Ministerie van Landbouw, Visserij,
Voedselzekerheid en Natuur

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

De Voorzitter van de Eerste Kamer
der Staten-Generaal
Kazernestraat 52
2514 CV DEN HAAG

Directoraat-generaal Agro
Directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit

Bezoekadres
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Postadres
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Overheidsidentificatienr
00000001858272854000

T 070 379 8911 (algemeen)
F 070 378 6100 (algemeen)
www.rijksoverheid.nl/lvvn

Ons kenmerk
DGA-PAV / 99878568

Bijlage(n)
6

Datum 14 juli 2025
Betreft Concept 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn voor consultatie en advisering Commissie voor de Milieueffectrapportage (EK)

Geachte Voorzitter,

In mijn brief van 12 juni[1] jongstleden over de voortgang van het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn heb ik aangegeven om in juli mijn voorgenomen invulling van het 8e actieprogramma voor te leggen aan de Commissie voor de Milieueffectrapportage (hierna: Commissie MER) voor advies en tegelijkertijd het actieprogramma ter inzage te leggen en voor internetconsultatie aan te bieden. De uitkomsten van de doorrekening van de verschillende maatregelpakketten, zoals aangekondigd in mijn brief van 11 april jl.[2], door Wageningen University & Research (WUR) zijn nu beschikbaar (bijlage). Met de uitkomsten van deze studie ben ik voornemens het concept 8e actieprogramma (bijlage) voor te leggen voor internetconsultatie. Gedurende een periode van zes weken is er voor eenieder de gelegenheid om inbreng te leveren op het concept 8e actieprogramma.
Aan het slot van deze brief schets ik de vervolgstappen in het proces om te komen tot het 8e actieprogramma en betrek daarbij uw verzoek van 24 juni jl. om het 8e actieprogramma vóór 1 november 2025 te ontvangen (kenmerk 177416).

Het voorgenomen actieprogramma is opgezet langs de lijnen die ik in mijn voornoemde kamerbrief van 11 april jl. heb geschetst. Met het voorgenomen 8e actieprogramma zet ik erop in om in alle verschillende gebieden in Nederland de norm van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater in de wortelzone te halen en eutrofiëring van het oppervlaktewater te voorkomen en te verminderen. In voornoemde brief heb ik toegelicht dat er, met voortzetting van de maatregelen uit het 7e actieprogramma Nitraatrichtlijn en de derogatiebeschikking 2022-2025, nog opgaven resteren in de gebieden zand zuid en löss om het doel voor 50 mg/l in grondwater te halen. Voor oppervlaktewater zijn er verspreid over Nederland nog gebieden waar de kwaliteit van het oppervlaktewater nog niet goed is als het gaat om nutriënten afkomstig van de landbouw. Daarom zet ik grotendeels de lijn van de maatregelen uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-

[1] https://www.eerstekamer.nl/brief_in/20250612/voortgang_8e_actieprogramma_2/f=/vmo7d4itr5h0.pdf (zie eveneens kamerstukken II, 2024/25, 2033.037, nr. 603).
[2] Kamerstukken II, 2024/25, 33.037, nr. 597.

2025 voort en vul ik dat aan in die gebieden waar dat nodig is. Tegelijkertijd wil ik ook verlichting bieden in gebieden waar dat gezien de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit in Nederland kan. Met deze brief neem ik u mee in de vervolgstappen die zijn gezet sinds de brief van 11 april jl. over de hoofdlijnen van het 8e actieprogramma. Deze stappen zijn nodig om met het 8e actieprogramma voldoende verbetering van de waterkwaliteit voor grond- en oppervlaktewater te laten zien in die gebieden die nog niet voldoen. Hierbij zoek ik steeds de balans tussen de bescherming van de waterkwaliteit, bedrijfseconomische effecten en draagvlak bij landbouwers.
Hierna licht ik voor een aantal onderwerpen, de keuze voor verdere invulling van de hoofdlijnen van het 8e actieprogramma en de vervolgstappen toe met betrekking tot bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit.

Invulling generieke maatregelen
In voornoemde brief over de hoofdlijnen van het 8e actieprogramma heb ik de contouren geschetst van de mogelijke generieke maatregelpakketten voor het 8e actieprogramma. Voor wat betreft de actualisatie van de stikstofgebruiksnorm zijn voor zes percentages (3%-5%-8%-15% en 20%) van generieke verlaging van de stikstofgebruiksnorm het effect op de waterkwaliteit doorgerekend. Dit laat, mede ten opzichte van de huidige 20% korting op de stikstofgebruiksnormen in NV-gebieden, onvoldoende verbetering van de grondwaterkwaliteit zien, met name in de regio zand zuid en löss. Het voorgestelde maatregelpakket dat gebaseerd is op de actualisatie van de stikstofgebruiksnormen gericht op het behalen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater in alle zandregio's (zand noord, zand midden en zand zuid en löss) zie ik als het meest perspectiefvol in de balans tussen het behalen van de doelen van de Nitraatrichtlijn, de bedrijfseconomische effecten op het agrarische bedrijf en het draagvlak bij landbouwers.

De uitkomsten van de doorrekening van de verschillende mogelijke maatregelpakketten ten behoeve van het 8e actieprogramma nopen tot verdere invulling van het geschetste spoor van generieke maatregelen in het concept 8e actieprogramma op een aantal punten gericht op het behalen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater en op terugdringen van eutrofiëring in het oppervlaktewater. Deze verdere invulling op het generieke spoor betreft de aanpassing van de stikstofgebruiksnormen en de aanwijzing van aandachtsgebieden oppervlaktewater voor stikstof en fosfor.

Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen
Het generieke maatregelpakket is nodig om enerzijds de huidige waterkwaliteit te behouden en anderzijds, in de gebieden met een waterkwaliteitsopgave (grond- en oppervlaktewater), de waterkwaliteit te verbeteren. Gezien de uitkomsten van de doorrekening van de WUR op de verschillende maatregelpakketten ten behoeve van het 8e actieprogramma, kies ik er voor om de actualisatie van de stikstofgebruiksnormen als vertrekpunt te nemen in de voorgenomen aanpassing van de stikstofgebruiksnormen. Hiermee sluiten de stikstofgebruiksnormen beter aan op het doel van 50 mg/l nitraat in het grondwater in relatie tot de grondsoort en de teelt van gewassen.

De CDM zal binnenkort een advies verstrekken over de actualisatie van de totale stikstofgebruiksnormen in de gebieden zand noord, zand midden, zand zuid en löss gericht op het behalen van het doel van 50 mg/l nitraat in het grondwater. Op basis van dit advies zal dit in de gebieden zand noord, zand midden, zand zuid en löss leiden tot een aanpassing van de totale stikstofgebruiksnorm. De hoogte van de aanpassing van de stikstofgebruiksnorm is afhankelijk van de opgave voor de

grondwaterkwaliteit en het bemestingsadvies. Dit kan betekenen dat in bepaalde gebieden voor bepaalde gewassen de totale stikstofgebruiksnorm moet worden aangescherpt en dat in andere gebieden, waar de norm 50 mg/l nitraat ruimschoots wordt gehaald, er ruimte is voor enige versoepeling van de totale stikstofgebruiksnorm, waarbij de 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater niet wordt overschreden.

In sommige gebieden is aanvullende inzet nodig om de stikstofbelasting van het oppervlaktewater vanuit de landbouw terug te dringen. Hiermee wordt eutrofiëring van het oppervlaktewater voorkomen en verminderd. Om die reden zal in specifieke gebieden (aandachtsgebieden voor stikstof) een korting van de stikstofgebruiksnorm volgen afhankelijk van de mate waarin het oppervlaktewater verwijderd is van het behalen van het betreffende stikstofdoel vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW) voor zover het de landbouw betreft. Hiermee ben ik voornemens de geactualiseerde stikstofgebruiksnorm niet hoger te laten zijn dan wat past bij de opgave in een specifiek aandachtsgebied, en de korting die nodig is ter verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit in de aandachtsgebieden in alle gevallen niet hoger te laten zijn dan 20%. De komende periode zal ik deze systematiek verder uitwerken. In aandachtsgebieden waar alleen fosfor het probleem is, zal geen korting (meer) gelden op de stikstofgebruiksnorm.

In mijn brief van 11 april jl. heb ik ook toegelicht dat ik verwacht dat er ondanks mijn inzet met het 8e actieprogramma nog een (regionale) restopgave resteert, ook het met oog op het voldoen aan de doelen van de KRW. Met regionale overheden (provincies en waterschappen) blijf ik in gesprek over het adresseren van die opgave.

Aanwijzing aandachtsgebieden stikstof en fosfor
Om de gebiedsgerichte opgave voor de oppervlaktewaterkwaliteit het hoofd te bieden zal ik aandachtsgebieden voor stikstof en fosfor aanwijzen. In deze zogenaamde aandachtsgebieden zullen maatregelen nodig zijn ter vermindering van de verontreiniging van stikstof en/of fosfor. Voor deze aanwijzing van aandachtsgebieden wordt gebruikgemaakt van de geactualiseerde bronnenanalyse. Bijgevoegd treft u de *"Landelijke bronnenanalyse nutriënten oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water, juni 2025"* aan (bijlage). Deze actualisatie is door Wageningen Environmental Research opgesteld, hierbij is gebruikgemaakt van de kennis en data van alle waterschappen. Met de geactualiseerde bronnenanalyse en actuele gegevens over de status van de oppervlaktewaterkwaliteit wordt in de komende maanden een aanwijzing van aandachtsgebieden voorbereid. De aanwijzing van de huidige NV-gebieden kan daarmee per januari 2026 vervallen.

Nadat duidelijk is in welke gebieden nog een opgave resteert voor fosfor en/of stikstof zullen in de betreffende gebieden maatregelen moeten worden genomen. Voor stikstof is mijn inzet dit te doen langs de band van de aanpassing van de stikstofgebruiksnormen, zoals hierboven toegelicht. Voor fosfor wordt in het 8e actieprogramma voorgesteld om in de aandachtsgebieden in 2026 niet langer een korting op de stikstofgebruiksnormen te hanteren, maar maatregelen te nemen die zich expliciet richten op vermindering van fosfor in het oppervlaktewater. In aanvulling op de brief van 11 april jl. wordt ook een begroeide bufferstrook voorgesteld.

Tot slot zet ik duurzame bouwplannen vanuit het 7e actieprogramma voort. In de verplichtingen over duurzame bouwplannen wordt een aantal aanpassingen

gedaan in de maatregelen voor rustgewassen, vanggewassen en wintergewassen, waardoor de bouwplanmaatregelen effectiever, eenduidiger, maar ook praktisch uitvoerbaar zijn.

Verder heb ik in de brief van 11 april jl. aangekondigd onderzoek te laten doen naar het effect van de maatregel tot het aanhouden van bufferstroken voor de waterkwaliteit. Eerder is door mijn ambtsvoorganger een verkennend onderzoek uitgezet in het kader van de harmonisatie van bufferstroken gericht om te komen tot een geharmoniseerde breedte van stroken voor gewasbescherming en mest. Dit onderzoek is nu opgeleverd en treft u in de bijlage (bijlage). Het onderzoek naar het effect van de maatregel tot het aanhouden van bufferstroken voor de waterkwaliteit zal een veldonderzoek zijn dat gedurende de looptijd van het 8e actieprogramma wordt uitgevoerd en naar verwachting ongeveer drie tot vier jaar in beslag neemt. Daarbij wordende resultaten van het voornoemde harmonisatie-onderzoek betrokken.

Bedrijfsgerichte doelsturing voor grondwaterkwaliteit
Een belangrijke pijler van het 8e actieprogramma bestaat uit het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit. Het ingroeipad voor doelsturing staat naast het generieke beleid en moet tenminste een vergelijkbaar effect op de waterkwaliteit hebben. Het ingroeipad voor doelsturing is een eerste stap in een systeemomslag van middelvoorschriften naar doelvoorschriften voor nitraat in grondwater. De intentie is om te komen tot een landsdekkend gedragen doelsturingssysteem dat in het 9e actieprogramma een volwaardig alternatief kan zijn voor de middelvoorschriften zodat boeren zelf de passende maatregelen kunnen kiezen om te kunnen voldoen aan de gestelde doelen en passend binnen de Europese kaders. In samenwerking met sectorpartijen (vertegenwoordigd in een hiervoor opgericht consortium) wordt gezamenlijk gewerkt aan de inrichting van een systeem voor doelsturing op nitraat in het bovenste grondwater in het 8e actieprogramma voor alle grondsoortregio's in Nederland. Het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterwaterkwaliteit is gebaseerd op een combinatie van de twee indicatoren: N-mineraal en het N-bodemoverschot. Op basis van de uitkomsten van de metingen en berekeningen van de beide indicatoren krijgen agrariërs inzicht in het risico van nitraatuitspoeling naar het bovenste grondwater op hun bedrijf en kunnen zij hierop sturen.

In de komende jaren wil ik ervaring opdoen met het gebruik van de beide indicatoren. Het doelsturingssysteem op grondwaterkwaliteit betreft een vrijwillig privaat geborgd systeem. Ik zal ten behoeve van de borging van de systematiek meetprotocollen, streefwaarden en beoordelingsprotocol laten opstellen en zorgen voor adequaat toezicht en handhaving op de doelsturingssystematiek. Inmiddels is het meetprotocol ter bepaling van het N-mineraal gereed, zie bijgevoegde rapportage van WUR (bijlage).

Door middel van inzicht in het effect van handelen op de grondwaterkwaliteit en het bieden van handelingsperspectief wordt verwacht dat deze aanpak een positief effect heeft op de waterkwaliteit. Op dit moment is het effect echter nog niet te kwantificeren. In de komende jaren wil ik verder onderzoek laten uitvoeren, waarbij meer inzicht wordt verkregen in de relatie tussen de indicatoren en de gemeten waterkwaliteit. De kennisnotitie "Verkenning proxies voor Nitraat" is hierin een eerste stap. [3] De meetresultaten die vanuit het programma

[3] https://www.rivm.nl/publicaties/verkenning-proxies-voor-nitraat

bedrijfsgerichte doelsturing worden verkregen zijn hierbij een belangrijke databron.

De deelnemers aan de doelsturingssystematiek voor nitraat in grondwater wil ik voorafgaand aan deelname al perspectief bieden voor de uitzonderingsmogelijkheden van generieke voorschriften. Deze uitzonderingen zijn mogelijk zodra deelnemers goede resultaten laten zien via de geborgde systematiek van doelsturing. Ik zal de volgende uitzonderingsmogelijkheden uitwerken in het 8e actieprogramma:

- een grotere totale stikstofgebruiksruimte dan die, op basis van de actualisatie van de stikstofgebruiksnormen voor grondwater in het 8e actieprogramma, generiek gaat gelden.
- een uitzondering van het uiterlijk op 1 oktober inzaaien van een vanggewas na maïs en van een vanggewas na overige teelten op zand- en lössgronden, waarbij na één jaar meten van N-mineraal de deadlines voor het inzaaien van een vanggewaslosgelaten kunnen worden, inclusief de bijbehorende kortingen op de stikstofgebruiksnorm waar het gaat over de overige teelten op zand- en lössgronden.[4]
- een uitzondering van de verplichting van 1:4 rotatie met rustgewassen op zandgronden en het loslaten van de aangekondigde verplichting in het 8e actieprogramma van de verscherpte rotatie met rustgewassen voor de regio zand zuid en löss.

Vervolg

Gedurende zes weken is iedereen in de gelegenheid om te reageren op het voorgenomen 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn. Tegelijkertijd zal de Commissie MER ook adviseren over het concept 8e actieprogramma, dit advies wordt in september verwacht. Na ontvangst en verwerking van het advies van de Commissie MER en alle reacties op het concept 8e actieprogramma in de internetconsultatie, zal ik het actieprogramma verder vervolmaken. Daarnaast vind ik het belangrijk om richting de vaststelling van het 8e actieprogramma een zorgvuldig proces te doorlopen, ook met alle betrokken stakeholders. Dit vraagt tijd. Uiteraard zal ik daarbij ook mijn best doen om uw Kamer het vastgestelde 8e actieprogramma in november, of anders zo vroeg mogelijk, te doen toekomen. Vanwege de zorgvuldigheid die ik betracht op de inhoud en het proces om te komen tot het 8e actieprogramma, kan ik uw Kamer hiertoe geen garanties geven. Hiermee beschouw ik uw verzoek van 24 juni jl. als afgedaan. Het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn zal op 1 januari 2026 van toepassing zijn.

Hoogachtend,

Femke Marije Wiersma
Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

[4] De Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in haar advies op verzoek van de aardappelverwerkende industrie reeds aangegeven dat inzaaien van een vanggewas van belang is, maar dat een alternatief voor de 1-oktoberdatum perspectiefvol kan zijn, ook waar het gaat om verder in de agrarische keten verlichting te bieden (bijlage).

8e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2026-2029)

ambtelijk concept

Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

[versie juli 2025]

Inhoudsopgave

Management samenvatting 4
PM 4
Hoofdstuk 1 Inleiding en doel 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn 5
Hoofdstuk 2 Context van het 8e actieprogramma 9
Hoofdstuk 3 Resultaten van het gevoerde beleid 10
3.1 Inleiding 10
3.2 Ontwikkelingen in de landbouw 10
3.3 Toestand van de bodem 16
3.4 Ontwikkelingen waterkwaliteit 16
Hoofdstuk 4 Ingroeipad doelsturing 24
Hoofdstuk 5 Maatregelen in het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn 28
5.1 Inleiding 28
5.2 Aanscherpingen duurzame bouwplannen 28
5.2.1 Stimuleren teelt vanggewassen na hoofdteelt (m.u.v. mais) op zand- en lössgronden 29
5.2.2 Vanggewas na maisoogst, gras of ander gewas dat de bodem bedekt in de winter 32
5.2.3 Rotatie met rustgewassen 34
5.2.4 Behoud grasland 36
5.3 Gebruiksnormen 36
5.3.2 Aanpassing van het stelsel van stikstofgebruiksnormen 38
5.3.3 Korting stikstofgebruiksnorm opvolgend gewas na scheuren gras 39
5.3.4 Actualisatie stelsel van fosfaatgebruiksnormen 40
5.4 Andere maatregelen voor het verminderen van de uit- en afspoeling van nitraat en fosfaat 41
5.4.1 Aanpassing aanhouden mestvrije bufferstroken 41
5.4.2 Bezinkgreppel op de bufferstrook 43
5.4.3 Groen op de bufferstrook 44
5.5 Overige verplichtende maatregelen 45
5.5.1 Actualiseren grondsoortenkaart 45
5.5.2 Uitvoering Europese Meststoffenverordening 46
5.5.3 Herwonnen stikstofmeststoffen uit dierlijke mest (RENURE) 46
5.6 Overige stimulerende maatregelen 47
5.6.1 Stimuleren van organische stofrijke meststoffen 47
5.6.2.Subsidieregeling emissiereducerende mestaanwending (precisiebemesting) 47
Hoofdstuk 6 Praktijk onderzoek 48
Hoofdstuk 7 Toezicht en handhaving 49
7.1 Inleiding 49
7.2. Achtergrond toezicht en handhaving mestbeleid 49
7.3. Versterkte Handhavingsstrategie Mest 49
7.4 Voorziene acties Versterkte Handhavingsstrategie Mest periode 2026-2029 50
7.4.1 Realtime Vervoersbewijs Dierlijke Mest (rVDM) 50

7.4.2 Control Room 50
7.4.3 Gebiedsgerichte handhaving 50
7.4.4 Uitbreiding VHS Mest met nieuwe GGH-gebieden 51
7.4.5 Risicovolle schakels 51
7.4.6 Taskforce mestmarkt 52
7.4.7 Samenwerking verschillende expertises en NVWA Inlichtingen- en Opsporingsdienst ... 53
7.5. Overige ontwikkelingen 53
7.5.1 Certificering als ondersteuning voor toezicht en handhaving 53
7.5.2 Onderzoek GR-GPS 54
7.5.3 Onderzoek NMR en NIRS 54
7.5.4 Wet Bibob 54
Hoofdstuk 8 Te verwachten effecten van maatregelen in het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn ... 56
8.1 Uitkomsten ex ante onderzoek 56
8.1.1 Rekenvarianten, uitgangspunten en aannames 57
8.1.2 Resultaten en discussie 59
8.2 Advies Commissie voor de milieueffectrapportage 63
8.3 Consultatiereacties/zienswijzen 63
Hoofdstuk 9 Monitoring 64
9.1 Monitoring doelsturing 64
9.2 Monitoring maatregelen 8e actieprogramma 64
9.3 Monitoring voor de Nitraatrichtlijn 64
Afkortingen PM 66
Literatuurlijst PM 67

Management samenvatting

PM

Hoofdstuk 1 Inleiding en doel 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn

Aanleiding
Water is een bron van leven en een bron om van te kunnen leven. Schoon water is nodig om te kunnen gebruiken als drinkwater, om te kunnen zwemmen, om dieren van te laten drinken en om gewassen te kunnen laten groeien. Water is een belangrijke productiefactor in de landbouw en een landbouwer heeft belang bij en speelt een rol in de zorg voor een goede waterkwaliteit. Een goede waterkwaliteit is daarmee van groot belang voor burgers, de agrarische sector en de natuur.

Nog niet overal is het grond- en oppervlaktewater schoon genoeg, zo blijft de aanwezigheid van nutriënten in het water op sommige plekken nog extra aandacht vragen. De landbouw levert een grote bijdrage daar waar het gaat om de hoeveelheid aanwezige stikstof en fosfaat in het grond- en oppervlaktewater.

Mest bevat waardevolle bestanddelen, zoals stikstof en fosfaat, om als voedingsbron te dienen voor de teelt van gewassen. Het gebruik van mest heeft ook impact op het milieu. Het mestbeleid is er daarom ook op gericht emissies van stikstof en fosfaat naar bodem en water terug te dringen. Hiertoe zijn eerdere actieprogramma's opgesteld en in aanvulling daarop is ook dit actieprogramma gericht op het verder verminderen van uit- en afspoeling van nutriënten afkomstig vanuit de landbouw naar het grond- en oppervlaktewater.

De Europese Nitraatrichtlijn[1] bepaalt welke maatregelen lidstaten moeten nemen en vastleggen in hun actieprogramma's. Ieder actieprogramma wordt na een looptijd van vier jaar opnieuw bezien. Het 7e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (hierna: 7e actieprogramma)[2] gold in de periode van 1 januari 2022 tot en met 31 december 2025. Het onderhavige 8e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2026-2029) (hierna: 8e actieprogramma) zal gelden voor het hele grondgebied [**PM**] in de periode van 1 januari 2026 tot en met 31 december 2029. Met dit 8e actieprogramma geeft Nederland invulling aan de Nitraatrichtlijn en draagt het bij aan het behalen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water[3] (hierna: KRW).

Het voorliggende 8e actieprogramma is tot stand gekomen met betrokkenheid van stakeholders (sectorpartijen, waterschappen, provincies en natuurorganisaties) gedurende het gehele voorbereidingsproces. Hun inbreng is meegewogen in de besluitvorming om te komen tot dit actieprogramma. Daarnaast is een milieueffectrapportage opgesteld en [**PM**]. In hoofdstuk 8 wordt hier nader op ingegaan.

Nitraatrichtlijn en de KRW
Europese voorschriften uit onder andere de Nitraatrichtlijn en de KRW richten zich op de bescherming van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater daar waar het gaat om nutriënten afkomstig van de landbouw. De Nitraatrichtlijn heeft tot doel om waterverontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen te verminderen en te voorkomen. Om dit doel te kunnen realiseren, schrijft de richtlijn voor dat lidstaten nagaan welke wateren door verontreiniging worden beïnvloed en welke wateren zouden kunnen worden beïnvloed indien de maatregelen opgenomen in een actieprogramma achterwege blijven. Criteria voor het vaststellen van deze wateren zijn eveneens opgenomen in de Nitraatrichtlijn. Een belangrijk criterium voor grondwater of zoet oppervlaktewater is het nitraatgehalte. Dit mag niet hoger zijn of worden dan 50 mg nitraat per liter (mg/l) als genomen maatregelen in actieprogramma's achterwege blijven. Voor natuurlijke

[1] Richtlijn 91/676/EEG van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, PbEU 1991, 375, waarbij ten aanzien van het opstellen van een actieprogramma m.n. de artikelen 1, 3 en 5 en bijlage I en III van de Nitraatrichtlijn relevant zijn.
[2] Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 7e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2022 - 2025), november 2021 (Kamerstukken II 2021/22, 33037 nr. 431).
[3] Richtlijn 2000/60 EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid, PbEU 2000, L327.

zoetwatermeren, andere zoetwatermassa's, estuaria, kustwateren en zeewater geldt als criterium de mate van eutrofiering. Deze wateren mogen niet eutroof zijn of in de nabije toekomst eutroof worden indien de maatregelen genomen in actieprogramma's achterwege blijven. Met betrekking tot de reikwijdte van een actieprogramma overeenkomstig de Nitraatrichtlijn biedt de Nitraatrichtlijn lidstaten de keuze om óf alle hun bekende stukken land op hun grondgebied die afwateren in de hiervoor bedoelde vastgestelde wateren en die tot verontreiniging bijdragen als kwetsbare zones aan te wijzen, óf een actieprogramma op het gehele grondgebied toe te passen. [**PM**]

Naast de Nitraatrichtlijn borgt de KRW ook de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater. De KRW is een overkoepelende richtlijn en heeft tot doel het bereiken van een goede toestand of een goed ecologisch potentieel van grond- en oppervlaktewater. Met dit 8e actieprogramma wordt een bijdrage geleverd aan het voldoen aan de doelen van de KRW, voor zover het gaat om nutriënten (stikstof en fosfaat) afkomstig uit de landbouw. [**PM**]

De KRW bepaalt dat uiterlijk in 2027 alle maatregelen genomen moeten zijn om de gestelde KRW-doelen te halen. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (systeemverantwoordelijk ministerie voor de KRW) en de regio leveren hiertoe extra inzet op het uitvoeren van verbeteracties om te voldoen aan de eisen van de KRW (KRW-impulsprogramma en regionale impulsen). De verwachting is dat in 2027 aan veruit de meeste KRW-doelen is voldaan. Vanaf 2028 zullen de vierde stroomgebiedbeheerplannen (2028-2033) van kracht zijn, die gericht zijn op verder doelbehoud en doelbereik onder de KRW. Waterschappen stellen deze plannen op en treffen hiertoe samen met provincies de voorbereidingen. De waterbeheerders actualiseren iedere zes jaar de waterkwaliteitsopgaven en de vertaling in maatregelen. Nederland moet op 22 december 2027 verantwoording afleggen over de voortgang van de implementatie van de KRW. Hierbij moet worden aangegeven welke doelen zijn bereikt, en indien (nog) niet, op welke legitieme uitzonderingsmogelijkheid beroep wordt gedaan om dit te onderbouwen.

Waterkwaliteitsopgave 8e actieprogramma
De Nitraatrichtlijn schrijft voor dat elke lidstaat elke vier jaar rapporteert aan de Europese Unie over de kwaliteit van het grondwater en oppervlaktewater. In Nederland gebeurt dit aan de hand van de zogeheten nitraatrapportage. Dit rapport beschrijft ontwikkelingen in het mestbeleid, veranderingen in de landbouwpraktijk en het effect daarvan op de kwaliteit van het grondwater en oppervlaktewater op basis van metingen van verschillende meetnetten. Dit rapport laat ook zien welke waterkwaliteitsopgave er nog is. Uit de Nitraatrapportage 2024[4] volgt dat de nitraatconcentraties in het (ondiepe) grondwater in de periode 2020-2023 zijn gestegen in alle grondsoortregio's, met uitzondering van de veenregio. In de veenregio zijn geen significante veranderingen waar te nemen[5]. Hierbij wordt aangegeven dat dit zeer waarschijnlijk mede komt door de droge zomers van 2018 tot 2020. Sinds 2021 dalen de nitraatconcentraties weer, maar ze zijn in de zand- en lössregio nog steeds hoger dan voor de droge zomers. Voor oppervlaktewater zijn de stikstofconcentraties in sommige gebieden verbeterd, terwijl in andere gebieden juist een verslechtering is opgetreden.

In het kader van de evaluatie van de Meststoffenwet 2024[6] is onderzocht wat de te verwachten effecten zijn van de maatregelen in het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025[7] met het oog op doelbereik en doelbehoud van de waterkwaliteit (hierna: Onderzoek effecten

[4] Claessens, J. e.a. (2024), Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2020-2023) en trend (1992-2023); De Nitraatrapportage 2024 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's, RIVM, 2024-0113.
[5] Gemeten nitraatconcentratie periode 2020-2023: voor gemiddelde zandregio 66 mg/l, voor de kleiregio 35 mg/l en voor de lössregio 83 mg/l.
[6] Kamerstukken II, 2024/25, 33037, nr. 561.
[7] Uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 van de Commissie van 30 september 2022 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, PbEU 2022, L 277.

mestbeleid 2024[8]). Uit dit onderzoek volgt dat er zowel voor grondwater als voor oppervlaktewater nog een opgave resteert voor nutriënten afkomstig van de landbouw. Met voortzetting van de maatregelen uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 zal het gebied zand zuid en löss nog niet voldoen aan de norm van 50 mg/l nitraat in het grondwater. Voor oppervlaktewater zijn er kleinere gebieden verspreid over Nederland waar nog een opgave ligt voor nutriënten afkomstig van de landbouw.

Naast de waterkwaliteitsopgave liggen er meerdere uitdagingen bij de Nederlandse landbouw. Zo kent Nederland ook grote uitdagingen op het gebied van natuurherstel daar waar het gaat om stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden. In dat kader wordt van de landbouwsector een reductie van stikstofemissie verwacht. De Ministeriële Commissie Economie & Natuurherstel werkt hiervoor aan oplossingen.[9] Ook wordt binnen de aanpak Ruimte voor Landbouw en Natuur (opvolging van het Nationaal Programma Landelijk Gebied) gewerkt aan gebiedsspecifieke opgaven met het oog op het behalen van de doelen voor natuur, water en klimaat[10] waarin onder andere de beekdalen een plek hebben gekregen [**PM**]. Ontwikkelingen op de voornoemde beleidsterreinen landen tegelijkertijd op het boerenerf. Daar komt bij dat reeds met het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 maatregelen zijn getroffen om de waterkwaliteit te verbeteren waar het gaat om het gebruik van mest. Die maatregelen zijn ingrijpend in de boerenbedrijfspraktijk. Het gaat bijvoorbeeld om het aanhouden van bufferstroken, de stimulering van de teelt van een vanggewas, het aanwijzen van met nutriënten verontreinigde gebieden (hierna: NV-gebieden) en de stapsgewijze 20% korting op de stikstofgebruiksnorm in de NV-gebieden. Ook de druk op de mestmarkt, mede vanwege de afbouw van derogatie, wordt op het boerenerf gevoeld [**PM**].

Op 13 september 2024 heeft de minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (hierna: LVVN) de Tweede Kamer geïnformeerd over de aanpak mestmarkt.[11] De aanpak mestmarkt zal er niet toe leiden dat het volledige verlies aan plaatsingsruimte vanwege de afbouw van de derogatie wordt gecompenseerd, maar is er wel op gericht de mestmarkt zodanig te verlichten dat er een stabiel evenwicht ontstaat, waarbij de mest weer kan worden afgevoerd tegen te dragen mestafzetkosten. Het 8e actieprogramma is opgesteld tegen de achtergrond van de hierboven geschetste situatie op de Nederlandse mestmarkt en de maatregelen die genomen worden in de aanpak mestmarkt.

Doel 8e actieprogramma
Het 8e actieprogramma ziet op het gebruik nutriënten in relatie tot de benodigde waterkwaliteitsverbetering vanuit de Nitraatrichtlijn. Het doel van dit 8e actieprogramma is dat alle grondsoortregio's het doel van 50 mg/l nitraat in het bovenste grondwater behalen en dat eutrofiëring van het oppervlaktewater wordt verminderd en voorkomen. Het uitgangspunt daarbij is dat de maatregelen genomen in het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 worden voortgezet.

Het onderhavige 8e actieprogramma is opgebouwd langs drie sporen:

1) Het eerste spoor ziet op een ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing voor grondwaterkwaliteit. Het ingroeipad staat naast het generieke beleid en geeft een agrariër ondernemersvrijheid in de keuze om bepaalde maatregelen te treffen gericht op het bereiken van ten minste een vergelijkbaar waterkwaliteitseffect als het generieke beleid. Het ingroeipad is een eerste stap in een systeemomslag van middelvoorschriften naar doelvoorschriften voor nitraat in grondwater. In het 8e actieprogramma kunnen ondernemers deelnemen aan de doelsturingssystematiek uittesten aan de hand van de vooraf vastgestelde indicatoren N-mineraalmetingen en het stikstofbodemoverschot. De

[8] Groenendijk, P. e.a. (2024), Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen; Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024, Wageningen Environmental Research, 2024-3378, oktober 2024.
[9] Kamerstukken II, 2024/25, 35334 nr. 362 (Startpakket MCEN, 14 mei 2025).
[10] Dit betreft onder andere doelen die voortvloeien uit de Vogel- en Habitatrichtlijn de Natuurherstelverordening, de KRW en het internationale Klimaatakkoord, zie hiervoor ook Kamerstukken II, 2024/25, 36600 XIV, nr. 66.
[11] Kamerstukken II, 2024/25, 33037, nr. 559 (Aanpak mestmarkt, 13 september 2024).

inzet is om in de loop van het 8e actieprogramma aan deelnemers van het doelsturingssysteem mogelijkheid te bieden om sommige (bouwplan)maatregelen uit het generieke spoor te kunnen loslaten, indien de resultaten van doelsturing op individuele bedrijven goed zijn.

2) Het tweede spoor bevat het maatregelpakket dat nodig is om enerzijds de huidige waterkwaliteit te behouden en anderzijds, in de gebieden met een waterkwaliteitsopgave (grond- en oppervlaktewater), de waterkwaliteit te verbeteren. Met het gekozen maatregelpakket wordt de inzet op duurzame bouwplannen vanuit het 7e actieprogramma voortgezet. Daarnaast wordt verontreiniging van grond- en oppervlaktewater met nutriënten verder teruggedrongen door de stikstofgebruiksnormen beter aan te laten sluiten op het doel van 50 mg/l nitraat in het grondwater in relatie tot de grondsoort en de teelt van gewassen en de landbouwopgave voor oppervlaktewater. Hoofdstuk 5 beschrijft de maatregelen die met dit actieprogramma zijn voorzien. [**PM**].
3) Het laatste en derde spoor ziet op andere beleidsontwikkelingen die ook een positief effect hebben op de waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater en die vanwege hun gebiedsspecifieke karakter een aparte insteek vergen. Het gaat hier dan met name op de inzet van brede beekdalen en de te nemen maatregelen in grondwaterbeschermingsgebieden die verder worden uitgewerkt in de aanpak Ruimte voor Landbouw en Natuur. [**PM**]

Leeswijzer
Hoofdstuk 2 schetst de context waarbinnen het 8e actieprogramma een plek heeft. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwikkelingen in de landbouw en de (te verwachten) milieuresultaten van het gevoerde beleid op basis van gegevens van het CBS, de Nitraatrapportage 2024, en de onderzoeken die met het oog op de evaluatie van de Meststoffenwet zijn uitgevoerd.
Hoofdstuk 4 beschrijft het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit, waarna in hoofdstuk 5 het maatregelpakket in dit actieprogramma wordt toegelicht. In de hoofdstukken 6, 7 en 8 wordt aandacht besteed aan de uitvoering van pilots gedurende dit actieprogramma, kennisverspreiding en -ontwikkeling en de inzet op toezicht en handhaving gedurende de looptijd van dit actieprogramma.
Hoofdstuk 9 beschrijft de aannames en uitgangspunten voor de milieueffectrapportage inclusief een beschrijving van de gekozen alternatieven. Ook wordt het toetsingsadvies van de Commissie voor de milieueffectrapportage weergegeven evenals de reacties van de internetconsultatie en de zienswijzeprocedure en de verwerking van deze inbreng. Tot slot sluit dit actieprogramma af met hoofdstuk 10 dat ingaat op de monitoring van de effecten van dit actieprogramma en voorgaande actieprogramma's.

Hoofdstuk 2 Context van het 8e actieprogramma

Inleiding
Het mestbeleid hangt samen met diverse andere landbouw- en milieudossiers met een nationale of Europees oorsprong. In dit hoofdstuk wordt die samenhang beschreven en weergegeven binnen welke bredere beleidscontext het 8e actieprogramma een plek heeft. Voor bestendig mestbeleid is het van belang om in beeld te hebben welke raakvlakken met andere dossiers zich (kunnen) voordoen en, daar waar dat mogelijk is, tegenstrijdigheden in de uitvoering te voorkomen.

[**PM**]
Kaderrichtlijn Water en het impulsprogramma KRW

Aanpak Ruimte voor Landbouw en Natuur / ANB

Restopgave oppervlaktewaterkwaliteit nutriënten afkomstig van de landbouw

Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB)

Deltaplan Agrarisch Waterbeheer

Aanpak mestmarkt

Stikstof en de Ministeriële Commissie Economie en Natuurherstel (MCEN)

Klimaatakkoord en klimaatbeleid

Hoofdstuk 3 Resultaten van het gevoerde beleid

PM: onderstaande cijfers bevatten nog niet de ontwikkelingen van 2024 – richting definitieve vaststelling 8e AP worden de cijfers geactualiseerd.

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen in de landbouw en de milieuresultaten van het gevoerde beleid. Dit hoofdstuk geeft enerzijds inzicht in de ontwikkeling van de agrarische praktijk en de ontwikkeling van de bodem- en waterkwaliteit. Anderzijds geeft het inzicht in de te verwachten effecten van het huidige beleid op basis van wetenschappelijk onderzoek. Daarmee vormen deze gegevens de basis van waaruit dit actieprogramma is opgebouwd.

Voor dit hoofdstuk is gebruik gemaakt van de meest recente beschikbare gegevens en wetenschappelijke onderzoeken. De belangrijkste bronnen waarvan gebruik is gemaakt zijn:

- Cijfers van het CBS: Gegevens over ontwikkelingen van de landbouw worden bijgehouden door het CBS.
- Nitraatrapportage 2024: de meest recente Nitraatrapportage met gegevens over de periode 2020-2023.
- Rapportage Nederlands mestbeleid 2024: De rapportage Nederlands mestbeleid geeft inzicht in de Nederlandse veehouderij en mestmarkt in 2024, de deelname aan derogatie in 2024, de handhaving van het Nederlands mestbeleid in 2024 en de voortgang van de implementatie van de Versterkte Handhavingsstrategie Mest in 2024.[12]
- Onderzoek effecten mestbeleid 2024: een modelstudie naar de te verwachten effecten op de waterkwaliteit van het huidige beleid op de uit- en afspoeling van meststoffen. Het onderzochte huidige beleid omvat de maatregelen in het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025.

Allereerst worden in dit hoofdstuk algemene trends binnen de landbouwsector beschreven die mede van invloed zijn op de milieukwaliteit. Daarna wordt ingegaan op de gemeten trends in de bodemkwaliteit, gevolgd door een beschrijving van de ontwikkeling van de waterkwaliteit. Omdat het enkele jaren duurt voordat de effecten van maatregelen zichtbaar zijn in de waterkwaliteit, geven de waargenomen trends in de bodem- en waterkwaliteit voornamelijk inzicht in de effecten van reeds genomen maatregelen uit eerdere actieprogramma's. Voor recente beleidsmaatregelen, zoals die uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025, zijn de effecten nog niet zichtbaar in de meetreeksen. Om toch inzicht te krijgen in de te verwachten effecten van deze maatregelen, heeft Wageningen Environmental Research modelanalyses uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek worden ook kort in dit hoofdstuk weergegeven.

3.2 Ontwikkelingen in de landbouw

Het Nederlandse bodemgebruik, de ontwikkelingen op landbouwbedrijven, de samenstelling van de veestapel, de mestproductie en de verschillende manieren waarop deze mest wordt afgezet (gebruik binnen de landbouw, transport, verwerking en export) spelen een rol bij het historische verloop van de nationale mestproductie en de bijbehorende nutriëntenoverschotten (stikstof en fosfaat). Deze paragraaf geeft waargenomen meerjarige trends binnen de landbouwsector weer op

[12] Kamerstukken II, 2024/25, 33037 nr.604.

bovengenoemde onderwerpen. De paragraaf geeft inzicht in de ontwikkelingen die hebben plaatsgevonden binnen de sector, mede door beleidsmatige keuzes.

Bodemgebruik Nederland[13]

Nederland heeft een totale oppervlakte van 3,37 miljoen hectare, waarvan 1,81 miljoen hectare (54 procent) bestaat uit cultuurgrond (CBS Statline, 2024). Het areaal cultuurgrond neemt sinds 2000 langzaam af. De dalende trend in cultuurgrond gaat samen met toename in ander landgebruik (onder andere de uitbreiding van stedelijke gebieden en aanleg van wegen). Het graslandareaal blijft afnemen. Het aandeel grasland ten opzichte van het totaal areaal cultuurgrond is nauwelijks veranderd. Dit geldt niet voor het areaal natuurlijk grasland. Daar is een stijgende trend zichtbaar. Het areaal andere akkerbouwgewassen (zonder snijmais) toonde tussen 2000 en 2016 een dalende trend. Vanaf 2017 lijkt er een licht stijgende trend in te zitten. In 2023 is er, vergeleken met de vorige periode, een record hoog oppervlakte andere akkerbouwgewassen van 550.000 hectare. Het areaal blijvende teelt (vooral fruitbomen) is gestabiliseerd rondom de 31.000 hectare (zie Tabel 1).

Tabel 1 periodegemiddeld landgebruik in Nederland (x1.000 ha)

	1992-1995	2016-2019	2020-2023
Grasland, waarvan:	1068	989	972
Permanent	1020	687	683
tijdelijk[1]	36	233	206
Natuurlijk	11	70	83
Snijmais	223	201	186
Andere akkerbouwgewassen	598	518	536
Tuinbouw[2]	65	72	73
Blijvende teelt	24	31	31
Braakland	11	8	9
Totaal cultuurgrond	1989	1818	1808
Natuur- en bosgebieden[3]	452	501	501
Ander landgebruik[3]	948	1046	1055
Totaal landoppervlakte[3]	3388	3366	3365

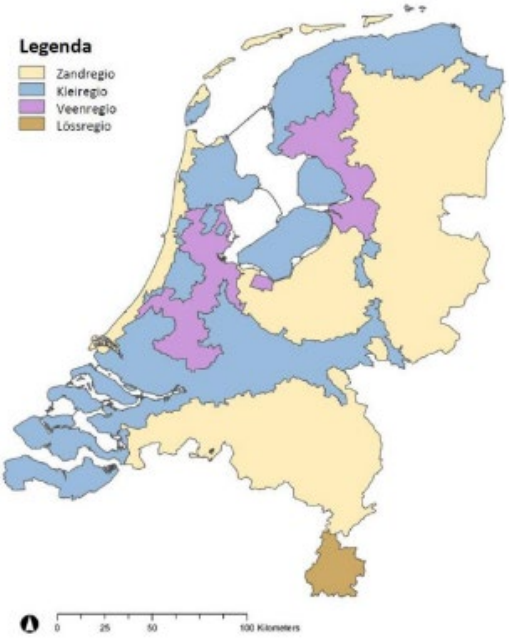
1. Grasland dat een boer minder dan vijf jaar in gebruik heeft.
2. Boomkwekerijen vallen onder tuinbouw en niet onder blijvende teelt. Tuinbouw omvat niet de akkerbouwgroenten (onder andere peen, witlofwortel, tuinbonen en stamsperziebonen).
3. Gegevens zijn slechts beschikbaar voor de jaren 1993, 2008, 2010, 2015 en 2017.

Bron: CBS Statline, 2024.

De bodem in Nederland bestaat uit verschillende grondsoorten. Er worden voor het Nederlandse mestbeleid vier hoofdgrondsoortregio's onderscheiden: zand-, klei-, veen- en lössregio. De term 'regio' wordt gebruikt omdat het gaat om grotere, aaneengesloten gebieden die worden gekarakteriseerd door de dominante grondsoort. Het zandgebied kan verder worden onderverdeeld in drie deelgebieden: het zuidelijke zandgebied in Noord-Brabant en Limburg, het centrale zandgebied in Gelderland, Overijssel en Utrecht en het noordelijke zandgebied in Groningen, Friesland en Drenthe (zie afbeelding 1).

Het grootste deel van het landbouwareaal bevindt zich in de zand- en kleiregio. Ongeveer 46 procent van het Nederlandse landbouwareaal bevindt zich in de zandregio, 42 procent in de kleiregio, 10 procent in de veenregio en 2 procent in de lössregio. De indeling van de Nederlandse bodem in regio's is relevant, omdat de verschillende grondsoorten elk verschillende eigenschappen hebben en daardoor anders reageren op de toevoer van nutriënten. Dit is bepalend voor de uiteindelijke nitraatuitspoeling in de verschillende grondsoortregio's.

[13] Nitraatrapportage 2024.



Afbeelding 1: Verdeling grondsoortregio's in Nederland.

Landbouwbedrijven[14]

Het totale aantal landbouwbedrijven nam in de periode 1992-2023 af met 56 procent; van 117.100 naar 51.600 bedrijven (Tabel 2). De mate van afname verschilt tussen de soorten landbouwbedrijven (akkerbouwbedrijven -26 procent; melkveebedrijven -54 procent; tuinbouwbedrijven -66 procent; hokdierbedrijven -72 procent). Doordat het aantal landbouwbedrijven veel sneller afneemt dan het areaal cultuurgrond (-56 procent versus -9 procent) is de grootte van een gemiddeld landbouwbedrijf in de afgelopen dertig jaar toegenomen van 17 hectare naar 35 hectare.

Tabel 2 Aantal landbouwbedrijven per hoofdbedrijfstype (x1.000)

	1992-1995[2]	2016-2019	2020-2023
Akkerbouwbedrijven	15,8	10,8	11,7
Tuinbouwbedrijven[1]	20,5	7,0	6,9
Blijvende teeltbedrijven	3,0	1,6	1,5
Graasdierbedrijven	54,0	27,2	24,8
waarvan melkveebedrijven	30,0	15,8	13,9
Hokdierbedrijven	13,7	4,6	3,8
Combinatiebedrijven	10,1	3,2	3,0
Alle bedrijfstypen	117,1	54,4	51,6

1. Boomkwekerijen vallen onder tuinbouw en niet onder blijvende teelt.
2. De cijfers van 1992-1995 zijn gecorrigeerd naar de bedrijfstypering, zoals gehanteerd voor 2008-2011 en 2012-2015.
3. In 2022 maken paarden, pony's en ezels geen onderdeel uit van de Landbouwtelling.

Bron: CBS Statline, 2024.

Samenstelling van de veestapel[15]

Ook de samenstelling van de veestapel is in de afgelopen 20 jaar veranderd. Hoewel het aantal melkkoeien redelijk stabiel bleef, daalde het aantal jongvee aanzienlijk. Het aantal schapen nam fors af, terwijl het aantal geiten meer dan verdubbelde. Ook het aantal varkens en pluimvee daalde, met name bij vleesvarkens en legkippen. Tegelijkertijd steeg het aantal vleeskalveren tot

[14] Nitraatrapportage 2024.
[15] Rapportage Nederlands mestbeleid 2024.

boven de één miljoen. Tabel 3 laat de trend in dieraantallen zien voor verschillende diergroepen op een meer gedetailleerd niveau.

Tabel 3 Rapportage Nederlands mestbeleid 2024

Diergroep	**2002**[16]	**2006**	**2015**	**2018**	**2022**	**2023**	**2024***
Melk- en fokvee	2.739.060	2.536.590	2.958.640	2.655.990	2.552.320	2.565.870	2.509.910
w.v. melk- en kalfkoeien	*1.485.370*	*1.419.720*	*1.621.770*	*1.623.040*	*1.570.670*	*1.573.790*	*1.543.210*
w.v. jongvee	*1.253.690*	*1.116.870*	*1.336.870*	*1.032.950*	*981.650*	*992.080*	*966.700*
Schapen	1.183.450	1.376.440	946.180	866.530	854.220	838.590	738.020
Geiten	254.550	309.610	469.750	587.770	645.030	646.570	636.180
Overige graasdieren	349.220	333.730	384.380	336.130	337.050	353.740	359.070
w.v. vlees- en weidevee	*228.590*	*205.990*	*265.990*	*248.610*	*239.450*	*256.440*	*256.930*
w.v. paarden en pony's	*120.630*	*127.740*	*118.390*	*87.520*	*97.600***	*97.300*	*102.140*
Varkens	11.647.680	11.355.970	12.602.890	12.416.160	11.278.860	10.826.000	10.491.170
w.v. vleesvarkens	*5.591.040*	*5.475.690*	*5.803.700*	*5.591.910*	*5.155.620*	*4.932.960*	*4.753.590*
Pluimvee	103.650.600	94.335.000	108.607.800	103.037.700	98.784.600	94.244.800	90.249.700
w.v. kippen	*101.051.900*	*91.782.300*	*106.762.900*	*101.290.100*	*97.532.800*	*93.003.600*	*89.231.300*
w.v. slachteenden	*852.400*	*1.043.300*	*932.200*	*908.300*	*644.100**	*581.100*	*470.300*
w.v. kalkoenen	*1.450.600*	*1.139.800*	*863.000*	*635.900*	*575.600*	*588.400*	*516..500*
w.v. overig pluimvee	*295.700*	*369.600*	*49.700*	*203.400*	*32.100*	*71.700*	*31.600*
Vleeskalveren	713.320	843.730	909.230	998.210	1.042.400	1.024.080	1.005.630
Overige staldieren	994.700	1.027.900	1.404.100	1.244.800	300.400	265.100	263.200
w.v. konijnen	*370.900*	*323.500*	*381.100*	*331.700*	*300.400*	*265.100*	*263.200*
w.v. edelpelsdieren	*623.800*	*704.400*	*1.023.000*	*913.100*	**	**	**

Mestproductie[17]

De stikstof- en fosfaatproductie in de Nederlandse landbouw is in de afgelopen jaren geleidelijk veranderd. In 2024 bedroeg de nationale mestproductie van dierlijke mest 74,6 miljoen ton, een lichte stijging ten opzichte van het jaar ervoor. De totale stikstofproductie in 2024 daalde verder naar 448,9 miljoen kg stikstof, waarmee Nederland onder het voor 2024 geldende nationale stikstofplafond van 504,4 miljoen kg bleef. De fosfaatproductie nam in 2024 toe en kwam uit op

[16] De jaartallen in deze en opvolgende tabellen zijn gekozen op basis van ontwikkelingen in het Nederlandse mestbeleid sinds 2002 (2002: mestproductieniveau uitgedrukt in stikstof en fosfaat dat tot de derogatiebeschikking 2022-2025 het mestproductieplafond was; 2006: invoering van het gebruiksnormenstelsel; 2015: invoering van het fosfaatrechtenstelsel; 2018: start Versterkte Handhavingsstrategie Mest). Daarnaast zijn de gegevens van de laatste drie jaren weergegeven om zo de recente ontwikkeling te laten zien.

[17] Rapportage Nederlands mestbeleid 2024.

146,7 miljoen kg fosfaat, ruim onder het voor 2024 geldende nationale fosfaatplafond van 150,7 miljoen kg fosfaat.

Binnen de sectoren zijn er duidelijke verschillen zichtbaar. De melk- en fokveehouderij produceerde in 2024 265,2 miljoen kg stikstof, een daling ten opzichte van het voorgaande jaar. De fosfaatproductie in deze sector steeg naar 76,7 miljoen kg fosfaat. Hiermee bleef de mestproductie binnen het in 2023 voor de melkveehouderij geldende sectorale mestproductieplafond.

In de varkenshouderij bleef de mestproductie in 2024 met 80,1 miljoen kg stikstof en 32,3 miljoen kg fosfaat onder het voor 2024 geldende sectorale mestproductieplafond. En ook in de pluimveehouderij werden de in 2024 geldende sectorale mestproductieplafonds niet overschreden en bedroeg de stikstofproductie 48,7 miljoen kg en de fosfaatproductie 20,8 miljoen kg.

Voor 2025 en de jaren daarna zijn in lijn met de derogatiebeschikking 2022-2025 in de Meststoffenwet nieuwe, lagere nationale en sectorale mestproductieplafonds opgenomen. Als de mestproductiecijfers over 2024 afgezet worden tegen deze nieuwe plafonds, dan is de conclusie dat mestproductie van de Nederlandse veestapel nog te hoog is. Daarom zijn aanvullende maatregelen genomen om de mestproductie te verlagen, zoals het introduceren van afroming in de varkens- en pluimveehouderij en het verhogen van het afromingspercentage in de melkveehouderij. Ook de diverse beëindigingsregelingen die bedoeld zijn om de stikstofbelasting van Natura 2000-gebieden te verminderen door vermindering van de veestapel, zullen bijdragen aan de noodzakelijke verdere verlaging van de mestproductie tot onder het niveau van de nationale en sectorale mestproductieplafonds. Tabel 4 laat bovengenoemde trends zien.[18]

Tabel 4: Trends in mestproductie, bron: Rapportage Nederlands mestbeleid 2024

Mestproductie (miljoen kg)	**2002**	**2006**	**2015**	**2018**	**2022**	**2023**	**2024**
Melk- en fokvee	47.983	46.470	55.778	55.236	55.090	56.521	55.757
Schapen en geiten	1.552	1.737	1.708	1.815	1.910	1.928	1.756
Overige graasdieren	5.047	4.756	3.579	3.213	3.024	3.270	3.248
Varkens	12.272	11.787	10.458	10.022	8.919	8.513	9.603
Pluimvee	1.863	1.471	1.426	1.311	1.257	1.227	1.113
Vleeskalveren	2.725	2.975	3.154	3.368	3.325	3.182	2.931
Overige staldieren*	84	88	223	198	13	11	11
Totaal Nederland	71.527	69.284	76.326	75.163	73.538	74.651	74.419

Stikstofproductie (miljoen kg)	**2002**	**2006**	**2015**	**2018**	**2022**	**2023**	**2024**
Melk- en fokvee	281,8	254,1	282,8	289,9	269,2	273,8	265,2
Schapen en geiten	16,2	12,4	11,7	14,7	15,8	16,0	15,2
Overige graasdieren	33,3	29,5	20,6	20,4	19,0	20,2	19,9
Varkens	99,1	102,4	99,3	96,6	88,6	81,7	80,1
Pluimvee	60,3	57,7	62,0	56,8	53,9	52,6	48,7
Vleeskalveren	11,4	13,0	18,1	22,6	20,4	19,0	19,6
Overige staldieren	2,3	2,2	2,9	2,3	0,3	0,2	0,3
Totaal Nederland	504,4	471,2	497,5	503,4	467,1	463,5	448,9

Fosfaatproductie (miljoen kg)	**2002**	**2006**	**2015**	**2018**	**2022**	**2023**	**2024**
Melk- en fokvee	84,9	78,8	92,8	78,7	77,2	75,6	76,8
Schapen en geiten	4,7	4,3	4,3	4,5	4,7	5,0	5,1
Overige graasdieren	10,4	10,0	7,3	6,3	5,8	6,0	6,3

[18] Rapportage van het Nederlands mestbeleid

Varkens	39,7	42,8	40,1	37,6	34,4	32,8	32,3
Pluimvee	27,4	26,9	28,3	25,8	22,5	23,0	20,8
Vleeskalveren	4,4	5,2	5,8	7,9	5,6	5,0	5,5
Overige staldieren	1,4	1,2	1,4	1,1	0,1	0,1	0,1
Totaal Nederland	172,9	169,2	180,1	161,8	150,4	147,5	146,7

** Binnen 'Overige staldieren' worden vanaf 2021 pelsdieren niet meer meegenomen, voorheen nog wel.*

Mesttransport en gebruik van mest buiten de Nederlandse landbouw[19]
Door de aanscherping van de gebruiksnormen voor fosfaat sinds 2017 moeten steeds grotere hoeveelheden mest worden vervoerd van bedrijven met een stikstof- en/of een fosfaatoverschot naar landbouwbedrijven met voldoende gebruiksruimte om de mest te gebruiken.

De gebieden zand midden en zand zuid kennen de grootste netto afvoer, doordat in deze gebieden veel intensieve, niet-grondgebonden, varkens- en pluimveehouderijen zijn. De netto afvoer van deze twee gebieden vertoont een stijgende trend.[20]

Tegelijkertijd is er met de afbouw van de derogatie minder plaatsingsruimte in de Nederlandse landbouw. Dit heeft een toename van het mestoverschot tot gevolg waardoor er meer mest buiten de Nederlandse landbouw afgezet moet worden.

De totale afvoer van dierlijke mest naar bestemmingen buiten de Nederlandse landbouw, neemt de laatste jaren wat af, omdat er ook minder mest is om te exporteren. Meer dan de helft van de stikstof die afgezet wordt buiten de landbouw, wordt geëxporteerd naar het buitenland. Enkele voorbeelden van gebruik buiten de landbouw zijn gebruik door hobbyisten, toepassing op natuurterreinen en mestverwerking (Tabel 5 en 6). In 2023 ging van de geëxporteerde stikstof in mest 44 procent naar Duitsland, 33 procent naar Frankrijk en 19 procent naar België.

Tabel 5 Mestafzet stikstof naar bestemmingen buiten de Nederlandse landbouw (miljoen kg N per jaar).

	1994-1995	2016-2019	2020-2023*
Mestexport	25	46	42
Overige mestverwerking [1]	3	18	15
Niet-landbouw gebruik [2]	12	13	10
Totaal afvoer buiten landbouw	40	78	68

1. Betreft verwerkingsprocessen waarbij het eindproduct niet meer als meststof in de Nederlandse landbouw wordt toegepast (uitgezonderd export), zoals mestverbranding en om de stikstof die bij de aerobe kalvergierzuivering naar de lucht ontwijkt.
2. Gebruik door hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen.

*Verslagjaar 2023 heeft een voorlopige status. Eerdere jaren zijn definitief.
Bron: CBS maatwerk.

Tabel 6 Mestafzet fosfaat naar bestemmingen buiten de Nederlandse landbouw (miljoen kg P per jaar).

	1994-1995	2016-2019	2020-2023*
Mestexport	5	14	13
Overige mestverwerking [1]	1	3	3
Niet-landbouw gebruik [2]	3	2	2
Totaal afvoer buiten landbouw	8	19	17

1. Betreft verwerkingsprocessen waarbij het eindproduct niet meer als meststof in de Nederlandse landbouw wordt toegepast (uitgezonderd export), zoals mestverbranding.
2. Gebruik door hobbybedrijven, particulieren en natuurterreinen.

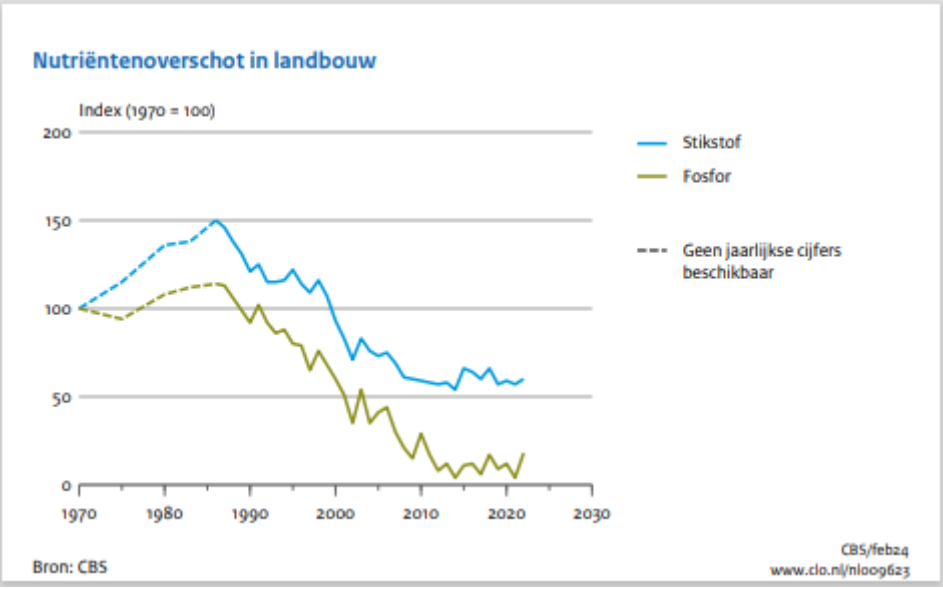
*Verslagjaar 2023 heeft een voorlopige status. Eerdere jaren zijn definitief.
Bron: CBS maatwerk.

[19] Nitraatrapportage 2024.
[20] Nitraatrapportage 2024, paragraaf 3.5.1.

3.3 Toestand van de bodem

Ontwikkeling bodemoverschot nutriënten [21]
Tussen 1970 en 2023 is het stikstofbodemoverschot in de landbouw landelijk met ongeveer 49 procent afgenomen. Dit overschot wordt op bedrijfsniveau berekend als het verschil tussen de aanvoer van stikstof – via onder andere krachtvoer, kunstmest en luchtdepositie – en de afvoer ervan via dierlijke en plantaardige producten, mestafzet en emissies naar de lucht. Het fosforbodemoverschot wordt op vergelijkbare wijze bepaald.

Het stikstofbodemoverschot is een belangrijke indicator voor nitraatuitspoeling: hoe lager het overschot, hoe minder stikstof er in de bodem achterblijft die als nitraat kan uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater. In de afgelopen tien jaar is de daling van het stikstofbodemoverschot minder sterk geweest. Er is sprake van een lichte, geleidelijke daling, die mede afhankelijk is van de weersomstandigheden. Bij droogte nemen planten minder stikstof op, waardoor er meer stikstof in de bodem achterblijft die kan uitspoelen. Natte periodes leiden tot een afname van het stikstofbodemoverschot. In 2023 is het stikstofbodemoverschot met 14 procent gedaald ten opzichte van 2022. Het fosforbodemoverschot is in de afgelopen jaren vrijwel geheel verdwenen. Afbeelding 2 illustreert dit.



Afbeelding 2 Nutriëntenoverschot in de landbouw

Organisch stofgehalte
PM

3.4 Ontwikkelingen waterkwaliteit

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen van de waterkwaliteit in Nederland. Middels de Nitraatrapportage 2024 wordt op basis van metingen uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (hierna: LMM), het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (hierna: LMG), het Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater en de KRW-meetnetten tot en met 2023 inzicht gegeven in de huidige waterkwaliteit. Deze waterkwaliteit weerspiegelt de effecten van eerder getroffen maatregelen uit het 5e en 6e actieprogramma (respectievelijk 2014-2017 en 2018-2021). De

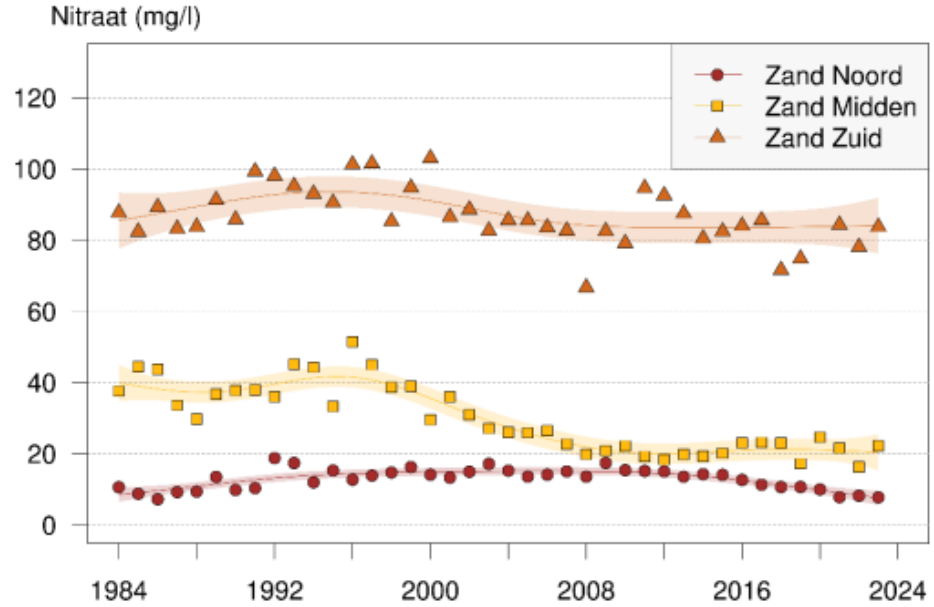
[21] CLO (2025). Nutriëntenoverschotten in de landbouw, 1970-2023 (indicator 0096, versie 24, 12 maart 2025), www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.

effecten van het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 zijn nog minimaal waarneembaar in de waterkwaliteit. Daarom wordt in deze paragraaf ook ingegaan op de te verwachten effecten van maatregelen uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025. Deze te verwachten effecten zijn in beeld gebracht door Wageningen Environmental Research via een modelleringsstudie. Dit is uitgewerkt in het rapport 'Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen'.

Effecten van reeds getroffen maatregelen

Nitraatconcentraties in grondwater, gemeten binnen het LMG
De Nitraatrichtlijn schrijft een norm van 50 milligram nitraat per liter grondwater voor. Dit is afgeleid om de kwaliteit van het drinkwater te beschermen. Daarbij is grondwater als volgt gedefinieerd: al het water dat zich onder het bodemoppervlak in de verzadigde zone bevindt en dat in direct contact met de bodem of de ondergrond staat. In Nederland wordt de grondwaterkwaliteit op verschillende diepten gemeten. Binnen het LMG wordt het grondwater dat dieper dan 5 meter onder het maaiveld is gemonitord. Hiervoor wordt onderscheid gemaakt tussen ondiep grondwater (op een diepte van 5-15 meter), middeldiep grondwater (15-30 meter) en diep grondwater (> 30 meter).

De gemiddelde nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater in landbouwgebieden is het hoogst in de zandregio. In de klei- en veenregio liggen de nitraatconcentraties lager dan 10 milligram nitraat per liter. Inzoomend op de zandgebieden binnen de zandregio (zie afbeelding 3), laten zand midden en zand noord nitraatconcentraties zien van respectievelijk 20 en 10 milligram per liter in 2015. In zand zuid zijn de concentraties duidelijk hoger, rond de 80 milligram nitraat per liter. Voor de lössregio kunnen over gemiddelden geen uitspraken gedaan worden omdat in het lössgebied (1,5% van het Nederlandse landbouwareaal) onvoldoende meetpunten zijn van het middeldiepe grondwater om een representatief beeld te geven.



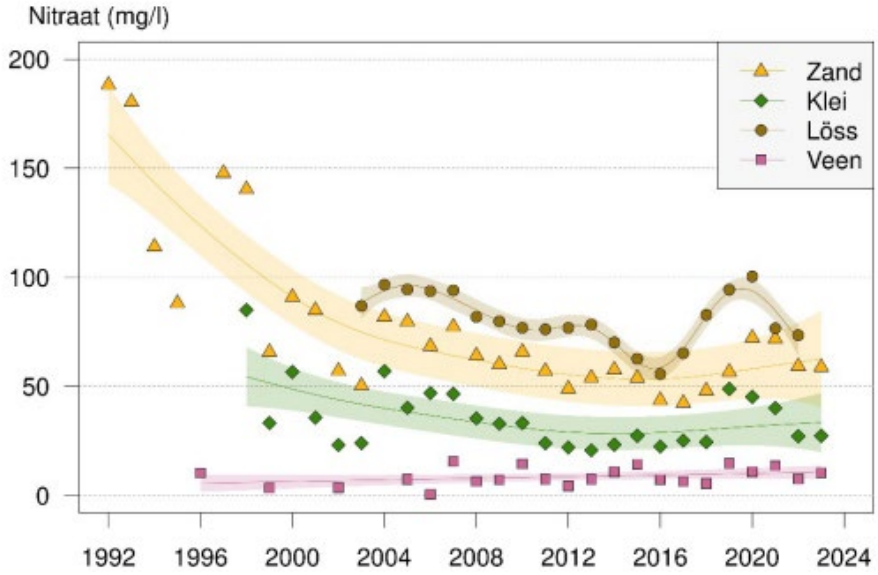
Afbeelding 3. Gemiddelde jaarlijkse nitraatconcentratie (mg/l) in het ondiepe grondwater in landbouwgebieden op een diepte van 5-15 meter onder het maaiveld per regio. De band geeft het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gefitte trendlijn weer.

De nitraatconcentraties in het 'middeldiepe grondwater' zijn het hoogste in de zandregio en het laagste in de veenregio. De gemiddelde nitraatconcentratie is het hoogst in zand midden waar ook de meeste overschrijdingen van de norm van 50 milligram per liter voorkomen (rond de 10 procent van alle meetpunten).De norm van 50 milligram per liter wordt op de meetpunten in het diepe grondwater niet overschreden. De hoogste nitraatconcentraties in het diepe grondwater komen in

de laatste periode (2020-2023) voor in de lössregio. Daarnaast toont het overgrote deel van de meetpunten in het diepe grondwater een stabiele trend.

Nitraatconcentraties in het grondwater uitspoelend uit de wortelzone (LMM)[22]
Het LMM is ontwikkeld om het effect van het Nederlandse mestbeleid op nutriëntenemissies uit landbouwbronnen naar het grond- en oppervlaktewater te meten en de effecten van veranderingen in de landbouwpraktijk te volgen. Hiertoe wordt binnen het LMM zowel het management op de landbouwbedrijven, als de waterkwaliteit gemonitord. In het LMM worden metingen gedaan in het water dat uitspoelt uit de wortelzone van landbouwpercelen en in het slootwater op landbouwbedrijven waarmee de vervuiling vanuit andere, diffuse bronnen zoveel als mogelijk wordt uitgesloten. In deze waterlaag zijn de gevolgen van recente landbouwactiviteiten (korter dan vijf jaar geleden) waarneembaar.

De Nitraatrapportage 2024 geeft het volgende beeld, zie afbeelding 4. Na een sterke daling in de concentraties vanaf de jaren negentig en een stagnatie van deze daling rond 2012, namen de concentraties vanaf 2017 weer toe, om vanaf 2020-2021 weer te dalen in alle grondsoortregio's. Ondanks deze daling is de periodegemiddelde nitraatconcentratie voor de jaren 2020-2023 in alle regio's hoger dan in de voorgaande periode 2016-2019.



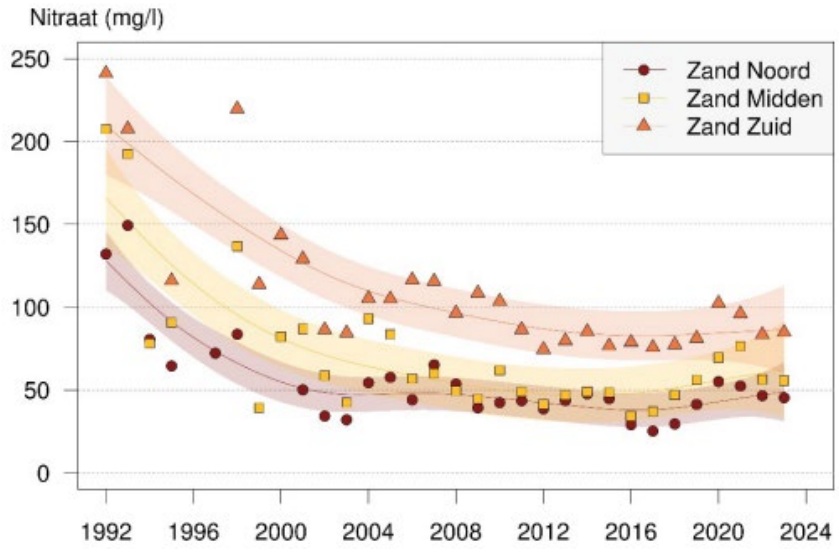
Afbeelding 4. Nitraatconcentraties (als NO3 in mg/l) in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven per regio in de periode 1992-2023. Jaargemiddelde van areaal-gewogen gemeten concentraties. De band geeft het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gefitte trendlijn weer.

De stijgingen in nitraatconcentraties zijn (deels) te verklaren door een opeenvolging van droge zomers in de jaren 2018 en 2019. Door deze droge periode rond 2018 en 2019 is een deel van het stikstofbodemoverschot in met name de zandregio niet uitgespoeld (minder gewasopname en denitrificatie). In afbeelding 4 is zichtbaar dat enkele jaren na de droge periode rond 2018 de nitraatconcentraties toenemen. Tegelijk met het ophogen van de grondwaterstanden komt ook beetje bij beetje het nitraat dat zich heeft opgehoopt en nog in het bodemprofiel aanwezig is terecht in het bovenste grondwater. In de periode 2020-2023 was dit terug te zien in de toegenomen periodegemiddelde nitraatconcentraties.

In de veen- en kleiregio liggen de nitraatconcentraties beneden de norm van 50 milligram per liter, ook in de droge periodes. Sinds 1992 zijn nitraatconcentraties in alle drie de zandgebieden gedaald. Vanaf 2012 stabiliseerde deze dalende trend in de nitraatconcentraties in alle drie de zandgebieden. Sinds 2017 is in zand noord en zand midden een stijging in de gemeten nitraatconcentraties te zien, zie afbeelding 5. Ook in zand zuid is vanaf 2018 een stijging in de

[22] Nitraatrapportage 2024.

gemeten nitraatconcentratie te zien. De stijging is het sterkst in zand midden. Hier stijgt de nitraatconcentratie van minder dan 50 milligram per liter in 2016 naar ongeveer 80 milligram per liter in 2021. Na 2021 is in alle drie de deelgebieden van de zandregio een daling in de gemeten nitraatconcentraties zichtbaar. De nitraatconcentraties zijn wel nog altijd hoger dan voor het begin van de droge zomers. Alleen in zand noord is de gemiddelde nitraatconcentratie in 2022 en 2023 gedaald tot onder de norm van 50 milligram per liter, naar het niveau van voor de droogte. De verschillen in nitraatconcentraties tussen de zandgebieden, zijn voor een groot deel te verklaren door de verschillen tussen deze gebieden voor wat betreft het stikstofbodemoverschot, het bodemgebruik, de bedrijfstypen, het neerslagoverschot en de verdeling van de grondwatertrappen en grondsoorten.[23] Op basis van natuurlijke eigenschappen verschillen de zandgebieden onder andere in het aandeel moerige gronden (49 procent in zand noord versus 15 procent en 6 procent in zand midden en zand zuid). Op nattere en meestal moerige gronden vindt meer microbiële afbraak/omzetting plaats. Verder is het aandeel droge gronden (op basis van grondwatertrap) het grootst in zand zuid en zand midden (16 procent en 14 procent).



Afbeelding 5. Nitraatconcentratie (in mg/l als NO3) in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven in de gebieden Zand Noord, Zand Midden en Zand Zuid in de periode 2020-2023. Areaal-gewogen jaargemiddelde van de gemeten concentratie. De band geeft het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gefitte trendlijn weer.

Derogatiebedrijven[24]

Sinds 2006 mogen bepaalde agrarische bedrijven in Nederland meer dierlijke mest op hun land gebruiken dan de norm van 170 kg stikstof p/ha die is voorgeschreven in de Nitraatrichtlijn. Deze bedrijven moeten aan bepaalde voorwaarden voldoen, zoals minimaal 80 procent grasland hebben. Deze verruiming wordt ook wel derogatie genoemd. Op derogatiebedrijven daalde de nitraatconcentratie in het uitspoelende grondwater tot en met 2017 in alle regio's.

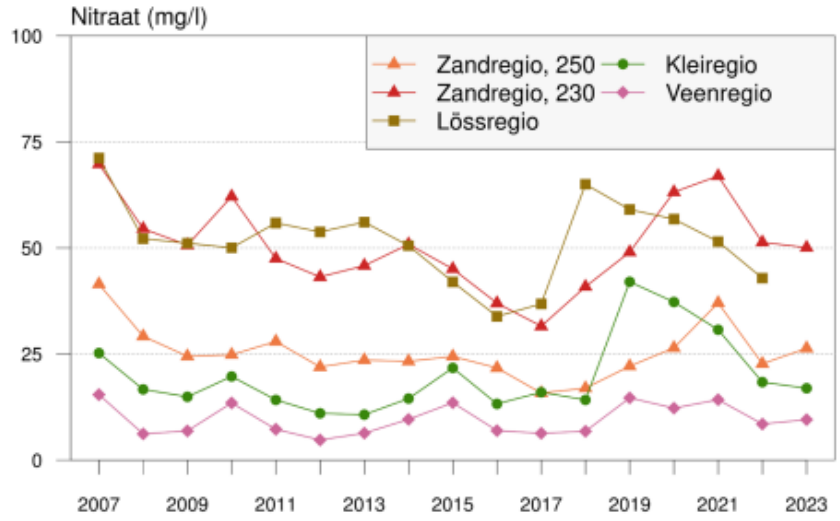
Vanaf 2018 zijn de nitraatconcentraties ook op derogatiebedrijven gestegen (zie afbeelding 6). Deze stijging wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de droogte in de jaren 2018, 2019 en 2020. In de kleiregio steeg de nitraatconcentratie in 2019, maar nam deze vervolgens weer af in de jaren 2020-2024 tot het niveau van voor de droogte. In de veenregio is de nitraatconcentratie gemiddeld niet boven de 15 milligram per liter uitgekomen. In de zandregio stegen de nitraatconcentraties vanaf 2018 en dalen deze sinds 2020 weer. Het jaar 2024 was hierbij een uitzonderlijk nat jaar waarbij de gemiddelde nitraatconcentratie op derogatiebedrijven in zand midden en zand zuid

[23] Schoumans et al., 2012.

[24] Buijs et. al, 2024, 'Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2022', RIVM-rapport 2024-0064.

daalde tot 23 milligram per liter. In zand noord ligt de gemiddelde nitraatconcentratie lager met een duidelijke piek in 2021. De nitraatconcentratie in de lössregio steeg vanaf 2017 en daalt weer, maar blijft hoog in vergelijking met de jaren 2014-2015.

Ten algemene kan geconcludeerd worden dat de gemiddelde nitraatconcentratie op derogatiebedrijven lager is dan de gemiddelde nitraatconcentratie op alle landbouwbedrijven uit het basismeetnet van het LMM (bedrijven met en zonder derogatie). In 2024 lag de gemiddelde nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater op derogatiebedrijven in alle regio's ruim onder de norm van 50 milligram per liter grondwater.



Afbeelding 6 Gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in water uitspoelend uit de wortelzone op bedrijven in het derogatiemeetnet in de vier regio's in de periode 2007-2023.

Waterkwaliteit grondwaterbeschermingsgebieden[25]
Uit een modelstudie[26] blijkt wat het effect is van mogelijke maatregelen op de nitraatconcentraties op landbouwpercelen in grondwaterbeschermingsgebieden. Hieruit blijkt dat op langere termijn (vanaf 2033) in grofweg de helft van de 34 grondwaterbeschermingsgebieden waar een risico op verontreiniging met nitraat is, wordt voldaan aan het doel van een nitraatconcentratie van 50 mg/l. Dit geldt als wordt gekeken naar het deel van het grondwaterbeschermingsgebied dat uit landbouw bestaat. Als wordt gekeken naar het hele grondwaterbeschermingsgebied, inclusief ander landgebruik zoals natuur en bebouwd gebied, wordt in meer grondwaterbeschermingsgebieden dit doel behaald.

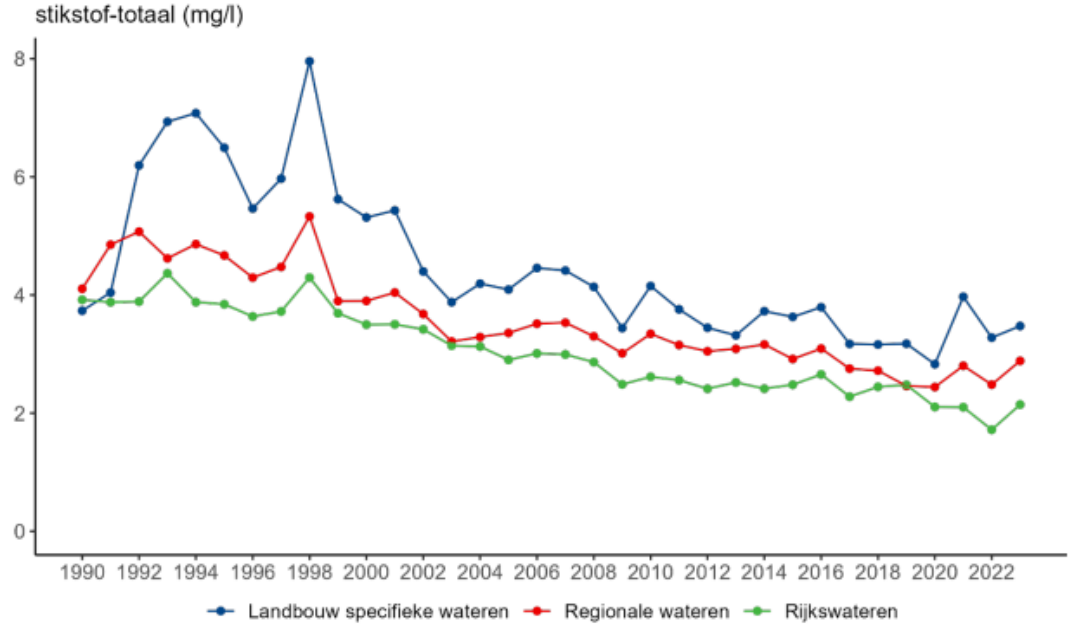
Kwaliteit oppervlaktewater
Een belangrijk doel van de Nitraatrichtlijn is het terugdringen, dan wel voorkomen, van eutrofiëring in het oppervlaktewater. De hoeveelheid stikstof en fosfor in het water bepaalt in belangrijke mate de voedselrijkdom van het water. Daarom fungeren deze nutriënten als belangrijke ondersteunende parameters bij de beoordeling van de ecologische toestand van een waterlichaam onder de KRW. Bij deze beoordeling wordt nadrukkelijk ook rekening gehouden met belasting vanuit niet-landbouwkundige bronnen.

In de Nitraatrapportage 2024 komt naar voren dat 44% van alle zoete KRW-wateren eutroof zijn en 11% potentieel eutroof. Bij wateren met het oordeel eutroof kan de nutriëntenconcentratie dus wel of deels niet voldoen aan de doelstellingen. Van alle zoete wateren die als eutroof zijn beoordeeld, wordt in 33% voor zowel stikstof-totaal als fosfor-totaal niet voldaan aan de KRW-doelen. In 38% van de eutrofe wateren voldoet één van beide nutriënten niet. In het overige deel (29%) van de

[25] Nitraatrapportage 2024.
[26] Groenendijk et al., 2024 'Effecten van maatregelen nitraat op het agrarische deel van grondwaterbeschermingsgebieden'.

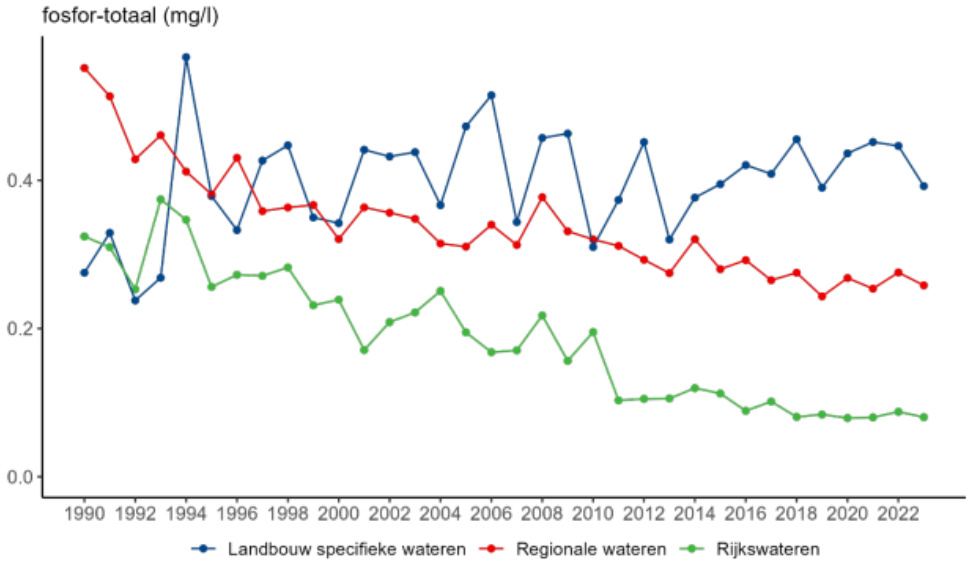
eutrofe wateren wordt wel voldaan aan de KRW-doelen voor beide nutriënten. Dit betekent dat in die wateren mogelijk andere omstandigheden dan de nutriëntenconcentraties de oorzaak zijn van de slechte biologische kwaliteit.

Stikstof (N-totaal in oppervlaktewater)
Sinds de jaren '90 is een duidelijke verlaging van de wintergemiddelde nitraatconcentraties opgetreden. In de laatste periode (2020-2023) is de wintergemiddelde nitraatconcentratie op landbouwspecifieke locaties echter gestegen. Dit in tegenstelling tot de zomergemiddelde stikstoftotaalconcentraties die in de meest recente periode een lichte verbetering tonen, zie afbeelding 7. De variatie in stikstofconcentraties wordt mede beïnvloed door weersomstandigheden; natte zomers, zoals in 2021, leiden tot verhoogde uit- en afspoeling van stikstof tijdens het bemestingsseizoen. In drogere jaren, zoals 2020 en 2022, vindt deze uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater minder plaats.



Afbeelding 7 Stikstof-totaal concentratie (zomergemiddelde als N in mg/l) in zoete wateren in de periode 1990-2023.

Fosfaat
De fosfaatconcentraties in oppervlaktewateren zijn over het algemeen stabiel, met op diverse locaties een lichte verbetering ten opzichte van de periode 2016–2019, zie afbeelding 8. In landbouwspecifieke waterlichamen is bij circa 20% sprake van een achteruitgang in P-totaalconcentratie, terwijl op een gelijk of hoger aantal locaties een verbetering is gemeten. Dit betekent dat over het algemeen een lichte verbetering is opgetreden voor fosfor-totaal in landbouwspecifieke wateren.



Afbeelding 8 Fosfor-totaal concentratie (zomergemiddelde) in zoete wateren in de periode 1990-2023 (KRW nationaal, KRW regionaal, landbouwspecifieke wateren).

Zee- en kustwater

Bij de bepaling van de eutrofiëring van de kust- en overgangswateren is volgens de KRW-systematiek gekeken naar de toestand van het biologische kwaliteitselement 'fytoplankton' (samenstelling van bloei en concentraties chlorofyl-a) en nutriënten. De systematiek voor bepaling van de eutrofiëringskarakteristiek voor de overgangs- en kustwateren leidt, op basis van de oordelen voor de verschillende maatlatten zoals vastgesteld volgens de KRW-systematiek, tot de volgende classificatie in tabel 7.

Tabel 7: Eutrofiëringskarakteristiek voor overgangs- en kustwateren in de verschillende perioden (%); tussen haakjes staat het aantal waterlichamen dat het betreft gegeven. NB: het percentage is het percentage van de waterlichamen, niet het percentage van het totaal beoordeelde oppervlak.

	2011-2013	**2012-2014**	**2016-2018**	**2020-2022**
Niet-eutroof	6 (1)	0 (0)	7 (1)	20 (3)
Potentieel eutroof	81 (13)	71 (10)	50 (7)	60 (9)
Eutroof	13 (2)	29 (4)	43 (6)	20 (3)
Aantal	16	14	14	

Eutrofiëringseffecten zijn vooral te vinden in de KRW-kustwateren. Van de Nederlandse kustwateren is van het totale areaal kustwateren 6,5 procent eutroof; in de Noordelijke Deltakust is het oordeel voor chlorofyl-a 'niet goed'. Het is ook een specifieke maatlat in de KRW-systematiek voor beoordeling van de biologische waterkwaliteit.[27]

Verwachte effect maatregelen 7e actieprogramma en derogatiebeschikking 2022-2025

In de derogatiebeschikking 2022-2025 is een afbouwpad opgenomen voor de derogatie. De gebruiksnorm dierlijke mest is vanaf 2023 stapsgewijs verlaagd van 230/250 kg stikstof per hectare naar 170 kg stikstof per hectare in 2026. Dit afbouwpad heeft een groot effect op de plaatsingsruimte van dierlijke mest en kunstmest.

De Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft in het kader van de evaluatie van de Meststoffenwet 2024 onderzoek uitgevoerd.[28] De CDM schat in dat als gevolg van de afbouw van derogatie landelijk een gemiddelde afname van de stikstoftoediening met dierlijke mest plaatsvindt

[27] Nitraatrapportage 2024.

[28] CDM, Analyse van de mestmarkt in Nederland over de periode 2018-2022, 27-9-2024. Kenmerk: 2427911/WOT-NM/JvSE.

van 18% ten opzichte van 2022, met name in de provincies Noord-Brabant, Gelderland, Overijssel en Friesland. De niet te plaatsen dierlijke mest neemt na volledige afbouw van derogatie in 2026 landelijk met 51 mln. kg stikstof toe ten opzichte van 2021. In algemene zin worden de grootste effecten berekend voor NV-gebieden waarin per 2025 een korting van 20% op de totale stikstofgebruiksnorm geldt.

Verder heeft Wageningen Environmental Research aan de hand van modellen berekend wat de verwachte effecten zijn van maatregelen uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 op de uit- en afspoeling van nutriënten afkomstig van de landbouw naar het grond- en oppervlaktewater. De onderzochte maatregelen zijn die maatregelen die op het moment van het onderzoek (najaar 2024) ofwel geïnstrumenteerd beleid waren, ofwel concreet genoeg waren omschreven in het 7e actieprogramma zodat een doorrekening op het effect op de waterkwaliteit van de maatregel kon plaatsvinden. Het gaat onder andere om de volgende maatregelen: de 1:4 rotatie met rustgewassen, de stimulering van de inzaai van een vanggewas voor 1 oktober, het aanhouden van bufferstroken, de 20% korting op de totale stikstofgebruiksnorm in NV-gebieden, de verlaging van de mestproductieplafonds in 2025 en het afbouwpad van de derogatie.

Hieronder worden de uitkomsten beschreven van deze doorrekening voor het effect op de grond- en op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Grondwater
In de klei- en veenregio wordt de norm van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater momenteel al gehaald. Uit de doorrekening volgt dat de klei- en veenregio zullen blijven voldoen aan deze norm, ook met uitvoering en instandhouding van de maatregelen uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025. Momenteel voldoen ook de nitraatconcentraties in zand-noord aan de norm. Daarnaast is de verwachting dat de gemiddelde nitraatconcentraties met de maatregelen uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 tot effect zullen hebben dat de nitraatconcentraties in het uitspoelend grondwater in zand midden ook zullen gaan voldoen aan de norm van 50 mg/l.

Uit het onderzoek komt naar voren dat in de zuidelijk zandregio en de lössregio, ondanks de maatregelen in het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025, het doel van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater nog niet wordt behaald. Hier ligt dus nog een opgave richting doelbereik op grondwaterkwaliteit. Gemiddeld gezien is de verwachting dat de regio's zand noord en zand midden in 2027 en 2033 aan de norm van 50 mg/l nitraat voldoen. Binnen de zandregio is het de verwachting dat kleinere gebieden hogere nitraatconcentraties kennen. Deze uitschieters drukken op de verwachte waterkwaliteitsverbetering en zorgen ervoor dat de gemiddelde nitraatconcentraties in het uitspoelend grondwater in deze gebieden omhoog gaan. In de veen- en kleiregio ligt de gemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater sinds 2006 onder de norm van 50 mg/l. Uit de doorrekening volgt dat deze regio's zullen blijven voldoen aan de norm bij uitvoering en instandhouding van de maatregelen van het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025.

Oppervlaktewater
Voor oppervlaktewater leiden de maatregelen uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 tot een verwachte vermindering van uitspoeling van fosfaat met 1,6% – 6,9% en stikstof met 6% - 16%. Dit heeft tot gevolg dat in 2027 60,9% van de oppervlaktewaterlichamen voor stikstof het oordeel 'goed' krijgt en 57,1% het oordeel 'goed' krijgt voor fosfaat vanuit de KRW. Er wordt daarbij aangegeven dat het effect van de maatregelen in het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 het grootst is in de gebieden waar een relatief hoge uitspoeling is ten opzichte van de gebieden met een relatief lage uitspoeling. Dit betreft de NV-gebieden waar een korting op de stikstofgebruiksnorm geldt. In het oppervlaktewater zijn de nitraatconcentraties over het algemeen verbeterd sinds de droogtepiek in 2018, behalve in de kleiregio, waar sinds 2015 een lichte stijging zichtbaar is. Ook de fosforconcentraties stijgen hier sinds 2010. In de zand- en veenregio dalen deze juist.

Hoofdstuk 4 Ingroeipad doelsturing

PM beleidsontwikkeling en -uitwerking is nog gaande

Tijdens de uitvoering van met name het 7e actieprogramma Nitraatrichtlijn zijn door sectorpartijen en de Tweede Kamer zorgen geuit over het ingezette beleid rondom kalenderlandbouw en is de wens geuit om te komen tot een systeem van bedrijfsgerichte doelsturing. Uit het belevingsonderzoek dat in het kader van de evaluatie van de Meststoffenwet in 2024 is uitgevoerd blijkt dat agrariërs het mestbeleid als ingewikkeld ervaren en ook niet altijd als nuttig zien. Daarnaast is er ten algemene vanuit sector- en ketenpartijen een brede wens om agrariërs meer doelgericht af te rekenen op bijvoorbeeld emissies van broeikasgassen en ammoniak naar de lucht en nitraat naar het grondwater. Daarbij krijgt de agrariër de ruimte om, waar dat mogelijk is, zelf te bepalen wat op zijn/haar bedrijf de juiste maatregel op het juiste moment en op de juiste plek is. Het betreft een omslag van middelsturing naar doelsturing en vraagt om een systeemwijziging. Om een dergelijke omslag wordt gevraagd om zo agrariërs op hun bedrijf minder te belasten met generieke middelvoorschriften en meer vrijheid te geven om naar eigen inzicht maatregelen te nemen ten bate van de (grond)waterkwaliteit voor wat betreft nutriënten afkomstig uit de landbouw.

In de periode ter voorbereiding van de vaststelling van dit 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn wordt in samenwerking met sectorpartijen (BO akkerbouw, NAJK, LTO en ZuivelNL als afvaardiging van het land- en tuinbouwconsortium) gewerkt aan de inrichting van een systeem van doelsturing voor nitraat in het bovenste grondwater in het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn. Dit betreft het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit in het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn waaraan agrariërs op vrijwillige basis kunnen deelnemen. Het ingroeipad voor doelsturing op grondwaterkwaliteit zal naast de huidige generieke maatregelen in het mestbeleid staan en naast de in dit onderhavige actieprogramma aangekondigde maatregelen. De intentie is om te komen tot een landsdekkend gedragen doelsturingssysteem voor grondwaterkwaliteit dat in het 9e actieprogramma een volwaardig alternatief kan zijn voor de middelvoorschriften uit het mestbeleid zodat boeren zelf de passende maatregelen kunnen kiezen om te kunnen voldoen aan de gestelde waterkwaliteitsdoelen en passend binnen de Europese kaders.

Omschrijving en doel
Het doelsturingssysteem op grondwaterkwaliteit betreft een privaat geborgd systeem (uitgewerkt en in beheer van sector en keten) met publieke voorwaarden (verzorgd vanuit de Rijksoverheid/Ministerie van LVVN). Het ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterwaterkwaliteit is gebaseerd op twee indicatoren voor de waterkwaliteit: het meten van het N-mineraal en het berekenen van het N-bodemoverschot. Op basis van de uitkomsten van de metingen en berekeningen van de beide indicatoren krijgen agrariërs inzicht in het risico van nitraatuitspoeling vanuit hun percelen naar het bovenste grondwater op hun bedrijf en kunnen zij hierop sturen. Dit moet leiden tot een verdere bewustwording van de impact van het eigen handelen op de kwaliteit van het bovenste grondwater.
Naast kennisverspreiding over mogelijk effectieve maatregelen, is het de verwachting dat agrariërs met deze informatie maatregelen zullen nemen om de grondwaterkwaliteit op hun bedrijf te verbeteren. Dit moet bijdragen aan de realisatie van een betere grondwaterkwaliteit. Daarnaast is het de verwachting dat op basis van deze ingewonnen, bedrijfsspecifieke gegevens, inzichtelijk wordt in welke gebieden het risico op nitraatuitspoeling nog relatief hoog is, wat van belang is voor de invulling en de uitvoering van (gebieds-)gericht beleid ter verbetering van de waterkwaliteit voor wat betreft nutriënten uit de landbouw. Bij goede resultaten van de indicatoren voor de grondwaterkwaliteit kunnen agrariërs tijdens het ingroeipad in aanmerking komen voor een uitzondering op enkele generieke maatregelen. Bij tegenvallende resultaten op basis van het publiek vastgestelde beoordelingsprotocol valt een agrariër terug in het spoor met generieke maatregelen.

Systematiek ingroeipad doelsturing

Agrariërs kunnen op vrijwillige basis deelnemen aan het doelsturingssysteem, waarbij een agrariër zich committeert aan doelsturing op grondwaterkwaliteit voor de looptijd van het ingroeipad (gedurende de looptijd van het 8e actieprogramma) indien hij/zij kiest voor doelsturing op grondwaterkwaliteit. Het doelsturingssysteem voor grondwaterkwaliteit staat naast het spoor van de generieke maatregelen in het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn.

Bij deelname aan bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit wordt gestart met zowel het meten van het N-mineraal als het verzamelen van data over het N-bodemoverschot op een bedrijf. Deze N-mineraalgegevens worden verzameld en geborgd in een privaat datasysteem dat zal worden opgezet door de sector en wordt ge-audit door de bevoegde autoriteiten. Voor het N-bodemoverschot moet nog nader worden bepaald op welke wijze deze gegevens worden verzameld.
De agrariër machtigt de sectorpartijen om data geabstraheerd te delen onder vastgelegde voorwaarden. Met de overheid worden alleen geabstraheerde gegevens ('vinkjes' bij een positief beoordelingsresultaat) gedeeld ten behoeve van het kunnen verlenen van uitzonderingen op maatregelen uit het generieke spoor van het 8e actieprogramma bij een goed resultaat en ten behoeve van monitoring en rapportage van de algehele voortgang van het ingroeipad. De sector zorgt ervoor dat de betrouwbaarheid van de data voldoende is geborgd (door private audits, steekproefsgewijze controle op onderliggende data). De overheid houdt toezicht op het private systeem en kan steekproefsgewijs data opvragen ter toetsing van het private systeem. Daarnaast moeten deelnemende agrariërs op aanvraag gegevens over de indicatoren kunnen overleggen voor bedrijfsspecifieke toezicht- en handhavingsdoeleinden.

- Bij de start van het ingroeipad zullen alle deelnemende agrariërs N-mineraal op hun percelen bouwland/grasland laten meten. De metingen (aantal en welke percelen) kunnen op bouwland en op grasland op verschillende wijze worden ingevuld.
- Bij de start van het ingroeipad worden de resultaten van N-mineraal metingen bepalend voor het in aanmerking komen voor een eventuele uitzondering op generieke middelvoorschriften.
- Voor bouwland/tijdelijk grasland betekent dit dat op ieder perceel N-mineraal wordt vastgesteld, welke de basis vormt voor de beoordeling ten behoeve van het verlenen van een uitzondering.
- Voor blijvend grasland (≥5 jaar) zal worden gekeken naar een pragmatische invulling van het meetprotocol voor N-mineraal en wordt de beoordeling voor uitzonderingen gedaan op grond van de resultaten van deze N-mineraalmetingen.
- Binnen het ingroeipad zal de indicator N-bodemoverschot verder worden ontwikkeld. Ten bate van de doorontwikkeling van het N-bodemoverschot als indicator voor doelsturing op grondwaterkwaliteit zullen vanaf de start van het ingroeipad op brede schaal gegevens worden verzameld bij deelnemende bedrijven aan het doelsturingsspoor. Van melkveehouderijbedrijven zijn reeds gegevens beschikbaar in de Kringloopwijzer, maar de gewenste inhoud hiervan en de rol van de Kringloopwijzer in het ingroeipad moeten nog nader worden bekeken.

Om agrariërs te enthousiasmeren voor het doelsturingsspoor voor grondwater en ook tegemoet te komen aan de insteek dat agrariërs zelf kunnen bepalen op welke wijze zij de doelen voor grondwater kunnen halen, kunnen deelnemers aan het programma bedrijfsgerichte doelsturing op grondwaterkwaliteit binnen de termijn van het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn bij goede resultaten al uitzonderingen krijgen van generieke maatregelen uit het 8e actieprogramma. Voor de uitzonderingen geldt dat het driejarig gemiddelde op de indicator(en) in het nader in te richten beoordelingsprotocol een positief beoordelingsresultaat dient te hebben, tenzij voor een bepaalde uitzondering anders is bepaald (vanggewasmaatregel).

De uitzonderingen die agrariërs kunnen verkrijgen bij goede resultaten zijn:

- een grotere totale stikstofgebruiksruimte dan die, op basis van de actualisatie van de stikstofgebruiksnormen voor grondwater in het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn, generiek gaat gelden.

- een uitzondering van het uiterlijk op 1 oktober inzaaien van een vanggewas, waarbij na één jaar meten van N-mineraal de deadlines voor het inzaaien van een vanggewas na maïs losgelaten kunnen worden (de algemene verplichting tot het inzaaien van een vanggewas zal blijven bestaan).
- eenzelfde uitzondering van de uiterlijke inzaaidata en bijbehorende kortingen op de stikstofgebruiksnorm voor het inzaaien van een vanggewas bij overige teelten op zand- en lössgronden.
- een uitzondering van de rotatieverplichting van 1:4 rustgewassen op zandgronden en een uitzondering op de in dit actieprogramma aangekondigde rotatieverplichting van 1:3 rustgewassen in zand-zuid en löss.

In de uitwerking van deze uitzonderingen wordt de samenloop met de generieke maatregelen (waaronder de gebruiksnormen en vanggewasmaatregelen) in hoofdstuk 5 nader beschouwd. Het is van belang dat een eenduidig en juridisch houdbaar stelsel wordt opgebouwd.
Resultaten van de N-mineraalmetingen kunnen alleen gebruikt worden voor het verlenen van een uitzondering mits deze zijn uitgevoerd conform het door LVVN vastgestelde meetprotocol en verzameld zijn in een auditeerbaar datasysteem. Deze vormen gezamenlijk een geborgde omgeving. Afhankelijk van de voortgang van de ontwikkeling van de systematiek, kan worden beoordeeld of de resultaten van de N-mineraalmetingen van 2025 voldoen voor gebruik ten behoeve van het ingroeipad doelsturing op grondwaterkwaliteit.

Daarnaast wordt gestimuleerd dat op grote schaal gegevens worden verzameld over het N-bodemoverschot zodat de rol van deze indicator voor het beoordelingsprotocol op termijn kan worden bepaald. Door het opbouwen van de kennis over de meerwaarde van het N-bodemoverschot kan gedurende het ingroeipad worden bekeken op welke wijze deze indicator op termijn als aanvulling op de N-mineraalmetingen onderdeel wordt van de definitieve systematiek voor doelsturing op grondwaterkwaliteit. Dit betekent dat de beoordelingssystematiek gedurende het ingroeipad verder ontwikkeld zal worden op basis van de uitkomsten van nader onderzoek en de ingewonnen resultaten over deze indicatoren.

De inzet is dat het ingroeipad doelsturing op grondwaterkwaliteit zal leiden tot een afrekenbaar doelsturingssysteem in het 9e actieprogramma Nitraatrichtlijn (2030-2033). Het doel daarvan is om, binnen de Europese kaders, zo veel mogelijk generieke maatregelen uit het mestbeleid te kunnen vervangen en agrariërs de gelegenheid te geven zelf maatregelen te kiezen op basis van de prestaties van hun bedrijf voor de grondwaterkwaliteit. De inzet is om vanaf 1 januari 2026 deelname aan het ingroeipad van bedrijfsspecifieke doelsturing voor nitraat in het bovenste grondwater aan te bieden. Indien een agrariër kiest voor het doelsturingsspoor is hij/zij gebonden aan de afspraken die volgen uit dit spoor gedurende de looptijd van het ingroeipad.

Het praktijkonderzoek in het kader van de Maatwerkaanpak loopt tot en met 2026. In dit onderzoek wordt op vijftig bedrijven (zowel melkveehouderij- als akkerbouwbedrijven en andere bedrijven met bouwland) de werking van een maatwerkaanpak aan de hand van de indicatoren N-mineraal en N-bodemoverschot getest en getoetst op uitvoerbaarheid en handhaafbaarheid. Eind 2026 wordt de Maatwerkaanpak afgerond en beëindigd en worden de uitkomsten hiervan benut voor de evaluaties van het ingroeipad doelsturing op grondwaterkwaliteit vanaf 2027.

Verwacht milieueffect
De beide indicatoren die worden ontwikkeld, N-mineraal en N-bodemoverschot, geven inzicht in het risico op nitraatuitspoeling in het bovenste grondwater. Maatregelen voor het bovenste grondwater hebben naar alle waarschijnlijkheid ook een positief effect voor het oppervlaktewater (minder uitspoeling vanuit percelen). Daarnaast wordt verwacht dat maatregelen met een positief effect op de nitraatconcentratie, ook een positief effect zullen hebben op de fosfaatconcentraties.

Door middel van inzicht en het bieden van handelingsperspectief wordt verwacht dat deze aanpak een positief effect heeft op de waterkwaliteit. Op dit moment is het effect niet te kwantificeren. De overheid zal in de komende jaren onderzoek opzetten, waarbij meer inzicht wordt verkregen in de

relatie tussen de indicatoren en de gemeten waterkwaliteit. De meetresultaten die vanuit het programma bedrijfsgerichte doelsturing worden verkregen zijn hierbij een belangrijke databron.

Tenslotte zal in de komende periode ook nagegaan moeten worden, welk effect doelsturing op grondwaterkwaliteit voor wat betreft nutriënten afkomstig uit de landbouw heeft op andere milieueffecten (water, bodem, luchtemissies).

Hoofdstuk 5 Maatregelen in het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn

PM beleidsontwikkeling en -uitwerking is nog gaande

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de maatregelen beschreven die Nederland gedurende de looptijd van het 8e actieprogramma neemt. Het 8e actieprogramma ziet op het behalen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater in alle grondsoortregio's in Nederland en eutrofiëring van het oppervlaktewater door nutriënten vanuit de landbouw te voorkomen en te verminderen. Hiermee wordt tevens vanuit de landbouw bijgedragen aan het behalen van de KRW-doelen voor nutriënten.

Dit hoofdstuk bevat maatregelen die reeds op basis van de het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 zijn getroffen en maatregelen die Nederland neemt in aanvulling daarop gedurende de looptijd van het 8e actieprogramma.

Met het 7e actieprogramma zijn duurzame bouwplannen geïntroduceerd als uitwerking van een transitie naar een duurzamere manier van telen met minder emissies van nutriënten naar het grond- en oppervlaktewater. Dit zijn bouwplannen waarin rustgewassen, vanggewassen en grasland [**PM**] een belangrijke plek innemen. Duurzame bouwplannen dragen bij aan verbetering van de waterkwaliteit door verbetering van de bodemkwaliteit. Daarom zijn duurzame bouwplannen ook in het 8e actieprogramma een belangrijk onderdeel en worden de maatregelen hiertoe, waar nodig, aangescherpt. Tevens leveren zij een bijdrage aan klimaatbestendigheid, klimaatmaatregelen en biodiversiteit [**PM**].

In het vervolg van dit hoofdstuk worden de maatregelen uiteengezet die Nederland gedurende de looptijd van het 8e actieprogramma neemt. Allereerst worden de aanscherpingen in de duurzame bouwplannen ten opzichte van het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 beschreven (paragraaf 5.2). Vervolgens worden de maatregelen gepresenteerd die betrekking hebben op de aanpassingen in het stelsel van de gebruiksnormen (paragraaf 5.3). Paragraaf 5.4 behandelt de andere maatregelen die gedurende de looptijd van het 8e actieprogramma worden getroffen ter vermindering van uit- en afspoeling van nitraat en fosfor naar grond- en oppervlaktewater. Tot slot worden overige verplichtende- en stimulerende maatregelen respectievelijk in paragraaf 5.5 en 5.6 gepresenteerd. In het 8e actieprogramma worden de maatregelen toegespitst op de volgende categorieën:

A. Duurzame bouwplannen; gericht op een verdere verbetering van de waterkwaliteit als ondersteuning van een transitie naar een duurzamere manier van telen met minder emissie naar grond- en oppervlaktewater. De aanscherpingen in de duurzame bouwplanmaatregelen worden beschreven in paragraaf 5.2.
B. Gebruiksnormen; met als doel om uit- en afspoeling van nitraat naar het grondwater en het oppervlaktewater te verminderen. Dit betreft de maatregelen zoals [**PM]** beschreven in de paragraaf 5.3.
C. Aanvullende maatregelen voor het verminderen van nitraat en fosfor naar grond- en oppervlaktewater in die gebieden waar een opgave ligt. Deze maatregelen worden beschreven in de paragraaf 5.4.
D. Overige verplichtende maatregelen, zoals [**PM**] (paragraaf 5.5).
E. Overige stimulerende maatregelen zoals [**PM**] (paragraaf 5.6).

5.2 Aanscherpingen duurzame bouwplannen

Meerdere factoren beïnvloeden de samenstelling van bouwplannen door landbouwers. Zo zijn gewasopbrengsten, noodzaak tot vruchtwisseling ter voorkoming van ziekten, plagen, en onkruid, contractuele en wettelijke verplichtingen, beschikbaarheid van arbeid en machines en grondsoort bepalende factoren. Met het 7e actieprogramma zijn duurzame bouwplannen geïntroduceerd als methode om (ook) via het bouwplan van een agrariër te sturen op verbetering van de waterkwaliteit en de bodemkwaliteit. De drie onderdelen van de duurzame bouwplannen: rotatie

met rustgewassen (op alle percelen op zand- en lössgrond), stimuleren van de teelt van vanggewassen (op alle percelen op zand- en lössgrond) en het behoud van grasland via de derogatiebeschikking 2022-2025 met de voorwaarde voor 80% grasland voor een mogelijke derogatievergunning [**PM**] zijn gedurende de looptijd van het 7e actieprogramma verankerd in regelgeving. Ook zijn in het GLB bovenop de regelgeving vanuit het 7e actieprogramma onder de conditionaliteiten verschillende mogelijkheden opgenomen waarbij agrariërs subsidie kunnen krijgen voor bepaalde bouwplanmaatregelen (bijvoorbeeld in GLMC7 een maatregel voor rotatie van gewassen, in GLMC6 een vanggewasmaatregel met minimale bodembedekking en in GLMC 5 zijn maatregelen opgenomen om bodemerosie tegen te gaan). Daarnaast zijn er meerdere eco-activiteiten voor meerjarige teelten, rustgewassen, groenbedekking en voor onderzaai van vanggewassen.

In algemene zin zijn duurzame bouwplannen het meest effectief voor de gewenste verbetering van de grondwaterkwaliteit, en in mindere mate voor de verbetering van het oppervlaktewater, al draagt het indirect wel bij aan de kwaliteit van oppervlaktewater. Vang- en rustgewassen zijn niet uitspoelingsgevoelig en zorgen in algemene zin voor diepe en intensieve beworteling, waardoor de bodem minder gevoelig wordt voor uitspoeling en de nutriënten beter worden vastgehouden (minder uitspoeling). De CDM geeft aan dat duurzame bouwplannen voor verbetering van de waterkwaliteit vooral effectief zijn in de zand- en lössgebieden, omdat de nitraatconcentraties in het grondwater in de klei- en veengebieden beter is.[29]

Naast verbetering van de waterkwaliteit hebben duurzame bouwplannen een positief effect op de bodemvruchtbaarheid, het waterbufferend vermogen van de bodem, biodiversiteit en koolstofvastlegging in de bodem. Met name dieper wortelende gewassen die als rust- of vanggewas geteeld worden houden meer water vast, zorgen voor grotere ondergrondse biodiversiteit en organische stof van intensief wortelende gewassen die niet benut wordt als voeding voor de gewasgroei en het bodemleven, en kan als zogenaamd stabiel deel (koolstof) meerjarig worden vastgelegd in de bodem en draagt zo bij aan klimaatmitigatie. Tot slot leidt, in aanvulling op de al bestaande landbouwpraktijk van vruchtwisseling, de 1:4 rotatie met rustgewassen en de teelt van vanggewassen tot het (verder) voorkomen en beheersen van ziekten, plagen en onkruid, gezonde gewassen en daarmee een verbeterde bodemvruchtbaarheid. Duurzame bouwplannen vormen daarom een goede basis voor verdere verbetering van de waterkwaliteit en het voldoen aan de waterkwaliteitsopgave. Ook dragen duurzame bouwplannen bij aan een goede bodem en weerbare teeltsystemen en hebben daarmee tevens een positief effect op andere milieuopgaven zoals verbetering van de biodiversiteit, klimaatbestendigheid en vermindering van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.[30]

Gezien de in hoofdstuk 3 beschreven waterkwaliteitsopgave voor doelbehoud en doelbereik ten aanzien van de 50 mg/l nitraat in het grondwater, wordt het beleid rondom de duurzame bouwplannen voortgezet in het 8e actieprogramma. Daarnaast is er voor de regio zand zuid en löss een versteviging van de inzet van duurzame bouwplannen nodig en daar zal de rotatie met rustgewassenmaatregelen worden aangescherpt. In onderstaande subparagrafen wordt de voortzetting van duurzame bouwplanmaatregelen uit het 7e actieprogramma verder toegelicht. Gedurende de periode dat dit 8e actieprogramma geldt, worden, indien van toepassing, de benodigde aanvullingen en verduidelijkingen in de maatregelen die onderdeel zijn van de duurzame bouwplannen uiteengezet.

5.2.1 Stimuleren teelt vanggewassen na hoofdteelt (m.u.v. mais) op zand- en lössgronden

Doel en omschrijving van de maatregel

[29] CDM-advies 'Sturen op duurzame bouwplannen voor verbetering waterkwaliteit' 03-09-2021.
[30] PPS Beter Bodembeheer, Slimmer Landgebruik en CDM-advies 'Bouwplan en nitraatuitspoeling 20-07-2020.

Tijdens het 7e actieprogramma zijn met inwerkingtreding van artikel 28d van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet regels omtrent de stimulering van de teelt van vanggewassen op zand- en lössgrond gaan gelden. De maatregel beoogt een bedekte bodem gedurende de winterperiode waardoor uit- en afspoeling van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen wordt verminderd. Daarnaast neemt een vanggewas na de hoofdteelt nitraat dat in de bodem is achtergebleven op. Dit draagt bij aan een betere waterkwaliteit.

Gedurende de looptijd van het 7e actieprogramma is de stimulering van de teelt van vanggewassen als volgt vormgegeven. Een landbouwer op zand- en lössgrond wordt gestimuleerd om na de hoofdteelt, maar uiterlijk op 1 oktober een vanggewasteelt te telen. Teelt de landbouwer 1 oktober een vanggewas of geen vanggewas, dan volgt een oplopende korting op de stikstofgebruiksnorm in het opvolgende kalenderjaar. Deze korting bedraagt 5, 10 en 20 kg N/ha wanneer het vanggewas na respectievelijk 1, 14 en 31 oktober wordt ingezaaid. Wanneer er geen vanggewas wordt ingezaaid wordt de maximale korting van 20 kg N/ha berekend. Ook wordt de agrariër gestimuleerd om het vanggewas niet voor 1 februari van het opvolgende kalenderjaar te vernietigen.

Uitzondering op bovenstaande regels zijn de teelt van een aangewezen wintergewas, het vanggewas volgt op de teelt van mais op zand- en lössgrond of er is sprake inundatie van percelen.

Met dit 8e actieprogramma worden de regels over de stimulering van de teelt van vanggewassen voortgezet juist vanwege het positieve effect dat de teelt van een geslaagd vanggewas kan hebben op het verminderen van nitraat uit- en afspoeling. Een succesvolle teelt van een vanggewas kan tot een forse verlaging van de nitraatconcentratie in het grondwater in zand- en lössgronden leiden[31][32][33][34][35][36]. Dit kan oplopen tot wel 50 procent[37][38]. Ten eerste nemen vanggewassen nitraatstikstof op, waardoor er wordt voorkomen dat deze uitspoelt. Ten tweede verhogen vanggewassen het gehalte gemakkelijk afbreekbare koolstof in de bodem, dit kan de afbraak van nitraat door denitrificerende bacteriën stimuleren. Denitrificatie speelt mogelijk een rol bij de vermindering van nitraatuitspoeling naar het grondwater[34][35]. Hierdoor is de teelt van vanggewassen een belangrijk onderdeel van het mestbeleid. Hoe eerder het vanggewas wordt ingezaaid, hoe beter het zich ontwikkelt en hoe groter het reducerend effect op uitspoeling van nitraat.[39] De daglengte en temperatuur spelen daarbij een belangrijke rol, daarom blijft het inzaaien van een vanggewas op uiterlijk 1 oktober gestimuleerd.[40]

Op drie punten vindt een aanpassing plaats:

- Ten eerste wordt, mede vanwege de kritiek van agrariërs op vaste data in regelgeving (kalenderlandbouw), de datum voor wanneer een vanggewas niet vernietigd mag worden,

[31] 2216332_CDM-advies Korting stikstofgebruiksnorm bij late inzaai van een vanggewas.pdf.
[32] Schröder, J.J., W. van Dijk & W.J.M. de Groot (1996) Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. Netherlands Journal of Agricultural Science 44, 293-315.
[33] Schroder, J. J., de Visser, W., Assinck, F. B. T., & Velthof, G. L. (2013). Effects of short-term nitrogen supply from livestock manures and cover crops on silage maize production and nitrate leaching. Soil Use and Management, 29(2), 151-160. https://doi.org/10.1111/sum.12027.
[34] Schroder, J. J., de Visser, W., Assinck, F. B. T., & Velthof, G. L. (2013). Effects of short-term nitrogen supply from livestock manures and cover crops on silage maize production and nitrate leaching. Soil Use and Management, 29(2), 151-160. https://doi.org/10.1111/sum.12027.
[35] van Geel, W., Rietra, R., Verstegen, H., Duan, K., Groenendijk, P., & Verhoeven, J. (2023). Effect N-vanggewassen na aardappel op zandgrond op de nitraatuitspoeling: verslag van driejarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. (Rapport; No. WPR-OT 1018). Wageningen Plant Research. https://doi.org/10.18174/631358.
[36] van Geel, W., Rietra, R., Verstegen, H., & Verhoeven, J. (2024). Effect N-vanggewassen na snijmaïs op zandgrond op de nitraatuitspoeling: Verslag van vierjarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten; No. WPR-OT 1059). Wageningen Plant Research. https://doi.org/10.18174/658845.
[37] CDM (2024) advies Haalbaarheid van de inzaaidatum van vanggewassen in verband met de weersomstandigheden 2024.
[38] 2216332_CDM-advies Korting stikstofgebruiksnorm bij late inzaai van een vanggewas.pdf
[39] van Geel, W., Rietra, R., Verstegen, H., Duan, K., Groenendijk, P., & Verhoeven, J. (2023). Effect N-vanggewassen na aardappel op zandgrond op de nitraatuitspoeling: verslag van driejarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. (Rapport; No. WPR-OT 1018). Wageningen Plant Research. https://doi.org/10.18174/631358.
[40] CDM (2024) advies Haalbaarheid van de inzaaidatum van vanggewassen in verband met de weersomstandigheden 2024.

te weten 1 februari, losgelaten. In plaats van 1 februari van het opvolgende kalenderjaar mag het vanggewas niet in hetzelfde kalenderjaar worden vernietigd. Hierdoor wordt enerzijds het risico op nitraatuitspoeling na het onderwerken van het vanggewas verkleind, anderzijds wordt ruimte geboden om optimale omstandigheden voor de volgteelt te creëren. Enige tijd tussen het moment van onderwerken en het inzaaien van het volggewas zal vaak gunstig zijn voor een tijdige mineralisatie van de stikstof in het vanggewas, zodat het volggewas hier maximaal van kan profiteren. Bovendien kan hierdoor een beter zaaibed voor bepaalde 'fijnzadige teelten' worden gecreëerd, doorat de gewasresten meer zijn verteerd.

- Ten tweede hebben vanggewassen als doel om de in de bodem achtergebleven nitraat op te nemen, in dat geval is er geen reden om het vanggewas te bemesten. Daarom mag er na de hoofdteelt niet meer worden bemest. De regelgeving hiertoe zal op deze wijze door RVO en de NVWA worden gecommuniceerd en gehandhaafd.
- Tot slot worden de lijsten met vanggewassen en wintergewassen geactualiseerd. Hiervoor zal voorafgaand aan de actualisatie een duidelijk afweegkader worden opgesteld, met criteria waaraan de vanggewassen en wintergewassen moeten voldoen. De CDM zal worden gevraagd hierover een advies te geven. Met dit afweegkader wordt duidelijk aan welke eigenschappen een gewas moet voldoen om als vanggewas of wintergewas geteeld te worden. De effectiviteit van een *vanggewas* is onder andere afhankelijk van de uitspoelingsgevoeligheid van de hoofdteelt, het inzaaimoment van het vanggewas en het type vanggewas. Vanggewassen kunnen worden ingedeeld in verschillende types: grasachtigen, kruisbloemigen, vlinderbloemigen, overige en mengsels van vanggewassen. Bij de keuze voor het type vanggewas ten behoeve van het voorkomen van nitraatuitspoeling moet gekeken worden naar de mate van stikstofopname en stikstofconservering. Belangrijk daarbij is dat rekening wordt gehouden met het vrijkomen van stikstof ten gunste van het volggewas, zodat er tussentijds zo min mogelijk stikstof verloren gaat. Vlinderbloemige groenbemesters passen bijvoorbeeld niet in een stikstofrijke stoppel van ui, aardappel, maïs of een vlinderbloemig gewas (bijvoorbeeld erwten). Door de snelle vertering is het risico op uitspoeling in de winter groter. Mogelijk zijn er type vanggewassen niet geschikt om na een bepaalde datum te zaaien (vorstgevoeligheid) en zijn er type vanggewassen minder geschikt na bepaalde hoofdteelten of juist voorafgaand aan bepaalde opvolgende hoofdteelten. Deze aspecten zullen worden meegenomen in het op te stellen afweegkader. De CDM zal vervolgens gevraagd worden te adviseren over de lijsten met vanggewassen, en daarbij in ieder geval rekening te houden met bovengenoemde aspecten.
- Voor de actualisatie van de lijst met *wintergewassen* geldt dat de huidige lijst met wintergewassen een aantal gewassen bevat die ertoe leiden dat bij gespreide oogsten op een deel van het areaal niet tijdig een vanggewas wordt ingezaaid en in andere gevallen er geen stimulans is om het in het najaar ingezaaide wintergewas tijdig in te zaaien. De CDM zal worden gevraagd de lijst wintergewassen opnieuw te beoordelen, zodat deze beter aansluit bij het doel: het voorkomen van nitraatuitspoeling in het najaar. Daarbij zal in ieder geval worden gevraagd onderscheid te maken in 4 groepen winterteelten: (1) teelten die gedurende winter moeten blijven staan, en dus meerjarig zijn. In dit geval is het telen van een vanggewas niet mogelijk; (2) teelten die meer stikstof opnemen in oktober/november dan een effectief (vroeg) vanggewas kan; (3) teelten die na 1 november worden geoogst, onderverdeeld in teelten die gespreid worden geoogst i.v.m. logistieke redenen, en teelten die laat in het najaar worden geoogst om teelttechnische redenen; en (4) teelten die in het najaar worden ingezaaid, waarbij een voorwaarde is dat deze eenzelfde effect moeten hebben op het verminderen van nitraatuitspoeling in de winterperiode als een tijdig ingezaaid vanggewas. Bij het opstellen van het hierboven genoemde afweegkader zullen deze aspecten worden meegenomen.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
Deze maatregel wordt toegepast op zand- en lössgronden.

Regelgeving en inwerkingtreding
Artikel 28d en bijlage A, tabel 6 (lijst vanggewassen) en tabel 7 (lijst met wintergewassen) van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (hierna: Urm), per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect
Vanggewassen nemen een deel van de overgebleven minerale stikstof (nitraat en ammonium) uit de bodem op en voorkomen daarmee uitspoeling van nitraat naar het grondwater. Mogelijk speelt ook een verhoogde afbraak van nitraat door denitrificatie een rol in het verlagen van de nitraatconcentratie door het telen van vanggewassen. Hierbij breken denitrificerende bacteriën in de bodem het nitraat af en zetten het om in stikstofoxides (NO, N2O) en stikstofgas (N2), welke uit de bodem vervluchtigen. De teelt van een geslaagd vanggewas kan een groot deel van de nitraatproblematiek oplossen[41]. Hoe eerder het vanggewas wordt ingezaaid, hoe beter het zich ontwikkelt (bovengrond en ondergronds). De ontwikkeling van het vanggewas neemt sterk af met dalende temperaturen en kortere daglengte. Daarnaast verkleint tijdig oogsten van de hoofdteelt het risico op structuurschade aan de bodem, waardoor een betere bodemkwaliteit kan worden behouden. Een betere bodemkwaliteit zorgt voor een beter waterbergend vermogen, waardoor er minder afspoeling plaatsvindt naar oppervlaktewater.

Het telen van vanggewassen zorgt voor een goede bodembedekking in de winter, dit voorkomt naast uitspoeling naar het grondwater, ook afspoeling van zowel nutriënten als gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater. Bovendien zorgt de bedekking voor minder erosie en biedt het een schuilplaats voor verschillende dieren.

Verwacht bedrijfseffect
[**PM**]

Verwacht effect uitvoering en handhaving
Aanpassingen regelgeving passen in de huidige wijze van toezicht en handhaving.

5.2.2 Vanggewas na maisoogst, gras of ander gewas dat de bodem bedekt in de winter

Doel en omschrijving van de maatregel
Na de teelt van maïs is het verplicht een vanggewas te telen. Het vanggewas moet uiterlijk op de achtste dag na de oogst en uiterlijk op 1 oktober worden gezaaid. Het vanggewas betreft één van de voorgeschreven gewassen die goed stikstof uit de bodem kunnen opnemen. Deze maatregel kan op 3 manieren worden ingevuld:

1. Door na de maïsoogst en uiterlijk 1 oktober een vanggewas in te zaaien.
2. Door gelijk- of onderzaai op het perceel waar maïs wordt verbouwd toe te passen.
3. Door na de maïsoogst op uiterlijk 31 oktober een wintergraan telen. Deze geldt als hoofdteelt in het volgende jaar.

Het vanggewas mag niet vernietigd worden in hetzelfde kalenderjaar, met uitzondering van de optie waarbij het vanggewas wordt verbouwd als hoofdteelt.

De teelt van een geslaagd vanggewas na de maïsteelt of na andere teelten vermindert de uit- en afspoeling van nitraat uit de bodem. Bij de teelt van maïs blijft relatief veel stikstof in de bodem achter. Deze stikstof kan uiteindelijk uitspoelen in de vorm van nitraat. Om de nitraatuitspoeling na de teelt van maïs zoveel als mogelijk terug te dringen, is het verplicht na de maïsoogst een vanggewas te telen dat uiterlijk op 1 oktober wordt gezaaid en gedurende de winterperiode de bodem bedekt. Het vanggewas kan de nog aanwezige stikstof in de bodem opnemen en vastleggen waardoor er minder risico is op nitraatuitspoeling in de winterperiode. Daarnaast verhogen vanggewassen het gehalte afbreekbare koolstof in de bodem. Dit kan de afbraak van nitraat door

[41] CDM-advies 'Verkenning korte en lange termijn maatregelen in het kader van de Meststoffenwet voor realisatie van waterkwaliteitsdoelen', 27-09-2024.

denitrificerende bacteriën stimuleren wat ook helpt bij het tegengaan van nitraatuitspoeling naar het grondwater. In het voorjaar kan de vastgelegde stikstof in het vanggewas benut worden voor de opvolgende hoofdteelt door het vanggewas onder te werken (minerale kringloop). Daarnaast kan een vanggewas bijdragen aan de organische stofopbouw in de bodem en daarmee aan het verbeteren van de bodemstructuur.

De effectiviteit van het vanggewas is sterk afhankelijk van het inzaaitijdstip en de weersomstandigheden. Over het algemeen zal een vroeger ingezaaid vanggewas zich beter kunnen ontwikkelen vóór de winter waardoor het in staat is meer stikstof op te nemen dan een vanggewas dat later is ingezaaid. Het is daarom verplicht een vanggewas zo snel als mogelijk na de maïsoogst, maar uiterlijk binnen een week en uiterlijk op 1 oktober, in te zaaien zodat het vanggewas zich zo goed mogelijk kan ontwikkelen om de gehele bodem van het perceel te bedekken.
De verplichting om het vanggewas binnen een week na de maïsoogst in te zaaien laat de benodigde ruimte om eventuele bodemwerkzaamheden uit te voeren op het land alvorens het vanggewas in te zaaien.

Vanuit de derogatiebeschikking 2022-2025 gold de verplichting voor derogatiebedrijven in NV-gebieden om na de maïsteelt gras of een ander gewas te telen dat gedurende de winter de bodem bedekt. Dit vanggewas mocht niet voor 1 februari vernietigd worden. Deze verplichting is geïmplementeerd in de artikelen 4.1193 en 4.1211 van het Besluit activiteiten leefomgeving (hierna: Bal) en artikel 25c, eerste en achtste lid, van de Urm. De verplichting tot de teelt van een vanggewas na de maïsteelt geldt voor alle bedrijven op zand- en lössgrond en gold ook voor derogatiebedrijven in NV-gebieden op klei- en veengrond.

Vanuit het oogpunt van doelbehoud en ook doelbereik is het van belang de huidige vanggewasmaatregel na de maïsteelt voort te zetten, omdat deze een positieve bijdrage levert aan het verminderen van de nitraatuitspoeling en daarmee het bijdragen aan een betere waterkwaliteit zodat het doel van 50 mg/l nitraat in het grondwater in alle grondsoortregio's is Nederland behaald blijft en kan worden. Daarnaast betekent een begroeid perceel met een vanggewas ook een verlaging van de oppervlakkige afspoeling van meststoffen naar het oppervlaktewater. Om die reden is er voor gekozen om, naast de percelen op zand- en lössgronden, ook voor de percelen op klei- en veengronden waar maïsteelt heeft plaatsgevonden de verplichting tot de teelt van een vanggewas na maïs uit te breiden.

Op een aantal punten zal er een aanpassing plaatsvinden ten opzichte van de huidige regels over de teelt van vanggewassen na de teelt van mais:

- De maatregel zal worden uitgebreid naar heel Nederland. Momenteel geldt de maatregel al voor alle bedrijven op zand- en lössgronden en bedrijven in NV-gebieden op klei- en veengronden. Omdat de maïsteelt een hoog risico op uit- en afspoeling kent en vanggewassen ten algemene een positieve milieubijdrage leveren (koolstofopslag, biodiversiteit) wordt deze maatregel uitgebreid naar niet-NV-gebieden op klei- en veengronden. Ook komt de uitzondering voor biologische bedrijven te vervallen. Dit vereist een aanpassing van art. 4.1193 uit het Bal en art. 25c uit het Urm.
- De periodieke opvolging zal worden veranderd van direct aansluitend op de maïsoogst naar uiterlijk op de achtste dag. Deze aanpassing laat de benodigde ruimte om eventuele bodemwerkzaamheden uit te voeren op het land alvorens het vanggewas in te zaaien en sluit beter aan op de staande praktijk. Dit vereist een aanpassing van art. 4.1193 uit het Bal.
- Net als bij de vanggewassenmaatregelen voor andere teelten dan maïs wordt hier, mede vanwege de kritiek op kalenderlandbouw de datum van het verbod op vernietiging voor 1 februari losgelaten. Daarvoor in de plaats komt te gelden dat het vanggewas niet vernietigd mag worden in hetzelfde kalenderjaar en moet blijven staan tot minimaal het volgende kalenderjaar, met uitzondering van de optie waarbij het vanggewas wordt verbouwd als hoofdteelt.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
Deze maatregel wordt toegepast op alle grondsoorten.

Regelgeving en inwerkingtreding
Artikelen 4.1193 en 4.1211 van het Bal en artikel 25c, eerste en achtste lid, en 28d jo. bijlage A van de Urm, per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect
Het telen van een vanggewas na maïs zorgt voor minder uitspoeling van nutriënten doordat het vanggewas de overgebleven nutriënten in de bodem vastlegt. Ook een verhoogde afbraak van nitraat door denitrificatie speelt een rol in het verlagen van de nitraatconcentratie door het telen van vanggewassen. Dit heeft met name een positief effect op de nitraatuitspoeling naar het grondwater. Ook voor oppervlaktewater kan het vanggewas een positief effect hebben. Een bedekte bodem zorgt immers voor minder erosie en afspoeling. Bovendien zorgt de bedekking voor een schuilplaats voor verschillende dieren. Daarnaast heeft een vanggewas een positief effect voor de bodemvruchtbaarheid, waterbuffering, en koolstofvastlegging, zie hiervoor paragraaf 6.2.1.

Verwacht bedrijfseffect
[**PM**]

Verwacht effect uitvoering en handhaving
Momenteel wordt deze maatregel al breed toegepast. De voorgestelde uitbreiding van de regel zal daarom goed inpasbaar zijn binnen de huidige bedrijfspraktijk en goed handhaafbaar zijn voor de autoriteiten. De voorgestelde aanpassingen voor de regel zijn afgestemd op de staande landbouwpraktijk.

5.2.3 Rotatie met rustgewassen

Doel en omschrijving van de maatregel
De maatregel 1:4 rotatie met rustgewassen op zand- en lössgrond is, als onderdeel van duurzame bouwplannen, met het 7e actieprogramma geïntroduceerd en in het Besluit activiteiten leefomgeving (artikelen 4.1194a en 4.1212a) geïmplementeerd. Rustgewassen in het bouwplan dragen bij aan een lager risico op nitraatuitspoeling en een verbetering van de bodemkwaliteit. Dit heeft het een positief effect op de waterkwaliteit.

De maatregel verplicht op zand- en lössgrond het telen van een rustgewas eens per vier jaar. Deze rotatie wordt op perceelsniveau toegepast, of in geval van strokenteelt door rotatie op het niveau van stroken op een perceel door de jaren heen. In de Omgevingsregeling (artikel 4.12h jo. bijlage VIb) is een lijst met aangewezen rustgewassen opgenomen. RVO maakt met behulp van een kaartlaag in MijnPercelen inzichtelijk op welk perceel, of een deel daarvan, en in welk jaar al een rustgewas heeft gestaan.

Er zijn twee uitzonderingen op deze maatregel:
1. het is niet mogelijk een rustgewas te telen als een teelt langer dan de rotatieperiode (i.c. 2027 – 2030) op een perceel staat. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de teelt van fruitbomen; of
2. teelten die overeenkomstig de biologische productiemethode worden geteeld. In de biologische teelt is het al gebruikelijk om te roteren met rustgewassen, alleen volgens een ander rotatieschema.

Bovenstaande maatregel uit het 7e actieprogramma is in 2023 in werking getreden, gezien de duur van vier jaar van één rotatieschema, betekent dit dat het eerste vierjarige rotatieschema afloopt op 31 december 2026. Een nieuw rotatieschema gaat in per 2027, waarbij uiterlijk in 2030 (looptijd 9e actieprogramma) een volgend rustgewas moet zijn geteeld.

Met het 8e actieprogramma is er voor gekozen de 1:4 rotatie met rustgewassen in de grondsoortregio's zand noord en zand midden voort te zetten vanwege de huidige en de te verwachten grondwaterkwaliteitsresultaten met het oog op het behalen van de 50 mg/l nitraat. Uit de Nitraatrapportage 2024 volgt dat de nitraatconcentratie in het uitspoelend grondwater uit de wortelzone in de regio zand noord onder de norm van 50 mg/l ligt, daarmee is de norm gehaald. Voor de regio zand midden geldt dat de nitraatconcentratie in het uitspoelend grondwater uit de wortelzone net boven de 50 mg/l zit, waarbij de verwachting is dat met voortzetting van de maatregelen uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 de norm van 50 mg/l nitraat in het grondwater wel gehaald gaat worden. In het licht van het voldoen aan de doelen van de Nitraatrichtlijn voor alle grondsoortregio's in Nederland volgt dat vanuit het oogpunt van zowel doelbehoud (zand noord) als doelbereik (zand midden) noodzakelijk is om de maatregel 1:4 rotatie met rustgewassen voort te zetten.

Voor de grondsoortregio zand zuid en löss geeft de Nitraatrapportage 2024 aan dat de nitraatconcentraties in het uitspoelend grondwater uit de wortelzone in de regio nog ruim boven de 50 mg/l zit. Dit betekent dat in dit gebied een extra stap nodig is ter verbetering van de waterkwaliteit. Met het 7e actieprogramma is reeds aangekondigd dat de 1:4 rotatie met rustgewassen een eerste stap is in het werken met een korter rotatieschema van rustgewassen. Het in dat actieprogramma beschreven einddoel betrof ten minste een 1:3 rotatie met rustgewassen, tenzij uit ontwikkelingen in de waterkwaliteit of tussentijds genomen effectievere maatregelen dit verscherpte rotatieschema niet nodig blijkt te zijn. Gezien de waterkwaliteitsopgave in de regio zand zuid en löss is er voor gekozen alleen in dat gebied een verscherpt rotatieschema ten opzichte van de 1:4 rotatie met rustgewassen te verplichten. Dit betreft een 1:3 of 2:6 [**PM**] rotatie met rustgewassen. Hiermee wordt het aandeel rustgewassen in het bouwplan verhoogd, waardoor het risico op nitraatuitspoeling verder wordt verminderd.

Tot slot wordt de lijst met rustgewassen geactualiseerd.
Rustgewassen zijn op de eerste plaats niet-uitspoelingsgevoelige gewassen. Rustgewassen wortelen dieper en/of intensiever, waardoor nutriënten beter kunnen worden opgenomen. Door deze intensieve beworteling voeren zij veel organische stof aan naar de bodem, wat bijdraagt aan een betere bodemstructuur. Bovendien worden rustgewassen vaak geoogst op een moment dat de bodem dit het beste kan dragen en er nog de mogelijkheid is een goed (vroeg) vanggewas te telen. Binnen de systematiek voor effectieve bouwplanmaatregelen die bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit, is de huidige samenstelling van de lijst niet langer toereikend.
De rotatie met rustgewassen is samen met het inzaaien van vanggewassen een belangrijke maatregel uit het mestbeleid, waarmee een groot effect op de waterkwaliteit kan worden bereikt. De invulling van de lijst met rustgewassen bepaalt uiteindelijk hoe effectief de maatregel is. Door het verbeteren van de criteria voor rustgewassen wordt een groter effect verwacht, wat zich zal uiten in een betere bodemkwaliteit en waterhuishouding van de bodem, waardoor het verlies aan nutriënten wordt voorkomen of beperkt. Op lange termijn zal een gezonde bodem de gewasproductie stimuleren, waarbij minder bemesting benodigd is.

De CDM zal worden gevraagd een afweegkader op te stellen met criteria waarin in ieder geval hierboven vermelde aspecten worden meegenomen om zo vervolgens de lijst met rustgewassen te herzien, en daarbij gewassen in ieder geval te beoordelen op mate van uitspoelingsgevoeligheid, een nader te bepalen hoeveelheid effectieve organische stof aanvoer (Handboek Bodem en Bemesting)[42], de C/N-ratio van de gewasresten en de wijze van oogsten.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
De maatregel 1:4 rotatie met rustgewassen wordt voortgezet en toegepast in de gebieden zand noord en zand midden. De maatregel 1:3/2:6 [**PM**] wordt toegepast in het gebied zand zuid en löss.

[42] www.handboekbodemenbemesting.nl

Regelgeving en inwerkingtreding
Artikelen 4.1194a en 4.1212a van het Besluit activiteiten leefomgeving en artikel 4.12h jo. bijlage VIb, van de Omgevingsregeling, per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect
Door het opnemen van rustgewassen in het bouwplan wordt een positief effect op de waterkwaliteit verwacht. Rustgewassen wortelen diep en kunnen daardoor veel van de beschikbare nutriënten opnemen, dit zorgt voor minder uitspoeling naar het grondwater. Bovendien bedekken rustgewassen de bodem, waardoor oppervlakkige afspoeling en erosie wordt verminderd. Daardoor draagt het telen van een rustgewas ook bij aan de verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit. Rustgewassen vragen weinig of geen grondbewerking (maaigewassen) en worden veelal vroeg in het jaar geoogst, hierdoor kan vaak in het najaar nog een geslaagd vanggewas worden geteeld. Doordat zij naast veel bovengrondse biomassa veel beworteling vertonen, voeren deze gewassen veel organische stof aan naar de bodem. Hierdoor hebben zij een positief effect op het organische stofgehalte van de bodem en op de bodemstructuur. Een betere bodemstructuur zorgt voor een groter waterbergend vermogen (droogtebestendigheid) en een betere infiltratiecapaciteit, en kan dus beter nutriënten vasthouden waardoor deze minder snel uit- of afspoelen. Meer organische stof in de bodem draagt ook bij aan klimaatdoelen door de opslag van CO2, aan de denitrificatiecapaciteit van de grond, hierdoor wordt nitraat afgebroken waardoor het niet meer kan uitspoelen naar het grondwater, en mede door het minder omwoelen van de grond aan het verhogen van de biodiversiteit. Tevens hebben rustgewassen een nuttige functie voor de weerbaarheid tegen en beheersing van bodem-gebonden ziekten en plagen.

Verwacht bedrijfseffect
Voor de grondsoortregio zand noord en zand midden betreft het een voortzetting van reeds ingezet beleid en wordt er daarom geen veranderend bedrijfseffect verwacht.
Voor de grondsoortregio zand zuid en löss wordt het bedrijfseffect door de verscherping van de rotatieverplichting ingeschat als [**PM**].

Verwacht effect uitvoering en handhaving
De maatregel is goed uitvoerbaar en handhaafbaar.

5.2.4 Behoud grasland

PM

5.3 Gebruiksnormen

De verplichting voor een stelsel van gebruiksnormen voor meststoffen volgt uit de Nitraatrichtlijn. Mede ter implementatie van de verplichtingen uit de Nitraatrichtlijn is in de Meststoffenwet het gebruiksnormenstelsel opgenomen. Het gebruiksnormenstelsel onderscheidt zich in afzonderlijke gebruiksnormen voor stikstof uit dierlijke mest, stikstof uit dierlijke mest en kunstmest en fosfaat uit dierlijke mest en kunstmest.
Naast het sturen op teelten en bouwplannen, de zogeheten gebruiksvoorschriften, kan ook door het sturen op gebruiksnormen het doel van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater in de wortelzone behaald worden. In onderstaande subparagrafen worden de maatregelen die betrekking hebben op gebruiksnormenstelsel voor stikstof en fosfaat toegelicht.

5.3.1 Aanwijzing aandachtsgebieden oppervlaktewater stikstof (N) en fosfor (P)

Doel en omschrijving van de maatregel
In het kader van de derogatiebeschikking 2022-2025 heeft Nederland met nutriënten verontreinigde gebieden (NV-gebieden) aangewezen in gebieden waar de waterkwaliteit voor wat

betreft stikstof en/of fosfaat in grond- en oppervlaktewater niet voldeed. In deze gebieden is stapsgewijs een korting doorgevoerd op de totale stikstofgebruiksnormen van 20% per 2025. Uit het onderzoek 'Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen'[43], dat in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2024 is uitgevoerd, blijkt dat de doorgevoerde 20% korting op de stikstofgebruiksnorm in NV-gebieden een groot effect heeft op de nitraatconcentraties in het grondwater en op de stikstofbelasting van het oppervlaktewater.

Uit voornoemd onderzoek volgt tevens dat voor oppervlaktewater in verschillende gebieden verspreid over Nederland aanvullende inzet nodig is om tot een verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit te komen, als het gaat om de stikstof- en fosforbelasting van het water door de landbouw. In 2025 is het onderzoek, dat in het kader van de aanwijzing van NV-gebieden is uitgevoerd, naar de geactualiseerde bronnenanalyse opgeleverd.[44] Deze actualisatie is door Wageningen Universiteit (WUR) opgesteld; hierbij is gebruikgemaakt van de kennis en data van alle waterschappen. Met de geactualiseerde bronnenanalyse en actuele gegevens over de status van de oppervlaktewaterkwaliteit wordt in de komende maanden gewerkt aan de aanwijzing van gebieden waar extra aandacht en inzet nodig is voor het terugdringen van de stikstof- en fosforbelasting in het oppervlaktewater. Voor deze aandachtsgebieden wordt op het niveau van toestroomgebieden van KRW-waterlichamen bepaald of deze aangewezen moeten worden. De aanwijzing van de NV-gebieden kan daarmee worden vervangen door de aanwijzing van aandachtsgebieden.

Voor het afwegingskader om te bepalen in welke toestroomgebieden een aanwijzing aan de orde is wordt zo veel mogelijk aangesloten bij het afwegingskader voor de aanwijzing van NV-gebieden. waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen gebieden waar extra aandacht nodig is voor het terugdringen van de stikstofbelasting en de gebieden waar het gaat om het terugdringen van de fosforbelasting in het oppervlaktewater. Afhankelijk van het aandachtsgebied worden passende maatregelen voor verminderen van de verontreiniging van betreffend nutriënt(en) genomen. Zie voor de aandachtsgebieden stikstof paragraaf 5.3.2 en voor de aandachtsgebieden fosfor paragrafen 5.4.2 en 5.4.3.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
Aandachtsgebieden stikstof en fosfor worden verspreid over Nederland aangewezen afhankelijk van de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Regelgeving en inwerkingtreding
Hoofdstuk 3 Uitvoeringsregeling Meststoffenwet, per 1 januari 2026

Verwacht milieueffect
De aanwijzing van de aandachtsgebieden heeft in zich zelf geen milieueffect, het milieueffect is afhankelijk van de te treffen maatregelen in de gebieden. Zie hiervoor ook paragraaf 5.3.2 (stikstofgebruiksnormenkorting) voor stikstof en de paragraaf 5.4.2 (bezinkgreppel) en 5.4.3 (begroeide bufferstrook) voor fosfaat.

Verwacht bedrijfseffect
De aanwijzing van de aandachtsgebieden heeft in zich zelf geen bedrijfseffect, het bedrijfseffect is afhankelijk van de te treffen maatregelen in de gebieden, zie hiervoor paragraaf 5.3.2 (stikstofgebruiksnormenkorting) voor stikstof en de paragraf 5.4.2 (bezinkgreppel) en 5.4.3 (begroeide bufferstrook) voor fosfaat.

Verwacht effect uitvoering en handhaving
[**PM**]

[44] Landelijke bronnenanalyse nutriënten oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water, juni 2025.

5.3.2 Aanpassing van het stelsel van stikstofgebruiksnormen

Doel en omschrijving van de maatregel
In het 7e actieprogramma is de actualisatie van de stikstofgebruiksnormen met het oog op het behalen van de 50 mg/l nitraat in het grondwater aangekondigd. De CDM is hiertoe om advies gevraagd. [**PM**] Ten behoeve van dat advies heeft het RIVM de uitspoelfracties voor verschillende grondsoorten en voor de drie verschillende zandgebieden (zand noord, zand midden en zand zuid en löss) afgeleid op basis van de gegevens van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM). De nieuw berekende uitspoelfractie benut de CDM in hun advisering. Uit de onderzoeksresultaten in het kader van het CDM-advies over de actualisatie van stikstofgebruiksnormen volgt dat de stikstofgebruiksnormen van gewassen in de verschillende zandgebieden (noord, midden en zuid) en het lössgebied worden geactualiseerd met het oog op het behalen van de norm van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater in de wortelzone. Dit betekent dat voor sommige gewassen in sommige regio's de stikstofgebruiksnorm wordt verlaagd en voor sommige gewassen in sommige regio's wordt verhoogd richting de 50 mg/l nitraat. Dit hangt af van het gewas in combinatie met de eigenschappen van de grondsoortregio.

Niet overal in Nederland is de oppervlaktewaterkwaliteit voldoende op orde vanwege de belasting van stikstof. Stikstof maar ook fosfaat in het water zijn belangrijke indicatoren voor eutrofiëring. Eutrofiëring en het risico op eutrofiëring is een bedreiging voor de waterkwaliteit in oppervlaktewateren. Om bij te dragen aan de vermindering van uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater worden in de aandachtsgebieden stikstof de stikstofgebruiksnorm verlaagd. Hiermee wordt eutrofiëring van het oppervlaktewater gericht tegen gegaan. Deze aanvullende korting wordt uitsluitend toegepast in die toestroomgebieden van een KRW-waterlichaam die aangewezen zijn als aandachtsgebied voor stikstof. De hoogte van de korting is afhankelijk van de mate waarin de aanwezige stikstofbelasting in het oppervlaktewater in relatie tot het KRW-doel voor stikstof in dat oppervlaktewater en zal in alle gevallen niet hoger zijn dan 20%. **[PM]**

Dit is een gebiedsgerichte benadering waarin in de gebieden waar de oppervlaktewaterkwaliteit daar om vraagt aanvullende stappen worden gezet in verbetering van de waterkwaliteit door aanpassing van de toepasselijke gebruiksnorm.
De voorgestelde gebiedsgerichte en gelaagde aanpak is als volgt:

- voor grondwater in de gebieden zand noord, zand midden, zand zuid en löss een aanpassing van de N-gebruiksnorm gebaseerd op het CDM-advies [**PM**] over de actualisatie van de stikstofgebruiksnorm gericht op het behalen van 50 mg/l nitraat in het uitspoelend grondwater in alle grondsoortregio's.
- voor oppervlaktewater een (aanvullende) korting in de aandachtsgebieden voor stikstof, waarbij een korting van de N-gebruiksnorm afhankelijk van de mate waarin het oppervlaktewater verwijderd is van het behalen van het betreffende KRW-doel voor stikstof voor zover het de landbouw betreft. In alle gevallen zal de korting voor oppervlaktewater in die aandachtsgebieden niet hoger zijn dan 20%. Voor een normoverschrijding die relatief nabij de norm is (gemiddeld oordeel 'matig'), zou een minder vergaande aanpassing effectief en gerechtvaardigd zijn in het betreffende toestroomgebied dan in gebieden waar de normoverschrijding groter is (gemiddeld oordeel 'ontoereikend' en 'slecht'). Dit om de korting aan te laten sluiten bij de opgave in een specifiek aandachtsgebied. Dat resulteert in de volgende categorieën en procentuele aanpassing van de stikstofgebruiksnorm:
  - een verlaging van X% [**PM**] in aandachtsgebieden nitraat waarin een KRW-waterlichamen is gelegen met het oordeel 'matig' ten aanzien van de KRW - normoverschrijding voor stikstof.
  - een verlaging van X% [**PM**] in aandachtgebieden nitraat waarin een KRW-waterlichamen is gelegen met het oordeel 'slecht' of 'ontoereikend' ten aanzien van de KRW-normoverschrijding voor stikstof.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
De maatregel wordt toegepast op alle grondsoortregio's.

Regelgeving en datum inwerkingtreding
Voor grondwater: hoofdstuk 3 en bijlage A, tabel 1, Uitvoeringsregeling Meststoffenwet, inwerkingtreding [**PM**]

Verwacht milieueffect
[**PM**]

Verwacht bedrijfseffect
[**PM**]

Verwacht effect uitvoering en handhaving
[**PM**]

5.3.3 Korting stikstofgebruiksnorm opvolgend gewas na scheuren gras

Doel en omschrijving van de maatregel
Bij het scheuren van grasland komen, afhankelijk van de leeftijd van het grasland, grote hoeveelheden stikstof vrij die, bij het onderwerken van gescheurd grasland, door een opvolgende teelt kunnen worden opgenomen. Door in de bemesting van de opvolgende teelt rekening te houden met de stikstof die vrijkomt uit het gescheurde grasland wordt onnodige uit- en afspoeling van nitraat voorkomen. Volgens gangbare bemestingsadviezen[45] kan met een verlaging in de stikstofgift van 70 kg stikstof na scheuren van grasland van een jaar oud, 135 kg stikstof na scheuren van grasland van vijf jaar of ouder worden gerekend. Indien er in het voorjaar, voorafgaand aan het scheuren, nog een snede wordt geoogst kan met een verlaging van 50-80 kg stikstof worden gerekend.

In het 6e actieprogramma is de stikstofgebruiksnorm van maïs en consumptie- en fabrieksaardappelen die worden geteeld na het scheuren van grasland daarom verlaagd met 65 kg N/ha. Daarnaast gold de verplichting uit de derogatiebeschikking 2022-2025 dat derogatiebedrijven bij het omploegen van grasland voor graslandvernieuwing de stikstofgebruiksnorm te verlagen met 50 kg per hectare, of voor de teelt van maïs de stikstofgebruiksnorm te verlagen met 65 kg per hectare. Ook volgde uit deze derogatiebeschikking dat bij het opnemen in de gewasrotatie van vlinderbloemigen of andere gewassen die atmosferische stikstof binden de toepasselijke stikstofgebruiksnormen voor opvolgende gewassen worden aangepast. Deze verplichtingen zijn geïmplementeerd in artikel 28f, eerste lid, onderdelen a en b, van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet.

Gegeven de waterkwaliteitsopgave, en het belang van het behoud van de waterkwaliteitstoestand, wordt in het 8e actieprogramma na het scheuren van grasland de stikstofgebruiksnorm met 65 kg stikstof per hectare gekort voor alle opvolgende teelten op bouwland. Er is gekozen voor 65 kg stikstof per hectare, om een waarde te hanteren die in het midden uitkomt van de spreiding in de nalevering van stikstof van gescheurd grasland. Deze waarde is conform de eerder gehanteerde waarde voor maïs en aardappelen.

De verplichting (artikel 4.1217 van het Besluit activiteiten leefomgeving) om na het scheuren van grasland een monster te nemen van het stikstofleverend vermogen, en op basis daarvan de bemesting aan te passen zal hiermee voor bouwland op zand- en lössgrond vervallen.
Door de korting van de stikstofgebruiksnorm voor het opvolgende gewas na het scheuren van grasland worden de nitraatverliezen uit het ondergewerkte grasland verminderd en daarmee het risico op uit- en afspoeling van nitraat uit het grondwater verminderd.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing

[45] Benut stikstof uit vanggewassen en gescheurd grasland - Bemestingsadvies

De maatregel korting van de stikstofgebruiksnorm na het scheuren van grasland wordt toegepast op zand- en lössgronden.

Regelgeving en inwerkingtreding
Paragraaf 4.118 van het Bal (art. 4.1215 en 4.1217) en artikel 28f van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet, per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect
Een vermindering van de nitraatuitspoeling naar het grondwater en daarmee een verbetering van de nitraatconcentraties in met name het grondwater. [**PM**]

Verwacht bedrijfseffect
[**PM**]

Verwacht effect uitvoering en handhaving
Deze maatregel is uitvoerbaar en handhaafbaar.

5.3.4 Actualisatie stelsel van fosfaatgebruiksnormen

Doel en omschrijving van de maatregel
Te veel aan fosfaat in oppervlaktewateren komt nog steeds voor. Hierdoor kunnen oppervlaktewateren eutroof zijn of een risico lopen op eutrofiëring. Het gebruiksnormenstelsel voor fosfaat bepaalt de fosfaatgebruiksnorm afhankelijk van het gewas (grasland of bouwland) van een perceel, en op basis van de fosfaattoestand (gecombineerde fosfaatindicator) van dat perceel. Deze wordt bepaald op basis van een bemonstering die in opdracht van de landbouwer kan worden uitgevoerd.

Sinds 1 januari 2020 is een verfijnde klassenindeling voor de fosfaattoestand van de bodem vastgesteld, te weten de klassen arm, laag, neutraal, ruim en hoog.
De fosfaattoestand van de bodem wordt bepaalt aan de hand van een gecombineerde indicator. De gecombineerde indicator voor de fosfaattoestand van bouwland en grasland wordt uitgedrukt in een combinatie van het P-$CaCl_2$-getal, uitgedrukt in milligrammen P (fosfor) per kilogram grond, en het P-AL-getal, uitgedrukt in milligrammen P2O5 (fosfaat) per 100 gram grond.
Op basis van de fosfaattoestand van de bodem leidt de landbouwer de toepasselijke fosfaatgebruiksnorm af.

Het huidige stelsel van fosfaatgebruiksnormen wordt nu vijf jaar toegepast. Daarom wordt het fosfaatgebruiksnormenstelsel geëvalueerd. Aan de hand van de uitkomsten van de evaluatie wordt het gebruiksnormenstelsel mogelijk geactualiseerd. Bij de evaluatie zal onder andere gevraagd worden naar de effectiviteit van de gecombineerde fosfaatindicator in relatie tot de nationale en regionale fosfaatgebruiksruimte, het effect van het stelsel aan het verbeteren van de waterkwaliteit en in hoeverre met het fosfaatgebruiksnormenstelsel wordt toegewerkt naar evenwichtsbemesting voor fosfaat. Daarnaast heeft de invoering van de gecombineerde fosfaatindicator geleid tot een meer gedifferentieerde klasseindeling in fosfaattoestanden van de bodem (arm, laag, neutraal, ruim en hoog) op basis van de P-$CaCl_2$ waarde. Zijn er nieuwe inzichten waarmee de gecombineerde fosfaatindicator beter kan worden gebruikt voor het afleiden van de fosfaatgebruiksnormen met het oog op het verbeteren van de waterkwaliteit?[46]

De evaluatie zal worden gestart in 2026. Een besluit over de uitkomsten van de evaluatie zal mogelijk zijn in de loop van 2027 afhankelijk van de benodigde looptijd van het onderzoek. Afhankelijk van de uitkomsten en het, indien nodig, daarop volgende besluit tot aanpassing van het

[46] Zoals in het onlangs verschenen artikel: 'Using the phosphorus saturation degree as a guide for sustainable phosphorus management balancing crop production and water quality objectives', M. van Doorn e.a., Journal of Environmental Management June 2025.

fosfaatgebruiksnormenstelsel is er vervolgens een doorlooptermijn voor het aanpassen van regelgeving. Wat de exacte periode is die nodig is voor aanpassing van de betreffende regelgeving is afhankelijk van het gekozen besluit. Wijziging van verschillende typen regelgeving kennen eigen procedures en termijnen.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
Niet van toepassing.

Regelgeving en inwerkingtreding
Niet van toepassing.

Verwacht milieueffect
Niet van toepassing.

Verwacht bedrijfseffect
Niet van toepassing.

Verwacht effect uitvoering en handhaving
Niet van toepassing.

5.4 Andere maatregelen voor het verminderen van de uit- en afspoeling van nitraat en fosfaat

5.4.1 Aanpassing aanhouden mestvrije bufferstroken

Doel en omschrijving van de maatregel
Bufferstroken zijn een effectieve maatregel ter verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit als het gaat om de verontreiniging van water met stikstof en fosfor. In dit kader is in het 7e actieprogramma een maatregel opgenomen voor mestvrije bufferstroken met een vaste breedte vanaf bepaalde waterlopen. De breedtes die in regelgeving zijn opgenomen, zijn de breedtes die zijn voorgeschreven op grond van de derogatiebeschikking 2022-2025. De verplichting tot het aanhouden van mestvrije bufferstroken (art. 4.1199c en 4.1212b van het Bal) omvat het aanhouden van een mestvrije strook langs bepaalde oppervlaktewaterlichamen en een vermindering van de mestplaatsingsruimte voor het perceel met de oppervlakte van de bufferstrook. De breedtes van de mestvrije bufferstrook worden bepaald op basis van het type waterlichaam en de oppervlakte van het topografische perceel. Als de oppervlakte van de bufferstrook groter is dan 4% van de oppervlakte van het topografische perceel, mag een eerste versmalling (afschaling) worden toegepast. Als daarna de oppervlakte van de bufferstrook nog steeds groter is dan 4% van de oppervlakte van het topografische perceel, mag een tweede versmalling worden toegepast.

Met het oog op doelbereik en doelbehoud van de waterkwaliteit in verschillende gebieden in Nederland is het nodig om de verplichting tot het aanhouden van mestvrije bufferstroken, zoals geïntroduceerd bij de derogatiebeschikking 2022-2025, voort te zetten. Wel zullen er een aantal aanpassingen op de verplichting plaatsvinden:
- smallere bufferstroken in gebieden waar de waterkwaliteit voldoet.
- bepalingen voor het beheer van de bufferstrook: jaarrond groen en in gebieden die zijn verontreinigd met fosfor: bezinkgreppels bij brede bufferstroken.

De versmalling van de voorgeschreven minimale breedte van de aan te houden bufferstrook, voor zal plaatsvinden in:
a) grondsoortregio klei en veen waar de grondwaterkwaliteit onder de 50 mg/l ligt in die regio, en;
b) percelen die niet gelegen zijn in aandachtsgebieden nitraat of fosfor.

- De hoofdregel voor de betreffende waterlopen in deze gebieden is dat langs alle oppervlaktewaterlichamen een bufferstrook van 1 meter wordt aangehouden.
- Als de oppervlakte van de bufferstrook groter is dan 4% van de oppervlakte van het topografische perceel, mag een smallere strook worden aangehouden van 50 cm.
- Langs aangewezen ecologisch kwetsbare waterlopen blijft de basisbreedte van de bufferstrook gelden. Deze natuurlijke beken zijn in 2005 aangewezen vanwege het belang van deze natuurlijke beken voor de ecologische hoofdstructuur en Nederlandse landschappen (Staatsblad 2005, 548). Omdat deze reden nog steeds geldt, en niet afhankelijk is van het wel of niet sprake zijn van een bepaalde mate van overschrijding van de normen voor de waterkwaliteit in die natuurlijke beken, blijft de breedte die in 2005 is voorgeschreven van kracht.
- Deze smallere bufferstroken in gebieden waar de waterkwaliteit voldoet heeft alleen betrekking op de breedte van de mestvrije bufferstrook. Op deze smallere bufferstrook mag, net als bij de algemene regels, geen mest worden geplaatst en de oppervlakte van de bufferstrook telt niet mee voor de mestplaatsingsruimte.
- De aanwijzing van gebieden waar de waterkwaliteit voldoet geldt voor de gehele looptijd van het 8e Actieprogramma en zal voor het eerst worden geëvalueerd bij het 9e actieprogramma.

Tabel 8 bevat een weergave van de breedtes die gaat gelden.

Tabel 8: Aan te houden breedte bufferstrook.

Type oppervlaktewaterlichaam	Minimale breedte mestvrije bufferstrook				
	Basis (gebieden waar de waterkwaliteit niet voldoet)			Nieuw: in gebieden waar waterkwaliteit voldoet	
	Basis	Afschaling 1	Afschaling 2	Basis	Afschaling 1
a. Ecologisch kwetsbare beken	500 cm	*Geen afschaling mogelijk.*	*Geen afschaling mogelijk.*	*Zie basis*	*Zie basis*
b. KRW-waterlichamen					
i. breder dan 10 meter	500 cm	300 cm	*Geen verdere afschaling mogelijk.*	100 cm **(nieuw)**	50 cm **(nieuw)**
ii. kleiner of gelijk aan 10 meter breed	500 cm	300 cm	100 cm	100 cm **(nieuw)**	50 cm **(nieuw)**
c. droogvallende oppervlaktewaterlichamen	100 cm	*Geen verdere afschaling mogelijk.*	*Geen verdere afschaling mogelijk.*	100 cm	50 cm **(nieuw)**
d. Overige oppervlaktewaterlichamen	300 cm	100 cm	50 cm	100 cm **(nieuw)**	50 cm **(nieuw)**

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
Deze versmalling van de bufferstrook langs een oppervlaktewaterlichaam, niet zijnde een ecologische kwetsbare beek, is van toepassing op alle percelen op in de grondsoortregio klei en veen waar de grondwaterkwaliteit op grond van de nitraatrapportage 2024 onder de 50 mg/l nitraat is en percelen die niet gebieden die niet zijn gelegen in een aandachtsgebied voor nitraat of fosfaat.

Regelgeving en datum inwerkingtreding
De uitzondering op de basisbreedte voor bufferstroken zal met ingang van 2027 van kracht worden middels een aanpassing van artikelen 4.1199c en 4.1212b van het Bal, per 1 januari 2027.

Samenloop met GLB
De inzet is om eenzelfde uitzondering mogelijk te maken ten aanzien van de GLB-regels over het aanhouden van bufferstroken zodat deze versmalling toegepast kan worden door landbouwers die deelnemen aan GLB.

Verwacht milieueffect
In algemene zin heeft het aanhouden van een mestvrije bufferstrook langs een waterloop een positief effect op de waterkwaliteit doordat enerzijds de oppervlakkige afspoeling van stikstof en fosfaat wordt verminderd, anderzijds de breedte van de bufferstrook in mindering wordt gebracht op de mestplaatsingsruimte op het perceel, waardoor de totale hoeveelheid opgebrachte meststoffen verminderd. Daarmee kunnen ook minder meststoffen uit- en afspoelen. Om dit milieueffect preciezer voor de toekomst te kunnen benoemen, zal tijdens de looptijd van het 8e actieprogramma een nieuw veldonderzoek gaan lopen naar de effectiviteit van bufferstroken.

Verwacht bedrijfseffect
Het bedrijfseffect van het versmallen van de bufferstroken is voor de landbouwers positief. Zij zullen door deze versmalling op een groter aandeel van hun percelen kunnen bemesten waardoor de gewasopbrengst van het perceel zal toenemen. Indien landbouwers een mestoverschot hebben, hoeven zij ook een minder groot deel van de mest af te voeren.

Verwacht effect uitvoering en handhaving
[**PM**]

5.4.2 Bezinkgreppel op de bufferstrook

Doel en omschrijving van de maatregel
Het voornemen was om in NV-gebieden aangewezen in verband met overschrijding van de desbetreffende normen voor fosfaat alternatieve maatregelen te nemen in plaats van in de derogatiebeschikking 2022-2025 voorgeschreven 20% korting op de stikstofgebruiksnormen. De CDM heeft hierover geadviseerd. In haar advies schetst de CDM verschillende opties om de fosfaatproblematiek in het oppervlaktewater aan te pakken. Uit dat advies volgt dat het aanleggen van een bezinkgreppel en een begroeide bufferstrook effectieve maatregelen zijn ten aanzien van het terugdringen van de uit- en afspoeling van fosfor in oppervlaktewater.

In de gebieden aangewezen als aandachtsgebieden fosfaat zijn aanvullende maatregelen nodig om de uitspoeling van fosfor in het oppervlaktewater terug te dringen en daarmee eutrofiëring en het risico op eutrofiëring terug te dringen. De belasting van het oppervlaktewater door fosfor afkomstig uit landbouwbodems is voor een belangrijk deel het gevolg van afspoeling van bodemdeeltjes waaraan fosfaat is gehecht. De afspoeling van bodemdeeltjes speelt met name op bouwland bij hevige regenval. Bij hevige regenval kan deze afspoeling ook optreden bij gedraineerde percelen. Het is van belang om die afspoeling te voorkomen, zeker in die gebieden waar de belasting van het oppervlaktewater met fosfaat te groot is.

Ter voorkoming van de afspoeling van bodemdeeltjes met fosfaat in oppervlaktewater wordt op de bufferstrook een bezinkgreppel aangelegd. De greppel ligt op de bufferstrook en loopt parallel aan de watergang. De bezinkgreppel heeft tot doel de afspoeling bij hevige buien op te vangen, zodat de bodemdeeltjes waaraan fosfaat gehecht is niet afspoelen naar het oppervlaktewater. Indien er op het perceel afwatering wordt gegraven (ook in verband met hevige regenval) watert die af op deze bezinkgreppel die parallel loopt aan de sloot, en niet op de sloot. Van de bezinkgreppel kan, indien nodig, wel een oppervlakkige afvoer gemaakt worden naar de sloot.
Een bezinkgreppel heeft ook het voordeel dat andere stoffen die zich hechten aan bodemdeeltjes (zoals sommige gewasbeschermingsmiddelenresten) niet afspoelen naar het oppervlaktewater.

Voorwaarden bij de aanleg van een bezinkgreppel:

- Verplichte aanleg van een bezinkgreppel gaat alleen in de aandachtsgebieden fosfor gelden, op bouwland wordt de bezinkgreppel jaarlijks bij de start van het groeiseizoen aangelegd.
- De bezinkgreppel wordt aangelegd op bufferstroken van minimaal drie meter en bufferstroken langs KRW-waterlopen kleiner dan drie meter.
- De bezinkgreppel dient minimaal één meter te liggen vanaf de insteek van de sloot.
- De bezinkgreppel is minimaal tien centimeter breed en zestig centimeter diep. De bezinkgreppel kan eenvoudig aangelegd worden met een sleuvenfrees.
- Als alternatief daarop kan een greppel aangelegd worden van maximaal dertig centimeter breed en een vergelijkbare inhoud als een greppel van 10centimeterx60centimeter, als dat de voorkeur heeft van de betreffende teler.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
Deze verplichting tot de aanleg van een bezinkgreppel is van toepassing op percelen gelegen in aandachtsgebieden fosfaat, waar een bufferstrook moeten worden aangehouden van drie meter.

Regelgeving en datum inwerkingtreding
[**PM**]

Verwacht milieueffect
Door de aanleg van een bezinkgreppel op de bufferstrook wordt bij hevige regenval afspoeling van bodemdeeltjes waaraan fosfaat is gehecht voorkomen. Hierdoor wordt eutrofiëring en het risico op eutrofiëring van het oppervlaktewater voorkomen.[**PM**]

Verwacht bedrijfseffect
De aanleg (frezen of graven en huren van een werktuig) van een bezinkgreppel is een eenmalige investering aan het begin van ieder groeiseizoen. Gedurende het jaar zal, ter voorkoming van dichtslibben van de bezinkgreppel ook onderhoud gepleegd moeten worden aan de greppel. Gezien de ligging van de bezinkgreppel, op de bufferstrook, gaat de aanleg van de greppel niet ten koste van beteelbaar oppervlak. [**PM**]

Verwacht effect uitvoering en handhaving
[**PM**]

5.4.3 Groen op de bufferstrook

Doel en omschrijving van de maatregel
Een maatregel ter voorkoming van de afspoeling van bodemdeeltjes met fosfaat in oppervlaktewater is een begroeide bufferstrook. Bufferstroken op bouwland in aandachtsgebieden fosfor zullen niet langer braak mogen liggen. De bufferstrook dient begroeid te zijn. De wijze waarop kan ingevuld worden door de landbouwer. In aanvulling hierop kan de landbouwer kiezen voor een grotere inspanning en in het kader van de eco-regeling of bloemen of kruiden te laten groeien op de bufferstrook. Bufferstroken met kruiden hebben naar verwachting een drie keer zo groot effect op de voorkoming van de uit- en afspoeling van nutriënten naar oppervlaktewater.[47] Om deze extra effectiviteit te bereiken wordt via de eco-regeling het aanleggen van kruidenrijke bufferstroken gestimuleerd.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
De maatregel groen op de bufferstrook wordt toegepast op bufferstroken op bouwland gelegen in aandachtsgebieden fosfor op alle grondsoorten.

Regelgeving en datum inwerkingtreding
[**PM**].

[47] Onderzoek effecten mestbeleid 2024.

Verwacht milieueffect
Verminderd afspoeling naar het oppervlaktewater en daarmee de belasting van het oppervlaktewater met fosfor. Eutrofiëring en het risico op eutrofiëring wordt daarmee voorkomen [**PM**].

Verwacht bedrijfseffect
[**PM**]

Verwacht effect uitvoering en handhaving
[**PM**]

5.5 Overige verplichtende maatregelen

5.5.1 Actualiseren grondsoortenkaart

Doel en omschrijving van de maatregel
De grondsoortenkaart voor het mestbeleid beschrijft voor elk topografisch perceel de wettelijke grondsoort: zand, löss, klei of veen. Deze kaart, opgenomen in het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet (Ubm), is sterk verouderd en geeft niet meer voor elk perceel de juiste grondsoort weer. Bovendien zijn de perceelsgrenzen afgeleid van het niet meer bestaande zogenoemde PIPO-percelen-bestand. Uit de verkenning, uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in 2024, volgt dat op dit moment aan circa 49.200 hectares een onjuiste grondsoort wordt toegekend.

Gebruiksvoorschriften en gebruiksnormen worden bepaald aan de hand van de grondsoort van het perceel. Om dus de juiste en meest effectieve gebruiksvoorschriften en -normen toe te passen door de landbouwer is het belangrijk dat de grondsoort van het perceel actueel is en aansluit bij de realiteit. Om deze reden wordt de grondsoortenkaart in het Ubm geactualiseerd. Hierbij wordt de meest actuele bodeminformatie vertaald naar de vier grondsoorten voor het mestbeleid. Daarbij zal gebruik worden gemaakt van de actuele perceelgrenzen afkomstig van de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT).

[omgang herzieningsverzoeken **PM**]

Na de initiële actualisatie van de grondsoortenkaart is het voorzien om met elk actieprogramma (eens per vier jaar) een aanpassing uit te voeren met de meest actuele landelijke bodemkaart en actuele perceelsgrenzen, zodat de kaart ook in de toekomst actueel blijft.
De bodem verandert continu en recentere informatie daarover is beschikbaar. Door het verwerken van deze informatie in de grondsoortenkaart voor het mestbeleid sluit deze weer beter aan bij de realiteit. Het toepassen van onjuiste gebruiksvoorschriften en gebruiksnormen kan negatieve effecten hebben op de waterkwaliteit. Na het actualiseren van de grondsoortenkaart worden weer de juiste gebruiksnormen en voorschriften voorgeschreven.

Tot slot is de huidige grondsoortenkaart voor het mestbeleid is opgenomen in Bijlage I van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet. Om het wijzigen van de kaart eenvoudiger te maken is er de wens om de kaart in de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet op te nemen. Hiervoor is eerst een wijziging van de Meststoffenwet benodigd. Het voornemen is om de kaart met elk actieprogramma (elke vier jaar) te actualiseren.

Op welke grondsoort(en) is de maatregel van toepassing
Het betreft alle landbouwpercelen in Nederland.

Regelgeving en datum inwerkingtreding

Vooruitlopen op een wijziging van de Meststoffenwet en de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet, wordt bijlage I van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet gewijzigd per 1 januari 2027.

Verwacht milieueffect
Door het actualiseren van de grondsoortenkaart en het daardoor toekennen van de juiste grondsoort aan het perceel, worden op alle percelen weer de juiste gebruiksvoorschriften en gebruiksnormen toegepast. Daardoor wordt een positief effect verwacht op de waterkwaliteit. Emissies naar het milieu worden beperkt op percelen die nu verkeerd geclassificeerd zijn, omdat de werkelijke grondsoort tot meer emissies leidt dan de grondsoort waar het perceel volgens de oude grondsoortenkaart onder valt.

Verwacht bedrijfseffect
[**PM**]

Verwacht effect uitvoering en handhaving
Deze maatregel is goed uitvoerbaar en handhaafbaat. Een actuele en juiste grondsoortenkaart komt het toezicht op de naleving van de gebruiksnormen en uitrijdbepalingen ten goede door meer transparantie.

5.5.2 Uitvoering Europese Meststoffenverordening

Gedurende het 8e actieprogramma zal de Europese Meststoffenverordening (EU 2019/1009) door de Europese commissie worden geëvalueerd. Met deze verordening is de Europese handel in meststoffen geharmoniseerd, waardoor het voor Nederlandse meststoffenproducenten eenvoudiger is bemestingsproducten op een Europese markt te brengen, maar daarnaast ook voor buitenlandse producenten om deze producten op de Nederlandse markt te brengen.

Nederland heeft een conformiteitsbeoordelingsstructuur opgezet, waarbij aangemelde instanties ("notifying bodies") meststoffen beoordelen alvorens ze op de markt gebracht kunnen worden. De NVWA is in april 2020 reeds aangewezen als de bevoegde autoriteit die verantwoordelijk is voor de aanmelding van conformiteitsbeoordelende instanties en de voorbereiding daarvan (procedures beoordeling en aanmelding). In 2022 is de nationale meststoffenregelgeving (Meststoffenwet, Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet en Urm) aangepast om de handel en het gebruik van de producten die onder deze verordening op de markt worden gebracht, mogelijk te maken.

De nationale regelgeving wordt momenteel geëvalueerd, om te bezien waar die regelgeving aanvullende aanpassing behoeft om beter aan te sluiten op de Europese Meststoffenverordening, zoals het mogelijk overnemen van de Europese standaarden voor verontreinigingen, landbouwkundige eisen en meetmethodes om deze te bepalen. Daarnaast wordt bezien of nationale regels gesteld moeten worden voor nieuwe categorieën, die met name een nationale afzet kennen.

5.5.3 Herwonnen stikstofmeststoffen uit dierlijke mest (RENURE)

Nederland heeft in Europa een vooruitstrevende positie in de verwerking van dierlijke mest en andere organische reststromen. In het 5e en 6e actieprogramma is, in pilot-vorm (paragraaf 5.4.1.2), ervaring opgedaan met de productie, handel en gebruik van bemestingsproducten uit dierlijke mest. Daarmee is veel input geleverd voor het proces voor de ontwikkeling van criteria voor het veilig gebruik van herwonnen stikstofmeststoffen uit dierlijke mest (Renure), dat door de Europese Commissie is ingezet. Het Joint Research Centre van de Europese Commissie heeft in september 2020 criteria aan de Europese Commissie opgeleverd. Met dergelijke criteria wordt geborgd dat deze producten boven de gebruiksnorm voor dierlijke mest kunnen worden ingezet in op grond van de Nitraatrichtlijn aangewezen kwetsbare zones, zonder dat dit extra milieurisico's voor bodem, water en lucht oplevert.

Op 19 april 2024 heeft de Europese Commissie op grond hiervan een voorstel voor aanpassing van de Nitraatrichtlijn gedaan, waarmee enkele RENURE[48]-producten boven de gebruiksnorm voor dierlijke mest zouden kunnen worden gebruikt.[**PM**]

5.6 Overige stimulerende maatregelen

5.6.1 Stimuleren van organische stofrijke meststoffen

[**PM**]

5.6.2.Subsidieregeling emissiereducerende mestaanwending (precisiebemesting)

[**PM**]

[48] RENURE: REcovered Nitrogen from manURE, het gaat om stikstofhoudende meststoffen die gewonnen worden uit dierlijke mest, of digestaat waar dierlijke mest voor is gebruikt.

Hoofdstuk 6 Praktijk onderzoek

[PM]

Hoofdstuk 7 Toezicht en handhaving

7.1 Inleiding

Net als in het 7e actieprogramma is toezicht en handhaving een belangrijk onderdeel in dit actieprogramma. De reeds ingezette Versterkte Handhavingsstrategie mest (hierna: VHS Mest) zal worden voortgezet en geoptimaliseerd met het oog op een adequate uitvoering en handhaving van de tot nu toe ingezette maatregelen en de in het 8e actieprogramma op te nemen nieuwe maatregelen. De VHS Mest is erop gericht om de naleving van de regelgeving bij de aanwending, het transport en de verwerking van mest te verbeteren.

7.2. Achtergrond toezicht en handhaving mestbeleid

De regelgeving rondom het mestbeleid is opgenomen in de Meststoffenwet en onderliggende regelgeving en in het Bal. Het toezicht en handhaving op de mestwetgeving wordt uitgevoerd door RVO en de NVWA.

RVO registreert de gegevens die landbouwers en intermediaire ondernemers in het kader van de mestregelgeving verplicht moeten bijhouden en doorgeven, voert administratieve controles uit en verzorgt de communicatie met ondernemers over de mestregelgeving. RVO voert de handhaving bestuursrechtelijk uit. De NVWA ziet samen met de RVO toe op de naleving van het mestbeleid. De NVWA voeren de fysieke controles uit bij de ondernemers. Bij het vaststellen van één of meerdere overtredingen bij inspecties door de NVWA wordt veelal bestuursrechtelijke handhaving ingezet. In een aantal situaties handhaaft de NVWA niet bestuursrechtelijk, maar strafrechtelijk. Ook heeft de NVWA een eigen Inlichtingen- en Opsporingsdienst (hierna: NVWA-IOD). De NVWA-IOD is de recherche van de NVWA en doet strafrechtelijk onderzoek naar grootschalige criminaliteit die een gevaar vormt voor de voedselveiligheid, volksgezondheid en de gezondheid van planten en dieren in Nederland.

Zowel NVWA als RVO voeren eigen controles en inspecties uit vanuit eigen analyses en opsporing en werken daarnaast veel samen om naleving van de mestregelgeving te borgen, bijvoorbeeld op het gebied van data. De handhaving van het mestbeleid wordt risicogericht aangepakt.

7.3. Versterkte Handhavingsstrategie Mest

In september 2018 is de VHS Mest[49] uitgebracht. Deze strategie was een voorwaarde van de aan Nederland verstrekte derogatiebeschikking 2018-2019[50]. Deze strategie heeft tot doel ervoor te zorgen dat de regels van het Nederlandse mestbeleid beter worden nageleefd en dat eventuele informatie die wijst op een situatie van niet-naleving doeltreffend wordt opgevolgd. Op 31 mei 2023 is een update van de VHS Mest 'Voortgang en voortzetting versterkte handhavingsstrategie mest' uitgebracht.[51]

De VHS Mest omvat diverse maatregelen om de naleving van de mestregelgeving te vergroten. Hierbij wordt onder andere gebruik gemaakt van risicobenadering in de risicovolle gebieden, samenwerking tussen toezichthoudende instanties en innovaties op het gebied van analyse en opsporing. Daarnaast zijn er vanwege de extra druk op de mestmarkt door de afbouw van de derogatie extra maatregelen genomen zoals genoemd in de Kamerbrief van 13 september 2024[52]

[49] Kamerstukken II, 2018/2019, 33037, nr. 311.
[50] Uitvoeringsbesluit (EU) 2018/820 van de commissie van 31 mei 2018 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen.
[51] Kamerstukken II, 2022/2023, 33037, nr. 495.
[52] Kamerstuk 33 037 nr. 559

en is er een taskforce mestmarkt opgericht. In het 8e actieprogramma worden een aantal ontwikkelingen verder uitgediept en versterkt. Hieronder ga ik dieper in op deze onderdelen.

7.4 Voorziene acties Versterkte Handhavingsstrategie Mest periode 2026-2029

7.4.1 Realtime Vervoersbewijs Dierlijke Mest (rVDM)

Onder het 7e actieprogramma betrof de invoering van het realtime Vervoersbewijs Dierlijke Mest (hierna: rVDM) een belangrijk onderdeel van de VHS Mest. Het rVDM is 1 januari 2023 van start gegaan voor het vooraf melden van het vervoer van dierlijke mest binnen Nederland en op 1 januari 2024 is de koppeling van de import en export van mest aan het rVDM ingevoerd.[53] Met rVDM leveren ondernemers vooraf alle transportgegevens digitaal en realtime aan en worden vooraf gecontroleerd om mest te mogen vervoeren. Door het rVDM verbetert de kwaliteit van de gegevens waardoor er meer inzicht in, en een betere verantwoording van de meststromen is ontstaan. Hierdoor wordt de beschikbare handhavingscapaciteit efficiënter ingezet, wat de pakkans bij overtredingen vergroot.

De aandacht gedurende het 8e actieprogramma zal zich met name richten op diverse verbeteringen om het melden in rVDM verder te optimaliseren voor de gebruikers. Ook zal de data uit het rVDM verder geoptimaliseerd worden in combinatie met andere databronnen. Zowel de NVWA als RVO kunnen met de gegevens van ander databronnen, samen met rVDM gegevens, analyses uitvoeren of een bedrijf zich aan de gestelde regels voor het mesttransport, de gebruiksnormen, de mestverwerkingsplicht en de verantwoordingsplicht houdt. RVO richt zich hierbij op de administratieve handhaving en de NVWA op de fysieke handhaving. Ook wordt verder gekeken naar kwaliteitsverbeteringen in het aanleveren van rVDM-gegevens en de wijze waarop de systemen van de overheid, de bedrijfsmanagementsystemen en de GR-apparatuur – gegevensregistratie op het transportmiddel van het tijdstip en de locatie van het laden en het lossen – met elkaar samenwerken. Hierbij past ook het verder aanscherpen van het interventiebeleid.

7.4.2 Control Room

De Control Room is een belangrijke schakel tussen de beschikbare data in de mestketen en de fysieke en administratieve handhaving van NVWA en RVO. Deze zal worden opgericht. Op een data gedreven manier worden analyses omgezet naar inzichten en informatie voor beide organisaties. Door het efficiënt ontsluiten van beschikbare data, ondersteunt de Control Room toezichthouders en handhavers van NVWA en RVO bij hun taken en brengt het actuele trends en ontwikkelingen in beeld. Door het inzetten van slimme datatechnologie en datawetenschap is het uiteindelijke doel, dat de Control Room op basis van herkenning van patronen, gevallen van niet-naleving voorspellend kan selecteren.

De ontwikkeling van deze innovatieve methoden van controle versterkt de informatiepositie voor de handhaving om beter risicogericht te kunnen optreden. De inzet is vervolgens om via risicogericht handhaven, op een doeltreffende en effectieve manier het naleefgedrag positief te beïnvloeden.

7.4.3 Gebiedsgerichte handhaving

Bij gebiedsgerichte handhaving mest (hierna: GGH) wordt door diverse toezichthoudende organisaties samengewerkt. Dit levert naast het opsporen van niet naleving, inzichten in het gezamenlijk handhaven op. Er wordt in de gebieden samengewerkt tussen de NVWA, RVO,

[53] De eerste ervaringen van NVWA en RVO sinds het operationeel worden van rVDM zijn positief. Het bedrijfsleven heeft de overgang naar het nieuwe rVDM-systeem en de nieuwe werkwijze snel opgepakt en is positief. Sinds 1 maart 2023 verlopen de uitgevoerde transporten bijna allemaal via rVDM (Kamerstuk 33 037, Nr. 481).

Openbaar Ministerie, politie, de Omgevingsdiensten, waterschappen en provincies. Er zijn op dit moment drie regio's waar deze samenwerking wordt uitgevoerd. Dit zijn De Peel, Twente en de Gelders Vallei. Deze regio's zijn in 2018 als risicogebieden aangemerkt. Als gebiedsafbakening is hierbij gekozen voor de afwateringsgebieden in Nederland.[54] De GGH wordt gedurende het 8e actieprogramma voortgezet. Dit is overeenkomstig de afspraken in de derogatiebeschikking 2022-2025.

De samenwerking in de risicogebieden krijgt vorm door gezamenlijke analyses en controles op inspectielocaties voor te bereiden en uiteindelijk te gaan bezoeken. Dit gebeurt aan de hand van het vormen van een gezamenlijk risicobeeld voor een gebied, het gezamenlijk analyseren van gegevens die beschikbaar zijn vanuit de verschillende toezichthouders, het gezamenlijk risicogerichte inspecties uitvoeren én het toepassen van een consistente interventiemix. Belangrijke randvoorwaarden hierbij zijn het opbouwen en het onderhouden van het netwerk van toezichthouders door gezamenlijke overleggen en bijeenkomsten te organiseren, het inzetten op kennisdeling door gezamenlijke opleidingen, expertises en informatie met elkaar te delen, gezamenlijke communicatieproducten en commitment van alle deelnemende partijen. Dit heeft de laatste jaren tot een multidisciplinaire samenwerking geleid waarbij GGH onderdeel is geworden van de normale manier van werken en dat succesvolle controles oplevert. Ook helpt het netwerk, dat met GGH is ontstaan, alle toezichthouders in het dagelijkse werk, doordat deze elkaar beter kunnen vinden, als er problemen of vragen zijn in een bepaald gebied.

7.4.4 Uitbreiding VHS Mest met nieuwe GGH-gebieden

In de derogatiebeschikking 2022-2025 is ook de voorwaarde opgenomen de versterkte handhavingsstrategie uiterlijk in 2025 geleidelijk uit te breiden met andere regio's. Het gaat om regio's waaruit de beoordeling blijkt, dat het in een hoog risico gebied is. Op basis van actuele data is begin 2025 een analyse uitgevoerd naar alle risicogebieden in Nederland waarbij dezelfde uitgangspunten zijn gebruikt als in de VHS Mest van 2018. Ten opzichte van 2018 zijn er geen aantoonbare nieuwe gebieden bijgekomen met een verhoogd risico op niet naleving van de mestregelgeving. In 2018 is een beperkt aantal gebieden niet meegenomen als risicogebied in het kader van de VHS Mest. Deze gebieden worden nu alsnog toegevoegd aan de VHS Mest om daarmee te voldoen aan de voorwaarde uit de derogatiebeschikking 2022-2025 om alle risicogebieden onder de VHS Mest te laten vallen.

In de Peel e.o. wordt de samenwerking aangevuld met Omgevingsdienst West Brabant en Waterschap Brabantse Delta. In Oost-Nederland wordt de samenwerking aangevuld met Omgevingsdienst Achterhoek, Omgevingsdienst IJsselland, Waterschap Rijn en Ijssel en Waterschap Drents en Overijsselse Delta.

Voor de uitbreiding met nieuwe risicogebieden is ook extra inzet gevraagd en toegezegd van de RVO en NVWA. In de nieuwe gebieden moeten gezamenlijke controles worden voorbereid en uitgevoerd. Het totaal aantal gezamenlijke controles voor GGH zal toenemen van 60 naar 80 controles in de gebieden.

7.4.5 Risicovolle schakels

Naast GGH wordt vanuit de VHS Mest ingezet op extra handhaving van risicovolle schakels in de mestketens, zoals intermediaire ondernemingen, covergisters, mest ontvangende bedrijven en varkensbedrijven. Deze versterkte handhaving wordt ook gedurende het 8e actieprogramma voortgezet en verdiept.

[54] Een nadere toelichting over de gebruikte parameters om tot deze gebieden te komen en waarom deze parameters een verhoogd risico geven op niet naleving van de mestregelgeving, is opgenomen in de VHS Mest (Kamerstukken II, 2018/2019, 33037, nr. 311).

Bij varkensbedrijven is de fraudeprikkel aanwezig vanwege de hoge kosten voor mestafvoer en het minimale volume aan eigen landbouwgrond. Bij deze doelgroep worden er daarom jaarlijks extra risicogerichte controles uitgevoerd. Ook zien we dat varkensbedrijven zich meer gaan bezig houden met intermediaire activiteiten zoals mestverwerking en vervoer van mest.

Bij de handhaving op intermediairs wordt samengewerkt tussen de NVWA-Divisie Inspectie/Expertise, NVWA-IOD, RVO en OM, waarbij gerichte controles worden uitgevoerd bij intermediairs die extra aandacht vragen. Intermediairs vormen meestal de spil als het gaat om het niet naleven van de mestregelgeving. Door de opsporing van de handhavende instanties en via signalen van handhavers, blijkt dat intermediairs diverse methoden toepassen bij het vervoer van mest om de regelgeving te omzeilen of anders te laten voorkomen, dan de werkelijkheid. Naast de intensievere handhaving op deze groep, wordt daarom ook ingezet het beter borgen van het transport. Met de invoering van het rVDM is hier al een grote stap in gezet, maar er is nog meer nodig om ondernemers die het niet volgens de regels willen doen, lastig te maken de regels te omzeilen. Zie ook hiervoor ook de paragraaf 7.5.2. onderzoek GR-GPS voor voertuigen. Het doel is om door intensieve controles, de intermediairs er toe te bewegen de regels na te leven.

Bij covergisting worden mest en toegestane restromen en afvalstromen vergist en wordt energie of groengas opgewekt. Wanneer men dierlijke mest vergist, moeten in eigen administratie gegevens bijgehouden worden. Vaak is de administratie onvoldoende en onvoldoende transparant, waardoor het moeilijk is om te toetsen welke afval- en reststoffen zijn gebruikt. Bij covergisting bestaat altijd het risico van mengen van schadelijke stoffen, die anders tegen aanzienlijke kosten naar een afvalverwerker zouden moeten afgevoerd. Bij covergisters richt de controle zich daarom op de aanwezigheid van een inzichtelijke administratie, het gebruik van een minimum hoeveelheid van 50% dierlijke mest en het gebruik van toegelaten co-materialen (bijlage Aa van het Urm).

Sommige meststoffen (RENURE) zouden in de toekomst onder het Europees voorstel voor toelating van gebruik van verwerkte dierlijke meststoffen in de totale stikstofgebruiksnorm kunnen vallen. Zolang er nog geen besluitvorming over toelating van RENURE door het Brusselse Nitraatcomité heeft plaatsgevonden, telt de stikstof uit deze producten mee voor de gebruiksnorm dierlijke mest. Ook dit vraagt extra toezicht en handhaving omdat er al volop gehandeld wordt in deze meststoffen.

7.4.6 Taskforce mestmarkt

Door de afbouw van derogatie, de invoering van bufferstroken, de maatregelen in de NV-gebieden en de weersomstandigheden in 2023 en in het voorjaar 2024, is de druk op de mestmarkt de afgelopen jaren toegenomen. De prijzen van de mestafvoer zijn sterk gestegen. Daarnaast hebben bedrijven moeite om mestafzet te organiseren.

Onder leiding van het Ministerie van LVVN is een taskforce mestmarkt opgezet. Binnen deze taskforce voeren het ministerie, NVWA en RVO gezamenlijk regie over inzet en voortgang van diverse maatregelen. De taskforce heeft als hoofddoel het gezamenlijk beheersbaar houden van deze situatie op de mestmarkt door krachten te bundelen, gebruik te maken van de verschillende expertise bij beleid en uitvoering, communicatielijnen kort te houden en snelle besluitvorming waardoor er snel geacteerd kan worden op de actuele situatie.

De taskforce werkt met een aantal werkgroepen die vanuit NVWA en RVO worden getrokken en die de taskforce ondersteunen. De werkgroepen voorzien in een mestmonitoring met de actuele situatie en trends van de mestmarkt, zoals mestopslag, mestafzet en dieraantallen. Ook focussen zij zich op gerichte handhaving op die bedrijven, die mogelijk de mestregelgeving niet naleven op basis van signalen uit de mestmonitoring.

Verder zet de taskforce in op goede voorlichting rondom regels van de mestwetgeving aan ondernemers.
Een ander belangrijk aandachtspunt voor de komende jaren wordt het verbeteren van de informatiepositie om knelpunten en problemen binnen de mestsector inzichtelijk te maken. Daarom investeren de NVWA en RVO de komende jaren in het verbeteren van de informatiepositie, onder andere door middel van het ontsluiten van (openbare) databronnen, het inzichtelijk maken van criminele structuren en het opzetten van risicomodellen. Dit vormt de basis voor de inzet van toekomstige interventies.

Ook krijgt het terugleggen van de data aan de ondernemer extra aandacht, omdat deze gebaat is bij inzicht in zijn geregistreerde gegevens bij de overheid en daarmee goed kan anticiperen op het optimaal managen van zijn bedrijf. Als gegevens niet juist of incompleet zijn, kan de ondernemer hier tijdig op reageren. Zo wordt de data kwaliteit beter.

Tot slot wordt er gekeken of bepaalde datastromen van de landbouwer naar de overheid uitgebreider, efficiënter en eerder kunnen worden uitgewisseld zodat deze sneller beschikbaar zijn voor toezicht en handhaving en er een completer beeld ontstaat van de bedrijfssituatie.

7.4.7 Samenwerking verschillende expertises en NVWA Inlichtingen- en Opsporingsdienst

De NVWA-IOD is de recherche afdeling van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Strafrechtelijk onderzoek vraagt om een intensieve samenwerking met andere handhavingspartners om fraudeurs of fenomenen zoals voedselfraude en milieucriminaliteit betekenisvol aan te pakken. Binnen de NVWA geven gezamenlijke afspraken richting en duidelijkheid over onderwerpen die extra aandacht verdienen, hoe de informatiepositie te verbeteren en de inzet van tijd en capaciteit voor inlichtingen en opsporing. Deze afspraken geven de toezichthouder in de breedte van het werk meer slagkracht en een maximaal en zichtbaar maatschappelijk effect. Deze afspraken worden gedurende 8e actieprogramma voortgezet. De inzet van de IOD voor komende jaren om mestfraude te bestrijden staat beschreven in de domeinagenda Meststoffen.

7.5. Overige ontwikkelingen

7.5.1 Certificering als ondersteuning voor toezicht en handhaving

Een belangrijk onderdeel van het plan «Samen werken in een eerlijke keten»[55] is de opzet van een systeem van private ketenborging met onafhankelijke certificering. Op dit moment is er een wetsvoorstel in voorbereiding die het gebruik van private certificeringssystemen mogelijk maakt. Met het wetsvoorstel wordt, in aanvulling op de VHS Mest, verbetering van de naleving van de Meststoffenwet beoogd, met als belangrijk doel de waterkwaliteit in Nederland te verbeteren.

In de praktijk wordt er al enkele jaren onderzoek verricht en ervaringen opgedaan met het kwaliteitssysteem Fertigarant. Bedrijven met zo'n certificaat kunnen bij de overheid een ontheffing aanvragen voor bepaalde verplichtingen vanuit de mestwetgeving. Het onderzoek is eind 2024 voor twee jaar verlengd.[56] De ervaring met het certificeringsschema Fertigarant heeft aangetoond dat private productcertificering in de mestketen voor overheid en sector toegevoegde waarde kan hebben.

Certificering biedt daarbij mogelijkheden om de toezicht capaciteit van de overheid effectiever en efficiënter te benutten, omdat bepaalde onderdelen van de mestregelgeving geborgd worden met behulp van een certificeringsschema en deelnemers aan het certificeringssysteem periodiek

[55] Kamerstuk 33037, nr. 230
[56] Kamerstuk 33037, nr. 580

gecontroleerd worden door de conformiteitsbeoordelende instanties. Hierdoor kan de beschikbare capaciteit meer ingezet worden voor toezicht in risicovolle gebieden en bij risicovolle bedrijven.

De verwachting is dat het wetsvoorstel in 2026 in werking kan treden. In onderliggende regelgeving kunnen vervolgens de kwaliteitssystemen worden opgenomen. Dit zal gedurende het 8e actieprogramma worden geïmplementeerd.

7.5.2 Onderzoek GR-GPS

In de mestregelgeving zijn voor intermediairs die dierlijke mest vervoeren, regels opgenomen om te borgen dat dierlijke mest daadwerkelijk en aantoonbaar wordt getransporteerd van en naar het opgegeven bedrijf of de opgegeven intermediaire onderneming. Dit wordt gezien als essentieel voor de sturingskracht van het stelsel van gebruiksnormen en de verantwoordingsplicht. Intermediairs moeten hiervoor verplicht hun mesttransportmiddelen uitrusten met zogenoemde satellietvolgapparatuur (GPS-apparatuur) en apparatuur die de gegevens van een mesttransport automatisch vastlegt (GR-apparatuur). Ten aanzien van drijfmest moeten intermediairs automatisch een mestmonster nemen. Door de GR en GPS apparatuur worden controle instanties in staat gesteld om achteraf bijvoorbeeld de route van het vervoer van dierlijke meststoffen met zekerheid te reconstrueren. In de aanpak van mestfraude en het verbeteren van de naleving speelt de GR-GPS-apparatuur een belangrijke rol.

In de Kamerbrief van mei 2023[57] wordt melding gemaakt over de storingsgevoeligheid van de GR/GPS apparatuur. In 2024 is daarom een onderzoek[58] gestart. Dit traject moet uiteindelijk leiden tot een keuze voor het aanpassen of vervangen van het huidige GR-GPS systeem op de voertuigen en de mogelijkheid om de routeinformatie beschikbaar te stellen voor de overheid en het daarvoor benodigde implementatietraject. De uiteindelijk inzet is een systeem waarbij het transport van dierlijke mest betrouwbaar en realtime kan worden gevolgd. Gedurende het 8e actieprogramma zal duidelijk worden welke keuzes hierbij worden gemaakt en hoe de implementatie hiervan zal verlopen.

7.5.3 Onderzoek NMR en NIRS

De totale input en output van nutriënten op bedrijfsniveau vereist bemonstering en analyse van vervoerde dierlijke drijfmest, zoals vastgelegd in de Nederlandse Meststoffenwet. Elke vrachtwagenlading dierlijke drijfmest die van eigenaar of locatie wisselt, wordt door een geaccrediteerd laboratorium bemonsterd en geanalyseerd op totaal fosfaat en totaal stikstof. Een methode om stikstof en fosfaat door middel van directe metingen te kunnen bepalen, is via Nucleaire Magnetische Resonantie (hierna: NMR). De toepassing van NMR om de nutriënteninhoud van de mest op het moment van laden te bepalen, maakt realtime beschikbaarheid van nutriënten informatie voor alle betrokken partijen mogelijk en opent in combinatie met locatie specifieke gegevens de mogelijkheid voor precisielandbouw.

In 2024 zijn onderzoeken gestart hoe NMR metingen kunnen ondersteunen bij de nutriëntenbepaling bij het transport van dierlijke mest. In 2025 worden deze onderzoeken voortgezet. Na afronding van de onderzoeken zal duidelijk zijn of NMR-metingen betrouwbaar en in de praktijk uitvoerbaar zijn en hiermee kansrijk zijn voor het bepalen van stikstof en fosfaat bij transporten van dierlijke mest. Een meerwaarde is tevens dat bij het direct kunnen bepalen van de nutriënten de mest ingezet kan worden voor toepassing van precisiebemesting.

7.5.4 Wet Bibob

De Wet Bibob staat voor 'Wet bevordering integriteitsbeoordelingen door het openbaar bestuur'. Deze wet geeft overheidsinstanties de mogelijkheid om de achtergrond van bedrijven en personen met wie zij zakendoen, te screenen. RVO voert een Bibob toets uit bij nieuwe ondernemers die zich willen registreren als intermediair voor het vervoeren, opslaan of verhandelen van dierlijke mest.

[57] Kamerstukken II 2022/2023, 33037, nr. 495.
[58] De werktitel is 'Marktonderzoek vervangende of hernieuwde technieken voor GR apparatuur bij transport van dierlijke mest'.

Ook kan een registratie van een intermediaire onderneming geschrapt worden.[59] Er wordt verkend of de werking van het instrument Bibob verder geoptimaliseerd kan worden, zodat malafide ondernemers effectiever aangepakt kunnen worden. Gedurende het 8e actieprogramma wordt dit nader onderzocht en indien kansrijk, verder uitgewerkt.

[59] Op grond van artikel 38a van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet in het geval en onder de voorwaarden, bedoeld in artikel 3 van de Wet bevordering integriteitsbeoordelingen door het openbaar bestuur.

Hoofdstuk 8 Te verwachten effecten van maatregelen in het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn

In hoofdstuk 5 zijn de maatregelen beschreven die Nederland gedurende de looptijd van het 8e actieprogramma neemt. Ter voorbereiding van het 8e actieprogramma is door het ministerie van LVVN een ex ante onderzoek uitgevoerd naar de effecten van verschillende varianten van maatregelpakketten om zo tot een onderbouwde keuze te komen van de maatregelen die zijn opgenomen in het 8e actieprogramma. In dit ex ante onderzoek is het effect van mogelijke maatregelpakketten in beeld gebracht voor de volgende aspecten: het effect op de waterkwaliteit (grond- en oppervlaktewater), de economische effecten op primaire bedrijven, de inpasbaarheid op bedrijfsniveau en overige milieueffecten, zoals emissies van ammoniak, lachgas, stikstofoxide, methaan, biodiversiteit en bodemkwaliteit. De aandacht voor economische effecten is een aanvulling in vergelijking met de ex-ante onderzoeken voor voorgaande actieprogramma's onder de Nitraatrichtlijn.

Op grond van artikel 16.43 van de Omgevingswet moet in het proces om te komen tot vaststelling van het 8e actieprogramma een plan-milieueffectrapportage (plan-MER) worden opgesteld. Een plan-MER heeft als doel om het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming voor het in beeld brengen en beoordelen van verwachte milieueffecten. In dat kader is aan de Commissie voor de milieueffectrapportage (commissie MER) het ex ante onderzoek van de mogelijke maatregelpakketten en het concept 8e actieprogramma ter advisering voorgelegd (paragraaf 8.2). Dit heeft geresulteerd in een advies van de Commissie MER dat op [**PM**] is ontvangen. In de procedure die moet worden gevolgd bij de milieueffectrapportage is ook vastgelegd dat het publiek de kans moet krijgen om input te leveren en zijn belangen uit te spreken bij het voorgenomen concept 8e actieprogramma. In de periode [**PM**] zijn de internetconsultatie en de zienswijzeprocedure gestart, waarbij eenieder de mogelijkheid heeft gehad om een reactie op het concept van het 8e actieprogramma in te dienen (paragraaf 8.3). De ingediende reacties en zienswijzen zijn verwerkt en hebben geleid tot [**PM**] aanpassing van het 8e actieprogramma.

8.1 Uitkomsten ex ante onderzoek

Het ex ante onderzoek is nodig om te komen tot het 8e actieprogramma en is opgesplitst in verschillende fasen[60]. In de eerste fase van het onderzoek is een lijst met mogelijke maatregelen kwalitatief beoordeeld. Op basis van resultaten van fase één en de gesprekken met diverse stakeholders is de lijst met mogelijke maatregelpakketten vastgesteld die meegenomen is in de ex ante doorrekening van maatregelpakketten (fase twee)[61]. Deze doorrekening heeft geresulteerd in het onderzoek 'Ex ante onderzoek 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn'[62]. Deze paragraaf over de uitkomsten van het ex ante onderzoek 8e actieprogramma is dan ook gebaseerd op de resultaten van dat onderzoek.

De maatregelen zoals weergegeven in tabel 9 zijn doorgerekend op de volgende aspecten: het effect op de waterkwaliteit (grond- en oppervlaktewater), de economische effecten op primaire bedrijven, de inpasbaarheid op bedrijfsniveau en overige milieueffecten, zoals emissies van ammoniak, lachgas, stikstofoxide, methaan, biodiversiteit en bodemkwaliteit. Daarbij is het van belang om op te merken dat de maatregel 2:6 rotatie met rustgewassen niet apart is doorgerekend, maar kwalitatief beschouwd is ten opzichte van de maatregel 1:3 rotatie met rustgewassen.

[60] Kamerstukken II, 2023/24, 33037, nr. 545.
[61] Kamerstukken II, 2024/25, 33037, nr. 597.
[62] Van Boekel et al, 2025, 'Ex ante onderzoek 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn. Effecten van maatregelpakketten op de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater, economie op bedrijfsniveau en overige indicatoren', Wageningen Environmental Research, 2025-3446, juli 2025.

Tabel 9 Overzicht van de maatregelen die onderdeel zijn van het maatregelpakket dat wordt doorgerekend in het kader van het ex ante onderzoek 8e actieprogramma.

Nummer	Afkorting maatregel	Omschrijving	toepassingsgebied
1	Mestvrije bufferstrook	Vervanging van de huidige breedte van de bufferstrook naar 0,5 of 1,0 meter	Gebieden op klei/veen waar grondwaterkwaliteit goed is en dat geen NV-gebied voor oppervlaktewater voor N en/of P is.
2	1:3 rotatie met rustgewassen	Aanpassen van het bouwplan met een minimaal 1:3 rotatie van rustgewassen	Zand-zuid en lössregio
	2:6 rotatie met rustgewassen	Aanpassen van het bouwplan met een minimaal 1:6 rotatie van rustgewassen	Zand-zuid en lössregio
3	Behoud areaal grasland	Behoud areaal grasland: uitgaande van verhouding areaal grasland en bouwland in 2022	Voor alle grondsoorten/heel Nederland
4	Aanpassing van de stikstofgebruiks-normen	Aanpassing N-gebruiksnormen: • Generieke kortingen van 0%, 3%, 5%, 8%, 10%, 15% en 20% • Aanpassing N-gebruiksnorm o.b.v. het CDM-advies	• Generieke korting op alle grondsoorten/heel Nederland • Korting voor gewassen in Zand-Noord, Zand- Midden, Zand-zuid en lössregio
5	N-mineraal meting bij scheuren grasland	Aanpassing van de N-gebruiksnorm na scheuren grasland o.b.v. N-mineraal	Zand-zuid en lössregio
6	Bodembedekking in de winter na maisteelt	Na maïsoogst gras of ander gewas dat de bodem bedekt in de winter	Klei- en veenregio
7	Aanleg infiltratiegreppels	Aanleg infiltratiegreppels	Aandachtsgebieden oppervlaktewater voor P

8.1.1 Rekenvarianten, uitgangspunten en aannames

Om inzicht te krijgen in de effecten van mogelijke maatregelen in het 8e actieprogramma zijn verschillende rekenvarianten doorgerekend (tabel 10). Het doel van het laten doorrekenen van verschillende rekenvarianten is om een volledig beeld te krijgen van de mogelijke uitkomsten en effecten. Voor de doorrekening van de effecten van de maatregelpakketten op waterkwaliteit en de bedrijfseconomische effecten is gebruikt gemaakt van het INITIATOR-model, het LWKM 1.2 en Farmdyn. De effecten van de maatregelen op bodemkwaliteit, biodiversiteit, verdroging en wateroverlast zijn gebaseerd op expert judgement. Voor emissies naar de lucht van met name van

ammoniak (NH3), stikstofoxide (NOx), lachgas (N2O) en methaan (CH4) is ook gebruik gemaakt van het INITIATOR-model.

In de onderscheiden maatregelpakketten zit met name verschil in de aanpassing van de stikstofgebruiksnorm. De andere maatregelen zijn onveranderd meegenomen, waarbij voor de doorrekening van de maatregel 2:6 rotatie met rustgewassen eenzelfde effect voor grond- en oppervlaktewater wordt verondersteld als de 1:3 rotatie met rustgewassen. De onderstaande varianten in mogelijke aanpassing van de stikstofgebruiksnorm zijn doorgerekend.

Tabel 10 Overzicht van de rekenvarianten in het ex ante onderzoek 8e actieprogramma.

Nummer	Rekenvariant	Omschrijving
1	Basisjaar 2022	Berekenen voor het basisjaar 2022 op basis van de Emissieregistratie 2024: • **7AP_ref:** Werkelijke weerjaren + berekende bemesting boven de gebruiksruimte • **7AP_basis** Gemiddelde weerjaren[1] + berekende bemesting boven de gebruiksruimte
2	Referentie inclusief 20% korting in NV-gebieden[2]	Berekeningen referentie voor de zichtjaren 2030 en 2045: • **8AP0:** Gemiddelde weerjaren[1] + berekende bemesting binnen de gebruiksruimte + maatregelen 7eAP, Derogatiebeschikking en KEV2024[3]
3	Rekenvarianten met verschillend reducties van N-gebruiksnormen, inclusief overige maatregelen uit tabel 9.	Berekenen effecten maatregelenpakket voor de zichtjaren 2030 en 2045: • **8AP1**: Referentie + vervallen korting 20% in NV-gebieden + berekende bemesting binnen de gebruiksruimte + reductie N-gebruiksnorm van 0% in alle gebieden + overige maatregelen uit tabel 9. • **8AP2:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 3% korting van de N- gebruiksnorm. • **8AP3:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 5% korting van de N- gebruiksnorm. • **8AP4:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 8% korting van de N- gebruiksnorm. • **8AP5:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 10% korting van de N- gebruiksnorm. • **8AP6:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 15% korting van de N- gebruiksnorm. • **8AP7:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 20% korting van de N- gebruiksnorm. • **8AP8:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met een korting van de N-gebruiksnorm die is afgeleid op basis van het CDM-advies

1. Om inzicht te krijgen in het effect van droge en natte jaren wordt niet alleen het gemiddelde weergegeven, maar ook het 10 en 90-percentiel (bandbreedte) van de nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van het oppervlaktewater.

2. In de referentie worden de maatregelen in het 7e actieprogramma (met uitzondering van de maatregelen in het Addendum op het 7e actieprogramma), de maatregelen in de derogatiebeschikking 2022-2025 en uitgangspunten in de KEV2024 aangehouden.
3. Op basis van de uitgangspunten in de KEV2024 wordt geen berekende bemesting boven de gebruiksruimte verwacht in de zichtjaren.
4. Voor deze rekenvarianten komt de 20% korting in de NV-gebieden te vervallen, zodat er geen extra korting in de NV-gebieden plaatsvindt. Ook deze berekeningen worden doorgerekend met een gemiddeld weerjaar en wordt ook het 10 en 90-percentiel weergegeven.

In de doorrekening van de verschillende rekenvarianten zijn de volgende uitgangspunten en aannames. Voor het basisjaar is 2022 als startjaar genomen voor de prognoseberekening, waarbij de uitgangspunten zijn overgenomen uit de Emissieregistratie 2024. Dit betekent dat voor de Emissieregistratie 2024 de gegevens van de landbouwopgave tot en met 2022 zijn verwerkt. In de referentiesituatie zijn effecten van landbouwkundig ontwikkelingen in beeld gebracht aan de hand van de Klimaat- en Energieverkenning van 2024 (KEV 2024). In de KEV 2024 zijn de maatregelen van het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 opgenomen. Vanwege bijvoorbeeld ontwikkelingen in landgebruik en dieraantallen gaat de KEV 2024 er van uit dat berekende bemesting boven de gebruiksruimte niet plaatsvindt. Voor de waterkwaliteitseffecten ziet het onderzoek uitsluitend op nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater uit landbouwgronden.

In tegenstelling tot het waterkwaliteitsgedeelte van het ex ante onderzoek 8e actieprogramma is voor de bedrijfseconomische analyse als basisjaar 2023 gekozen. 2023 is het jaar met de meest recente data uit het BedrijvenInformatieNet (BIN) van Wageningen Social & Economic Research. Op basis van het BIN zijn gestandaardiseerde bedrijfstypen samengesteld ten behoeve van de doorrekening waarbij onderscheiden is naar melkveehouderij en akkerbouwbedrijven, grondsoortregio's en bouwplannen. Voor een verdere uitleg en duiding over de gehanteerde uitgangspunten en de aannames wordt verwezen naar het onderzoek 'Ex ante onderzoek 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn'. Om inzicht te krijgen in het effect van de maatregelpakketten op de waterkwaliteit en het inkomen van de bedrijven worden de varianten 8AP1 tot en met 8AP8 uit tabel 10 vergeleken met de referentiesituatie.

8.1.2 Resultaten en discussie

Deze paragraaf bevat een korte weergave van conclusies uit het onderzoek 'Ex ante onderzoek 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn' evenals een beknopte weergave van het discussiehoofdstuk in dat onderzoek. Voor een volledig begrip en duiding van de resultaten wordt dan ook verwezen naar dat onderzoek.

Te verwachten effecten waterkwaliteit
In relatie tot het doel van 50 mg/l nitraat conform de Nitraatrichtlijn liggen voor de klei- en veenregio de gebiedsgemiddelde berekende nitraatconcentraties in het basisjaar 2022, de referentiesituatie en het maatregelpakket voor de verschillende rekenvarianten onder het doel van 50 mg/l nitraat, ook als rekening wordt gehouden met natte en droge jaren (uitgaande van de klimaatreeks 1990-2010).

In de regio's zand-noord en zand-midden wordt het doelbereik van maximaal 50 mg/l nitraat (gebiedsgemiddeld) in de zichtjaren 2030 en 2045 voor alle rekenvarianten gehaald. In de droogste jaren wordt een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie boven het doel van 50 mg/l nitraat berekend. In zand-zuid en de lössregio wordt in alle rekenvarianten niet aan het doel van 50 mg/l nitraat voldaan. Voor natte jaren kan de gebiedsgemiddelde berekende nitraatconcentratie beneden de 50 mg/l uitkomen, de berekende nitraatconcentraties voor de lössregio blijven ook in de natte jaren boven de 50 mg/l nitraat.

Aan het doel van de Nitraatrichtlijn om de eutrofiëring van het oppervlaktewater door de landbouw te verminderen wordt, ten opzichte van de referentiesituatie, niet in alle rekenvarianten voldaan. Afhankelijk van de rekenvariant neemt de uit- en afspoeling op het schaalniveau van de waterschappen voor stikstof toe met maximaal 7% of is er een afname van maximaal 4%. Het effect van de maatregelpakketten op de fosforbelasting van het oppervlaktewater ten opzichte van de referentiesituatie is beperkt met een afname van 1% of een toename van 2%.

De landbouwopgave in dit onderzoek is gedefinieerd als de benodigde vermindering van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden. In het basisjaar 2022 wordt, op basis van de meest recente meetgegevens, voor 46% van alle regionale KRW-waterlichamen een opgave berekend. Voor de referentie neemt dit aantal af naar 39% voor stikstof en 41% voor fosfor. Afhankelijk van het maatregelpakket kan dit voor stikstof afnemen naar 36%, voor fosfor blijft dit voor alle rekenvarianten 41%. De grootste afname voor stikstof en fosfor van het aantal regionale KRW-waterlichamen met een landbouwopgave wordt berekend voor de stroomgebieden Maas en Rijn-Oost.

In algemene zin wordt opgemerkt dat in het Onderzoek effecten mestbeleid 2024 dat in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2024 is verricht aandacht is besteed aan de onzekerheden als gevolg van aannames over het weersverloop, de effecten van landgebruiksverandering, aannames over de wijze waarop omgegaan met mest die niet binnen de gebruiksruimte kan worden geplaatst, de berekening van de verdeling en de toepassing van mest en de berekening van de opname van nutriënten door gewassen bij de teelt van vanggewassen. De conclusies uit dat onderzoek zijn ook van toepassing voor het 'ex ante onderzoek 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn'

Gedurende de uitvoering van het ex ante onderzoek voor het 8e actieprogramma wordt door de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM), ter uitvoering van het 7e actieprogramma, een advies opgesteld met betrekking tot het actualiseren van de stikstofgebruiksnormen voor de zandgebieden zand-noord, zand-midden en zand-zuid. Het uitgangspunt bij het afleiden van de stikstofgebruiksnormen is dat de nitraatconcentratie onder landbouwgronden aan het doel van maximaal 50 mg/l nitraat gaat voldoen. Bij het vaststellen van de stikstofgebruiksnormen is gebruik gemaakt van het WOGWOD-model. Op basis van resultaten uit het CDM-advies heeft het ministerie van LVVN gebruiksnormen afgeleid die zijn toegepast voor rekenvariant 8AP8. Op voorhand werd verwacht dat met de rekenvariant 8AP8 ook in zand-zuid en de lössregio aan het doel van 50 mg/l nitraat zou worden voldaan. Voor zand-zuid wordt in het ex ante onderzoek voor het 8e actieprogramma daarentegen met ANIMO/LWKM in 2045 een gemiddelde nitraatconcentratie van 53 mg/l berekend en voor de lössregio 64 mg/l nitraat.

Het is in het tijdsbestek van het 'ex ante onderzoek 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn' niet mogelijk geweest om een uitgebreide analyse uit te voeren voor de verklaring van het verschil. In de milieueffectrapportage van het 7e actieprogramma (van Boekel et al., 2021) zijn beide modellen toegepast en zijn in de discussieparagraaf een aantal verschillen benoemd.[63] Deze verschillen zijn ook van toepassing voor de bevindingen in 'ex ante onderzoek 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn'. Daarnaast wordt de berekende nitraatconcentratie met name bepaald door de uitspoelfractie (UF). De uitspoelfractie geeft aan welk deel van het N-bodemoverschot uitspoelt naar het grondwater. Recent heeft er een actualisatie plaatsgevonden van de uitspoelfracties (Brussée et al., 2024) die zijn meegenomen bij het actualiseren van de stikstofgebruiksnormen door WOGWOD. Verder zijn er een aantal aanvullende mogelijke oorzaken voor het verschil, bijvoorbeeld doordat in CDM-studie geen overige maatregelen uit het 8e actieprogramma zijn meegenomen of door verschillen in gehanteerde arealen grasland, maïs en akker- en tuinbouw. Tevens zijn de gevolgen van de nieuwe gebruiksnormen op de toediening van dierlijke mest onvoldoende meegenomen in de modelberekeningen. Om de verschillen beter te duiden kan uitgebreidere analyse van de resultaten

[63] Van Boekel, E.M.P.M., P. Groenendijk, J. Kros, L.V. Renaud, J.C. Voogd, G.H. Ros, Y. Fujita, G.J. Noij & W. van Dijk, 2021. Effecten van maatregelen in het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Milieueffectrapportage op planniveau. Rapport 3108. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

worden uitgevoerd. Binnen het tijdsbestek van deze studie was het echter niet mogelijk om een uitgebreide analyse uit te voeren.

Te verwachten effecten op overige milieueffecten
Het grootste effect op de emissies van ammoniak (NH3), lachgas (N2O) en stikstofoxiden (NO) wordt gerealiseerd tussen het basisjaar 2022 en de referentie. Het effect van het maatregelpakket ten opzichte van de referentie is, afhankelijk van de stikstofgebruiksnorm licht positief of licht negatief en wordt met name veroorzaakt door veranderingen in de mestgiften (als gevolg van aanpassingen in de stikstofgebruiksnorm) en behoud van het areaal grasland.

Het effect van het maatregelpakket op de bodemkwaliteit, biodiversiteit, verdroging en wateroverlast is vrij beperkt en kan zowel positief als negatief zijn. Het effect zal in belangrijke mate bepaald worden door de wijze waarop de maatregelen in de praktijk worden geïmplementeerd.

Voor de economische inschattingen zijn de N-responsecurves van gewassen een bron van onzekerheid, alsmede van rasontwikkelingen, waardoor de kg-opbrengst trendmatig stijgt en daarmee in principe ook de stikstofafvoer via oogstproduct. Ook worden gewassen veredeld op efficiënte nutriëntenopname (NUE)waardoor de economisch optimale N-gift wat hoger komt te liggen.

Te verwachten effecten op het bedrijfsinkomen
Conclusies akkerbouw
In de referentiesituatie waarin sprake van een voorzetting van de maatregelen uit het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025 (inclusief de NV-gebieden) wordt een toename van inkomen verwacht op de akkerbouwbedrijven buiten NV-gebieden in vergelijking met de situatie in het basisjaar. Dit kan verklaard worden door de hogere mestacceptatiekosten. Effecten van hoogte van de korting van de stikstofgebruiksnorm (op bedrijfsniveau) is afhankelijk van gehanteerde opbrengstresponsefunctie van de gewassen en het inkomen van het betreffende gewas per hectare. Aan de hand van de berekende uitkomsten is de trend dat vanaf 10% korting op stikstofgebruiksnorm (op bedrijfsniveau) dalende kg-opbrengsten en inkomen kunnen optreden. Dit zal zich naar verwachting als eerste voordoen op het consumptieaardappelbedrijf op klei en op de overige akkerbouwbedrijven in zand.

Conclusies Melkveehouderij
Inkomenseffecten van de mogelijke maatregelpakketten voor het 8e actieprogramma kunnen voor de melkveehouderij groot tot zeer groot. Dit effect wordt in grote mate bepaald door de hoogte van de korting op stikstofgebruiksnorm, de 1:3 rotatie met rustgewassen en behoud van het areaal grasland. In welke mate dit effect impact heeft is onder andere afhankelijk van het gebied waarin het bedrijf zich bevind. Dit komt boven op de extra mestafzetkosten in de referentiesituatie ten opzichte van het basisjaar, waarin het hebben van een derogatiebeschikking is meegenomen. De kans dat melkveebedrijven eerder stoppen dan gepland, neemt toe (Jongeneel e.a., 2024)

Overigens zijn ook binnen groepen bedrijven grote verschillen te verwachten, mede door structuurverschillen (zoals bedrijfsomvang en bouwplan, ook op vergelijkbare grondsoort) en door verschillen in bemestingsmanagement. In de praktijk zijn er allerlei beperkingen waardoor men niet gemakkelijk het bouwplan wijzigt zoals meerjarige contracten met de verwerkende industrie, zoals Cosun, aardappelverwerkende industrie en conservenindustrie.

In de rapportage ‘ex ante onderzoek 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn’ wordt opgemerkt dat het model FARMDYN een geoptimaliseerde bedrijfsopzet geeft. Dit betekent dat in verhouding tot de stikstofgebruiksnorm relatief meer stikstof toegepast wordt bij hoogsalderende gewassen dan bij laagsalderende gewassen. In werkelijkheid zal niet iedere ondernemer tot een geoptimaliseerde bedrijfsopzet komen met daarin een optimale inzet van stikstof. Daarnaast zijn de opbrengst-

responsecurve in FARMDYN gebaseerd op bemestingsproeven van 20 jaar geleden. Door verbetering van de gewasverzorging en -veredeling zijn de gewasopbrengsten hoger wat kan leiden tot een hogere afvoer van stikstof middels het geoogste gewas. Daarentegen werken de opbrengstresponsecurve met totale stikstofniveaus per gewas. In de praktijk wordt stikstof vaak in een combinatie van dierlijk en kunstmest gegeven en verdeeld in deelgiften over het seizoen, zo goed mogelijk aansluitend bij de behoefte van het gewas. Onder andere de mate van vakmanschap kan bepalend zijn in de relatie tot stikstofgiften en gewasopbrengst en daarmee de risico's op nitraatuitspoeling. De hoge kosten voor de melkveehouderij hangen sterk samen met hoge mestafzetkosten. Wat de hoogte van de mestafzetkosten exact zijn hangt onder andere af van het succes van opkoopregelingen in de veehouderij en de ontwikkeling van mestverwerking en –export.

In onderstaande tabellen worden de resultaten van het 'ex ante onderzoek 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn' inzichtelijk gemaakt voor zowel de melkveehouderij als de akkerbouw.
De scores in tabel 11 (melkveehouderij) en tabel 12 (akkerbouw) voor de nitraatconcentraties in het grondwater en de stikstof en fosforbelasting van het oppervlaktewater hebben de volgende betekenis:

++	Afname van de belasting van grond- en oppervlaktewater > 5%
+	Afname van de belasting van grond- en oppervlaktewater > 1%
0	Afname of toename van de belasting van grond- en oppervlaktewater tussen 0% en 1%
-	Toename van de belasting van grond- en oppervlaktewater > 1%
--	Toename van de belasting van grond- en oppervlaktewater > 5%

De scores in beide tabellen voor de verandering in het bedrijfsinkomen hebben de volgende betekenis.

+	Toename het bedrijfsinkomen >1%
0	Afname of toename van het bedrijfsinkomen tussen -1% en 1%
-	Afname van het bedrijfsinkomen > 1%
--	Afname van het bedrijfsinkomen > 5%
---	Afname van het bedrijfsinkomen > 10%.

Tabel 11 Kwalitatieve verandering van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden naar grondwater en oppervlaktewater en de inkomensverandering voor de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8 ten opzichte van de Referentie voor 2030 voor de melkveehouderij.

Regio/gebied	Rekenvariant	Waterkwaliteit			Economie	
		Grondwater	Opp. water N	Opp. Water P	Intensief	Extensief
Zand-Zuid	8AP1	0	-	+	+	--
	8AP7	+	+	+	--	---
	8AP8	0	0	+	0	--
Zand-Overig	8AP1	-	-	0	+	--
	8AP7	+	0	0	--	---
	8AP8	-	-	0	0	--
Lössregio	8AP1	--	--	0		
	8AP7	0	0	0		
	8AP8	-	--	0		
Kleiregio	8AP1	-	-	0	-	--
	8AP7	+	+	0	-	--
	8AP8	-	-	0	-	--
Veenregio	8AP1	0	-	0	+	+
	8AP7	+	+	0	-	-
	8AP8	0	-	0	+	+

Tabel 12 Kwalitatieve verandering van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden naar grondwater en oppervlaktewater en de inkomensverandering voor de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8 ten opzichte van de Referentie voor 2030 voor de akkerbouw. Tussen haakjes de bandbreedte inkomensverandering per regio per bedrijfstype.

Regio/gebied	Rekenvariant	Waterkwaliteit			Economie	Economie	
		Grondwater	Opp. water N	Opp. Water P	Graan	Aardappel	Overig
Zand-Zuid	8AP1	--	--	0			0(--)
	8AP7	-	0	0			0(--)
	8AP8	-	-	0			-(--)
Zand-Overig	8AP1	-	-	0		0(0)	0(0)
	8AP7	++	+	0		0(-)	0(-)
	8AP8	--	-	0		0(0)	0(0)
Lössregio	8AP1	--	--	0			
	8AP7	0	+	0			
	8AP8	-	-	0			
Kleiregio	8AP1	-	-	0	0(0)	0(0)	0(0)
	8AP7	+	+	0	0(0)	0(0)	0(0)
	8AP8	-	--	0	0(0)	0(0)	0(0)
Veenregio	8AP1	-	-	0			
	8AP7	+	+	0			
	8AP8	--	--	0			

8.2 Advies Commissie voor de milieueffectrapportage

[**PM**]

8.3 Consultatiereacties/zienswijzen

[**PM**]

Hoofdstuk 9 Monitoring

9.1 Monitoring doelsturing

PM

9.2 Monitoring maatregelen 8e actieprogramma

Met de implementatie van het 7e actieprogramma en de derogatiebeschikking 2022-2025, dat gold in de periode 2022-2025, zijn maatregelen zoals het aanhouden van bufferstroken langs waterlopen, rotatie met rustgewassen en de stimulering van de teelt van vanggewassen reeds geïmplementeerd. Aanpassingen aan die maatregelen zullen in het 8e actieprogramma worden geïmplementeerd. De voortgang in de uitvoering van deze maatregelen kunnen via de gegevens die met de gecombineerde opgave worden verstrekt, inzichtelijk gemaakt worden. Het gaat dan om (de voortzetting van) de volgende maatregelen:

- Het aandeel rustgewassen op het totale bedrijfsareaal en de betreffende grondsoort en grondsoortregio,
- Het aandeel vanggewassen op het totale bedrijfsareaal,
- Het areaal grasland ten opzichte van het totale areaal landbouwgrond,
- Het aandeel het percentage blijvend grasland (> 5 jaar) van het totale grasland areaal op de graasdierbedrijven, [**PM**]
- De breedte van de aan te houden bufferstroken.

De met het 7e actieprogramma ingevoerde maatregel rotatie met rustgewassen per periode van vier jaar is ingevoerd in 2023. Dat betekent dat de vierjaarscyclus eindigt in 2026. Vanaf 2027 zal voor de gebieden zand noord en zand midden een nieuwe vierjaarscyclus ingaan, voor het gebied zand zuid en löss gaat dan een driejaarscyclus gelden (zie 5.2.3.).

9.3 Monitoring voor de Nitraatrichtlijn

De Nitraatrichtlijn bevat in artikel 5, zesde lid, en artikel 10 verplichtingen voor monitoring en rapportage over de resultaten van genomen maatregelen om nitraatuitspoeling en eutrofiëring terug te dringen. De resultaten van actieprogramma's werken het snelst door in het water dat uitspoelt uit de wortelzone van een landbouwperceel (uitspoelingswater). Om die reden worden de effecten van de actieprogramma's gemonitord in de bovenste meter van het grondwater, het drainwater of in bodemvocht van lagen juist onder de wortelzone van het landbouwperceel. Voorts worden gegevens verzameld over de aanwezigheid van nitraat in het diepere grondwater, in het water voor productie van drinkwater en in de zoete en zoute oppervlaktewateren. Nederland heeft in de loop der jaren een monitoringssysteem ontwikkeld van metingen op verschillende diepten die tezamen een feitelijk, representatief beeld geven van de waterkwaliteit. De afbeelding hieronder [**PM**] illustreert op welke plekken de waterkwaliteit gemonitord wordt.

De gegevens worden verkregen door middel van metingen die binnen verschillende meetnetten worden uitgevoerd. Het gaat om de volgende meetnetten:

1. Voor uitspoeling uit wortelzone: het LMM. Het LMM bestaat sinds 1992 en is een verplichting die rechtstreeks voortkomt uit de Nitraatrichtlijn. Dit basismeetnet was vanaf 2006 uitgebreid met het derogatiemeetnet om te voldoen aan de monitoringsverplichting uit artikel 10 van de derogatiebeschikking 2022-2025. Met ingang van dit 8e actieprogramma is er geen derogatiebeschikking meer verleend aan Nederland. Dit betekent dat het landbouwers niet meer hoeven deel te nemen aan het derogatiemeetnet. [**PM**]

Beheer en uitvoering van het LMM is in handen van het RIVM. Het RIVM werkt hierin samen met Wageningen Economic Research. Wageningen Economic Research zorgt voor de vastlegging van de landbouwpraktijk op de aan het LMM deelnemende landbouwbedrijven. Deze vastlegging vindt plaats via het Bedrijven-Informatienet. Door samenvoeging van de data van de instituten kan een verband gelegd worden tussen het handelen van de agrarisch ondernemer wat betreft bemesting en de ontwikkeling van de waterkwaliteit. Aansturing van beide meetnetten is sinds 1 januari 2013 de verantwoordelijkheid van het Ministerie van LVVN.

De effectiviteit van het mestbeleid moet op grond van de Nitraatrichtlijn vierjaarlijks worden gerapporteerd aan de Europese Commissie. Dit valt onder de verantwoordelijkheid van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. De vierjaarlijkse nitraatrapportage meldt de situatie en ontwikkelingen van de uit de landbouw afkomstige stikstof en fosfaat in grond- en oppervlaktewater. Zie: www.rivm.nl/nitraatrapportage2020.

2. Voor dieper grondwater: het LMG. Dit meet het diepere grondwater van meer dan 5 m. onder het maaiveld. Het bestaat uit 350 meetlocaties in de vorm van permanente putten, verspreid over het land en de verschillende bodemsoorten, evenals over landbouw, natuur en overig gebied. Grondwatermonsters worden op elke locatie genomen op 5-15 m en 15-30 m onder het grondoppervlak. De frequentie varieert enigszins per grondsoort en diepte van de put. Bij de indeling in regio's en gebieden wordt aangesloten bij het LMM. Het RIVM verzorgt in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat het beheer, de interpretatie van gegevens en de rapportage.

3. Voor water t.b.v. productie drinkwater: monitoringprogramma's drinkwaterbedrijven. De tien drinkwaterbedrijven monitoren de kwaliteit van het water dat voor drinkwater wordt gebruikt. Dat kan gaan om zowel grondwater (145 locaties) als oppervlaktewater (16 locaties). 70% van de grondwaterbronnen hebben een gemiddelde diepte > 30 m, 30% van de bronnen ligt ondieper dan 30 m. De bedrijven zijn verplicht jaarlijks over de kwaliteit te rapporteren aan de Inspectie Leefomgeving en Transport.

4. Voor oppervlaktewater: zes verschillende meetnetten In volgorde van kleine naar grote wateren, wordt de kwaliteit van het oppervlaktewater gemonitord door de volgende meetnetten:
   - Voor sloten op landbouwbedrijven: LMM, (zie hierboven).
   - Voor oppervlaktewater dat overwegend door landbouw wordt beïnvloed: Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater, opgezet in 2010-2012. Bestaande meetpunten van waterschappen in kleine lokale oppervlaktewateren die hoofdzakelijk door nutriëntenemissies uit landbouwgebieden worden belast en zo min mogelijk door kwel en inlaatwater.
   - Voor regionale wateren aangewezen voor de KRW: meetnetten van de 21 waterschappen met een groot aantal waarnemingspunten.
   - Voor de Rijkswateren vallend onder de KRW: meetnet van Rijkswaterstaat
   - Overgangs- en kustwateren vallend onder de KRW: meetnet van Rijkswaterstaat.
   - Voor de open zee: meetnet van Rijkswaterstaat.

Innovatie meettechnieken waterkwaliteit
De ontwikkelingen op het gebied van metingen door middel van sensoren zijn veelbelovend. Het real time meten van de kwaliteit van oppervlaktewater door middel van sensoren gebeurt op diverse plaatsen en geeft inzicht in de dynamiek en in de processen. Ook voor grondwater wordt gezocht naar innovatie methodes om de waterkwaliteit te bepalen.

Monitoring uitspoelingsgevoelige teelten
[**PM**]

Afkortingen PM

Bal:	Besluit Activiteiten Leefomgeving
CDM:	Commissie Deskundigen Meststoffenwet
GGH:	Gebiedsgerichte handhaving mest
GLB:	Gemeenschappelijk Landbouwbeleid
KRW:	Kaderrichtlijn Water
LMG:	Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit
LMM:	Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid
LVVN:	Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur
Mg/l:	milligram per liter
NMR:	Nucleaire Magnetische Resonantie
NV-gebieden:	met nutriënten verontreinigde gebieden
NVWA:	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
RIVM:	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
rVDM:	Realtime Vervoersbewijs Dierlijke Mest
RVO:	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Urm:	Uitvoeringsregeling meststoffen
VHS:	Versterkte Handhavingsstrategie

Literatuurlijst PM

- *7e actieprogramma*: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 7e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2022 - 2025), november 2021 (Kamerstukken II 2021/22, 33037 nr. 431).
- Buijs et. al, 2024, 'Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2022', RIVM-rapport 2024-0064.
- *Derogatiebeschikking 2018-2019*: Uitvoeringsbesluit (EU) 2018/820 van de commissie van 31 mei 2018 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen.
- *Derogatiebeschikking 2022-2025*: Uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 van de Commissie van 30 september 2022 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, PbEU 2022, L 277.
- *Onderzoek effecten mestbeleid 2024*: Groenendijk, P. e.a. (2024), Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen; Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024, Wageningen Environmental Research, 2024-3378, oktober 2024.
- *Nitraatrichtlijn*: Richtlijn 91/676/EEG van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, PbEU 1991, 375.
- *Kaderrichtlijn Water*: Richtlijn 2000/60 EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid, PbEU 2000, L327.
- *Nitraatrapportage 2024*: Claessens, J. e.a. (2024), Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2020-2023) en trend (1992-2023); De Nitraatrapportage 2024 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's, RIVM, 2024-0113 (Nitraatrapportage 2024)

Notitie Verkenning Harmonisatie Bufferstroken

Wageningen University & Research

Roel Kruijne, Piet Groenendijk, Johan Bremmer, Co Daatselaar en Marcel Wenneker

28 juni 2025

Inhoud

Woord vooraf 5
Samenvatting 7
1. Inleiding 11
2. Afbakening en opzet van berekeningen in een verdiepend onderzoek 15
3. Gewasbeschermingsmiddelen 17
3.1 Emissieroutes 17
3.1.1 Emissie via spray drift en atmosferische depositie 18
3.1.2 Emissie via drainagebuizen 20
3.1.3 Emissie via oppervlakkige afspoeling 21
3.2 Aanbeveling voor basis-scenario en opties voor verfijning in vervolgonderzoek 22
4. Nutriënten 25
4.1 Resultaten veldstudies en internationale literatuur 25
4.2 Achtergronden 27
4.3 Hydrologische kenmerken 28
4.4 Emissieroutes 31
4.5 Aanbeveling voor basis-scenario en opties voor verfijning in vervolgonderzoek 32
5 Bedrijfseconomische effecten volgens de basis-scenario's 35
6. Gebruik van kaartgegevens 37
7. Aanpak verdiepend onderzoek 39
7.1 Bewerking kaartgegevens 39
7.2 Basis-scenario's waterkwaliteit 39
7.3 Bedrijfseconomische effecten 39
7.4 Opties voor verfijning 39
8 Indicatieve begroting 41
9 Discussie 43
10 Conclusies 47
Literatuur 49
Bijlage: Begrippenlijst 51

Woord vooraf

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er meerdere regels en voorschriften die beperkingen stellen aan het gebruik en het beheer van stroken landbouwgrond die grenzen aan waterlopen. Dit maakt de uitvoering voor zowel de praktijk als overheid en handhaving complex. In 2023 heeft de toenmalige minister van LVVN aangegeven dat hij voornemens is een integraal systeem voor het aanhouden van de teeltvrije zones en bufferstroken op landbouwgrond op te nemen in de regelgeving. Dit leidt tot de behoefte aan een solide wetenschappelijke onderbouwing van de relatie tussen de effectiviteit en de breedte van gewasbeschermingsvrije - en mestvrije stroken langs waterlopen.

In de periode 2023-2024 zijn gesprekken gevoerd tussen Wageningen Environmental Research (WEnR) en de Ministeries van Landbouw, Visserij, Voedselveiligheid en Natuur (LVVN) en Infrastructuur en Waterstaat (IenW), over een mogelijk onderzoek naar een integraal, eenvoudig stelsel van regels voor het aanhouden van teeltvrije zones en bufferstroken. Begin 2024 is voorgesteld om deze vraag in twee fasen te onderzoeken; een verkenning en een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. Voorliggende notitie is het resultaat van de verkenning. Het doel van dit verkennend onderzoek is om inzichtelijk te maken wat mogelijk en haalbaar is voor een eventueel verdiepend onderzoek naar de effecten van ‘gewasbeschermings- en mestvrije’ stroken op de waterkwaliteit en naar de bedrijfseconomische effecten van het aanhouden van deze stroken.

De review van deze notitie is verzorgd door Ir. Mechteld ter Horst, WEnR Team Environmental Risk Assessment, en door Ir. Erwin van Boekel, WEnR Team Duurzaam Bodemgebruik.

Wageningen, juni 2025

Samenvatting

Deze notitie Verkenning Harmonisatie Bufferstroken is geschreven door Wageningen Research in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselveiligheid en Natuur (LVVN). Het project werd begeleid door een ambtelijke werkgroep met daarin een vertegenwoordiging van het Ministerie van LVVN en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

Probleemstelling

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er vanuit meerdere kaders gedetailleerde voorschriften die beperkingen stellen aan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en mest op teeltvrije zones en bufferstroken langs waterlopen. Dit stelsel van voorschriften maakt de uitvoering voor zowel de praktijk op het boerenerf als voor overheid en handhaving complex.

Doel

Het doel van dit verkennend onderzoek is om inzichtelijk te maken wat mogelijk en haalbaar is in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek naar de effecten van ‘gewasbeschermings- en mestvrije’ stroken op de waterkwaliteit en naar de bedrijfseconomische effecten van het aanhouden van deze stroken. Zo’n verdiepend onderzoek heeft tot doel een solide wetenschappelijke onderbouwing te bieden van de effectiviteit van deze stroken, die een afweging mogelijk maakt tussen ecologie en economie bij het bedenken van een integraal, eenvoudig systeem voor het aanhouden van deze stroken.

Aanpak

In deze verkenning zijn de beschikbaarheid en toepasbaarheid van modellen en methoden en de hiaten in de benodigde kennis geïnventariseerd. De aanpak in een eventueel vervolg is beschreven in de vorm van een aantal basis-scenario’s met opties voor verfijning en daarbij een indicatie van de kosten.

Voorgesteld wordt om in het verdiepend onderzoek onderscheid te maken tussen basis-scenario’s en opties voor verfijning. Een basis-scenario bestaat uit de invoer, een aantal modelberekeningen en modelresultaten. Voor het onderwerp gewasbeschermingsmiddelen worden in de basis-scenario’s de emissie (vracht) en de blootstelling (concentratie) als gevolg van spray drift en atmosferische depositie berekend. De invoer omvat een selectie van gewassen en werkzame stoffen die representatief is voor het huidige gebruik, met de vereiste breedte van de huidige teeltvrije zone als referentie, reductieklasse van de spuitdop, en driftreducerende techniek. Voor het onderdeel nutriënten geldt als basis-scenario de opzet die recent door WEnR werd gehanteerd om het effect van bemestingsvrije stoken op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater te kunnen bepalen. In het verdiepend onderzoek worden de uitkomsten gepresenteerd voor het landelijk gewasareaal. Het basis-scenario voor een gewas omvat een aantal varianten van de breedte van de gewasbeschermings- en mestvrije strook. De effectiviteit van deze strook volgt uit een verschilberekening ten opzichte van de referentie. Elke variant levert een punt in een grafiek met de breedte van de strook op de horizontale as en de effectiviteit op de verticale as.

Voor het onderwerp gewasbescherming voldoet de referentiesituatie aan de eisen volgens het Besluit Activiteiten Leefomgeving. Voor het onderwerp nutriënten wordt in deze verkenning ingegaan op het gebruik van ruimtelijke gegevens over de hydrologie, omdat deze omstandigheden bepalend zijn voor de effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook. Op dit moment zijn de maatregelen van het 7e Actieprogramma Nitraat en van de Derogatiebeschikking 2022

(Uitvoeringsbesluit 2069) leidend. De specificaties van de referentiesituatie in de invoer worden vastgesteld in het verdiepend onderzoek.

Voor gewasbeschermingsmiddelen is een optie voor verfijning om de uitkomsten voor de bijdrage via spray drift en atmosferische depositie aan te vullen met de bijdrage via drainage. Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen is een optie voor verfijning die kan samengaan met het onderwerp nutriënten, door het verbeteren van rekenregels en het inbrengen van informatie over de risico's op de afstroming van water vanaf percelen. De andere opties voor verfijning van de basis-scenario's voor nutriënten zijn een analyse van de gevoeligheid van de effecten voor een alternatieve breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook, en een onderzoek naar emissieroutes waarover minder bekend is of die relatief weinig bijdragen aan de belasting van het oppervlaktewater.

Conclusies

Gewasbeschermingsmiddelen

De beschikbare kennis over de bijdrage van afzonderlijke emissieroutes aan de totale emissie (vracht) en de blootstelling (concentratie) van gewasbeschermingsmiddelen verschilt voor de routes 1) spray drift en 2) atmosferische depositie, 3) afvoer via drainage, en 4) oppervlakkige afspoeling. Voor de watergebonden emissieroutes 3) en 4) geldt dat de resultaten in de internationale literatuur over effecten van bufferstroken in de Nederlandse situatie beperkt toepasbaar zijn.

Er is een sterk afnemend verband tussen de afstand en de emissie van gewasbeschermingsmiddelen via spray drift en atmosferische depositie. Het is mogelijk om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie en de blootstelling als gevolg van spray drift en atmosferische depositie te bepalen op basis van kwantitatieve uitkomsten van berekeningen.

Naar verwachting is er een zwak verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie en de blootstelling via drainage. De verhouding tussen de bijdragen van deze drie emissieroutes aan de totale emissie verschilt per stof. Op jaarbasis kan de emissie via drainage veel groter zijn dan de emissie via spray drift en atmosferische depositie. Het is mogelijk om resultaten voor de emissieroute via drainage te combineren met de resultaten voor de emissieroutes spray drift en atmosferische depositie.

Naar verwachting is er een afnemend verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie via oppervlakkige afspoeling. Het ontbreekt echter aan een geschikte methode om de emissie via deze route op landelijke schaal te berekenen. Het is niet mogelijk om de emissies van gewasbeschermingsmiddelen via spray drift en atmosferische depositie, drainage, en oppervlakkige afspoeling in één rekenschema te combineren met het doel om het verband tussen de breedte van zo'n strook en de totale emissie te schatten.

Nutriënten

Uit deze verkenning blijkt dat voor de kwantificering van diffuse belasting van oppervlaktewater met nutriënten het onderscheid in vier emissieroutes van belang is: (1) uitspoeling via het bovenste grondwater; (2) uitspoeling via drainbuizen; (3) afspoeling vanaf het maaiveld; en (4) 'meemesten' van sloten.

Uitspoeling via het bovenste grondwater: De mate waarin nutriënten verticaal naar het grondwater worden getransporteerd is voor stikstof groot en voor fosfaat gering. Voor deze route is het effect

van een gewasbeschermings- en mestvrije strook sterk afhankelijk van de verhouding van de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel en van de hydrologische omstandigheden in de vorm van wegzijging of kwel.

Uitspoeling via drainbuizen: Op gedraineerde percelen stroomt het grootste deel van het neerslagoverschot naar de drainbuizen. Dit water komt niet in contact met de bodem onder een gewasbeschermings- en mestvrije strook en in een dergelijke situatie is het zuiveringseffect van een strook gelijk aan het effect van een verminderde mestgift op een perceel.

Afspoeling vanaf het maaiveld treedt op bij hevige regenbuien en in regenrijke periodes waarin de grondwaterstand ondiep is. Bij oppervlakkige afstroming in de winterperiode is de stikstofconcentratie van water in plassen op het maaiveld en in de bovenste laag van de bodem doorgaans laag ten opzichte van de zomerperiode. Fosfaat kan daarentegen wel met afstromend water en met bodemdeeltjes (erosie) vanuit plassen en door geulen naar het oppervlaktewater worden getransporteerd. Een betrouwbare kwantificering van deze transportroute is nog niet voorhanden. Wel is duidelijk dat een gewasbeschermings- en mestvrije strook het transport naar het oppervlaktewater op jaarbasis vermindert en dat de reductie groter wordt naarmate de strook breder is, of voorzien is van ruigere vegetatie of een infiltratiegreppel. Het belang van oppervlakkige afstroming in de totale emissie van meststoffen naar het oppervlaktewater verschilt voor stikstof en voor fosfor en daarmee kan ook de werking van een gewasbeschermings- en mestvrije strook verschillend zijn voor stikstof en voor fosfor.

Meemesten van sloten door het morsen tijdens mesttransport of tijdens mesttoediening is gering bij een goede landbouwpraktijk, waar ook het gebruik van een goed afgestelde kantstrooier bij hoort. Naarmate een gewasbeschermings- en mestvrije strook breder is, neemt de omvang van deze route nog sterker af.

Gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten samen

In deze verkenning, waarin onderwerpen voor het bepalen van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken zijn samengebracht, is gebleken dat een integraal onderzoek meer tijd voor uitwisseling en overleg vraagt dan oorspronkelijk voorzien.

Voor de kwantificering van het effect van gewasbeschermings- en mestvrije stroken is behoefte aan een gevoeligheidsanalyse en een inschatting van de onzekerheid van bestaande rekenregels waarmee het verband tussen de breedte van de strook en het effect op de belasting van het oppervlaktewater wordt bepaald.

Het mechanisme van het transport via afstroming van water en sediment en afspoeling van stoffen naar oppervlaktewater is voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten gelijk. Een verdieping van de kennis over transport en emissie via deze route kan de onderbouwing van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken ten goede komen en kan extra inzicht geven in de mogelijkheden om de inrichting van dergelijke stroken te harmoniseren.

Afhankelijk van de situatie, kan de relatie tussen de breedte en het effect van een gewasbeschermings- en mestvrije strook op de waterkwaliteit voor stikstof en voor fosfaat een andere vorm hebben. Ook voor gewasbeschermingsmiddelen is het effect afhankelijk van de toepassing van middelen in de teelt en van het gedrag van stoffen in het milieu.

1. Inleiding

Deze notitie Verkenning Harmonisatie Bufferstroken is geschreven in opdracht van het Ministerie van LVVN. De voortgang is meerdere keren besproken met een ambtelijke werkgroep met daarin een vertegenwoordiging van het Ministerie van LVVN en het Ministerie van IenW.

Aanleiding

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er meerdere voorschriften die beperkingen stellen aan gebruik van gewasbescherming en/of mest op stroken (landbouw)grond die grenzen aan waterlopen. De breedte van zulke gewasbeschermingsvrije stroken verschilt onder meer per gewas, toedieningswijze, middelkeuze. De breedte en de locatie van de 'mestvrije' stroken die sinds 2023 gelden, naar aanleiding van de voorwaarden uit de derogatiebeschikking en op grond van de conditionaliteiten vanuit het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid, hangt af van het type waterloop, het type talud en de grootte van een topografisch perceel. Hierdoor is een gedetailleerd stelsel ontstaan dat de uitvoering voor zowel de praktijk op het boerenerf als voor overheid en handhaving complex maakt. In 2023 heeft de toenmalige Minister van LVVN daarom in verschillende Kamerstukken aangegeven voornemens te zijn een integraal systeem voor het aanhouden van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op (landbouw)grond op te nemen in regelgeving.

Sinds het voornemen om te komen tot integrale bufferstroken is opgenomen in het 7^{e} Actie-programma Nitraat is dit onderwerp in groepen van verschillende samenstelling (verschillende bestuurslagen, interdepartementaal, maatschappelijke organisaties) besproken. In deze sectie is een samenvatting van de discussie gegeven. Bij deze bijeenkomsten waren geen onderzoekers van Wageningen Universiteit en Research aanwezig.

Op die bijeenkomsten is gesproken over welke breedte zo'n strook dan zou moeten hebben, welke aspecten een rol spelen bij het bepalen van de effectiviteit van zo'n strook en welke systemen geraakt worden als de huidige breedtes zouden worden aangepast. Het bleek lastig om op die vragen antwoorden te geven vanwege de vele, soms tegenstrijdige effecten, van of een bredere of een smallere strook. Bij effecten gaat het om zowel de ecologische als bedrijfseconomische effecten van een bepaalde breedte in het nieuwe integrale systeem ten opzichte van het huidige stelsel. De ecologische effecten hebben betrekking op de waterkwaliteit en de biodiversiteit, waarbij de vraag opkomt of rekening gehouden zou moeten worden met niet-doelwit organismen (niet doelwit-planten en niet-doelwit arthropoden). Mogelijke economische effecten zijn opbrengst van de strook of het naastgelegen perceel, gevolg op mestplaatsingsruimte van een strook, afschrijvingskosten van investeringen in spuitapparatuur, emissieschermen en/of plantmateriaal voor meerjarige teelten. Een belangrijk aspect hierbij is dat de huidige toelating van gewasbeschermingsmiddelen onder meer gebaseerd is op de geldende breedtes voor teeltvrije zones. Daarom werd ook gesproken over de vraag of een eventuele wijziging in de breedte van de integrale strook aanleiding zou geven tot herziening van bestaande toelatingen bij een versmalling, of tot nieuwe aanvragen door toelatingshouders bij een verbreding. Dit kan consequenties hebben voor het middelenpakket en ook daar kunnen indirecte economische en ecologische effecten uit voortkomen.

In de discussies in werkgroepen kwamen vragen voorbij over het gebruik van de strook: bepaalt het beheer van de strook (wel of geen gewas, het type gewas) de effectiviteit ervan? Onduidelijkheid bestond ook over de effectiviteit van emissieschermen voor bladmeststoffen en gewasbeschermingsmiddelen, bijvoorbeeld vanwege het risico op afspoeling (vanaf schermen naar oppervlaktewater) in sommige teelten. Ook werden vragen gesteld over de effectiviteit bij bepaalde productiemethoden, met name bij biologische teelten, en of het voor de uitspoeling van meststoffen

überhaupt uitmaakt of een waterloop breed of smal is, en of sprake is van een flauw talud/ecologische oever of niet. Tevens kwam de mate van driftreductie aan de orde. Het gebruik van driftreducerende technieken met een minimumreductie van 95% is reeds gecommuniceerd naar de Tweede Kamer. Het is nog niet duidelijk wat dit voor het middelenpakket betekent en hoe dit zich verhoudt tot breedtes van teeltvrije zones en de emissies als gevolg van drift. De beelden over alle vraagstukken liepen in deze discussies uiteen.

Om een stap voorwaarts te kunnen zetten, is behoefte aan een solide wetenschappelijke onderbouwing van de relatie tussen de effectiviteit en de breedte van de gewasbeschermingsvrije - en mestvrije strook langs waterlopen. Deze informatie kan vervolgens worden gebruikt bij de besluitvorming over een op elkaar afgestemd (integraal) systeem van gewasbeschermings- en mestvrije stroken.

Uit eerste oriënterende gesprekken met onderzoekers over de opzet en reikwijdte van de gewenste solide wetenschappelijke onderbouwing bleek dat de huidige modellen mogelijk niet of nog niet geschikt zijn om de specifieke berekeningen te maken die nodig zijn. Er is bijvoorbeeld geen informatie beschikbaar over de effectiviteit van het aanhouden van een strook langs een flauw talud, of over het verschil in effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken langs bredere of smallere waterlopen. Ook zijn de uitgangspunten en uitkomsten van bepaalde modellen die specifiek zijn ontwikkeld om bijvoorbeeld de emissie en de blootstelling via spray drift als gevolg van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te berekenen, of om de uitspoeling van nutriënten te berekenen, niet zomaar met elkaar te vergelijken. Of deze modellen hebben betrekking op een andere ruimtelijke schaal en situatie langs een waterloop.

Voorgesteld werd, vooruitlopend op een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepende studie en het daadwerkelijk ontwikkelen van een voorstel voor een integraal systeem, eerst een verkennend onderzoek uit te voeren naar de wetenschappelijke mogelijkheden en onmogelijkheden van een verdiepend onderzoek naar de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken langs waterlopen. In dit onderzoek wordt verkend in welke mate met de huidige modellen een solide wetenschappelijke onderbouwing überhaupt mogelijk is en welke mate van representativiteit van de uitkomsten dit oplevert. Het verkennend onderzoek kan vervolgens aangeven welke investering in modellen of aanvullend onderzoek nodig is om de representativiteit van een vervolgonderzoek naar een integraal systeem te vergroten. Ten slotte zou dit verkennend onderzoek kunnen helpen met een aantal politiek inhoudelijke keuzes die moeten worden gemaakt in de uitgangspunten (hoe gaat een vervolgonderzoek eruit zien, wat wordt de scope), voordat een besluit wordt genomen om een vervolgonderzoek naar het berekenen van de effectiviteit van bepaalde breedtes van gewasbeschermings- en mestvrije stroken langs waterlopen op te starten.

Probleemstelling

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er vanuit meerdere kaders gedetailleerde voorschriften die beperkingen stellen aan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en mest op teeltvrije zones en bufferstroken langs waterlopen. Dit stelsel van voorschriften maakt de uitvoering voor zowel de praktijk op het boerenerf als voor overheid en handhaving complex.

Doel

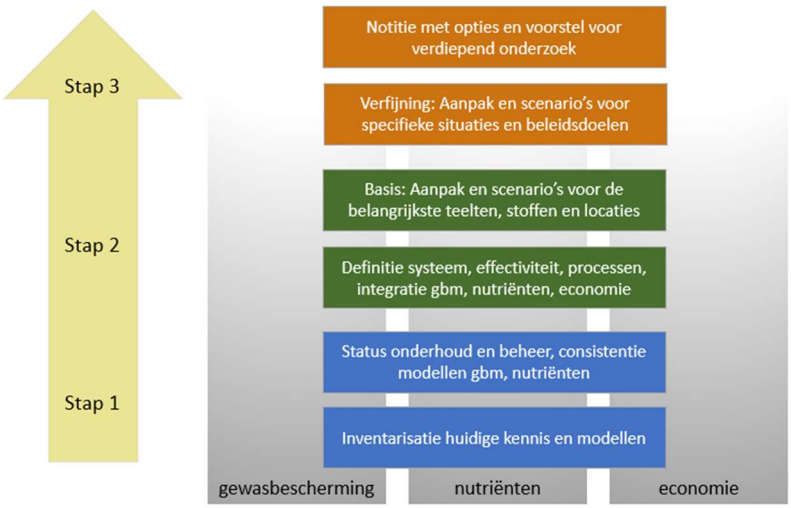
Het doel van dit verkennend onderzoek is om inzichtelijk te maken wat mogelijk en haalbaar is voor een eventueel verdiepend onderzoek naar de effecten van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op de waterkwaliteit en naar de bedrijfseconomische effecten van het aanhouden van deze stroken.

Het mogelijke vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek heeft tot doel een solide wetenschappelijke onderbouwing te bieden van de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken, die een afweging mogelijk maakt tussen ecologie en economie bij het bedenken van een integraal, eenvoudig systeem voor het aanhouden van deze stroken.

Aanpak en leeswijzer verkennend onderzoek

De activiteiten van het verkennend onderzoek zijn in drie stappen doorlopen: 1) inventarisatie; 2) afbakening en basis scenario's; en 3) verfijning (Figuur 1). In Hoofdstuk 2 van deze notitie wordt ingegaan op de afbakening van begrippen en de scope en opzet van berekeningen in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. In Hoofdstuk 3 en 4 zijn de beschikbaarheid en toepasbaarheid van modellen en methoden en de hiaten in de benodigde kennis over de onderwerpen gewasbescherming en nutriënten geïnventariseerd, en is een voorstel uitgewerkt voor de basis-scenario's. In Hoofdstuk 5 wordt de methode voor berekening van de economische effecten (kosten en baten) van de basis-scenario's beschreven. In Hoofdstuk 6 wordt ingegaan op het verkrijgen en het up-to-date houden van de benodigde kaartgegevens. In Hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de aanpak van een eventueel vervolg in de vorm van het verdiepend onderzoek, en worden de opties voor verfijning van de basis-scenario's benoemd. Hoofdstuk 8 bevat een indicatieve begroting voor de basis-scenario's en voor de opties voor verfijning. In hoofdstuk 9 en 10 zijn de discussie en de conclusies opgenomen.

De uitkomsten van een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek dienen als input voor het Ministerie van LVVN bij het bedenken van een integraal systeem van geharmoniseerde bufferstroken, inclusief de kenmerken en het gebruik van deze gewasbeschermings- en mestvrije stroken.



Figuur 1: Schema met activiteiten van het verkennend onderzoek in drie stappen: 1) inventarisatie; 2) definitie / basis scenario's; en 3) verfijning / specifieke scenario's. De afkorting "gbm" staat voor gewasbescherming-middelen.

2. Afbakening en opzet van berekeningen in een verdiepend onderzoek

Berekeningen in het verdiepend onderzoek dienen voor wetenschappelijke onderbouwing van de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken van verschillende breedten. In deze notitie gebruiken we de termen 'teeltvrije zone' en 'bufferstrook' alleen in relatie tot de regelgeving en verwijzend naar resultaten van eerder onderzoek en literatuur. Voorgesteld wordt om een verdiepend onderzoek alleen betrekking te laten hebben op percelen met landbouwkundig gebruik als onbedekte teelt in de open grond. Een verdiepend onderzoek heeft dan geen betrekking op extensief grasland, bedekte teeltsystemen, pot- en containerteelt, en percelen met niet-landbouwkundig gebruik.

De opzet van de berekeningen voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten moet voldoende gedetailleerd zijn om voor de onbedekte teelt in de open grond de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken van verschillende breedten te kunnen bepalen. In deze verkenning is gebruik gemaakt van een voorstel voor selectie van gewassen en werkzame stoffen. Deze selectie is gebaseerd op landelijke cijfers over het gebruik in de Nederlandse land- en tuinbouw (CBS; 2016 en 2020), afzetcijfers (2023), de toelating (situatie begin 2024), en informatie over normoverschrijding in oppervlaktewater (Bestrijdingsmiddelenatlas; meetresultaten periode 2020-2022).

De kleinste ruimtelijke eenheid in de berekening van emissie via spray drift van de werkzame stof van een gewasbeschermingsmiddel omvat het perceel met een teeltoppervlak en een strook langs de rand inclusief de aangrenzende sloot (talud en watervolume; zie Hoofdstuk 3). Voor nutriënten worden vanwege de onzekerheden in de uitkomsten voor een perceel de resultaten van berekeningen uitgedrukt als gemiddelde waarden voor een groter gebied (in de orde van 10 km^2; zie Hoofdstuk 4). Dit soort onzekerheden geldt overigens ook voor de berekening van de watergebonden routes van werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen (en eventuele metabolieten). Het boerenerf, interactie met ander oppervlaktewater en/of het grondwater vallen buiten de scope van berekeningen voor gewasbeschermingsmiddelen in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek.

Voorgesteld wordt om de resultaten voor gewasbeschermingsmiddelen uit te drukken in termen van vrachten en concentraties (Hoofdstuk 3). De resultaten worden opgeschaald naar het landelijk gewasareaal; bij voorkeur met een kalenderjaar als tijdvenster. Nutriëntenoverschotten worden op jaarbasis berekend en nutriëntenconcentraties worden gepresenteerd voor de zomer- en de winterperiode, of als 3-jaars gemiddelde waarde. Het bereik van de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook in de berekeningen voor gewasbeschermingsmiddelen, nutriënten en economie wordt vastgesteld in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek.

We maken in deze notitie onderscheid tussen de basis-scenario's volgens het voorstel voor selectie van gewassen en werkzame stoffen en een aantal opties voor verfijning. Elk gewas komt overeen met een basis-scenario. Voor gewasbeschermingsmiddelen geldt dat de combinatie van toepassingsmethode en techniek in de referentie voldoet aan de huidige wettelijke voorschriften die tot doel hebben om spray drift en het risico voor waterleven te reduceren. Dit betreft de voor het gewas vereiste breedte van de teeltvrije zone, het gebruik van spuitapparatuur, en de reductieklasse van de spuitdop. Voor specifieke gewasbeschermingsmiddelen met restricties op het Wettelijk

Gebruiksvoorschrift kunnen aanvullende eisen gelden. Ook deze informatie is onderdeel van de invoer. Dit verkennend onderzoek gaat ook over relevante emissieroutes die op dit moment geen onderdeel zijn van de toelating. Elk basis-scenario omvat een aantal varianten van de breedte van de gewasbeschermings- en mestvrije strook. De effectiviteit van zo'n strook volgt uit een verschilberekening. De effectiviteit van een bredere strook wordt uitgedrukt als het verschil tussen de uitkomsten bij een bredere strook en bij een strook met de vereiste breedte.

De volledige specificaties van de invoer worden vastgesteld in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. In Hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het gebruik in de basis-scenario's van ruimtelijke gegevens over de bodem en hydrologie. De referentiesituatie voor nutriënten wordt vastgesteld in de verdiepende fase op basis van op dat moment geldende wet- en regelgeving.

De selectie bestaat uit de gewassen gras, snijmais, consumptieaardappel, suikerbiet, wintertarwe, zaaiui, tulp en peer, en uit 54 werkzame stoffen. Dit komt overeen met 79 gewas-stof-combinaties met een toegelaten gebruik. Het voorstel is om voor elk van deze combinaties het middel met het grootste volume gebruik op te vragen bij CBS (gegevens 2024 indien beschikbaar). Het aantal gewas-stof-combinaties kan toenemen naar mate dit middelen zijn op basis van meerdere werkzame stoffen. Tevens wordt nagegaan of er metabolieten van deze werkzame stoffen zijn die via watergebonden routes van gewasbeschermingsmiddelen een bijdrage kunnen leveren aan het risico voor waterleven. Het geheel van deze toepassingen in het rekenschema wordt geacht representatief te zijn voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de onbedekte teelt in de open grond. Op het Wettelijk Gebruiksvoorschrift staat de minimaal vereiste driftreductie vermeld; soms aangevuld met een specificatie van spuitapparatuur en doptype. De vereiste breedte van de teeltvrije zone geldt voor het gewas, tenzij anders vermeld op het Wettelijk Gebruiksvoorschrift.

3. Gewasbeschermingsmiddelen

Een werkzame stof kan op Europees niveau een toelating krijgen voor gebruik in de gewasbescherming. Vervolgens kunnen per lidstaat middelen op basis van deze werkzame stof worden toegelaten; voor toepassingen met specificaties in termen van behandeld object (gewas, bodem, uitgangsmateriaal, geoogst product), methode, techniek, gewasstadium, dosering, en het aantal toedieningen. In Nederland kan een middel op basis van een werkzame stof die toxisch is voor waterleven worden toegelaten met specifieke, aanvullende eisen ten aanzien van de toepassing. Dit worden restricties genoemd. In Nederland is het Ctgb verantwoordelijk voor de beoordeling en de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. In dit hoofdstuk wordt een aantal opties voor de berekening van emissieroutes beschreven.

Tekstbox Nationale Milieu Indicator voor gewasbeschermingsmiddelen (NMI 5)
De Nationale Milieu Indicator voor gewasbeschermingsmiddelen (NMI; Kruijne et al., 2012) is door WEnR ontwikkeld in samenwerking met RIVM en PBL, voor de ondersteuning van evaluaties van het duurzaam gewasbeschermingsbeleid van de Nederlandse overheid (EDG2010, GGDOE). De NMI bestaat uit een aantal modules die zijn afgeleid van gedetailleerde (proces)modellen en richtlijnen voor de Nederlandse en Europese toelating. De NMI kan emissies en blootstellingsconcentraties als gevolg van spray drift, atmosferische depositie, en afvoer via drainagebuizen berekenen. De NMI kan zowel rekenen met de vereiste afstand tussen de buitenste dop van de spuitmachine en de insteek van het talud, als met andere waarden voor deze afstand en/of voor de dimensies van de aangrenzende sloot. De NMI invoer omvat de specificaties van toepassingen inclusief de techniek en eventuele restricties, stofeigenschappen, kaartgegevens en emissiefactoren. Dimensies van de aangrenzende sloot zijn beschikbaar per regio. De NMI risico-indicator wordt uitgedrukt als de verhouding tussen de blootstellingsconcentratie in de aangrenzende sloot en de waterkwaliteitsnorm van de stof. In opdracht van het Ministerie van IenW wordt de NMI invoer momenteel uitgebreid met gegevens over de situatie in 2020 en wordt de huidige module voor de afvoer via drainagebuizen vernieuwd. De resultaten van deze nieuwe NMI versie 5 zijn bedoeld voor de Emissieregistratie en voor het Compendium voor de Leefomgeving. *Het voorstel is om de NMI 5 te gebruiken voor de opslag van de invoer in NMI-databases en voor de berekeningen van de basis-scenario's.*

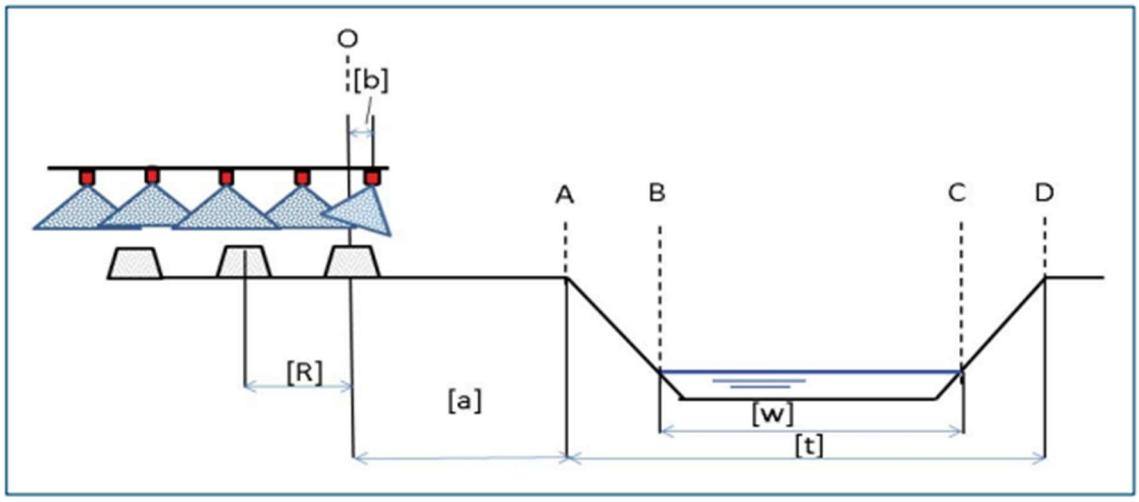
3.1 Emissieroutes

De belangrijkste emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen vanaf percelen zijn spray drift en atmosferische depositie, afvoer van water met daarin opgeloste stoffen via drainagebuizen in scheurende kleigronden, en oppervlakkige afstroming van water met daarin opgeloste stoffen (oppervlakkige afspoeling) (Kruijne et al., 2020ab). In veel gevallen is de berekende vracht via spray drift en atmosferische depositie relatief klein, terwijl de berekende vracht via drainagebuizen relatief groot is. De blootstelling en het risico voor waterleven als gevolg van spray drift en atmosferische depositie zijn relatief hoog omdat er sprake is van een tijdelijke (piek)concentratie met een hogere impact. Op jaarbasis kunnen de blootstelling en het risico voor waterleven als gevolg van emissie via drainagebuizen veel lager zijn. Dit is te verklaren: (1) door de verdunning die optreedt als gevolg van neerslag en afvoer van water via verschillende routes vanaf het perceel en bovenstrooms gebied; en (2) door de verdwijning van de stof als gevolg van afbraak en andere processen in de periode tussen toediening en emissie (PBL, 2019). Oppervlakkige afspoeling vanaf percelen is een proces dat wordt gekenmerkt door sterke variatie in ruimte en tijd. Een geschikte methodiek om de emissie van

gewasbeschermingsmiddelen via oppervlakkige afspoeling landsdekkend te berekenen is niet voorhanden. Wel is een methode beschikbaar om de relatieve kwetsbaarheid van percelen voor de afstroming van water te berekenen op basis van een beperkt aantal theoretische waarden voor de infiltratiecapaciteit aan maaiveld.

3.1.1 Emissie via spray drift en atmosferische depositie

De emissie via spray drift en atmosferische depositie neemt sterk af naarmate de afstand tot de sloot groter wordt. Bij neerwaarts spuiten, meestal zijn dat toepassingen met een volveldspuit, volgt de minimaal vereiste afstand tussen de gewasrand en de insteek van het talud uit de vereiste breedte van de teeltvrije zone (OA; Figuur 2). Voor specifieke middelen geldt een bredere teeltvrije zone (aangeduid als restrictie). De driftdepositie op het wateroppervlak BC volgt uit de techniek (neerwaarts spuiten), de reductieklasse van de spuitdop, de teeltvrije zone (afstand OA), de horizontale afstand van de insteek van het talud tot de waterranden (punt B en punt C), en een correctie voor de gewasgroep ([b] in Figuur 2). Voor de basis-scenario's zijn gemiddelde afmetingen van de aangrenzende sloot beschikbaar voor regio's die homogeen zijn voor wat betreft landschappelijke en hydrologische kenmerken (hydrotypen; zie Figuur 6).

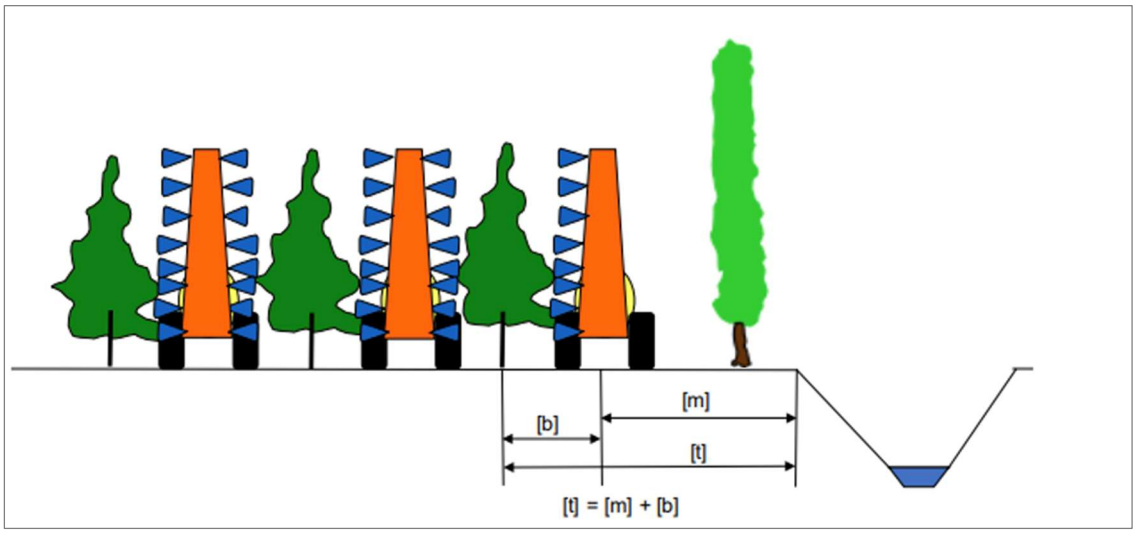


Figuur 2: Model voor de situatie bij neerwaarts spuiten in éénjarige gewassen. De afstand tussen de buitenste spuitdop in punt O en de rand van het wateroppervlak in de aangrenzende sloot (punt B) bestaat uit het deel OA (de teeltvrije zone in de regelgeving) en het deel AB (de horizontale afstand van het talud) en een correctie b voor de positie van de buitenste spuitdop ten opzicht van de rand van het gewas.

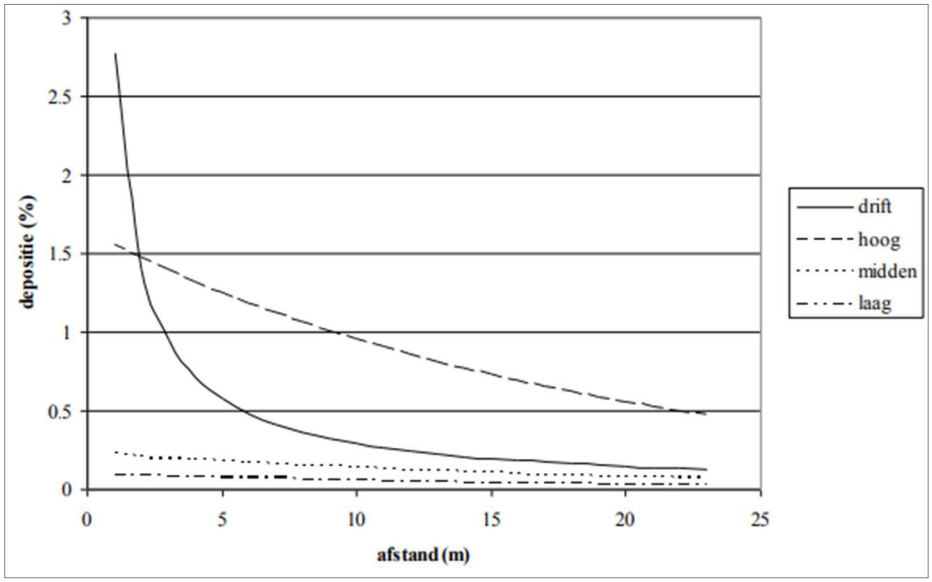
Bij op- en zijwaarts spuiten, dat zijn de meeste toepassingen in fruitbomen en laan- en parkbomen, is de situatie op de rand van het perceel anders dan bij akkerbouwmatige teelt of bij grasland. Bij fruitbomen worden driftcurven gebruikt die gelden in de situatie met een windhaag langs de insteek van het talud en met technieken voor op- en zijwaarts spuiten waarbij de apparatuur tussen de buitenste bomenrij en de insteek van het talud rijdt (Figuur 3). Er zijn ook driftcurven beschikbaar die gelden in de situatie zonder windhaag. Het aanhouden van een windhaag geldt niet als verplichting op percelen zonder aangrenzende sloot; deze situatie lijkt minder relevant voor de vraagstelling.

Spray drift is het transport van druppeltjes spuitvloeistof tot over de rand van het behandeld perceel. Het proces spray drift is onafhankelijk van de stof en de emissie is sterk afhankelijk van de afstand. In Figuur 4 wordt dit verband met de afstand geïllustreerd voor spray drift en atmosferische depositie. Het proces van transport via de gasfase gevolgd door depositie op het wateroppervlak in de sloot wordt atmosferische depositie genoemd. De atmosferische depositie is afhankelijk van de verzadigde

dampdruk van de stof en de emissie is minder sterk afhankelijk van de afstand dan spray drift. Op korte afstand kan de atmosferische depositie van stoffen met een hoge dampdruk bijdragen aan de vracht en het risico voor waterleven. Dit geldt met name voor de groep insecticiden; vaak zijn dit stoffen met een relatief hoge toxiciteit die met een hoge mate van driftreductie worden toegediend (bij gelijke dosering). Het aandeel spray drift neemt dan af ten opzichte van het aandeel atmosferische depositie (zie Figuur 4). Omdat de blootstelling via beide routes gelijktijdig optreedt, worden de uitkomsten voor spray drift en atmosferische depositie bij elkaar opgeteld.



Figuur 3: Model voor de situatie bij op- en zijwaarts spuiten in fruitboomgaard: De afstand tussen de buitenste bomenrij en de insteek van het talud bestaat uit 2 delen: De afstand van de spuitmachine tot de buitenste bomenrij (b) en de afstand van de spuitmachine tot de insteek van het talud (van de Zande et al., 2019, aangepast)



Figuur 4: Schets van het verband tussen spray drift en de afstand (vaste lijn) en van het verband tussen atmosferische depositie en de afstand (onderbroken lijnen) voor werkzame stoffen in drie verschillende klassen voor de verzadigde dampdruk (Van der Linden et al., 2010)

In het model DRAINBOW dat momenteel wordt ontwikkeld voor gebruik in de toelating zijn de emissieroutes spray drift, atmosferische depositie en afvoer via drainpijp opgenomen. De DRAINBOW versie 1.1.1, die geschikt voor de beoordeling van toepassingen in de fruit- en laanbomenteelt met zowel op- en zijwaarts spuiten als neerwaarts spuiten, wordt momenteel door het Ctgb onderworpen aan een uitvoeringstoets, waarna LVVN een beslissing zal nemen over de implementatie. Momenteel wordt gewerkt aan de oplevering van DRAINBOW versie 2.2.2, die een uitbreiding bevat voor toepassingen in veldgewassen met neerwaarts spuiten.

3.1.2 Emissie via drainagebuizen

Voor de emissie via drainagebuizen die onder de gewasbeschermings- en mestvrije strook doorlopen, is de verwachting dat de breedte van deze strook slechts beperkt invloed heeft op de vracht richting de sloot. Het areaaleffect (Sectie 4.2) is min of meer evenredig met de afname van het teeltoppervlak. Het verblijftijdeffect en het onderscheppend effect zijn afhankelijk van de mobiliteit en persistentie van de stof en van de dampdruk en de oplosbaarheid in water.

Emissie van gewasbeschermingsmiddelen via drainagebuizen is afhankelijk van een mix van factoren; zoals stofeigenschappen, grondsoort, gehalte organische stof en voor sommige stoffen bodem pH, grondwaterstand, draindiepte en drainafstand, preferente stroming via macroporiën en/of drainagesleuven, en klimaat. De uitkomsten voor deze emissieroute zijn sterk ruimtelijk variabel. Het model DRAINBOW kan voor een specifieke toelating (werkzame stof en gebruiksvoorschrift) een overall 90-percentiel (zonder verdere beperkingen in het ruimte-tijddomein) voor de blootstellingsconcentratie berekenen voor het landbouwareaal in Nederland. DRAINBOW is niet geschikt om de resultaten te genereren voor de basis-scenario's van het verdiepend onderzoek. Dit model bevat in feite drie scenario's (veldgewassen, fruitteelt en laanbomenteelt) die beschermend zijn voor 90% van alle situaties in Nederland. Voor de basis-scenario's zijn resultaten per ruimtelijke eenheid nodig. De populatie van ruimtelijke eenheden die bijdragen aan het landelijk areaal verschilt per gewas.

De Nationale Milieu Indicator voor gewasbeschermingsmiddelen (NMI) is een instrument dat geschikt is voor de berekeningen van de basis-scenario's volgens het voorstel (zie Tekstbox NMI 5). In de NMI versie 4 zijn voor een deel van de geselecteerde stoffen indicatieve resultaten voor de emissie via drainagebuizen beschikbaar. Deze emissiefactoren werden voor de Eindevaluatie van de Nota Duurzame Gewasbescherming (EDG 2010) berekend volgens een methode die te beschouwen is als prototype van DRAINBOW (Tiktak et al., 2011ab). In het metamodel dat onderdeel is van de NMI versie 4 ontbreekt het aan emissiefactoren voor de werkzame stoffen die na 2010 op de markt zijn gekomen (en eventuele metabolieten van deze stoffen). Het voorstel is om te inventariseren welke stoffen binnen de selectie bekend staan als zijnde gevoelig voor deze watergebonden emissieroute en welke hiaten er zijn. Als aanvulling op de basis-scenario's kunnen hiaten in de invoer gevuld worden.

De emissie via laterale uitspoeling via de bodemmatrix in de (on)verzadigde zone is afhankelijk van grotendeels dezelfde factoren en lokale omstandigheden als de emissie via drainagebuizen. In het metamodel worden de uitkomsten voor deze afvoercomponenten bij elkaar opgeteld. Bij de oplevering van het metamodel in de NMI versie 4 werd gerapporteerd dat nader onderzoek naar het gedrag van dit metamodel noodzakelijk is (Kruijne et al., 2012). Momenteel worden de invoer en het metamodel voor drainagebuizen geactualiseerd in het kader van een lopend project in opdracht van het Ministerie van IenW voor de ontwikkeling van een nieuwe NMI versie (zie Tekstbox NMI 5).

3.1.3 Emissie via oppervlakkige afspoeling

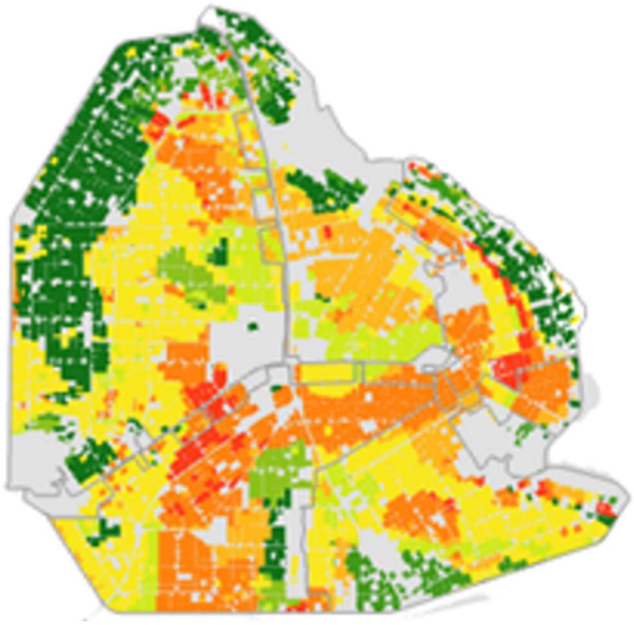
Het is de verwachting dat de breedte en de inrichting van een gewasbeschermings- en mestvrije strook van invloed zijn op het aantal momenten dat afstroming kan plaatsvinden en op het volume afstromend water. Volgens modelsimulaties (Adriaanse et al., 2016) is de concentratie residuen van bepaalde gewasbeschermingsmiddelen (werkzame stoffen en eventuele metabolieten) in een relatief kleine hoeveelheid afstromend water (‘*first flush event*’) hoger dan in een relatief grote hoeveelheid afstromend water[1]. Dit maakt de frequentie en het volume afstromend water tot relevante indicatoren voor het risico op oppervlakkige afstroming van water, en (indirect) voor de emissie via oppervlakkige afspoeling van stoffen.

Emissie via oppervlakkige afspoeling is afhankelijk van een mix van factoren, zoals de actuele infiltratiecapaciteit aan maaiveld, de toestand van de bovengrond (denk aan grondbewerking), de aanwezigheid van storende lagen in de bodem, stofeigenschappen die het gedrag in het milieu bepalen (vluchtigheid, mobiliteit, persistentie), de praktijk, en het weer. Over afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen vanaf vlakke percelen is relatief weinig kennis beschikbaar. De actuele infiltratiecapaciteit aan maaiveld is de belangrijkste verklarende factor. Het ontbreekt echter aan een dataset en een methode die geschikt zijn voor landelijke berekeningen. In modellen wordt gebruik gemaakt van een beperkt aantal waarden die zijn bepaald in het lab. Voor nutriënten worden de resultaten voor afspoeling en uitspoeling gepresenteerd als *lumped sum* (Hoofdstuk 4).

Het is niet mogelijk om de bijdrage van oppervlakkige afspoeling aan de totale emissie naar de perceelsloot te schatten (Kruijne et al., 2020ab). Het is wel mogelijk om de relatieve kwetsbaarheid voor afstroming te bepalen voor de belangrijkste combinaties van bodemcluster en grondwaterregime. Op theoretische basis levert deze methode inzicht in de relatieve kwetsbaarheid van gebieden aan de hand van de berekende hoeveelheid afstroming en het aantal momenten dat afstroming optreedt (Beltman et al., 2021). De praktijk op de percelen is niet verdisconteerd in deze methode. De methodiek werd toegepast om het effect te schatten van maatregelen die gericht zijn op een vermindering van het risico op afstroming van water en afspoeling van stoffen (Massop et al., 2012; Kruijne et al., 2022; zie ook Figuur 5). Een tekort van deze methode is het gebrek aan gegevens over de actuele infiltratiecapaciteit. In de uitkomsten kan de variatie in de kwatsbaarheid voor uitspoeling tussen percelen met vergelijkbare kenmerken groter zijn dan tussen percelen met verschillende kenmerken.

In de huidige vorm is deze methode niet geschikt voor gebruik in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. Uit veldwaarnemingen blijkt dat plasvorming een goede indicator kan zijn voor het optreden van afstroming van water. Dit is een andere benadering die geen gebruik maakt van de infiltratiecapaciteit en die nader wordt onderzocht als optie voor verfijning (Hoofdstuk 7).

[1] Door simulaties met de FOCUS Surface Water Scenario’s is de concentratie van stoffen in afstromend water in relatie tot de hoeveelheid afstromend water onderzocht. Voor de meeste stoffen (zeer mobiel tot matig mobiel; sorptie-coëfficiënt K_{om} < 60 L/kg) neemt de berekende concentratie af bij een toenemende hoeveelheid afstromend water. Voor deze stoffen is de berekende concentratie het hoogst bij relatief lage hoeveelheden afstromend water (< 1 mm). Voor zeer weinig mobiele stoffen (K_{om} > 600 L/kg) blijkt de berekende concentratie nauwelijks afhankelijk van de hoeveelheid afstromend water. De emissie via afspoeling is dan evenredig met de hoeveelheid afstromend water.



Figuur 5: Kaart van het theoretisch afspoelingsrisico o.b.v. de berekende hoeveelheid afstroming. Rood is een hoog risico, groen is een laag risico (Noordoostpolder, Actieplan Bodem & Water; in opdracht van Waterschap Zuiderzeeland; 2024)

3.2 Aanbeveling voor basis-scenario en opties voor verfijning in vervolgonderzoek

De beschikbare kennis over de bijdrage van afzonderlijke emissieroutes aan de totale emissie en de blootstelling van het waterleven in de sloot naast het behandeld perceel verschilt tussen de routes spray drift en atmosferische depositie, drainage, en oppervlakkige afspoeling (Tabel 1).

Tabel 1: Vergelijking van de drie belangrijkste emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen; op de aspecten vracht, blootstelling, het soort resultaten, en het verband met de afstand tot de sloot en daarmee de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook.

Emissieroute	Emissie (vracht)	Blootstelling (concentratie)	Resultaten (op landelijke schaal)	Verband met de afstand tot de sloot / de breedte van de strook
Spray drift en atmosferische depositie	Klein	Hoog	Kwantitatief	Zeer sterk
Drainagebuizen	Groot	Laag	Kwalitatief / indicatoren	Zwak
Oppervlakkige afspoeling	Weinig gegevens	Zeer weinig gegevens	Kwalitatief / indicatoren (alleen voor water)	Sterk

Het is niet mogelijk om deze drie emissieroutes in één rekenschema te combineren met het doel om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de totale emissie van gewasbeschermingsmiddelen te schatten. Wel is het mogelijk om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie (vracht) en de blootstelling (concentratie) als gevolg van spray drift en atmosferische depositie te bepalen. Voor deze route zijn kwantitatieve resultaten beschikbaar. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit is de indicator voor de blootstelling (concentratie) het meest relevant om het verband tussen de breedte en de effectiviteit te presenteren. Het voorstel is om spray drift en atmosferische depositie op te nemen in de basis-

scenario's van het verdiepend onderzoek. Het heeft daarbij de voorkeur om zowel de vracht als de blootstellingsconcentratie te presenteren.

Naar verwachting is er een zwak verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie van werkzame stoffen en eventuele metabolieten via drainagebuizen. Voor bijna alle stoffen geldt op jaarbasis dat de berekende bijdrage van emissie via drainagebuizen aan de totale emissie groter is dan de bijdrage van spray drift en atmosferische depositie. Het voorstel is om de uitkomsten voor het basis-scenario met de emissieroutes spray drift en atmosferische depositie aan te vullen met de bijdrage van de emissie via drainagebuizen. Voor een deel van de stoffen in de selectie ontbreken de emissiefactoren in de huidige NMI 4. Om dit hiaat te kunnen vullen is een optie voor verfijning opgenomen in de begroting.

Naar verwachting is er een sterk verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie van stoffen via afstroming vanaf landbouwpercelen. Op theoretische basis kan de kwetsbaarheid voor afstroming van water en afspoeling van stoffen worden gepresenteerd in kaartvorm. Het ontbreekt echter aan geschikte datasets over de situatie in de praktijk; met name van de actuele infiltratiecapaciteit aan maaiveld. Het is niet mogelijk om resultaten te genereren die geschikt zijn om te combineren met de resultaten voor de andere emissieroutes. Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen is een optie voor verfijning die kan samengaan met het onderwerp nutriënten (Hoofdstuk 4). Een verdiepend onderzoek kan een stap zijn om te komen tot beter inzicht in de afvoer en de emissie via deze route en de relatie met de breedte van gewasbeschermingsvrije – en mestvrije stroken.

4. Nutriënten

De opzet en uitvoering van onderzoek op het gebied van emissies en waterkwaliteit voor gewasbeschermingsmiddelen en voor nutriënten in agrarisch gebied staan veelal op zichzelf. Het aantal integrale studies naar de effecten op beide aspecten van waterkwaliteit, en de uitwisseling van resultaten en ideeën zijn beperkt. Dit maakt deze verkenning en een mogelijk vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek naar het verband tussen de effectiviteit en de breedte van gewasbeschermings- en mestvrije stroken complex.

In dit hoofdstuk wordt de belangrijkste literatuur, en de kenmerken van de geohydrologische situatie besproken. De risicofactoren kunnen bepalend zijn voor de emissieroutes van stikstof en/of fosfor en voor het verband tussen de breedte en de effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook. In deze verkenning worden enkele algemene verschillen tussen stikstof en fosfor benoemd, zonder in te gaan op de samenhang met de grondsoort, ontwatering, of fosfaattoestand. Aansluitend zijn de opties voor verfijning van de basis-scenario's beschreven.

4.1 Resultaten veldstudies en internationale literatuur

Veldstudies

In Nederland zijn een aantal veldstudies uitgevoerd naar het effecten van bufferstroken:

> Mosbeek: Van der Molen DT, Kruijne R & Uunk JB (1998) Verwijdering van stikstof en fosfor door bufferstroken langs de Mosbeek. Stromingen 4 (2): 27-40.
> Hazelbeek: Hefting MM (2003) Nitrogen transformation and retention in riparian bufferzones. Stikstofomzettingen en –retentie in beekbegeleidende bufferzones. Proefschrift Universiteit Utrecht. (let op: het betreft hier natte bufferstroken)
> Proefveld Vredepeel: Van Beek CL, et al, (2007) Reduced nitrate concentrations in shallow ground water under a non-fertilised grass buffer strip, Nutrient Cycling in Agroecosystems, Volume 79, Issue 1, pp 81–91
> 5 veldlocaties ; Noij et al 2012. Effectiveness of non-fertilized buffer strips in the Netherlands : final report of a combined field, model and cost-effectiveness study. Alterra-rapport 2290

waarvan het onderzoek van Noij et al (2012) het meest uitgebreid was.

Noij et al. (2012) hebben de effectiviteit van droge grasbufferstroken voor typisch Nederlandse omstandigheden onderzocht. De hypothese van het onderzoek was dat door de aanwezigheid van diepe, goed doorlatende bodemlagen en buisdrainage in een groot aantal landbouwpercelen de effectiviteit van bufferstroken in Nederland kleiner is dan internationale onderzoeksresultaten aangeven. De onderzoekers concludeerden dat het effect van droge grasbufferstroken op de vermindering van de uitspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater verschilt per bodemgroep. Noij et al (2012) geven op basis van modelberekeningen een bandbreedte van 10 – 20% reductie voor een bufferstrookbreedte van 5 meter onder Nederlandse omstandigheden. Dit getal stemt overeen met de bevindingen van Van der Welle en Decleer (2001) die voor Belgische omstandigheden een stikstofzuiveringspercentage van 15% bij een bufferstrookbreedte van 5 meter rapporteerden.

De filterende werking van droge bufferstroken op de afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater is vaak gering, tenzij er sprake is van overwegend ondiepe afvoer (inclusief oppervlakkige afvoer) én er sprake is van fosfaatverzadigde grond. Bufferstroken kunnen wel effectief zijn op fosfaatlekkende gronden met overwegend ondiepe afvoer. Op een hellend perceel

met keileem op geringe diepte in Winterswijk is een reductie van 60% vastgesteld; vanuit de hydrologie kan dit worden gezien als een bovengrens. De fosfaattoestand was daar nog beneden 42% fosfaatverzadigingsgraad (Noij et al, 2012).

In de genoemde studie is niet onderzocht wat het effect is van toenemende breedte van een bufferstrook. Uit de literatuur is een minder dan evenredig effect van een toenemende breedte bekend.

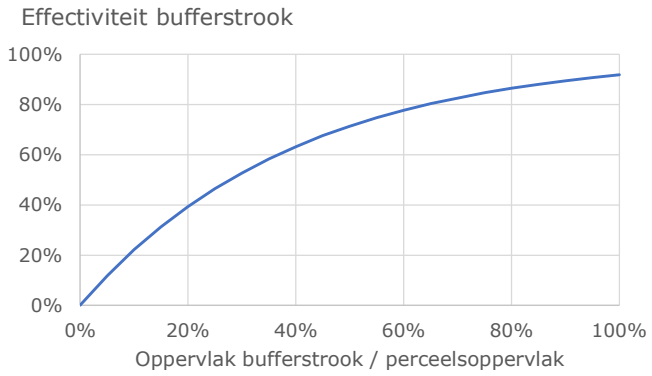
Internationale literatuur

In de internationale literatuur zijn een aantal reviews en meta-analyses verschenen met als onderwerp de effectiviteit van bufferzones. Het gaat in de meeste gevallen om zogenaamde *riparian zones*. Dergelijke *riparian zones* zijn te vergelijken met beekbegeleidende zones met een extensief landgebruik. Enkele studies:

> Mayer, P.M., S.K. Reynolds Jr., M.D. McCutchen, T.J. Canfield (2007). Meta-Analysis of Nitrogen Removal in Riparian Buffers. J. Environ. Qual. 36:1172–1180. https://doi.org/10.2134/jeq2006.0462
>
> Valkama, E., K. Usva, M. Saarinen, J. Uusi-Kämppä (2019), A Meta-Analysis on Nitrogen Retention by Buffer Zones, J. Environ. Qual. 48:270–279. https://doi.org/10.2134/jeq2018.03.0120
>
> Marc Stutter, M., B. Kronvang, D. Ó hUallacháin, J. Rozemeijer (2019) Current Insights into the Effectiveness of Riparian Management, Attainment of Multiple Benefits, and Potential Technical Enhancements. J. Environ. Qual. 48:236–247. https://doi.org/10.2134/jeq2019.01.0020

Op basis van gegevens van een meta-analyse leidde Zhang et al (2010) een eenvoudig model af voor de effectiviteit van een bufferstrook om de stikstof afspoeling te verminderen. Gezocht werd naar een relatie tussen de effectiviteit van een bufferstrook, de breedte, de buffer, de helling, het bodemtype en het type vegetatie. Een model van de vorm Effectiviteit = $K \times (1 - e^{-bw})$ $(0 < K \leq 100)$ bleek de effectiviteit als functie van de breedte goed te kunnen beschrijven, waarbij K de maximale verwijderingsefficiëntie van de buffer weerspiegelt, *w* de breedte, en *b* de kans weergeeft om een enkele verontreinigingsdeeltje over een eenheidsafstand te verwijderen. De breedte van de buffer verklaart voor 44 en 35% de verwijderingsefficiëntie voor stikstof en fosfor. De helling van de buffer was lineair geassocieerd met de verwijderingsefficiëntie van sediment. Bufferstroken met als begroeiing bomen hebben een hogere N- en P-verwijderingsefficiëntie dan buffers met als begroeiing gras of een mengsel van gras en bomen. Het bodemtype toonde geen significant effect op de verwijderingsefficiëntie van verontreinigingen. Op basis van hun gegevens concludeerde Zhang et al.(2010) dat een buffer van 30 meter onder gunstige hellingsomstandigheden (≈ 10%) de afspoeling voor meer dan 85% kan verminderen.

De inzichten uit de internationale literatuur niet direct toepasbaar op Nederlandse omstandigheden. Wel universeel toepasbaar is het algemene concept van de relatie van de effectiviteit en de breedte van een bufferstrook (Figuur 8). In een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek wordt het bereik vastgesteld in de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook in de berekeningen van de effectiviteit.



Figuur 8: Illustratie van het verband tussen breedte en de effectiviteit van de bufferstrook. De breedte is uitgedrukt als een relatieve maat en is weergegeven als het oppervlak van de bufferstrook op een perceel gedeeld door het totale perceeloppervlak.

4.2 Achtergronden

Er zijn verschillende mogelijkheden om gewasbeschermings- en mestvrije stroken in te richten. De strook kan in landbouwproductie blijven door de teelt van gewassen die geen bemesting nodig hebben zoals vlinderbloemigen die stikstof uit de lucht kunnen aanwenden voor hun groei en onderhoud. Daarnaast kan de strook een natuurfunctie krijgen. Als tussenoptie tussen landbouw en natuur kan worden gedacht aan permacultuur, die gebruikmaakt van meerjarige gewassen / planten zoals bessenstruiken en fruitbomen, zonder wisselteelt en grondbewerking.

De effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook op de perceelrand op een niet-gedraineerd perceel wordt in het algemeen door een aantal factoren bepaald:

- De absolute breedte van de strook, en de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel (afstand tussen waterlopen);
- De perceelgemiddelde helling en het perceelreliëf (micro-reliëf);
- De diepte van de waterstroming vanaf het maaiveld door de bodem naar de waterloop. Deze wordt beïnvloed door de diepte van de grondwaterstand; de afstand tussen waterlopen en de opbouw van het geohydrologisch profiel (de ondiepe ondergrond);
- De mate waarin de bodem van een perceel verdicht is waardoor het water minder goed kan infiltreren in de bodem en het risico op het optreden van oppervlakkige afstroming toeneemt. Bij niet-hellende percelen is het risico op het vormen van plassen op het maaiveld hiervoor een goede indicator voor het optreden van oppervlakkige afstroming;
- Het nutriëntengehalte van de bodem en de nutriëntenconcentraties in het bodemvocht van het perceel
- De inrichting en het beheer van de gewasbeschermings- en mestvrije strook.

Voor het inzicht in de invloed van hydrologische factoren op de effectiviteit van bemestingsvrije perceelranden is het nuttig om onderscheid te maken in verschillende typen effecten (Van Bakel et al, 2007):

1. het **areaaleffect**: door het niet meer bemesten van perceelranden blijft een deel van het oppervlak van een perceel onbemest. Dit onbemeste deel heeft minder uit- en afspoeling van nutrienten naar waterlopen dan het bemeste deel. Dit effect is er altijd ongeacht de ligging ten opzichte van de waterlopen.

2. het **verblijftijdeffect**: in een tweedimensionale beschouwing van de stroming van water naar de waterlopen legt het water afkomstig uit het midden van een perceel een langere weg af voordat het een sloot of greppel bereikt (langere stroombanen). Hoe langer de verblijftijd en hoe langer de stroombaan, des te groter de kans is op afbraak en/of vastlegging van nutriënten. De bemeste delen van een perceel langs een waterloop dragen daarom meer bij aan de afspoeling dan de bemeste delen midden op een perceel. Het aanleggen van een gewasbeschermings- en mestvrije strook langs waterlopen heeft daarom voor nutriënten een groter effect op de waterkwaliteit dan alleen het areaaleffect.
3. het **onderscheppend effect**: indien grondwater dat afkomstig is van buiten de bemestingsvrije zone de gewasbeschermings- en mestvrije strook passeert kan de aanwezige begroeiing op deze strook nutriënten opnemen. Bovendien vertraagt deze begroeiing van de strook het watertransport over het maaiveld. Ook andere processen zoals denitrificatie of adsorptie kunnen tot lagere concentraties van stikstof en fosfor leiden. De onderscheppende werking kan alleen optreden als door laterale instroming of capillaire opstijging grondwater afkomstig van buiten de strook de wortelzone van de vegetatie op de bufferstrook kan bereiken. Een andere mogelijkheid van onderschepping is dat oppervlakkig getransporteerde nutriënten de gewasbeschermings- en mestvrije strook instromen en vervolgens infiltreren. Ook kunnen gesuspendeerde bodemdeeltjes via de oppervlakkige afvoer, met daaraan gehecht nutriënten, in de gewasbeschermings- en mestvrije strook achterblijven.

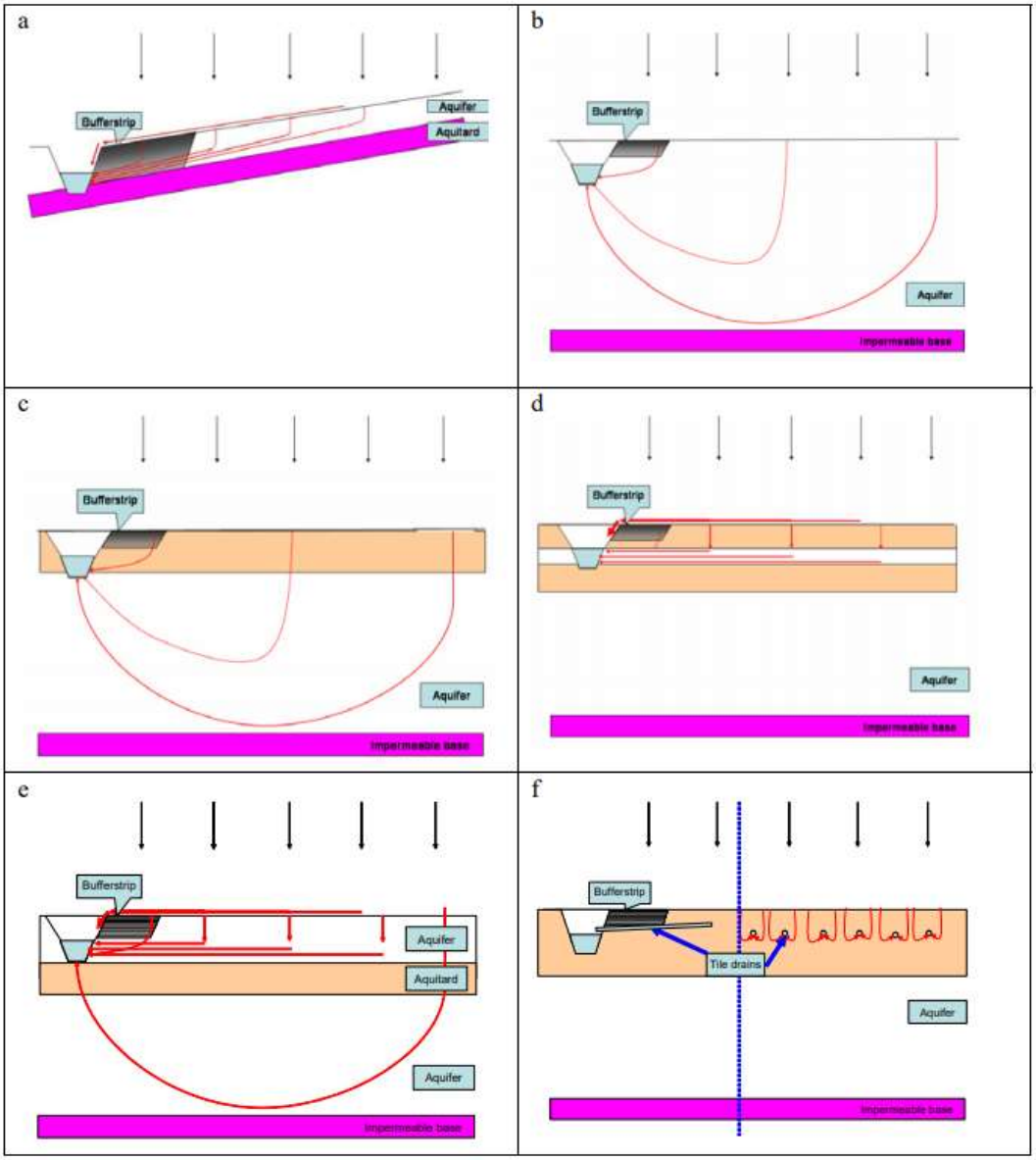
Behalve deze genoemde effecten kan een gewasbeschermings- en mestvrije strook een functie hebben in het beperken van morsverliezen. Bij het transport van organische mest en het toepassen van organische mest en kunstmest is het soms niet te voorkomen dat kleine hoeveelheden in het oppervlaktewater terechtkomen. Het inrichten van een gewasbeschermings- en mestvrije strook draagt bij aan het verder beperken van risico's op morsverliezen.

4.3 Hydrologische kenmerken

Van Bakel et al (2007) onderscheidt zes geohydrologische profieltypen om de grondwaterstroming nabij en onder een gewasbeschermings- en mestvrije strook op de perceelrand mee te karakteriseren:

a) ondiep grondwatersysteem in een hellend gebied
b) diep grondwatersysteem
c) diep grondwatersysteem afgedekt met een slecht doorlatende deklaag
d) Holland profiel in deklaag
e) twee watervoerende pakketten gescheiden door een ondiepe slecht doorlatende laag
f) dikke slecht doorlatende deklaag, veelal gedraineerd

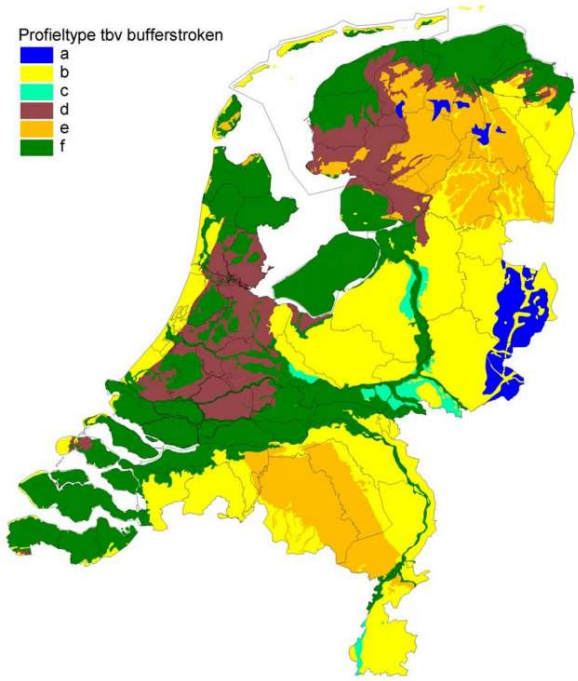
Het stromingspatroon van grondwater door en langs perceelranden is voor deze situaties schematisch weergegeven in Figuur 5. Een kaart van Nederland met de indeling van deze zes profieltypen is te zien in Figuur 6.



Figuur 5: Schematische weergave van zes onderscheiden geohydrologische profielen voor het karakteriseren van de stroombanen van het grondwater (rode lijnen) nabij en onder gewasbeschermings- en mestvrije stroken (bufferstrip). Kenmerken zijn de helling van het perceel (a), de aanwezigheid van een slecht doorlatende laag (aquitard (orange layers); c, d, e, f) al dan niet in combinatie met buisdrainage (tile drains; f), en de diepte van de hydrologische basis (impermeable base). Bij elk profiel zijn de stroombanen en verblijftijden van het water met daarin opgeloste nutriënten op een andere manier van invloed op de effectiviteit van de bemestingsvrije strook (Bron: Van Bakel et al, 2007).

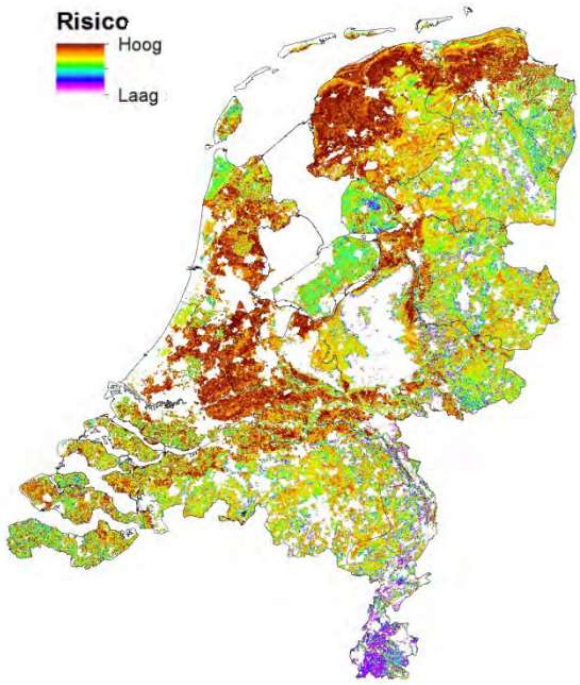
Effectiviteit van de gewasbeschermings- en mestvrije strook wordt voor nutriënten uitgedrukt als vermindering van de nutriëntenvracht door de strook gedeeld door de nutriëntenvracht in de referentiesituatie. Dit getal kan worden uitgedrukt als percentage. Voor een relatie van de effectiviteit met de breedte van de gewasbeschermings- en mestvrije strook wordt in analogie met klassieke drainageformules uitgegaan van de relatieve afstand: te berekenen als B/(½L). Hierin is B de breedte van de bufferstrook en ½L de helft van de breedte van het perceel. Een representatieve waarde voor de afstand tussen waterlopen wordt verkregen door de lengte van alle waterlopen in

een bepaald gebied te sommeren en vervolgens het oppervlak van het gebied te delen door de gesommeerde waterlooplengte. Dit geeft een gemiddeld beeld voor het beschouwde gebied. Deze opschaling is nodig omdat de nauwkeurigheid onvoldoende is om het effect per afzonderlijk perceel te bepalen. We werken met een soort representatieve slootafstand voor een gebied met een omvang in de orde van enkele duizenden hectare. De schaal en grootheid op de x-as worden bepaald in het vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek. Deze gebieden worden geaggregeerd naar landelijke schaal. De berekening hangt samen met de kenmerken van waterlopen en gebieden die hierin worden meegenomen en tevens met het gewas.



Figuur 6: Ligging van de zes geohydrologische profieltypen a t/m f (zie Figuur 5) om de grondwaterstroming nabij en onder bemestingsvrije perceelranden te karakteriseren (bron: Van Bakel et al, 2007).

Voor niet-hellende gebieden is het vormen van plassen op het maaiveld bij hevige of langdurige regenval een indicator voor het risico op oppervlakkige afspoeling van nutriënten (Figuur 7).



Figuur 7: Risico op het vormen van plassen op het maaiveld bij hevige of langdurige regenval (Bron: Massop et al, 2014).

In het algemeen is de grootste effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook voor nutriënten te verwachten voor:

- hellende gebieden met een ondiep grondwater systeem (gebiedstype a in Figuur 5)
- percelen met een ondiepe grondwaterstand en een ondiepe laag van geringe dikte waardoor het neerslagoverschot wordt afgevoerd (natte veengebieden; gebiedstype d)
- percelen met een hoog risico op oppervlakkige afstroming waarbij een strook met ruigere vegetatie wordt aangelegd

In een eventueel vervolg wordt deze algemene verwachting uitgewerkt in een relatie tussen de effectiviteit en de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook voor nutriënten.

4.4 Emissieroutes

Voor nutriënten geldt in algemene zin dat de samenhang van de koolstof-, stikstof- en fosforkringloop op het perceel, de toediening van verschillende soorten mest (inclusief kunstmest), gewasopname, de aanwezigheid van achtergrondbelasting en atmosferische depositie van invloed zijn op het transport van nutriënten richting oppervlaktewater. Belangrijke emissieroutes van nutriënten vanaf het perceel naar het oppervlaktewater zijn: afspoeling van stoffen in oplossing en transport van stoffen in suspensie met oppervlakkig afstromend water; greppelafvoer op graslandpercelen; uitspoeling via ondiepe grondwaterstroming; en afvoer via drainagebuizen (Tabel 2). Er zijn methoden ontwikkeld om deze bronnen en emissieroutes van nutriënten te combineren in één rekenschema op landelijke schaal; waarbij de deeltermen op de stofbalans zoals afspoeling en uitspoeling bij elkaar worden opgesteld (*lumped sum*).

Van der Salm (2006) bespreekt de resultaten voor een aantal afvoercomponenten afzonderlijk, op basis van een reeks uitgebreide veldmetingen op een graslandperceel op zware klei. Voor zowel voor N als P was de verhouding in de vracht via greppelafvoer en drainagebuizen 3 : 1. Dit soort lokale resultaten zijn niet zonder meer te vertalen naar andere percelen met vergelijkbare kenmerken. Verder staan in Tabel 2 het type concentratie waarin de belasting wordt uitgedrukt en het soort resultaten, en een indicatie van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook. Opgemerkt wordt dat het begrip belasting in de literatuur over nutriënten en waterkwaliteit en die over gewasbeschermingsmiddelen en waterkwaliteit betrekking heeft op een ander soort concentraties (zie evt. de Begrippenlijst).

Tabel 2: De belangrijkste emissieroutes van nutriënten; met de vracht en de relatieve verblijftijd, de belasting en het type concentratie (in het zomerhalfjaar ZHJ, winterhalfjaar WHJ, en 3-jarig gemiddelde), het soort resultaten, en het verband met de afstand tot de sloot en daarmee de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook.

Emissieroute [1])	Vracht (verblijftijd)	Belasting (type concentraties)	Resultaten	Verband met de afstand tot de sloot / de breedte van de strook
Afspoeling	N & P (kort)	ZHJ, WHJ, 3-jr voor N en voor P	Kwantitatief (*lumped sum*)	Aanwezig
Greppelafvoer (grasland)				Niet bepaald
Uitspoeling	N & P (lang)			Zwak
Drainage			Kwantitatief	Zwak

Er zijn ook emissieroutes van nutriënten die niet in Tabel 2 zijn opgenomen, bijvoorbeeld omdat er minder over bekend is of omdat een bijdrage aan de effectiviteit van een gewasbeschermings- en mestvrije strook vooral afhangt van de praktijk en de inrichting en het beheer van de strook. Voorbeelden zijn de (indirecte) emissie van bladmeststoffen, het meemesten van de sloten, het optreden van morsverliezen. In een eventueel vervolg kunnen deze mogelijke bronnen in beschouwing genomen worden.

4.5 Aanbeveling voor basis-scenario en opties voor verfijning in vervolgonderzoek

Sinds 2000 is een verplichting van een mestvrijstrook langs waterlopen van kracht. De basis-scenario's in een verdiepend onderzoek gaan uit van de op dat moment geldende wet- en regelgeving. Er wordt gebruik gemaakt van berekeningen volgens de opzet die eerder werd gemaakt in opdracht van het Ministerie van LVVN om de effectiviteit van bemestingsvrije stoken op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater te kunnen bepalen (Van Boekel et al., 2023; Groenendijk et al, 2023). In deze scenario's zijn combinaties van landgebruik, grondsoort, grondwaterklasse, aanwezigheid van buisdrainage, aanwezigheid van keileem, en fosfaattoestand vastgelegd. Een aantal van genoemde factoren kan in een eventueel verdiepend onderzoek anders worden ingevuld. Bovendien worden varianten met een andere breedte toegevoegd aan het rekenschema. Dit hangt samen met de door te rekenen gewassen.

In eerdere studies (Van Boekel et al, 2021; Groenendijk et al, 2023) is gebruik gemaakt van een methode waarmee het oppervlak aan bufferstrook op een perceel werd berekend met een procedure waarin voor alle percelen in het Basis Registratie Percelen bestand werd bepaald welk deel van de omtrek grenst aan een waterloop.

Sinds de verplichting van de mestvrije stroken volgens de Derogatiebeschikking 2022 is door RVO gewerkt aan het intekenen van bufferstroken op de percelen van 'MijnPercelen'. Het verdient de voorkeur om voor een verdiepende studie naar de harmonisatie van gewasbeschermings- en

mestvrije stroken uit te gaan van deze gegevens voor de definitie van de referentiesituatie. Vervolgens worden de rekenregels voor het effect een mestvrije strook op de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater toegepast.

Optie voor verfijning van de scenario's voor nutriënten is een verbetering van de huidige methodiek voor het inschatten van het risico van oppervlakkige afspoeling vanaf percelen. In de indicatieve begroting staat deze optie in combinatie met het onderdeel gewasbeschermingsmiddelen.

Opties voor verfijning van de scenario's voor nutriënten:

1. Verfijning en verbetering van de rekenregels door het inbrengen van informatie over de risico's op de afstroming van water vanaf percelen (Aanvulling 2 in Hoofdstuk 7)
2. Analyse van de gevoeligheid van de effecten voor een alternatieve breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook (Aanvulling 3 in Hoofdstuk 7)
3. Onderzoek naar emissieroutes waarover minder bekend is of die relatief weinig bijdragen aan de belasting van het oppervlaktewater. Voorbeelden zijn de (indirecte) emissie van bladmeststoffen, het meemesten van de sloten (Aanvulling 5 in Hoofdstuk 7)

5 Bedrijfseconomische effecten volgens de basis-scenario's

Voorgesteld wordt om in een verdiepend onderzoek de eenheid van de berekening te baseren op het perceel. Er is geen standaard model voor de berekening van kosten en baten van een gewasbeschermings- en mestvrije strook (bufferstrook) voorhanden. We stellen voor om een *partial budgeting* methode toe te passen, waarin de verandering in kosten en (directe) baten ten opzichte van de referentiesituatie kunnen worden bepaald. De economische kosten bestaan uit de vermindering in opbrengst. Daarnaast bestaan de kosten uit vermindering van de mestplaatsingsruimte. De baten bestaan uit de besparing op gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten en eventuele andere directe kosten, zoals brandstof e.d.

De uitwerking hiervan kan plaatsvinden op basis van *desk research*, waarbij gebruik gemaakt wordt van onderzoek dat in het afgelopen decennium heeft plaatsgevonden. Voor zover er geen studies bekend zijn zal dit aangevuld worden met *expert judgement*. Dat zal afhankelijk zijn van de mate waarin differentiatie naar gewas, grondsoort en regio nodig is. Het aantal combinaties en hun relevante kenmerken worden duidelijk zodra de basis-scenario's zijn gedefinieerd en de eerste resultaten beschikbaar zijn. In deze verkenning kan uitsluitend een indicatieve begroting voor de economische effecten van de basis-scenario's gemaakt worden.

Economische berekeningen vinden plaats voor elke variant in de breedte ten opzichte van de referentie (de vereiste breedte volgens de toelating van gewasbeschermingsmiddelen), waarbij keuzes worden gemaakt in:

- Door te rekenen gewassen (Hoofdstuk 2)
- Verschillende grondsoorten en/of regio's
- Het beheer van de strook als teeltvrije en/of gewasbeschermings- en mestvrije zone
- Het aantal varianten voor de breedte van de strook.

In lijn met beide onderwerpen voor de waterkwaliteit, worden de effecten (verandering in kosten en opbrengsten) opgeschaald naar landelijk niveau.

De berekeningen zullen van een toelichting worden voorzien betreffende de uitgangspunten, aannamen, gebruikte data en expertise, en wellicht een eenvoudig rekenmodel.

Het aantal combinaties van een vorm van beheer en breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook is nog niet bekend. Om deze reden is het nog niet mogelijk om opties voor verfijning te benoemen.

6. Gebruik van kaartgegevens

In het verkennend onderzoek zijn de belangrijkste kaarten bekeken in het softwarepakket QGIS. De ervaring leert dat de percelenkaart (BRP) elk jaar wijzigingen vertoont ten opzichte van vorige versies. Denk aan de vorm van percelen, landgebruik- of gewasclassificaties, en attributen van (nieuwe) objecten. In BRP versie 2023 zijn bijvoorbeeld eco-activiteiten en ingetekende waterlopen toegevoegd. Het aantal wijzigingen op kaart verschilt per landschapsregio. De implicaties van zulke toevoegingen voor een eventueel vervolg in de vorm van het verdiepend onderzoek zijn voor Wageningen Research in deze verkenning niet goed in te schatten. Het voorstel is om gebruik te maken van de nieuwste BRP percelenkaart en van de actuele TOP10NL-kaart voor de gegevens over de perceelsloten. Verder is de kaart met LandbouwDeelgebieden bekeken die in het Landelijk Waterkwaliteitsmodel gebruikt wordt, en de kaart met Eco-activiteiten die door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) specifiek voor het project “Doorrekening mestbeleid en effecten op stikstof en fosforbelasting van oppervlaktewater” ter beschikking is gesteld. (De tabel met beheersvormen en eco-functies is specifiek voor het genoemde project verkregen en is op dit moment van schrijven nog niet zonder toestemming voor andere doeleinden te gebruiken.) Andere, aanvullende bronnen zijn de Grootschalige Basiskaart Percelen en de kaart met landschapsregio’s of de kaart met hydrotypen. Dit zijn geohydrologisch uniforme regio’s met gemiddelde waarden voor het dwarsprofiel van de perceelsloten (Figuur 6 in Hoofdstuk Nutriënten).

Voorgesteld wordt om deze kaarten in een verdiepend onderzoek te bewerken tot een ruimtelijke schematisatie die geschikt is om de berekeningen voor zowel gewasbeschermingsmiddelen als nutriënten te doorlopen voor de geselecteerde gewassen. In een verdiepend onderzoek is sprake van (her)gebruik van onderzoeksresultaten en methoden die op verschillende kaartversies zijn gebaseerd. Vanuit beide onderdelen worden deels andere eisen gesteld aan de nauwkeurigheid van kaartgegevens. Vooral de geometrie van objecten langs de perceelrand met sloot is belangrijk. In de aanloop van deze verkenning heeft het Ministerie van LVVN de suggestie gedaan om voor dit onderdeel van het verdiepend onderzoek samen te werken met RVO. Voor een verdiepende studie naar de harmonisatie van bufferstroken zouden we voor de definitie van de referentiesituatie van deze gegevens gebruik willen maken. Hiertoe kan het Ministerie van LVVN een aanbeveling doen aan de data-houders.

Het voorstel is om een expert van WEnR Team Earth Informatics of Team Applied Spatial Knowledge bij dit GIS-onderdeel te betrekken. Deze expert helpt bij het opstellen van het programma van eisen en de specificaties van de gegevensobjecten, en begeleidt de levering van de benodigde gegevens. De reproduceerbaarheid van de uitkomsten van berekeningen in het verdiepend onderzoek wordt geborgd in een technisch document. Er kan een protocol geschreven worden waarin de verschillende stappen in de selectie en bewerking van de gegevensobjecten zijn vastgelegd. Denk aan regels voor het de-selecteren van niet-relevante objecten, het clusteren van objecten, het bepalen van de afstand tussen objecten van verschillende soort (vlak en lijn), en van de maximale afstand die bepaalt wat een aangrenzende sloot is. In de toekomst kan de procedure met een nieuwe versie van de basiskaarten volgens dit protocol herhaald worden.

7. Aanpak verdiepend onderzoek

In dit hoofdstuk worden de onderdelen beschreven die zijn opgenomen in de indicatieve begroting van een mogelijk vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek (Hoofdstuk 8).

7.1 Bewerking kaartgegevens

Ons voorstel is om voor het gebruik van de best beschikbare kaartgegevens samen te werken met RVO en om een expert van WEnR Team Earth Informatics of WEnR Team Applied Spatial Knowledge bij dit onderdeel te betrekken (Hoofdstuk 6). Hiertoe kan het Ministerie van LVVN een aanbeveling doen aan de data-houders.

7.2 Basis-scenario's waterkwaliteit

Voor het onderdeel gewasbeschermingsmiddelen wordt voorgesteld om in het basis-scenario uit te gaan van de emissie via drift en atmosferische depositie (vracht en blootstellingsconcentratie). Het verband tussen de breedte van de strook en de effectiviteit wordt bepaald met driftfuncties voor de situatie met kort gras in de gewasbeschermings- en mestvrije strook. Voor stroken met een specifiek vanggewas zijn onvoldoende gegevens beschikbaar.

Voor het onderdeel nutriënten geldt als basis-scenario de opzet die eerder werd gemaakt door WEnR in opdracht van het Ministerie van LVVN om de effectiviteit van bemestingsvrije stoken op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater te kunnen bepalen (Van Boekel et al., 2023; Groenendijk et al, 2023). De onderliggende kaartgegevens worden gecontroleerd en onderling in overeenstemming gebracht met die van het onderdeel gewasbescherming in de Nationale Milieu Indicator NMI 5. Het rekenschema wordt aangepast voor het landgebruik en gecombineerd of uitgebreid met varianten voor verschillende breedten.

7.3 Bedrijfseconomische effecten

Economische berekeningen vinden plaats voor ieder van de scenario's ten opzichte van het referentiescenario (gewassen, grondsoort, regio's, de vorm van beheer van de gewasbeschermings- en mestvrije strook, en het aantal varianten voor de breedte van de strook). Op basis van deze notitie is het nog niet mogelijk om opties voor verfijning te benoemen.

7.4 Opties voor verfijning

Voor het onderdeel gewasbeschermingsmiddelen zijn vier opties voor verfijning begroot; voor de watergebonden emissieroutes via de drainpijp en via afstroming, een gevoeligheidsanalyse, en effecten op niet-doelwitorganismen in de gewasbeschermings- en mestvrije strook. Voor het onderdeel nutriënten zijn drie opties voor verfijning begroot; een voor afstroming, een gevoeligheidsanalyse, en een voor 'minder bekende, kleine' routes.

1. Indicatoren voor de emissie en de blootstellingsconcentratie via drainagebuizen. Update van de module die werd ontwikkeld voor de Eindevaluatie van de Nota Duurzame Gewas-bescherming (EDG2010).
2. Indicatoren voor het optreden van afstroming; bv. aantal events en volume; of plasvorming (gewasbescherming en nutriënten)
3. Gevoeligheidsanalyse van de effecten voor de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook (gewasbescherming en nutriënten)
4. Effecten op niet-doelwit organismen: Beschrijvend o.b.v. literatuuronderzoek (gewasbescherming)

5. Onderzoek naar emissieroutes waarover minder bekend is of die relatief weinig bijdragen aan de belasting van het oppervlaktewater (nutriënten).

De resultaten van Optie 1 kunnen toegevoegd worden aan de berekeningen op landelijke schaal volgens de basis-scenario's; op voorwaarde dat een nieuwe versie van deze module tijdig gereed is voor gebruik (zie Tekstbox NMI 5).

8 Indicatieve begroting

Dit hoofdstuk bevat een voorzichtige indicatieve begroting met de onderdelen van de basis-scenario's en vijf opties voor verfijning op basis van het prijspeil 2025 (WEnR intern tarief). Aan deze indicatieve begroting kunnen geen rechten ontleend worden. Het betreft een voorzichtige indicatieve begroting omdat het een integraal onderzoek betreft waarin onderzoeksmethoden voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten worden samengebracht op een manier die nog niet eerder is gedaan. Hiermee is rekening gehouden in de post voor overleg over de (tussen)resultaten van de verschillende onderdelen. Deze voorzichtige indicatieve begroting is gebaseerd op eerdere (niet-integrale) studies op het gebied van de waterkwaliteit in agrarische gebieden en op *expert judgement*.

De voorzichtige indicatieve begroting betreft werkzaamheden in het verdiepend onderzoek voor de bewerking van kaartgegevens in samenwerking met bronhouder RVO, het onderdeel gewasbescherming, het onderdeel nutriënten, en het onderdeel economie. Bij elk onderdeel van deze integrale, verdiepende studie is een bedrag opgenomen voor overleg tussen de expertises en voor overleg met een ambtelijke werkgroep.

Deze voorzichtige indicatieve begroting voor de basis-scenario's bedraagt €156.000,-. De indicatie van de kosten van de vijf opties voor verfijning van deze scenario's bedraagt €127.000,- voor de onderdelen gewasbescherming en nutriënten. In totaal bedraagt de voorzichtige indicatieve begroting voor alle onderdelen €283.000,- (bedragen ex. BTW; WEnR intern tarief 2025; ex BTW).

Tabel 3: Voorzichtige indicatieve begroting Verdiepende studie Harmonisatie Bufferstroken. Onderdelen van de basis-scenario's en vijf opties voor verfijning. WEnR Intern tarief 2025 (ex. BTW). Aan deze begroting kunnen geen rechten worden ontleend.

Fase	Onderdeel	Omschrijving	€	€	€
Basis	Kaarten	Specificatie gegevens, overleg WEnR en RVO, bewerken en koppelen met modellen	30000		
		Inzet RVO	-		
	Kaarten	subtotaal		30000	
Basis	GBM	Invoerbestanden maken	15000		
	GBM	Berekeningen drift en atmosferische depositie	8000		
	GBM	Uitkomsten bewerken en opschalen (vracht en belasting)	7000		
	N&P	Afstemmen van de rekenregels voor gewasbescherming en nutriënten	8000		
	N&P	Huidige uitkomsten bewerken en opschalen (belasting)	8000		
	GBM	Rapporteren	16000		
	alle	Overleg met ministeries en evt. andere partijen	10000		
		subtotaal		72000	
Basis	Economie				
		Uitwisselen informatie over breedte stroken, verandering fysieke opbrengst in de stroken, etc. voor de gewassen, grondsoorten en regio's	7500		
		Meedenken bij het opstellen van de basis-scenario's	2500		
		Invoergegevens verzamelen en gereed maken	10000		
		Berekeningen volgens het *partial budgeting* model	15000		
		Rapporteren	10000		

		Overleg met o.a. ministeries en projectpartners buiten WEcR	9000		
		subtotaal		54000	
	Subtotaal	**totaal Basis**			**156000**
Aanv. 1	GBM	Emissie via drainagebuizen			
	GBM	Berekeningen GeoPEARL, afleiden emissiefactoren voor de selectie van stoffen	30000		
	GBM	Uitkomsten bewerken (vracht en belasting)	4000		
	GBM	Samenhang watergebonden route en spray drift & atmosferische depositie; regionale schaal	3500		
	GBM	Rapporteren	5000		
	GBM	Overleg met ministeries	2500		
		totaal Aanv. 1		45000	
Aanv. 2	GWB, N&P	Verfijning en verbetering van de rekenregels over de risico's op afstroming van water vanaf percelen			
	GWB, N&P	Indicator voor oppervlakkige afspoeling; simulaties voor bodemeenheden en voor grasland; update methodiek RUME, IMAP; informatie over plasvorming	22000		
	GWB, N&P	Analyse van de resultaten, implementatie en doorrekenen effecten	8000		
	GWB, N&P	Samenhang risico's op afstroming van water en drift; in plaats en tijd	6000		
	N&P	Samenhang met uit- en afspoeling nutriënten	6000		
	GWB, N&P	Rapportage	7000		
	GWB, N&P	Overleg met ministeries	3000		
		totaal Aanv. 2		52000	
Aanv. 3	GWB, N&P	Gevoeligheidsanalyse van de effecten voor de breedte van een gbm- en mestvrije strook			
		Rekenwerk	7000		
		Rapportage	5000		
		Overleg met ministeries	1000		
		totaal Aanv. 3		13000	
Aanv. 4	NTO's	Effecten op niet-doelwit organismen (NTO's)			
		Literatuuronderzoek	9000		
		totaal Aanv. 4		9000	
Aanv. 5	N&P	Bijzondere emissieroutes nutriënten			
		Inventarisatie van de bronnen, inschatting van het efect van een gbm- en mestvrije strook	8000		
		totaal Aanv. 5		8000	
	Subtotaal	**Vijf opties voor verfijning / aanvulling**			**127000**
	Totaal	**Basis-scenario's en vijf opties voor verfijning**			**283000**

9 Discussie

Om de waterkwaliteit in Nederland te beschermen en te verbeteren zijn er meerdere voorschriften die beperkingen stellen aan gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en mest op stroken landbouwgrond die grenzen aan waterlopen. Er is een gedetailleerd stelsel ontstaan dat de uitvoering voor zowel de praktijk op het boerenerf als voor overheid en handhaving complex maakt. In 2023 heeft de toenmalige minister van LVVN aangegeven voornemens te zijn een integraal systeem voor het aanhouden van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op landbouwgrond op te nemen in regelgeving. Dit leidt tot de behoefte aan een solide wetenschappelijke onderbouwing van de relatie tussen de effectiviteit en de breedte van de gewasbeschermingsvrije - en mestvrije strook langs waterlopen. Het beleid kan deze informatie gebruiken bij het samenstellen van een integraal, eenvoudig systeem voor het aanhouden van deze stroken.

Het onderzoek dat gericht is op verbetering van de waterkwaliteit in het agrarisch gebied beperkt zich meestal veelal tot gewasbeschermingsmiddelen of nutriënten. Integrale studies naar beide aspecten van waterkwaliteit zijn minder talrijk. Het doel van dit verkennend onderzoek is om inzichtelijk te maken wat mogelijk en haalbaar is voor een eventueel verdiepend onderzoek naar de effecten van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op de waterkwaliteit en naar de bedrijfseconomische effecten.

Selectie van gewassen en stoffen

Voorgesteld wordt om in het verdiepend onderzoek onderscheid te maken tussen basis-scenario's en opties voor verfijning. Een basis-scenario bestaat uit invoer, modelberekeningen voor het landelijk gewasareaal bij verschillende breedten van een gewasbeschermings- en mestvrije strook, en een samenvatting van de resultaten. De opties voor verfijning kunnen leiden tot aanvullende informatie in de vorm van modelresultaten over specifieke emissieroutes, de gevoeligheid van de uitkomsten voor bepaalde invoer, of een literatuuronderzoek. In deze verkenning is gebruik gemaakt van een voorstel voor selectie van gewassen en werkzame stoffen. Deze selectie wordt geacht representatief te zijn voor het huidige gebruik in de onbedekte teelt in de open grond. De selectie is gebaseerd op landelijke cijfers over het gebruik, afzetcijfers, de toelating, en informatie uit de Bestrijdingsmiddelenatlas over normoverschrijding. Aanbevolen wordt om in een eventueel vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek de selectie van werkzame stoffen te actualiseren.

Gewasbeschermingsmiddelen

De beschikbare kennis over de bijdrage van afzonderlijke emissieroutes aan de totale emissie van gewasbeschermingsmiddelen en de blootstellingsconcentraties verschilt voor de routes spray drift en atmosferische depositie, drainage, en oppervlakkige afspoeling. Het is mogelijk om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie en de blootstelling als gevolg van spray drift en atmosferische depositie te bepalen. Het proces spray drift is onafhankelijk van de stof en is sterk afhankelijk van de afstand tot de sloot. De resultaten voor deze twee emissieroutes zijn geschikt om het verband tussen de breedte en de effectiviteit inzichtelijk te maken. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit zijn de indicatoren voor de blootstellingsconcentratie het meest geschikt om het verband tussen de breedte en de effectiviteit te presenteren. Zowel de vracht als de blootstellingsconcentratie als gevolg van spray drift en atmosferische depositie zijn onderdeel van de resultaten van een verdiepend onderzoek.

Naar verwachting is er een zwak verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie van werkzame stoffen en eventuele metabolieten via drainagebuizen. De bijdrage van de emissie via drainage aan de totale emissie op jaarbasis is voor de meeste stoffen

groter dan die van de emissie via spray drift en atmosferische depositie. Naast het verschil in de vracht is ook het verloop in de tijd van de blootstelling van het waterleven voor de route drainage en routes spray drift en atmosferische depositie sterk verschillend. Het voorstel is om de resultaten voor de emissieroute spray drift en atmosferische depositie en die voor de emissieroute via drainage te combineren. Dit leidt tot beter inzicht in het verband tussen de breedte en de effectiviteit van de gewasbeschermings- en mestvrije strook.

Naar verwachting is er een sterk verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie van werkzame stoffen via afstroming vanaf landbouwpercelen. Het ontbreekt aan een landsdekkende methode om de emissie via deze route te berekenen. Een belangrijke oorzaak is het ontbreken van gegevens over de actuele infiltratiecapaciteit aan maaiveld. Het onderwerp oppervlakkige afspoeling is als een optie voor verfijning opgenomen in het voorstel. Dit deelonderzoek is gericht op een verdieping van de kennis over afstroming van water en afspoeling van stoffen (gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten) vanaf landbouwpercelen.

Het is niet mogelijk om de emissies via drift en atmosferische depositie, drainage, en oppervlakkige afspoeling in één rekenschema te combineren met het doel om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de totale emissie te schatten.

Nutriënten

Voor de kwantificering van diffuse belasting van oppervlaktewater met nutriënten wordt onderscheid gemaakt in:

1) **Uitspoeling via het bovenste grondwater**. Nutriënten worden voornamelijk verticaal meegevoerd met de stroming van het neerslagoverschot naar het ondiepe grondwater waar ze zich kunnen verspreiden. De mate waarin nutriënten verticaal naar het grondwater worden getransporteerd hangt sterk af van de mobiliteit. Stikstof is mobiel, fosfaat is slechts in geringe mate mobiel. Vanuit het bovenste grondwater treedt een deel uit naar oppervlaktewateren. Als sprake is van wegzijging treedt slechts een deel van het neerslagoverschot uit naar het oppervlaktewater. Als sprake is van kwel is de hoeveelheid water die uittreedt naar het oppervlaktewater groter dan het neerslagoverschot. Voor deze route is het effect van een bemestingsvrije strook sterk afhankelijk van verhouding van de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel en de hydrologische omstandigheden. Doordat een deel van het uitstomende water in contact kan komen met de bodem onder de bemestingsvrije strook kan het zuiveringseffect groter zijn dan het effect van een verminderde mestgift op een perceel. Theoretische kennis over de verbanden is voorhanden en wordt toegepast in berekeningen van effecten van bemestingsmaatregelen. Het aantal validaties is gering (Noij et al, 2012) en een gevoeligheidsanalyse voor de toepassing in regionale en landelijke studies ontbreekt nog.

2) **Uitspoeling via drainbuizen**. Op gedraineerde percelen stroomt het overgrote deel van het neerslagoverschot naar de drainbuizen. Dit water komt niet in contact met de bodem onder een bemestingsvrije strook en in een dergelijke situatie is het zuiveringseffect gelijk aan het effect van een verminderde mestgift op een perceel en ook afhankelijk van de verhouding van de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel.

3) **Afspoeling vanaf het maaiveld** treedt op bij hevige regenbuien en in regenrijke periodes waarin de grondwaterstand ondiep is. Het mechanisme van het transport van nutriënten naar oppervlaktewateren is gelijk aan dat van het transport van gewasbeschermingsmiddelen. Bij oppervlakkige afstroming in de winterperiode is de stikstofconcentratie van water in plassen op het

maaiveld en in de bovenste laag van de bodem doorgaans erg laag. Fosfaat kan daarentegen wel met afstromend water en met bodemdeeltjes (erosie) vanuit plassen en door geulen naar het oppervlaktewater worden getransporteerd. Een betrouwbare kwantificering van deze transportroute is nog niet voorhanden. Wel is duidelijk dat een bemestingsvrije strook het transport naar het oppervlaktewater vermindert en dat de reductie groter wordt naarmate de bemestingsvrije strook breder is, of voorzien is van ruigere vegetatie of een infiltratiegreppel. Een verdieping van kennis kan parallel verlopen aan de verdieping van de kennis van het transport van gewasbeschermingsmiddelen via deze route.

4) **'meemesten sloten'** door het morsen tijdens mesttransport of tijdens mesttoediening wordt in de Emissie Registratie beschreven door middel van emissiefactoren. Bij een Goede Landbouwpraktijk, waar ook het gebruik van een goed afgestelde kantstrooier bij hoort, is deze transportroute gering. Naarmate een bemestingsvrije strook breder is, neemt de omvang van deze route nog sterker af. Een verdieping van kennis hierover kan tot uitdrukking komen in een update van factoren in de Emissie Registratie.

Voor de kwantificering van het effect van gewasbeschermings- en mestvrije stroken is in eerste instantie behoefte aan een gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse van de rekenregels waarmee het effect van gewasbeschermings- en mestvrije stroken op de belasting van oppervlaktewater wordt geschat. Een onderdeel hiervan is het bepalen van de strooklengte grenzend aan waterlopen per perceel en de omrekening naar onbemeste strookoppervlakte per perceel.

Kaartgegevens

Modellen die geschikt zijn voor berekeningen op landelijke schaal maken op verschillende manier gebruik van dezelfde basiskaarten. Een van de redenen is dat voor gewasbescherming en nutriënten deels andere vormen van (agrarisch) landgebruik en andere eenheden van de bodemkaart relevant zijn. Er zijn ook verschillen in het gebruik van historische reeksen meteorologische gegevens. Aanbevolen wordt om de doorwerking van deze verschillen in de uitkomsten te onderzoeken. Aanbeveling is om tevens na te gaan in welke mate de resultaten robuust zijn vanuit het oogpunt van klimaatverandering.

Economie

De berekeningen volgens de basis-scenario's hebben betrekking op de gewassen gras, snijmais, consumptieaardappel, suikerbiet, wintertarwe, zaaiui, tulp en peer. Het onderwerp economie kan pas uitgewerkt worden zodra bekend is welke mate van differentiatie naar gewas, grondsoort en regio nodig is. Het aantal varianten in het beheer van een gewasbeschermings- en mestvrije strook hangt bovendien samen met (de *range* van) de breedte. Het aantal combinaties en hun relevante kenmerken worden duidelijk zodra de specificaties van de basis-scenario's zijn vastgesteld en de eerste resultaten van een vervolg in de vorm van een verdiepend onderzoek beschikbaar zijn.

10 Conclusies

In dit hoofdstuk zijn de conclusies van het verkennend onderzoek opgenomen over het onderdeel gewasbeschermingsmiddelen, het onderdeel nutriënten, en beide onderdelen gezamenlijk.

Gewasbeschermingsmiddelen

De beschikbare kennis over de bijdrage van afzonderlijke emissieroutes aan de totale emissie (vracht) en de blootstelling (concentraties) van gewasbeschermingsmiddelen verschilt voor de routes 1) spray drift en 2) atmosferische depositie, 3) afvoer via drainage, en 4) oppervlakkige afspoeling. Voor de watergebonden emissieroutes 3) en 4) geldt dat de resultaten in de internationale literatuur over effecten van bufferstroken in de Nederlandse situatie beperkt toepasbaar zijn.

Er is een sterk afnemend verband tussen de afstand en de emissie van gewasbeschermingsmiddelen via spray drift en atmosferische depositie. Het is mogelijk om het verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie en de blootstelling als gevolg van spray drift en atmosferische depositie te bepalen op basis van kwantitatieve uitkomsten van berekeningen.

Naar verwachting is er een zwak verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie via drainage. Afhankelijk van de stof, kan op jaarbasis de emissie via drainage veel groter zijn dan de emissie via drift en atmosferische depositie. Het is mogelijk om resultaten voor de emissieroute via drainage te combineren met de resultaten voor de emissieroutes spray drift en atmosferische depositie.

Naar verwachting is er een afnemend verband tussen de breedte van een gewasbeschermings- en mestvrije strook en de emissie via oppervlakkige afspoeling. Het ontbreekt echter aan een methode om de emissie van gewasbeschermingsmiddelen via deze route op landelijke schaal te berekenen. Het is op basis van huidige kennis niet mogelijk om de emissies via spray drift en atmosferische depositie, drainage en oppervlakkige afspoeling in één rekenschema te combineren met het doel om het verband tussen de breedte van zo'n strook en de totale emissie te schatten.

Nutriënten

Uit deze verkenning blijkt dat voor de kwantificering van diffuse belasting van oppervlaktewater met nutriënten het onderscheid in vier emissieroutes van belang is: (1) uitspoeling via het bovenste grondwater; (2) uitspoeling via drainbuizen; (3) afspoeling vanaf het maaiveld; en (4) 'meemesten' van sloten.

Uitspoeling via het bovenste grondwater: De mate waarin nutriënten verticaal naar het grondwater worden getransporteerd is voor stikstof groot en voor fosfaat gering. Voor deze route is het effect van een gewasbeschermings- en mestvrije strook sterk afhankelijk van de verhouding van de breedte van de strook ten opzichte van de breedte van het perceel en van de hydrologische omstandigheden in de vorm van wegzijging of kwel.

Uitspoeling via drainbuizen: Op gedraineerde percelen stroomt het grootste deel van het neerslagoverschot naar de drainbuizen. Dit water komt niet in contact met de bodem onder een gewasbeschermings- en mestvrije strook en in een dergelijke situatie is het zuiveringseffect van een strook gelijk aan het effect van een verminderde mestgift op een perceel.

Afspoeling vanaf het maaiveld treedt op bij hevige regenbuien en in regenrijke periodes waarin de grondwaterstand ondiep is. Het belang van oppervlakkige afstroming in de totale emissie van meststoffen naar het oppervlaktewater verschilt voor stikstof en voor fosfor en daarmee kan ook de

werking van een gewasbeschermings- en mestvrije strook verschillend zijn voor stikstof en voor fosfor.

Meemesten van sloten door het morsen tijdens mesttransport of tijdens mesttoediening is gering bij een goede landbouwpraktijk, waar ook het gebruik van een goed afgestelde kantstrooier bij hoort. Naarmate een gewasbeschermings- en mestvrije strook breder is, neemt de omvang van deze route nog sterker af.

Gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten samen

In deze verkenning, waarin onderwerpen voor het bepalen van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken zijn samengebracht, is gebleken dat een integraal onderzoek meer tijd voor uitwisseling en overleg vraagt dan oorspronkelijk voorzien.

Afhankelijk van de situatie, kan de relatie tussen de breedte en het effect van een gewasbeschermings- en mestvrije strook op de waterkwaliteit voor stikstof en voor fosfaat een andere vorm hebben. Ook voor gewasbeschermingsmiddelen is het effect afhankelijk van de toepassing van middelen in de teelt en van het gedrag van stoffen in het milieu.

Voor de kwantificering van het effect van gewasbeschermings- en mestvrije stroken is behoefte aan een gevoeligheidsanalyse en een inschatting van de onzekerheid van bestaande rekenregels waarmee het verband tussen de breedte van de strook en het effect op de belasting van oppervlaktewater wordt bepaald.

Het mechanisme van het transport via afstroming van water en sediment en afspoeling van stoffen naar oppervlaktewater is voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten gelijk. Een verdieping van de kennis over transport en emissie via deze route kan de onderbouwing van het verband tussen de breedte en de effectiviteit van gewasbeschermings- en mestvrije stroken ten goede komen en kan daarmee extra inzicht geven in de mogelijkheden de inrichting van zulke stroken te harmoniseren.

Literatuur

Adriaanse, P.I., R.C. van Leerdam en J.J.T.I. Boesten, 2016. The effect of the runoff size on the pesticide concentration in runoff water and in FOCUS streams simulated by PRZM and TOXSWA. Science of the Total Environment/STOTEN-21522, 14 pp.

Beltman, W., P. Dik, P. Groenendijk, M. Heinen, H. Massop, M. Mulder, A. Veldhuizen, R. Sur en T. Smit (2021). Modelling effectiveness of two runoff mitigation measures in the Netherlands. Poster presentation, SETAC EUROPE2021, 3-6 May 2021.

Besluit Activiteiten Leefomgeving, Artikel 4.723 en Tabel 4.723d, laatste wijziging 1 jul 2025. https://wetten.overheid.nl/BWBR0041330/2025-01-01

Groenendijk, P., T. Cals, J. Kros, L.V. Renaud, J.C. Voogd, 2023. Effecten van de afbouw van mestderogatie op emissies van ammoniak en broeikasgassen en op waterkwaliteit. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3274.

Kruijne, R., M. Wenneker, M. Montforts, J. de Weert & A. van Loon (2020a). Analyse van de bijdrage van verschillende emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen aan de waterkwaliteit. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (Stowa), Amersfoort, Kennisimpuls Waterkwaliteit, Rapport 2020-12, 107 p.

Kruijne, R., van Loon, A., Montforts, M., Tiktak, A., de Weert, J. & Wenneker, M., (2020b). Een inventarisatie van emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater en grondwater. Stichting toegepast Onderzoek Waterbeheer (Stowa), Amersfoort, Deltafact, 10 p. 535581 (wur.nl)

Kruijne, R., M. Wenneker, S. Houben, M. Montforts, W. Beltman en J. Vlaming, 2022a. Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater. Deltafact, Stowa, Amersfoort. Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater | STOWA

Kruijne, R., M. Wenneker, W. Beltman & S. Houben, 2022b. Oppervlakkige afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen: Achtergronddocumentatie bij de tool IMAP: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (Stowa). Amersfoort, Kennisimpuls Waterkwaliteit, Rapport 2022-34

Massop, H.T.L., J. Clement en C. Schuiling, 2014. Plassen op het land: een landsdekkende kaart van potentiële risicolocaties voor oppervlakkige afspoeling. Alterra-rapport 2546. (http://edepot.wur.nl/313588)

Noij, I.G.A.M., M. Heinen and P. Groenendijk, 2012. Effectiveness of non-fertilized buffer strips in the Netherlands. Final report of a combined field, model and cost-effectiveness study. Wageningen, Alterra, Alterra report 2290.

PBL, 2019. Geïntegreerde gewasbescherming nader beschouwd - Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst. Planbureau voor de leefomgeving, Den Haag)

Tiktak, A., P.I. Adriaanse, J.J.T.I. Boesten, J. Delsman, C. van Griethuysen, M.M.S. van ter Horst, J.B.H.J. Linders, A.M.A. van der Linden en J.C. van de Zande, 2011a. Edge-of field scenarios for exposure of water organisms in the Netherlands. Part 1: Field crops and downward spraying. RIVM report 607407002.

Tiktak, A., P.I. Adriaanse, J.J.T.I. Boesten, R.F.A. Hendriks and A.M.A. van der Linden, 2011b. Leaching of Plant Protection Products to field ditches in the Netherlands - Development of a PEARL drain pipe scenario for arable land. RIVM Report 607407003.

Van Bakel, J., H. Massop, en A. van Kekem. 2007. Selection of locations for research on unfertilized buff er strips: Hydrological and pedological characterization of the experimental locations. (In Dutch.) Alterra Rep. 1457. Alterra, Wageningen, the Netherlands.

Van Boekel, E.M.P.M., P. Groenendijk, J. Kros, L.V. Renaud, J.C. Voogd, G.H. Ros, Y. Fujita, G.J. Noij en W. van Dijk, 2023. Effecten van maatregelen in het Zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn: Milieueffectrapportage op planniveau. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3108.

Van der Linden. A.M.A., R. Kruijne, A. Tiktak en M.G. Vijver, 2012. Evaluatie van de nota Duurzame Gewasbescherming, Deelrapport Milieu, RIVM Rapport 607059001/2012

Van der Salm, C., J. Dolfing, J.W. van Groenigen, M. Heinen, G. Koopmans, J. Oenema, en A. van den Toorn, 2006. Monitoring van nutriëntenemissies op een melkveehouderijbedrijf in Waardenburg - Diffuse belasting van het oppervlaktewater met nutriënten vanuit grasland op een zware kleigrond. STOWA, Utrecht, Rapportnummer 2006-12, 90 p.

Zhang, X., X. Liu, M. Zhang, R.A. Dahlgren en M. Eitzel, 2010. A Review of Vegetated Buffers and a Meta-analysis of Their Mitigation Efficacy in Reducing Nonpoint Source Pollution. Journal of Environmental Quality, Vol. 20, Issue 1, pp. 76-84.

Bijlage: Begrippenlijst

Perceel

De strook tussen de insteek van het talud en de gewasrand is onderdeel van het perceel. De insteek van het talud geldt als de rand van het perceel.

Gewasbeschermings- en mestvrije strook

Een permanent aangehouden strook van een bepaalde breedte in het nog te ontwikkelen integrale stelsel. Om de waterkwaliteit te beschermen, worden op deze strook geen gewasbeschermingsmiddelen toegediend en wordt geen mest toegediend.

Bufferstrook

Een bufferstrook ligt op landbouwgrond en begint vanaf de insteek van een waterloop (met uitzondering van een flauw talud). De term ‘bufferstrook’ gebruiken we alleen in relatie tot de regelgeving.

Teeltvrije zone

Een strook vanaf de insteek van het talud tot aan de rand van het gewas of aan de hartlijn van de buitenste gewasrij (geen uitzondering van een flauw talud). De term ‘teeltvrije zone’ gebruiken we alleen in relatie tot de regelgeving.

Belasting

De concentratie werkzame stoffen of metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen in de aangrenzende sloot (maximum piekconcentratie en maximum tijdgewogen concentratie over een periode van 21 dagen; op jaarbasis)

De nutriëntenconcentratie in het oppervlaktewater (in het zomerhalfjaar, in het winterhalfjaar WHJ, of het 3-jarig gemiddelde)

Emissie

De hoeveelheid (vracht) van stoffen naar de aangrenzende sloot (uitgedrukt in kg).

Protocol bepaling mineraal stikstofresidu

Sander Gerritsen, Wim van Dijk en Koos Verloop

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Protocol bepaling mineraal stikstofresidu

Sander Gerritsen, Wim van Dijk en Koos Verloop

Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit WPR, Agrosysteemkunde in het kader van beleidsondersteunend onderzoeksthema land- en tuinbouw binnen de grenzen van de natuurlijke leefomgeving (projectnummer BO-43-206-01).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen

Wageningen, juli 2025

Rapport WPR-1477

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Gerritsen, S.A., W. van Dijk, J. Verloop, 2025. Protocol bepaling mineraal stikstofresidu. Wageningen Research, Rapport WPR-1477. 50 blz.; 5 fig.; 1 bijlage; 4 tab.; 24 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op https://doi.org/10.18174/696171

Trefwoorden: Doelsturing, grondwaterkwaliteit, management, landbouw, uniformering, bemonstering, perceel, akkerbouw, veehouderij, najaar, nitraatuitspoeling

© 2025 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-1477

Foto omslag: Arjan Mager

Inhoud

Woord vooraf **8**

Samenvatting **10**

1 Inleiding **12**

1.1 Aanleiding 12
1.2 Doel en afbakening 13
1.3 Leeswijzer 13
1.4 Begrippenlijst 14

2 Vergelijking bestaande protocollen **15**

2.1 Bestaande protocollen 15
2.2 Vergelijking protocollen 20
2.3 Samenvattend beeld 21

3 Het nieuwe protocol **23**

3.1 Doel en reikwijdte 23
3.2 Benodigde materialen en apparatuur 23
3.3 Bemonsteringstijdstip 23
3.4 Monsternameprocedure 24
3.5 Transport, bewaring en mengen 26
3.6 Laboratoriumanalyse 26

4 Onderbouwing protocol **27**

4.1 Vertrekpunten 27
4.2 Bemonstering 27
4.3 Transport, mengen en bewaren 34
4.4 Laboratoriumanalyse 35
4.5 Verwerking en beheer van gegevens 35

5 Aanbevelingen **37**

Literatuur **40**

Bijlage: Protocol bepaling mineraal stikstofresidu; toelichting context, functie en toepassing **42**

1 Inleiding en leeswijzer 42
2 Beleidscontext 43
3 Het mineraal stikstofresidu en het stikstof bodemoverschot als indicatoren voor nitraatuitspoeling 43
4 Het protocol 45
5 Betekenis van meetuitslagen voor ondernemers 48
Literatuur 49

Woord vooraf

Bij het mestbeleid is er vanuit de landbouwsectoren en politiek een sterke wens om te komen tot doelsturing in plaats van sturen via van tevoren opgelegde maatregelen. Bij doelsturing zijn indicatoren nodig op basis waarvan kan worden gestuurd. Eén van de indicatoren is het minerale stikstofresidu dat in het najaar na de oogst van gewassen achterblijft in de bodem. Het minerale stikstofresidu is een relatief eenvoudige en goedkope indicator voor de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. Sectorpartijen zoals BO-akkerbouw en ZuivelNL pleiten voor het gebruik van het minerale stikstofresidu om de waterkwaliteit te verbeteren en deze indicator mee te nemen als onderdeel van doelsturing. Vanuit het ministerie van LVVN is er een verzoek gekomen om hiervoor een meetprotocol op te stellen. In dit rapport wordt het protocol zelf en de achtergronden van de hierbij gemaakte keuzes beschreven.

De auteurs

Samenvatting

In het mestbeleid bestaat vanuit landbouwsectoren en de politiek de wens om te komen tot een systeem van doelsturing op waterkwaliteit. Het doel is om agrarisch ondernemers meer ruimte te geven om invulling te geven aan hun bijdrage aan een goede waterkwaliteit. Bij doelsturing zijn indicatoren nodig op basis waarvan kan worden gestuurd. Eén van de indicatoren is het minerale stikstofresidu (NR) dat in het najaar na de oogst van gewassen in de bodem achterblijft. Het NR is een relatief eenvoudige en goedkope indicator voor de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. Sectorpartijen zoals BO-akkerbouw en ZuivelNL pleiten voor het gebruik van het NR als onderdeel van doelsturing. Op verzoek van het ministerie van LVVN is een meetprotocol voor NR opgesteld. In dit rapport worden het protocol en de onderliggende keuzes beschreven.

Inventarisatie bestaande protocollen
Bij de ontwikkeling van het protocol is gekeken naar bestaande protocollen voor bepaling van NR uit Nederland, Vlaanderen en Duitsland, evenals het Nederlandse protocol voor fosfaatbemonstering.
De meeste NR-protocollen gaan uit van bemonstering in drie dieptelagen: 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. De steekdichtheid varieert per protocol maar komt veelal uit op gemiddeld 7 à 8 steken per hectare. Sommige protocollen schrijven een maximale oppervlakte voor; percelen die groter zijn dat dit maximum worden opgedeeld in kleinere percelen. Wat betreft het bemonsteringspatroon houden bijna alle protocollen de W-methode ook wel het zigzagpatroon aan. In een enkel geval wordt het steekpatroon bepaald via een gestratificeerde aselecte steekproef (fosfaatprotocol). Bemonstering op NR vindt doorgaans plaats tussen 1 oktober en 1 december. Na het steken van monsters wordt de bewaring van monsters op verschillende manieren aangepakt. Er wordt soms uitgegaan van een snelle verwerking binnen drie dagen, maar soms wordt er ook gewerkt met een langere bewaarperiode, waarbij monsters worden ingevroren.

Nieuwe NR-protocol
De belangrijkste elementen van het NR-protocol worden hieronder weergegeven.
Bemonstering
- Een te bemonsteren perceel of perceelsdeel mag een maximale omvang van 5 hectare hebben. Bij grotere percelen wordt het perceel opgedeeld in subpercelen (van max 5 ha). Aan elkaar grenzende percelen mogen worden samengevoegd tot een totale omvang van maximaal vijf hectare, waarbij de omvang van individuele percelen niet groter is dan 2,5 hectare.
- Op het perceel of perceelsdeel worden 40 steken genomen. De positie van de steken wordt bij voorkeur bepaald via een gestratificeerde aselecte steekproef, waarbij het perceel in 40 strata van gelijke omvang wordt verdeeld, waarna per stratum aselect de positie van het steekpunt wordt geloot. In het protocol is handmatige bepaling van de positie van de steekpunten met de W- methode vooralsnog ook toegestaan.
- De bemonsteringsdiepte bedraagt 0-90 cm min maaiveld, waarbij de lagen 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm apart worden bemonsterd. Op elk steekpunt wordt de laag 0-30 cm gestoken, bij één op de twee steekpunten de laag 30-60 cm en bij één op de 4 steekpunten de laag 60-90 cm.
- De monsters mogen zowel machinaal als handmatig worden genomen.
- De bemonstering vindt plaats tussen 15 oktober en 1 december.

Transport en bewaring
- Na het steken van de monsters wordt alle verzamelde grond per laag bij elkaar gedaan (mengmonster). De mengmonsters worden tijdens transport naar het laboratorium koel bewaard.
- Het monster dient binnen 24 uur na monstername naar het laboratorium te worden gebracht en in de koeling te worden bewaard, indien het laboratorium kan garanderen dat het monster binnen 3 dagen geanalyseerd kan worden. Indien deze garantie niet kan worden gegeven, dient het laboratorium op het moment van inname het monster onmiddellijk in te vriezen.

Analyse
- De bepaling van het gehalte aan NH_4-N en NO_3-N vindt plaats in (ontdooide) veldvochtige grond, waarbij 1 volumedeel grond wordt gemengd met 2 volumedelen extractiemiddel (0,01 M CaCl2).
- Het NH4-en NO3-gehalte in het extract wordt spectrofotometrisch bepaald volgens de geldende NEN-ISO-voorschriften.

Overwegingen en aanbevelingen
De steekdichtheid per oppervlakte-eenheid is een compromis tussen de wens een representatief meetresultaat te verkrijgen en uitvoerbaarheid. Dit steekdichtheid bepaalt mede de benodigde arbeid voor de monstername en de kosten voor analyse. De in het protocol gehanteerde steekdichtheid is mede gebaseerd op het fosfaatprotocol en op Belgisch onderzoek dat in het kader van het Vlaamse NR-protocol is gedaan. Een verdere onderbouwing hiervan is nodig om na te gaan of verlaging van de steekdichtheid mogelijk is. Hiervoor is een geo-statistisch onderzoek nodig, waarbij op een aantal percelen met uiteenlopende situaties een intensieve bemonstering plaatsvindt en NR per steekpunt wordt bepaald.
In dit onderzoek kan dan ook een vergelijking tussen een gestratificeerde aselecte steekproef en de W-methode worden meegenomen. De gestratificeerde aselecte steekproef heeft een aantal voordelen t.o.v. de W- methode: er zijn mogelijk minder steekpunten nodig en de steekpunten worden niet door de monsternemer bepaald. In de huidige versie van het protocol zijn mogen beide methoden nog worden gebruikt, maar voorgesteld wordt op termijn alleen de gestratificeerde methode toe te staan.

Bij de bemonstering kan ervoor worden gekozen om de laag 0-90 cm in één keer te bemonsteren of in meerdere lagen. Kijkend naar het doel, vaststelling van NR als indicator van het risico van uitspoeling in doelsturingsbeleid, zou de laag 0-90 cm in één keer kunnen worden bemonsterd. Dit verlaagt het risico van mogelijke afwijkingen in steekdiepte bij de uitvoering van de bemonstering in meerdere lagen. In het protocol is echter voorlopig uitgegaan van bemonstering in drie lagen, namelijk 0-30, 30-60 en 60-90 vanwege de uitvoerbaarheid bij handmatige bemonstering.
Om dezelfde reden is er voor gekozen in de diepere lagen minder vaak te steken dan in de laag 0-30 cm. Omdat NR zich naar verwachting grotendeels in de bovenste laag zal bevinden en daar de variatie het hoogst zal zijn, is dit verdedigbaar. Op termijn heeft bemonstering in één laag de voorkeur, zodat op alle steekpunten bodemmateriaal wordt verzameld uit diepere en ondiepere bodemlagen.

Het tijdstip van meting kan van invloed zijn op de hoeveelheid aanwezige minerale stikstof in de bodem als gevolg van biologische processen in de bodem en uitspoeling naar lagen onder de bemonsterde laag. Er moet dus niet te vroeg worden gemeten om gemineraliseerde N uit organisch materiaal en N-opname door het (vang)gewas in de herfst te kunnen meenemen in de meting. De meting moet ook weer niet te laat plaatsvinden, omdat N dan al kan zijn uitgespoeld naar lagen onder de bemonsterde laag. Eerste berekeningen gebaseerd op gemiddelde neerslagoverschotten in de herfstperiode laten zien dat de meting niet na 1 december moet plaatsvinden om te voorkomen dat N zich al in lagen onder de bemonsterde laag terechtkomt. Om het effect van biologische processen zo veel mogelijk mee te nemen zou een bemonstering in de tweede helft van november logisch zijn. Dat zou leiden tot een heel nauw tijdsvenster. Daarom is gekozen voor de periode 15 okt tot 1 dec. Vanwege logistieke redenen willen de laboratoria liever een langere periode. Om de consequenties van vroegere of latere metingen beter in kaart te brengen is een modelmatige verkenning zinvol naar de te verwachten verandering van minerale bodem-N in de herfst in relatie tot o.a. het geteelde gewas, nalevering van N uit gewasresten en de aanwezigheid van een vanggewas.

Het handmatig steken van NR-monsters, met name in diepere lagen, is fysiek zwaar werk. Gezien de verwachte opschaling van de bepaling van NR in Nederland wordt daarom aanbevolen het steken van monsters zo veel mogelijk te mechaniseren. Mechanisch bemonsteren betekent ook dat eenvoudig op alle steekpunten alle lagen kunnen worden bemonsterd, terwijl in het huidige protocol vanwege de mogelijkheid van handmatige bemonstering minder steken worden genomen in de diepere lagen. Omdat gemechaniseerd bemonsteren nog geen gemeengoed is, wordt in het huidige protocol ook handmatige bemonstering toegestaan.

Slotopmerking
Dit protocol is een eerste versie die dient te worden getoetst in de praktijk. Op een aantal onderdelen is nog ruimte voor verbeteringen of nadere onderbouwing.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Uitspoeling van stikstof (N) uit landbouwbodems naar grond- en oppervlaktewater is een probleem en vormt een bedreiging voor de waterkwaliteit. De belasting van watersystemen door N-uitspoeling hangt samen met bodem- en hydrologische omstandigheden en met de landbouwkundige managementpraktijk, gebaseerd op strategische en dagelijkse beslissingen over gewasteelt, bodembeheer en bemesting. Management is dus een factor van invloed en biedt sturingsmogelijkheden voor de ondernemer, in tegenstelling tot bijvoorbeeld weersomstandigheden. Het is van belang het management zo te ontwikkelen dat de N-uitspoeling zoveel mogelijk verlaagd wordt. Een probleem is dat ondernemers de negatieve gevolgen van N-uitspoeling niet direct ervaren. Ook is het voor ondernemers niet zonder meer duidelijk wat het verband is tussen enerzijds management en daarmee samenhangende N-overschotten in de bodem en anderzijds uitspoeling van N naar watersystemen. Deze 'onzichtbaarheid' van N-uitspoeling voor ondernemers vormt een belemmering voor hen om praktisch aan te sturen op verlaging van N-verliezen vanuit hun bedrijven en percelen. Hiervoor zijn indicatoren nodig die relatief eenvoudig zijn te bepalen en die een relatie hebben met de N-uitspoeling. Dergelijke indicatoren kunnen een onderdeel zijn van doelsturing: de bedrijfsgerichte aanpak waarbij agrariërs door zelfgekozen maatregelen sturen op de gewenste waterkwaliteit. Bij doelsturing kan het gaan om informeren, stimuleren en afrekenen. Bij informeren gaat het om het bewustzijn te vergroten van potentiële N-verliezen op het bedrijf en de mogelijkheden voor verbeteringen. Bij stimuleren gaat het daarnaast ook om het bevorderen van gewenste ontwikkeling in de bedrijfspraktijk bijvoorbeeld via belonen van goede prestaties. Bij afrekenen gaat het om een nog verdergaande vorm van regelgeving die aangrijpt op prestatiedoelen, door diverse middelen.

Indicatoren voor N-uitspoeling die op dit moment in beeld zijn, zijn het N-bodemoverschot en het minerale N-residu (NR). Het N-bodemoverschot wordt berekend op basis van o.a. de bemesting en de gewasopbrengsten. Bij NR betreft het een meting van de hoeveelheid aanwezige minerale N in de bodem na afloop van het groeiseizoen. Uit onderzoek van Noij en Ten Berge (2019) is gebleken dat NR de beste voorspellende waarde heeft voor nitraat in het bovenste grondwater van alle door hen onderzochte indicatoren en daarnaast is het een relatief eenvoudige en goedkope maatregel. Vanuit zowel LVVN als het landbouwbedrijfsleven is er een wens om de mogelijkheden van de NR-indicator nader te onderzoeken en na te gaan of en hoe deze gebruikt kan worden in regelgeving.

Probleem en behoefte
NR is en wordt veel onderzocht door verschillende organisaties. Maar de kennis is enigszins versnipperd. Er bestaan verschillende protocollen voor het meten van NR en er zijn verschillende benaderingen voor het wegen en beoordelen van resultaten. Voor brede toepassing is een goed doordachte uniforme aanpak wenselijk.
Het ministerie van LVVN acht het voor de beleidsontwikkeling gericht op verlagen van de N-uitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater vanuit de landbouw, van belang dat er een meetprotocol wordt ontwikkeld. Dat protocol biedt de mogelijkheid om op grote schaal NR te meten, dat ondernemers een beeld kan bieden van hun bijdrage aan het nitraatgehalte in het bovenste grondwater onder hun percelen. Belangrijk is daarbij dat het protocol aansluit op het handelingsperspectief van de agrariërs, zodat het hem/haar in staat stelt zelf te sturen op verbetering van de waterkwaliteit. Het ministerie heeft de volgende randvoorwaarden voor het protocol aangegeven:

- Het protocol moet een representatief beeld geven van het NR op percelen.
- Het protocol wordt opgesteld voor metingen op perceelsniveau (dit stelt de ondernemer het beste in staat om de metingen te linken aan zijn/haar eigen perceelsmanagement).
- Het protocol moet breed inzetbaar zijn in verschillende agrarische sectoren (melkveehouderij, overige veehouderijbedrijven waar ook gewassen worden geteeld, akkerbouw, vollegrondstuinbouw) en op zoveel mogelijk verschillende bodemtypen.

- Het protocol moet borgbaar zijn, in de zin dat de methode zoveel mogelijk betrouwbare en reproduceerbare resultaten oplevert die niet gevoelig zijn voor manipulatie.
- Het protocol moet borgen dat de metingen op een goede manier worden uitgevoerd, onafhankelijk van de uitvoerder van de meting. Dit omvat naast de bemonstering ook de monsterbehandeling en analyse in het laboratorium.

1.2 Doel en afbakening

Dit project heeft tot doel om:
- Kennis over NR en protocollen voor het meten van NR te inventariseren.
- Op basis van deze inventarisatie een protocol voor te stellen dat intersectoraal toegepast kan worden.
- Een breed draagvlak te creëren voor het te ontwikkelen protocol door afstemming met relevante stakeholders uit de verschillende landbouwsectoren en het onderzoek.

Afbakening
Het voorstel betreft enkel de meetmethodiek en gaat niet in op de (grondsoort of gewasafhankelijke) streefwaarden voor NR die zouden moeten gehanteerd om de nitraatuitspoeling tot onder het gewenste niveau te reduceren. Het voorstel gaat ook niet in op de manier waarop het protocol geïmplementeerd gaat worden. Het zal dus niet voorschrijven welke percelen bemonsterd moeten worden, voor welk doel de bemonstering uitgevoerd zal worden of hoe een kader voor waarderen van bedrijfsprestaties o.b.v. drempel en streefwaarden geïntroduceerd wordt.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden bestaande bemonsteringsprotocollen met elkaar vergeleken. Hierbij wordt breder gekeken dan alleen protocollen voor meting van NR. In hoofdstuk 3 wordt het nieuwe meetprotocol weergegeven. De onderbouwing van gemaakte keuzes worden beschreven in hoofdstuk 4. Het rapport wordt afgesloten met een aantal aanbevelingen (hoofdstuk 5).

In paragraaf 1.4 van dit hoofdstuk is een begrippenlijst opgenomen.

Bijlage I geeft een toelichting op de betekenis van metingen van NR en het stikstof bodemoverschot als indicatoren voor het uitspoelingsrisico van nitraat naar grondwater. De toelichting gaat bovendien in op de functie van het protocol. Deze toelichting is geschreven als een op zichzelf staande tekst en kan als kennisbron gebruikt worden voor praktijkgerichte communicatie.

1.4 Begrippenlijst

Begrip	Betekenis
Minerale stikstof	In bodem aanwezige anorganische stikstof in de vorm van nitraat en ammonium.
Nitraat	De stikstofverbinding met drie zuurstofatomen (NO_3); deze verbinding is negatief geladen en is goed oplosbaar in water.
Ammonium	De verbinding van stikstof met vier waterstofatomen (NH_4); deze verbinding is positief geladen en is goed oplosbaar in water.
Minerale stikstofresidu (NR)	De hoeveelheid minerale stikstof die zich in het najaar in de bodem bevindt in een afgebakende bodemlaag. In het kader van dit protocol betreft het de hoeveelheid minerale stikstof die zich in de bodemlaag 0-30, 30- 60, 60-90 cm onder maaiveld bevindt in de periode tussen 15 oktober en 1 december.
Steekpunt	De plek op een perceel waar een bodemmonster wordt genomen.
Steek	Bodemmonster verkregen door boren in de grond en het onttrekken van een deel van de bodem in de voorlans aan de bodem.
Mengmonster	Een bodemmonster verkregen door verzamelen en homogeniseren van een aantal individuele steken
Perceel	Afgebakende ruimtelijke onderdelen van het totale oppervlak van een landbouwbedrijf, veelal zijn dit ook de ruimtelijke eenheden met min of meer gelijk management en landgebruik.
Rijenteelt	Teelt van gewassen, zoals aardappelen en mais in rijen
Bufferstrook	Een strook langs de rand van een perceel langs een waterloop, waarvoor bepaalde regels gelden met het oog op de waterkwaliteit; meestal gaat het om een lagere bemesting.
Spreiding	Het verschil tussen een (meet)waarde en de gemiddelde waarde.
Standaarddeviatie	Een maat voor de spreiding van (meet)waarden rond het gemiddelde.
Variogram	Een grafische weergave van de ruimtelijke afhankelijkheid van spreiding van verschillende factoren.
Stratificatie	Het opdelen van een perceel in blokken van gelijke omvang, waaraan op basis van loting steekpunten worden toegewezen.
W-methode	Een bemonsteringspatroon waarbij over een zigzag-patroon in de lengte richting van een perceel op vaste tussenafstanden een steekpunt wordt gekozen.
Stratum	Een individueel ruimtelijk onderdeel van een perceel
Acrreditatie	Een verklaring dat geldt als kwaliteitsbewijs (bewijs van vertrouwen) voor het uitvoeren van bepaalde activiteiten zoals bemonstering van percelen en analyse van grondmonsters. De accreditatie wordt toegekend door specifiek daarvoor aangewezen organisaties zoals de Raad voor Accreditatie

2 Vergelijking bestaande protocollen

In dit hoofdstuk worden beschikbare protocollen voor bodembemonstering met elkaar vergeleken. Hierbij is primair gezocht naar protocollen met betrekking tot meting van nitraat of minerale N in landbouwgronden die ten dienste staan van beleidsmatige sturing of regelgeving of beslissingen van ondernemers. Naast protocollen voor meting van minerale N wordt ook het protocol voor bepaling van de fosfaattoestand van de bodem meegenomen, omdat deze ook wordt gebruikt in de mestwetgeving; te weten: ten behoeve van differentiatie van fosfaatgebruiksnormen. Daarnaast was dit protocol aanbevolen door uitvoerende organisaties omdat het veel praktische elementen bevat die ook van toepassing kunnen zijn op het nieuwe meetprotocol voor NR. Daarnaast is ook het meetprotocol voor bepaling van het nitraatgehalte in het grond/drain/slootwater meegenomen op de bedrijven in het Landelijk Meetnet Mestbeleid (LMM), hoewel dit niet gericht is op NR. Het gebruikte protocol in het LMM is relevant, omdat het LMM ten dienste staat van het evalueren van ontwikkelingen van landbouwpraktijk en waterkwaliteit op bedrijven als onderdeel van mestbeleid. Er zijn ook protocollen voor het bepalen van NR die meer toegesneden zijn op specifiek onderzoek. Daarbij is het doel en de opzet van het onderzoek sterk bepalend voor het meetprogramma. Dit is voor deze inventarisatie minder relevant en deze zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

Vanwege de beschikbare tijd en het doel van de inventarisatie, te weten: bruikbare onderdelen in beeld krijgen die gebruikt kunnen worden in een te ontwerpen breed gedragen protocol voor NR, is er niet gestreefd een uitputtend overzicht te creëren van de bestaande protocollen. In paragraaf 2.1 is het overzicht beschreven en samengevat in Tabel 1.

Bij de meeste protocollen voor grondbemonstering wordt het perceel op meerdere plekken bemonsterd, waarna een mengmonster wordt gemaakt van alle verzamelde grond. De afzonderlijke plekken van bemonstering worden hierna aangeduid als steekpunten.

2.1 Bestaande protocollen

Fosfaatdifferentiatie Nederland
In Nederland is de fosfaattoestand van een perceel bepalend voor de hoeveelheid fosfaat die mag worden toegediend; dit is geregeld in de meststoffenwet. Om de fosfaattoestand te bepalen worden er grondmonsters van percelen genomen; de bepaling dient uitgevoerd te worden vóór 15 mei en is maximaal vier jaar geldig. Er is een bemonsteringsprotocol beschikbaar vanuit Rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO), waarin vastgelegd is hoe de grondmonsters genomen moeten worden. Daarbij zijn twee methodes beschikbaar: loting van steekpunten via een gestratificeerde aselecte steekproef en bepaling van de steekpunten door de monsternemer via een vast patroon (o.a. W-methode). De keuze voor de methode is vrijgelaten voor de monsternemer. Beide methodes schrijven voor hoeveel steekpunten nodig zijn op een bepaald oppervlak, hoe deze steekpunten moeten worden verdeeld over het totale oppervlak (W-methode vs. gestratificeerde aselecte steekproef), op welke diepte de monsters moeten worden genomen (10 of 25 cm), de manier waarop de grondmonsters bewaard moeten worden (gedroogd of gekoeld) en volgens welke methode ze moeten worden geanalyseerd. Voor beide methoden geldt dat de uitvoering (bemonstering & analyse) moet worden gedaan door een geaccrediteerde organisatie. Verder geldt dat als een perceel groter is dan de voorgeschreven maximale omvang voor de bemonstering (in dit geval 5 ha), het perceel moet worden opgedeeld in subpercelen die apart moeten worden bemonsterd. Dus stel dat het gaat om een perceel van 12 ha, dan worden 3 subpercelen gemaakt die apart worden bemonsterd. De omvang van de subpercelen (max 5 ha) is een keuze die in overleg met de agrariër wordt gemaakt. De uiteindelijke waarde voor het totale perceel wordt berekend door de agrariër. De agrariër krijgt per deelvlak een analyse en deze dient hij te gebruiken om een gewogen gemiddelde van het totale perceel te berekenen.

Bron: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2025-01/20250114_Bemonsteringsprotocol_fosfaattoestand_bepalen.pdf

Nitraatresidu Vlaanderen
In Vlaanderen is er een protocol voor de bepaling van nitraat-N-residu als onderdeel van hun wettelijke mestactieprogramma's. Ammonium-N wordt niet meegenomen, omdat, zo geven de opstellers van het protocol aan, de meting van ammonium-N een hogere variabiliteit heeft dan nitraat, waardoor het moeilijker deze te gebruiken is om uitspoelingrisico's te beoordelen. Bij toepassing van het protocol wordt er onderscheid gemaakt tussen bedrijven in focusgebieden en bedrijven in overige gebieden. Een focusgebied is een gebied waar het nitraatgehalte wordt overschreden of waar het nitraatgehalte onvoldoende afneemt. Op bedrijven in focusgebieden worden meerdere percelen bemonsterd, terwijl monstername op bedrijven in de overige gebieden beperkt is tot één perceel. Een bedrijf valt in een focusgebied wanneer >50% van het areaal binnen een focusgebied valt. Voor alle bedrijven geldt dat het nitraatresidu moet voldoen aan bepaalde drempelwaardes. Welke percelen bemonsterd worden, is aangeduid door de Mestbank (handhaver mestwetgeving) o.b.v. grondsoort, gewassen en regio.
In het protocol is opgenomen dat er minimaal 15 steken per 2 hectare moeten worden genomen in de bodemlaag van 0-90 cm. Deze laag wordt gesplitst in 3 aparte lagen (0-30, 30-60 en 60-90). Per laag wordt de grond van alle steken samengevoegd tot één mengmonster. Het bemonsteren verloopt middels de W-methode of de kruislingse methode en vindt plaats tussen 1 oktober en 15 november.

Bron: https://reflabos.vito.be/2010/BAM_deel1_01.pdf

Nitraatresidu Baden-Württemberg
In de Duitse deelstaat Baden-Württemberg is ook een protocol opgesteld voor de bepaling van nitraat-N-residu (ook hier wordt ammonium-N niet meegenomen). Het protocol is specifiek bedoeld voor waterbeschermingsgebieden. In deze gebieden worden na het groeiseizoen monsters genomen op een soortgelijke manier als in Vlaanderen. Het protocol heeft tot doel het overmatig gebruik van stikstofmeststoffen te verminderen. Het protocol schrijft voor dat er per 2 hectare op 15 punten steken worden genomen middels de W-methode waarbij per steekpunt 5 deelsteken worden genomen in de laag 0-30, 3 deelsteken in de laag 30-60 en 1 deelsteek in de laag 60-90. De monstername vindt plaats tussen 15 oktober en 15 november.
Het protocol is een onderdeel van wetgeving die erop gericht is om grondwaterbeschermingsgebieden te beschermen tegen nitraatuitspoeling in de deelstaat Baden-Württemberg.

Bron: https://www.methodenbuch.de/produkt/methodenbuch-band-i-boden/

Minerale bodem-N Nordrhein-Westfalen
In de Duitse deelstaat Nordrhein-Westfalen is ook een protocol opgesteld voor de bepaling van minerale bodem-N. De focus voor dit protocol is gericht op zogenaamde rode gebieden, dat zijn gebieden waar de waterkwaliteit niet op orde is en het nitraatgehalte boven 50 mg/L ligt. Voor deze gebieden is bij de wet geregeld dat boeren in het voorjaar een monster voor minerale bodem-N moeten laten nemen om hun N-gebruiksruimte voor bemesting te bepalen. De gebruiksruimte wordt bepaald door de aanwezige hoeveelheid minerale bodem-N (gemiddelde van 5 jaar) en de verwachte gewasopbrengst (gemiddelde van de afgelopen 5 jaar). Anders dan in voorgaande protocollen gaat het hier om een bepaling in het voorjaar t.b.v. de bepaling van de N-bemesting in het daaropvolgende groeiseizoen.
Het protocol schrijft voor dat er per 3 hectare 16 steken moeten worden genomen middels de W-methode, waarbij de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 apart worden bemonsterd. De monsters dienen gekoeld getransporteerd te worden en worden in het lab onder veldvochtige omstandigheden geanalyseerd.

Bron: https://www.landwirtschaftskammer.de/lufa/probenahme/probenahme-nmin-smin.pdf

Minerale bodem-N Cosun (Eurofins/Normec)
Vanwege de uitdaging die de Nederlandse akkerbouw heeft met betrekking tot de Nitraatrichtlijn en de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is Cosun (een agrarische coöperatie die suikerbieten, cichorei en consumptieaardappelen verwerkt) een vrijwillige meetcampagne gestart voor minerale N. In deze campagne kunnen telers die hun producten leveren aan Cosun hun percelen laten bemonsteren door Eurofins of Normec. De bepaling staat in het algemeen ten dienste van managementondersteuning van ondernemers. Het protocol dat wordt gebruikt is opgesteld door de WUR en is door Eurofins en Normec geïmplementeerd vanwege het belang van gestandaardiseerde en uniforme bepalingen.

In tegenstelling tot het protocol van Vlaanderen en die in Baden-Württemberg en Nordrhein-Westfalen Duitsland gaat het in dit protocol om de meting van totale minerale stikstof, dus nitraat- én ammonium-N. Het protocol van Cosun bevat een voorjaars- en een najaarsbemonstering; vooral de bemonstering in het najaar is relevant voor de waterkwaliteit. Het protocol beschrijft de hoeveelheid monsters per bodemlaag en het steekpuntpatroon dat gevolgd wordt (de W-methode). In het perceel wordt (onafhankelijk van de grootte) een representatief vlak van 2 ha geselecteerd en daar worden 40 steken genomen in de laag 0-30 cm, 20 steken in de laag 30-60 cm en 10 steken in de laag 60-90 cm (zie Figuur 1 voor verdeling van steken). Daarnaast is de manier waarop monsters vervoerd worden naar het lab vastgelegd. N-mineraal wordt bepaald in veldvochtige grond (1:2 V/V-extractie met behulp van 0,01 M $CaCl_2$). Het protocol is géén onderdeel van Nederlandse wetgeving.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	37	39	40
0-30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30-60		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
60-90				x				x				x				x				x				x				x				x				x				x

Figuur 1. *Schematische weergave van de verdeling van de steken over de bodemlagen in het protocol voor bemonstering op minerale bodem-N in het najaar (Bron: Interne communicatie Cosun/Eurofins/Normec).*

Minerale bodem-N NMI

NMI heeft ook een protocol voor het nemen van N-mineraal monsters op praktijkpercelen. Het gaat hierbij om een meting van het totaal aan minerale stikstof, dus nitraat- én ammonium-N en het protocol wordt voornamelijk ingezet voor onderzoeksdoeleinden. Er worden 15 steken per perceel genomen met een maximale grootte van 5 hectare. Bij elke steek worden er 3 lagen bemonsterd: 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. De monsterpunten worden ingedeeld volgens de W-methode. Het NMI voert het nemen van monsters zelf uit, maar het analyseren van monsters wordt gedaan door geaccrediteerde organisaties als Eurofins of Normec. De analyse wordt gedaan in veldvochtige grond. Het protocol van NMI heeft géén wettelijke status.

Bron: Interne communicatie NMI

LMM

Het landelijk meetnet effecten mestbeleid (LMM) is een monitoringsprogramma in Nederland dat de effecten van het mestbeleid op de waterkwaliteit onderzoekt en is daarmee onderdeel van de onderbouwing van de Nederlandse regelgeving. Een onderdeel daarvan is een meting van het nitraatgehalte in grond- en oppervlaktewater. Dit metingen vinden plaats op 450 landbouwbedrijven die representatief zijn voor verschillende grondsoorten en sectoren (melkveehouderij en akkerbouw) in Nederland. Op zandgrond worden de metingen gedaan in het bovenste meter van het grondwater. Op kleigronden worden behalve in de bovenste meter van het grondwater ook metingen gedaan in het drainwater, op veengronden worden metingen gedaan in het slootwater (naast nitraat ook N-totaal) en op lössgronden in bodemvocht. Per bedrijf vinden de metingen plaats op 16 plaatsen. Resultaten worden niet voor afzonderlijke bedrijven geïnterpreteerd en weergegeven maar worden op regionale schaal in beeld gebracht.

Bron: https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2024-0107.pdf

	Fosfaatdifferentiatie, Nederland	Nitraatresidu, Vlaanderen	Nitraatresidu, Baden-Württemberg	Nmin, Nordrhein-westfalen	Minerale N, Eurofins	Minerale N, Cosun, Normec	Nitraatgehalte, LMM	MineraleN, NMI
Steekdiepte	10 cm grasland 25 cm bouwland	0 – 90 cm	0 – 90 cm	0-90	0 – 90 cm	0 – 90 cm		0-90 cm
Meetdichtheid	40 per 5 ha[1*] of 25 (1-5 ha)[2] 28/29 (5-10 ha)[2] 33/32 (10-20 ha)[2]	15 monsters per 2 ha**, 15 op 0-30 15 op 30-60 15 op 60-90	15 per 2 ha: 15 op 0-30 8 op 30-60 4 op 60-90	16 per 3 ha	Onafhankelijk van perceelgrootte wordt op een vlak van 2 ha: 40 op 0-30* 20 op 30-60 10 op 60-90	Onafhankelijk van perceelgrootte wordt op een vlak van 2 ha: 40 op 0-30* 20 op 30-60 10 op 60-90	16 meetpunten per bedrijf	Per 5 ha: 15 op 0-30 15 op 30-60 15 op 60-90
Tijdstip	Voor 15-05	Tussen 1 okt en 15 nov	Voorjaar & Tussen 15 okt en 15 nov	Voorjaar		Voorjaar & najaar	Voorjaar & najaar	
Patroon	W-methode, zigzag of kruislings of gestratificeerd	Kruislings of W-methode	Zigzag, s-vorm of kruislings	W-methode	W-methode	W-methode	n.v.t.	W-methode
Bewaring	Max 3 maand (gedroogd)	Invriezen géén eindtijd		Gekoeld bewaren	Gekoeld bewaren	Gekoeld bewaren	Gekoeld bewaren	Gekoeld bewaren
Analyse	In veldvochtige grond	Na ontdooien in veldvochtige grond	?	In veldvochtige grond	In veldvochtige grond	In veldvochtige grond	n.v.t.	In veldvochtige grond
Extract	1:10 V 0,01 CaCL2 1:20 v NH_4-lactaat + azijnzuur 1 uur schudden voor analyse	1 M KCl 1 uur schudden voor analyse	0,0125 M CaCl 0,5 tot 1 uur schudden voor analyse		1:2 V/V 0,01 M CaCl2 CaCl2 1 uur schudden	1:2 V/V 0,01 M CaCl2 1 uur schudden		1:2 V/V 0,01 M 1 uur schudden
Accreditatie	Monsternemer en analyse geaccrediteerd	Monsternemer en analyse geaccrediteerd	Analyse geaccrediteerd	Analyse geaccrediteerd	Monsternemer en analyse geaccrediteerd	Analyse geaccrediteerd	Monsternemer en analyse geaccrediteerd	Analyse geaccrediteerd
Gewasverschillen?	nee	Bij groentepercelen worden er deelmonsters gestoken per monsterpunt: 5 op 0-30 3 op 30-60 1 op 60-90	rijengewassen	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee

	Fosfaatdifferentiatie, Nederland	Nitraatresidu, Vlaanderen	Nitraatresidu, Baden-Württemberg	Nmin, Nordrhein-westfalen	Minerale N, Eurofins	Minerale N, Cosun, Normec	Nitraatgehalte, LMM	MineraleN, NMI
Referenties: bemonstering, analyse, additionele parameters	https://www.rvo.nl/sites/default/files/2025-01/20250114_Bemonsteringsprotocol_fosfaattoestand_bepalen.pdf	https://reflabos.vito.be/2020/BAM-deel1-01.pdf https://reflabos.vito.be/2020/BAM-deel1-04.pdf https://reflabos.vito.be/2020/BAM-deel1-09.pdf)	https://www.methodenbuch.de/produkt/methodenbuch-band-i-boden/ A1.2.2.Probenahme für die Nmin-Methode A 6.1.4.1 Bestimmung von mineralischem Stickstoff (Nitrat und Ammonium) in Bodenprofilen (Nmin-Labormethode	https://www.landwirtschaftskammer.de/lufa/probenahme/probenahme-nmin-smin.pdf Programme und Formulare zur Düngeverordnung 2020 - Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen	Interne communicatie	Interne communicatie	https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2024-0107.pdf	Interne communicatie

[1] eigen methode meestal zigzag methode
[2] gestratificeerde aselecte steekproefmethode, bij percelen van 5-10 ha en 10-20 ha is de eerste waarde voor grasland en de tweede voor bouwland
* 40 per 5 ha komt overeen met 8 per ha
** 15 per 2 ha komt overeen met 7,5 ≈ 8 per ha

2.2 Vergelijking protocollen

Steekdiepte
Bij de meeste protocollen wordt voor de bepaling van nitraat-N of totale minerale N in het najaar uitgegaan van de laag 0-90 cm. Vaak wordt er bemonsterd in 3 lagen: 0-30, 30-60 en 60-90 cm.

Steekdichtheid
Bij de protocollen van Cosun/Eurofins/Normec varieert de steekdichtheid per bodemlaag: per 2 ha worden 40 steken genomen in de laag 0-30 cm, 20 steken in de laag 30-60 cm en 10 steken in de laag 60-90 cm. In Baden-Württemberg wordt per 2 ha uitgegaan van 15 steken in de laag 0-30 cm worden, 8 in de laag 30-60 cm en 4 in de laag 60-90 cm. In Vlaanderen wordt er met 15 steekpunten per 2 hectare gewerkt en bij ieder steekpunt worden alle drie lagen bemonsterd. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat bij het Cosun-protocol een perceelsdeel van 2 ha wordt geselecteerd (ongeacht de grootte van het perceel) en dat bij de protocollen van Baden-Württemberg en Vlaanderen de steekdichtheid geldt voor een maximale perceelsomvang van 2 ha.

Doorgaans wordt er per bodemlaag, bijvoorbeeld 0-30 cm, één grondzak gebruikt. Dit is een bulkmonster. Op het laboratorium wordt dit bulkmonster gemengd en daaruit wordt een submonster genomen voor verdere analyse. De resterende grond wordt vaak bewaard indien een heranalyse noodzakelijk is.

Voor het Nederlandse fosfaatprotocol is de steekdichtheid afhankelijk van de gebruikte methode van bepaling van de steekpunten. Bij de aselecte gestratificeerde steekproef is deze lager dan bij de handmatige methode (o.a. W-methode). Verder geldt dat als een perceel groter is dan de voorgeschreven maximale omvang voor de bemonstering (in dit geval 5 ha), het perceel moet worden opgedeeld in subpercelen die apart moeten worden bemonsterd.

In alle protocollen wordt per bemonsterde laag slechts één mengmonster samengesteld. Er worden dus geen duplobepalingen gedaan van percelen.

Steekpatroon
Het steekpatroon betreft doorgaans patronen die gangbaar zijn bij bemonsteringen zoals, W- en zigzag-patroon of kruislings over het perceel gestoken. De monsternemer bepaalt de monsterplekken. Bij het fosfaatprotocol worden bij de gestratificeerde aselecte steekproef de steekpunten van tevoren aselect bepaald via loting.

Tijdstip
Het tijdsvenster van de bemonstering van minerale N in het najaar loopt bij de verschillende protocollen tussen 1 oktober en 1 december. De startdatum varieert van 1-15 oktober en de einddatum varieert van 15 november tot 1 december.

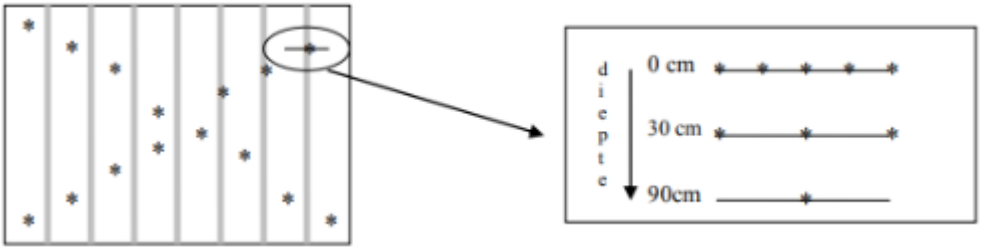
Bewaring
Bij het protocol van Cosun worden de verzamelde monsters in veldvochtige toestand bewaard voor maximaal 72 uur in een gekoelde omgeving. In Vlaanderen worden monsters ingevroren, er is geen uiterste bewaartijd voorgeschreven. Bij het protocol van NMI worden de monsters gekoeld bewaard en zo snel mogelijk na het steken geanalyseerd.

Analysemethode
Bij de meeste protocollen voor bepaling minerale bodem-N wordt de analyse gedaan in veldvochtige grond. De extractie vindt plaats met $CaCl_2$ (meeste protocollen) of met KCL (protocol Vlaanderen). Bij het protocol van Cosun vindt de extractie plaats bij een bepaalde volume-verhouding grond en extractiemiddel (1:2). Als er gewerkt wordt met ingevroren monsters zoals in Vlaanderen, worden deze monsters eerst ontdooid in gekoelde omstandigheden of bij kamertemperatuur. Vervolgens worden de monsters gemengd en direct geanalyseerd.

Gewasverschillen
Bij de Nederlandse protocollen worden geen rekening gehouden met de gewassen die op het veld hebben gestaan of staan. In het protocol voor Vlaanderen en Baden-Württemberg is dat wel het geval, in deze protocollen wordt het steekpatroon aangepast aan het gewas. Door bijvoorbeeld de steken te verdelen over in de rij en tussen de rijen.

In Vlaanderen wordt op groentepercelen, waarop bij het gewas band- of rijenbemesting is toegepast, een ander steekpatroon aangehouden. In plaats van de standaard W-methode met 15 steken, wordt er dan gewerkt met een kruisverband met op elk van de 15 monsterplekken 5 deelsteken op 0-30, 3 deelsteken op 30-60 en 1 steek op 60-90 (zie Figuur 1). De deelsteken worden op verschillende afstanden van het monsternamepunt genomen:

a. Bodemlaag 0-30 cm: 5 deelsteken per monsterpunt (deelsteken om de 20 cm)
b. Bodemlaag 30-60 cm: 3 deelsteken per monsterpunt (deelsteken om de 40 cm)
c. Bodemlaag 60-90 cm: 1 deelsteek per monsterpunt (midden op het monsterpunt)



Figuur 1. *Bemonstering bij band- of rijbemeste groentepercelen (Bron: Bodem-bemonsteringsprotocol Vlaanderen 2010)*

In Baden-Württemberg wordt afgeweken van de standaard meetmethode bij enkele gewassen, zoals mais waarbij een derde van de 15 steken in de rij moet worden genomen. Ook voor andere gewassen die een rijafstand hebben die groter is dan 75 cm wordt voorgeschreven hoeveel steken er binnen en buiten de rij moeten worden genomen. Voor wijngaarden geldt dat 75% van de steken tussen de rijen, en 25% van de steken in de rij moet worden genomen. Voor andere gewassen zoals hop, aardbeien en asperges geldt dat 50% van de steken tussen de rij moet worden genomen en 50% in de rij. Voor overige groentegewassen met een rijafstand groter dan 75 cm geldt ook dat 50% van de steken in de rij wordt gestoken en 50% tussen de rijen.

2.3 Samenvattend beeld

Uit de bestudeerde protocollen blijkt dat er enkele belangrijke overeenkomsten en verschillen bestaan in het doel en de methoden voor het bemonsteren van N-min in het najaar. Alle protocollen die bekeken zijn, zijn of waren in gebruik in de praktijk en bevatten relevante informatie die voor het nieuw op te stellen protocol relevant kan zijn. Daarom worden elementen van verschillende protocollen betrokken bij het ontwerp van het nieuw op te stellen protocol. Hierbij is er nadrukkelijk gekeken of het op dit moment in de praktijk werkbaar is en wordt toegepast en er géén nieuwe inzichten zijn die aangeven dat er veranderingen moeten worden aangebracht.

De bemonstering wordt doorgaans uitgevoerd in drie dieptelagen: 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. De steekdichtheid varieert per protocol maar komt veelal uit op gemiddeld 7 à 8 steken per hectare. Sommige protocollen schrijven een maximale oppervlakte voor, als percelen niet aan deze voorwaarde voldoen dan wordt het perceel opgedeeld in kleinere percelen. Het voorgeschreven steekpatroon is in bijna alle gevallen dezelfde, namelijk de W-methode ook wel zigzagpatroon. In een enkel geval wordt het steekpatroon bepaald via een gestratificeerde aselecte steekproef (fosfaatprotocol). Bemonstering vindt doorgaans plaats tussen 1 oktober en 1 december. Na het steken van monsters wordt de bewaring van monsters op verschillende manieren aangepakt. Er wordt soms uitgegaan van een snelle verwerking binnen drie dagen, maar soms

wordt er ook gewerkt met een langere bewaarperiode, waarbij monsters worden ingevroren. Tenslotte wordt er in het buitenland rekening gehouden met het type gewas dat op het perceel heeft gestaan. Als dit rijengewassen zijn of wanneer bij rijengewassen rijenbemesting is toegepast, wordt er een andere steekmethode gehanteerd. Er wordt dan zowel in de rij als tussen rijen gestoken in plaats van de volveldsmethode. Er zijn geen protocollen waarin duplo bepalingen zijn voorgeschreven voor de bemonstering.

3 Het nieuwe protocol

3.1 Doel en reikwijdte

Doel van het protocol is om een basis te leggen voor een goede, dat wil zeggen, breed inzetbare en gestandaardiseerde bepaling van de hoeveelheid minerale bodem-N die in het najaar (start uitspoelingsseizoen) die een representatief en reproduceerbaar beeld geeft van de toestand op percelen van landbouwbedrijven. Deze meting staat ten dienste van waardering van het niveau van NR op landbouwbedrijven met betrekking tot het risico van N-verliezen naar het grondwater. Het protocol is niet primair gericht op het verzamelen van gegevens voor het verbeteren van management, hoewel de resultaten daarvoor uiteraard wel kunnen worden gebruikt.

Het protocol is bedoeld voor minerale gronden (zand, klei en löss) en geldt in principe voor alle (landbouw)gewassen. Voor fruit- en boomkwekerijgewassen moet nog wel nader worden gekeken of het ook daar goed toepasbaar is. Het protocol is uitsluitend gericht op monstername in het najaar en dient uitgevoerd te worden door een geaccrediteerde organisatie, welke hiervoor is geaccrediteerd door de Raad van Accreditatie.

3.2 Benodigde materialen en apparatuur

Het te gebruiken gereedschap moet geschikt zijn om bodembemonstering uit te voeren tot een diepte van 90 cm onder maaiveld. De bemonstering mag zowel machinaal als handmatig plaatsvinden, maar een machinale benadering heeft de voorkeur. Wanneer er handmatig wordt bemonsterd is een geschikte boor nodig, zoals een steekguts of een edelmanboor. Wanneer lagen apart na elkaar worden gestoken dient de gutsdiameter in een diepere laag steeds smaller te zijn dan in de laag erboven om te voorkomen dat grond uit verschillende lagen bij elkaar komt. Voor het bemonsteren van de laag 0-30 cm is het gebruik van een boor met een binnendiameter van minimaal 20 mm verplicht. Voor diepere lagen kan met een kleinere guts worden gewerkt bijvoorbeeld een binnendiameter van 13 mm. Indien er machinaal wordt gewerkt en alle lagen ineens worden gestoken, heeft de boor één vaste diameter voor alle lagen, zodat de volumes gelijk zijn.
In alle gevallen dient de boor (en mechanisatie) grondig gereinigd te worden alvorens deze gebruikt wordt voor de bemonstering van een perceel. Tijdens de bemonstering moet erop gelet worden dat er geen grondresten van een ander steekpunt in de boor aanwezig zijn.

Voor het vervoer van monsters dient vochtverlies tot het minimum beperkt te worden door een stevige plastic zak of papieren zak met polyethyleen bekleding te gebruiken.

Voorafgaand aan de bemonstering dient bij de betreffende agrariër te worden nagegaan of er drainage aanwezig is op het perceel, zodat er rekening mee kan worden gehouden en schade aan het drainagesysteem wordt voorkomen.

3.3 Bemonsteringstijdstip

De bemonstering vindt plaats tussen 15 oktober en 1 december bij voorkeur nadat het gewas is geoogst.

3.4 Monsternameprocedure

Perceelsomvang
Een te bemonsteren perceel of perceelsdeel mag een maximale omvang van 5 hectare hebben. Aan elkaar grenzende percelen mogen worden samengevoegd tot een totale omvang van maximaal vijf hectare, waarbij de omvang van individuele percelen niet groter is dan 2,5 hectare. Indien een perceel groter is dan 5 hectare dient deze opgedeeld te worden in subpercelen van maximaal 5 ha. De subpercelen worden vervolgens apart bemonsterd volgens onderstaande richtlijnen. Per subperceel wordt per bodemlaag een mengmonster gemaakt. Het resultaat voor het totale perceel wordt bepaald door een areaal gewogen gemiddelde te berekenen van de subpercelen, dit dient de teler zelf te doen. Het opdelen in subpercelen wordt gedaan door de monsternemer.

Indien het perceel (of een deel van een perceel) verdeeld is onder meerdere gebruikers, dan wordt alleen het deel van het perceel dat in gebruik is door de aanvrager geregistreerd en bemonsterd.

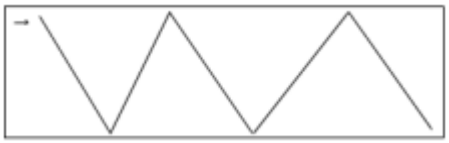
Bepaling steekpunten
Per perceel worden 40 steekpunten gekozen. Bij de bepaling van de steekpunten gaat de voorkeur uit naar de gestratificeerde aselecte steekproef, maar voorlopig is ook de handmatige eigen methode nog toegestaan.

Gestratificeerde aselecte steekproef
Voor de bepaling van de steekpunten worden met behulp van hiervoor ontwikkelde software de steekpunten aselect over het perceel verdeeld. De gestratificeerde aselecte steekproefmethode behelst: het vaststellen van vorm en grootte van het perceel, het willekeurig onderverdelen van het perceel in strata (blokken van gelijke omvang) en het aselect bepalen van het steekpunt per stratum door loting (per stratum één steekpunt):

1. *Vastleggen van het perceel*
   Markeer de vormbepalende hoekpunten en leg met een Global Navigation Satellite System (GNSS) de omvang en vorm van het perceel vast. Controleer en verifieer de GNSS data met een kaart gebaseerd op TOP10NL van de Basisregistratie Topografie, of een zo recent mogelijke (uiterlijk 2 jaar oude) weergave van de RVO perceelsdata. De afwijking van het GNSS is niet meer dan 5 meter. Eventuele bufferstroken worden bij de bepaling ook meegenomen. Vervolgens wordt de omvang berekend.
2. *Onderverdelen in strata*
   Het perceel wordt met behulp van de hiervoor beschikbare software willekeurig onderverdeeld in strata van gelijke grootte (stratificatie). De strata zijn zo compact mogelijk vormgegeven en zo goed mogelijk verdeeld over het perceel. Het aantal strata is gelijk aan het aantal steekpunten in dit geval 40.
3. *Bepalen van de positie van het steekpunt per stratum*
   Binnen elk stratum wordt vervolgens via loting aselect een steekpunt gekozen.

Eigen methode
Indien er bij de positionering van de steekpunten niet wordt gekozen voor de gestratificeerde aselecte steekproef, mag er gebruik worden gemaakt van een eigen, onder de accreditatie van het laboratorium vallende, methode. Deze methode kan gebaseerd zijn op de W-methode, de Z-methode (zigzag-methode) of kruislingse bemonstering.

Bij de gekozen methode dient ervoor gezorgd te worden dat de steekpunten zo gelijkmatig mogelijk worden bepaald, waarbij ook kopakkers, perceelsranden en bufferstroken worden meegenomen. Ter illustratie, indien bijvoorbeeld de W-methode wordt gebruikt en er wordt in vijf slagen bemonsterd (zie illustratie hieronder), dan bedraagt het aantal steekpunten acht per slag. De monsternemer kan dan met de GPS afstanden inschatten en per X meter een monster nemen.



Laagdiepte
De bemonsteringsdiepte bedraagt 0-90 cm, waarbij de lagen 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm apart worden bemonsterd. Op elk steekpunt wordt de laag 0-30 cm gestoken, bij één op de twee steekpunten de laag 30-60 cm en bij één op de 4 steekpunten de laag 60-90 cm (zie ter illustratie onderstaande figuur voor verdeling van steken). Dit betekent 40 steekpunten voor de laag 0-30 cm, 20 steekpunten voor de laag 30-60 cm en 10 steekpunten voor de laag 60-90 cm.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	37	39	40
0-30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30-60		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
60-90				x				x				x				x				x				x				x				x				x				x

De afzonderlijke lagen kunnen na elkaar worden gestoken, maar de laag 0-90 cm mag ook in één steek worden genomen, waarna de steek wordt opgedeeld in laagdieptes van 30 cm (0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm).

De hoeveelheid gestoken grond (volume) per bemonsteringslaag is gelijk voor alle steekpunten.

Bijzondere omstandigheden bij bemonstering

Indien een perceel voor meer dan 50% niet te bemonsteren is, bijvoorbeeld omdat een perceel deels onder water staat, hoeft de bemonstering niet te worden uitgevoerd. Dit moet dit aantoonbaar worden vastgelegd door de monsternemer, middels bijvoorbeeld een foto. Indien het perceel voor minder dan de helft onder water staat worden alleen de gelote punten bemonsterd op de droge delen. Aangegeven moet worden hoeveel punten zijn bemonsterd.

Indien het fysiek niet mogelijk is om op een steekpunt tot de gewenste diepte te bemonsteren, bijvoorbeeld omdat grondwater of stenen dit onmogelijk maken, is het toegestaan de bemonstering te beperken tot de diepte waarop bemonstering nog wel mogelijk is. In het verslag moet nauwkeurig worden aangegeven bij hoeveel steken niet tot 90 cm is gestoken en tot welke diepte dat wel is gelukt. Verder moet de reden waarom een bemonstering tot 90 cm niet mogelijk was worden vermeld (bijvoorbeeld aanwezigheid van grondwater of stenen).

In sommige gevallen kan het zijn dat een steekpunt zich op een positie bevindt waar het niet mogelijk is om de steek uit te voeren, bijvoorbeeld omdat het steekpunt zich boven een drain bevindt. In dat geval mag het steekpunt worden verplaatst, zodat er geen beschadiging van de drains plaatsvindt. Het nieuwe steekpunt moet wel zo dicht mogelijk bij het aanvankelijk geplande steekpunt liggen (max 1 m).

Indien het gewas niet vóór 1 december is geoogst, moet er in het gewas worden bemonsterd. In dat geval is alleen een handmatige methode mogelijk.

Gegevens monster
Om de monsters achteraf te kunnen identificeren draagt elk mengmonster de volgende informatie:

a. Klantverwijzing zoals een nummer
b. Naam en organisatie van monsternemer
c. Plaats (perceelidentificatie) en datum van monstername
d. Diepte bodemlaag
e. Wijze van bepaling steekpunten: via gestratificeerde aselecte steekproef of handmatig (bv. W-methode)
f. Mechanische of handmatige bemonstering
g. Afwijkingen van bemonsteringsprotocol

3.5 Transport, bewaring en mengen

Na het steken van de monsters wordt alle verzamelde grond per laag bij elkaar gedaan in een monsterzak en naar het laboratorium getransporteerd. De zakken worden tijdens transport koel bewaard, zodat de temperatuur van het monster zo min mogelijk oploopt. Het monster dient binnen 24 uur na monstername naar het laboratorium te worden gebracht en in de koeling (maximaal 4 °C en minimaal -3°C) te worden bewaard, indien het laboratorium kan garanderen dat het monster binnen 3 dagen geanalyseerd kan worden. Indien deze garantie niet kan worden gegeven, dient het laboratorium op het moment van inname het monster onmiddellijk in te vriezen. De monsters dienen in dat geval binnen 3 maanden geanalyseerd te worden. Voor analyse worden monsters maximaal 24 uur van tevoren ontdooit in een koelkast of koelruimte bij een temperatuur van maximaal 4 °C en minimaal -3 °C.
Voorafgaand aan de analyse wordt het volledige veldvochtige of ontdooide monster gemengd (gehomogeniseerd) met de daarvoor op het laboratorium beschikbare apparatuur, waarna een submonster wordt genomen voor de bepaling van het nitraat- en ammonium-N-gehalte.

3.6 Laboratoriumanalyse

In de verse of ontdooide monsters wordt de hoeveelheid nitraat- en ammonium-N bepaald door een organisatie die is geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie.

De bepaling vindt plaats in (ontdooide) veldvochtige grond, waarbij 1 volumedeel grond wordt gemengd met 2 volumedelen extractiemiddel (0,01 M $CaCl_2$). Na 1 uur schudden wordt in het extract het NH_4-gehalte spectrofotometrisch bepaald bij 660 nm na omzetting tot een gekleurd indofenol-complex (NEN-ISO xxx) en het NO_3/NO_2-gehalte wordt spectrofotometrisch bepaald bij 530 nm na reductie van nitraat tot nitriet door hydraziniumsulfaat en omzetting tot een gekleurd diazo-complex (NEN-ISO-xxx).

(NEN-ISO, *goede nummers nog toevoegen*).

4 Onderbouwing protocol

4.1 Vertrekpunten

Bij het opstellen van het protocol is een aantal vertrekpunten gehanteerd die van belang zijn voor de uitwerking:

- Uitgangspunt is dat het protocol wordt gebruikt voor meting van de minerale bodem-N als indicator bij doelsturingsbeleid, waarbij de focus ligt op waarderen/afrekenen. Het gaat dus verder dan alleen informeren en stimuleren.
- Er is vanuit gegaan dat de metingen op grootschalig niveau gaan plaatsvinden in principe op nationale schaal. Dit betekent dat naast wetenschappelijke inzichten ook praktische aspecten als uitvoerbaarheid zijn meegewogen.
- Het protocol is zo opgesteld dat het in principe z.s.m. ingevoerd kan worden, dit betekent dat alle technieken en methodes die voorgesteld worden op dit moment beschikbaar zijn voor de praktijk. Innovaties die het protocol in de toekomst zouden kunnen verbeteren, maar nog niet beschikbaar zijn, worden daarom bij de aanbevelingen weergegeven (zie hoofdstuk 5).

Bij de onderbouwing van het protocol maken we onderscheid in een gewenste eindversie en een huidige versie die relatief snel kan worden geïmplementeerd (zie ook Tabel 2). Dit doen we, omdat er in de praktijk behoefte is aan een snelle implementatie en opschaling van de NR-bemonstering. Bij de huidige versie hebben pragmatische overwegingen met betrekking tot haalbaarheid en uitvoerbaarheid op de korte termijn, een rol gespeeld.
De keuzen worden in dit hoofdstuk verder toegelicht.

Tabel 2. *Keuzes bij eindversie en huidige versie voor een aantal relevante onderdelen van het NR-protocol.*

Onderdeel	Huidige versie	Eindversie
Steekdichtheid	40 steekpunten per perceel (max 5 ha)	Af te leiden op basis van geo-statistische analyse
Bepaling steekpunten	Gestratificeerde aselecte steekproef of W- methode	Gestratificeerde aselecte steekproef
Laagdiepte	3 lagen: 0-30, 30-60 en 60-90 cm 40/20/10 steken in 0-30/30-60/60-90	1 laag, 0-90 cm Alle lagen gelijk aantal steken
Machinaal/handmatig	Machinaal of handmatig	Machinaal
Bemonsteringsperiode	15 okt tot 1 dec	15 okt tot 1 dec

4.2 Bemonstering

4.2.1 Mechanisch of handmatig steken

De bemonstering kan handmatig of mechanisch plaatsvinden. Door de diepte van de bemonstering (0-90 cm) heeft mechanisch bemonsteren de voorkeur, met name wanneer op grote schaal een bemonstering op minerale bodem-N gaat plaatsvinden. Daarnaast zorgt het mechanisch steken van monsters ook voor een betrouwbaarder monster dat telkens tot de gewenste diepte wordt gestoken en netjes verdeeld wordt in de verschillende lagen (Hoving et al., 2005). Toch hebben we in het protocol de mogelijkheid opgenomen om handmatig te bemonsteren. De belangrijkste reden is dat de organisaties die de bemonstering uitvoeren aangeven dat het op korte termijn onmogelijk is om volledig over te gaan op machinaal bemonsteren. Dit

heeft ook gevolgen voor de steekdichtheid over verschillende lagen, omdat bij handmatig bemonsteren niet verwacht kan worden dat alle steken tot 90 cm min maaiveld worden genomen (zie paragraaf 4.2.3).
In specifieke gevallen, zoals in staande gewassen, is mechanische bemonstering niet mogelijk vanwege de risico's van gewasschade door de bemonsteringsapparatuur. In dat geval moet er worden teruggevallen op handmatige bemonstering.

4.2.2 Bemonsteringsperiode

Het tijdstip van bemonstering heeft invloed op de hoeveelheid minerale N in de bodem. Gedurende het najaar vindt mineralisatie plaats uit de organische stof in de bodem, vanuit achtergebleven gewasresten en vanuit toegediende organische mest. Dit leidt tot een toename van de minerale N. Ook depositie leidt tot een toename van minerale N. Anderzijds kan de minerale N ook afnemen door opname door een vanggewas of hoofdgewas, door immobilisatie (bijvoorbeeld via ingewerkt stro) en door verliezen via uitspoeling en denitrificatie. Veel van de genoemde processen zijn temperatuurafhankelijk, waardoor een latere bemonstering waarschijnlijk de belasting van het grondwater met stikstof het beste indiceert. Dit betekent dat bemonstering niet te vroeg na oogst van het hoofdgewas moet plaatsvinden, omdat dan de hoeveel N die beschikbaar is voor uitspoeling wordt onderschat; er kan immers nog minerale N gevormd worden die niet meer wordt opgenomen door gewassen. De bemonstering moet ook niet te laat plaatsvinden, omdat er dan al verliezen door uitspoeling naar lagen dieper dan de te bemonsteren laag hebben kunnen plaatsvinden.

Verandering van NR door biologische processen
Van Enckevort et al. (2002) onderzochten via een modelmatige N-balansberekening de veranderingen die plaatsvinden in minerale bodem-N tussen het moment van oogsten en 1 december. In de balansberekening werd rekening gehouden met mineralisatie van organische stof in de bodem, uit organische N in dierlijke mest en uit gewasresten, immobilisatie via stro, opname door groenbemesters/vanggewassen en depositie. De datum van 1 december was gekozen, omdat gemiddeld genomen daarna het mineralisatieniveau relatief laag is en het risico dat N al is uitgespoeld naar lagen onder 90 cm nog gemiddeld genomen nog relatief gering is. De toename varieerde tussen 0 en 75 kg N per ha en was sterk afhankelijk van het oogsttijdstip van het gewas, de hoeveelheid N in gewasresten en de organische bemesting. Bij relatief laat geoogste gewassen (consumptieaardappelen en suikerbieten) was de toename geringer, tussen 0 en 20 kg N per ha. In de genoemde studie is ervan uitgegaan dat groenbemesters en vanggewassen na 1 oktober geen N meer opnemen. In werkelijkheid zal er nog wel sprake zijn van enige opname. Recent onderzoek liet zien dat laat gezaaide vanggewassen na aardappelen (rond 20 oktober) nog 20-35 kg N per ha opnamen (Van Geel et al., 2023), maar dit betrof wel de N-opname gemeten in het voorjaar en niet die tot begin december. Voor de bepaling van het NR monstermoment speelt met name de opname tot begin december.

N-uitspoeling in de herfst
In het LMM wordt uitspoeling van nitraat gemeten door de bovenste meter van het grondwater te bemonsteren Hierbij is uitgegaan van een neerslagoverschot van 300 mm en een watergevulde porositeit van 0,33 (volledig verzadigd). De uiteindelijke uitspoeling wordt berekend door de gemeten waarde te corrigeren voor het Gt (grondwater) specifiek meerjarig gemiddeld neerslagoverschot per grondsoort en gewasgroep. Dit neerslagoverschot varieert sterk per grondsoort en gewasgroep (Fraters et al., 2007). Als gevolg van deze variatie zal ook de snelheid van verplaatsing van water en opgeloste stoffen in de bodemkolom van landbouwgronden sterk verschillen. Het is dus van groot belang om hier rekening mee te houden bij de NR meting. Hieronder wordt een voorbeeldberekening uitgevoerd, met behulp van een inschatting van het neerslagoverschot en de watergevulde porositeit.

Het gemiddeld neerslagoverschot is in heel Nederland negatief van april t/m juli. De poriewaterstroom is dan opwaarts gericht (bij geen beregening). In de periode van de NR meting is de poriewaterstroom juist naar beneden gericht.
De bodem zal vanaf oktober relatief vochtig zijn. Het vochtgehalte zal naar verwachting over het hele profiel variëren tussen het zogenaamde aanvulpunt (waar gewassen meer vocht zouden kunnen gebruiken) en veldcapaciteit (tussen pF 2 en 2,7). De gemiddelde watergevulde porositeit die hierbij hoort varieert sterk per grondsoort. Voor veen en klei is dit respectievelijk rond 0,57 en 0,5, voor löss rond de 0,4 en voor lemig zand/zandige leem rond 0,23 (Koorevaar et al., 1983).
Voor de maanden okt t/m dec bedroeg het gemiddeld neerslagoverschot in De Bilt 210 mm (o.b.v. maandelijkse getallen, klimaatviewer 2081-2010), op jaarbasis is het neerslagoverschot in de Bilt ca 300.

Wanneer we dit neerslagoverschot delen door (mobiele) watergevulde porositeit kan de verplaatsing in de bodemkolom berekend worden. De watergevulde porositeit varieert sterk per grondsoort. Wanneer we uitgaan van een universeel protocol moet de meetperiode voor alle gronden geschikt zijn. Om deze reden wordt een conservatieve schatting van de mobiele watergevulde porositeit gedaan van 0,2. Gemiddeld kan het vocht dat zich begin oktober van 0 – 90 cm in de bodemkolom bevindt dan verplaatst zijn naar 1,05 meter en dieper. Dit zal dan dus volledig gemist worden in de laag 0-90 cm. In een universeel protocol is het om deze reden niet verstandig om december in de meetperiode mee te nemen.
Op deze manier kan worden berekend dat t/m nov het water circa 0,75 m zijn gedaald, waardoor de N die zich begin okt in de bouwvoor bevindt, nog grotendeels kan worden teruggevonden in de laag 0-90 cm. Eventueel kan overwogen worden gronden met een hogere waterporositeit later te bemonsteren.

Keuze in protocol
In het protocol is gekozen voor een periode van 15 oktober tot 1 december. Deze periode is gekozen om de volgende redenen. Ten eerste zal na 15 oktober al een groot deel van de akkerbouwgewassen zijn geoogst en kan de bemonstering zoveel mogelijk plaatsvinden na de oogst van het gewas zonder gewasschade te veroorzaken. Het beperken van gewasschade vraagt vooral aandacht als er mechanisch wordt bemonsterd. Ten tweede wordt dan nog zo lang mogelijk veranderingen in minerale bodem-N door biologische processen (mineralisatie, gewasopname) meegenomen. Ten derde is deze ruimere periode opgesteld om flexibiliteit in te bouwen zodat op termijn zoveel mogelijk percelen in Nederland bemonsterd kunnen worden, wellicht in de toekomst zelfs wel alle landbouwpercelen. Het is dan praktisch onmogelijk om dit in één maand of korter uit te voeren.
Een ruimere periode dan 1,5 maand is niet wenselijk omdat de half oktober aanwezige minerale stikstof anders gedeeltelijk de laagdiepte van 0-90 cm zal hebben verlaten.

4.2.3 Laagdiepte
Er wordt uitgegaan van een bemonstering tot 90 cm zoals nu ook vaak wordt gedaan in bestaande protocollen. Waarop deze laagdiepte is gebaseerd is niet helemaal duidelijk. In het rapport van de Commissie Stikstof werd ook wel de bovenste meter (0-100 cm) aangegeven (Meeuwissen & Goossensen, 1991). Onze verwachting is dat in het najaar de meeste N zich in de bovenste bodemlagen zal bevinden en dat het verschil tussen 0-90 en 0-100 cm relatief gering zal zijn.

Bij de bemonstering kan ervoor worden gekozen om de laag 0-90 cm in één keer te bemonsteren of in meerdere lagen. In het laatste geval kan dat door drie lagen te bemonsteren, bijvoorbeeld 0-30, 30-60 en 60-90 cm, maar ook bemonstering in twee lagen is een optie, bijvoorbeeld 0-30 cm en 30-90 cm. Kijkend naar het doel, vaststelling van de N-min als risico van uitspoeling in doelsturingsbeleid, zou de laag 0-90 cm in één keer kunnen worden bemonsterd en het bespaart enige kosten voor analyse, echter, de kosten voor monstername zijn bepalend voor de uiteindelijke totale kosten. Verder verlaagt het in één keer bemonsteren variatie vanwege mogelijke afwijkingen in steekdiepte bij de uitvoering van de bemonstering in meerdere lagen (Hofman, 2023). Bijvoorbeeld dat in een mengmonster voor de laag 0-30 cm ongewild ook steken voorkomen met een geringere of grotere diepte en eventuele besmetting van de onderste lagen met grond uit de bovenste laag. Het laatste speelt enkel bij handmatige bemonstering.
Een bemonstering in meerdere lagen biedt mogelijk wel het voordeel dat een betere relatie kan worden gelegd met het management in het voorafgaande groeiseizoen, hoewel uit pilots waarin deze relatie wordt onderzocht en besproken met agrarisch ondernemers het beeld voortkomt dat het onderscheid naar lagen tot nog toe weinig extra praktische informatie oplevert. Anderzijds zal de meeste minerale N zich doorgaans in de bovenste laag bevinden en zal de hoeveelheid minerale N in de totale bodemlaag vooral daardoor bepaald worden.

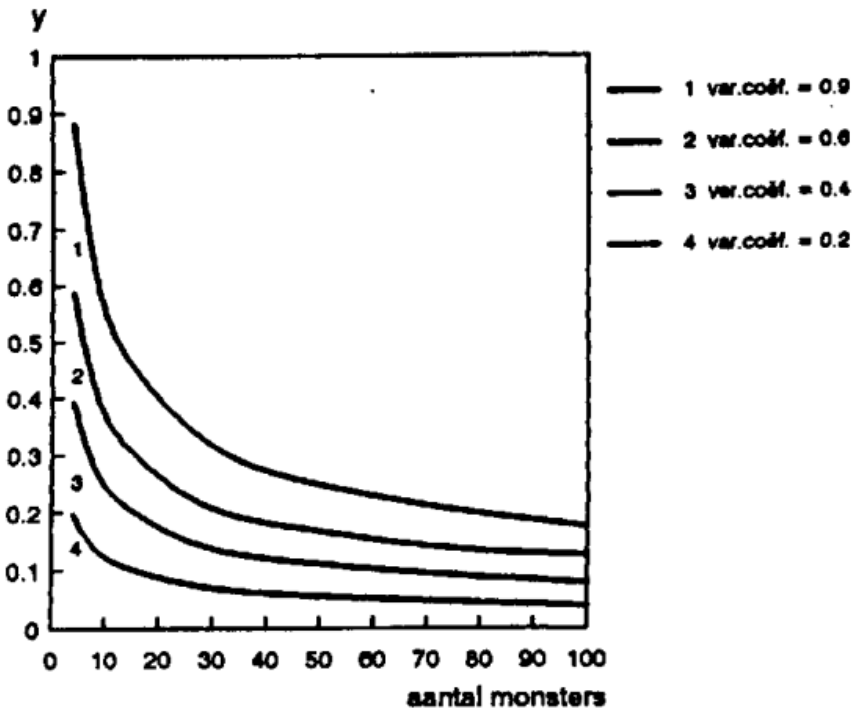
In het protocol is voorlopig uitgegaan van bemonstering in drie lagen, namelijk 0-30, 30-60 en 60-90. Dit mede ook, omdat in de huidige versie handmatige bemonstering wordt toegestaan (zie paragraaf 4.2.1) en het lastig is om handmatig de laag 0-90 cm in één keer te steken.
Echter voor de toekomst is te overwegen om de bemonstering uit te voeren in één laag, namelijk 0-90 cm, omdat dit uitstekend aansluit bij het doel van het protocol, nl. het vaststellen van NR als risico voor N-uitspoeling. Aparte lagen bemonsteren leidt tot meer kosten en het verhoogt de onzekerheid van de meting, terwijl het geen meerwaarde biedt voor de doelstelling. Daarnaast wordt er in dit protocol niet direct

rekening gehouden met managementeenheden zoals gewassen en percelen. Waardoor de koppeling aan management indirect is.
Vanwege de mogelijkheid van handmatige bemonstering is er ook voor gekozen in de diepere lagen minder vaak te steken dan in de laag 0-30 cm. Omdat naar verwachting de meeste N zich in de bovenste laag zal bevinden en daar de variatie het hoogst zal zijn is dit verdedigbaar. Hierbij wordt aangesloten bij het protocol dat nu door Cosun wordt gebruikt dat is gebaseerd op het bemonsteringsvoorschrift voor grondmonsters zoals vermeld in het Handboek Bodem en Bemesting (www.handboekbodemenbemesting.nl).

4.2.4 Steekdichtheid

De vereiste steekdichtheid hangt af van verschillende factoren. In de eerste plaats speelt de ruimtelijke spreiding in de bodem een rol. Op percelen met veel ruimtelijke variatie in NR zijn meer steken nodig om een betrouwbaar gemiddelde vast te stellen dan in een bodem met weinig ruimtelijke variatie in NR. Vervolgens is het van belang welk verschil in NR men minimaal wil kunnen onderscheiden van een bepaalde drempelwaarde. Gaat het bijvoorbeeld om een verschil in NR van 10 kg N per ha of volstaat het om een verschil van 50 kg N per ha vast te stellen? Bij eenzelfde ruimtelijke spreiding van NR is voor de eerste eis een hogere steekdichtheid nodig dan voor de tweede eis. Ook speelt de gewenste betrouwbaarheid een rol. Is vereist dat de kans op onterecht vaststellen van een overschrijding van een bepaalde grenswaarde van NR kleiner is dan 20% of moet die kans zelfs kleiner zijn dan 10% of 5%? Deze drie elementen: de gewenste precisie, de gewenste betrouwbaarheid van de uitspraak en de variatie in het veld corresponderen met een bepaalde vereiste steekdichtheid.

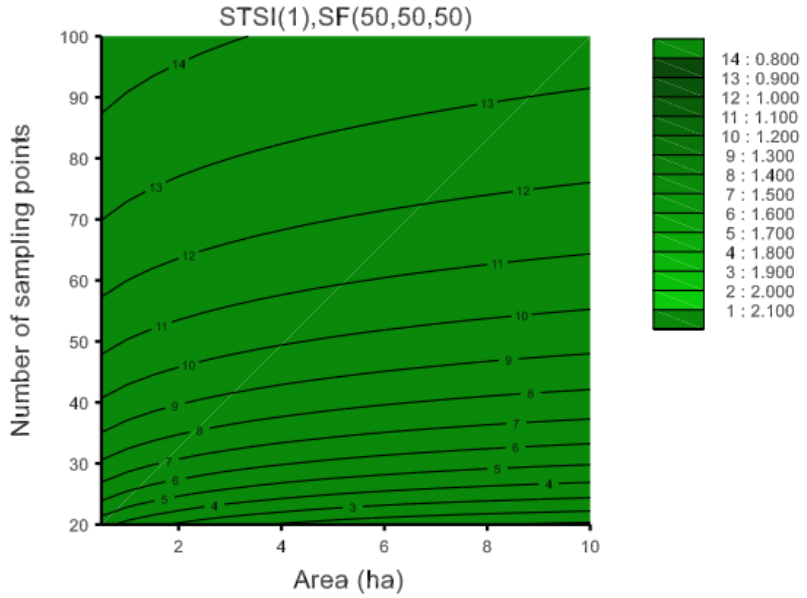
Corré et al. (1994) lieten zien hoe het 95%-betrouwbaarheidsinterval afhing van de steekdichtheid en de variatiecoëfficiënt uitgaande van een normale verdeling (Figuur 2). De auteurs geven aan dat bij bepaling van de minerale bodem-N in het voorjaar rekening moet worden gehouden met een variatiecoëfficiënt van 40%, maar dat in 10-20% van de studies variatiecoëfficiënten van 80-90% werden gevonden. De figuur laat zien dat de afname van het 95%-betrouwbaarheidsinterval vooral plaatsvindt in het traject van lage steekdichtheden. De daling van het betrouwbaarheidsinterval bij stijging van de steekdichtheid is in het traject van lage steekdichtheden sterker dan in het traject van hogere steekdichtheden.



Figuur 2. *Het 95%-betrouwbaarheidsinterval (= gem -y*gem tot gem+ y*gem) voor het gemiddelde van een normale verdeling als functie van het aantal steken in een mengmonster en de variatiecoëfficiënt (Bron: Corré et al., 1994).*

Van percelen is echter doorgaans niet bekend hoe de variatie is binnen het perceel. In dat geval zou deze eerst bepaald moeten worden door een groot aantal boorsteken te nemen, maar dat is op grote schaal praktisch niet uitvoerbaar. Een alternatieve methode is een modelmatige aanpak, waarbij de variatie wordt gemodelleerd met behulp van bemonstering van een (beperkt) aantal percelen op de betreffende bodemparameter, waarbij binnen een perceel de steekpunten apart worden geanalyseerd. Op basis van de metingen worden een aantal spreidingsvarianten gesimuleerd (variogrammen) die worden gebruikt in de verdere analyse. Deze methode is ook toegepast door Brus & Spätjens (1997) bij fosfaatbemonsteringen en door Hofman & Brus (2021) bij de bemonstering op minerale N in de herfst. Bij laatstgenoemd onderzoek werd gevonden dat bij een relatieve standaarddeviatie van circa 20% de vereiste steekdichtheid varieerde tussen minder dan 5 steken tot meer dan 50 steken. Op basis van dit onderzoek werd besloten om verder te gaan met 40 steken i.p.v. de aanvankelijk voorgestelde 15 steken (Hofman, 2023). Dit was voldoende om op 9 van de 16 bij het onderzoek betrokken percelen een aanvaardbare meetonzekerheid te bereiken. Aangegeven werd dat een verdere verhoging van het aantal steken weinig toegevoegde waarde had m.b.t. het verhogen van de betrouwbaarheid. Voor de laatste 10 procent van de percelen zou een zeer hoge steekdichtheid nodig zijn (>>50). Dit werd echter als onwenselijk gezien, vanwege de praktische uitvoerbaarheid.
In een onderzoek van Köhler (2006) bij meting van minerale bodem-N na de oogst werd afgeleid dat bij een maximale afwijking van 10% 60-200 steken nodig waren. Wel bleek dat de winst in betrouwbaarheid relatief gering is bij verhoging van de steekdichtheid vanaf waarden van circa 50.

In het onderzoek van Hofman & Brus (2021) wordt niet specifiek ingegaan op de steekdichtheid in relatie tot de perceelsgrootte. Uit Ehlert et al. (2005) blijkt dat de vereiste steekdichtheid afhangt van de omvang van het perceel (zie ter illustratie Figuur 3). Dit soort analyses heeft ten grondslag gelegen aan de differentiatie van de steekdichtheid naar perceelsareaal in het fosfaatprotocol.



Figuur 3. *Voorspelde standaardafwijking van de steekproeffout (14 contourlijnen bij verschillende waardes; zie rechtsboven) bij een gestratificeerde steekproef met 1 punt (steek) per stratum bij bemonstering voor de fosfaattoestand van de bodem. Steekproeffout is voorspeld met sferisch variogram met nugget = 50, sill = 100 en range is 50 m (Bron: Ehlert et al., 2005).*

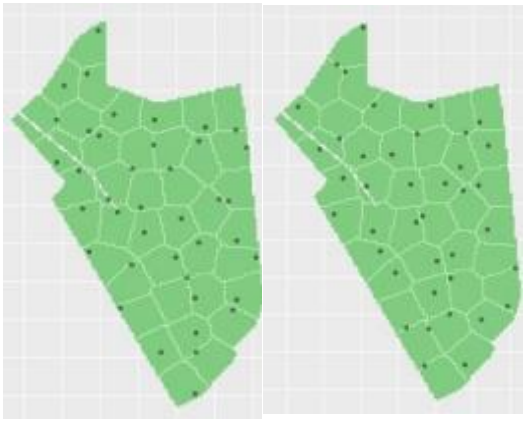
Voorgesteld wordt om voorlopig een steekdichtheid te hanteren van 40 steken per 5 ha, zoals wordt gehanteerd in het fosfaatprotocol en ook door Hofman (2023) wordt voorgesteld voor NR-bemonstering in Vlaanderen. Het aantal van 40 steken wordt ook genoemd in een adviesrapport rond bodembemonstering

van de TCB (Technische Commissie Bodembescherming) (TCB, 1990). Hier wordt echter uitgegaan van 40 steken per 1 ha. In dit rapport wordt niet aangegeven waarop de keuze van 40 steekpunten is gebaseerd. In het Cosun-protocol wordt uitgegaan van een steekdichtheid van 40 steken per 2 ha, maar de systematiek is hier anders, omdat er binnen een perceel (ongeacht de omvang) een representatief deel van 2 ha wordt geselecteerd waarop de bemonstering plaatsvindt.
Aanbevolen wordt via een geostatistische analyse nader te onderzoeken hoe voor NR de benodigde steekdichtheid afhangt van de omvang van het perceel mede in relatie tot de keuze voor de methode voor het bepalen van het steekpatroon (zie ook hieronder).

Steekpatroon
Er worden verschillende methoden gebruikt om het aantal steekpunten te verdelen over een perceel(deel). Dit kan handmatig worden gedaan, waarbij de steekpunten door de monsternemer zelf worden bepaald volgens een bepaald patroon (W/M/zigzag/kruislings) of via een gestratificeerde aselecte steekproef. Beide worden hieronder kort toegelicht.

W / M/ zigzagmethode
Een gangbare methode om steekpunten over een perceel te verdelen is de zigzagmethode, ook wel W of M-methode genoemd. Deze relatief eenvoudige methode zorgt ervoor dat het monster een redelijke afspiegeling is van het hele perceel. De monsternemer loopt in een W-vorm over het perceel, waarbij er een minimaal aantal slagen is vereist (vaak is dat 5 slagen). Als het aantal slagen is bepaald wordt het aantal te nemen monster gelijkmatig verdeeld over het aantal slagen. Bij bijvoorbeeld 40 steken betekent dat 8 steken per slag. De monsternemer kan dan op zicht of met de GPS afstanden inschatten en per X meter een monster nemen.

Gestratificeerde aselecte steekproef
Een andere methode om de steekpunten te verdelen over een perceel is middels een gestratificeerde aselecte steekproef. Bij deze methode wordt een perceel in een X aantal strata verdeeld die elk een gelijke grootte hebben en die zo compact mogelijk van omvang zijn (cirkel/vierkant-vorm). De oppervlakte van het hele perceel komt dus overeen met de optelsom van het oppervlak van alle individuele strata. In elk stratum wordt vervolgens via loting willekeurig één meetpunt bepaald. Een voorbeeld hiervan is te zien in Figuur 4.



Figuur 4 *Voorbeeld van stratificatie, waarbij een perceel in 40 strata is verdeeld en binnen elk stratum via loting een steekpunt is bepaald (Bron: Hofman, 2023).*

Deze methode wordt ook al toegepast bij het protocol voor het bemonsteren van percelen t.b.v. vaststelling van de fosfaattoestand. Hierbij kan een monsternemer het perceel invoeren zoals het in RVO geregistreerd staat, waarna hiervoor ontwikkelde software (Walvoort et al., 2010) het perceel automatisch in strata van gelijke omvang indeelt. Anders dan bij de W-methode heeft de monsternemer bij deze methode geen invloed op de plaatsbepaling van de steekpunten en heeft elke plek op het perceel evenveel kans te worden bemonsterd.
Een mogelijkheid zou kunnen zijn om de stratificatie slimmer te maken door bij de verdeling van de strata bijvoorbeeld rekening te houden bodemtypes, gewastypes, aanwezigheid van vanggewassen of hoogtekaarten. Hoewel dit in principe mogelijk zou zijn is dit soort data niet altijd openbaar of tijdig beschikbaar.

Bij bemonstering op de fosfaattoestand is uit eerdere studies gebleken dat met de gestratificeerde aselecte steekproef een kleinere steekproefvariantie wordt verkregen dan bij de handmatige methode (zoals de W-methode), omdat bij de laatstgenoemde methode de kans dat op een punt een steek wordt genomen niet voor alle punten gelijk is (Brus & Spätjens, 1997; Brus et al., 1998/1999). Hierdoor zijn in het huidige protocol bij een gestratificeerde aselecte steekproef minder steekpunten vereist dan bij de handmatige methode: 25-32 steekpunten (afhankelijk van perceelsomvang) vs. 40 steekpunten per 5 ha. Hofman & Brus (2021) vonden bij bemonstering op hoeveelheid nitraat-N in de bodem in de herfst ook dat bepaling van de steekpunten via een gestratificeerde aselecte steekproef in het algemeen leidde tot een kleinere fout dan bij een handmatige bepaling via de W-methode, hoewel dit niet op alle testpercelen leidde tot een duidelijke verbetering. Aangegeven werd dat het aantal steekpunten met circa 10% kon worden verminderd in geval van stratificatie t.o.v. de handmatige methode.
In Ehlert et al. (2023) zijn de W-methode en de gestratificeerde aselecte steekproef methode bij van de bemonstering t.b.v. bepaling van de fosfaattoestand van de bodem met elkaar vergeleken. Hier was de conclusie dat de beide methoden een vergelijkbaar resultaat gaven wat betreft herhaalbaarheid en representativiteit. Wel bleek dat voor de het P-AL-getal de nauwkeurigheid bij de W-methode lager was dan bij de gestratificeerde aselecte steekproef. Voor de P-$CaCl_2$ kon dit niet worden aangetoond.

Bovenstaande laat zien dat de gestratificeerde aselecte steekproef een aantal voordelen biedt t.o.v. de handmatige methode, bijvoorbeeld dat mogelijk met minder steken per oppervlakte-eenheid kan worden volstaan en dat de keuzen van de steekpunten objectiever is. In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de verschillen tussen de gestratificeerde aselecte steekproef t.o.v. de W-methode (uit Ehlert et al., 2021).
Het nadeel is wel dat stratificeren wat meer tijd kost voor de monsternemer in vergelijking met de handmatige methode (W/Z/zigzag) (CDM, 2007). Dit extra tijdsbeslag vloeit voort uit de extra handelingen vooraf (bepalen van de perceelomvang en het verdelen in strata) en bij het aflopen van de steekpunten (punten liggen niet op één lijn, maar zijn meer verdeeld over het perceel). Echter, bij de ontwikkelde software voor het uitvoeren van de stratificatie wordt ook het optimale looppatroon berekend, zodat de loopafstand zo klein mogelijk is.
Voorgesteld wordt daarom om in het NR-protocol in de toekomst enkel de gestratificeerde aselecte steekproef voor te schrijven, waarbij in het uiterste geval beargumenteerd (bijvoorbeeld niet functioneren benodigde software) mag worden teruggevallen op de handmatige methode.

Tabel 3. *Verschillen tussen de gestratificeerde aselecte steekproef en de W-methode (uit Ehlert et al. (2021)).*

Gestratificeerde aselecte steekproef	W-methode
Elke locatie binnen een perceel heeft een even grote kans om te worden bemonsterd.	De kans op bemonstering hangt af van de monsternemer en de vorm van het perceel en is niet bekend. Uit de praktijkvoorbeelden (Figuur 14) is gebleken dat delen van het perceel onbewust worden uitgesloten van bemonstering.
Statistische eigenschappen van de bemonstering zijn bekend (systematische fout (=0) en willekeurige fout is afhankelijk van de variatie in het perceel). Deze eigenschappen kunnen bovendien worden gekwantificeerd.	Statistische eigenschappen zijn onbekend. Onbekende systematische fout.
Bemonstering is objectief (De locaties van de steken worden bepaald door wetenschappelijke software).	Bemonstering is deels subjectief (de monsternemer bepaalt de locaties van de steken).
Wetenschappelijke basis	Praktijkervaring, expert judgement
Minimaal benodigde aantal steken voor een mengmonster kan worden bepaald o.b.v. een geostatistische analyse.	Minimaal benodigde aantal steken is lastig te bepalen. Daar zijn aannames voor nodig.
Mengmonster heeft betrekking op het hele perceel.	Mengmonster heeft betrekking op de selecteerde punten.
Een computer bepaalt de locatie van de steken.	Een monsternemer bepaalt de locatie van de steken.
Voor het nemen van steken is gps nodig.	Voor het nemen van steken is geen gps nodig.
Toepasbaar op percelen met uiteenlopende vormen.	Lastig uit te voeren bij percelen met een complexe vorm (zie Figuur 14).

Rijenteelten/beweiding
Bij gewassen op grotere rijenafstanden kan ook de steekpositie tussen de rijen nog van invloed zijn. Voorlopig stellen we voor hiermee geen rekening te houden. Aanbevolen wordt nader te onderzoeken in welke mate een verdere aanpassing van de bemonstering zinvol en nodig is. Hierbij moet ook het aspect van rijenbemesting worden meegenomen.
Bovengenoemd geldt ook situaties met beweid grasland, waar door aanwezigheid van urine- en mestflatten grotere ruimtelijke variatie in minerale bodem-N kan ontstaan.

Meenemen bufferstroken
In het protocol is de keuze gemaakt om géén onderscheid te maken tussen bufferstroken en het bemeste deel van het areaal. Het bufferstrookareaal wordt dus ook meegenomen. Bufferstroken zijn verplichtte maatregelen die als doel hebben de N-uitspoeling te verminderen, net zoals andere maatregelen, zoals het telen van vanggewassen en rustgewassen of verlaging van de N-bemesting. Dit pleit voor het meenemen van het "bufferstrook-areaal" bij de bepaling van het NR. Mogelijk hebben bufferstroken een verlagend effect op de minerale bodem-N, doordat ze niet zijn bemest en er vaak ook nog een gewas opstaat dat N opneemt. Anderzijds wordt de gegroeide biomassa en de hierin opgenomen N niet afgevoerd, waardoor de opgenomen N weer kan vrijkomen. Het effect in de NR-meting zal waarschijnlijk beperkt zijn, omdat er maar een gering aantal steekpunten in een bufferstrook zullen liggen.

4.3 Transport, mengen en bewaren

Transport
In Corre et al. (1994) wordt onderzoek aangehaald waarin is gekeken naar het koelen van monsters tijdens transport. Het onderzoek is uitgevoerd in het voorjaar (20 april tot 9 juni), waarbij één deel van de monsters gekoeld (5-6 graden) is vervoerd en het andere niet gekoeld in de bagageruimte van de auto. Beide monsters zijn 24 tot 30 uur na het steken afgeleverd aan het laboratorium. Het resultaat gaf aan dat bij niet gekoelde monsters het gehalte aan mineraal stikstof hoger was. Er was sprake van een significante relatie tussen de Nmin in gekoelde en de Nmin in ongekoelde monsters. Bij Nmin-waardes van 50, 100 en 150 kg N per ha in gekoelde monsters was de Nmin-waarde in ongekoelde monsters 2, 4 en 5 kg N per ha hoger. Het verschil is dus relatief klein en is waarschijnlijk toe te schrijven aan het mineralisatieproces. Omdat er ook in de herfst nog wel sprake kan zijn van relatief hoge temperaturen is van belang dat monsters zo koel mogelijk worden getransporteerd naar het laboratorium.

Mengen
Om fouten te voorkomen en het mengproces zo goed en uniform mogelijk te laten verlopen wordt voorgesteld om het mengen van monsters op het laboratorium uit te voeren. Dit heeft tevens als voordeel dat de monsternemer minder stappen hoeft uit te voeren in het veld en daarmee sneller kan opereren. Tenslotte is uit praktische ervaring gebleken dat het mengen van met name vochtige kleigrond in het veld slechte resultaten geeft Het mengen op het laboratorium met mechanische apparatuur kan hierbij een uitkomst bieden.

Bewaring
Uit onderzoek van Lepelaar (1975) bleek dat er veranderingen in het N-min gehalte van monsters optraden wanneer monsters voor langere tijd worden opgeslagen zonder 'extra' maatregelen te treffen. Monsters die werden bewaard bij een temperatuur van 5 °C gaven de eerste drie dagen geen verandering in minerale N te zien, daarna steeg het minerale N-gehalte met 0,2% per dag. Monsters die bewaard werden bij een temperatuur van 15 °C of hoger vertoonden door mineralisatie een aanmerkelijke stijging van het N-min gehalte gedurende de eerste week. Bij langdurige bewaring moet er dus iets worden gedaan om dergelijke veranderingen te voorkomen. Dit kan door de monsters in te vriezen of door ze te drogen.

In Corrré et al. (1994) wordt een niet gepubliceerd onderzoek aangehaald waaruit bleek dat het NO_3-N gehalte tijdens het invriezen voor langere tijd (één maand) niet veranderde. In dezelfde publicatie wordt ook een niet gepubliceerd onderzoek vermeld waaruit bleek dat drogen een duidelijke verlaging van de hoeveelheid Nmin te zien gaf (daling van 13%). Er werd alleen informatie gegeven over verschillen in totale Nmin en niet over veranderingen in ammonium en nitraat. Allende-Montalban et al. (2024) vergeleken directe analyse van minerale N (nitraat en ammonium) in verse grondmonsters met analyse in bewaarde monsters die of waren ingevroren of waren gedroogd. Hieruit bleek dat het totale Nmin-gehalte niet duidelijk werd beïnvloed door het bewaren, wel was na invriezen de NO_3-N/NH_4-N-verhouding duidelijk hoger en na drogen duidelijk lager. Het nitraatgehalte in ingevroren monsters was vergelijkbaar met die in vers geanalyseerde monsters, terwijl het nitraatgehalte in gedroogde monsters lager was. Het ammoniumgehalte was hoger bij de gedroogde monsters. Het bleek dat het verschil tussen verse en gedroogde monsters bij zowel nitraat als ammonium vooral aanwezig was bij hoge N-gehalten (bij nitraat > 100 kg N per ha en bij ammonium > 10 kg N per ha). Van Erp et al. (2001) vonden bij drogen van monsters bij 20-40°C dat het NH_4-gehalte toenam. Het nitraatgehalte veranderde ook bij een deel van de monsters, maar de richting waarin verschilde.
Bovenstaande laat zien dat de wijze van bewaring van invloed kan zijn op de meetwaarde en dat er bij invriezen mogelijk minder veranderingen lijken plaats te vinden dan bij drogen, hoewel de afwijkingen zich vooral bij hoge NR-waarden blijken voor te doen. Op basis van de gevonden literatuur adviseren we om de monsters in te vriezen indien deze niet binnen 72 uur kunnen worden geanalyseerd.

4.4 Laboratoriumanalyse

Als monsters worden ingevroren kan na invriezen de het Nmin-gehalte in veldvochtige grond worden bepaald. Deze analyse kan plaatsvinden op gewichtsbasis of op volumebasis. Het voordeel van de analyse op volumebasis is dat er geen volumegewicht van de grond nodig is om het gehalte om te rekenen naar hoeveelheid per ha. Op zand- en kleigronden was er een goede relatie tussen de Nmin bepaald in, maar op dalgrond werden relatief grote verschillen gevonden die samenhangen met het schatten van het volumegewicht (Wijnen, 1986). Voorgesteld wordt om uit te gaan van analyse op volumebasis.

Voor de analyses wordt verwezen naar de standaard-voorschriften voor de analyse op nitraat en ammonium in veldvochtige grond conform de NEN-ISO-voorschriften.

Uit de statistische analyse met betrekking tot fosfaatbemonstering blijkt dat het aantal steekpunten kan worden gehalveerd door de analyse in duplo uit te voeren Ehlert et al. (2005). Dit is ook opgenomen in het protocol voor de bodembemonstering voor de fosfaattoestand. Het effect van een duplo-meting zal afhangen van de grootte van de meetfout bij een bepaalde bodemparameter. Het zou goed zijn na te gaan wat de meerwaarde is van een duplo-analyse bij de analyse van de minerale bodem-N.

De kwaliteit van de analyses wordt geborgd via standaard RING-onderzoeken waaraan geaccrediteerde labs deelnemen. Dit hebben we niet apart opgenomen in het protocol, omdat dit standaard plaatsvindt bij voor dit onderzoek geaccrediteerde labs.

4.5 Verwerking en beheer van gegevens

Een randvoorwaarde bij het protocol is dat het borgt dat op uniforme wijze een representatief beeld wordt verkregen van het NR op een perceel. Als de resultaten worden gebruikt voor doelsturing waarbij bij lage waarden sprake kan zijn van waarderen door beloning zoals toeslagen of flexibiliteit in regelgeving of bij hoge waarden juist extra beperkingen kunnen worden opgelegd, hebben ondernemers een belang bij een bepaalde uitkomst. Daarom is het onlogisch om ondernemers bij het beheren of verwerken van gegevens een rol te laten spelen. We hebben vastgesteld dat ondernemers bij het protocol voor vaststelling van de fosfaattoestand bij opdeling van grote percelen in subpercelen zelf achteraf een gewogen gemiddelde moeten uitrekenen van het hele perceel. Dit lijkt ons een onwenselijke situatie en aanbevolen wordt dat gegevensverwerking en –beheer buiten de invloedssfeer van ondernemers georganiseerd wordt.

5 Aanbevelingen

Het protocol zoals dat nu is opgesteld is een eerste versie die waarschijnlijk op een aantal onderdelen kan worden verbeterd (zie ook hoofdstuk 4). Om keuzes die ten grondslag liggen aan dit protocol beter te onderbouwen en een aantal onzekerheden op te lossen zal het protocol getoetst moeten worden aan informatie die ontstaat bij implementatie van het huidige protocol en aan specifiek op te zetten onderzoek. De belangrijkste aanbevelingen voor toetsing en onderzoek zijn samengevat in Tabel 4 en worden hieronder toegelicht.

Algemeen

- Het protocol zoals dat nu is opgesteld dient te worden getoetst. Voorgesteld wordt om een jaar, nadat dit protocol in gebruik is genomen, het protocol te evalueren. Hierin wordt beoordeeld of het protocol voldoet op basis van praktische ervaringen en eventuele knelpunten kunnen dan worden opgelost. Bij de toetsing zou gebruik gemaakt kunnen worden van projecten waarin NR wordt bepaald zoals de Cosun-monitoring en metingen die plaatsvinden binnen de pilot rond de maatwerkaanpak van het mestbeleid. Belangrijke aandachtspunten zijn o.a. de uitvoerring van de bemonstering in het veld.

Verbetering protocol-onderdelen

Naast een praktische evaluatie is het ook aan te bevelen om onderzoek te doen naar specifieke onderdelen van dit protocol:

- Een bepaalde, minimale steekdichtheid bij de bemonstering is nodig om een reproduceerbaar en representatief meetresultaat te verkrijgen, rekening houdend met de ruimtelijke variatie van NR in percelen. Maar daarnaast bepaalt de steekdichtheid per oppervlakte-eenheid mede de benodigde arbeid voor de monstername en de kosten voor analyse. De voorgestelde steekdichtheid is dus telkens een compromis van betrouwbaarheid van het resultaat en uitvoerbaarheid van de bemonstering. De samenhang tussen steekdichtheid, het bemonsteringspatroon en de betrouwbaarheid van het meetresultaat is nog onvoldoende duidelijk. Een verdere onderbouwing van de steekdichtheid in relatie tot de wijze van bepalen van de steekpunten (via een gestratificeerde aselecte steekproef of handmatig) is daarom zinvol. Hierbij is een geo-statistische analyse nodig, zoals die ook voor het fosfaatprotocol is uitgevoerd (Ehlert et al., 2021). Hierbij kan dan ook een vergelijking tussen een gestratificeerde aselecte steekproef en de W-methode worden meegenomen. Bij stratificatie is er ook de vraag of hierbij nog beter rekening kan worden gehouden met verschillen binnen een perceel zoals o.a. gewas, grondsoort wel/geen aanwezigheid van een vanggewas. Op basis van de resultaten kan het protocol worden aangepast naar een onderbouwd minimum aantal steken, eventueel gespecificeerd voor verschillende situaties, denk aan perceelgrootte, bodemtype of gewas.
- Zoals aangegeven in hoofdstuk 4 kan het tijdstip van meting van invloed zijn op de hoeveelheid aanwezige minerale bodem-N als gevolg van biologische processen in de boden en uitspoeling naar lagen onder de bemonsterde laag. Een modelmatige verkenning naar te verwachten verandering van minerale bodem-N in de herfst in relatie tot o.a. gewas, hoeveelheid N in gewasresten en de aanwezigheid van een vanggewas kan helpen hier meer zicht op te krijgen. Dit in combinatie met een veldtoetsing voor een aantal situaties. Dit onderzoek is mede van belang om na te gaan wat de consequenties zijn van een vroegere of latere metingen dan de huidige periode (15 okt tot 1 dec). Eventueel zou nagegaan kunnen worden of bij vroegere of latere metingen een correctie kan worden gecorrigeerd, maar dergelijke correcties zijn met veel onzekerheid omgeven en daarom wordt aanbevolen dit niet uit te voeren.
- Het vaststellen van variatie in minerale bodem-N voor situaties, waarbij grotere variatie mag worden verwacht, zoals na rijenteelten (met name in combinatie met N-rijenbemesting) of bij beweiding (urine- en mestflatplekken). Hierbij kan ook worden gekeken naar de mogelijkheden het protocol te gebruiken voor fruitteeltgewassen en boomkwekerijgewassen.
- De meerwaarde van een duplo-analyse in het laboratorium van het aangeleverde mengmonster.

Overige aspecten

- De hoeveelheid minerale bodem-N kan/wordt op verschillende momenten in het jaar gemeten, zoals voor, tijdens of na (dit protocol) het groeiseizoen. Het is aan te bevelen om uit te zoeken of er relaties bestaan tussen de resultaten van metingen voor of tijdens het groeiseizoen en metingen erna. Het lijkt aannemelijk dat te hoge waardes tijdens het groeiseizoen leiden tot hoge hoeveelheden in het najaar. Het meten tijdens het groeiseizoen kan ook gebruikt worden om de bemesting aan te passen een te hoge N-bemesting te voorkomen en de minerale bodem-N in de herfst te verlagen.
- Het handmatig steken van N-min monsters is fysiek zwaar werk. Gezien de mogelijke opschaling van de NR bemonstering in Nederland is het aan te raden om het steken van monsters zo veel mogelijk te mechaniseren. Door sommige instanties die grond bemonsteren wordt dit al gedaan, echter dit is nog geen gemeengoed. Daarnaast is het mechanisch steken van monsters in sommige gevallen zoals bij staande gewassen nog niet mogelijk vanwege gewasschade. Op termijn zal ook voor dit soort omstandigheden een mechanische oplossing moeten worden gevonden, vanwege de grote hoeveelheid monsters die in een korte periode moeten worden gestoken.
- De bemonstering vindt plaats op percelen. Door alle percelen op een bedrijf te bemonsteren ontstaat een representatief beeld van de bedrijfssituatie. Er kunnen namelijk grote verschillen optreden tussen percelen met vrijwel identieke bodemkenmerken, bemesting en gewas. Door het bemonsteren van zoveel mogelijk percelen op het bedrijf komt de uitslag van verschillende percelen op een evenwichtige manier samen in het bedrijfsresultaat. Dit is ook aangeraden in Vlaanderen (Hofman, 2023). Daarnaast biedt een brede bemonstering extra informatie aan de agrariër waarmee er een directe koppeling ontstaat tussen zijn handelingen en de resultaten.

Tabel 4. *Verbetermogelijkheden van het NR protocol en het hiervoor benodigde onderzoek.*

Onderdeel	Verbetering	Benodigd onderzoek
Prioritair		
Algemeen	Identificeren omissies en knelpunten huidig protocol	Ervaringen met het gebruik van het protocol inventariseren in trajecten/projecten waarin NR wordt gemeten (o.a. meetprogramma Cosun, pilot Maatwerkaanpak).
Steekdichtheid	Betere onderbouwing steekdichtheid mede i.r.t. methode bepalen positie steekpunten (stratificatie vs. handmatig)	Geo-statistisch onderzoek naar spreiding NR en hieruit af te leiden steekdichtheid (analoog zoals gedaan bij ontwikkeling protocol voor fosfaatbemonstering). Hierbij ook vergelijking methode bepaling positie steekpunten meenemen (gestratificeerde aselecte steekproef vs. handmatig).
Meetperiode	Effect verlenging meetperiode	Modelmatige verkenning naar het effect van de duur van de meetperiode op de risico's van uitspoelingsverliezen. Hierbij verschillende herfstsituaties meenemen zoals weinig en veel minerale bodem-N na de oogst, veel of weinig N in gewasresten en wel en geen aanwezigheid van een vanggewas. Eventueel aangevuld met een veldtoetsing.
Minder prioritair		
Toepassingsbereik	Gebruik protocol in fruitteelt en boomkwekerij	Testen protocol in fruitteelt- en boomkwekerijgewassen, waarbij met name ook wordt gekeken naar ruimtelijke verdeling van NR
Ruimtelijke variatie voor specifieke situaties	Variatie in NR als gevolg van rijen (bouwland) en urineplekken en mestflatten (grasland)	Nagaan in welke mate is van een ruimtelijk gradiënten bij rijenteelten op bouwland en bij beweid grasland en of hiermee rekening moet worden gehouden in het protocol.
Laboratorium analyse	Waarde van een duplo-bepaling	Onderzoek waarbij een NR-bepaling in enkelvoud wordt vergeleken met de duplo-bepaling.

Literatuur

Allende-Montalban, Raul, Raúl San-Juan-Heras, Diana Martín-Lammerding, María del Mar Delgado, María del Mar Albarran, Jose L. Gabriel, 2024. The soil sample conservation method and its potential impact on ammonium, nitrate and total mineral nitrogen measurements. Geoderma 448, 116963;

Brus, D.J. & L.E.E.M. Spätjens (1997). Een nieuwe steekproefstrategie voor de inventarisatie van de fosfaattoestand van percelen. Voorspelling van nauwkeurigheid en kosten.

Brus, D.J., Spätjens, L.E. & J.J. de Gruijter (1999). A sampling scheme for estimating the extractable phosphorus concentrations of fields for environmental regulation. Geoderma 89, 129-148.

Brus, D.J., W.J.M. te Riele & J.J. de Gruijter (1999). Een nieuwe steekproefstrategie voor de inventarisatie van de fosfaattoestand van percelen. Validatie van het nauwkeurigheidsmodel. Staring Centrum, rapport nr. 516.2.

Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2007). Actualisering methodiek en protocol om de fosfaattoestand van de bodem vast te stellen. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen. WOt-technical report 39. 68 pp.

Corre, W., Lepelaar, A., Loman, H., & Niers, H. (1994). Bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem in het najaar als instrument voor het te voeren stikstofbeleid : akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten. http://edepot.wur.nl/333257

Ehlert, P.A.I., O.F. Schoumans, D.J. Brus, W.J.M. de Groot, R. Visschers & M. Pleijter (2005). Protocol voor het aanwijzen van gronden die in aanmerking komen voor een verhoogde gebruiksnorm. Technische uitwerking. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1201. 126 pp.

Ehlert, P.A.I., D.J.J. Walvoort, P.C.J. van Vliet & O. Oenema (2021). Vergelijking van twee bemonsteringsstrategieën bij toepassing van de gecombineerde indicator voor de fosfaattoestand van de bodem. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3080, 70 pp.

Fraters, B., Boumans, L., Van Leeuwen, T., & Reijs, J. (2007). De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. In *RIVM*. RIVM. https://edepot.wur.nl/19104

Hofman, S. & Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek. (2023). *Monstername van bodem op landbouwpercelen* (By Vlaamse Landmaatschappij). https://reflabos.vito.be/onderzoeksrapporten/2023-01-05_eindrapport_bodemmonstername_def.pdf

Hofman , S.C.K. & D.J. Brus (2021). How many sampling points are needed to estimate the mean nitrate-N content of agricultural fields? A geostatistical simulation with uncertain variograms.

Hoving, I., Everts, H., & Chardon, W. (2005). Monstername en analyse van N-mineraal in de bodem en nitraat in het grondwater. http://edepot.wur.nl/40334

Koorevaar, P. G. Menelik & C. Dirksen (1983). Elements of Soil Physics, pp 82, ISBN 0-444-42242-0.

Lepelaar, A. (1975). Beproeving van de houdbaarheid van verse grondmonsters. IB-nota nr. 14, IB, Haren, 10 pp.

Kohler, K. (2006). Unsicherheit der Nmin-Daten für die Düngereinsatzplanung und den Grundwasserschutz. WasserWirtschaft 1-2/2006.

Meeuwissen, P.C. & F.R. Goossensen, 1991. Beperking van het stikstofoverschot in de Nederlandse Landbouw; een scenariostudie. IKC-MKT, Ede, 43 pp.

Noij, I.G.A.M. & H.F.M. ten Berge (2019). Rapportage Project Nitraatwijzer Fase I. Wageningen Research, Rapport WPR-917, 137 pp.

TCB, (1990). Advies protocol bodembemonstering overige organische meststoffen. Technische Commissie Bodembescherming.

Van Enckevort, P.L.A., J.R. van der Schoot & W. van den Berg (2002). Relatie tussen N-overschot en N-uitspoeling op gewasniveau voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, projectrapport 1125234.

Van Erp, P.J., V.J.G. Houba & M.L. van Beusichem (2001). Effect of drying temperature on amount of nutrient elements extracted with 0.01 M CaCl2 soil extraction procedure. Commun. Soil Sci.Plant Anal. 32 (1%2), 33-48.

Van Geel, W.C.A., R.P.J.J. Rietra, H.A.G. Verstegen, K. Duan, P. Groenendijk & J.T.W. Verhoeven (2023). Stikstofvanggewassen na consumptieaardappel op zandgrond. Verslag van driejarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. Wageningen Research, Rapport WPR-OT 1018.

Walvoort, D. J. J., Brus, D. J., & de Gruijter, J. J. (2010). An R package for spatial coverage sampling and random sampling from compact geographical strata by k-means. Computers and Geosciences, 36(10), 1261-1267. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2010.04.005.

Wijnen, G. (1986). Een nieuwe werkwijze bij het N-mineraal onderzoek; bepaling per volumedeel grond in plaats van bepaling op gewichtsbasis.

Websites
www.handboekbodemenbemesting.nl; geraadpleegd in mei 2025

Bijlage: Protocol bepaling mineraal stikstofresidu; toelichting context, functie en toepassing

Pim Post, Koos Verloop, Sander Gerritsen, Wim van Dijk
Juni 2025, Wageningen

1 Inleiding en leeswijzer

Door sectorpartijen en de Tweede Kamer is de wens geuit om te komen tot een systeem van bedrijfsgerichte doelsturing om agrariërs op hun bedrijf meer vrijheid te geven om maatregelen te nemen ten bate van de grondwaterkwaliteit. Ter voorbereiding van het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn werkt het Ministerie van LVVN samen met sectorpartijen aan een systeem voor doelsturing voor nitraat in het bovenste grondwater. Dit zogenoemde ingroeipad voor doelsturing op grondwaterkwaliteit zal naast generieke maatregelen in het mestbeleid staan.

Een onderdeel van dit systeem van doelsturing is het introduceren van indicatoren die de agrariër informeren over de mate waarin op het bedrijfsareaal risico's optreden voor nitraatuitspoeling. Het mineraal stikstofresidu (NR) en het overschot van stikstof op de bodembalans (N-bodemoverschot) worden beschouwd als geschikte indicatoren. Onder het mineraal stikstofresidu wordt verstaan de hoeveelheid minerale stikstof die zich in het najaar in de bodem bevindt. Het stikstof bodemoverschot is het verschil op jaarbasis tussen de aanvoer van stikstof naar de bodem en de afvoer met de oogst van gewassen. Dit verschil tussen aan- en afvoer blijft jaarlijks achter in de bodem en draagt bij aan de bodemvoorraad of gaat verloren naar het milieu. Deze indicatoren worden beschouwd als kansrijk, enerzijds omdat ze een aanwijzing kunnen geven van het risico op nitraatuitspoeling en anderzijds omdat ze aansluiten op het handelen van de ondernemer, met name op het teeltplan, bodembewerking en bemesting. NR is naar voren gekomen als aanvulling op en vervanging van het stikstof bodemoverschot, omdat NR mogelijk een directer en meer gedetailleerd beeld kan geven van de uitspoelingrisico's op percelen op de korte termijn, terwijl het stikstof bodemoverschot de risico's op bedrijfsniveau voor de iets langere termijn reflecteert.

Om te borgen dat de bepaling van het NR op een uniforme manier gebeurt die aansluit op het beleidskader is het 'Protocol bepaling mineraal stikstofresidu' (NR-protocol) ontwikkeld (Gerritsen et al., 2025).

Deze toelichting op het NR-protocol schetst beknopt de beleidscontext en gaat vervolgens in op hoe NR en stikstof bodemoverschot samenhangen met het bedrijfsmanagement en het risico op nitraatuitspoeling. Daarna wordt beschreven hoe en in welke mate het protocol bijdraagt aan de gewenste kwaliteit (betrouwbaarheid en representativiteit) van metingen van het mineraal stikstofresidu. Tenslotte gaat deze toelichting in op de bruikbaarheid voor agrarische ondernemers van informatie over NR en het stikstof bodemoverschot.

2 Beleidscontext

Uitspoeling van nitraat naar grondwater uit landbouwgrond vormt in Nederland een hardnekkig probleem (Claessens et al., 2024). Door beleid, praktijk en onderzoek wordt al gedurende lange tijd gezocht naar effectieve oplossingen (CDM, 2024). Om watersystemen te beschermen voor overmatige belasting met stikstof en fosfaat zijn gebruiksnormen geïmplementeerd die grenzen stellen aan het gebruik van stikstof en fosfaat in dierlijke mest en kunstmest. Met het 6e en 7e actieprogramma Nitraatrichtlijn zijn aanvullende inspanningsverplichtingen van kracht geworden, zoals het toepassen van een onbemeste bufferstrook op percelen die grenzen aan sloten (Staatscourant 2023, 6071), de teelt van vanggewassen en rustgewassen op bedrijven op zand- en lössgrond. Deze verplichtingen werden ingevoerd als onderdeel van de derogatiebeschikking omdat gebleken was dat de waterkwaliteit in Nederland nog niet op orde was (EU 2022/2069).

Om invulling te geven aan de wens vanuit de sectoren om agrariërs meer vrijheid te geven in de keuze van maatregelen gericht op realisatie van waterkwaliteitsdoelen voor nutriënten afkomstig uit de landbouw, werkt het Ministerie in afstemming met de sectorpartijen aan een systeem voor doelsturing voor nitraat in het bovenste grondwater (TK 33037, nr. 545). De overheid zet erop in om dit veranderproces bij agrarische ondernemers te bereiken door informeren, stimuleren en afrekenen. Bij informeren gaat het erom ondernemers meer bewust te maken van potentiële N-verliezen op het bedrijf, in welke mate ze deze door hun landbouwkundig handelen beïnvloeden en welke verbeteringen hierin mogelijk zijn. Bij stimuleren gaat het daarnaast ook om het bevorderen van de gewenste ontwikkeling in de bedrijfspraktijk bijvoorbeeld via belonen van goede prestaties. Bij afrekenen gaat het om een verdergaande vorm van regelgeving die aangrijpt op prestatiedoelen, door diverse middelen.

Voor sturen op minder N uitspoeling met het oog op de grondwaterkwaliteit gaat de aandacht uit naar de indicatoren stikstof bodemoverschot en het NR omdat ze de verbinding kunnen vormen tussen enerzijds N-uitspoeling en daarmee grondwaterkwaliteit en anderzijds landbouwkundig handelen en daarmee maatregelen in het management.

Hoe deze twee indicatoren in de verschillende sectoren kunnen gaan sturen, is nog niet volledig uitgekristalliseerd. Hierbij speelt een rol dat de zuivelsector al jaren ervaring heeft met het stikstof bodemoverschot als indicator die door de KringloopWijzer wordt weergegeven in bedrijfsrapportaqes (van Dijk et al., 2024; Verloop et al., 2025) en dat het NR in de zuivelsector minder algemeen wordt gebruikt, terwijl dat in de akkerbouw precies andersom is. In de akkerbouw is het veel minder gebruikelijk om af te gaan op het stikstof bodemoverschot en wordt NR als een meer voor de hand liggende indicator beschouwd. De uiteindelijke toepassing van de indicatoren in het ingroeipad voor doelsturing op grondwater is nog onderwerp van onderzoek en overleg tussen het ministerie van LVVN met sectorpartijen.

Wat betreft NR is het voornemen om de metingen al in het najaar van 2025 breed op te starten, waarbij een overweging is dat de gegevens gebruikt kunnen worden als basis voor het verlenen van uitzonderingen uit het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn. Hiervoor zullen resultaten nodig zijn voor een aantal (meet) jaren. Ondernemers kunnen aanspraak maken op het verkrijgen van deze resultaten door deel te nemen aan het ingroeipad dat wordt opgezet om de doelsturing te implementeren.

3 Het mineraal stikstofresidu en het stikstof bodemoverschot als indicatoren voor nitraatuitspoeling

Dit onderdeel is bedoeld om agrariërs en monsternemers die in de praktijk met indicatoren gaan werken, inzicht te geven in de betekenis van de indicator mineraal stikstofresidu, de indicator stikstof bodemoverschot en nitraatuitspoeling. We gaan tevens in op de relatie van deze indicatoren met nitraatuitspoeling.

Het stikstof bodemoverschot
Het stikstof bodemoverschot is het verschil tussen de totale aanvoer van stikstof naar de bodem (na aftrek van NH3-N-verliezen) en de hoeveelheid stikstof die met geoogste landbouwproducten van het

land wordt afgevoerd (van Dijk et al., 2024). Het stikstof bodemoverschot blijft achter in de bodem en wordt zo toegevoegd aan de totale voorraad van stikstof in de bodem, gaat verloren naar het milieu door vervluchtiging als gasvormige stikstofverbinding of spoelt uit naar grondwater (Brussée et al., 2024; Oenema et al., 2024).

Niet alle stikstof die als bodemoverschot bij de bodemvoorraad komt, is even gevoelig voor uitspoeling naar grondwater. Stikstof die gebonden is aan organische stof is niet mobiel en gaat niet direct verloren naar grondwater. Stikstof die aangevoerd is in minerale vorm (ammonium of nitraat) en in deze vorm in de bodem aanwezig is, is wel mobiel en draagt bij aan het risico op verlies naar grondwater. Omdat het stikstof bodemoverschot deze mobiele en minder mobiele vormen niet onderscheidt, wordt het stikstof bodemoverschot beschouwd als een indicator die het uitspoelingsrisico voor de wat langere termijn indiceert. Het organisch gebonden deel van het stikstof overschot mineraliseert uiteindelijk en kan op termijn dan ook een risico geven op uitspoeling (Wosten et al., 2019). Dit bleek ook uit een praktijkexperiment met verschillende compostdoseringen op droge zandgrond in Markelo (Dekker & Verloop, 2023).

In welke mate het stikstof bodemoverschot tot uitspoeling leidt, hangt naast de vorm en het moment waarin de stikstof is aangevoerd, ook af van factoren, zoals de gewasbedekking in de winter, de diepte van beworteling, het bodemtype, de hoogte van de grondwaterstand en weersomstandigheden.

Het mineraal stikstofresidu
Het mineraal stikstofresidu is de hoeveelheid mineraal stikstof (nitraat en ammonium) die zich in het najaar in de bodem bevindt in een afgebakende bodemlaag. In het kader van het protocol bepaling mineraal stikstofresidu betreft het de hoeveelheid minerale stikstof die in de bodemlaag 0-90 onder maaiveld wordt gemeten tussen. Dit betreft een eenmalige meting die plaatsvindt in de periode 15 oktober en 1 december. Om het verlies naar grondwater te beperken, is het streven om het mineraal stikstofresidu zo laag mogelijk te houden. Daarbij zullen telers het niveau van minerale stikstof tijdens het groeiseizoen wel zo hoog willen hebben als landbouwkundig wenselijk. Het ideaal is dus om de bemestingskundige behoefte te combineren met een laag stikstofresidu na het groeiseizoen (van Enckevort et al., 2002).

Belangrijke verschillen met het stikstof bodemoverschot zijn: i) dat het mineraal stikstofresidu een momentopname is in het najaar, terwijl het stikstof bodemoverschot een jaarbalans is en ii) dat het mineraal stikstofresidu, zoals de naam al aangeeft, betrekking heeft op de minerale verschijningsvormen van stikstof, terwijl het stikstof bodemoverschot zowel minerale als organisch gebonden stikstof omvat. Een praktisch verschil is dat het stikstof bodemoverschot normaliter wordt bepaald op bedrijfsniveau en niet op perceelniveau. Het mineraal stikstofresidu wordt in eerste instantie juist op perceelniveau bepaald en kan vervolgens in combinatie met gegevens van andere percelen vertaald worden in een bedrijfsgemiddelde. Het mineraal stikstofresidu is daarom te beschouwen als een meer directe indicator van het uitspoelingsrisico (Noij & Ten Berge, 2019).

Nitraatuitspoeling
Nitraatuitspoeling is het proces waarbij nitraat, één van de twee minerale vormen waarin stikstof voorkomt, met het neerslagoverschot zich vanuit de bodem verplaatst naar het grondwater. Het uitgespoelde nitraat komt op diep gedraineerde droge zandgrond voornamelijk terecht in het grondwater. Nitraatuitspoeling kan, afhankelijk van de hydrologische omstandigheden ook via drains en ondiepe uitspoeling, tot belasting van oppervlaktewater leiden. Ook ammonium, de andere minerale stikstofverbinding kan verloren gaan naar watersystemen. De relatieve bijdrage van nitraat en ammonium aan de totale belasting van het watersysteem is afhankelijk van recent en historisch landgebruik, bodemtype en hydrologie. In zandgronden wordt de belasting van het watersysteem vooral bepaald door nitraatuitspoeling.

In het kader van doelsturing op grondwaterkwaliteit worden het stikstof bodemoverschot en het mineraal stikstofresidu benaderd als oorzaak en nitraatuitspoeling als gevolg.

Monitoring van nitraatuitspoeling vindt onder andere plaats in het kader van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. In de zandregio wordt de bovenste meter van het grondwater op bedrijven in de zomer bemonsterd mits de grondwaterstand niet dieper is dan 5 meter onder het maaiveld. In de kleiregio wordt de bovenste meter van het grondwater in de winter bemonsterd of wordt drainwater in vier rondes bemonsterd als percelen gedraineerd zijn. Inn de Lössregio wordt het bodemvocht tussen 1,5 en 3 meter onder maaiveld bemonsterd in het najaar.

De relaties tussen enerzijds NR en N bodemoverschot en anderzijds nitraatuitspoeling
De hiervoor beschreven mechanismen verklaren deels dat de relatie tussen stikstof bodemoverschot en nitraatuitspoeling in de praktijk veelal niet duidelijk naar voren komt (Oenema et al., 2024; van Geel et al., 2023; Verloop et al., 2025). Op regionale schaal worden dergelijke relaties echter wel gevonden (Brussée et al., 2024; Claessens et al., 2024; Fraters et al., 2020).

Ook de relatie tussen het mineraal stikstofresidu en nitraatuitspoeling komt in onderzoek niet altijd duidelijk naar voren. In sommige studies wordt wel een duidelijk verband gevonden maar vaak voor relatief hoge stikstofresidu en nitraatconcentraties (Corré et al., 1994; Noij & ten Berge, 2019).

Dat deze relatie niet altijd duidelijk naar voren komt, kan deels verklaard worden doordat metingen van nitraatuitspoeling in grondwater veelal niet opgezet zijn om de voorspelkracht van de genoemde indicatoren te toetsen. Daardoor is de meetdichtheid van nitraatuitspoeling vaak niet goed afgestemd op een dergelijke toetsing.

Invloeden van weer en omgevingsomstandigheden
Zowel het stikstof bodemoverschot als het mineraal stikstofresidu kunnen behalve door management ook worden beïnvloed door omgevingsomstandigheden en het weer. Daardoor kan het voorkomen dat een managementaanpassing die gericht is op een lager stikstof bodemoverschot of mineraal stikstofresidu zich niet direct vertaalt in verlaging van deze indicatoren. Het is belangrijk dat hiermee rekening wordt gehouden bij communicatie met ondernemers en bij beoordelen van de indicatoren.

4 Het protocol

Het Protocol bepaling mineraal stikstofresidu is bedoeld om ervoor te zorgen dat metingen van het mineraal stikstofresidu op grote schaal (kunnen) worden uitgevoerd als onderdeel van doelsturing op nitraat in grondwater. Deze doelsturing richt zich op informeren, stimuleren en afrekenen. De meetresultaten van het mineraal stikstofresidu moeten ondernemers informeren over het niveau van het mineraal stikstofresidu op hun percelen, en indirect over de risico's voor nitraatuitspoeling onder hun percelen. Dit moet hen in staat stellen om zelf te sturen op betere waterkwaliteit. Daartoe moeten de meetresultaten op uniforme wijze verkregen zijn en representatief zijn voor het hele bedrijfsareaal. Bovendien moeten ze objectief zijn, verkregen kunnen worden in alle teelten, op het juiste schaalniveau aansluiten, betrouwbaar zijn en met een passende nauwkeurigheid worden weergegeven. Hieronder wordt beschreven in hoeverre het protocol daarin voorziet:

1) Representativiteit
   Representativiteit betekent hier dat a.) de bemonsteringspunten binnen een perceel een goede afspiegeling zijn van dat perceel; en b.) de bemonsterde percelen een goede afspiegeling zijn van het bedrijf. De representativiteit op een perceel wordt geborgd door in het protocol een bemonsteringspatroon (zie ook hieronder) voor te schrijven inclusief bufferstroken en zonder onderscheid naar rijen en/of plekken die beweid worden. Bovendien wordt aanbevolen om alle percelen behorend tot een landbouwareaal te bemonsteren. Hierdoor wordt het hele bedrijfsareaal met de meting van het mineraal stikstofresidu gerepresenteerd, afgezien van overmacht situaties. Bij overmacht kan een bepaling uitgesteld worden, met vermelding van reden. In principe kunnen veldcontroles worden uitgevoerd naar plekken waarvan met reden is aangegeven dat er niet bemonsterd is. Deze inspectie zal dan de melding moeten bevestigen.
2) Objectieve bepaling
   Het protocol schrijft voor wanneer (tussen 15 oktober en 1 december) en waar gemeten wordt. Dit laatste gebeurt door twee methoden voor te schrijven om het bemonsteringspatroon te bepalen, zodat de steken waaruit een mengmonster wordt samengesteld niet 'gestuurd' worden door de ondernemer of anderen. De monsterneming zal gedaan worden door een geaccrediteerde organisatie. Het protocol omvat naast de bemonstering ook de monsterbehandeling en analyse in het laboratorium. Met deze opzet legt het protocol een basis voor objectieve bepaling van het mineraal stikstofresidu. De verwerking en het beheer van gegevens ligt buiten het bereik van het protocol. Als hier geen voorziening voor is getroffen, zal dit veelal in handen zijn van de ondernemer. Een punt van aandacht is dat ook deze stap door een onafhankelijke partij wordt gedaan; dit geldt met name bij stimuleren en afrekenen omdat er dan belangen verbonden zijn aan de bepaalde waarden van het mineraal stikstofresidu.
3) Brede inzetbaarheid
   Het protocol is bedoeld voor minerale gronden (zand, klei en löss) en geldt in principe voor alle

(landbouw)gewassen. Voor fruit- en boomkwekerijgewassen moet nog wel worden nagegaan of het ook daar goed toepasbaar is. Op percelen waar na 1 oktober nog gewassen op het land staan, is mechanische bemonstering mogelijk slecht uitvoerbaar zonder gewasschade te veroorzaken. Dat kan in voorkomende gevallen opgelost worden door handmatige bemonstering.

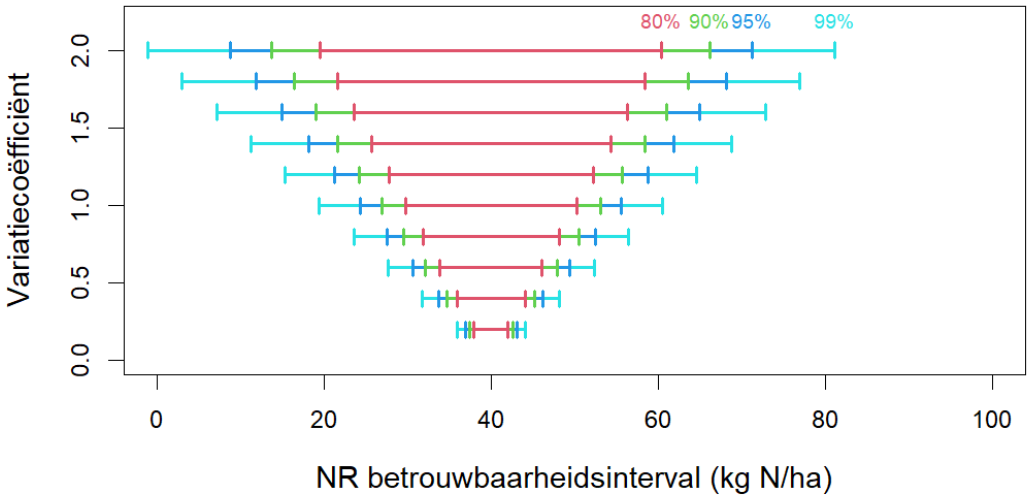
4) Resultaat op perceelschaal
Het protocol schrijft metingen voor op perceelschaal waarbij percelen een maximale oppervlakte van 5 ha mogen hebben. Zijn percelen groter dan worden ze opgedeeld in deelpercelen. Dit stelt de ondernemer in staat om de metingen te relateren aan het gebruik en beheer van percelen. Aan elkaar grenzende percelen die niet groter zijn dan 2,5 ha mogen worden samengevoegd tot een samengesteld perceel van maximaal 5 ha. Dit is ook toegestaan als op de percelen verschillende gewassen geteeld worden. Het risico van deze samenvoeging is echter dat hiermee perceel-specifieke en gewas-specifieke verschillen buiten beeld blijven. Het is daarom raadzaam om percelen alleen samen te voegen als de gewasteelt en -historie op de percelen hetzelfde is en de grondslag vergelijkbaar.

5) Betrouwbaarheid van meetwaarden
Het protocol is bedoeld om ervoor te zorgen dat de gemeten waarden van het mineraal stikstofresidu zo betrouwbaar mogelijk zijn. Per perceel of deelperceel wordt één waarde voor het mineraal stikstofresidu bepaald; dit geeft niet de variatie weer die binnen het perceel te verwachten is. Wel is het zo dat deze waarde gebaseerd is op een representatieve set van 40 meetpunten, waaruit, afhankelijk van de variatie binnen percelen met een zekere betrouwbaarheid voldoende nauwkeurige waarden volgen.

Een betrouwbare waarde interpreteren we hier als een voldoende grote kans dat de gemeten waarde van het mineraal stikstofresidu in een bepaald interval ligt, zoals weergegeven in figuur 2. Hierin is te zien dat de betrouwbaarheid van een meting zal afhangen van de hoeveelheid variatie op een perceel, beschreven door de variatiecoëfficiënt[1]. Hoe groot deze variatiecoëfficiënt voor het mineraal stikstofresidu is en in hoeverre deze verschilt tussen percelen en bedrijven, is in beperkte mate bekend. Recente studies in Vlaanderen op verschillende akkerbouw en graspercelen op zand en leemgronden laten variatiecoëfficiënten zien die variëren van 0.26-2.56 (Hofman, 2023; Hofman & Brus, 2021) met een gemiddelde van boven de 0.6. Bovendien is de variatie vaak niet-normaal verdeeld. Specifieke studies laten soms lagere waarden zien (Inagro & PCA, 2024) maar eerder is beschreven dat de variatie aanzienlijk kan zijn (Corré et al., 1994). Een variatiecoëfficiënt van 0.6 betekent dat bij een volgens het protocol gemeten mineraal stikstofresidu van 40 kg N/ha, de gemiddelde NR op een perceel met 95% zekerheid tussen de 31 en 49 ligt (Figuur 1).

Door de beperkte beschikbaarheid van gegevens over variatie van het mineraal stikstofresidu binnen percelen is het onzeker of en hoe deze variatie verschilt tussen teelten, zoals (beweid) gras, akkerbouwgewassen en tuinbouwgewassen. Te verwachten is dat de variatie hoog is op beweidde percelen, waar mesttoediening niet gestuurd wordt. Daarnaast zullen factoren als drainage en heterogeniteit van gewasgroei en bemesting een rol spelen. Een ander aandachtspunt is rijenteelt, waarbij te verwachten is dat NR in en tussen de rijen verschilt (Vanhoof et al., 2013). Het protocol schrijft momenteel niet voor hoe met dergelijke gevallen om te gaan. Dit is niet bezwaarlijk zolang de grond in rijen en de grond tussen rijen evenwichtig, gewogen naar hun respectievelijke oppervlaktes, in de 40 steken vertegenwoordigd zijn, zoals het protocol voorschrijft. Voor de verdere aanbevolen verbetering van protocol-onderdelen is ook een van de aandachtspunten de onzekerheid in variatie binnen percelen tussen teelten. Bijvoorbeeld door meer kennis over variatie binnen percelen in verschillende teelten te verzamelen en daarmee te bepalen of het protocol meer toegespitst moet worden op verschillende teelten of gewassen.

[1] De variatiecoëfficiënt is een gestandaardiseerde maat voor spreiding, berekend als de standaarddeviatie gedeeld door het gemiddelde



Figuur 1. Weergave van verschillende betrouwbaarheidsintervallen bij verschillende variatiecoëfficiënten voor een meetwaarde van het mineraal stikstofresidu van 40 kg N/ha; gebaseerd op 40 steken voor 0-30 cm, 20 steken voor 30-60 cm, 10 steken voor 60-90 cm, een gelijke variatiecoëfficiënt voor elke diepte en de aanname dat de variatie normaal verdeeld is.

6) Nauwkeurigheid

De variatie van het mineraal stikstofresidu binnen percelen bepaalt niet alleen de betrouwbaarheid maar ook de nauwkeurigheid. Hoe groter de variatie binnen een perceel, hoe groter het betrouwbaarheidsinterval, dus hoe kleiner de nauwkeurigheid (Figuur 1). Meetwaardes van 40 kg N/ha en 60 kg N/ha zullen bij een variatiecoëfficiënt van 0.6 en metingen volgens het protocol met meer dan 95% zekerheid van elkaar verschillen. Als de meetwaardes dichter bij elkaar liggen dan is het minder zeker dat ze van elkaar verschillen en ook als de variatie binnen een perceel groter is, zal het minder zeker zijn dat de meetwaardes daadwerkelijk van elkaar verschillen. Een marge van 10-20 kg N/ha rond de metingen is dus in veel gevallen realistisch.

De gewenste nauwkeurigheid hangt af van waar de metingen voor gebruikt zullen worden. In het geval van beoordelen en afrekenen laat het protocol niet alle denkbare vormen van resultaatweergave toe. Beoordeling die sterk stuurt rond een hard grensgetal en met grote gevolgen voor de ondernemer vraagt bijvoorbeeld een nauwkeurigere waarde dan met het protocol gegeven kan worden. Het is niet realistisch om dit met een grotere meetdichtheid van steekpunten in het protocol of herhaalde meting op te lossen. Om te voorkomen dat percelen onterecht als onvoldoende worden beoordeeld, is in Vlaanderen een marge aangehouden tussen het toegepaste criterium en de feitelijke streefwaarde (Noij & Ten Berge, 2019). Een andere mogelijkheid is om stimulerende en bijsturende prikkels op een meer geleidelijke manier te verbinden met indicatorwaarden, bijvoorbeeld met een neutrale overgangsrange en positieve of negatieve prikkels die wat betreft hun impact geleidelijk toenemen met de afstand tot het criterium. Eerder is ook voorgesteld om metingen van het mineraal stikstofresidu vooral te gebruiken voor het opsporen van extremen (Noij & Ten Berge, 2019).

5 Betekenis van meetuitslagen voor ondernemers

De bruikbaarheid van meetuitslagen van het mineraal stikstofresidu voor een ondernemer zijn niet los te zien van de uitwerking van doelsturing op nitraatuitspoeling met als elementen informeren, stimuleren en afrekenen. Om al deze elementen te ontwikkelen, zal nog een basis gelegd moeten worden om meetwaardes te beoordelen; er zullen dus streefwaarden en doelen voor het mineraal stikstofresidu aangegeven moeten worden. Dit zal in een ander traject gebeuren en hierin voorziet het protocol niet. Het protocol biedt slechts een basis voor uniforme meting van NR, in eerste instantie ten behoeve van informeren van de ondernemer.

We richten ons hier dan ook uitsluitend op het element informeren. We gaan er daarbij vanuit dat de volgende twee pijlers van belang zijn:
1. Vertrouwen in de bemonstering en de opgeleverde NR-resultaten en
2. Bewustwording van de betekenis van de NR-resultaten.

Vertrouwen
Centraal staat dat de ondernemer vertrouwen heeft in een goede en zorgvuldig uitgevoerde bemonstering die minimale schade veroorzaakt voor bodem en gewas en die resulteren in NR-waarden die de werkelijkheid op het bedrijf goed weergeven. Het NR-protocol legt een basis hiervoor (zie paragraaf 4). Praktische aanwijzingen voor een zorgvuldige uitvoering zijn beperkt; maar mogelijk komen uit pilots nog verbeterpunten voort.

Bewustwording
Bij bewustwording gaat het er in eerste instantie om dat ondernemers inzicht moeten hebben in:
a. Of NR op hun bedrijf en op hun percelen wel of niet hoog is. Daarvoor is een beeld nodig van de NR-waarden op de percelen. Hier voorziet het NR-protocol in. Verder is hoogtegevoel nodig voor NR-waarden in verschillende gewassen, eventueel in samenhang met het stikstof bodemoverschot als extra indicator. Dat wil zeggen: een globaal beeld van hoge waarden, normale waarden en lage waarden. Een benchmark is hierbij nuttig. Hierin voorziet het NR-protocol niet. Een aanvullende deskstudie is erop gericht benchmarks aan te geven.
b. Of en zo ja op welke percelen, verlaging van de NR gewenst is vanwege risico's voor nitraatuitspoeling. In algemene zin kan gesteld worden dat een hoger NR een groter risico op nitraatuitspoeling behelst. De sterkte van die relatie is echter niet eenduidig en niet voor elk bedrijf en elk perceel hetzelfde (Corré et al., 1994; D'Haene & Hofman, 2022; Noij & Ten Berge, 2019). Naast een inherente onzekerheid rond deze relatie, spelen er ook allerlei aanwijsbare factoren mee waarvan bekend is dat ze de nitraatconcentratie beïnvloeden, zoals bodemtype, grondwater, weer, en allerlei managementfactoren. De specifieke omstandigheden op een bedrijf zijn dan ook belangrijk voor een goede duiding van een meting van het mineraal stikstofresidu (zie ook paragraaf 3).
c. Welke mogelijkheden er zijn om het NR-niveau op percelen te verlagen door het treffen van maatregelen, al dan niet in samenhang met sturing op het stikstof bodemoverschot. Een beschreven voordeel van de NR-indicator is dat zij een snelle respons heeft op maatregelen (Noij & Ten Berge, 2019). Hierbij valt te denken aan o.a. scheuren van grasland, uitrijperioden van dierlijke mest, beweidingsintensiteit, gebruik van vanggewassen, grondbewerking, aard van de meststof, stikstof leverend vermogen van de grond, toedieningsregime meststof, verdeling stikstofgebruiksruimte per bedrijf.

Realistische verwachtingen zijn belangrijk in het natuurlijke systeem dat bodem, gewas en water samen vormen. Want hoewel de Nederlandse landbouw sterk gestuurd en gecontroleerd is, blijven deze systemen gevoelig voor allerlei omgevingsinvloeden, zoals het weer of bodemverschillen. Het is daarom niet zo dat een ondernemer met de juiste maatregelen de nitraatuitspoeling volledig en direct kan sturen. Tegelijkertijd is er, op basis van bestaande kennis en een grote hoeveelheid meetgegevens, voldoende reden om vertrouwen te hebben dat het sturen op indicatoren wél bijdraagt aan betere waterkwaliteit — ook al laten de gegevens soms verschillende uitkomsten zien. Een evenwichtige en eerlijke communicatie hierover is belangrijk, juist ook richting ondernemers.

Literatuur

Brussée, T. J., Negash, A., & Oosterwoud, M. R. (2024). *De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven*. https://doi.org/10.21945/RIVM-2024-0108

CDM. (2024). *Advies 'Verkenning korte en lange termijn maatregelen in kader van de Meststoffenwet voor realisatie van waterkwaliteitsdoelen'*.

Claessens, J., van Gils, D., Brussée, T., Vrijhoef, A., van Duijnen, R., Oosterwoud, M., Plette, A., Kotte, M., Rozemeijer, J., Ouwerkerk, K., Gosseling, M., Roskam, J., & Taconis, F. (2024). *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2020-2023) en trend (1992-2023). Resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's, 2024*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM. https://doi.org/10.21945/RIVM-2024-0113

Corré, W. J., Lepelaar, A., Loman, H., Niers, H., Van Noordwijk, M., Whitmore, A. P., & Zwart, K. B. (1994). *Bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem in het najaar als instrument voor het te voeren stikstofbeleid Akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten*.

Dekker, N. J., & Verloop, J. (2023). Compost, nitraat en droogte. *V-Focus*, 28–31.

D'Haene, K., & Hofman, G. (2022). *MILIEU-EN LANDBOUWKUNDIGE NITRAATSTIKSTOFRESIDU-DREMPELWAARDEN*.

Fraters, B., Hooijboer, A. E. J., Vrijhoef, A., Plette, A. C. C., van Duijnhoven, N., Rozemeijer, J. C., Gosseling, M., Daatselaar, C. H. G., Roskam, J. L., & Begeman, H. A. L. (2020). *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2016-2019) en trend (1992-2019)*. www.rivm.nl

Gerritsen, S., van Dijk, W., & Verloop, J. (2025). *Protocol bepaling mineraal stikstofresidu*.

Hofman, S. (2023). *Monstername van bodem op landbouwpercelen*.

Hofman, S., & Brus, D. J. (2021). How many sampling points are needed to estimate the mean nitrate-N content of agricultural fields? A geostatistical simulation approach with uncertain variograms. *Geoderma*, *385*, 114816. https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2020.114816

Inagro, & PCA. (2024). *Rijenbemesting van stikstof in aardappelen Opvolging praktijkpercelen*.

Noij, G.-J., & ten Berge, H. (2019). *Rapportage project Nitraatwijzer Fase I*. https://doi.org/10.18174/494580

Oenema, J., Verloop, J., & Hooijboer, A. (2024). *Waterkwaliteit in Koeien & Kansen 1999-2022: een trendanalyse op bedrijfsniveau*. https://doi.org/10.18174/687906

Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur En Voedselkwaliteit van 27 Februari 2023, Nr. WJZ/ 25675707, Houdende Voorschriften Tot Het Aanhouden van Bufferstroken in Verband Met de Uitvoering van Uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 van de Commissie van 30 September 2022 (2023).

UITVOERINGSBESLUIT (EU) 2022/2069 VAN DE COMMISSIE van 30 September 2022 Tot Verlening van Een Door Nederland Gevraagde Derogatie Op Grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad Inzake de Bescherming van Water Tegen Verontreiniging Door Nitraten Uit Agrarische Bronnen (2022).

van Dijk, W., de Boer, J. A., Schils, R. L. M., de Haan, M. H. A., Mostert, P., Oenema, J., & Verloop, J. (2024). *Rekenregels van de KringloopWijzer 2024 : Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2023-versie*. https://doi.org/10.18174/678185

van Enckevort, P. L. A., van der Schoot, J. R., & van den Berg, W. (2002). *Relatie tussen N-overschot en N-uitspoeling*. www.ppo.dlo.nl

van Geel, W., Rietra, R., Verstegen, H., Duan, K., Groenendijk, P., & Verhoeven, J. (2023). *Effect N-vanggewassen na aardappel op zandgrond op de nitraatuitspoeling : Verslag van driejarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel*. https://doi.org/10.18174/631358

Vanhoof, C., Cluyts, A., De Wit, J., Poelmans, E., Wouters, W., & Tirez, K. (2013). *Bemonstering van beteelde maïspercelen voor de bepaling van nitraatresidu*.

Verloop, J., van den Brink, C., & Gielen, J. (2025). Effectiveness of Voluntary Nutrient Management Measures to Reduce Nitrate Leaching on Dairy Farms Using Soil N Surplus as an Indicator. *Water*, *17*(3), 455. https://doi.org/10.3390/w17030455

Wosten, J. H. M., Groenedijk, P., Veraart, J. A., & van der Lugt, L. M. (2019). *Soil Organic Matter and its Importance for Water Management*.

Correspondentie adres voor dit rapport:
Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/plant-research

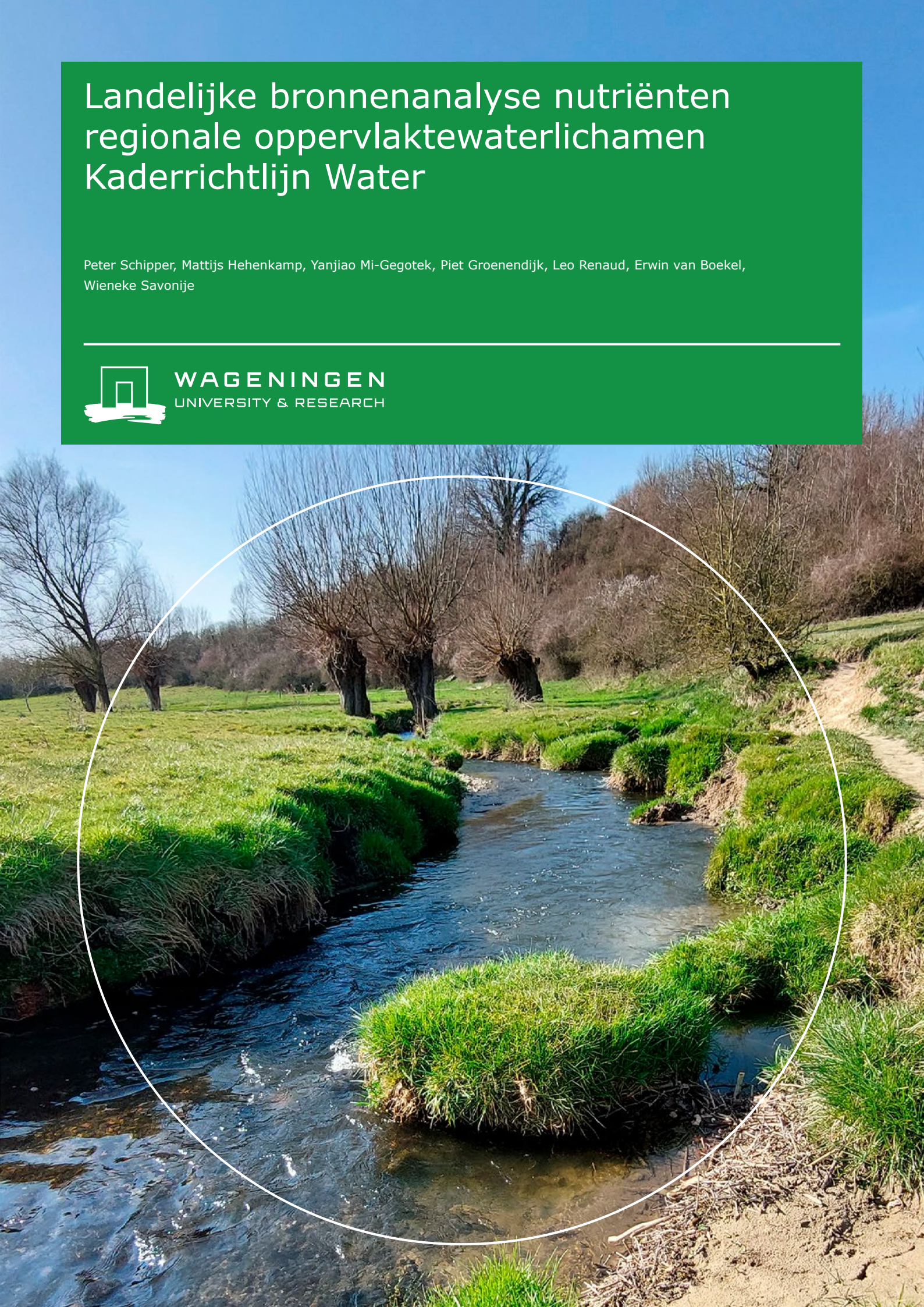
Rapport WPR-1477

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

Landelijke bronnenanalyse nutriënten regionale oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water

Peter Schipper, Mattijs Hehenkamp, Yanjiao Mi-Gegotek, Piet Groenendijk, Leo Renaud, Erwin van Boekel, Wieneke Savonije

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Landelijke bronnenanalyse nutriënten regionale oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water

Peter Schipper, Mattijs Hehenkamp, Yanjiao Mi-Gegotek, Piet Groenendijk, Leo Renaud, Erwin van Boekel, Wieneke Savonije

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (projectnummer BO-43-206.01-017).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, juni 2025

Gereviewd door:
Gert Jan Reinds, Senior onderzoeker bodem en waterkwaliteit en mestverwerking

Akkoord voor publicatie:
Gert Jan Reinds, Teamleider Duurzaam Bodembeheer

Rapport 3442
ISSN 1566-7197

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Schipper, Peter, Mattijs Hehenkamp, Yanjiao Mi-Gegotek, Piet Groenendijk, Leo Renaud, Erwin van Boekel, Wieneke Savonije, 2025. *Landelijke bronnenanalyse nutriënten regionale oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water.* Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3442. 122 blz.; 22 fig.; 17 tab.; 46 ref.

Trefwoorden: Kaderrichtlijn Water, oppervlaktewater kwaliteit, stikstof, fosfor, nitraat, bronnenanalyse, nutriëntenbalans, herkomst nutriënten, afspoeling, uitspoeling meststoffen, rioolwaterzuiveringen, emissieregistratie, landbouw bijdrage, retentie, KRW-ECHO

Dit rapport is gratis te downloaden van https://doi.org/10.18174/695609 of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2025 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research werkt met een gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem volgens ISO 9001 en een milieumanagementsysteem dat voldoet aan de norm ISO 14001.

Daarnaast geeft Wageningen Environmental Research via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3442 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Selzerbeek Limburg, paar kilometer van de Duitse grens. Foto: Peter Schipper (2025)

Inhoud

Verantwoording **5**

Woord vooraf **7**

Lijst met definities **9**

Samenvatting **11**

1 Inleiding **13**

1.1 Achtergrond en probleemstelling 13
1.2 Doel 14
1.3 Onderzoeksmethode 14
1.4 Leeswijzer 15

2 Modellering nutriëntenbelasting **16**

2.1 Uitgangspunten update landelijke bronnenanalyse 16
2.2 Toestroomgebiedenkaart 17
2.3 Schematisering oppervlaktewatersysteem 18
2.4 Overzicht modelinput KRW-ECHO 19
2.5 Uit- en afspoeling landbouw- en natuurgronden 20
2.6 Herkomst uit- en afspoeling landbouw 22
2.7 Effluenten RWZI's 25
2.8 Overige punt- en diffuse bronnen 26
2.9 Waterinlaat uit rijkswateren en aanvoer uit het buitenland 27
2.10 Retentie 28
2.11 Modelvalidatie 29

3 Nutriëntenbalansen 2017-2022 **31**

3.1 Herkomst verdeling 31
3.2 Landbouwbijdrage 36

4 Discussie modelresultaten **39**

4.1 Evaluatie bronnenanalyse resultaten 39
4.2 Onzekerheden berekende emissies 39
4.2.1 Inleiding 39
4.2.2 Onzekerheden niveau uit- en afspoeling 39
4.2.3 Onzekerheden van de verdeling van de bronnen van de uit- en afspoeling 40
4.2.4 Uit- en afspoeling bloembollenteelt Zuid en Noord-Holland 41
4.2.5 Nadere beschouwing emissies glastuinbouw 44
4.2.6 Onzekerheden emissieschattingen overige bronnen 47
4.2.7 Invloed directe kwel en wellen 48
4.3 Temporele verdeling over zomer- en winterhalfjaar 52
4.4 Rol waterbodems 52
4.5 Invloed weerjaren 53
4.6 Uitwisseling van water tussen toestroomgebieden 54
4.7 Retentie 55
4.8 Synthese toepassingsbereik 56

5 Conclusies en aanbevelingen **58**

5.1 Conclusies 58
5.2 Aanbevelingen 59

Literatuur **60**

Bijlage 1 Toegepaste methoden **63**

Bijlage 2 Routingschema's toestroomgebieden **72**

Bijlage 3 Aandeel bronnen jaargemiddeld **102**

Bijlage 4 Aandeel bronnen zomerhalfjaar **104**

Bijlage 5 Nutriëntenbalansen 2017-2022 hydrologische indeling 65 gebieden **106**

Bijlage 6 Betrouwbaarheid gebruikte data Emissieregistratie **110**

Bijlage 7 Validatie **115**

Verantwoording

Rapport: 3442
Projectnummer: 52000480468

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Senior onderzoeker bodemkwaliteit en teamleider duurzaam bodembeheer

naam: Gert Jan Reinds

datum: 9 juni 2025

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Gert Jan Reinds

datum: 18 juni 2025

Woord vooraf

In het uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 van 30 september 2022 tot verlenging van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG (EC, 2022) is een aantal maatregelen benoemd, waaronder de aanwijzing van met nutriënten verontreinigde gebieden. Dit zijn gebieden waar nitraat in het ondiepe grondwater de norm van de Nitraatrichtlijn overschrijdt of waar de KRW-doelen voor stikstof en/of fosfor in oppervlaktewater worden overschreden en waar de landbouwbijdrage groter is dan 19%. Op basis van deze beschikking zijn eind 2023 nutriënt verontreinigde (NV) gebieden aangewezen (Ministerie LNV, 2023). In NV-gebieden geldt een lagere stikstofgebruiksnorm. Vanaf 2025 is de norm 20% lager dan in de rest van Nederland.

Een van de criteria voor het aanwijzen van NV-gebieden is de bijdrage van de landbouw aan de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Om te bepalen of deze bijdrage groter is dan 19%, is gebruikgemaakt van de informatie van een landelijke bronnenanalyse van stikstof en fosfor die is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Groenendijk et al., 2016). In deze analyse is nutriëntenbelasting en daarbij berekende bronverdeling berekend voor de jaren 2010-2013. Ter voorbereiding van het volgende (8^{e}) Actieprogramma Nitraatrichtlijn, is behoefte aan een actualisatie van de bronnenanalyse.

Het voorliggende onderzoek is het resultaat van deze geactualiseerde bronnenanalyse. Hierbij zijn op het niveau van de geactualiseerde toestroomgebiedenkaart van de KRW-oppervlaktewaterlichamen de stikstof- en fosforbelasting door de verschillende bronnen gekwantificeerd voor de periode 2017 tot en met 2022. In de analyse is informatie en kennis benut van de regionale waterbeheerders (de waterschappen) en van bestaande bronnenanalyses die in verschillende regio's waren uitgevoerd.

Voorafgaand aan de uitvoering van de bronnenanalyse is ook de toestroomgebiedenkaart, die gebruikt was voor de aanwijzing van de NV-gebieden in 2024, geactualiseerd. Deze kaart is ook de basis van de ruimtelijke modelschematisering van de bronnenanalyse.

Tussenresultaten zijn in december 2024 en april 2025 gedeeld via de Unie van Waterschappen met de contactpersonen van alle 21 waterschappen, provincies en van de ministeries van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) en Infrastructuur en Waterstaat (I&W). Ook zijn die tussenresultaten onder begeleiding van de Unie van Waterschappen op 17 december 2024, 17 april 2025 en 12 juni 2025 plenair toegelicht en besproken met deze contactpersonen. Alle waterbeheerders hebben de gelegenheid gekregen om inhoudelijk te reageren op de tussenresultaten. De door hen aangeleverde opmerkingen en voorstellen voor verbetering van de modelschematisering zijn bilateraal besproken. Binnen de mogelijkheden van het onderzoek is geprobeerd deze zo goed mogelijk te verwerken. De wijze waarop de opmerkingen zijn verwerkt, zijn teruggekoppeld in de vorm van een logboek waarin is bijgehouden welke aanpassingen aan het bronnenanalysemodel na de 2^{e} uitlevering in april 2025 zijn ingevoerd.

Het onderzoek is begeleid door Inge Stoelhorst en Barend van Wonderen van het Ministerie van LVVN en Jantine Haverkamp en Sebastiaan van den Oever van de Unie van Waterschappen (UVW). De opzet van het onderzoek en tussenresultaten van de modelberekeningen zijn onder begeleiding van de UVW besproken met vertegenwoordigers van alle waterschappen en provincies en het Ministerie van I&W.

Wageningen, juni 2025
De auteurs

Lijst met definities

Bronnen		In deze studie: oorzaken van het vrijkomen van stikstof en fosfor dat in het oppervlakte- en grondwater terechtkomt.
Kaderrichtlijn Water		De Europese Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG) is in 2000 van kracht geworden en heeft als doel de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater in Europa te waarborgen. In Nederland vertaalt de Rijksoverheid de Kaderrichtlijn Water (KRW) in landelijke beleidsuitgangspunten, kaders en instrumenten. De minister van Infrastructuur en Milieu is eindverantwoordelijk voor de uitvoering van de KRW.
KRW-waterlichaam		Voor de KRW zijn grondwaterlichamen en oppervlaktewaterlichamen aangewezen. Een oppervlaktewaterlichaam is een 'onderscheiden oppervlaktewater van aanzienlijke omvang, zoals een meer, waterbekken, stroom, rivier, kanaal, overgangswater of een strook kustwater'. Onder oppervlaktewateren van *aanzienlijke omvang* vallen waterlichamen met een minimale oppervlakte van 0,5 km^2 of een stroomgebied van ten minste 10 km^2. Voor deze wateren moet de toestand van het aquatisch ecosysteem beschreven worden en moeten plannen worden gemaakt en uitgevoerd om – als dat nog niet het geval is – een goede ecologische toestand te bereiken.
Toestroomgebied		Het beïnvloedingsgebied dat afwatert op een bepaald oppervlaktewaterlichaam. Grenzen tussen beïnvloedingsgebieden zijn op te vatten als waterscheidingen. In de toestroomgebieden liggen kleine waterlopen zoals sloten, zijtakken van beken of geïsoleerde wateren die niet apart afzonderlijk als KRW-oppervlaktewaterlichaam zijn aangewezen.
Regionaal oppervlaktewater		In deze studie worden de regionale waterlichamen soms aangeduid met 'regionaal oppervlaktewater'. De regionale wateren zijn vrijwel altijd in beheer bij waterschappen.
Generiek mestbeleid		Het stelsel van gebruiksnormen en gebruiksvoorschriften voor bemesting zoals dat van kracht is voor landbouwbedrijven.
Bemesting		In deze studie is het begrip 'mest' gekoppeld aan mestgift of bemesting en wordt er de som van kunstmest en dierlijke mest mee aangeduid.
Uit- en afspoeling landbouwgronden	Actuele bemesting en historische bemesting	Onder actuele bemesting worden de mestgiften verstaan die worden toegediend in de jaren direct voorafgaand en tijdens de periode waarin het berekende overschot, uitspoeling en/of toestand van de bodem wordt geëvalueerd. Het begrip historische bemesting wordt meestal gebruikt in de context van na-ijling van of nalevering uit in het verleden opgebouwde voorraden in de bodem, hetgeen vooral voor fosfor lang (decennia) kan duren. De grens tussen historische en actuele bemesting is arbitrair. In deze studie is aangenomen dat de laatste vier jaar voorafgaand aan een berekend zichtjaar nog toe te schrijven zijn aan de actuele bemesting.
	Mineralisatie, uitloging en kwel	Uit- en afspoeling die niet gerelateerd is aan bemesting, maar die wordt veroorzaakt door mineralisatie, uitloging van nutriënten die van nature in het bodemprofiel aanwezig zijn en nutriëntenrijk kwelwater.
	Kwel	Uitspoeling die niet gerelateerd is aan bemesting, maar aan de kwel die optreedt vanuit de diepere ondergrond naar het bodemprofiel. Daarbij geldt dat de grondwater is die over de beschouwde tijdperiode (2013-2022) netto opwaarts over het dieptevlak van 13 meter beneden maaiveld stroomt.
	Infiltratie	Uitspoeling van lokaal oppervlaktewater dat eerder (met name in de zomer) in het bodemprofiel is geïnfiltreerd.

Retentie	De retentie is de hoeveelheid stikstof en fosfor die door natuurlijke processen (nitraatafbraak, vastlegging in slib, opname door waterplanten) en het schonen van watergangen uit het oppervlaktewater wordt verwijderd.
Landbouwbijdrage	De landbouwbijdrage aan de belasting van het water met nutriënten is in dit onderzoek gedefinieerd als het deel van de uit- en afspoeling uit de landbouwgronden, die voorkomt door actuele en historische mestgiften en daarbij opgeteld de belasting door erfafspoeling en meemesten van sloten. Dit uitgangspunt is door het ministerie gehanteerd bij de aanwijzing van met nutriënten verontreinigde gebieden. De uitspoeling die voorkomt uit mineralisatie en uitloging, kwel, atmosferische depositie en eerder lokaal geïnfiltreerd oppervlaktewater wordt derhalve niet toegerekend aan de landbouwbijdrage.
Belasting van RWZI's	Nutriëntenbelasting door de effluentlozingen van rioolwaterzuiveringsinstallaties.
KRW-opgave en KRW- restopgave	De mate waarin de KRW-doelen (concentraties) voor stikstof en fosfor op de KRW-meetpunten worden overschreden, wordt aangeduid als KRW-opgave. Deze overschrijding kan ook worden uitgedrukt in vrachten (belasting in kg), door het percentage van de overschrijding te vermenigvuldigen met de berekende stikstof- en fosforvracht in het zomerhalfjaar. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat als de belasting afneemt, bijvoorbeeld met 25%, de concentraties procentueel evenveel afnemen. De KRW-opgave wordt berekend voor een bepaalde referentieperiode in het verleden, bijvoorbeeld 2014-2017. Als met een modelscenario het effect van generieke maatregelen op de nutriëntenbelasting voor een bepaald zichtjaar zoals 2027 wordt berekend, is de restopgave het verschil tussen de KRW-opgave en de afname die ten opzichte van de referentieperiode met het scenario in 2027 is berekend. De KRW-opgave kan worden verdeeld over de sectoren die de nutriënten in het watersysteem brengen naar rato van hun bijdrage aan de nutriëntenbelasting. Dit is beleidsmatig gezien een verdeling volgens het 'polluter pay, fair share'-principe. Om deze verdeling te berekenen, wordt de belasting door antropogene bronnen en bronnen die beleidsmatig als achtergrondbelasting worden beschouwd, van elkaar onderscheiden.
Derogatiebeschikking 2022/2069	De derogatiebeschikking van september 2022 (nr. 2069) waarin een aantal voorwaarden zijn opgenomen voor het verlenen van derogatie in de periode 2023 tot en met 2025 voor de toepassing van graasdiermest van het eigen bedrijf.

Samenvatting

Aanleiding en doel van het onderzoek
De regering heeft als onderdeel in het maatregelenpakket van de Derogatiebeschikking (uitvoeringsbesluit EC 2022/2069) in december 2023 met nutriënten verontreinigde gebieden (NV-gebieden) aangewezen. In deze gebieden zijn lagere stikstofgebruiksnormen voorgeschreven voor de periode 2024-2025. Dit omvat alle deelstroomgebieden waarvan de meetpunten aangeven dat het grondwater te veel nitraat bevat en/of de oppervlaktewaterlichamen te veel nutriënten (stikstof en fosfor) bevatten en waar de bijdrage van de landbouw voor nutriënten groter dan 19% is. Om te bepalen of vanwege de toestand van het oppervlaktewater een gebied als nutriënt verontreinigd moet worden aangewezen, zijn de volgende stappen doorlopen:

a. Bepalen welk toestroomgebied behoort bij een KRW-oppervlaktewaterlichaam;
b. Bepalen in welke KRW-oppervlaktewaterlichamen er sprake is van (risico op) verontreiniging met nutriënten;
c. Bepalen hoe groot het aandeel vanuit landbouw is in de stikstof- en fosforbelasting van een oppervlaktewaterlichaam.

Voor de aanwijzing van 1 januari 2024 is door Wageningen Environmental Research (WENR) een toestroomgebiedenkaart gemaakt en is het risico op verontreiniging met nutriënten bepaald op basis van de toestandsbeoordeling van 2023. Dit betreft de vergelijking van het gemiddelde van de gemeten totaal stikstof- en fosforconcentraties in het zomerhalfjaar over de periode 2020-2022 en het KRW-doel. Ook is voor die beoordeling gekeken naar de biologische toestand. Het aandeel landbouw in de stikstof- en fosforbelasting is gebaseerd op een landelijke bronnenanalyse van WENR (Groenendijk et al., 2016) waarin de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater is gekwantificeerd voor de jaren 2010 tot en met 2013. De nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling zijn in die studie gerapporteerd per waterschap (de oude indeling in 26 waterschapgebieden). Naar aanleiding van vragen over de aanwijzing van deze NV-gebieden heeft de minister van LNV in 2024 aan de Tweede Kamer toegezegd dat een update van de landelijke bronnenanalyse zal worden uitgevoerd.

Het voorliggende onderzoek is het resultaat van de geactualiseerde bronnenanalyse. Als basis hiervoor is ook de toestroomgebiedenkaart geactualiseerd. Het doel van de bronnenanalyse is om de nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling voor de actuele situatie en op een fijner ruimtelijk detailniveau te kwantificeren. De geactualiseerde bronnenanalyse zal worden gebruikt voor de voorbereidingen van het 8e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en voor een eventuele actualisatie van de aanwijzing van nutriënt verontreinigde gebieden.

Werkwijze
In de bronnenanalyse is de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater in de toestroomgebieden bepaald voor de periode 2017 tot en met 2022. In de analyse is informatie en kennis benut van de regionale waterbeheerders (de waterschappen) en van de bestaande bronnenanalyses die in verschillende regio's waren uitgevoerd. De berekeningen voor de regionale bronnenanalyses zijn door WENR uitgevoerd met de methode KRW-ECHO. In lijn met de eerdere uitgevoerde bronnenanalyses zijn in de voorliggende studie de berekeningen wederom uitgevoerd met de methode KRW-ECHO. In deze methode wordt, in nauwe samenwerking met de waterschappen, een modelschematisering van het oppervlaktewater opgezet. Voor de toestroomgebieden in de schematisering is de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater door de verschillende punt- en diffuse bronnen, waterinlaat en afwenteling van bovenstroomse waterlichamen gekwantificeerd, rekening houdend met retentie die optreedt in het oppervlaktewater. De berekening van de bronnen is zodanig uitgevoerd dat in de balansen onderscheid kan worden gemaakt tussen de antropogene bronnen en bronnen die beleidsmatig als natuurlijk of seminatuurlijk worden beschouwd. Deze verdeling is nodig voor het berekenen van de landbouwbijdrage.

Om een uniforme aanpak van de analyse te bewerkstelligen, is extra aandacht besteed aan de waterschapgebieden waar geen recente regionale bronnenanalyse beschikbaar was. In die gebieden (Hunze

en Aa's, Scheldestromen, De Stichtse Rijnlanden, Hollands Noorderkwartier, Amstel Gooi en Vecht) is in diverse werkoverleggen en met input van de hydrologen van die waterschappen op eenzelfde detailniveau als voor de andere gebieden een modelschematisering van het oppervlaktewater opgezet.

Resultaten
De belangrijkste bronnen van stikstof en fosfor in het water van regionale waterlichamen zijn de uit- en afspoeling van landbouwgronden, de RWZI's, het buitenland (grensoverschrijdende wateren vanuit België en Duitsland) en de inlaat vanuit rijkswateren. De verhouding van de bronnen komt globaal overeen met die uit eerdere onderzoeken.

Het toepassingsbereik van de berekende landbouwbijdrage is afhankelijk van de mate waarin onzekerheden van de berekende emissies doorwerken in de verdeling van de gebiedseigen bronnen die het oppervlaktewater van een toestroomgebied belasten. De onzekerheden rond de verdeling van de bodembronnen in de uit- en afspoeling, erfafspoeling, bloembollenteelt op zand in Noord- en Zuid-Holland en directe kwel en wellen in de gebieden van Zuiderzeeland en AGV werken het meest door in de berekende landbouwbijdrage. De onzekerheden over de bloembollenteelt geeft een duidelijk hogere landbouwbijdrage voor fosfor in delen van Noord- en Zuid-Holland. Het als extra bron meenemen van directe kwel en wellen in Amstel Gooi en Vecht en Zuiderzeeland geeft een duidelijk lagere landbouwbijdrage van zowel stikstof als fosfor. De onzekerheden over de uit- en afspoeling en erfafspoeling geven zowel een latere als hogere landbouwbijdrage.

De ervaring met het gebruik van gedistribueerde rekenmodellen leert dat naarmate resultaten over grotere gebieden of over meer eenheden worden geaggregeerd, de resultaten betrouwbaarder worden. Om die reden zijn in de voorliggende studie de 738 toestroomgebieden geaggregeerd naar 65 hydrologische eenheden en wordt het berekende aandeel van de totale stikstof- en fosforbelasting op dit niveau gepresenteerd.

In de voorgaande bronnenanalyse was de nutriëntenbelasting berekend over de jaren 2010 tot en met 2013. De landbouwbijdrage zoals nu berekend voor de jaren 2017 tot en met 2022 is landelijk gemiddeld voor stikstof ruim 10% lager dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Voor fosfor is de landbouwbijdrage landelijk gemiddeld nu iets hoger berekend. De belangrijkste oorzaken van de verschillen zijn:

a. Droge jaren: de gekozen periode 2017-2022 is ten opzichte van voorgaande landelijke en regionale bronnenanalyses relatief droog; vier van de zes jaren worden namelijk gekenmerkt door een hoog neerslagtekort in het zomerhalfjaar. Omdat de uit- en afspoeling in droge jaren relatief laag is, maar andere bronnen zoals RWZI's vrij constant zijn omdat deze hoofdzakelijk door inwoneraantallen wordt beïnvloed, wordt er een lagere landbouwbijdrage berekend dan in een periode met nattere jaren.
b. Andere verdeling bodembronnen: de uit- en afspoeling van stikstof wordt in de periode 2013-2022 in mindere mate bepaald door actuele en historische mestgiften dan de periode 2000-2009 die toegepast was op de voorgaande landelijke en regionale bronnenanalyses. Dit komt omdat de mestgiften in 2000-2009 gemiddeld hoger waren en ook omdat in de relatief droge jaren 2013-2022 het aandeel van kwel en mineralisatie groter is.
c. De emissies van regenwaterriolen worden door aanpassing van de rekenmethode in de Emissieregistratie nu (sinds 2018) hoger ingeschat dan in de schattingen die beschikbaar waren in de landelijke voorgaande bronnenanalyse.

De aanvoer van water en aanvoer van nutriënten met de inlaat van rijkswater en toestroom vanuit het buitenland is betrouwbaarder en gedetailleerder berekend dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Dat geldt ook voor de uitwisseling van water en nutriënten tussen de toestroomgebieden (in deze studie aangeduid als afwenteling).

Aanbevolen wordt om de onzekerheden over enkele emissiebronnen te verkleinen met nader onderzoek, en daarbij meer aandacht te besteden aan de nutriëntenbelasting door kwel en door wellen die direct uittreden naar oppervlaktewater en aan de uitspoeling van fosfor uit bloembollenpercelen. Ook wordt aanbevolen om met de monitoring van de regionale en grensoverschrijdende oppervlaktewaterlichamen meer te aandacht te besteden aan het meten van debieten teneinde beter inzicht te krijgen in de invloed van gebiedsvreemd water en om de modellen beter te kunnen valideren.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

De hoge concentraties aan fosfor en stikstof in het oppervlaktewater belemmeren de ecologische doelen van de waterlichamen die voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn vastgesteld. Om de doelen te halen, is het nodig dat de nutriëntenbelasting van de oppervlaktewateren afneemt. Uit landelijke studies (Raad voor Leefomgeving, 2023; Van Boekel et al., 2021; Gies et al., 2023, Groenendijk et al., 2024, Roovaart et al., 2024) blijkt dat, ondanks de maatregelen in het laatste (7e) Actieprogramma Nitraatrichtlijn en het 3e Stroomgebiedbeheerplan dat eindigt in 2027, de KRW-doelen van de nutriënten in veel regionale oppervlaktewaterlichamen niet zullen worden gerealiseerd. De belangrijkste bronnen van nutriënten in het oppervlaktewater zijn landbouw, de effluenten van de rioolwaterzuiveringen (RWZI's) en water dat toestroomt vanuit het buitenland (Duitsland en België). Sinds de jaren negentig van de vorige eeuw is de concentratie van zowel fosfor en stikstof in oppervlaktewater gehalveerd, maar desondanks voldoet bijna de helft van de oppervlaktewaterlichamen nog niet aan de KRW-normen (Slager et al., 2024; RHDHV, 2024[1]).

De regering heeft als onderdeel in het maatregelenpakket van de Derogatiebeschikking 2022/2069 in december 2023 met nutriënten verontreinigde gebieden (NV-gebieden[2]) aangewezen. In deze gebieden zijn lagere stikstof gebruiksnormen voorgeschreven voor de periode 2024-2025. De aanwijzing omvat alle deelstroomgebieden waarvan de meetpunten aangeven dat het grondwater te veel nitraat bevat en/of de oppervlaktewaterlichamen te veel nutriënten (stikstof en fosfor) bevat en daarbij de bijdrage van de landbouw aan de totale nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater meer dan 19% is. Om die gebieden voor het oppervlaktewater aan te wijzen, zijn de volgende stappen doorlopen:

a. Bepalen welk toestroomgebied behoort bij een KRW-oppervlaktewaterlichaam.
b. Bepalen in welke KRW-oppervlaktewaterlichamen sprake is van (een risico op) verontreiniging met nutriënten.
c. Bepalen hoe groot het aandeel vanuit landbouw is in de stikstof- en fosforbelasting van een oppervlaktewaterlichaam.

Voor de aanwijzing van 1 januari 2024 is door Wageningen Environmental Research (WENR) een toestroomgebiedenkaart gemaakt en is het risico op verontreiniging met nutriënten bepaald op basis van de toestandsbeoordeling van 2023. Dit betreft de vergelijking van het gemiddelde van de gemeten totaal stikstof- en fosforconcentraties in het zomerhalfjaar over de periode 2020-2022 en het KRW-doel. Ook is voor die beoordeling gekeken naar de biologische toestand. Het aandeel landbouw in de stikstof- en fosforbelasting is gebaseerd op een landelijke bronnenanalyse van Groenendijk et al. (2016), waarin de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater is gekwantificeerd voor de jaren 2010 tot en met 2013. De nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling zijn in die studie gerapporteerd per waterschap.[3]

Naar aanleiding van vragen over de aanwijzing van deze NV-gebieden heeft de minister[4] van LNV in 2024 aan de Tweede Kamer toegezegd dat een update van de landelijke bronnenanalyse zal worden uitgevoerd.

[1] https://royalhaskoningdhv.shinyapps.io/Dashboard-KRW-tussenevaluatie/
[2] https://www.rijksoverheid.nl/2023/Aanwijzing nutriënten verontreinigde gebieden: samen werken aan schoner water
[3] De 'oude' indeling in 26 waterschapgebieden, sinds 2017 zijn er door fusies nog 21 waterschappen.
[4] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kamerstuk-33037-525-mestbeleid-4-1-2024.html

1.2 Doel

Doel van dit onderzoek is om de toestroomgebiedenkaart en bronnenanalyse te actualiseren met recente data en de nutriëntenbalansen te berekenen op een fijner ruimtelijk detailniveau. De geactualiseerde bronnenanalyse zal worden gebruikt voor de voorbereidingen van het 8e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en voor een eventuele actualisatie van de aanwijzing van nutriënt verontreinigde gebieden.

1.3 Onderzoeksmethode

De bronnenanalyse is uitgevoerd met KRW-ECHO (Kroes et al., 2010). Hiermee is de nutriëntenbelasting berekend van alle te onderscheiden punt- en diffuse bronnen voor de periode 2017 tot en met 2022 op het niveau van de toestroomgebieden van de oppervlaktewaterlichamen. KRW-ECHO is ook toegepast in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016) en in de recent uitgevoerde regionale bronnenanalyses.[5] De regionale bronnenanalyses zijn uitgevoerd in opdracht van provincies en waterschappen. In de meeste daarvan is de nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling berekend voor de periode 2014 tot en met 2017.

Voorafgaand aan de bronnenanalyse is de toestroomgebiedenkaart, die gebruikt was voor de aanwijzing van de NV-gebieden (Groendijk en Van Boekel, 2024), in nauwe samenwerking met de waterschappen aangepast. Deze kaart vormt een belangrijke basis voor de ruimtelijke modelschematisering. Het KRW-ECHO-model is vervolgens opgezet door het regionale watersysteem van Nederland te schematiseren door de toestroomgebieden aan elkaar te koppelen op basis van de waterbeheerpraktijk in de periode 2017-2022.

De wijze waarop de toestroomgebieden aan elkaar zijn gekoppeld, is per beheergebied van de waterschappen vastgelegd in zogenaamde routingschema's. Deze zijn opgenomen in Bijlage 2. Voor de totstandkoming van deze schema's is intensief samengewerkt met de waterschappen. Met de waterbeheerders van Amstel Gooi en Vecht, Hollandse Noorderkwartier, De Stichtse Rijnlanden, Scheldestromen en Hunze en Aas zijn hiervoor afzonderlijke werkafspraken en werksessies georganiseerd, omdat daar geen recente bronnenanalyses met KRW-ECHO waren uitgevoerd. In de gebieden van Rijnland, Delfland en Noorderzijlvest waren de recente bronnenanalyses uitgevoerd door KRW-ECHO te combineren met een gedetailleerde waterkwaliteitsmodellering met Sobek-Delwaq (Schipper et al., 2023; Schipper et al., 2025 in prep). In die gebieden zijn de inlaat en waterverdeling afgeleid uit de met Sobek berekende waterbalansen (Vreman et al., 2018; Arcadis, 2020). Deze zijn voor de landelijke bronnenanalyse door Arcadis aangeleverd.

Alle waterschappen hebben relevante monitoringgegevens aangeleverd om de hoeveelheid ingelaten water, de toestroom vanuit België en Duitsland (via beken en kanalen) en de waterverdeling tussen stroomgebieden in Nederland (vooral op punten waar water zich verdeelt naar meerdere stroomgebieden) af te leiden. Waar onvoldoende monitoringgegevens beschikbaar waren, is door de waterschappen expert- en gebiedskennis ingebracht om schattingen te geven over waterinlaat en waterverdeling. Ook zijn voor de uitstroompunten van toestroomgebieden monitoringgegevens aangeleverd om de berekende debieten en bijhorende nutriëntenvrachten te kunnen toetsen aan de metingen.

Nadat de toestroomgebieden geografisch zijn vastgelegd en via de routingschema's aan elkaar zijn gekoppeld, zijn de emissies van de punt- en diffuse bronnen naar het oppervlaktewater in de toestroomgebieden berekend. Vervolgens is op basis van hydrologische en bodemkenmerken de retentie (verwijdering) van stikstof en fosfor uit het oppervlaktewater berekend. De informatie over de emissiebronnen is ontleend aan a) de rekeneenheden van SWAP-ANIMO waarmee de uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden is berekend, b) de monitoringsdata van de RWZI's uit het waterkwaliteitsportaal[6] waarmee de vracht is bepaald uit de debieten en nutriëntengehalten en c) de gegevens van de Emissieregistratie waarmee de belasting uit de overige bronnen is bepaald.

[5] Bronnenanalyse nutriënten Zuiderzeeland, Maasregio, Gelderland & Oost-Utrecht, Overijssel & Zuid-Drenthe, Gelderland & oostzijde Utrecht Friesland en Zuid-Holland (Schipper et al., 2020; 2024; 2025).

[6] https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/

Voor de controle van het model zijn tussenresultaten van de berekende balansen uitgewisseld en besproken met de waterschappen. Met de feedback en controles van de waterschappen op de balansen zijn enkele verbeterpunten voor de modelschematisering en aannames voor waterinlaat geïdentificeerd. Na verwerking hiervan zijn de resultaten gevalideerd door deze te vergelijken met de beschikbare metingen.

Met de berekende balansen is de landbouwbijdrage berekend als het aandeel van de som van uitspoeling die voortkomt door mestgiften, erfafspoeling en meemesten sloten in van de totale belasting. De emissie van glastuinbouw wordt daarin niet meegenomen, ook niet in de totale belasting. Deze rekenwijze is daarmee gelijk aan de rekenwijze gehanteerd bij de aanwijzing van de NV-gebieden (Ministerie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 2023).[7] Een belangrijke factor in de berekende landbouwbijdrage is de invloed van de mestgiften op de uitspoeling van stikstof en fosfor naar oppervlaktewater. Deze invloed is berekend met een gevoeligheidsanalyse in de modellering van de uit- en afspoeling over de periode 2013-2022. In die analyse wordt de uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden verdeeld over de bodembronnen die de totale uit- en afspoeling bepalen. De hierin onderscheiden bodembronnen zijn actuele mestgiften, historische mestgiften, atmosferische depositie, kwel, (semi)natuurlijke uitloging en mineralisatie, en uitspoeling van eerder geïnfiltreerd lokaal oppervlaktewater.

Om de bandbreedte van onzekerheden te verkennen, zijn berekeningen uitgevoerd om te bepalen in hoeverre onzekerheden rond de belangrijke emissiebronnen doorwerken in de berekening van de landbouwbijdrage. Dit betreft onzekerheden over het niveau van de berekende uit- en afspoeling, de verdeling van de bodembronnen in de uit- en afspoeling, wellen en kwel die direct uittreden in het oppervlaktewater, bloembollenteelt, erfafspoeling en glastuinbouw.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de actualisering van toestroomgebiedenkaart en toegepaste modellering van de bronnenanalyse. De resultaten van de bronnenanalyse en hiervan afgeleide landbouwbijdrage worden beschreven in hoofdstuk 3. De resultaten en het toepassingsbereik worden geëvalueerd in hoofdstuk 4. De conclusies en aanbevelingen zijn geformuleerd in hoofdstuk 5.

In de bijlagen wordt nadere informatie gegeven over de methodiek, de modelschematisering (routing schema's), het aandeel van de belangrijke bronnen (kaarten op het schaalniveau van de toestroomgebieden), de nutriëntenbalansen en achtergrondinformatie over de betrouwbaarheden van de gebruikte data van Emissieregistratie.

[7] Mestproductieplafonds en de derogatiebeschikking | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

2 Modellering nutriëntenbelasting

2.1 Uitgangspunten update landelijke bronnenanalyse

De bronnenanalyse bestaat uit het kwantificeren van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater door verschillende punt- en diffuse bronnen binnen de toestroomgebieden en van de externe nutriëntenbelasting die vanuit andere toestroomgebieden en/of het buitenland afkomstig is. Een belangrijk uitgangspunt is om de ontsluiting van data, gebieds- en systeemkennis van regionale waterbeheerders en de al bestaande regionale analyses zo veel mogelijk te benutten. Dit betreft vooral hoeveelheden en de kwaliteit van waterinlaat, afwenteling van bovenstroomse wateren, uitwisseling van water tussen regionale en rijkswateren, en specifieke situaties voor RWZI's en grote industrielozingen. Figuur 2.1 geeft een overzicht van de bronnenanalyses die met KRW-ECHO voor de regionale waterbeheerders zijn uitgevoerd.[8]

Regionale bronnenanalyse nutriënten		Berekende referentie periode:
1.	Fryslân	2014-2017 zomerhalfjaar
2.	Overijssel en Zuid-Drenthe	2014-2017 zomerhalfjaar
3.	Gelderland en Utrecht-oost	2014-2017 zomerhalfjaar
4.	Zuiderzeeland	2010-2017 zomer- en jaargemiddeld
5.	Maasregio	2014-2017 zomer- en jaargemiddeld
6.	Zuid-Holland[9]	2014-2017 zomerhalfjaar
7.	Noorderzijlvest[9]	2014-2017 zomer- en jaargemiddeld
8.	Hollands Noorderkwartier	2000-2009 zomer- en jaargemiddeld

Figuur 2.1 *Overzicht van regionale bronnenanalyses van nutriënten die met KRW-ECHO recent zijn uitgevoerd in opdracht van waterschappen en provincies. Links de gebieden, rechts nadere informatie.*

Overige uitgangspunten zijn:
- De nutriëntenbelasting en bijhorende bronverdeling worden berekend voor de periode 2017-2022.
- In deze zesjarige periode wordt onderscheid gemaakt in het zomer- en winterhalfjaar.
- De landelijk vastgelegde toestroomgebiedenkaart (Groenendijk en Boekel, 2024) wordt als basis gehanteerd voor de ruimtelijke schematisering.

Een van de eerste toepassingen van KRW-ECHO was de verkenning van mogelijke consequenties van de Kaderrichtlijn Water voor de sectoren landbouw, natuur, recreatie en visserij (Van der Bolt et al., 2003).

[8] Overige regionale analyses met KRW-ECHO: Gelderland en oostzijde Utrechtse Heuvelrug, (Schipper et al., 2020; 2022), Drents Overijsselse Delta en Hollandse Delta (Boekel et al., 2020), Maasregio (Schipper et al., 2021), Schieland (Schipper et al., 2019), Albasserwaard en Vijfheerenlanden (Boekel et al., 2018), Krimpenerwaard (Schipper et al., 2016), Afvoergebieden HDSR (Boekel et al., 2013).

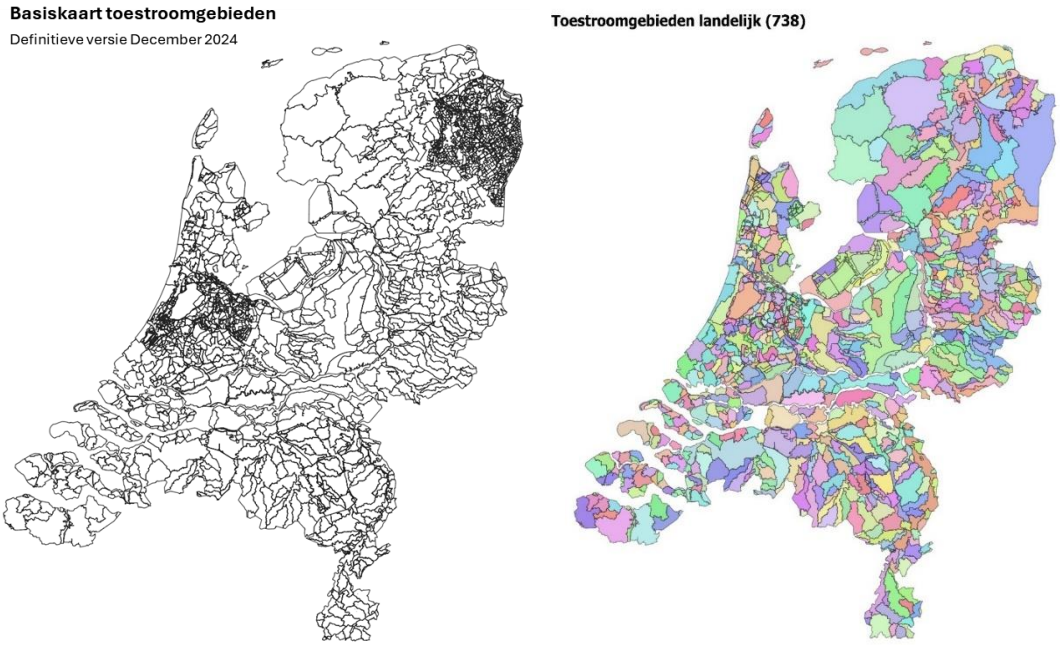
[9] De regionale analyse van Noorderzijlvest, alsmede Rijnland en Delfland in Zuid-Holland zijn in samenwerking met Arcadis uitgevoerd door delen van de ECHO-methode te koppelen aan het oppervlaktewatermodel Sobek-Delwaq.

De methode is sindsdien verder uitgewerkt met de nodige input van de waterschappen en is toegepast om achtergrondbelasting in de gebieden van Hollands Noorderkwartier te bepalen (Boekel et al., 2013; 2016) en om landelijk de KRW-opgave voor de landbouw en effecten van maatregelen op de nutriëntenbelasting te bepalen (Groenendijk et al., 2016). Sindsdien is de methodiek verder verfijnd en ontwikkeld, met name ten aanzien van de berekening van de uit- en afspoeling, de waterverdeling en het labelen van de bronnen in het water dat wordt afgevoerd naar benedenstroomse gebieden en boezemsystemen. De analyse voor Zuid-Holland is uitgevoerd in samenwerking met Arcadis, die op basis van de berekende belasting de concentraties en afwenteling berekent met het gedetailleerde Sobek-Delwaq-model van Waterschap Rijnland en Delfland. Deze samenwerking en werkwijze is ook toegepast voor Noorderzijlvest.

2.2 Toestroomgebiedenkaart

Voor de bronnenanalyse is een toestroomgebiedenkaart nodig van de KRW-waterlichamen. In het kader van het aanwijzen van nutriënt verontreinigde gebieden (NV-gebieden) is in het najaar van 2023 een toestroomgebiedenkaart opgesteld op het schaalniveau van de KRW-waterlichamen (Groenendijk et al., 2023). Voor de kaart is aanvullende informatie aangeleverd door de waterschappen. Daarna is de informatie van de waterschappen bewerkt en aangevuld om de kaart uniform en landsdekkend te maken.

Voor de onderhavige bronnenanalyse is het wenselijk dat de toestroomgebieden worden afgestemd met de regionale waterbeheerders (de waterschappen). Voor het samenstellen van de kaart zijn de criteria en beoogde toepassingen van de toestroomgebiedenkaart in overleg met LNV vastgelegd. Vervolgens is een conceptkaart opgesteld die is voorgelegd aan de waterschappen. Als basis voor deze conceptkaart is gebruikgemaakt van de in december 2023 opgeleverde toestroomgebiedenkaart en de toestroomgebiedenkaarten die zijn gebruikt in recent uitgevoerde regionale bronnenanalyses. Opmerkingen en voorstellen tot verbetering vanuit de waterschappen op de conceptkaart zijn besproken, waarop de kaart waar nodig is aangepast. Dit heeft geresulteerd in een basiskaart in Figuur 2.2 (links) met de grenzen van de toestroomgebieden op het niveau van de KRW-oppervlaktewaterlichamen. Het gebied van Amstel Gooi en Vecht en Hunze en Aa's is ingedeeld in kleinere afwateringsgebieden. Vanuit deze basiskaart is voor toepassing van de bronnenanalyse de toestroomgebiedenkaart gemaakt (Figuur 2.2 rechts). Hierbij zijn kleine afwateringsgebieden samengevoegd. De toestroomgebiedenkaart zoals toegepast voor de bronnenanalyse bestaat daarmee uit 738 gebieden.

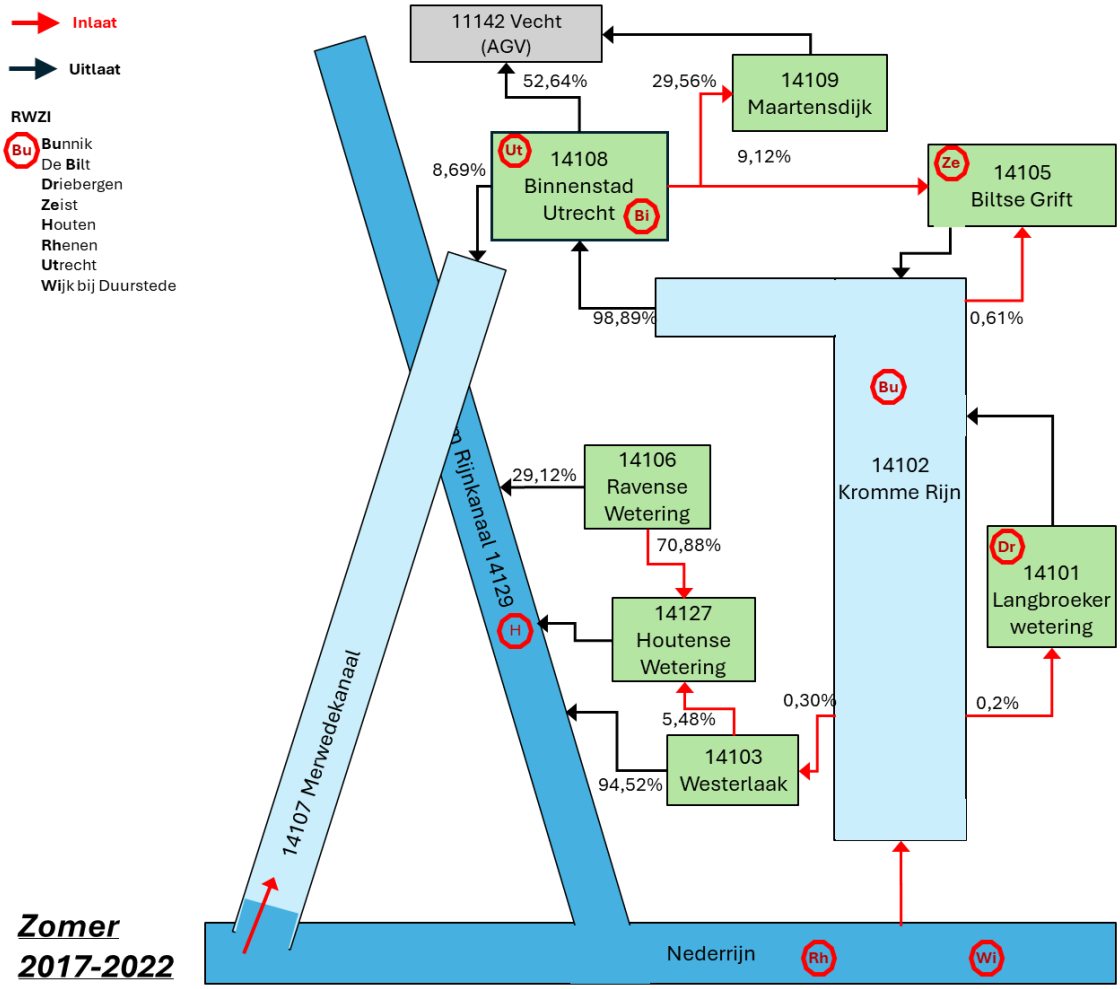


Figuur 2.2 *Basiskaart (links) en toestroomgebiedenkaart toegepast voor de bronnenanalyse.*

2.3 Schematisering oppervlaktewatersysteem

Ter ontsluiting van de beschikbare data, gebiedskennis en systeemkennis en met het oog op een zo optimaal mogelijke benutting van de regionale analyses, is intensief afgestemd met alle betrokken waterschappen. In dit kader zijn zowel de onderzoeksopzet als de voorlopige resultaten met de waterschappen besproken. Het proces is gestart met een gegevens-uitvraag bij alle waterschappen, gericht op het verkrijgen van gedetailleerde hydrologische informatie. Op basis van deze gegevens zijn, onder begeleiding van de waterschappen, de debieten vastgesteld van zowel de waterinlaat vanuit rijkswateren als de toestroom vanuit België en Duitsland op de grens met Nederland. Tevens is de waterverdeling berekend voor het zomer- en winterseizoenen in de periode 2017-2022. Deze werkwijze was met name van belang voor de waterschappen AGV, HDSR, Hunze en Aa's en Scheldestromen, waar tot op heden nog geen bronnenanalyse is uitgevoerd met behulp van de KRW-ECHO-schematisering. Op verschillende momenten zijn per waterschap de modelschematisering van het oppervlaktewater en de tussenresultaten met de waterschappen uitgewisseld en besproken.

De schematisering van het oppervlaktewatersysteem is per waterschap opgesteld en is vastgelegd in zogenoemde routingschema's. Deze schema's zijn opgenomen in Bijlage 2. Figuur 2.3 geeft een voorbeeld van zo'n schema voor het oostelijke deel van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Deze schematisering is opgesteld op basis van diverse overleggen met het hoogheemraadschap. In het kader hieronder volgt een beschrijving hoe dit schema gelezen dient te worden, ter illustratie van de overige schema's in Bijlage 2.



Figuur 2.3 *Schematisering van het oppervlaktewatersysteem zomerhalfjaar 2017-2022 voor het oostelijke deel van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.*

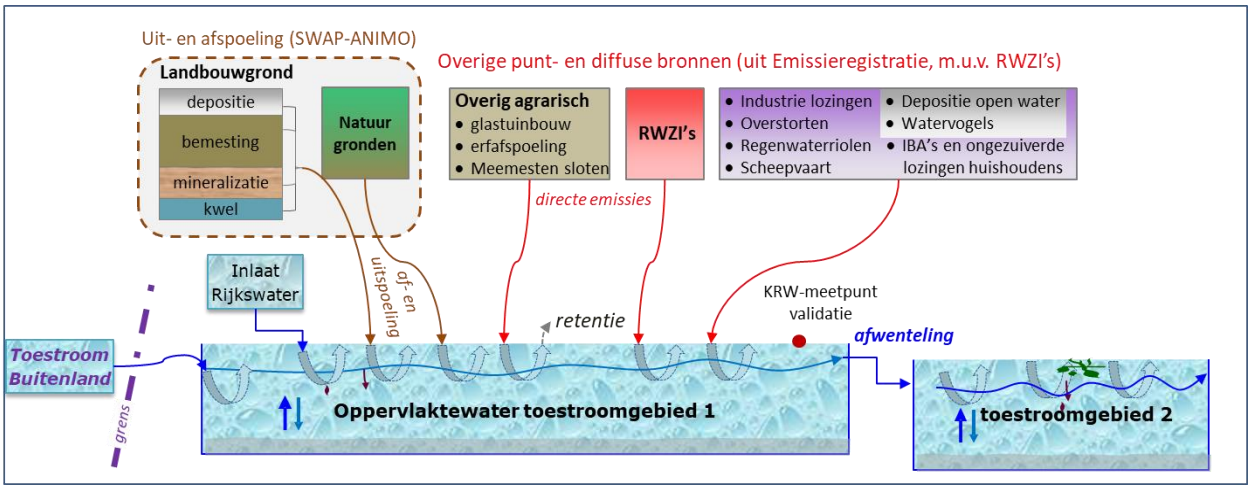
Opzet routingschema, voorbeeld Hoogeheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

De gemeten inlaat vanuit de Nederrijn naar de Kromme Rijn en Merwedekanaal is als modelinput "Inlaat Rijkswater" verwerkt per zomerhalfjaar en winterhalfjaar in de berekeningen. In dit voorbeeld ontvangt de Kromme Rijn ook water vanuit de Biltse Grift en Langbroekerwetering. Binnen het toestroomgebied van de Kromme Rijn komt daar drainageafvoer bij vanuit landbouwpercelen en natuurgronden, afstromend hemelwater vanuit verharde oppervlakken, en het effluent van de RWZI Bunnik. De Kromme Rijn voert het meeste water af naar de Binnenstad Utrecht (zomergemiddeld 98,88%). Het overige water gaat naar de Langbroekerwetering (0,2%), Biltse Grift (0,61%) en Westerlaak (0,30%). Deze verdeling is afgeleid van de debietmeetreeksen die zijn aangeleverd voor de uitlaat naar Binnenstad Utrecht (debietmeter1 Amelisweerd), inlaat Kromme Rijn water naar Langbroeker wetering (vijzel Amerongerwetering en stuw Cothergrift) en inlaat naar de Biltse Grift (stuw Bunsinglaan).

Zowel de Biltse Grift als de Langbroekerwetering ontvangt gedurende het zomerhalfjaar water vanuit de Kromme Rijn, maar voeren ook weer water af op de Kromme Rijn. In het KRW-ECHO model is de Kromme Rijn daarom conceptueel opgesplitst in twee afzonderlijke oppervlaktewaterlichamen: 1) dat de gebiedseigen bronnen omvat, inclusief de inlaat vanuit de Nederrijn en vanwaar water wordt ingelaten naar Langbroekerwetering en Biltse Grift, en 2) dat uitsluitend water ontvangt van de Biltse Grift en de Langbroekerwetering. Deze schematisering maakt het mogelijk om de herkomst van het ingelaten en afgevoerde water in de Kromme Rijn nauwkeurig te traceren en toe te wijzen. Bij het opstellen van de waterbalansen worden de twee deelgebieden samengevoegd. Indien de Kromme Rijn als één integraal gebied zou worden gemodelleerd, zouden netto debieten moeten worden toegepast. In dat geval zou de Langbroekerwetering geen bijdrage toegewezen krijgen vanuit de Kromme Rijn, en daarmee ook geen aandeel van de Nederrijn, die als externe bron wordt aangemerkt. Hoewel dit in het besproken voorbeeld een vrij beperkte impact heeft op de stofbalansen, heeft het opsplitsen met name in boezemsystemen veel invloed op de berekende herkomst van water dat vanuit polders en andere bovenstroomse gebieden wordt afgewenteld.

2.4 Overzicht modelinput KRW-ECHO

De wijze waarop KRW-ECHO de nutriëntenbelasting per toestroomgebied berekent, is schematisch weergegeven in Figuur 2.4. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de verschillende balanstermen en de informatiebronnen die zijn gebruikt om deze te kwantificeren. In de navolgende paragrafen wordt de modelinput van deze balanstermen nader toegelicht.



Figuur 2.4 *Schematische weergave hoe de belasting per toestroomgebied wordt berekend.*

Tabel 2.1 *Balanstermen en informatiebronnen die zijn gebruik om de nutriëntenbelasting te kwantificeren.*

Balansterm	Informatiebron
Inkomende vrachten	
• Uit- en afspoeling landbouw- en natuurgronden	SWAP-ANIMO-berekeningen voor STONE-rekenplots • Mestgiften 1990 t/m 2022 berekend met INITIATOR • Landgebruik LGN7 in combinatie met BRP voor 2017 en 2018, voor de jaren daarna LGN2019, LGN2020, LGN2021 en LGN2022 • Grondwatertrappenkaart, versie 2018, van de Basis Registratie Ondergrond (https://basisregistratieondergrond.nl/) • Bodemtypekaart Nederland, versie Pawn2005_25m • Kwel/wegzijging operationeel geohydrologisch model AGV en geohydrologisch model AZURE (Sweco, 2024)
• Rioolwaterzuiveringen (RWZI's)	Effluentmetingen, debieten en concentraties stikstof en fosfor. Deze zijn voor de bronnenanalyse aangeleverd door het Waterschapshuis vanuit de database Z-INFO. Hunze en Aas en Fryslân hebben deze data afzonderlijk aangeleverd.
• Overige bronnen: glastuinbouw, erfafspoeling, meemesten sloten, industrie & bedrijven, depositie open water, riooloverstorten, regenwaterriolen, ongezuiverde huishoudelijke lozingen, IBA's, binnen- en recreatievaart, watervogels.	Emissieregistratie uitgifte januari 2025: Dit betreft de definitieve emissieschattingen van de jaren 2015, 2019, 2020, 2021 en 2022.
• Inlaat en toestroming buitenland	Hydrologische informatie (debieten en concentraties nutriënten) waterschappen en aanvullende informatie van het Waterkwaliteitsportaal.
• Retentie	• Bodemtypekaart Nederland versie Pawn2005_25m • Type belasting (punt, diffuus, inlaat, afwenteling bovenstrooms) • Afstand RWZI-lozing tot uitstroompunt ten opzichte van lengte waterlichaam binnen het toestroomgebied • Specifieke afvoer (afvoer uitstroompunt toestroomgebied, gedeeld door het wateroppervlak in het toestroomgebied)

2.5 Uit- en afspoeling landbouw- en natuurgronden

De uit- en afspoeling is berekend met de SWAP-ANIMO rekenplots van STONE (Wolf et al., 2003). Hierbij is dezelfde modelinput gebruikt als de berekeningen met de LWKM-eenheden (MetaSWAP-ANIMO) die zijn opgeleverd voor opname in de Emissieregistratie (Emissieregistratie factsheet uit- en afspoeling, juni 2024). De berekende uit- en afspoeling uit natuurgronden omvat niet alleen natuurgebieden, maar ook openbaar groen in stedelijk gebied en langs infrastructuur, zoals dat ook wordt berekend voor de uitlevering van de uit- en afspoeling aan Emissieregistratie.

Om de landelijke schematisering van de rekeneenheden zo goed mogelijk aan te laten sluiten op het niveau van de toestroomgebieden, is een rekengrid opgesteld met gridcellen van 25 x 25 m. Per gridcel is op basis van actuele kaarten een kenmerk voor locatie, gewas/grondgebruik, bodemtype en grondwaterstand toegekend. Per gridcel zijn één of meerdere rekeneenheden van het landelijke model gekoppeld met overeenkomende kenmerken (landgebruik, bodemtype, grondwatertrap). Voor het beheergebied van AGV en Zuiderzeeland is de kwel/wegzijgingssituatie als extra kenmerk toegevoegd.[10]

Verder is elke cel van het rekengrid toegekend aan een toestroomgebied (Figuur 2.2). Per rekencel is de uit- en afspoeling afgeleid uit de gekoppelde rekeneenheden van het landelijke model. Vervolgens zijn deze waarden gemiddeld per toestroomgebied.

Het landelijk totaal van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden naar het oppervlaktewater is weergegeven in Tabel 2.2. De berekende waterafvoer door uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden is weergegeven in Tabel 2.3.

[10] Dit op basis van de jaargemiddelde kwel/wegzijging die is berekend met het operationele geohydrologisch model van AGV en Zuiderzeeland (Azure). Voor Zuiderzeeland is dit aangeleverd door Sweco (Koen van der Hauw, 2024), die hiervoor aanvullende berekeningen met AZURE heeft uitgevoerd.

Tabel 2.2 *Berekende uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater uit alle landbouw- en natuurgronden in de periode 2017-2022.*

	Landbouwgronden		Natuurgronden	
	stikstof (ton)	**fosfor (ton)**	**stikstof (ton)**	**fosfor (ton)**
Zomerhalfjaar (1 april – 30 september)	4749	439	602	69
Winterhalfjaar (1 oktober – 31 maart)	30929	2512	4311	406
Gemiddeld jaartotaal	35678	2951	4913	475

Tabel 2.3 *Waterafvoer door uit- en afspoeling vanuit landbouw en natuurgronden, uitgedrukt in mm. Hierbij zijn de afvoerdebieten gedeeld door het totaalareaal landbouwgronden dan wel natuurgronden in de toestroomgebieden.*

Kalenderjaar	**Afvoer uit landbouwgronden (mm)**			**Afvoer uit natuurgronden (mm)**		
	Jaarrond	**winter**	**zomer**	**Jaarrond**	**winter**	**zomer**
2017	377	300	76	205	165	40
2018	244	197	48	154	124	30
2019	293	263	30	160	142	19
2020	337	311	27	193	178	15
2021	343	267	76	201	157	45
2022	270	235	35	151	132	19

Jaargemiddeld is de berekende belasting door uit- en afspoeling van landbouwgronden circa 36 miljoen kg stikstof en 3 miljoen kg fosfor. De uit- en afspoeling in het winterhalfjaar heeft hierin een zeer grote bijdrage, namelijk circa 85%. Dat de belasting voornamelijk in het winterhalfjaar plaatsvindt, is een normaal beeld. Door het grote neerslagtekort in de zomers van 2018, 2019, 2020 en 2022 was de drainageafvoer naar de sloten en andere detailontwatering in de zomerperiode gering, waardoor verhoudingsgewijs het winteraandeel groter is dan normaal. De neerslag en verdamping hebben een belangrijke invloed op zowel de drainageafvoeren (afvoer van water naar het oppervlaktewater) als op de uitspoeling van nitraat naar grondwater en van stikstof en fosfor van het oppervlaktewater.

Zoals aangegeven in Tabel 2.1 is de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater berekend met de resultaten van SWAP-ANIMO, gekoppeld aan een gedetailleerd rekengrid dat is samengesteld op basis van actuele informatie over landgebruik, de bodemkaart en de grondwatertrappenkaart uit de BasisRegistratie Ondergrond (BRO). Hiervoor is gekozen om de resultaten zo goed mogelijk te kunnen vergelijken met de resultaten van de bronnenanalyses van de regionale waterbeheerders. Voor landelijke beleidsevaluaties wordt de uit- en afspoeling berekend met het landelijke waterkwaliteitsmodel (LWKM). In het LWKM wordt een andere schematisering voor het landgebruik gebruikt en wordt de hydrologische informatie op een andere manier berekend. Om de resultaten van de berekende bronnenverdeling in deze studie te duiden in het kader van berekeningen voor het mestbeleid (o.a. Groenendijk et al., 2024) en de tussenevaluatie van de Kaderrichtlijn Water (Van den Rovaart et al., 2024), is een vergelijking gemaakt tussen beide methodes met de berekende gemiddelde uitspoeling uit landbouw- en natuurgronden voor de periode 2017-2022 (Tabel 2.4).

Tabel 2.4 *Vergelijking van de landelijk gemiddelde waterafvoer en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor in deze studie (Landelijke studie 2025) met de resultaten van het Landelijke Waterkwaliteitsmodel (LWKM) zoals gebuikt voor berekeningen voor de EmissieRegistratie 2024.*

	Oppervlak (1000 ha)		Waterafvoer (mm)		Uit- en afspoeling stikstof (kg/ha)		Uit- en afspoeling fosfor (kg/ha)	
	Landbouw	**Natuur**	**Landbouw**	**Natuur**	**Landbouw**	**Natuur**	**Landbouw**	**Natuur**
Landelijke studie (2025)	1941	947						
Jaartotaal			311	177	18.4	5.3	1.52	0.51
Zomerhalfjaar (1 april-30 september)			49	28	2.4	0.6	0.23	0.07
Winterhalfjaar (1 oktober-31 maart)			262	150	16.0	4.6	1.30	0.44
LWKM (ER2024)	1910	1056						
Jaartotaal			291	225	18.3	11.5	1.54	1.04
Zomerhalfjaar (1 april-30 september)			40	46	2.3	2.2	0.18	0.18
Winterhalfjaar (1 oktober-31 maart)			251	179	15.6	9.3	1.35	0.86

De gemiddelde jaarlijkse waterafvoer van landbouwgronden in onderhavige landelijke studie is 20 mm hoger dan berekend met het LWKM, en voor natuurgronden wordt een 48 mm lagere waterafvoer berekend. De gemiddelde uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden komt ondanks het verschil in waterafvoer toch goed overeen. Zowel de uit- en afspoeling van stikstof als van fosfor van natuurgronden wordt in deze studie duidelijk lager berekend dan met het LWKM. Hiervoor zijn enkele verklaringen te geven:

- De waterafvoer van natuurgronden wordt in deze studie ca. 20% lager berekend dan met het LWKM. Gedeeltelijk wordt dit veroorzaakt door het gebruik van de grondwatertrappenkaart (versie 2018 van de BasisRegistratie Ondergrond) die gebruikt is in de schematisering van de voorliggende studie.
- In het SWAP-ANIMO-model liggen minder natuurgronden op natte locaties en zijn de achtergrondconcentraties in deze gebieden ook lager.
- In het LWKM is de diepte waarop transport door het bovenste grondwater naar het oppervlaktewater plaatsvindt anders dan in het SWAP-STONE-model dat in de voorliggende studie is gebruikt. In het SWAP-ANIMO-model wordt het grondwater dat uittreedt naar het oppervlaktewater in grotere mate gemengd met dieper grondwater dan in het LWKM.

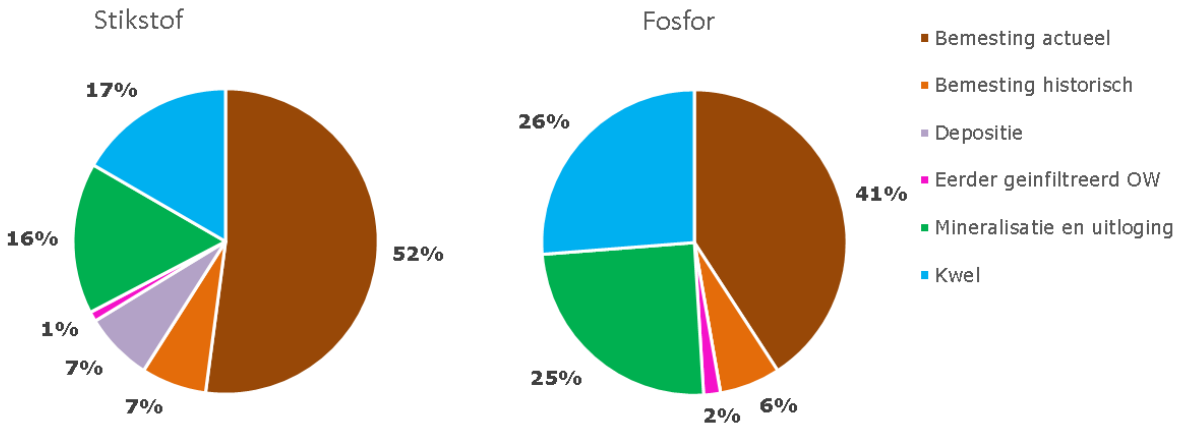
De relatief hoge uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit natuurgronden berekend met het LWKM leidt tot een verhouding tussen de uitspoeling uit natuurgronden ten opzichte van de uitspoeling uit landbouwgronden die hoger is dan de verhouding die door Schoumans et al. (2008) is berekend met SWAP-ANIMO. Met het LWKM zijn nog geen bronnenanalyses uitgevoerd waarin een onderscheid is gemaakt tussen landbouwbronnen en niet-landbouwbronnen. De term achtergrondbelasting en de uit- en afspoeling uit natuurgronden is een aandachtspunt bij de verdere ontwikkeling en verbetering van het LWKM, zodat ook met dit model bronnenanalyses uitgevoerd kunnen worden.

2.6 Herkomst uit- en afspoeling landbouw

In de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016) werden verschillende bronnen onderscheiden voor de uit- en afspoeling, namelijk actuele en historische mestgiften, atmosferische depositie, kwel, (semi)natuurlijke mineralisatie en uitloging, en eerder geïnfiltreerd lokaal oppervlaktewater. Deze verdeling was berekend als een bijdrage aan de evaluatie van de Meststoffenwet 2012 (Groenendijk et al., 2014). De verdeling over de genoemde bronnen was gebaseerd op een gevoeligheidsanalyse met de rekenplots van het STONE-model voor de jaren 2001-2010. De uitspoeling veroorzaakt door bemesting tot en met 2000 wordt hierin aangemerkt als uitspoeling door historische bemesting. De toegepaste methode voor het onderscheiden van onderliggende bronnen van de uit- en afspoeling uit landbouwgronden is beschreven in Bijlage 1.

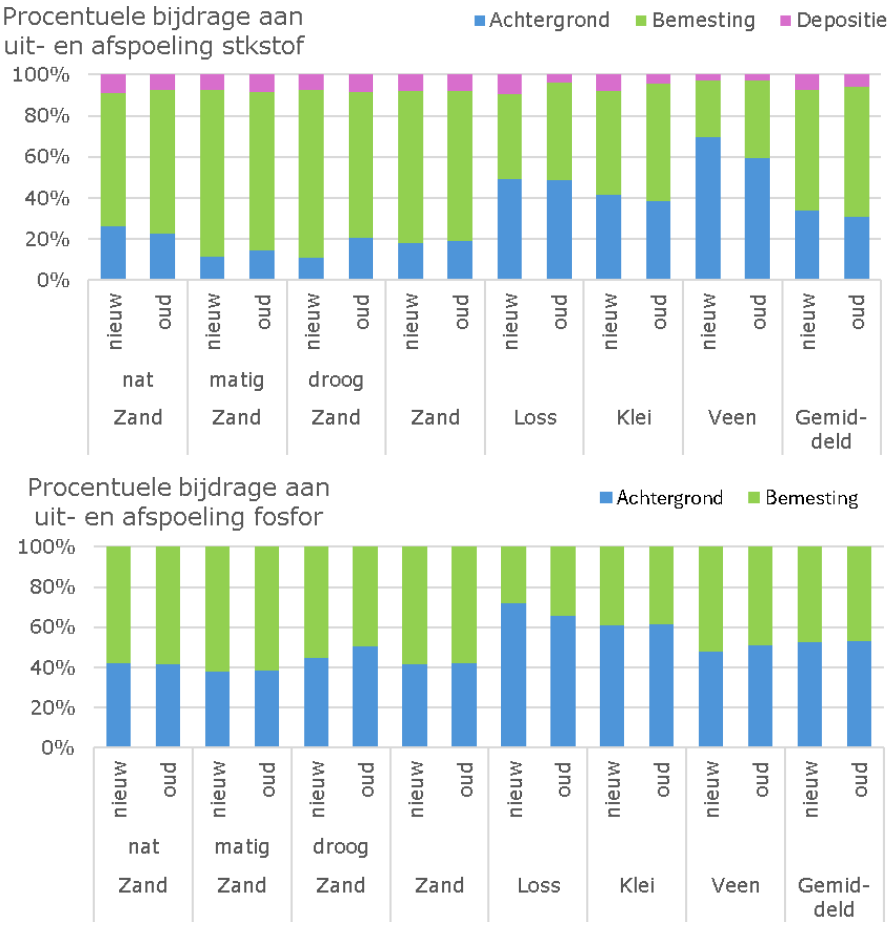
Bij de aanwijzing van NV-gebieden in 2024-2025 (Ministerie LNV, 2023) is alleen het aandeel van de bemesting (actueel en historisch) meegerekend in de landbouwbijdrage. Dat aandeel is berekend op basis van de procentuele verdeling van de bodembronnen zoals die was berekend voor de periode 2001-2010. In deze periode was er sprake van een neergaande trend in de mestgiften en waren de mestgiften doorgaans ook hoger dan in recente jaren.

Voor de update van de bronnenanalyse in deze studie zijn nieuwe berekeningen uitgevoerd om de herkomst van de uit- en afspoeling voor de actuele situatie te bepalen. Hierbij is dezelfde methode gebruikt, en is eenzelfde zichtperiode van tien jaar gehanteerd, maar is de gevoeligheidsanalyse met de rekenplots uitgevoerd voor de periode 2013-2022. Alle uitspoeling veroorzaakt door een bemesting tot en met 2012 wordt nu aangemerkt als uitspoeling door historische bemesting. Het resultaat hiervan is weergegeven in Figuur 2.5.



Figuur 2.5 *Herkomst uit- en afspoeling uit landbouwgronden, verdeeld over de verschillende bodembronnen, berekend voor de periode 2012 tot en met 2021.*

De actualisering van de verdeling van het aandeel van de bodembronnen in de uit- en afspoeling heeft geleid tot een geringe verschuiving ten opzichte van de verdeling zoals die in de studie van Groenendijk et al. (2016) is berekend. In Figuur 2.6 wordt de in deze studie berekende verdeling ('nieuw') vergeleken met de verdeling zoals gehanteerd in de studie van 2016 ('oud'). De vergelijking heeft betrekking op gemiddelde waarden voor landbouwgronden per grondsoort, waarbij de oppervlakten in het SWAP-ANIMO-model als uitgangspunt zijn genomen.



Figuur 2.6 *Procentuele bijdrage van de bodembronnen in de uit- en afspoeling van stikstof (boven) en fosfor (onder) uit landbouwgronden zoals berekend in de onderhavige studie (nieuw) en zoals berekend in 2016 (oud).*

De bijdrage van bemesting aan de uit- en afspoeling van stikstof is landelijk gemiddeld afgenomen van 63% in de studie uit 2016 naar 59% in de onderhavige studie. Voor fosfor wordt landelijk gemiddeld een gelijke bijdrage van de bemesting berekend van 47%. Tabel 2.5 geeft de vergelijking voor de verschillende grondsoorten.

Tabel 2.5 *Bijdrage van bemesting aan de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor in de onderhavige studie (nieuw) en in de studie van Groenendijk et al. uit 2016 (oud).*

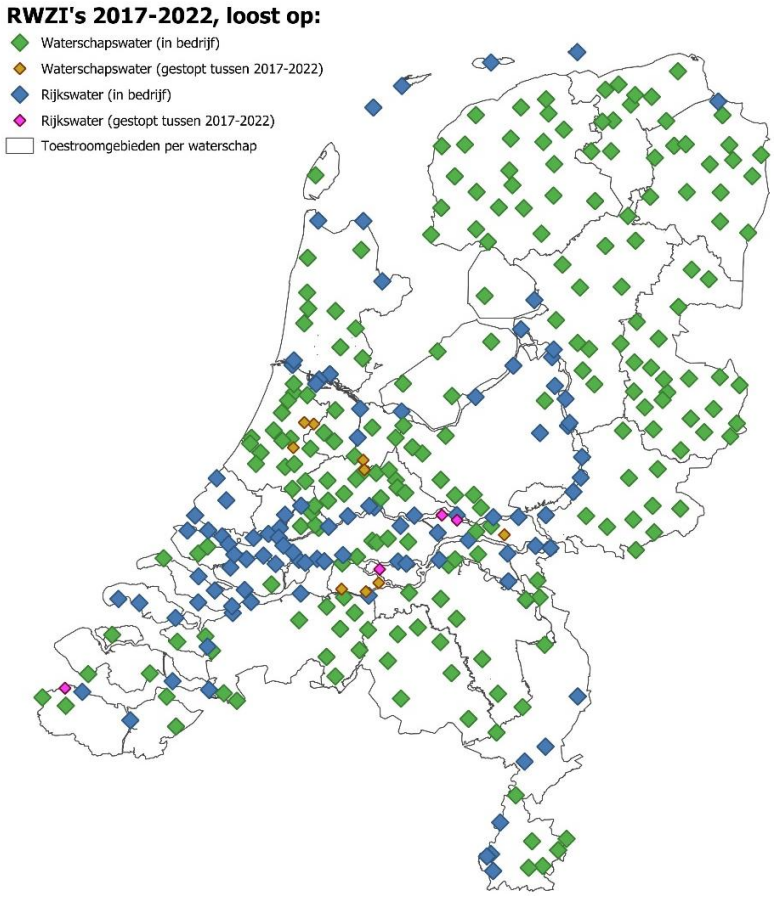
		Stikstof		**Fosfor**	
		nieuw	**oud**	**nieuw**	**oud**
Zand	nat	65%	70%	58%	58%
Zand	matig nat	81%	77%	62%	62%
Zand	droog	81%	71%	55%	50%
Zand	gemiddeld	74%	73%	59%	58%
Löss		41%	47%	28%	34%
Klei		50%	57%	39%	38%
Veen		27%	38%	52%	49%
Gemiddeld		**59%**	**63%**	**47%**	**47%**

De belangrijkste oorzaken van de verschillen zijn:

- Het bemestingsniveau in de oude studie (2001-2010) wijkt af van het bemestingsniveau in de nieuwe periode (2013-2022).
- Het weer in de oude studie bevatte slechts één droog jaar (2003), terwijl in het weer van de onderhavige studie vier droge jaren (2018, 2019, 2020 en 2022) voorkomen.
- In mindere mate dan het bemestingsniveau en het weer worden de cijfers voor veengronden beïnvloed door een artefact in de modelbenadering. In het SWAP-ANIMO-model (STONE) wordt voor veengronden rekening gehouden met maaivelddaling en een aanpassing van de oppervlaktewaterpeilen. Modelmatig wordt dit beschreven door eenmaal in de vijftien jaar organische stof uit de ondergrond in het modelprofiel te brengen en van onder naar boven een bepaalde hoeveelheid van de aanwezige organische stof naar boven te transporteren. In de onderhavige studie valt dit moment binnen de zichtperiode van 2013-2022 en in de oude studie viel het moment van peilaanpassing en inbreng van ondergrondmateriaal buiten de zichtperiode van 2001-2010. In de jaren na het inbrengen van ondergrondmateriaal is de bijdrage van achtergrondbelasting voor stikstof in water hoger dan in voorafgaande jaren, en is daarmee de relatieve bijdrage van de bemesting water lager. Voor fosfor geldt het omgekeerde.

2.7 Effluenten RWZI's

In Nederland zijn in de periode 2017-2022 325 rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) in bedrijf. Daarvan zijn 13 installaties tussen 2017 en 2022 gestopt. Van de installaties die in 2022 in bedrijf zijn, loost het merendeel (216) het effluent op de regionale wateren, de overige lozen op grote rijkswateren (kustwateren, grote rivieren, randmeren, Noordzeekanaal, Amsterdam Rijnkanaal e.a.). Enkele RWZI's lozen in het winterhalfjaar op een regionaal oppervlaktewater en in het zomerhalfjaar op rijkswater, of het effluent wordt juist gebruikt voor peilhandhaving in de zomer. Deze variaties zijn meegenomen in de berekening. De locaties van de RWZI's zijn weergegeven in Figuur 2.7.



Figuur 2.7 *Locaties RWZI's. In de figuur is aangegeven of de RWZI's lozen op regionale wateren of op rijkswateren. Ook is aangegeven welke in de periode 2017-2022 zijn gestopt.*

Het Waterschapshuis heeft voor de bronnenanalyse de data van de RWZI's van negentien waterschappen vanuit de database Z-INFO[11] aangeleverd. Dit betreft de debieten op dagbasis en de gemeten totaalstikstof- en totaalfosforconcentraties. Waterschap Hunze en Aa's en Waterschap Fryslân hebben deze informatie rechtstreeks aangeleverd, omdat van die waterschappen geen gegevens zijn opgenomen in Z-INFO. De debieten van de RWZI's worden iedere dag gemeten, de concentraties twee of vier keer per maand (afhankelijk van de RWZI).

Voor iedere dag dat de concentratie is gemeten, is de stikstof- en fosforvracht op die dag berekend. Vervolgens is voor iedere RWZI het debiet, de debietgewogen concentratie en de totale stikstof- en fosforvracht berekend in het zomerhalfjaar en winterhalfjaar van de jaren 2017 tot en met 2022. Daar waar data ontbraken, is dit aangevuld, ervan uitgaande dat de RWZI's iedere dag hebben geloosd. Iedere RWZI is gekoppeld aan het toestroomgebied waarop het effluent wordt geloosd. Deze informatie is voor controle naar de waterschappen gestuurd. Alle waterschappen hebben deze controle uitgevoerd en voor zover noodzakelijk correcties doorgegeven voor het lozingspunt en/of voor de wijze waarop ontbrekende data zijn aangevuld.

De stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater afkomstig van de RWZI's en de gemiddelde effluentconcentraties over de periode 2017-2022 zijn weergegeven in Tabel 2.6. In totaal lozen de RWZI's 8460 ton stikstof en 966 ton fosfor per jaar. De stikstofvrachten zijn in het winterhalfjaar duidelijk hoger dan in het zomerhalfjaar, de fosforvrachten zijn vrij constant. De effluentconcentraties verschillen sterk per RWZI. De gemiddelde effluentconcentratie voor stikstof en fosfor van de RWZI's die lozen op de regionale wateren is respectievelijk 6,4 mgN/l en 0,9 mgP/l. Ook hierbij geldt dat de concentratie van stikstof in de winter gemiddeld duidelijk hoger is dan in de zomer.

Tabel 2.6 *Stikstof- en fosforbelasting en gemiddelde effluentconcentraties RWZI's in de toestroomgebieden.*

seizoen	N-vracht (ton)	P-vracht (ton)	N (mgN/l)	P (mgP/l)
zomerhalfjaar	3491	485	5.8	1.0
winterhalfjaar	4968	480	6.9	0.8
jaargemiddeld	8460	966	6.4	0.9

2.8 Overige punt- en diffuse bronnen

De overige punt- en diffuse bronnen zijn ontleend aan Emissieregistratie (ER). De ER berekent de emissie naar bodem, water en de lucht voor verschillende stoffen en voor vele verschillende punt- en diffuse bronnen in Nederland. De methodiek waarmee deze berekeningen tot stand komen, wordt vastgelegd in factsheets per emissieoorzaak.[12]

Voor de bronnenanalyse zijn de datasets gebruikt met de definitieve emissieschattingen van de jaren 2015, 2019, 2020, 2021 en 2022 die zijn uitgegeven in januari 2025 en ruimtelijk geordend in ruim 2500 geografische afwateringseenheden (GAF90). De emissies per GAF-eenheid zijn toegekend aan de toestroomgebieden door in GIS een overlay te maken. De GAF-eenheden van de grote binnenwateren (IJsselmeer, kustwateren, Waddenzee, randmeren) zijn hierbij eerst verwijderd, omdat deze in enkele gebieden enige overlap hebben met de toestroomgebieden.

Voor de jaren 2017 en 2018 (waarvoor geen data beschikbaar zijn bij de ER) zijn de emissies lineair geïnterpoleerd tussen de jaren 2015 en 2019. Tabel 2.4 geeft een overzicht van de nutriëntenbelasting van de toestroomgebieden door de bronnen die aan ER zijn ontleend. Ter vergelijking zijn ook de emissies van de uit- en afspoeling, RWZI's, inlaat Rijkswater en toestroom buitenland in Tabel 2.7 opgenomen.

[11] https://www.hetwaterschapshuis.nl/zuiveringsdata-om-van-te-leren-z-info
[12] https://www.emissieregistratie.nl/documentatie/water-documenten

Tabel 2.7 *Stikstof- en fosforbelasting, jaargemiddeld 2017-2022 in de toestroomgebieden van alle regionale oppervlaktewateren door alle punt- en diffuse bronnen, inlaat rijkswater en toestroom uit het buitenland.*

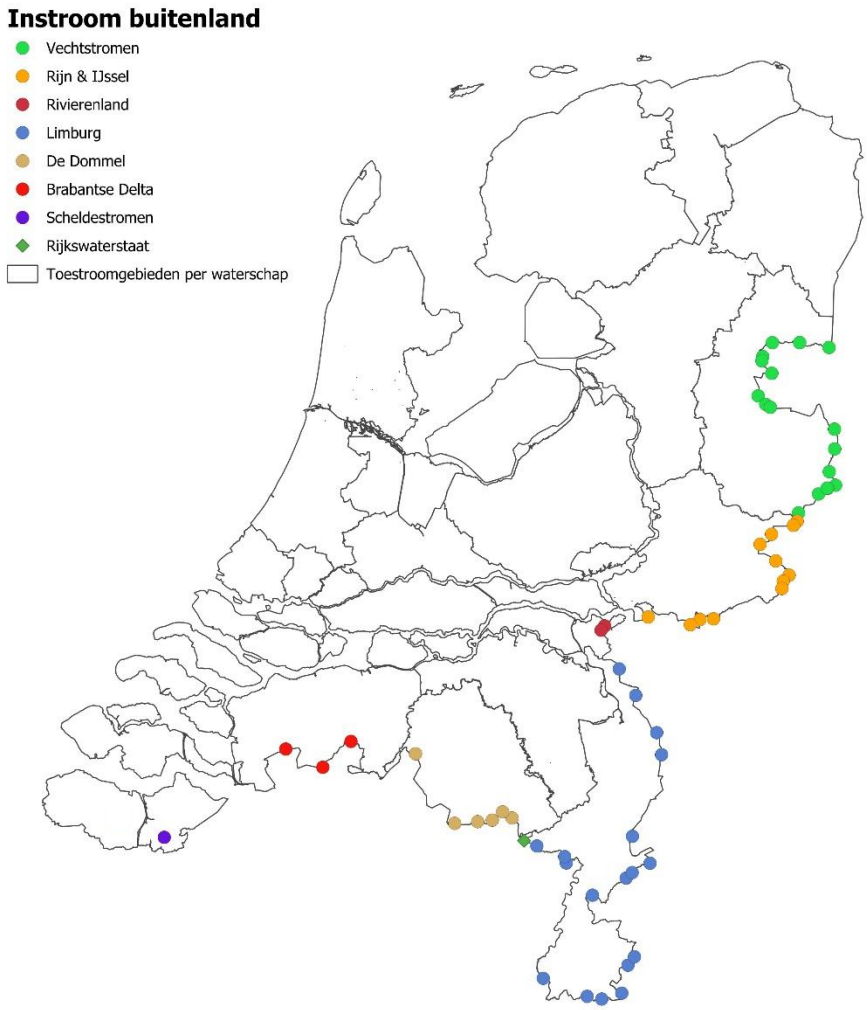
Bronnen	Stikstof (ton)	Fosfor (ton)	Informatiebronnen
Erf afspoeling	647	216	Emissieregistratie (uitgifte januari 2025)
Glastuinbouw	460	55	
Meemesten sloten	824	27	
Industrie en bedrijven	1025	53	
Depositie open water	3168	0	
Riool overstorten	377	69	
Regen waterriolen	2189	358	
Watervogels	99	35	
Binnen- en recreatievaart	86	15	
IBA's en overige diffuse	111	18	
Uit- en afspoeling landbouw	35678	2951	Berekend met SWAP-ANIMO
Uit- en afspoeling natuur	4913	475	
RWZI's	7558	835	Z-INFO meetreeksen
Inlaat rijkswater	6052	191	Meetreeksen en schattingen waterschappen
Toestroom buitenland	11959	348	

Uit Tabel 2.7 komt naar voren dat de uit- en afspoeling uit landbouwgronden de belangrijkste bron is van zowel de stikstof- als fosforbelasting van het regionale oppervlaktewater. Uit- en afspoeling is ook in de meeste toestroomgebieden een belangrijke bronterm, behalve in toestroomgebieden waar het landgebruik voornamelijk stedelijk is en in gebieden waar de toestroom buitenland, RWZI's of inlaat rijkswater dominant is.

2.9 Waterinlaat uit rijkswateren en aanvoer uit het buitenland

In diverse delen van Nederland stroomt via beken en kanalen water vanuit het buitenland de grens over. Een deel van de nutriëntenbelasting in die wateren is daarmee afkomstig uit Duitsland en België. De verkregen informatie over de toestroom uit het buitenland is verwerkt in de modelinput. Dit betreft de debieten en de bijhorende stikstof- en fosforvrachten. De vrachten zijn berekend op basis van de debieten en de gemeten concentraties van de grensoverschrijdende wateren. De waterkwaliteitsmeetpunten die hierbij zijn gebruikt, zijn afgestemd met het waterschap. Afhankelijk van de volledigheid van de meetreeksen zijn de vrachten berekend op basis van debiet gewogen concentraties of door interpolaties van de tijdreeksen met de gemeten concentraties. In totaal is toevoer uit het buitenland berekend voor 61 locaties waar een oppervlaktewaterlichamen de grens met Nederland passeert (zie Figuur 2.8). Dit betreft de waterschappen Limburg, De Dommel, Brabantse Delta, Scheldestromen, Rivierenland, Rijn & IJssel en Vechtstromen.
Van diverse grensoverschrijdende wateren ontbreekt monitoring van de debieten. Deze zijn in overleg en op aangeven van het waterschap op alternatieve wijze afgeleid, bijvoorbeeld op basis van een schatting van het debiet in het stroomgebied buiten Nederland of op basis van vergelijkbare beken waar wel monitoring aanwezig is.

Inlaten van rijkswateren zijn op eenzelfde manier bepaald als de toestroom vanuit het buitenland. Waar hiervan geen monitoring aanwezig is of de inlaten diffuus zijn, is door het waterschap meestal een schatting gegeven van de watervraag van het betreffende gebied (in millimeters per halfjaar of gemiddeld voor het zomerhalfjaar).



Figuur 2.8 *Toestroom vanuit het buitenland naar de grensoverschrijdende oppervlaktewaterlichamen.*

De inlaten vanuit kanalen naar beken en vanuit boezems naar polders zijn berekend op basis van de waterverdeling die in de routingschema's zijn vastgelegd (zomer- en winterhalfjaar gemiddeld) en de waterafvoer en bijhorende stofvracht die voor die kanalen en boezems zijn berekend. Op deze wijze zijn de gebiedskennis en de meetgegevens die de waterschappen hebben ingebracht, verwerkt in de waterverdeling.

2.10 Retentie

Een deel van de nutriëntenbelasting in een toestroomgebied verdwijnt door denitrificatie of wordt vastgelegd in onder andere waterplanten en in de waterbodem en passeert daarom niet het uitstroompunt. Dit wordt aangeduid als retentie. Deze berekeningswijze is hetzelfde als de methode die is toegepast in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016) en daarvoor in de Evaluatie Meststoffenwet 2012 (Van Boekel et al., 2012). De berekening van de retentie maakt onderscheid in het type toestroomgebied (polder of vrij afwaterend) en per type belasting (diffuse bron, RWZI's, inlaatwater/buitenland en afwenteling).

Diffuse bron in een polder: voor stikstof wordt per rekentijdstap een retentie berekend voor klei- en veengebieden, afhankelijk van de winter- of zomerperiode en het oppervlak open water. Per rekentijdstap wordt bijgehouden hoeveel retentie is berekend ten opzichte van de in die tijdstap berekende totale stikstof- en fosforbelasting. Als dat meer is dan 90%, wordt de retentie in die tijdstap op 90% gesteld. Voor fosfor is de retentie standaard 50%.

Diffuse bron in een vrij afwaterend gebied: hiervoor geldt een andere berekeningswijze dan in polders. Op basis van empirische factoren is met de verhouding van de afvoer van het toestroomgebied en het wateroppervlak van het toestroomgebied de retentie bepaald. Ook deze retentie is maximaal 90%. Eenzelfde rekenwijze geldt voor fosfor, maar dan met andere empirische getallen.

RWZI's: voor RWZI's is de retentie maximaal 20% en deze wordt verlaagd tot 0% op basis van de relatieve afstand van het lozingspunt tot het uitstroompunt. Deze relatieve afstand is de fractie van de afstand tot het uitstroompunt ten opzichte van de totale lengte van de hoofdwatergang in het toestroomgebied. Dus een lozingspunt vlak voor het uitstroompunt naar een volgend toestroomgebied heeft (nagenoeg) geen retentie in het toestroomgebied waar de lozing plaatsvindt.

Overige lozingen: van inlaten en aanvoer van buitenland wordt verondersteld dat die door het gehele toestroomgebied stromen. Daardoor is voor die bronnen de afwenteling standaard 20%.

Afwenteling: de stoffen die vervolgens door een volgend toestroomgebied stromen, hebben in dat toestroomgebied een retentie van 20%.

Bovenstaande methode per bron is samengevat weergegeven in het Figuur 2.9.

Diffuse bronnen Polders	**Stikstof**				**Fosfor**	
	zomer		winter		zomer	winter
klei	11.8	$gN.m^{-2}$	5.0	$gN.m^{-2}$	50%	
veen	4.4	gN.m-2	1.0	gN.m-2		
maximaal	90%					
vrij afwaterend, diffuse bronnen	$Q_s = \frac{Q_{afvoerpunt}}{A_{water}}$ Retentie (%) $= 100 \times a.{Q_s}^b$					
	zomer		winter		zomer	winter
	a	b	a	b	a	b
	0.0462	-0.5277	0.1153	-0.2025	0.0065	-0.8884
	max 90%				max 90%	
RWZI's	$Retentie_{RWZI} = 20\% \times \frac{afstand\ RWZI\ tot\ uitstroompunt}{Lengte\ waterlichaam}$					
afwenteling, toestroom buitenland, inlaat rijkswater	20%				20%	

Figuur 2.9 *Overzicht van de berekeningswijze van de retentie.*

2.11 Modelvalidatie

De modelresultaten zijn op volgende manieren gecontroleerd en vergeleken met metingen.

Modelinput:

- Afwenteling en uitwisseling van water tussen de toestroomgebieden: Voor ieder waterschap zijn op het niveau van de toestroomgebieden gedetailleerde routingschema's opgesteld. Hierin is schematisch vastgelegd waar ieder toestroomgebied op afwatert in de zomer- en wintersituatie, waar water wordt uitgewisseld tussen de toestroomgebieden (inlaat en afvoer), waar rijkswater wordt ingelaten en water toestroomt vanuit het buitenland. Voor diverse waterschappen waren eerder geen bronnenanalyse met

KRW-ECHO uitgevoerd en zijn die schema's iteratief en in nauwe samenwerking met de (hydrologen van de) waterschappen opgesteld. De routingschema's zijn verwerkt in de modelinput waarmee uitwisseling van water tussen de toestroomgebieden is gedefinieerd. Daar waar toestroomgebieden afwateren op meerdere andere gebieden, is een verdeling aangehouden op basis van de monitoringsdata en/of expertschattingen die de waterschappen voor het onderzoek hebben aangeleverd en in de werkoverleggen hebben ingebracht.

- RWZI's: Voor alle RWZI's in Nederland is een database in Excel gemaakt met daarin de ruwe data van de debieten en gemeten concentraties, de daaruit berekende debieten en stofvrachten per zomer- en winterhalfjaar, en de toestroomgebieden waarop in de winter en zomer wordt geloosd. Deze database is in Excel uitgewisseld ter controle naar alle waterschappen. In Excel was ook een lijst met RWZI's opgenomen waarvan de tijdreeksen niet compleet waren en/of het lozingspunt op voorhand niet duidelijk was. Alle waterschappen hebben deze controle uitgevoerd en wijzigingen waar nodig doorgegeven. De lozingspunten van de RWZI's zijn ook opgenomen in de routingschema's, die ook ter controle zijn uitgewisseld met alle waterschappen.
- Toestroom buitenland en inlaat vanuit Rijkswateren: Zoals hiervoor beschreven, is de toestroom en waterinlaat schematisch weergegeven in de routingschema's. Voor al die toestroomgebieden is informatie aan de waterschappen gevraagd over de debieten en de daaraan te koppelen concentraties. De te gebruiken monitoringinformatie is besproken met de betrokken hydrologen van de waterschappen. Op lang niet alle inlaten en toestroom zijn debietmetingen beschikbaar. Waar mogelijk zijn schattingen van de waterschappen gehanteerd voor de modelinput en/of zijn indicatieve berekeningen uitgevoerd op basis van de omvang van het toestroomgebied van de grenswateren in België en Duitsland. De resultaten hiervan zijn besproken met de betreffende waterschappen.

Water en nutriëntenbalansen:

- Uitwisseling en controles door de waterschappen: Begin april 2025 zijn de tussenresultaten van de berekende stikstof- en fosforbelasting en de waterbalansen uitgewisseld met de waterschappen, inclusief de routingschema's. Deze tussenresultaten zijn plenair aan alle contactpersonen van de waterschappen, LVVN en I&W toegelicht tijdens overleg (17 april 2025) onder de regie van de Unie van Waterschappen. Alle waterschappen hebben enkele weken de tijd gekregen om controles uit te voeren. Met de meeste waterschappen is overleg gevoerd om de door hun gestelde vragen en voorgestelde verbeterpunten op de modelinput te bespreken. De aanpassingen (verbeteringen) op de modelinput zijn bijgehouden in een logboek. De meeste verbeterpunten hadden betrekking op de afwenteling (de uitwisseling van water tussen de toestroomgebieden), maar er zijn ook enkele fouten geïdentificeerd over inlaat van rijkswater en toewijzing van RWZI's.

Berekende versus uit metingen afgeleide debieten, concentraties en stofvrachten:

- Op de meeste uitwisselpunten van de toestroomgebieden zijn metingen beschikbaar van de concentratie N en P. In vrij afwaterende gebieden is de stroomrichting in zomer en winter gelijk. In polder-boezem-systemen en bepaalde watergangen die in de zomer worden gebruikt voor de aanvoer van water, is de stroomrichting in de zomer anders dan in de winter. Per toestroomgebied is bepaald welk meetpunt representatief is voor de zomer- en winterafvoer. In veel gevallen komt dit overeen met het KRW-meetpunt, in sommige gevallen is een ander meetpunt gebruikt dat overeenkomt met het watersysteem. De gemeten concentraties zijn vergeleken met de berekende concentraties per toestroomgebied en opgenomen in Bijlage 7.
- Op diverse uitwisselpunten van water zijn voldoende debietmeetgegevens beschikbaar om de berekende waterafvoer te vergelijken met metingen. Meestal is daarbij ook een representatief (nabijgelegen) meetpunt van de waterkwaliteit aanwezig waar de stikstof- en fosfor concentraties worden gemeten. De debieten zijn meestal per dag (of fijner) beschikbaar, de concentraties zijn meestal een of twee keer per maand gemeten. Met behulp van zijn de reeksen verfijnd tot metingen per dag, zodat de stikstof- en fosforvrachten per half jaar konden worden afgeleid. Deze vrachten zijn vergeleken met de debieten en stofvrachten die met KRW-ECHO zijn berekend. De resultaten van de vergelijking van gemeten en berekende vrachten zijn opgenomen in Bijlage 7.

3 Nutriëntenbalansen 2017-2022

3.1 Herkomst verdeling

De totale berekende nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in alle toestroomgebieden is weergegeven in Tabel 3.1 (stikstof) en 3.2 (fosfor).

Op landelijke schaal zijn de belangrijkste bronnen de uit- en afspoeling uit landbouwgronden, RWZI's, inlaat van rijkswater en toestroom vanuit het buitenland. In het zomerhalfjaar verschuift de relatieve bijdrage van de bronnen, omdat de uit- en afspoeling uit landbouw- en natuurgronden en de toestroom vanuit het buitenland in de zomerperiode aanmerkelijk minder is dan in de winterperiode, terwijl de behoefte aan wateraanvoer en daarmee de inlaat van rijkswater juist groter is. De belasting van de RWZI's is gelijk over het jaar verdeeld. Dat geldt ook de voor overige bronnen die aan Emissieregistratie zijn ontleend, omdat daarvan alleen schattingen op jaarbasis zijn. Voor het zomerhalfjaar zijn dezelfde emissies als voor het winterhalfjaar aangenomen.

Tabel 3.1 *Totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater jaargemiddeld en zomerhalfjaar voor de periode 2017-2022 (in ton N en in % van de totale belasting).*

Bron		**N (ton)**	**% van totaal**	**N (ton)**	**% van totaal**
		Jaargemiddeld		**Zomerhalfjaargemiddeld**	
Uit- en afspoeling landbouw	Actuele mestgiften	17598	23%	2133	10%
	Historische mestgiften	2570	3%	276	1%
	Depositie	2528	3%	324	2%
	Bodemleverantie	6884	9%	883	4%
	Kwel	5562	7%	1048	5%
	Lokaal oppervlaktewater	566	1%	88	0%
Uit- en afspoeling natuur		4915	6%	602	3%
Erfafspoeling		649	1%	325	2%
Glastuinbouw		460	1%	230	1%
Meemesten sloten		827	1%	414	2%
RWZI's		8460	11%	3491	16%
Industrie		1028	1%	514	2%
Depositie open water		3214	4%	1607	8%
Regenwater riolen		2190	3%	1095	5%
Overige diffuse bronnen [2)]		688	1%	344	2%
Inlaat rijkswater		6052	8%	4269	20%
Toestroom buitenland		11959	16%	3694	17%
Totaal		76149	100%	21338	100%

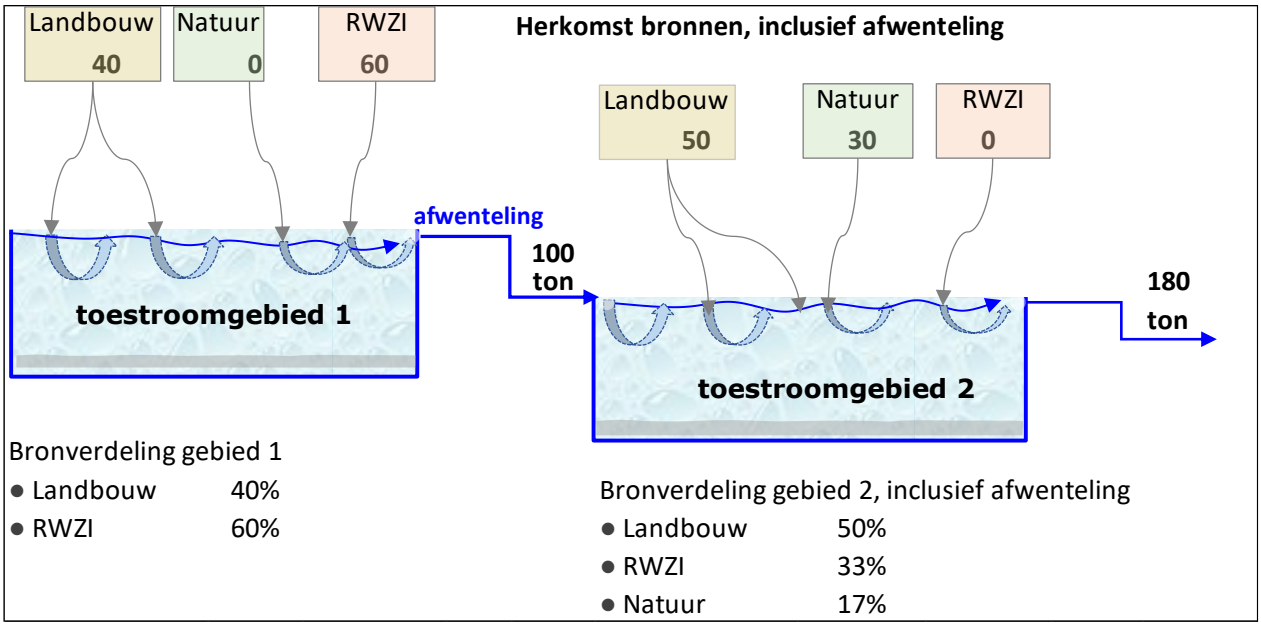
[2)] Riool overstorten, ongezuiverde huishoudelijke lozingen, IBA's, scheepvaart, watervogels.

Tabel 3.2 *Totale fosforbelasting van het oppervlaktewater zomerhalfjaargemiddeld voor de periode 2014-2017 (in ton P en in % van de totale belasting).*

Bron		P (ton)	% van totaal	P (ton)	% van totaal
		Jaargemiddeld		Zomerhalfjaargemiddeld	
Uit- en afspoeling landbouw	Actuele mestgiften	1104	19%	151	9%
	Historische mestgiften	156	3%	19	1%
	Depositie	0	0%	0	0%
	Bodemleverantie	886	15%	127	8%
	Kwel	728	13%	130	8%
	Lokaal oppervlaktewater	78	1%	12	1%
Uit- en afspoeling natuur		475	8%	69	4%
Erfafspoeling		216	4%	108	6%
Glastuinbouw		55	1%	27	2%
Meemesten sloten		27	0%	13	1%
RWZI's		966	17%	485	29%
Industrie		54	1%	27	2%
Depositie open water		0	0%	0	0%
Regenwater riolen		358	6%	179	11%
Overige diffuse bronnen [2)]		140	2%	70	4%
Inlaat rijkswater		191	3%	137	8%
Toestroom buitenland		348	6%	125	7%
Totaal		5781	100%	1679	100%

De bijdrage van de bronnen kan per toestroomgebied sterk verschillen. De toestroom vanuit het buitenland is vooral een belangrijke bron in Limburg, het zuidelijke deel van Noord-Brabant, Twente en het oostelijke gebied van Drenthe. Glastuinbouw is een belangrijke bron in de toestroomgebieden waar een relatief groot areaal glastuinbouw aanwezig is. Dat is niet alleen in Zuid-Holland (polders in Delfland, Schieland, Hollandse Delta), maar ook in enkele gebieden van Rivierenland en in Limburg. De industrie is alleen in enkele gebieden een belangrijke bron. De atmosferische depositie op open water is voor stikstof een belangrijke bron in zeer waterrijke toestroomgebieden. Erfafspoeling is in diverse toestroomgebieden ook een belangrijke bron van fosfor.

Per toestroomgebied is niet alleen de gebiedseigen nutriëntenbelasting berekend, maar ook de nutriëntenbelasting die voortkomt door water dat van andere toestroomgebieden toestroomt of wordt ingelaten. Het water vanuit andere toestroomgebieden wordt hier de afwenteling genoemd. Voor de afwenteling is ook de bronverhouding berekend. Daarmee kan voor ieder toestroomgebied de bijdrage van iedere bron in de totale stikstof- en fosforbelasting worden berekend. Dit wordt in Figuur 3.1 met een fictief voorbeeld geïllustreerd. In dit voorbeeld zijn dat drie bronnen (landbouw, natuur en RWZI) en twee aan elkaar verbonden toestroomgebieden. De retentie van de bronnen is in dit voorbeeld op 0% gesteld.

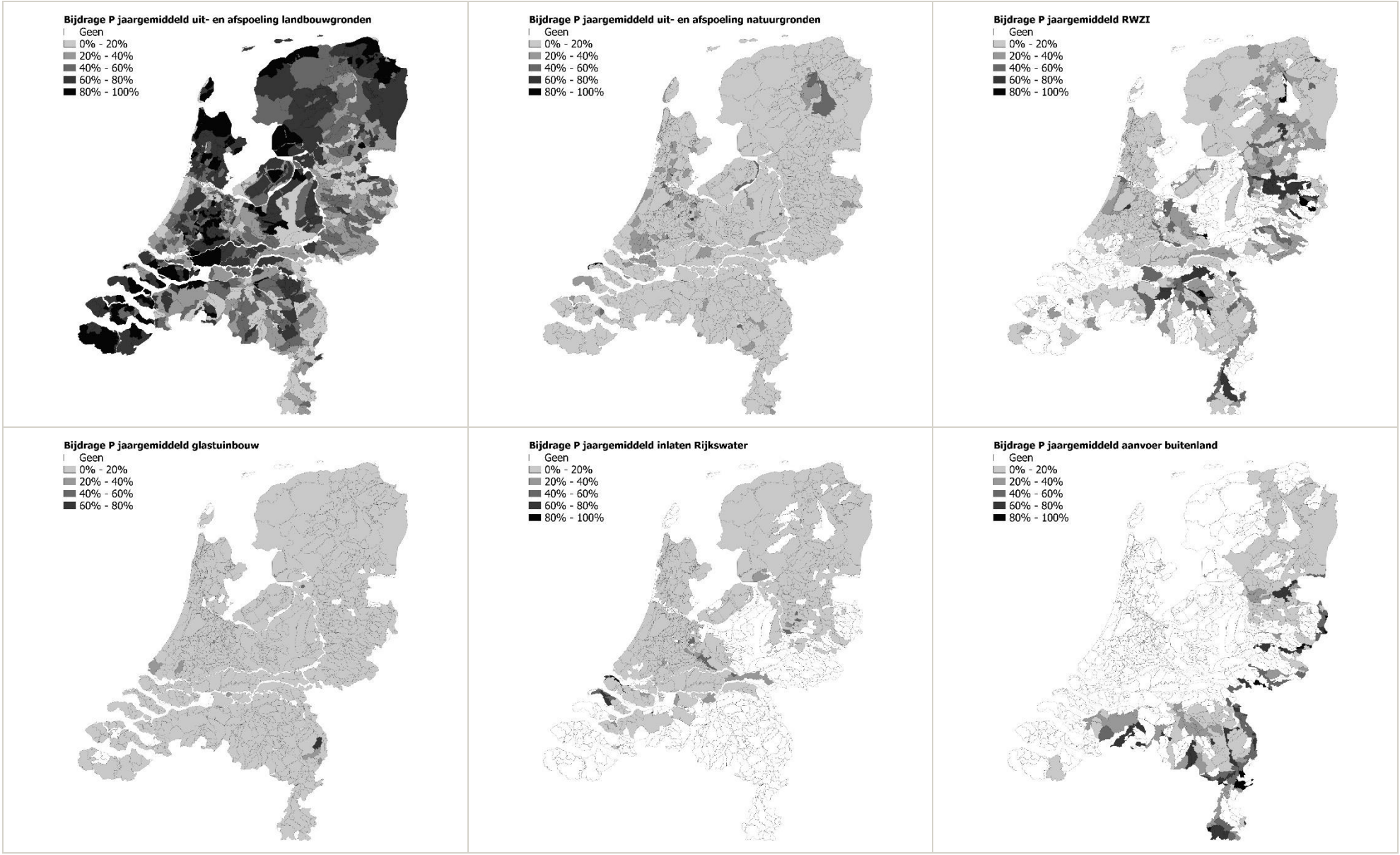


Figuur 3.1 *Principe waarop de afwenteling wordt verdisconteerd in de herkomstverdeling.*

In toestroomgebied 1 is alleen sprake van gebiedseigen belasting. Deze is in totaal 100 ton, waarvan 40% afkomstig is van landbouw en 60% van een RWZI. Toestroomgebied 2 ligt benedenstrooms van gebied 1 en ontvangt de belasting van de gebiedseigen bronnen én de belasting van de nutriënten die uit toestroomgebied 1 worden afgewenteld. De totale belasting is in gebied 2 daarmee 180 ton, waarvan de helft afkomstig is van landbouw (40 ton uit gebied 1 en 50 ton uit gebied 2), een derde van RWZI en een zesde van natuur.

Het op deze wijze berekende jaargemiddelde aandeel per toestroomgebied is voor de bronnen (uit- en afspoeling, RWZI's, glastuinbouw, inlaat rijkswater en buitenland) weergegeven in Figuur 3.2 (stikstof) en 3.3. (fosfor). In Bijlage 3 is het aandeel van alle afzonderlijke bronnen weergegeven, jaar- en zomerhalfjaar gemiddeld.

Figuur 3.2 *Aandeel uit- en afspoeling, RWZI's, regenwaterriolen, inlaat rijkswater en toestroom buitenland stikstof, jaargemiddeld voor de periode 2017-2022.*



Figuur 3.3 *Aandeel uit- en afspoeling, RWZI's, regenwaterriolen, inlaat Rijkswater en toestroom buitenland fosfor, jaargemiddeld voor de periode 2017-2022.*

Uit Figuur 3.2 en 3.3 blijkt dat de verhouding van de bronnen sterk verschilt per toestroomgebied. In vrijwel alle gebieden vormt de uit- en afspoeling uit landbouwgronden een relatief grote bijdrage. Dit komt omdat in nagenoeg alle toestroomgebieden landbouw- en natuurgronden aanwezig zijn. De diffuse bronnen erfafspoeling, meemesten sloten, atmosferische depositie op open water, regenwaterriolen, overstorten, watervogels en ongezuiverde huishoudelijke lozingen zijn ook vrijwel overal aanwezig. De bijdrage van die bronnen is echter relatief gering. RWZI-lozingen zijn in 138 van de 738 toestroomgebieden aanwezig en toestroom uit het buitenland is alleen een directe bron in 55 toestroomgebieden op de grens van Duitsland en België. Echter, de invloed (en dus ook de bijdrage aan de nutriëntenbelasting) van de RWZI's, het buitenland en rijkswater is door afwenteling zichtbaar in veel benedenstrooms gelegen toestroomgebieden. Glastuinbouw is in een vrij beperkt aantal gebieden een belangrijke (bijdrage > 10%) bron.

3.2 Landbouwbijdrage

Voor het huidige mestbeleid zijn nutriënt verontreinigde gebieden aangewezen (Ministerie LNV, 2023). In 2024 zijn in de aangewezen NV-gebieden de totale gebruiksnormen voor stikstof met 5% verlaagd en met ingang van 2025 met 20%. NV-gebieden zijn daar aangewezen waar de landbouwbijdrage aan de totale nutriëntenbelasting groter is dan 19%. Zoals aangegeven in paragraaf 1.1, is deze bijdrage afgeleid van de nutriëntenbalans zoals die voor de jaren 2010 tot en met 2013 is berekend in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016). Als uitgangspunt is voor de aanwijzing van de NV-gebieden gekozen om de landbouwbijdrage te bepalen op basis van de bronverdeling van de gebiedseigen nutriëntenbelasting, waarbij de volgende bronnen meegeteld zijn voor de landbouwbijdrage: uitspoeling door actuele en historische mestgiften, erfafspoeling en meemesten sloten. De externe ofwel gebiedsvreemde bronnen (inlaat rijkswater en toestroom vanuit het buitenland) zijn dus niet meegerekend als landbouwbijdrage en ook niet in de totale bijdrage. Dat geldt ook voor glastuinbouw, omdat emissies vanuit glastuinbouw niet vanuit het mestbeleid, maar via een ander beleidsspoor worden gereguleerd.

De rekenwijze van de landbouwbijdrage wordt in Tabel 3.3 toegelicht aan de hand van een fictief voorbeeld. In dit fictieve voorbeeld is de totale gebiedseigen belasting, zonder glastuinbouw mee te rekenen, 100 kg. De landbouwbijdrage is in dit voorbeeld 40 kg, ofwel 40%.

Tabel 3.3 *Fictief rekenvoorbeeld nutriëntenbelasting gebiedseigen (gebiedseigen) bronnen[1] en hiermee berekende landbouwbijdrage.*

Bron		**Jaargemiddelde belasting gebiedseigen bronnen[1)] (kg)**	**Landbouwbijdrage (kg)**
Uit- en afspoeling landbouw	Actuele mestgiften	20	20
	Historische mestgiften	10	10
	Atmosferische depositie landbouwgrond	5	-
	Bodemleverantie (mineralisatie, uitloging)	5	-
	Kwel	5	-
	Eerder geïnfiltreerd lokaal oppervlaktewater	5	-
Uit- en afspoeling natuur		10	-
Erfafspoeling		5	5
Glastuinbouw		5	-
Meemesten sloten		5	5
RWZI's		10	-
Industrie		5	-
Atmosferische depositie open water		5	-
Regenwater riolen		5	-
Overige diffuse bronnen		5	-
Totaal, exclusief glastuinbouw		**100**	**40**

[1)] Inlaat rijkswater, toestroom buitenland en afwenteling zijn externe, ofwel gebiedsvreemde bronnen.

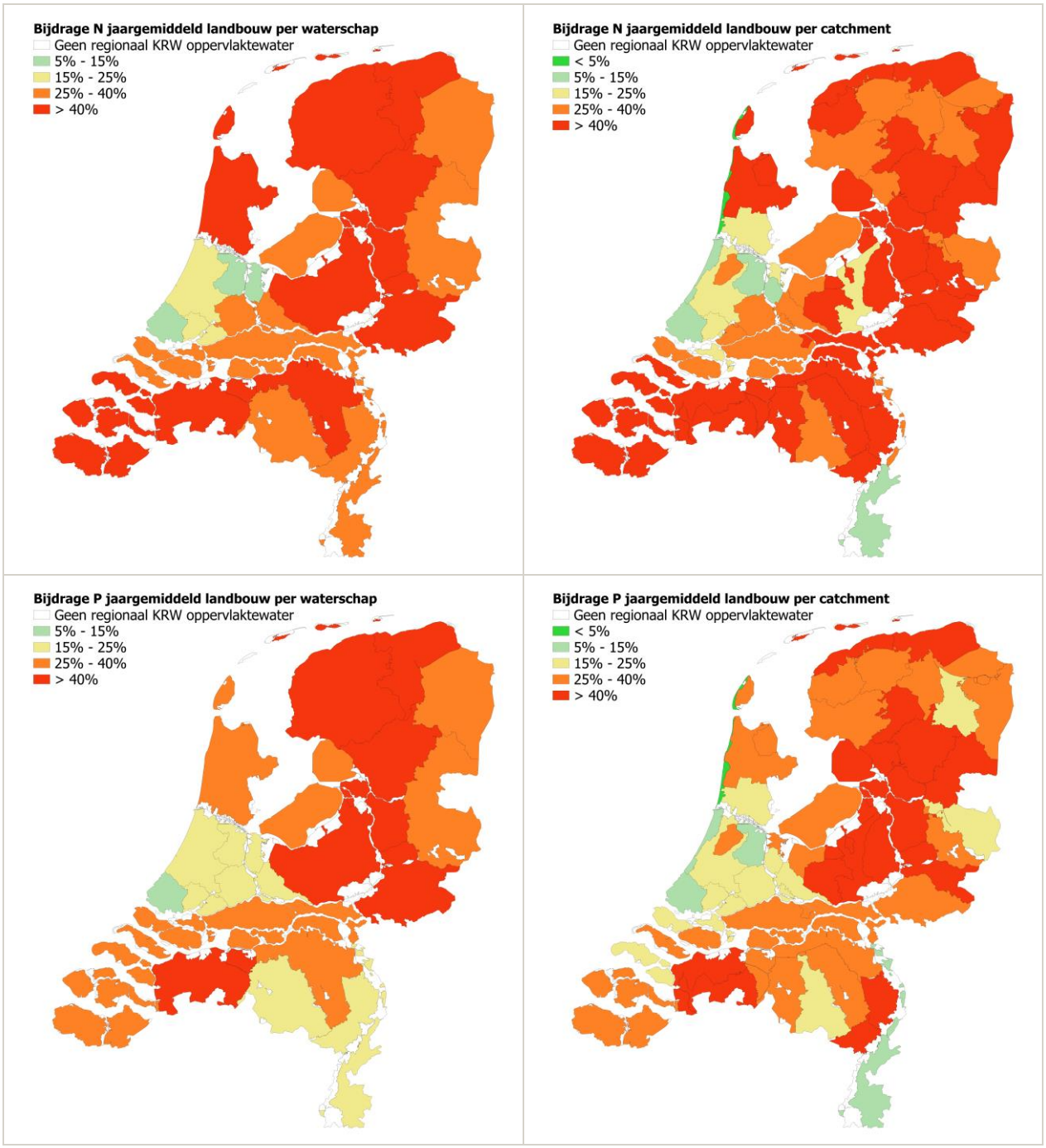
Met de resultaten van de jaargemiddelde nutriëntenbalansen over de periode 2017-2022 is de landbouwbijdrage per toestroomgebied berekend volgens de methode zoals hiervoor beschreven.

Een belangrijk doel van het onderhavige onderzoek is om de landbouwbijdrage op een ruimtelijk gedetailleerder niveau te kunnen berekenen en te presenteren dan op het niveau van de 25 waterschapsgebieden zoals gedaan is in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Daarom is een indeling gemaakt in 65 gebieden, door per waterschapgebied de inliggende toestroomgebieden vanuit hydrologisch perspectief te clusteren. Hierbij wordt rekening gehouden met de afwenteling zoals die in de routingschema's is vastgelegd. Voor Brabantse Delta is ook gekeken naar het dominante bodemtype (zand- of kleigronden). Een paar toestroomgebieden (7 van de 738) zijn gesplitst omdat dit vanuit landschappelijk en/of hydrologisch oogpunt logisch is. Alle overige toestroomgebieden zijn voor de indeling in 65 gebieden alleen samengevoegd. De indeling in 65 gebieden wordt nader toegelicht in Bijlage 5. De landbouwbijdrage is ook berekend op het niveau van de huidige waterschapindeling (21 gebieden). Om de landbouwbijdrage op deze niveaus te berekenen, is uitgegaan van de som van de bronnen die berekend zijn in de inliggende toestroomgebieden van de regionale oppervlaktewateren. De toestroomgebieden van Rijkswateren en toestroomgebieden die niet behoren tot een KRW-oppervlaktewaterlichaam en alleen afwateren op Rijkswateren (rivieren, kanalen, randmeren, kustwater) zijn niet meegerekend.

De landbouwbijdrage voor stikstof en fosfor op deze twee schaalniveaus is weergeven in Figuur 3.4. In de legenda-indeling is een categorie aangehouden met een bijdrage tussen de 15-25%, ofwel rond de grens van 19%. Hier komt goed naar voren dat de landbouwbijdrage per gebied sterk verschilt. Voor de gebieden met vrij intensieve landbouw is vaak een vrij grote bijdrage berekend. Uitzondering hierop vormen de meeste toestroomgebieden in Limburg, waar vooral nitraat naar het grondwater uitspoelt, en toestroomgebieden van wateren waar vooral RWZI's een groot aandeel hebben in de nutriëntenbelasting.
In diverse toestroomgebieden langs de Belgische en Duitse grens wordt de nutriëntenbelasting hoofdzakelijk bepaald door toestroom van het grensoverschrijdende water. Omdat de landbouwbijdrage alleen wordt bepaald op basis van de interne (gebiedseigen) bronnen, heeft de landbouwbijdrage in die grensgebieden betrekking op slechts een klein deel van de nutriëntenbelasting. Dat geldt ook voor polders waar vanuit de boezem of Rijkswater zeer veel water voor het doorspoelen wordt ingelaten.

Op het ruimtelijke schaalniveau van 65 gebieden is de landbouwbijdrage voor stikstof in 7 gebieden minder dan 15% en in 6 gebieden ligt de landbouwbijdrage tussen de 15 en 25%. De landbouwbijdrage voor fosfor is in 7 gebieden minder dan 15% en in 13 gebieden ligt de landbouwbijdrage tussen de 15 en 25%.
Bij de indeling in 21 gebieden is de landbouwbijdrage voor stikstof in 2 waterschapgebieden minder dan 15% en in 2 andere gebieden ligt de landbouwbijdrage tussen de 15 en 25%. De landbouwbijdrage voor fosfor is in 1 gebied minder dan 15% (Delfland) en in 6 andere waterschapgebieden ligt landbouwbijdrage tussen de 15 en 25%.

De landbouwbijdrage, berekend over de jaren 2017-2022, is voor stikstof ruim 10% kleiner dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse die was berekend voor de jaren 2010-2013. In 18 van de 26 waterschapgebieden (oude indeling 2012) is deze berekende bijdrage nu meer dan 5% lager. De landbouwbijdrage voor fosfor is in de meeste gebieden nu juist iets hoger, gemiddeld ongeveer 5%. In 2 gebieden (Hollandse Delta en Zeeuws-Vlaanderen) is de berekende landbouwbijdrage voor fosfor nu echter een stuk hoger (circa 25%).



Figuur 3.4 *Landbouwbijdrage stikstof (boven) en fosfor (onder) op twee schaalniveaus; links per waterschap (indeling in 21 gebieden), rechts per hydrologische eenheid (indeling in 65 gebieden).*

4 Discussie modelresultaten

4.1 Evaluatie bronnenanalyse resultaten

De resultaten van de bronnenanalyse kunnen op diverse wijzen worden geëvalueerd. Gelet op het primaire doel van het onderzoek, het bepalen van de bijdrage van de landbouw aan de nutriëntenbelasting, is het vooral belangrijk om de bronverdeling te evalueren en de betrouwbaarheid daarvan te beoordelen. Om dat te doen, is gekeken hoe onzekerheden over de berekende uit- en afspoeling doorwerken in de berekende landbouwbijdrage. Dit wordt behandeld in paragraaf 4.2. In de daaropvolgende paragrafen wordt ook ingegaan op onzekerheden rond de temporele verdeling van emissies, de rol van de waterbodem, de invloed van weerjaren, retentie en de uitwisseling (afwenteling) tussen de toestroomgebieden. In paragraaf 4.6 worden conclusies getrokken over het toepassingsbereik van de bronnenanalyse.

4.2 Onzekerheden berekende emissies

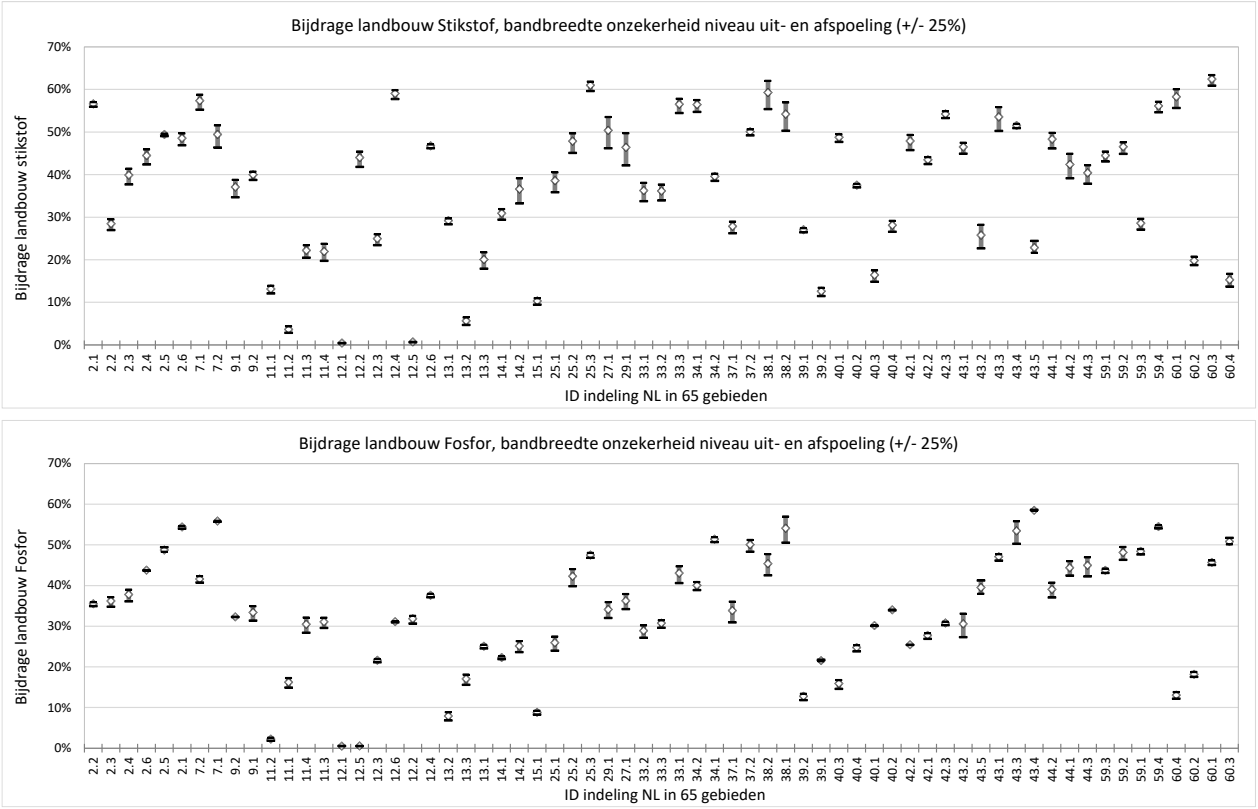
4.2.1 Inleiding

Onzekerheden in de berekende emissies hebben invloed op het niveau van de berekende belasting en de bronverdeling. De landbouwbijdrage wordt daarbij vooral beïnvloed door onzekerheden over het niveau van de uit- en afspoeling, de verdeling van bodembronnen in de uitspoeling, toevoegen of aanpassen van specifiek gebiedseigen bronnen, onzekerheden overige (belangrijke) bronnen: erfafspoeling, regenwaterriolen, atmosferische depositie open water en door de invloed van het weer. In het navolgende wordt ingegaan op deze onzekerheden en de mate waarin deze de berekening van de landbouwbijdrage beïnvloeden.

4.2.2 Onzekerheden niveau uit- en afspoeling

Landelijk wordt de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor door de WUR berekend met rekeneenheden van het modelinstrumentarium STONE (Wolf et al., 2003) en het in ontwikkeling zijnde LWKM (Bolt et al., 2022). Voor beide modellen worden de mestgiften en depositie op de landbouw- en natuurgronden ontleend aan het model INITIATOR (Kros et al., 2019). Voor het onderhavige onderzoek zijn de rekeneenheden van STONE doorgerekend met dezelfde modelinput die is gehanteerd voor de berekeningen van de uit- en afspoeling die met de LWKM-eenheden is berekend voor Emissieregistratie in 2024. In eerder onderzoek (Renaud et al., 2015) is onzekerheid over de uit- en afspoeling op landelijke schaal ingeschat op 25-50%. Om het effect van deze onzekerheid op de berekende landbouwbijdrage te bepalen, is een berekening uitgevoerd waarbij de uit- en afspoeling vanuit landbouw- en natuurgronden voor ieder toestroomgebied met 25% is verlaagd en vervolgens met 25% verhoogd. Dit geeft een indicatieve bandbreedte van onzekerheid voor de berekende landbouwbijdrage. Deze bandbreedte is voor de indeling in 65 gebieden weergegeven in Figuur 4.1.

Uit Figuur 4.1 komt naar voren dat de berekende bijdrage van de landbouw in geringe mate verandert (minder dan ± 4%) ten opzichte van de referentieberekening door de onzekerheden in het niveau van de uit- en afspoeling. Op het niveau van de indeling in 21 waterschapgebieden zijn de onzekerheidsmarges vergelijkbaar. Op het niveau van de afzonderlijke toestroomgebieden (738) zijn de onzekerheidsmarges voor de landbouwbijdrage veel groter, namelijk gemiddeld ongeveer ± 14%, met zo'n 150 gebieden waar deze meer dan ± 20% afwijken van de referentieberekening.



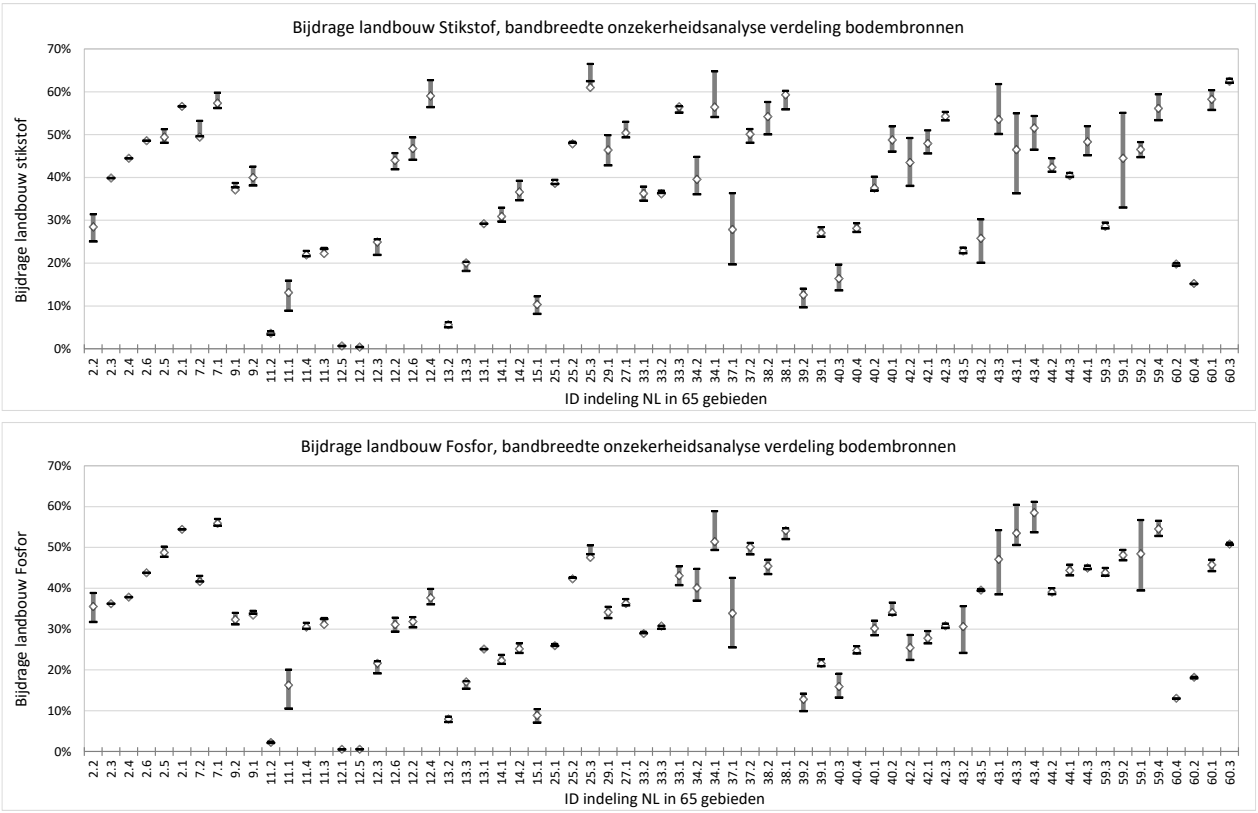
Figuur 4.1 *Bandbreedte van de landbouwbijdrage aan de totale emissie naar oppervlaktewater voor stikstof en fosfaat voor elk van de 65 gebieden, berekend op basis van de aangenomen onzekerheidsmarge in de uit- en afspoeling.*

4.2.3 Onzekerheden van de verdeling van de bronnen van de uit- en afspoeling

Zoals beschreven in het vorige hoofdstuk wordt voor de uit- en afspoeling uit landbouwgronden onderscheid gemaakt naar de onderliggende bronnen (ook wel aan te duiden als factoren): actuele mestgift, historische mestgift, kwel, atmosferische depositie, nalevering door (semi)natuurlijke uitloging en mineralisatie en uitspoeling van eerder geïnfiltreerd oppervlaktewater. De methode om deze verdeling te maken, wordt de komende jaren verder ontwikkeld en meer robuust gemaakt (Groenendijk en Renaud, 2022). Omdat voor de landbouwbijdrage alleen het deel van de uit- en afspoeling wordt meegeteld die voorkomt door mestgiften, heeft de berekende verdeling van de bronnen een grote invloed op de berekende landbouwbijdrage.

De verdeling van emissiebronnen is per SWAP-ANIMO-rekenplot berekend (zie methodiekbeschrijving in Bijlage 1). Voor elk toestroomgebied is op basis van de geselecteerde rekenplots een areaalgewogen verdeling bepaald. De onzekerheden rond deze berekende verdeling zijn op dit moment nog niet kwantitatief vastgesteld. Wel kan per toestroomgebied worden gekeken naar de variatie in het aandeel bemesting tussen de rekenplots. Deze variatie geeft een indicatie van de ruimtelijke spreiding van bemestingsbijdragen binnen een gebied. Op het niveau van de 738 toestroomgebieden blijkt deze spreiding aanzienlijk te zijn. Wanneer deze spreiding (benaderd via de standaarddeviatie van het aandeel bemesting) wordt gebruikt om een bandbreedte te bepalen voor de landbouwbijdrage aan de nutriëntenemissie, blijkt dat in ongeveer een derde van de toestroomgebieden de berekende landbouwbijdrage aan stikstof met meer dan 20% afwijkt van de referentiewaarde. Voor fosfor is deze afwijking nog iets groter (25%). Deze analyse maakt duidelijk dat ruimtelijke variatie in inputgegevens (zoals bemesting) binnen toestroomgebieden een substantiële invloed kan hebben op de uitkomsten van emissieberekeningen en dus op de ingeschatte landbouwbijdrage.

De onzekerheden rond deze berekende verdeling van emissiebronnen is nader in beeld gebracht door de ruimtelijke spreiding te berekenen op het niveau van de indeling in 65 gebieden en de 21 waterschapgebieden. Het resultaat hiervan is weergegeven in Figuur 4.2.



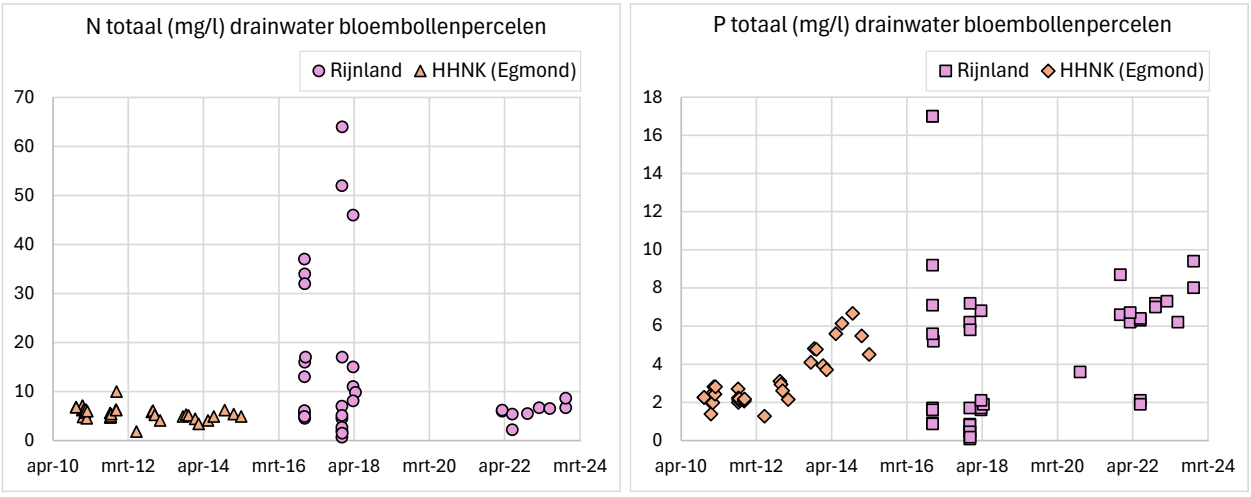
Figuur 4.2 *Bandbreedte landbouwbijdrage aan de totale emissie naar oppervlaktewater voor stikstof en fosfaat op basis van de onzekerheden van de berekende verdeling van de bronnen van de uit- en afspoeling.*

Uit Figuur 4.2. blijkt dat de indicatief berekende onzekerheden over de verdeling van de bronnen van de uit- en afspoeling in de meeste gebieden niet veel invloed hebben op de berekende landbouwbijdrage, maar ook dat de invloed wel vrij groot is (> +/- 5%) in zo'n 7 gebieden. Dat zijn met name enkele gebieden in Zuiderzeeland, Gelderland en Overijssel, waar de uitspoeling met relatief weinig rekenplots wordt berekend.

4.2.4 Uit- en afspoeling bloembollenteelt Zuid en Noord-Holland

Uit voorgaande regionale bronnenanalyses die zijn uitgevoerd met de methode KRW-ECHO (Hellman et al., 2014; Boekel et al., 2015) is naar voren gekomen dat de stofvrachten van fosfor die worden uitgemalen in gebieden met geconcentreerde bloembollenteelt in Noord- en Zuid Holland fors groter zijn dan met KRW-ECHO is berekend. Voor de onderhavige bronnenanalyse is nagegaan hoe de nutriëntenbalansen in Noord- en Zuid-Holland veranderen als wordt uitgegaan van metingen van drainagewater van bloembollenpercelen in Noord- en Zuid-Holland.

Op enkele bloembollenpercelen zijn in het verleden voor het Hoogheemraadschap van Rijnland metingen verricht waar het verzamelde water van de peilgestuurde buisdrainages onder bloembollenpercelen zijn bemonsterd om effecten van maatregelen om het drainwater te zuiveren te bepalen. Zulke metingen zijn ook uitgevoerd in Noord-Holland op een perceel in Egmond aan den Hoef. De metingen die in de periode 2009-2015 zijn uitgevoerd, zijn uitgewerkt en in onderzoeksrapporten gepubliceerd (Groenenberg et al., 2015; Buijert et al., 2015). Voor de landelijke bronnenanalyse zijn van het Hoogheemraadschap van Rijnland ook recente meetgegevens (2016-2023) van het drainagewater van bloembollenpercelen verkregen. Dit betreft de resultaten van monitoring die door Rijnland wordt uitgevoerd in het kader van diverse projecten voor bloembollenteelt, waaronder veldonderzoek naar de effecten van zuiverende ijzerzanddrains. De resultaten van de gemeten concentraties van bloembollenpercelen zijn weergegeven in Figuur 4.3.



Figuur 4.3 *Concentraties van het drainagewater onder verschillende (12) bloembollenpercelen in Rijnland (metingen 2016-2023) en onder een pilot bloembollenperceel in Egmond aan den Hoef (metingen 2010-2015).*

Met de metingen bij Egmond aan den Hoef in 2009-2015 wordt een gemiddelde concentratie afgeleid van 5,5 mgN/l en 3,1 mgP/l. Uit de recente metingen in Zuid-Holland komt naar voren dat er zeer hoge concentraties stikstof zijn gemeten in de periode 2016 (5 tot 34 mgN/l, gemiddeld 17 mgN/l). Op basis van de jaargemiddelde concentraties bedraagt het drainagewater over de periode 2016-2023 gemiddeld 8,8 mgN/l en 6,0 mgP/l. In het waterkwaliteitsmodel Sobek-Delwaq van Rijnland (Arcadis, 2020) wordt voor de emissies uit bloembollenpercelen een gehalte van 6,5 mgN/l en 6,0 mgP/l aangehouden. Dit is ook aangehouden in de regionale bronnenanalyse die recentelijk met KRW-ECHO voor Zuid-Holland is uitgevoerd (WUR, 2025).

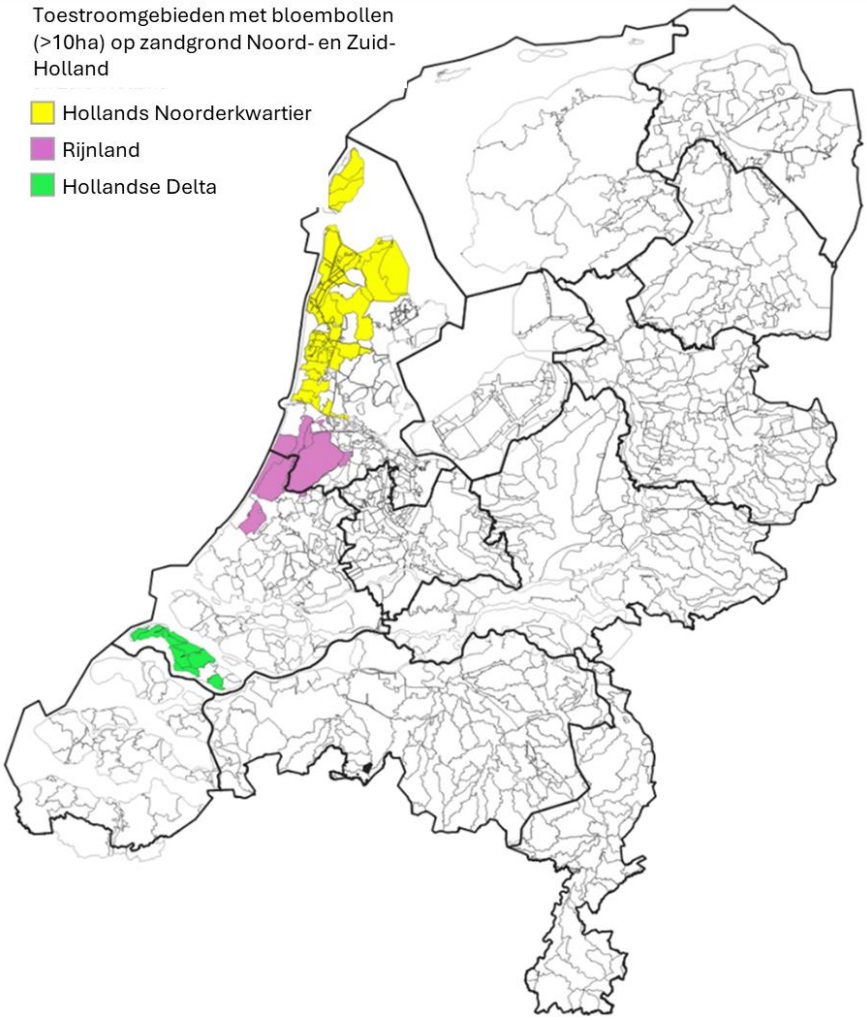
Om na te gaan in hoeverre deze concentraties afwijken van de generieke modellering van de uit- en afspoeling is gekeken naar de concentraties die zijn berekend met de rekenplots van SWAP-ANIMO in de toestroomgebieden met bloembollenpercelen op zand. In de periode 2017-2022 is volgens het LGN in totaal circa 15.750 ha aan bloembollenteelt geregistreerd in Zuid- en Noord-Holland. Op basis van de bodemkaart kan worden aangenomen dat ongeveer 11.300 ha van deze bloembollenpercelen op zandgronden wordt geteeld.

Figuur 4.4 geeft een overzicht van de toestroomgebieden in Noord- en Zuid-Holland waar op basis van het landgebruik en bodemtype meer dan 10 ha bloembollen op zandgrond aanwezig is. Dit omvat ruim 95% van al het areaal bloembollen op zandgrond in Noord- en Zuid-Holland. De gemiddelde concentraties die met SWAP-ANIMO zijn berekend voor het drainagewater in die gebieden zijn weergegeven in Tabel 4.1.

De gemiddeld berekende stikstofconcentraties in het drainagewater komen overeen met de gemeten waarden in bloembollenpercelen over de periode 2016–2023. Voor fosfor zijn de berekende concentraties echter aanzienlijk lager: circa 0,8 tot 1,0 mgP/l, terwijl de gemeten waarden gemiddeld rond de 6 mgP/l liggen.

Tabel 4.1 *Overzicht van het areaal bloembollenpercelen op zandgrond in Noord- en Zuid-Holland en de gemiddelde stikstof- en fosforconcentraties berekend met de rekenplots van STONE (SWAP-ANIMO) die voor die gebieden zijn geselecteerd.*

Waterschap	**Areaal (ha) bloembollen op zand**	**Berekende concentratie drainagewater SWAP-ANIMO**	
		Fosfor (mgP/L)	**Stikstof (mgN/L)**
Hollands Noorderkwartier	8488	0.77	10.7
Hollandse Delta	229	1.01	7.8
Rijnland	2560	0.75	8.3
Totaal	**11277**	**0.82**	**9.8**



Figuur 4.4 *Gebieden in Noord- en Zuid-Holland waar op basis van het landgebruik in 2017-2022 en het bodemtype meer dan 10 ha bloembollen op zandgrond aanwezig is.*

Op basis van deze analyse is een berekening met KRW-ECHO uitgevoerd, waarbij een uitspoelconcentratie van fosfor voor de bloembollenpercelen op zand is aangehouden van 6,0 mgP/l. De hiermee berekende toename van de uit- en afspoeling uit landbouwgronden en daarmee berekende landbouwbijdrage is weergegeven in Tabel 4.2.

Uit Tabel 4.2 blijkt dat de totale uit- en afspoeling van fosfor en daarmee de berekende landbouwbijdrage in de gebieden van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Hoogheemraadschap van Rijnland duidelijk hoger uitkomen dan de referentieberekening. De toename van de landbouwbijdrage bedraagt in die gebieden gemiddeld 12%. In toestroomgebieden met geconcentreerde bloembollenteelt is die toename zelfs rond de 30%. In de gebieden van Waterschap Hollandse Delta is het effect minder groot (een toename van de landbouwbijdrage van gemiddeld 4%), omdat het areaal bloembollen op zand ten opzichte van het totale landbouwareaal minder groot is.

Bedacht moet worden dat de hier beschouwde onzekerheden over de uit- en afspoeling van bloembollenteeltpercelen gebaseerd is op een beperkt aantal meetlocaties en dat er voor de bloembollenpercelen in Noord-Holland geen recente metingen beschikbaar waren, namelijk alleen metingen uit de jaren 2011-2014.

Tabel 4.2 *Landbouwbijdrage van fosfor in toestroomgebieden met bloembollenpercelen op zand in Zuid- en Noord-Holland op basis van de referentieberekening en de berekening uitgaande van een uitspoelconcentratie van 6 mgP/l voor bloembollenpercelen.*

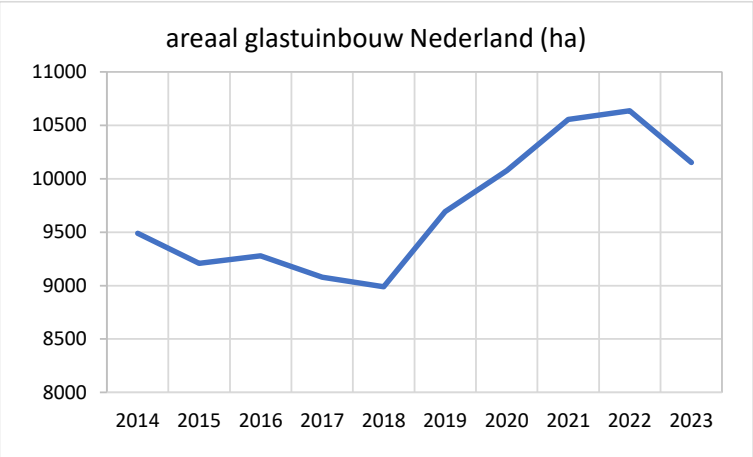
	Naam toestroomgebied	Uit- en afspoeling landbouw (kg/j)		Landbouw bijdrage fosfor (%)		
		Referentie	Toename (uitspoel-concentratie 6 mgP/l)	Referentie	Scenario bloembollen	Toename
Hollands Noorderkwartier	Waterdelen_polder_Eijerland	7873	5823	47%	61%	13%
	Waterdelen_Waal_en_Burg_en_het_Noorden	5324	1937	29%	35%	6%
	Waterdelen_Gemeenschappelijke_polders	10573	1270	34%	37%	2%
	Waterdelen_Schermerboezem_Noord_+	464	598	1%	2%	1%
	Waterdelen_AnnaPaulownapolder_hoog	3812	24449	63%	93%	29%
	Waterdelen_AnnaPaulownapolder_Laag	9538	20158	40%	68%	27%
	Waterdelen_Amstelmeerboezem	9637	2446	36%	42%	5%
	Waterdelen_Wieringermeer_West	34602	19562	35%	45%	10%
	Waterdelen_Wieringermeer_Oost	38068	15744	28%	35%	7%
	Waterdelen_Polder_Geestmerambacht	11457	2087	29%	32%	3%
	Waderdelen_VRNK_Boezem	28186	424	28%	28%	0%
	Wd_polders_Bergermeer	2286	3421	29%	50%	20%
	Wd_polders_Egmondermeer	2231	942	29%	36%	7%
	Wd_Oosterzijpolder	902	1888	30%	56%	26%
	Wd_de_Schermer-Noord	12460	1746	29%	32%	3%
	Wd_de_Schermer-Zuid	5436	532	34%	36%	2%
	Wd_Groot-Limmerpolder	3004	1364	32%	40%	8%
	Wd_Uitgeester en Heemskerkerbroekpolder	3536	2771	29%	42%	12%
	Waterdelen_Castricummerpolder	1580	571	24%	29%	5%
	Bollen_Noord	37569	120829	47%	78%	32%
	Overig_SBN	5907	1828	31%	36%	5%
	Bollen_Zuid	2081	8976	45%	80%	35%
	Waddenzee	2208	1825	47%	61%	15%
	Noordzeekanaal_NK	4566	367	20%	21%	1%
Rijnland	Vaarten_Haarlemmermeerpolder	40104	8581	25%	29%	4%
	Amsterdamse_Waterleidingduinen	268	501	13%	28%	15%
	Ringvaartsysteem	3706	560	2%	3%	0%
	Wateringen_Wassenaar_en_Valkenburg	4745	502	16%	17%	1%
	Trekvaartsysteem	12099	66105	18%	57%	39%
Hollandse Delta	Afwatering_Dirksland	4217	333	36%	37%	2%
	Afwatering_kern_Middelharnis	5669	1277	34%	39%	5%
	Afwatering_Stellendam	2873	692	30%	34%	4%
	Afwatering_Witte_Brug	3239	1624	20%	27%	7%
	Groote_Kreek	3150	269	37%	39%	2%
	Haven_van_Stellendam	4861	477	24%	26%	2%
	Grevelingenmeer	3794	2126	27%	37%	9%

4.2.5 Nadere beschouwing emissies glastuinbouw

Ook is in enkele onderzoeken (Schipper et al., 2019; Bakkum et al., 2020) geconcludeerd dat de emissies vanuit glastuinbouw naar het oppervlaktewater in Emissieregistratie worden onderschat. Hoewel de emissies van glastuinbouw geen invloed hebben op de berekening van de landbouwbijdrage (zie Tabel 4.3), worden onzekerheden met het oog op de bredere toepassingen van de resultaten van de bronnenanalyse hier behandeld.

Glastuinbouwemissies worden in Emissieregistratie (Deltares, 2024) geschat op basis van de arealen van de verschillende type substraatteelt en grondgebonden teelt, de emissiefactoren van stikstof en fosfor (kg/ha)

en de verdeling van de emissies over de compartimenten oppervlaktewater, bodem en riool. Het areaal van de glastuinbouw in Nederland varieert in de periode 2027-2022 tussen de 9000 en 10600 ha (zie Figuur 4.5).



Figuur 4.5 *Areaal Glastuinbouw Nederland. Bron: CBS Landbouwtelling, nabewerking Wageningen Economic Research.*

De emissiefactoren zijn weergegeven in Tabel 4.3. Voor substraatteelt zijn deze emissiefactoren conform de norm die in het Activiteitenbesluit is opgenomen. Deze norm is gelijk aan de emissie waaraan 70% van de lozende bedrijven in 2008 al voldoet. Deze norm was geldig tot en met 2014. Daarna is deze stapsgewijs afgebouwd naar een nagenoeg nul-lozing in 2027. Zo is in Tabel 4.3 te zien dat de emissiefactoren van substraatteelt voor 2018-2020 de helft zijn van de emissiefactoren in 2012-2014. De emissiefactoren voor grondgebonden teelt zijn afgeleid van onderzoeken van LTO groeiservice en Glaskracht Nederland.

De totale emissies naar water, riool en bodem worden in Emissieregistratie berekend door de emissiefactoren in Tabel 4.3 te vermenigvuldigen met de arealen. Bij substraatteelt wordt, indien aangesloten op het riool, aangenomen dat 50% van de emissies in het oppervlaktewater terechtkomt; bij grondgebonden teelt wordt uitgegaan van 20%. Voor het overige deel van de emissies wordt in Emissieregistratie aangenomen dat van substraatteelt 45% naar het riool gaat en 5% naar de bodem; bij grondgebonden teelt wordt uitgegaan van 60% naar het riool en 20% naar de bodem.
In totaal wordt in Emissieregistratie voor glastuinbouw in 2019 een emissie naar water berekend van ongeveer 367 ton stikstof en 51 ton fosfor. Omgerekend is dat 38 kgN/ha en 5,3 kgP/ha.

Tabel 4.3 *Emissiefactoren stikstof en fosfor glastuinbouw. Bron: Factsheet Emissieregistratie Glastuinbouw.*

Type	Gewas	periode:	Emissiefactor stikstof (kg/ha/jr)			Emissiefactor fosfor (kg/ha/jr)		
			2012-2014	2015-2017	2018-2020	2012-2014	2015-2017	2018-2020
Substraat teelt	Perkplanten		50	33	25	7.5	5	3.8
	Potplanten, totaal		150	100	75	22.5	15	11.3
	Anthurium		50	33	25	7.5	5	3.8
	Gerbera's		250	167	125	37.5	25	18.8
	Orchideeën		188	125	94	28.1	19	14.1
	Rozen		250	167	125	37.5	25.1	18.8
	Aubergines		200	133	100	30	20	15
	Aardbeien, totaal		200	133	100	30	20	15
	Komkommers		150	100	75	22.5	15	11.3
	Paprika's, totaal		200	133	100	30	20	15
	Tomaten, totaal		125	83	67	18.8	12.5	10.1
	Overige glasgroenten		25	25	25	3.8	3.8	3.8
	Opkweekmateriaal groenten onder glas		250	167	125	37.5	25.1	18.8
	Overig substraatteelt		113	75	57	16.9	11.3	8.6
Grond gebonden	Chrysanten		180	180	180	9	9	9
	Overig grondgebonden		108	108	108	5.4	5.4	5.4

De tuinders op substraatteelt zijn volgens het Activiteitenbesluit vanaf 2013 verplicht om de emissie te registeren en rapporteren aan de UO (Uitvoeringsorganisatie Integrale MilieuTaakstelling). Hierbij worden de emissiefactoren gebruikt zoals weergegeven in Tabel 4.3. In de praktijk van Hoogheemraadschap Delfland blijkt uit metingen dat er een hogere nutriëntenvracht op het oppervlaktewater terechtkomt dan is geregistreerd in de UO-database. Er blijkt een lekpercentage te zijn van ongeveer 20% (substraat en vollegrond tezamen). In Tabel 4.4 zijn de emissies voor de glastuinbouw in Delfland weergegeven op basis van de Emissieregistratie-data en de emissieschatting van het Hoogheemraadschap Delfland.

Tabel 4.4 *Emissies glastuinbouw Hoogheemraadschap Delfland 2019 volgens Emissieregistratie (ER-data) en de emissieschatting van Hoogheemraadschap Delfland (Bakkum et al., 2020).*

ID toestroom gebied	Areaal glastuinbouw uit LGN 2019 (ha)	Emissie stikstof (kg)	Emissie fosfor (kg)
ER-data gebied 15201	44	2911	352
ER-data gebied 15202	268	12030	1456
ER-data gebied 15203	2386	104561	12653
ER-data gebied 15204	518	26805	3244
ER-data gebied 15205	121	6151	744
ER-data gebied 15206	261	11241	1360
ER-data gebied 15207	0	15	2
ER-data Delfland (som bovenstaande gebieden)	3597	163714	19811
Emissieschatting Hoogheemraadschap Delfland[13]		213000	23000
onderschatting Emissieregistratie		30%	16%

De emissies uit Emissieregistratie (in de tabel aangeduid als ER-data) zijn ook de emissies zoals die zijn opgenomen in de landelijke bronnenanalyse. De emissieschatting van Hoogheemraadschap Delfland is ontleend aan de modelinput voor glastuinbouwemissies 2019 van het waterkwaliteitsmodel Sobek-Delwaq (Arcadis, 2020). De emissieschattingen geven volgens het waterschap een realistisch beeld, omdat de

[13] Deze schattingen zijn ontleend aan de modelinput van het bij Rijnland operationele waterkwaliteitsmodel Sobek-Delwaq.

modelresultaten aansluiten op de meerjarige veldmetingen van het waterschap in sloten rond glastuinbouwbedrijven.

Geconcludeerd wordt dat de glastuinbouwemissies in de praktijk voor de beschouwde periode voor stikstof 30% en voor fosfor 16% hoger kunnen zijn de schattingen van Emissieregistratie.

4.2.6 Onzekerheden emissieschattingen overige bronnen

In de bronnenanalyse is de belasting van het oppervlaktewater door de volgende bronnen ontleend aan Emissieregistratie:

- Erfafspoeling
- Meemesten sloten
- Glastuinbouw
- Regenwaterriolen
- Overstorten
- Ongezuiverde huishoudelijke lozingen en IBA's
- Atmosferische depositie (stikstof) op open water
- Binnen- en recreatievaart
- Watervogels

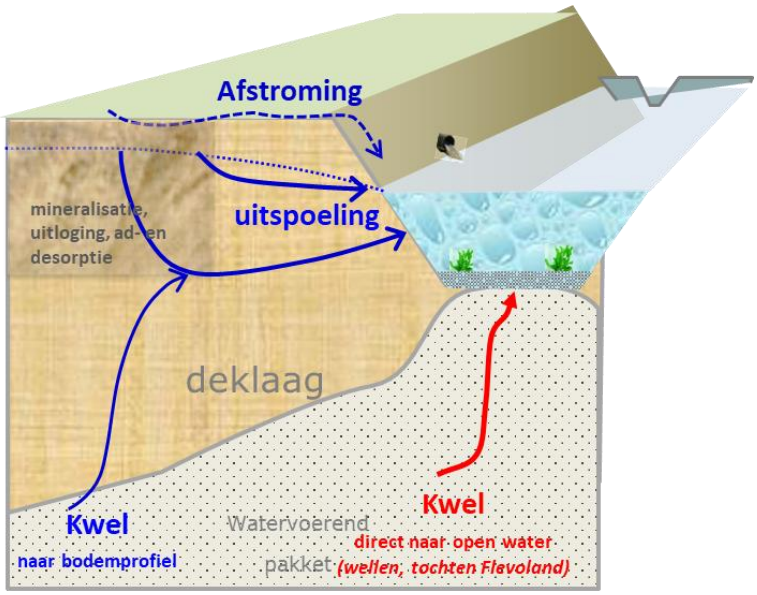
In Bijlage 6 wordt ingegaan op de onzekerheden rond deze emissies. Gelet op de bijdrage van deze bronnen aan de gebiedseigen belasting, zijn vooral de onzekerheden rond erfafspoeling en regenwaterriolen van belang. In zeer waterrijke toestroomgebieden zijn ook de onzekerheden rond atmosferische depositie op open water van belang en glastuinbouw in toestroomgebieden waar veel (geconcentreerde) glastuinbouw aanwezig is. De schattingen vanuit Emissieregistratie over de diffuse bronnen meemesten sloten, depositie en regenwaterriolen tonen overigens weinig invloed met de neerslag, en dat geldt in mindere mate ook voor erfafspoeling. Dit is van invloed op de bronverdeling omdat de berekende uit- en afspoeling wel vrij sterk met de weerjaren varieert.

Als een onzekerheidsmarge voor regenwaterriolen wordt aangenomen van ± 25%, heeft dat nauwelijks invloed op de berekende landbouwbijdrage. Deze verandert dan gemiddeld minder dan 1% en maximaal 3%. Datzelfde geldt als voor atmosferische depositie op open water een onzekerheidsmarge wordt aangenomen van ± 25%. De landbouwbijdrage wordt daarom slechts in zeer beperkte mate beïnvloed door de onzekerheden in de emissieschattingen van regenwaterriolen en de atmosferische depositie op open water.

De onzekerheidsmarges van de emissieschattingen van erfafspoeling zijn groot, omdat deze gebaseerd zijn op een kortlopende monitoring bij een vrij beperkt aantal bedrijven. De indruk is ook dat deze voor fosfor hoog zijn geschat door een aantal uitbijters in de metingen. Vanwege de onzekerheid van deze schattingen is voor Emissieregistratie in 2024 een onderzoek gestart om met een nieuwe monitoringopzet deze emissies beter te kunnen kwantificeren. Ter indicatie van de gevoeligheid is doorgerekend wat het effect zou zijn indien de erfemissies van fosfor 50% lager liggen dan de huidige schatting. In dat geval daalt de landbouwbijdrage gemiddeld met 2%. In enkele gebieden neemt de landbouwbijdrage af met 10 tot maximaal 15% af en in zo'n 90 van de 738 gebieden neemt de landbouwbijdrage af met 5 tot 10%. Op het niveau van de indeling in 65 hydrologische eenheden zijn er 3 gebieden waar de bijdrage dan met 5% tot maximaal 13% afneemt. Geconcludeerd kan worden dat de onzekerheden rond erfafspoeling in een aantal regio's (met name de Veluwe en delen van de Achterhoek) vrij sterk doorwerken in de berekening van de landbouwbijdrage.

4.2.7 Invloed directe kwel en wellen

Kwel treedt in de meeste gebieden vooral diffuus uit via de buisdrainage of als laterale stroming naar de sloten. Deze emissieroute is verdisconteerd in de berekende uit- en afspoeling. De emissies door directe kwel en wellen naar de waterlopen zijn niet meegenomen. Hiervan zijn geen schattingen in de Emissieregistratie en de bijdrage hiervan op de totale belasting wordt voor de meeste oppervlaktewaterlichamen als gering ingeschat. Het verschil tussen deze routes is schematisch weergegeven in Figuur 4.6.



Figuur 4.6 *Diffuse kwel naar het bodemprofiel en wellen en kwel die direct uittreedt in sloten en tochten. De blauw gekleurde fluxen (uitspoeling en afstroming) worden berekend met SWAP-ANIMO. Daarin wordt dus ook de kwel verdisconteerd die uittreedt in het bodemprofiel (deklaag).*

Wellen zijn een specifieke vorm van kwel. Dit wordt geïllustreerd in de Deltafact van STOWA over brakke kwel.[14] Bij een wel is het debiet lokaal veel groter door een opening in de deklaag. Door de hogere stroomsnelheid is de waterkwaliteit van wellen vaak ook anders dan de waterkwaliteit van de veel trager stromende kwel uit de omgeving. Hierdoor komt er vaak meer zout uit een wel en bevat dit hogere nutriëntenconcentraties dan niet-directe kwel, afhankelijk van de locatie.

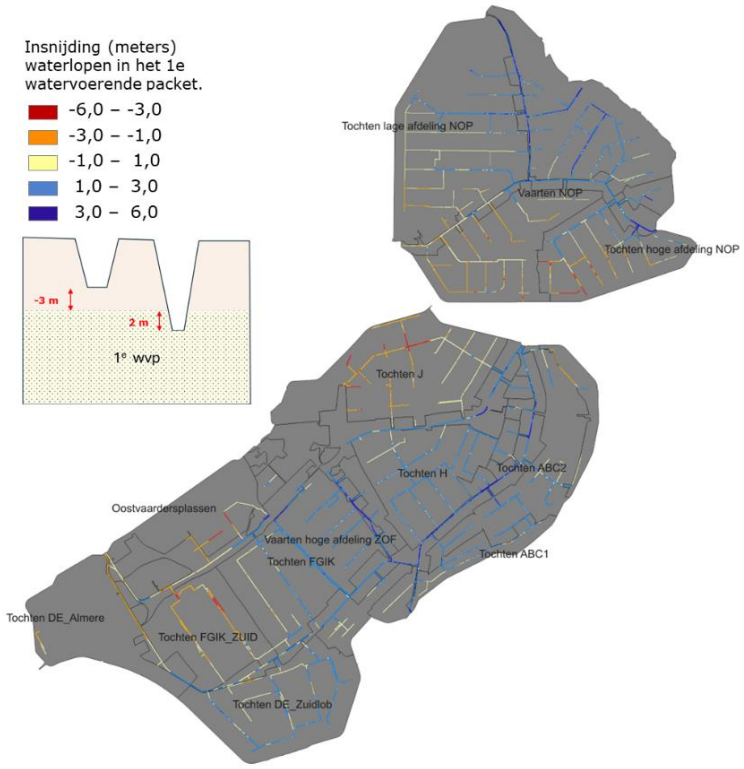
Alle waterschappen hebben gereageerd op het verzoek of in hun beheergebied wellen voorkomen en of voor die wellen informatie beschikbaar is om de nutriëntenbelasting daarvan te kwantificeren. Hieruit kwam naar voren dat wellen vooral voorkomen in het beheergebied van Rijnland en AGV en dat zij ook hydrologische informatie hebben om deze fluxen te kwantificeren. De wellen in het beheergebied van AGV zijn vrij diffuus, terwijl deze in polders van Rijnland zichtbare 'punt' wellen zijn, waarvan ook het aantal en de locaties bekend zijn. Verder is in voorgaande studies voor Zuiderzeeland (Schipper et al., 2020; 2022) naar voren gekomen dat de kwel die indirect uittreedt in tochten een belangrijke emissieroute voor nutriënten kan zijn. Vooral in de tochten die geheel of bijna geheel door de deklaag insnijden in het watervoerende pakket.

In gepubliceerde artikelen over wellen staat voornamelijk informatie hoe deze in geohydrologische modelstudies meegenomen kunnen worden en hoe dit wordt verdisconteerd in de kwel die direct uittreedt naar het oppervlaktewater. Deze kwel wordt dan berekend daar waar het stijghoogteverschil tussen het watervoerende pakket en het polderpeil groter is dan het overgewicht van de klei-/veenlaag tussen onderzijde sloot en bovenzijde watervoerende pakket.

De kwel en wellen die direct uittreden naar sloten en tochten kunnen niet plausibel worden ontleend aan het landelijke hydrologisch model. Dit kan wel uit het geohydrologisch model Azure, dat specifiek voor de landelijke regionale bronnenanalyse voor Flevoland door adviesbureau Sweco in opdracht van het waterschap

[14] https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/brakke-kwel

is aangeleverd (Van der Hauw, 2024). Deze directe kwel kan een belangrijke bron zijn in de tochten van Flevoland die (bijna of geheel) insnijden in het watervoerende pakket. Figuur 4.7 geeft een ruimtelijk beeld van de mate waarin de tochten geheel of bijna insnijden in het watervoerende pakket.



Figuur 4.7 *Afstand tussen onderkant deklaag en bodemniveau waterlopen. Tochten met positieve waarden doorsnijden de deklaag en staan in direct contact met het watervoerende pakket. Bron: model Azure, Sweco 2024.*

Waterschap Amstel Gooi en Vecht heeft vanuit hun gedetailleerde waterbalans berekeningen voor de landelijke bronnenanalyse per afwateringsgebied de fluxen (debieten) voor de directe kwel en diffuse wellen aangeleverd. Vooral in diepe polders zoals de Bethune, Horstermeerpolder en Groot Mijdrecht kunnen de directe kwel en wellen een belangrijke invloed hebben op de nutriëntenbelasting.

Voor Rijnland kunnen de wellen worden gekwantificeerd op basis van de gemiddelde dagflux van de wellen die experimenteel zijn bepaald op 21,3 m^3/dag en de aantallen wellen per polder. De locaties van deze wellen zijn weergegeven in Figuur 4.8.

Figuur 4.8 *Locaties puntwellen Rijnland (bron: Hoogheemraadschap Rijnland, 15-5-2025).*

Om de invloed van de directe kwel en wellen op de bronverdeling te bepalen, zijn afzonderlijke berekeningen uitgevoerd voor de toestroomgebieden van Zuiderzeeland, AGV en Rijnland. De stikstof- en fosforvrachten door directe kwel en wellen zijn als afzonderlijke bron berekend door de fluxen die hiervoor zijn aangeleverd te vermenigvuldigen met de concentraties van het grondwater. Hiervoor is een kaart gebruikt met de concentraties van stikstof en fosfor in het grondwater die WENR ook hanteert in de berekeningen van de diffuse kwel voor het Landelijk Waterkwaliteit Model (LWKM). Nadat de bron 'directe kwel en wellen' is toegevoegd aan de nutriëntenbalans, is berekend hoeveel hierdoor de berekende landbouwbijdrage afneemt. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 4.5.

Tabel 4.5 *Directe kwel naar oppervlaktewater in de gebieden van AGV, Zuiderzeeland en Rijnland (uitgedrukt in mm/jaar toestroomgebied) en het effect daarvan op de berekende landbouwbijdrage.*

	Naam toestroomgebied	Directe kwel mm/j	Landbouw bijdrage stikstof			Landbouw bijdrage fosfor		
			Referentie	directe kwel en wellen	Verschil (afname)	Referentie	directe kwel en wellen	Verschil (afname)
Amstel Gooi & Vecht	Waterleidingplas	4304	17%	1%	16%	20%	6%	15%
	Vecht	2808	31%	6%	25%	38%	13%	25%
	Vaarten Groot Mijdrecht	1604	5%	2%	3%	20%	6%	14%
	Vinkeveense Plassen	977	6%	3%	3%	27%	12%	15%
	Vecht	174	37%	28%	8%	45%	41%	4%
	Naardermeer	85	1%	1%	<1%	2%	2%	<1%
	ARK Noordpand	80	26%	25%	1%	25%	25%	<1%
	Vecht	32	18%	16%	1%	26%	26%	<1%
Rijnland	Vaarten Nieuwe Driemanspolder	26	13%	11%	2%	13%	11%	2%
	Braassemermeer en Wijde Aa	16	21%	20%	1%	21%	20%	1%
	Vaarten Polder de Noordplas	10	22%	21%	1%	22%	21%	1%
	Vaarten Haarlemmermeerpolder	8	29%	28%	1%	29%	28%	1%
	Mooie Nel en Lieden	1	28%	28%	<1%	28%	28%	<1%
	Oude Rijnsysteem	1	15%	15%	<1%	15%	15%	<1%
	Vaarten Zuidelijk Veengebied	1	32%	31%	<1%	32%	31%	<1%
Zuiderzeeland	Vaarten NOP	888	14%	6%	9%	9%	6%	4%
	Tochten hoge afdeling NOP	131	54%	47%	7%	58%	57%	2%
	Tochten lage afdeling NOP	111	52%	52%	<1%	52%	52%	<1%
	Vaarten Lage afdeling ZOF	450	10%	3%	7%	8%	6%	3%
	Vaarten hoge afdeling ZOF	349	25%	9%	16%	45%	28%	16%
	Tochten ABC1	340	22%	9%	13%	20%	10%	11%
	Tochten ABC2	291	33%	16%	18%	44%	29%	14%
	Tochten H	214	41%	14%	27%	64%	45%	20%
	Tochten FGIK	167	31%	17%	14%	44%	35%	10%
	Tochten J	111	41%	26%	15%	39%	37%	3%
	Tochten DE_Zuidlob	78	25%	17%	8%	30%	25%	5%
	Tochten DE_Almere	13	10%	10%	<1%	5%	5%	<1%
	Tochten FGIK_zuid	10	54%	53%	1%	52%	52%	<1%

In het gebied van AGV is de directe kwel in acht toestroomgebieden toegevoegd op basis van de kweldebieten die het waterschap voor deze analyse heeft aangeleverd. De kwel levert in vier gebieden van AGV een groot aandeel in de waterbalans (kwelflux groter dan 2 mm/dag). Door de bron directe kwel en wellen in die gebieden toe te voegen in de berekeningen, neemt de landbouwbijdrage voor fosfor in die vier gebieden af met 14% tot 25% en voor stikstof met 3% tot 25%. In het toestroomgebied Vecht neemt de bijdrage voor stikstof af met 8% en voor fosfor met 4%. In de overige drie gebieden is de afname minder dan 1%.

Ondanks het grote aantal puntwellen in het beheergebied van Rijnland (zie Figuur 4.8), hebben deze per toestroomgebied een gering aandeel in de waterbalans (kwelflux 1-26 mm/jaar). Door deze wellen mee te nemen in de nutriëntenbalans, neemt de berekende landbouwbijdrage voor stikstof en fosfor in geringe mate af (1 à 2%).

Het meenemen van de directe kwel in het gebied van Zuiderzeeland heeft een belangrijke invloed op de nutriëntenbalans, vooral waar veel van de tochten geheel of bijna insnijden in het watervoerende pakket (zie Figuur 4.7). Door deze directe kwel mee te nemen in de nutriëntenbalans, neemt in de toestroomgebieden van Zuiderzeeland de berekende landbouwbijdrage af met gemiddeld 10% (<1-27%) en voor fosfor met gemiddeld 7% (<1-20%).

4.3 Temporele verdeling over zomer- en winterhalfjaar

Voor ieder jaar zijn de emissies van N en P naar het oppervlaktewater voor het zomerhalfjaar en winterhalfjaar berekend. De belangrijkste bronnen zijn:

- Uit- en afspoeling uit landbouw en natuurgronden en overig onverhard (stedelijk groen e.d.)
- RWZI's
- Toestroom buitenland
- Inlaat rijkswater

Om de emissies van deze bronnen voor het zomer- en winterhalfjaar te berekenen wordt met KRW-ECHO de temporele informatie gebruikt zoals weergegeven in Tabel 4.6.

Tabel 4.6 *Temporele informatie die in KRW-ECHO wordt gebruikt om de nutriëntenbelasting van de uit- en afspoeling, RWZI's, toestroom buitenland en inlaat rijkswater te verdelen over het zomer- en winterhalfjaar.*

Bron	Beschikbare informatie debieten	Beschikbare informatie concentraties
Uit- en afspoeling	Dag – decade (berekend)	Decade (berekend met ANIMO)
RWZI's	Dagcijfers effluent (metingen)	2-5 keer per maand
Toestroom buitenland	Dagcijfers (metingen)	1-2 x per maand
Inlaat rijkswater	Wisselend (metingen dagdebieten, maar voor diverse gebieden ook grove schattingen mm zomerhalfjaar)	1-2 x per maand

De overige bronnen worden ontleend aan Emissieregistratie. Dit zijn jaarvrachten. In diverse toestroomgebieden leveren de emissies van regenwaterriolen, erfafspoeling, stikstofdepositie op open water en glastuinbouw een significante bijdrage (> 5%). De overige bronnen (industrie, overstorten, watervogels, IBA's, binnen- en recreatievaart) leveren in de meeste gebieden een zeer geringe bijdrage (< 1 à 2%).

Voor die bronnen zijn alleen jaarcijfers beschikbaar, maar om een goede bronverdeling te berekenen voor het zomer- en winterhalfjaar kan het meerwaarde hebben om een temporele verdeling aan te houden. Om emissievrachten temporeel en ook qua stoffracties beter te verdelen, heeft Deltares een inventarisatie uitgevoerd (memo J. van den Roovaart, 2022) met daarin een voorzet voor een temporele verdeling. Op basis van de onderbouwingen voor deze temporele verdeling en het feit dat een temporele verdeling van deze bronnen niet is gehanteerd in de tussenevaluatie van de KRW (Van den Roovaart et. al., 2024), is besloten om voor de landelijke bronnenanalyse ook geen temporele verdeling te hanteren. Het verdient aanbeveling om voor een te hanteren temporele verdeling uitgebreider onderzoek te doen en deze voor nutriënten vooral te richten op de bronnen regenwaterriolen, overstorten, meemesten sloten, erfafspoeling en glastuinbouw.

4.4 Rol waterbodems

De bijdrage door nalevering vanuit (historisch belaste) eutrofe waterbodems is in dit onderzoek niet als afzonderlijke bronterm gekwantificeerd. Dit kan in bepaalde situaties een belangrijk fosfaatbelasting geven in de zomer, met name in waterlopen waar veel fosfaat in het slib aanwezig is en er sterk gereduceerde condities zijn op het grensvlak van water-slib. Informatie om deze term (nalevering van fosfaat uit slib) te kunnen kwantificeren, is beperkt. In waterkwaliteitsmodellen zoals Delwaq en PC-Ditch kan deze nalevering worden gesimuleerd, maar de benodigde parameters om de processen te kwantificeren, zijn veelal onbekend en/of onzeker, mede omdat de condities voor de nalevering van fosfaat sterk per locatie verschillen. Het baggeren heeft ook veel invloed op de mogelijke nalevering vanuit de waterbodems. Informatie over de locatie, timing en omvang van baggerwerkzaamheden is vaak onvolledig of slechts fragmentarisch beschikbaar. Het in kaart brengen hiervan vergt aanzienlijke inspanning en vereist diverse onzekere aannames om de fosforverwijdering uit waterbodems in polders te kunnen schatten (Lekkerkerker et al., 2022).

Nalevering van fosfor vanuit de waterbodem wordt primair veroorzaakt door de ophoping van fosfor in de waterbodems. Deze ophoping wordt bepaald door de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Als de nalevering van fosfaat uit de waterbodem meegenomen wordt in de bronnenanalyse, is het voor de berekening van de totale bronverdeling nodig om de nalevering op te splitsten in de verschillende bronnen. De (lang)jarige bronverdeling van de nutriëntenbelasting van de voorgaande jaren is daarvoor het plausibelst. Deze benadering is onder andere toegepast in modelonderzoek om de achtergrondbelasting van stikstof en fosfor in de oppervlaktewateren van Waterschap Noorderzijlvest te bepalen (Schipper et al., 2023).

Geconcludeerd kan worden dat het meenemen van de nalevering van waterbodems op de jaargemiddelde bronverdeling weinig effect heeft, tenzij de beschouwde periode een groot aantal jaren bestrijkt en de verhoudingen van de emissies in die periode sterk zijn gewijzigd. Het meenemen van nalevering van de waterbodem heeft op de bronverdeling in het zomerhalfjaar alleen effect als de bronverhouding tussen de zomer en winter sterk verschilt.

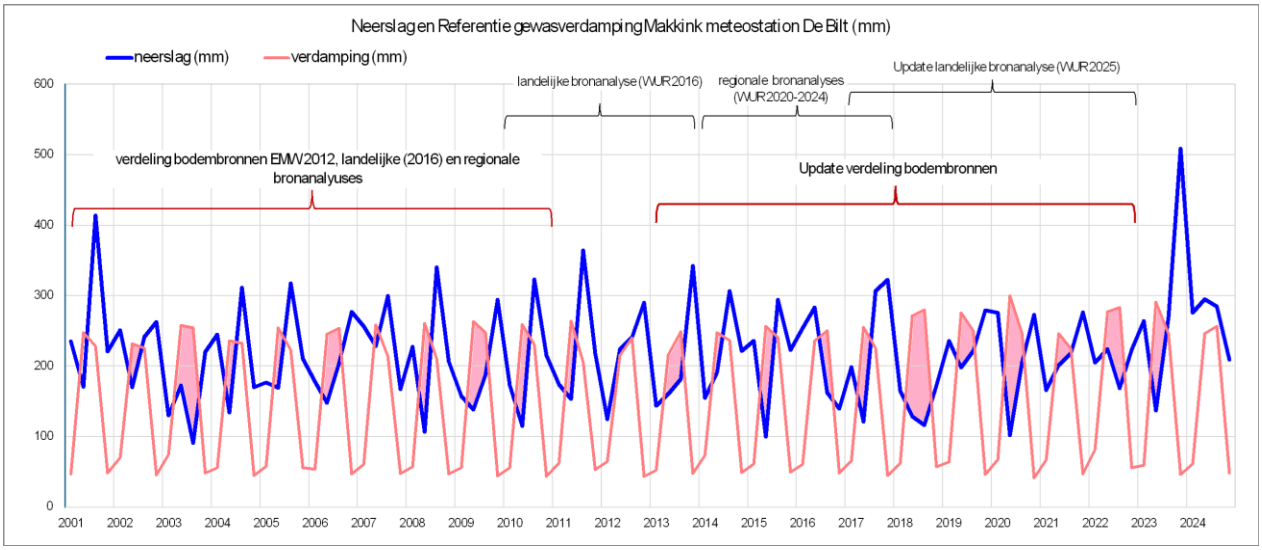
4.5 Invloed weerjaren

In de voorgaande landelijke bronnenanalyse is de belasting berekend voor de jaren 2010 tot en met 2013. Daarbij is de verdeling van de bodembronnen (de verdeling van uit- en afspoeling van landbouwgronden) afgeleid van de uit- en afspoeling die is berekend voor de periode 2000 t/m 2009. In de recente regionale bronnenanalyses is de belasting berekend voor de periode 2014 t/m 2017. Daarbij is dezelfde verdeling van de bodembronnen aangehouden als in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. De onderhavige bronnenanalyse is, zoals aangegeven, uitgevoerd voor de periode 2017 t/m 2022. En de verdeling van de bodembronnen is opnieuw afgeleid, maar dan voor de periode 2013 t/m 2022. Deze perioden zijn weergegeven in Figuur 4.9. Daarin zijn ook de neerslag en referentie gewasverdamping opgenomen.

Voor de interpretatie van de neerslag en verdamping is het neerslagtekort in Figuur 4.9 gearceerd weergegeven. Dat zijn de perioden waarin de verdamping op kwartaalbasis groter was dan de neerslag. Uit de figuur komt duidelijk naar voren dat er in de nu berekende periode drogere zomers waren dan in 2010-2013 en 2014-2017. Ook is de nu beschouwde periode voor de verdeling van de bodembronnen (2013-2022) gemiddeld droger dan de periode 2000-2009.

In droge zomers is er (veel) minder drainafvoer van de percelen en is de invloed van kwel en mineralisatie op de uitspoeling relatief groot, omdat er vooral sprake is van basisafvoer en door de relatief lage grondwaterstanden ontstaat er een verhoogde mineralisatie. Hierdoor wordt in droge jaren een significant lagere landbouwbijdrage berekend dan in gemiddelde of relatief natte jaren.

De landbouwbijdrage is berekend op basis van de zesjarig gemiddelde bronverdeling over de periode 2017-2022. Deze periode omvat, zoals aangegeven, vier droge jaren. Gemiddeld is het jaarlijkse neerslagoverschot over die periode op basis van meteostation De Bilt 88 mm.



Figuur 4.9 *Neerslag en referentie gewasverdamping per kwartaal op basis van meteostation De Bilt. In de figuur is het neerslagtekort gearceerd weergegeven. Ook zijn in de figuur de perioden van de verschillende bronnenanalyses weergegeven.*

Het neerslagoverschot voor de jaren 2001-2024 was gemiddeld 270 mm per jaar en over het zomerhalfjaar was het gemiddelde neerslagtekort 72 mm. Het neerslagoverschot over de periode 2017-2022 waarmee de balansen zijn berekend, was gemiddeld 195 mm met in het zomerhalfjaar een tekort van gemiddeld 154 mm. 2017 had een neerslagoverschot van 358 mm met een neerslagtekort in het zomerhalfjaar van 53 mm. Dit jaar is daarom meteorologisch gezien daarom een meer gemiddeld jaar – vooral wat betreft het zomerhalfjaar – dan de periode 2017-2022. Tabel 4.7 laat zien wat het effect is van het rekenen met een meteorologisch meer gemiddeld jaar (2017) en de referentie (2017-2022) op de landbouwbijdrage voor stikstof en fosfor, voor drie verschillende schaalniveaus. Afhankelijk van het toestroomgebied wordt een lagere of hogere landbouwbijdrage berekend.

Tabel 4.7 *Het verschil in de landbouwbijdrage berekend over het jaar 2017 ten opzichte van de relatief drogere periode 2017-2022 voor stikstof en fosfor voor drie verschillende schaalniveaus.*

	Stikstof			Fosfor		
Schaalniveau	**738 gebieden**	**65 Gebieden**	**21 Gebieden**	**738 gebieden**	**65 Gebieden**	**21 Gebieden**
Gemiddelde afwijking	1%	1%	0%	1%	2%	2%
Bereik (min.-max.)	-8% / 9%	-6% / 5%	-4% / 3%	-22% / +25%	-2% / +6%	0 / +6%
Standaard deviatie	2%	2%	2%	6%	1%	1%

Tabel 4.7 geeft alleen de invloed van de gekozen periode, want er is voor 2017 dezelfde verdeling van de bodembronnen aangehouden als voor de periode 2017-2022. Hieruit blijkt dat als de landbouwbijdrage wordt gebaseerd op het jaar 2017 in plaats van 2017-2022, dit voor fosfor op het niveau van de afzonderrijke toestroomgebieden tot circa 25% kan afwijken. Gemiddeld is de landbouwbijdrage berekend voor 2017 een weinig groter (1 à 2%) dan berekend voor 2017-2022.

4.6 Uitwisseling van water tussen toestroomgebieden

In het merendeel van de KRW-oppervlaktewaterlichamen wordt de belasting deels bepaald door afwenteling van bovenstroomse gebieden en/of door waterinlaat. De complexiteit van het Nederlandse watersysteem met de talrijke boezems, kanalen en diffuse inlaten komt goed tot uitdrukking in de modelschematisering die per waterschapgebied is weergegeven in de routingschema's (Bijlage 3).

De waterverdeling van water dat wordt afgewenteld is in die schema's in procenten weergegeven. Deze percentages zijn voor zowel het zomer- als winterhalfjaar afgeleid van de aangeleverde monitoringsdata van de debieten (waterafvoeren). Echter, in lang niet alle uitwisselpunten worden deze debieten gemonitord, waardoor de waterverdeling is gebaseerd op schattingen van het waterschap en/of andere aannames. Dat geldt ook voor het water dat toestroomt vanuit Duitsland en Vlaanderen. In ruwweg de helft van de grenswateren zijn geen goede debietmeetpunten aanwezig en moet de toestroom worden geschat op basis van andere vergelijkbare grenswateren en/of kennis over de omvang van het toestroomgebied aan de Duitse/Belgische zijde. Ditzelfde geldt in het algemeen ook voor inlaatwater. Als het diffuse inlaten zijn (heveltjes e.d.), kan de hoeveelheid alleen wordt geschat met expert- en gebiedskennis. Voor diverse boezemsystemen is ook geen monitoring operationeel om de water aan- en afvoeren te meten.

Om toch zo goed mogelijk de invloed van afwenteling op de nutriëntenbelasting te bepalen, is, zoals eerder aangegeven, nauw contact geweest met de waterschappen. De door WENR opgezette routingschema's bleken voor de hydrologen van de meeste waterschappen een goed aanknopingspunt om de nodige hydrologische informatie en expertkennis in te kunnen brengen.

Door de actieve inbreng van de waterschappen is de aanvoer van water en nutriëntenbelasting die afkomstig is van inlaat van rijkswateren en toestroom vanuit het buitenland betrouwbaarder en gedetailleerder berekend dan de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Dat geldt ook voor de uitwisseling van water en nutriënten tussen de toestroomgebieden (in deze studie aangeduid als afwenteling). De voornaamste feedback van de waterschappen op de tussenresultaten betreft (omissies in) waterinlaat, de afwenteling (routingschema's) en de invloed van de RWZI's in gebieden waar de stromingsrichting wisselt tussen droge perioden en perioden met neerslagoverschot.

Bedacht moet worden dat het oppervlaktewatersysteem in Nederland in veel gebieden zeer complex is, en dat in lang niet alle oppervlaktewaterlichamen de aan- en afvoeren goed bekend zijn. De onzekerheden rond de afwenteling zijn daarom niet goed te kwantificeren. Maar omdat de schema's en tussenresultaten enkele keren zijn uitgewisseld met de waterschappen en zij ook een actieve inbreng en feedback hebben geleverd, kan geconcludeerd worden dat de modelschematisering met de opgelegde hoeveelheden waterinlaat en waterverdeling een goede weerspiegeling is van de huidige beschikbare informatie en gebieds- en expertkennis van de regionale waterbeheerders.

4.7 Retentie

De methodiek om de retentie te kwantificeren, is dezelfde als eerder toegepast in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016). Hierbij wordt onderscheid gemaakt in vaste percentages (zoals bij inlaten) en afvoerafhankelijke retentie (zoals uit- en afspoeling). Hoewel de methodiek hetzelfde is, is de totaal berekende retentie in onderhavige studie gemiddeld aanmerkelijk groter dan in eerdere bronnenanalyses. Hiervoor zijn twee oorzaken aan te wijzen. Ten eerste wordt de beschouwde periode 2017-2022 gekenmerkt door droge zomers. In vier jaren is in het zomerhalfjaar sprake van een vrij fors neerslagtekort (neerslag minus referentie gewasverdamping), zie paragraaf 4.5. In die zomers wordt weinig afvoer berekend, waardoor in vrij afwaterende gebieden een hoge retentie wordt berekend. In polders wordt de retentie van stikstof berekend op basis van vastgestelde factoren, zonder dat deze afhankelijk worden gesteld van de afvoeren en dus zonder onderscheid tussen natte en droge jaren. Dat geldt, zoals aangegeven, ook voor de retentie van RWZI's, waterinlaat en toestroom buitenland. Omdat in de droge zomers voor de uit- en afspoeling een relatief geringe nutriëntenbelasting wordt berekend, is de retentie die berekend wordt met vaste kentallen relatief gezien hoog.

Ook is de retentie zoals die voor vrij afwaterende gebieden wordt berekend relatief hoog, omdat deze wordt berekend op basis van de specifieke waterafvoer. Door de droge weerjaren, met name de zomers, is de afvoer relatief laag en daarmee wordt een relatief hoge retentie berekend.

Een ander belangrijk aandachtspunt is dat de vaste retentiepercentages van 50% voor fosfor en 20% voor de RWZI's, inlaat en afwenteling schaalafhankelijk zijn. Als er sprake is van één toestroomgebied, bijvoorbeeld een toestroomgebied (polder) dat afwatert op een boezem, is de berekende retentie van de

waterinlaat 20%. Maar als er sprake is van een keten van drie aaneengeschakelde toestroomgebieden (drie polders) waarvan alleen de eerste rijkswater inlaat, dan is de berekende retentie voor het rijkswater in de eerste polder 20%, in de tweede polder 36% ($1-0.8^2$) en in de derde polder 49% ($1-0.8^3$). De retentieschatting van 20% is eerder landelijk toegepast (Boekel et al., 2012) op een schaalniveau waarbij Nederland was ingedeeld in circa 125 deelstroomgebieden en daarna in de voorgaande landelijke bronnenanalyse bij een indeling in circa 500 deelstroomgebieden. In het onderhavige onderzoek wordt het oppervlaktewater ingedeeld in 738 deelstroomgebieden. Het ontbreekt aan kennis en onderbouwing op welke schaal de grove retentieschatting van 50% en 20% valide is, maar de indruk is dat deze voor de hier toegepaste schaal (738 toestroomgebieden) te hoog is ingeschat.

De retentie heeft overigens geen invloed op de bronverhouding van de gebiedseigen bronnen, en daarmee ook niet op de berekende landbouwbijdrage, omdat deze wordt berekend op basis van de bronverhouding van de gebiedseigen belasting. Wel heeft de retentie dus invloed op de afwenteling, en daarmee ook op de berekening van de bronnen van herkomst in een gebied als daarbij de afwenteling wordt meegenomen.

4.8 Synthese toepassingsbereik

Voor de af te leiden landbouwbijdrage zijn diverse vormen van onzekerheden beschouwd:
- Het berekende niveau van de uit- en afspoeling (alle landbouw- en natuurgronden);
- Het berekende niveau van de uit- en afspoeling van bloembollenpercelen in Noord- en Zuid-Holland;
- Onzekerheden over de emissieschattingen voor glastuinbouw;
- De ruimtelijke variatie van het berekende aandeel mestgiften in de uit- en afspoeling uit landbouwgronden;
- De invloed van directe kwel en wellen als extra bron;
- De invloed van het weer (2017 versus de gemiddelde drogere periode 2017-2022);
- Onzekerheden over de emissies door erfafspoeling en regenwaterriolen.

Verder is ook ingegaan op de onzekerheden over de verdeling van de emissiebronnen over het zomer- en winterhalfjaar, afwenteling en de retentie. Deze onzekerheden hebben echter geen invloed op de berekening van de landbouwbijdrage.

De onzekerheden over de verdeling van het bodembronnen hebben een grote invloed op de berekende landbouwbijdrage. Dat komt omdat de uit- en afspoeling in de meeste toestroomgebieden de grootste gebiedseigen bron is en het aandeel mestgiften in de uit- en afspoeling de grootste factor is in de berekening van de landbouwbijdrage. De onzekerheden over het gekozen jaar en het niveau (kg/ha) van de uit- en afspoeling hebben duidelijk minder invloed op de berekende landbouwbijdrage, hoewel deze invloed in sommige toestroomgebieden ook groot is.

De invloed van directe kwel en wellen is specifiek berekend voor de gebieden waar dit een belangrijke factor kan zijn, namelijk in de diepe polders van Amstel Gooi en Vecht, de gebieden van Zuiderzeeland en de polders van Rijnland. Het meenemen van deze extra bron heeft een grote invloed op de landbouwbijdrage in de gebieden van Zuiderzeeland, omdat veel tochten daar diep insnijden in de deklaag. Ook hebben de wellen en directe kwel in enkele polders van AGV een sterk verlagende invloed op de berekende landbouwbijdrage. De invloed van wellen in Rijnland hebben nauwelijks invloed op de landbouwbijdrage.

In enkele gebieden werken ook de onzekerheden rond erfafspoeling vrij sterk door in de berekende landbouwbijdrage. De onzekerheden rond atmosferische depositie op open water en regenwaterriolen hebben een beperkte invloed op de berekende landbouwbijdrage.

Omdat deze onzekerheden verschillend van aard zijn, is het niet zinvol om hiermee een gecombineerde bandbreedte van onzekerheden te berekenen. Dit zou namelijk een schijnnauwkeurige bandbreedte geven.

De landbouwbijdrage kan met deze bronnenanalyse worden berekend voor ieder afzonderlijk toestroomgebied, maar deze bijdrage kan op dit schaalniveau sterk afwijken gelet op de beschouwde onzekerheden. Op het schaalniveau van de 65 hydrologische eenheden wordt de berekende

landbouwbijdrage wel als voldoende robuust beschouwd. De beschouwde onzekerheden nemen niet sterk af als de landbouwbijdrage wordt berekend op het schaalniveau van de 21 waterschapgebieden.

Beleidsmatig is behoefte aan inzichten in de nutriëntenbelasting, herkomst en effecten van maatregelen op een vrij gedetailleerd ruimtelijk niveau. Het schaalniveau van de bronnenanalyse met KRW-ECHO is afgestemd op de oppervlaktewaterlichamen die voor de KRW zijn aangewezen. Voor dit schaalniveau is de methodiek om de retentie te kwantificeren relatief grof en onzeker. Dat maakt dat vooral de doorwerking van bronnen naar benedenstroomse gebieden relatief onzeker is alsmede de vrachten en concentraties in de berekende water- en nutriëntenbalansen. Daarbij moet worden bedacht dat monitoring van waterafvoeren en concentraties in die afvoeren op belangrijke uitwisselpunten in veel gebieden beperkt is, mede door de complexiteit van het watersysteem (fysiek en qua beheer). Dit beperkt de mogelijkheden om modellering van de water- en nutriëntenbalansen op het detailniveau van de oppervlaktewaterlichamen te kalibreren en valideren.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Deze studie geeft een zo goed mogelijke inschatting van de bijdrage van alle relevante bronnen aan de belasting van de oppervlaktewateren met stikstof en fosfor. De verhouding van de bronnen komt globaal overeen met eerdere onderzoeken; de belangrijkste bronnen zijn uit- en afspoeling van landbouw, RWZI's, buitenland (grensoverschrijdende wateren vanuit België en Duitsland) en inlaat van rijkswateren.

Het toepassingsbereik van de berekende landbouwbijdrage is afhankelijk van de mate waarin onzekerheden van de berekende emissies doorwerken in de gebiedseigen verdeling van de bronnen die het oppervlaktewater van een toestroomgebied belasten. De onzekerheden rond de verdeling van de bodembronnen in de uit- en afspoeling, erfafspoeling, bloembollenteelt op zand in Noord- en Zuid-Holland en directe kwel en wellen in de gebieden van Zuiderzeeland en AGV werken het meest door in de berekende landbouwbijdrage. De onzekerheden over de bloembollenteelt geeft een duidelijk hogere landbouwbijdrage voor fosfor in delen van Noord- en Zuid-Holland. Het als extra bron meenemen van directe kwel en wellen in Amstel Gooi en Vecht en Zuiderzeeland geeft een duidelijk lagere landbouwbijdrage van zowel stikstof als fosfor. De onzekerheden over de uit- en afspoeling en erfafspoeling geven zowel een latere als hogere landbouwbijdrage.

De ervaring met het gebruik van gedistribueerde rekenmodellen leert dat naarmate resultaten over grotere gebieden of over meer eenheden worden geaggregeerd, de resultaten betrouwbaarder worden. Om die reden zijn in de voorliggende studie de 738 toestroomgebieden geaggregeerd naar 65 hydrologische eenheden en wordt het berekende aandeel van de totale stikstof- en fosforbelasting op dit niveau gepresenteerd. Geadviseerd wordt om de landbouwbijdrage op het niveau van deze hydrologische gebieden te beschouwen.

In de voorgaande bronnenanalyse was de nutriëntenbelasting berekend over de jaren 2010 tot en met 2013. De landbouwbijdrage zoals nu berekend voor de jaren 2017 tot en met 2022 is landelijk gemiddeld voor stikstof ruim 10% lager dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Voor fosfor is de landbouwbijdrage landelijk gemiddeld nu iets hoger berekend. De belangrijkste oorzaken van de verschillen zijn:

a. Droge jaren: de gekozen periode 2017-2022 is ten opzichte van voorgaande landelijke en regionale bronnenanalyses relatief droog; vier van de zes jaren worden namelijk gekenmerkt door een hoog neerslagtekort in het zomerhalfjaar. Omdat de uit- en afspoeling in droge jaren relatief laag is, maar andere bronnen zoals RWZI's vrij constant zijn omdat deze hoofdzakelijk door inwoneraantallen wordt beïnvloed, wordt er een lagere landbouwbijdrage berekend dan in een periode met nattere jaren.
b. Andere verdeling bodembronnen: de uit- en afspoeling van stikstof wordt in de periode 2013-2022 in mindere mate bepaald door actuele en historische mestgiften dan de periode 2000-2009 die toegepast was op de voorgaande landelijke en regionale bronnenanalyses. Dit komt omdat de mestgiften in 2000-2009 gemiddeld hoger waren en ook omdat in de relatief droge jaren 2013-2022 het aandeel van kwel en mineralisatie groter is.
c. De emissies van regenwaterriolen worden door aanpassing van de rekenmethode in de Emissieregistratie nu (sinds 2018) hoger ingeschat dan in de schattingen die beschikbaar waren in de landelijke voorgaande bronnenanalyse.

De aanvoer van water en aanvoer van nutriënten met de inlaat van rijkswater en toestroom vanuit het buitenland is betrouwbaarder en gedetailleerder berekend dan in de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Dat geldt ook voor de uitwisseling van water en nutriënten tussen de toestroomgebieden (in deze studie aangeduid als afwenteling). De hier uitgevoerde landelijke bronnenanalyse sluit dan ook beter aan bij de regionale onderzoeken dan de voorgaande landelijke bronnenanalyse. Voor de waterbeheerders levert de schematisering van het oppervlaktewater een beter inzicht in het functioneren van het watersysteem. Dit biedt mogelijkheden voor verbetering van bronnenanalyses in de toekomst.

5.2 Aanbevelingen

In de huidige systematiek voor het aanwijzen van nutriënt verontreinigde gebieden wordt de landbouwbijdrage in belangrijke mate bepaald door de toedeling van bodembronnen aan de uit- en afspoeling van nutriënten uit landbouwgronden. Het verdient aanbeveling om de methodiek van deze verdeling verder te ontwikkelen en daarbij tevens de bandbreedte van onzekerheden te kwantificeren.

Gelet op de onzekerheden rond de uitspoeling van stikstof en vooral fosfor uit bloembollenpercelen wordt aanbevolen om voor verbetering van modelberekeningen monitoring van drainwaterconcentraties uit te breiden en om daarbij ook bedrijfsinformatie over mestgiften en andere factoren die van invloed zijn op het N- en P-bodemoverschot te verzamelen.

De emissies door directe kwel en wellen zijn niet in Emissieregistratie opgenomen. Aanbevolen wordt om deze bron in zowel regionale als landelijke bronnenanalyses mee te nemen. Het is daarvoor echter nodig dat voldoende betrouwbare geohydrologische informatie over kwel/wegzijging beschikbaar is, waarbij de kwel die berekend wordt met geohydrologische modellen opgesplitst kan worden in kwel naar het bodemprofiel en directe kwel (inclusief de invloed van diffuse wellen) naar het oppervlaktewater.

Een belangrijke term in de berekening van de uitspoeling is de concentratie van het grondwater in kwelgebieden. Dat geldt ook voor de berekening van directe kwel en wellen. Aanbevolen wordt om de monitoring van de grondwaterkwaliteit daarop uit te breiden, met name in gebieden zoals de noordelijke kleischil en de tochten in Zuiderzeeland, waar de invloed van kwel groot kan zijn, maar het aantal monitoringslocaties beperkt is.

Voor diverse grensoverschrijdende regionale wateren is de monitoring niet toegesneden om te bepalen hoeveel water vanuit Duitsland of België naar het Nederlandse deel stroomt. Ook geldt dat de waterverdeling op diverse belangrijke uitwisselpunten door het ontbreken van geschikte monitoring niet goed bekend is. Daarom wordt aanbevolen om met de monitoring van de regionale en grensoverschrijdende oppervlaktewaterlichamen meer te aandacht te besteden aan het meten van debieten, teneinde beter inzicht te krijgen in de invloed van gebiedsvreemd water en ook om de modellen beter te kunnen valideren.

In voorgaande regionale bronnenanalyses is de KRW-opgave meestal berekend op basis van de bronverhouding in het zomerhalfjaar. Het afleiden van de herkomst in het zomerhalfjaar is minder betrouwbaar dan jaargemiddeld, omdat a) van diverse bronnen alleen jaarcijfers voor de emissies beschikbaar zijn, b) de verdeling van de bodembronnen met de huidige methode alleen valide berekend kan worden voor een langjarige (en dus jaargemiddelde) periode en c) in diverse oppervlaktewateren nalevering van fosfor in het zomerhalfjaar een belangrijke belasting kan vormen, maar kennis en informatie om deze nalevering in alle gebieden te kwantificeren onvoldoende is. Aanbevolen wordt om de kennis om de retentie van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater verder uit te breiden en om vervolgens de methodiek om deze in bronnenanalyses te kwantificeren verder te ontwikkelen. Ook wordt aanbevolen om nader onderzoek te verrichten om nutriëntenemissies die in Emissieregistratie op jaarbasis worden geschat, te verdelen per kwartaal of over het zomer- en winterhalfjaar.

Literatuur

Arcadis, 2020. Waterkwaliteitsstudie Herkomst stoffen polderwateren. Technisch rapport. Hoogheemraadschap van Rijnland.

Bakkum, r., B. Hidding, A. Verbout, M. Wienhoven en M. van der Kamp 2020. Ambtelijke achtergrondrapportage derde stroomgebiedsbeheerplan Kaderrichtlijn Water, Hoofdrapport 'loop 2'. Hoogheemraadschap van Delfland, 18 augustus 2020.

Boekel, E., J. Roelsma, H. Massop., H. Mulder, P. Jansen., L. Renaud., R. Hendriks 2013. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 1: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Beemster. Wageningen, Alterra rapport 2475.1 – 59. https://edepot.wur.nl/291048

Boekel, E., P. Schipper, R. Hendriks, H. Massop, M. Mulder, J. Roelsma 2013. Herkomst nutrïentenbelasting afvoergebieden HDSR, pilotstudie ECHO: regionale bronnenanalyse nutriëntenbelasting: Keulevaart, Eiland van Schalkwijk, Langbroekerwetering en Zegveld. Wageningen: Alterra (Alterra-rapport 2408) – 108. https://edepot.wur.nl/251638

Boekel, E. van; Roelsma, J, H. Massop, M. Mulder, P. Jansen, L. Renaud, R. Hendriks en P. Schipper 2015. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Wageningen: Alterra-rapport 2475.

Boekel, E., J. Roelsma, H. Massop., H. Mulder, P. Jansen., L. Renaud., R. Hendriks en P. Schipper 2016. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Hoofdrapport: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor het beheergebied van HHNK. Wageningen, Alterra rapport 2475 – 129. https://edepot.wur.nl/355056

Boekel, E., R. Hendriks, P. Schipper 2018. Herkomst nutriënten Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. Wageningen Environmental Research, rapport 2891 – 61. https://edepot.wur.nl/453840

Boekel, E.M.P.M. van, P. Groenendijk, J. Kros, L. V. Renaud, J. C. Voogd, G. H. Ros, et al 2021. Effecten van maatregelen in het Zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn: Milieueffectrapportage op planniveau. Wageningen Environmental Research, rapport 3108. DOI: https://edepot.wur.nl/553651.

Bolt, F.J.E. van der, R. van den Bosch, T. Brock, P. Hellegers, C. Kwakernaak, D. Leenders, O. Schoumans, P. Verdonschot 2003. AQUAREIN; gevolgen van de Europese Kaderrichtlijn Water voor landbouw, natuur, recreatie en visserij. Wageningen: Alterra (Alterra-rapport 835) – 152. https://edepot.wur.nl/41380

Bolt, F. van der, E. van Boekel, W. Kuindertsma, L. Renaud, P. Groenendijk, J. Kros, et al. 2022. Het landelijk Waterkwaliteits-model, versie LWKM1.2. Wageningen Environmental Research, rapport 3148. https://edepot.wur.nl/566236.

Buijert, A., R. Talens, W. Chardon, J. Groenenberg, S. Jansen, J. Gerritse, 2015. Pilot effectgerichte verwijdering fosfaat bollenstreek. Resultaten veldpilot Voorhout en synthese diverse maatregelen. Arcadis rapport 2-1-2015.

Deltares 2024. Emissieschattingen Diffuse bronnen Emissieregistratie, Lozingen nutriënten vanuit glastuinbouw. Versie mei 2024.

Emissieregistratie 2024. https://Factsheet uit- en afspoeling nutriënten landbouw- en natuurgronden.pdf. Versie juni 2024. Wageningen Environmental Research, in opdracht van RIVM.

Retentieschatting van N en P in het oppervlaktewater op verschillende schaalniveaus

Gerven, L. van, R. Smit, P. Groenendijk, F. van der Bolt, J. de Klein 2009. Retentieschatting van N en P in het oppervlaktewater op verschillende schaalniveaus. Wageningen, Alterra-rapport 1848 – 78. https://edepot.wur.nl/7957.

Gies, E., T. Cals, P. Groenendijk, H. Kros, T. Hermans, J. P. Lesschen, et al., 2023. Scenariostudie naar doelen en doelrealisatie in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied: een integrale verkenning van regionale water-, klimaat- en stikstofdoelen en maatregelen in de landbouw. Wageningen Environmental Research 2023, rapport 3235. https://edepot.wur.nl/587289.

Groenenberg, J.E.; W.J. Chardon, P.J.M. Vreeburg 2015. Vermindering van de fosfaatbelasting oppervlaktewater met P-bindende drain: rapportage monitoring veldpilot en onderzoek naar praktische inpasbaarheid van de maatregel. Wageningen Environmental Research, Alterra-rapport 2678.

Groenendijk, P., H.M. Mulder, R.F.A. Hendriks en F.J.E. van der Bolt, 2014. Bronnen van diffuse nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater; Evaluatie Meststoffenwet 2012: deelrapport ex post. Wageningen, Alterra-rapport 2328. 38 blz.; 18. https://edepot.wur.nl/294092

Groenendijk, P., E. van Boekel, L. Renaud, A. Greijdanus, R. Michels, T. de Koeijer, 2016. Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in regionale wateren: het aandeel van landbouw in de KRW-opgave, de kosten van enkele maatregelen en de effecten ervan op de uit- en afspoeling uit landbouwgronden. Wageningen Environmental Research rapport 2749.

Groenendijk, P. en L. Renaud. 2022. Methodiek berekening bronnen van stikstof en fosfor in uitspoelend bodem en grondwater. Wageningen Environmental Research, KIWK-notitie datum: 16 mei 2022 https://www.stowa.nl/KennisimpulsWaterkwaliteit/Methodiek Bodembronnen.pdf

Groenendijk, P., E. van Boekel 2024. Begrenzing watertoestroomgebieden als basis voor de aanwijzing van nutriënt verontreinigde gebieden. Wageningen Environmental Research (Rapport / Wageningen Environmental Research 3316) – 2.

Groenendijk, P. T. Cals, H. Kros, L. Renaud, J.C. Voogd, 2024. Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen: Berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024. Wageningen Environmental Research (Rapport / Wageningen Environmental Research 3378) – 89.

Hauw, Koen van der, 2024. Detaillering AZURE i.v.m. herkomst nutriënten Flevoland. SWECO notitie 17-12-2024.

Hellmann, F., P. Schipper, E. van Boekel, en J. Roelsma 2014. Achtergrondbelasting nutriënten Rijnland. Arcadis rapport mei 2014.

Kroes, J.G., E.M.P.M. van Boekel, F.J.E. van der Bolt, L.V. Renaud en J. Roelsma, 2010. ECHO, een methodiek ter ondersteuning van waterbeleid; methodiekbeschrijving en toepassing Drentse Aa. Wageningen, Alterra rapport 1913 – 47. https://edepot.wur.nl/176384

Kros, H., van Os, J., Voogd, J. C., Groenendijk, P., van Bruggen, C., te Molder, R., & Ros, G. (2019). Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie: beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5. (Wageningen Environmental Research rapport; No. 2939). Wageningen: Wageningen Environmental Research. https://doi.org/10.18174/474513

Lekkerkerk, W., Teurlincx, S., de Senerpont Domis, L., Schipper, P., Smolders, A. J. P., & van der Grift, B., 2022. Nutriënten in de waterbodems in Zuiderzeeland: NIOO-KNAW-referentie 2020-1026, 27-10-2022.

Ministerie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 2023. Mestproductieplafonds en Derogatiebeschikking. Kamerbrief Minister Piet Adema 5 december 2023, kenmerk DGA-PAV / 41273951.

Ministerie LNV 2023, Voortgang implementatie derogatiebeschikking mest en implementatie nutriënten-verontreinigde gebieden. Kamerbrief over voortgang implementatie derogatiebeschikking mest en implementatie nutriënten-verontreinigde gebieden | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl.

Raad voor Leefomgeving en Infrastructuur 11-5-2023. Goed water goed geregeld.

Renaud,. L., J. Roelsma, P. Groenendijk 2005. ANIMO 4.0; user's guide of the ANIMO 4.0 nutrient leaching model. Wageningen: Alterra (Alterra-report 224) – 191. https://edepot.wur.nl/20340.

Renaud, L.V.; Bonten, L.T.C.; Groenendijk, P.; Groenenberg, J.E. 2015. Berekening van uit- en afspoeling van nutriënten- en zware metalen ten behoeve van de EmissieRegistratie 2013. Wageningen: Alterra-rapport 2638 – 61. https://edepot.wur.nl/348085

RHDHV. (2024). Dashboard KRW tussenevaluatie. https://royalhaskoningdhv.shinyapps.io/Dashboard-KRW-tussenevaluatie/

Roovaart, J. van den. 2022. Verbeteren verdeling emissievrachten. Memo Deltares, 22 december 2022.

Roovaart, J. van den, S. Kelderman, L. van Eck, V. Harezlak, E. Meijers, A. van der Linden, J. Bleser, 2024. Ex ante evaluatie doelbereik Kaderrichtlijn Water voor de Nederlandse oppervlaktewateren. Achtergrondrapportage bij de Tussenevaluatie KRW 2024. Deltares rapport 11210346-012-ZWS-0001.

Schipper, P; L. van Gerven, E. van Boekel, L. Renaud en G. Ros 2019. Herkomst nutriënten in het landelijk gebied van Schieland. Wageningen Environmental Research-rapport 2969

Schipper, P. L. Jeurissen, R. Hendriks, L. Renaud en E. van Boekel 2020. Water- en nutriënten-balansen oppervlaktewater Zuiderzeeland. Wageningen Environmental Research-rapport 3009.

Schipper, P., P. Groenendijk, A. Buijert 2023. Bronnenanalyse nutriënten waterlichamen Noorderzijlvest: Analyse voor de oppervlaktewaterlichamen voor het afleiden van haalbare KRW doelen. Wageningen Environmental Research, rapport 3277 – 57. https://edepot.wur.nl/638955

Schipper, P.N.M., P. Groenendijk, L. P. A. v. Gerven, S. Lukacs and J. Rozemeijer 2022b. Monitoring en modellering in twee pilotgebieden voor gebiedsgerichte aanpak: onderdeel KIWK-project Nutriënten: welke landbouwmaatregelen snijden hout? Stowa-rapport 2022. https://edepot.wur.nl/571458.

Schipper, P., E. v. Boekel, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk, H. Kros, L. Renaud, J.C. Voogd 2024a. KRW-doelbereik en resterende opgave 2027 voor de nutriënten in de Maasregio. Wageningen Environmental Research, rapport 33533. DOI: https://edepot.wur.nl/660087.

Schipper,. P., M. Hehenkamp, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk, L. Renaud 2024b. KRW-restopgave nutriënten in Gelderland en oostzijde Utrechtse Heuvelrug. Wageningen Environmental Research (Rapport / Wageningen Environmental Research 3360) – 79.

Schipper,. P., M. Hehenkamp, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk, L. Renaud 2025. KRW-restopgave nutriënten in Overijssel. Wageningen Environmental Research (Rapport / Wageningen Environmental Research 3391) – 85.

Schipper, P. M. Hehenkamp, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk1, L. Renaud1, A. Buiert en M. Nijboer 2025. KRW-restopgave nutriënten in de provincie Zuid-Holland, Het deel ten zuiden van het Noordzeekanaal en het Land van Heusden en Altena. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport (in press).

Schoumans, O.F., P. Groenendijk, L. Renaud en F.J.E. van der Bolt, 2008. Nutriëntenbelasting van oppervlaktewater. Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1700.

Slagter, L., M. Roseboom. D. van Wieringen, I. Phernambucq, R. Nieuwkamer, L. Oosterom, E. Ruijgrok, L. Turlings, 2024. Koepelrapport tussenevaluatie KRW. Rapport AT-Osborne, Wittenveen & Bos, FLO Legal, 11 december 2024.

Vreman, B. J. en A. Buijert 6-11-2018. Waterkwaliteitsstudie KRW wateren Noorderzijlvest, technisch rapport. Arcadis rapport, projectnummer C03081.000249.0200.

Wolf, J., A.H.W. Beusen, P. Groenendijk, T. Kroon, R. Rötter, H. van Zeijts, 2003. The integrated modelling system STONE for calculating emissions from agriculture in the Netherlands. Environmental Modelling & Software 18: 597-617.

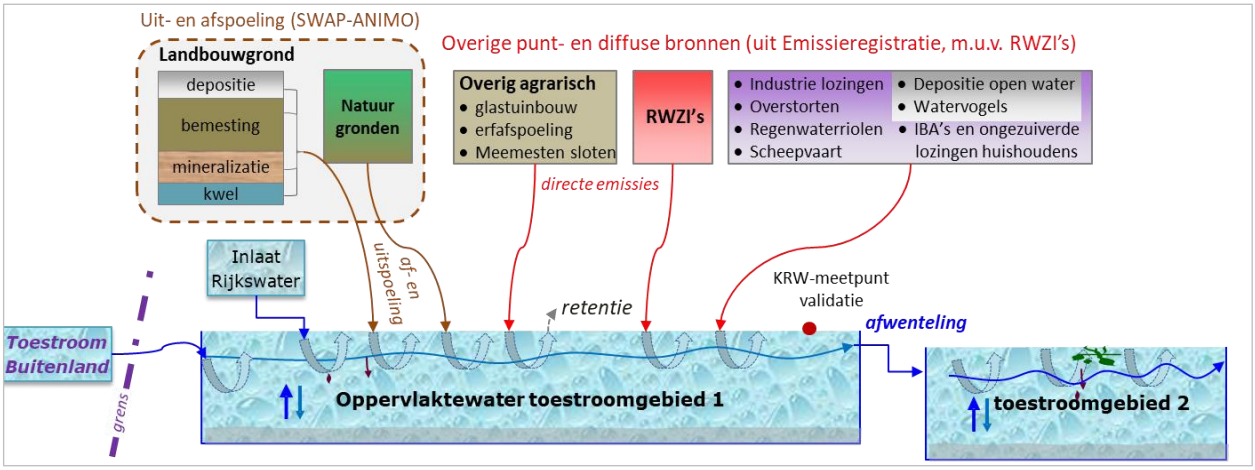
Bijlage 1 Toegepaste methoden

B1.1 Algemene beschrijving en toepassingen KRW-ECHO

De KRW-ECHO-methodiek is ontwikkeld door WUR (Kroes et al., 2010) om voor regionale oppervlaktewaterlichamen de nutriëntenbelasting, herkomst en effecten van mitigerende maatregelen te kwantificeren. De methode combineert model- en data-analysetechnieken die zijn ontwikkeld voor de ex-ante-evaluatie van de KRW, de Evaluatie van de Meststoffenwet en monitorings- en modelstudies op regionaal niveau. Een belangrijke basis voor toepassing van KRW-ECHO is een actieve inbreng van de regionale waterbeheerders (datamonitoring, gebieds- en expertkennis over de werking van het watersysteem). In een co creatie wordt samen met de (hydrologen van de) waterschappen het oppervlaktewatersysteem geschematiseerd. Hierbij worden allereerst de toestroomgebieden (ook wel aangeduid als vanggebieden) rond de oppervlaktewaterlichamen geografisch begrensd, rekening houdend met de stromingsrichting, de ligging van de KRW-meetpunten waarmee de fysisch-chemische toestand wordt beoordeeld, en belangrijke uitwisselpunten met rijkswateren, kanalen en andere regionale wateren. Vervolgens wordt op basis van de beschikbare debietmetingen, aangevuld met gebieds- en expertkennis per vanggebied de hoeveelheden waterinlaat en toestroom vanuit het buitenland afgeleid en de waterverdeling op de uitwisselpunten. De inlaat en waterverdeling worden vastgelegd in routingschema's.

Zowel landelijk (Groenendijk et al., 2016) als daarna in veel regio's[15] is KRW-ECHO toegepast. In enkele studies zijn op basis van regionale informatie concentraties in het kwelwater en/of andere invoerparameters van de SWAP-ANIMO-rekeneenheden van STONE aangepast. In diverse studies zijn op basis van de herkomst de opgaven voor het verminderen van de nutriëntenbelasting bepaald en toegekend aan sectoren en zijn diverse type maatregelen doorgerekend (schonere RWZI's, schoner buitenlandwater, perceelmaatregelen).

De wijze waarop KRW-ECHO de nutriëntenbelasting per toestroomgebied wordt berekend, is schematisch weergegeven in Figuur B1.1. Tabel B1.1 geeft een overzicht van de verschillende balanstermen en de informatiebronnen die worden gebruikt om emissies naar water te kwantificeren.



Figuur B1.1 *Schematische weergaven modelschematisering en modelinput nutriëntenbelasting oppervlaktewater.*

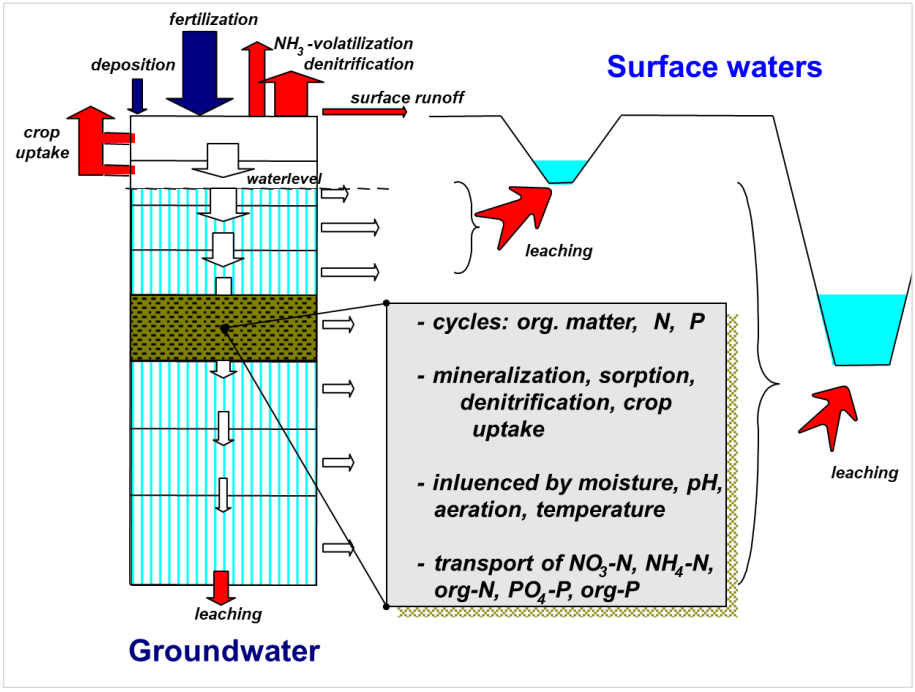
[15] Zie referentielijst regionale toepassingen KRW-ECHO.

Tabel B1.1 *Balanstermen en informatiebronnen die zijn gebruik om de nutriëntenbelasting te kwantificeren.*

Balansterm	Informatiebron
Inkomende vrachten	
• Uit- en afspoeling landbouw- en natuurgronden	SWAP-ANIMO-berekeningen STONE of van het LWKM
• Rioolwaterzuiveringen (RWZI's)	Effluentmetingen debieten en concentraties stikstof en fosfor
• Overige punt- en diffuse bronnen: glastuinbouw, erfafspoeling, meemesten sloten, industrie en bedrijven, atmosferische depositie open water, riooloverstorten, regenwaterriolen, ongezuiverde huishoudelijke lozingen, IBA's, binnen- en recreatievaart, watervogels	Emissieregistratie-uitgifte per GAF- eenheid
• Inlaat en toestroming buitenland	Hydrologische informatie waterschappen en aanvullende informatie van het Waterkwaliteitsportaal

B1.2 Uit- en afspoeling

Een belangrijk fundament in de methode is het gebruik van rekeneenheden van SWAP-ANIMO van het modelinstrumentarium STONE (Wolf et al., 2003). Dit modelinstrumentarium is ontwikkeld om het mestbeleid te evalueren voor de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor vanuit landbouw- en natuurgronden naar bodem en water. Het rekenhart bestaat uit de modellen SWAP en ANIMO waarmee de vochthuishouding en daaraan gekoppelde stikstof-, fosfor- en koolstofprocessen in het bodemprofiel dynamisch in de tijd wordt gesimuleerd (zie Figuur B1.2).



Figuur B1.2 *Schematische weergave modelconcept ANIMO.*

De ruimtelijke indeling voor STONE is gemaakt op basis van hydrologische en bodemchemische eigenschappen. Het model maakt gebruik van een vaste landelijke indeling in 6.405 ruimtelijke eenheden (zogeheten STONE-plots) voor de landbouw en natuurgronden. Een plot bestaat uit meerdere gridcellen van 250*250 m, die dezelfde unieke combinatie van eigenschappen hebben. De gridcellen kunnen verspreid liggen in een gebied. De ruimtelijke verdeling is gebaseerd op vijf basiselementen:

- hydrologische hoofdindeling (hydrotypen, drainagegroepen, grondwatertrappen, kwel/wegzijgingsflux);
- indeling in landgebruik (gras, mais, overig landbouw, natuur, water en bebouwing);

- indeling in bodemtype (zand, klei, veen);
- indeling in chemische eigenschappen van de bodem (fosfaatbindend vermogen, mineralisatiecapaciteit, kationencapaciteit);
- indeling naar overige kenmerken (o.a. meteorologische kenmerken).

Deze landelijke indeling is echter niet altijd representatief voor lokale omstandigheden. Om STONE toch toepasbaar te maken voor deze studie, is de herschikkingsprocedure toegepast zoals die ook in voorgaande regionale bronnenanalyses is toegepast. Hierbij worden uit de landelijke set van 6.405 plots per toestroomgebied die plots geselecteerd die het best overeenkomen met actuele regionale gegevens over landgebruik, bodem, grondwatertrappen en – indien beschikbaar – kwel of wegzijging. Deze aanpak zorgt ervoor dat de emissieberekeningen beter aansluiten bij de daadwerkelijke situatie in het studiegebied.

De herschikking vindt plaats op een ruimtelijke resolutie van 25 x 25 meter. Per gridcel wordt gezocht naar de best passende STONE-plot op basis van de MLBG-eenheid, een combinatie van vijf factoren: meteodistrict, landgebruik, bodemtype (PAWN-indeling), grondwatertrap (Gt-klasse) en kwel/wegzijgingsklasse. Indien er geen exacte match wordt gevonden, wordt een stapsgewijze verruiming van de selectiecriteria toegepast via een vast elfstappenplan. In de eerste stappen worden slechts beperkte aanpassingen toegestaan, zoals vervanging van bodemtypes binnen dezelfde grondsoort of Gt-klassen binnen hetzelfde vochtigheidscluster. In latere stappen worden deze restricties verder versoepeld: bodemtypes mogen ruimer worden uitgewisseld en uiteindelijk zijn ook Gt-klassen en kwel/wegzijgingsklassen vrij combineerbaar. Pas in de laatste stap zijn er geen beperkingen meer, zodat elke MLBG-eenheid uiteindelijk kan worden gekoppeld aan een STONE-plot. Deze gefaseerde aanpak voorkomt dat willekeurige of niet-reproduceerbare keuzes worden gemaakt en waarborgt de consistentie van de procedure.

Het eindresultaat van de herschikkingsprocedure is dat aan iedere MLBG-eenheid – dus elke unieke combinatie van meteodistrict, landgebruik, bodemtype en grondwatertrap – een representatieve stikstof- en fosforbelasting kan worden toegekend.

Voor ongeveer 75% van het totale oppervlak is dit mogelijk via een exacte een-op-een match, terwijl de resterende eenheden via de stapsgewijze aanpak alsnog worden gekoppeld aan een geschikt STONE-plot. Hierdoor ontstaat een gedetailleerd en gebiedsspecifiek beeld van nutriëntenuitspoeling, dat vervolgens kan worden gebruikt voor verdere analyse en beleidsontwikkeling op stroomgebiedsniveau.

B1.3 Retentie

Een deel van de nutriëntenbelasting in een toestroomgebied verdwijnt of wordt vastgelegd in onder andere waterplanten en in de waterbodem en passeert daarom niet het uitstroompunt. Dit wordt aangeduid als retentie. De berekening van de retentie is conform de werkwijze die is gehanteerd in de voorgaande landelijke bronnenanalyse (Groenendijk et al., 2016) en daarvoor in de Evaluatie Meststoffenwet 2012 (Van Boekel et al., 2012). Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De retentie van stikstof en fosfor, die vanuit landbouw- en natuurgronden uitspoelt naar het oppervlaktewater, is voor vrij afwaterende gebieden afhankelijk van de 'specifieke afvoer'. De 'specifieke afvoer' is gedefinieerd als de afvoer bij het uitstroompunt van het afwateringsgebied gedeeld door het bovenstroomse wateroppervlak.
- De retentie van stikstof in de veen- en kleipolders varieert per polder. De retentie is afhankelijk van de onderliggende retentieprocessen denitrificatie, netto-opname (zomerhalfjaar) en afgifte (winterhalfjaar) van stikstof door waterplanten. Voor het model is de retentiecapaciteit afgeleid van het oppervlak open water en een retentiecapaciteit voor sloten in kleigronden van 11,8 en 5,0 gram N per m^2 slootoppervlak voor respectievelijk het zomerhalfjaar en het winterhalfjaar. Voor sloten in veengronden geldt een retentiecapaciteit van 4,4 en 1,0 gram N per m^2 slootoppervlak voor respectievelijk het zomerhalfjaar en het winterhalfjaar.
- Voor de fosforretentie in poldersystemen en de stikstofretentie in zandige polders zijn dezelfde retentiepercentages aangehouden als die zijn gehanteerd bij de ex-ante-evaluatie Landbouw en KRW (Van der Bolt et al., 2008; Van Gerven et al. 2009; Van Boekel et al., 2012). Voor de N- en P-belasting

door uit- en afspoeling is een vast retentiepercentage gebruikt van 50% (Kronvang et al., 2004) en voor de andere bronnen is een vast retentiepercentage van 20% aangehouden. Ook voor 'overgangsgebieden' (afwateringsgebieden waarvan een gedeelte bestaat uit polders en een gedeelte uit vrij afwaterende gebieden) worden deze retentiepercentages aangehouden.

Het gebruikte retentiepercentage van 50% voor de diffuse bronnen is afgeleid van schattingen voor grotere stroomgebieden (Kronvang et al., 2004). De gemiddelde retentie voor puntbronnen is geschat op 20%. De reden daarvoor is dat de belasting door diffuse bronnen vooral in de haarvaten (sloten) met relatief grote verblijftijden plaatsvindt. Puntlozingen vinden doorgaans rechtstreeks plaats op de grotere waterlopen en hebben daardoor kleinere verblijftijden. Door de kleinere verblijftijden van stikstof en fosfor uit puntbronnen is er minder tijd voor de omzetting en vastlegging van nutriënten dan voor de stoffen uit diffuse bronnen. Een gevolg van deze aanname is dat de naar bronnen gewogen gemiddelde retentie binnen een stroomgebied altijd tussen 20 en 50% ligt, afhankelijk van het aandeel van de belasting van de puntbronnen en van de diffuse bronnen.

In aanvulling op de rekenwijze die in het voorgaande is beschreven, wordt per rekentijdstap bijgehouden hoeveel retentie is berekend ten opzichte van de in die tijdstap berekend stikstof- en fosforbelasting. Indien dat meer is dan 90%, wordt de retentie in die tijdstap op 90% gesteld. RWZI's zijn belangrijke puntbronnen. Omdat RWZI's op de hoofdwatergangen lozen en de locaties bekend zijn, wordt de retentie niet op het maximum gezet (20%), maar wordt deze afhankelijk gesteld van de relatieve afstand tot het uitstroompunt van het toestroomgebied. Deze relatieve afstand is de fractie van de afstand tot het uitstroompunt ten opzichte van de totale lengte van de hoofdwatergang in het toestroomgebied. Deze rekenwijze voor korting op de 20% retentie kan toegepast worden op inlaatwater en water dat naar bovenstroomse gebieden wordt afgewenteld, als duidelijk is dat dit water voor het merendeel niet terechtkomt in de haarvaten en de locatie waar het water wordt ingelaten, bekend is (geen diffuse inlaten).

B1.4 Verdeling bodembronnen in uit- en afspoelend water

De berekening van de verdeling van de bodembronnen van stikstof en fosfor in uit- en afspoelend water is uitgevoerd met een gevoeligheidsanalyse waarbij de verandering van de verhouding in de uit- en afspoeling is gerelateerd aan een verandering van de bronsterkte. In deze methode wordt de verdeling van bronnen geschat aan de hand van elasticiteiten. De elasticiteitscoëfficiënt wordt gegeven door:

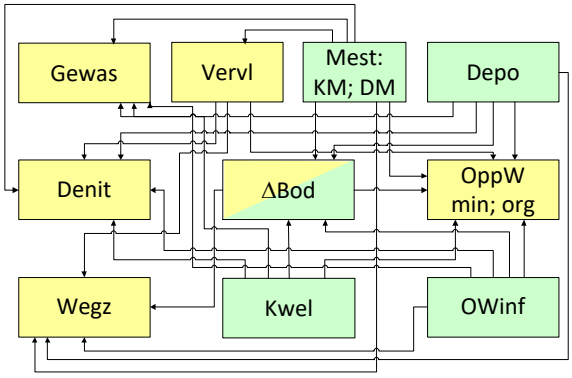
$$p_i = \frac{\Delta L_i / L}{\Delta S_i / S_i} \qquad (1)$$

waarin $\Delta L_i / L$ de relatieve verandering is van de oppervlaktewaterbelasting (*load*) en $\Delta S_i / S_i$ de relatieve verandering van een bron *i* (*source*). De elasticiteit p_i drukt dan de verhouding van de verandering van de load ten opzichte van de verandering van de *source*. Als $p_i = 0.1$ vermindert de belasting van het oppervlaktewater met 0.1% als gevolg van een 1% kleinere bron *i*.

Het traject waarin binnen een gevoeligheidsanalyse de bron kan worden gevarieerd, is kleiner naarmate het systeem sterker niet-lineair reageert. Gezorgd moet worden dat binnen het traject ΔS_i de reactie van ΔL_i lineair is.

Bij een negatieve waarde van de term 'verandering bodemvoorraad' komt stikstof en/of fosfor vrij en fungeert de bodem als bron. S_{bodem} is dan positief. Echter, als de term 'verandering bodemvoorraad' positief is, vormt hij een sink en is S_{bodem} negatief. In deze situatie wordt geen elasticiteit voor deze term berekend en speelt de bodem geen rol bij de berekening van de relatieve bijdrage van bronnen.

Met de resultaten van de gevoeligheidsanalyse is een regressiemodel opgesteld waarin de uitgaande termen van de stikstof- en fosforbalans worden gerelateerd aan de ingaande termen met behulp van lineaire (regressie)vergelijkingen (Figuur B1.3).



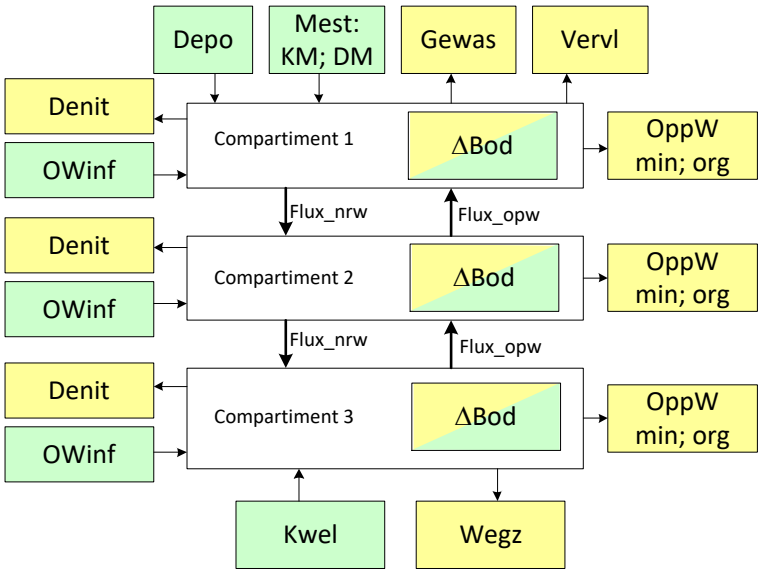
Figuur B1.3 *Lineair regressiemodel op basis van de inputs en outputs van het ANIMO-model, waarin of kwel of wegzijging optreedt. Groen = bronterm; geel = putterm.*

Als mogelijke bronnen worden onderscheiden de bemesting (Mest) met dierlijke mest (DM) en kunstmest (KM), de droge en natte atmosferische depositie (Depo), de aanvoer met kwelwater (Kwel) en de aanvoer met infiltrerend oppervlaktewater (OWinf): in peilbeheerste poldergebieden infiltreert in de zomer water vanuit sloten in de bodem en zorgt dan voor aanvoer van nutriënten naar de bodem. Ten slotte kan ook de bodem zelf stikstof en fosfor afgeven en kan daarmee een bron zijn (Δbod). Deze term 'bodemleverantie' is eigenlijk een restterm waarin enkele na-ijlingseffecten samen tot een verandering leiden van de bodemvoorraad:

- De afname of toename van de voorraad organische gebonden stikstof en fosfor en de afname of toename van de voorraad ammonium, nitraat en fosfor doordat van een oude overschotsituatie is overgegaan naar een nieuwe overschotsituatie. Fosfor is voor het grootste gedeelte aanwezig in de vorm van geadsorbeerd en geprecipiteerd fosfaat en een verandering van de voorraad minerale fosfor heeft dan vooral betrekking op deze pool.
- De langzame ontwikkeling van een oude naar een nieuwe overschotsituatie. De brontermen zijn geschat door de resultaten van tien jaar (periode 2013-2022) te middelen, in de veronderstelling dat hiermee de effecten van de variatie in weer worden uitgemiddeld.
- Behalve variatie in weer en een variatie in de mestgiften spelen ook de trends en de variatie van de gewasopname een rol. In ANIMO wordt in landelijke modeltoepassingen de gewasopname over meerjarige periodes niet constant verondersteld, maar wordt rekening gehouden met o.a. weerseffecten en trends in de landbouwstatistieken. Ook dit leidt tot na-ijleffecten.

Het effect van historische bodemoverschotten komt, evenals het effect van de historische depositie en de kwel in het verleden, tot uitdrukking in de veranderingssnelheid van de bodemvoorraad. Als de verandering in de bodemvoorraad (Δ*bod)* kleiner is dan nul, dan treedt de bodem op als bronterm voor de belasting van het oppervlaktewater en spreken we van bodemlevering (*BoL*). Naast de overschotten, depositie en kwel hebben ook (de inschatting van) de bodemeigenschappen en de beginvoorraad effect op de bodemlevering.

Een onderscheid in diepte-compartimenten in het bodemprofiel is gewenst, omdat zich situaties kunnen voordoen waarin de ophopingssnelheid in de wortelzone groter is dan de uitputtingssnelheid in de ondergrond. Voor het gehele profiel vindt er dan (netto) ophoping plaats (bodemvoorraad als verdwijnterm), terwijl desondanks de bodem toch bijdraagt aan de belasting van oppervlaktewater. Om deze reden dient ook het verticale transport als balanspost te worden beschouwd. Voor een drielagen profiel komt het schema er als volgt uit te zien (Figuur B1.4).



Figuur B1.4 *Lineair regressiemodel op basis van de inputs en outputs van het ANIMO-model Statisch opgesteld voor drie bodemlagen.*

De termen 'Infiltratie uit oppervlaktewater', 'denitrificatie', 'uitspoeling naar oppervlaktewater' en verandering bodemvoorraad in Figuur B1.4 worden nu per laag berekend en ook worden uitwisselingsfluxen tussen de compartimenten berekend.

De laterale uit- en afspoeling van de bronnen voor compartiment 1 naar het oppervlaktewater (OppW) wordt in het regressiemodel geschreven als:

$$OppW_1 = a_{1,1}(KM + DM) + a_{1,2}Depo + a_{1,3}Flux_opw_1 + a_{1,4}OW_{inf,1} + a_{1,5}(BoL_1| > 0) \quad (2)$$

Hierin zijn *KM* en *DM* de bemesting met kunstmest en dierlijke mest, *Depo* is de depositie, *Flux_opw* is de aanvoer uit de ondergrond met capillaire opstijging, OW_{inf} is de aanvoer met infiltratie van oppervlaktewater en *BoL* is de bodemleverantie. Omdat de verandering van de bodemvoorraad ook negatief kan zijn, wordt als expliciete eis gesteld dat *BoL* groter dan 0 moet zijn.

De neerwaartse uitspoeling uit compartiment 1 ($Flux_nrw_1$) wordt ook als lineaire relatie geschreven:

$$Flux_nrw_1 = b_{1,1}(KM + DM) + b_{1,2}Depo + b_{1,4}OW_{inf,1} + b_{1,5}(BoL_1| > 0) \quad (3)$$

En voor de opwaartse flux naar compartiment 1 ($Flux_opw_1$) geldt:

$$Flux_opw_1 = c_{2,3}Fluxopw_2 + c_{2,4}OW_{inf,2} + c_{2,5}(BoL_2| > 0) \quad (4)$$

Analoog aan de bovenstaande formules worden ook vergelijkingen opgesteld voor compartiment 2 en 3:

$$\begin{aligned} OppW_2 &= a_{2,1}Flux_nrw_1 + a_{2,3}Flux_opw_2 + a_{2,4}OW_{inf,2} + a_{2,5}(BoL_2| > 0) \\ Flux_nrw_2 &= b_{2,1}Flux_nrw_1 + b_{2,4}OW_{inf,2} + b_{2,5}(BoL_2| > 0) \\ Fluxopw_2 &= c_{3,3}\,Kwel + c_{3,4}OW_{inf,3} + c_{3,5}(BoL_3| > 0) \\ OppW_3 &= a_{3,1}Flux_nrw_2 + a_{3,3}Kwel + a_{3,4}OW_{inf,3} + a_{3,5}(BoL_3| > 0) \end{aligned} \quad (5)$$

De totale belasting van het oppervlaktewater wordt dan berekend als de som van $OppW_1$, $OppW_2$ en $OppW_3$. De termen voor opwaartse en neerwaartse fluxen tussen de compartimenten zijn te elimineren door substitutie, zodat:

$$\begin{aligned} OppW = {} & (a_{1,1} + a_{2,1}b_{1,1} + a_{3,1}b_{1,1}b_{2,1})Mest + (a_{1,2} + a_{2,1}b_{1,2} + a_{3,1}b_{1,2}b_{2,1})Depo + \\ & (a_{3,3} + a_{2,3}c_{3,3} + a_{1,3}c_{2,3}c_{3,3})Kwel + (a_{1,4} + a_{2,1}b_{1,4} + a_{3,1}b_{1,4}b_{2,1})OW_{inf,1} + \\ & (a_{2,4} + a_{3,1}b_{2,4} + a_{1,3}c_{2,4})OW_{inf,2} + (a_{3,4} + a_{2,3}c_{3,4} + a_{1,3}c_{2,3}c_{3,4})OW_{inf,3} + \\ & (a_{1,3} + a_{2,1}b_{1,5} + a_{3,1}b_{1,5}b_{2,1})(BoL_1| > 0) + (b_{2,5} + a_{3,1}b_{2,5} + a_{1,3}c_{2,5})(BoL_2| > 0) + \\ & (b_{3,5} + a_{2,3}c_{3,5} + a_{1,3}c_{2,3}c_{3,5})(BoL_3| > 0) \end{aligned} \quad (6)$$

Deze vergelijking is te herschrijven als:

$$\begin{aligned} OppW = {} & f_1 Mest + f_2 Depo + f_3 Kwel + f_{4,1}OW_{inf,1} + f_{4,2}OW_{inf,2} + f_{4,3}OW_{inf,3} + f_{5,1}(BoL_1| > 0) \\ & + f_{5,2}(BoL_2| > 0) + f_{5,3}(BoL_3| > 0) \end{aligned} \quad (7)$$

Bemesting is voor de meeste landbouwgronden de grootste bron van nutriënten. Een belangrijk deel van deze nutriënten wordt opgenomen door het gewas. Deze 'overheersende' invloed van mest leidt ertoe dat de rekenprocedure voor het afleiden van de coëfficiënten soms instabiel is. Daarom is Vgl. 7 op een alternatieve manier geschreven, waarbij de 'Mest' is vervangen door 'Overschot'. De term 'Overschot' wordt in de analyse berekend als 'Mest – Gewasopname':

$$\begin{aligned} OppW = {} & f_1^* Overschot + f_2^* Depo + f_3^* Kwel + f_{4,1}^* OW_{inf,1} + f_{4,2}^* OW_{inf,2} + f_{4,3}^* OW_{inf,3} + f_{5,1}^*(BoL_1| > 0) \\ & + f_{5,2}^*(BoL_2| > 0) + f_{5,3}^*(BoL_3| > 0) \end{aligned} \quad (8)$$

De coëfficiënten in Vgl. 7 zijn te herleiden door:

$$f_i = f_i^* \frac{OppW}{OppW + f_1^* Gewasopname} \quad (9)$$

Waarin de onderschrift in f_i verwijst naar een index in Vgl. 7.

In de term 'verandering van bodemvoorraad' is geen onderscheid gemaakt naar de herkomst van de bodemvoorraad zelf, terwijl het inzicht hierin soms wel is gewenst. De verandering van de bodemvoorraad wordt beïnvloed door een veelheid aan processen, zoals de hoeveelheid en de kwaliteit van de organische stof die aan het begin van de simulatie werd verondersteld, de hoeveelheid en de kwaliteit van de inputs in de recente geschiedenis, de oplading van de hoeveelheid minerale stikstof en fosfor in de waterfase van de bodemkolom en de snelheid waardoor de hoeveelheid verandert als gevolg van veranderingen in het netto-neerslag overschot, de veranderingen van de bemesting en de gewasopname in de rekenperiode waarvoor balansen worden opgesteld.

Om de invloed van historische mestoverschotten op de belasting van het oppervlaktewater te schatten, is een vergelijking opgesteld waarin de verandering van de bodemvoorraad is gerelateerd aan het totale geaccumuleerde overschot over de periode die als representatief voor 'historisch' wordt beschouwd en een restterm.

$$BoL_i = a_i \sum_{j=1941}^{2000} (Mest_j - Gewasopname_j) + b_i \quad (10)$$

Hierin verwijst het onderschrift i in de coëfficiënt a_i en b_i naar het compartiment nummer in Vgl. 7. Het aandeel van de historische overschotten in de verandering van de bodemvoorraad is dan te berekenen als:

$$\{a_i \sum_{j=1981}^{2012} (Mest_j - Gewasopname_j)\}/BoL_i.$$

Deze fracties kunnen worden ingevuld in Vgl.7, waarmee een schatting wordt verkregen van het aandeel van de historische overschotten aan de huidige belasting van het oppervlaktewater.

Referenties Regionale toepassingen KRW-ECHO

Schipper, P. E. van Boekel, Y. Mi-Gegotek, P. Groenendijk, H. Kros, L. Renaud, J.C. Voogd 2024. KRW-doelbereik en resterende opgave 2027 voor de nutriënten in de Maasregio. Wageningen Environmental Research rapport 3353.

Boekel, E. van, L. Renaud en P. Schipper 2020. Analyse herkomst en achtergrondbelasting nutriënten oppervlaktewateren Hollandse Delta. Wageningen Environmental Research-rapport 2995.

Schipper, P. L. Jeurissen, R. Hendriks, L. Renaud en E. van Boekel 2020. Water- en nutriënten-balansen oppervlaktewater Zuiderzeeland. Wageningen Environmental Research-rapport 3009.

Schipper, P., L. Renaud, L. van Gerven en E. van Boekel 2020. Analyse herkomst en KRW-opgave nutriënten oppervlaktewater Gelderse Vallei. Wageningen Environmental Research-rapport 3041.

Boekel, E., L. Renaud en P. Schipper 2020. Herkomst nutriënten waterschap Drents Overijsselse Delta. Wageningen Environmental Research, rapport 2096.

Schipper, P; L. van Gerven, E. van Boekel, L. Renaud en G. Ros 2019. Herkomst nutriënten in het landelijk gebied van Schieland. Wageningen Environmental Research-rapport 2969

Schipper, P. L. Renaud en E. van Boekel 2019. Bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas. Wageningen Environmental Research, Rapport 2931.

Boekel, E., R. Hendriks en P. Schipper 2018. Herkomst nutriënten Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. Wageningen Environmental Research-rapport 2891.

Schipper, P., R. Hendriks, H. Massop en E. van Boekel 2016. Belasting van waterlichamen in de Krimpenerwaard met stikstof en fosfor. Wageningen Environmental Research-rapport 2738

Boekel, E. van; Roelsma, J, H. Massop, M. Mulder, P. Jansen, L. Renaud, R. Hendriks en P. Schipper 2015. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK. WUR-Alterra-rapport 2475.

Boekel, E., J. Roelsma, H. Massop., H. Mulder, P. Jansen., L. Renaud., R. Hendriks 2013. Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 1: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Beemster. Wageningen, Alterra rapport 2475.1 – 59. https://edepot.wur.nl/291048

Boekel, E., P. Schipper, R. Hendriks, H. Massop, M. Mulder, J. Roelsma 2013. Herkomst nutriëntenbelasting afvoergebieden HDSR, pilotstudie ECHO: regionale bronnenanalyse nutriëntenbelasting: Keulevaart, Eiland van Schalkwijk, Langbroekerwetering en Zegveld. Wageningen: Alterra (Alterra-rapport 2408) – 108. https://edepot.wur.nl/251638

Kroes, J.G., E.M.P.M. van Boekel, F.J.E. van der Bolt, L.V. Renaud en J. Roelsma, 2010. ECHO, een methodiek ter ondersteuning van waterbeleid; methodiekbeschrijving en toepassing Drentse Aa. Wageningen, Alterra rapport 1913 – 47. https://edepot.wur.nl/176384

Referenties Retentie

Boekel, E.M.P.M. van, L.P.A. van Gerven, T. van Hattum, V.G.M. Linderhof, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, N.B.P. Polman, L.V. Renaud en D.J.J. Walvoort, 2011. Ex-ante evaluatie landbouw en KRW. Alterra-rapport 2121, Alterra, Wageningen.

Gerven, L.P.A. van, A.A.M.F.R. Smit, P. Groenendijk, F.J.E. van der Bolt en J.J.M. de Klein, 2009. Retentieschatting van N en P in het oppervlaktewater op verschillende schaalniveaus. Alterra- rapport 1848, Alterra, Wageningen.

Klein, J. M. de, A. Koelmans, 2011. Quantifying seasonal export and retention of nutrients in West European lowland rivers at catchment scale. Hydrological Processes 25 (13), 2102–2111.

Massop H.Th.L., J.W.J. van der Gaast & A.G.M. Hermans; Kenmerken van het ontwateringsstelsel in Nederland. Alterra-rapport 1397, gepubliceerd: 28 feb 2007; 94 pp.

Muhammetoglu, A. and S. Soyupak, 2000. A three-dimensional water quality-macrophyte interaction model for shallow lakes. Ecological Modelling, Vol. 133, pp. 161-180.

Roelsma, J., B. van der Grift, H.M. Mulder en T.P. van Tol-Leenders, 2011a. Nutriëntenhuishouding in de bodem en het oppervlaktewater van de Drentsche Aa. Bronnen, routes en sturingsmogelijkheden. Reeks Monitoring Stroomgebieden 25-I. Alterra-rapport 2218.

Roelsma, J., B. van der Grift, H.M. Mulder en T.P. van Tol-Leenders, 2011b. Nutriëntenhuishouding in de bodem en het oppervlaktewater van de Schuitenbeek. Bronnen, routes en sturingsmogelijkheden. Reeks Monitoring Stroomgebieden 25-II. Wageningen, Alterra, rapportnummer 2219.

Roijackers, R., Szabó, S., and Scheffer, M., 2004. Experimental analysis of the competition between algae and duckweed. Hydrobiologie 160, 401-412.

Seitzinger S.P., Styles R.V., Boyer E.W., Alexander R.B., Billen G., Howarth, R.W., Mayer B., Van Breemen N. 2002. Nitrogen retention in rivers: model development and application to watersheds in the northeastern USA. Biogeochemistry 57: 199–237.

Siderius C., P. Groenendijk, L.P.A. van Gerven, M.H.J.L. Jeuken, A.A.M.F.R Smit, 2008. Process description of NuswaLite; a simplified model for the fate of nutriënts in surface waters. Alterra Report 1226.2, Alterra, Wageningen.

Siderius, C., J. Roelsma, H.M. Mulder, L.P.A. van Gerven, R.F.A. Hendriks en T.P. van Tol-Leenders, 2011. Kalibratie Modelsysteem Monitoring Stroomgebieden. Reeks Monitoring Stroomgebieden 22. Alterra rapport 2216, Alterra, Wageningen.

Smit, A.A.M.F.R, C. Siderius, L.P.A. van Gerven, 2009. Process description of SWQN; A simplified hydraulic model. Alterra Report 1226.1, Alterra, Wageningen.

Venohr, M., Donohue I., Fogelberg S., Arheimer B., Irvine K. & Behrendt H. (2005) Nitrogen retention in a river system and the effects of river morphology and lakes. Water Science and Technology, 51, 19-29.

Veraart, A.J., W. J. J. de Bruijne, J. M. de Klein, T. H. M. Peeters, M. Scheffer, 2011a. Effects of aquatic vegetation type on denitrification. Biogeochemistry 104:267–274.

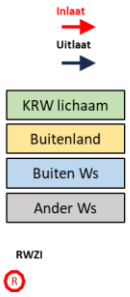
Veraart, A.J., de Klein, J.J.M., Scheffer, M., 2011b. Warming Can Boost Denitrification Disproportionately Due to Altered Oxygen Dynamics. PLoS ONE 6(3): e18508. doi:10.1371/journal.pone.0018508

Veraart, A.J., M. Rocha Dimitrov, A. Schrier-Uijl, F. Gillissen, H. Smidt, J.J.M. de Klein, Denitrification in Dutch drainage ditches, relations with nitrate and nirK abundance. (tentative title)

Bijlage 2 Routingschema's toestroomgebieden

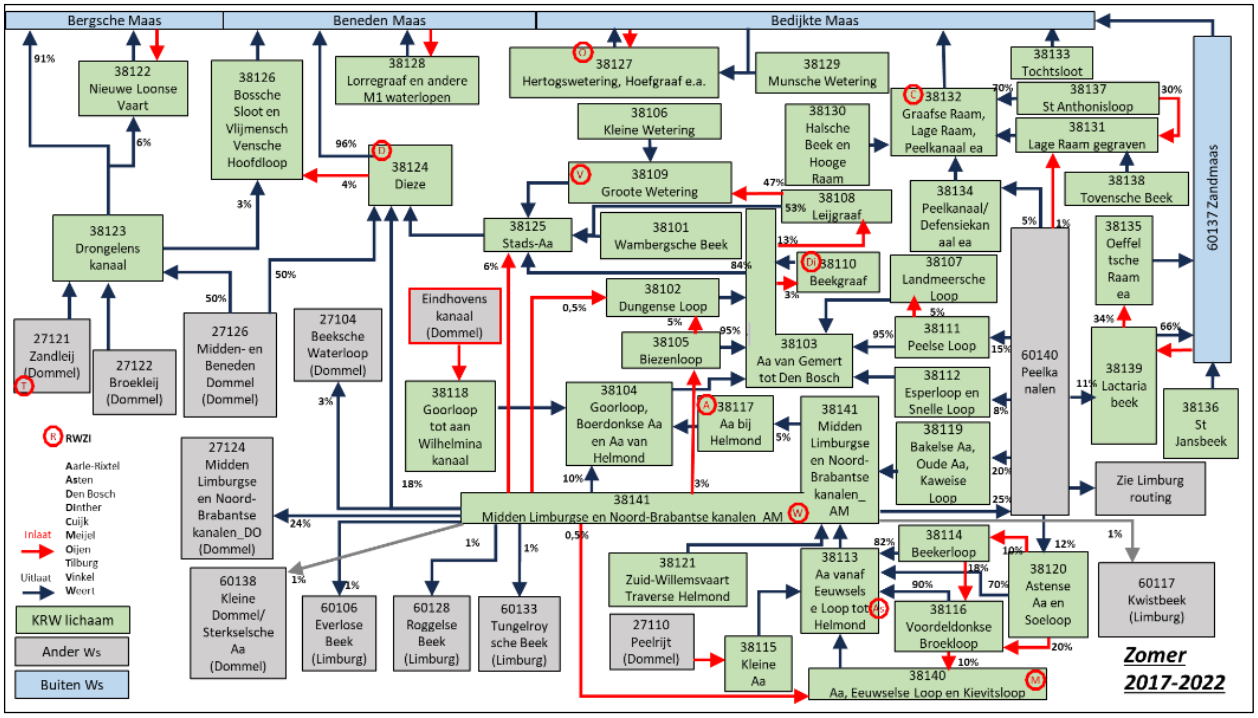
Deze bijlage bevat de routingschema's van alle toestroomgebieden per waterschap. Deze laten de waterverdeling per KRW stroomgebied zien voor het zomer- en winterhalfjaar voor de jaren 2017-2022.

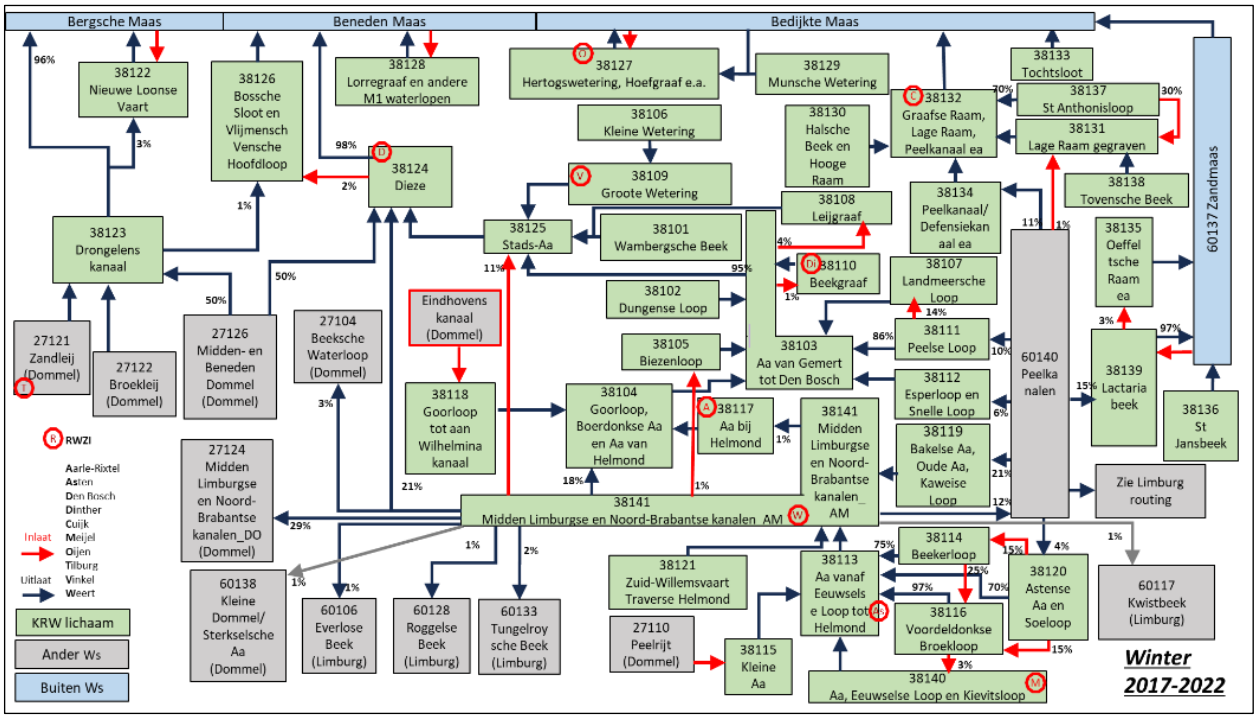
Legenda



Percentages bij de pijlen geven de afvoerverdeling weer **vanuit** het betreffende bakje. Alle uitgaande pijlen samen = 100%.
In geval van 1 pijl staat er geen percentage bij (100% van het water gaat naar het volgende toestroomgebied)

Waterschap Aa en Maas





Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

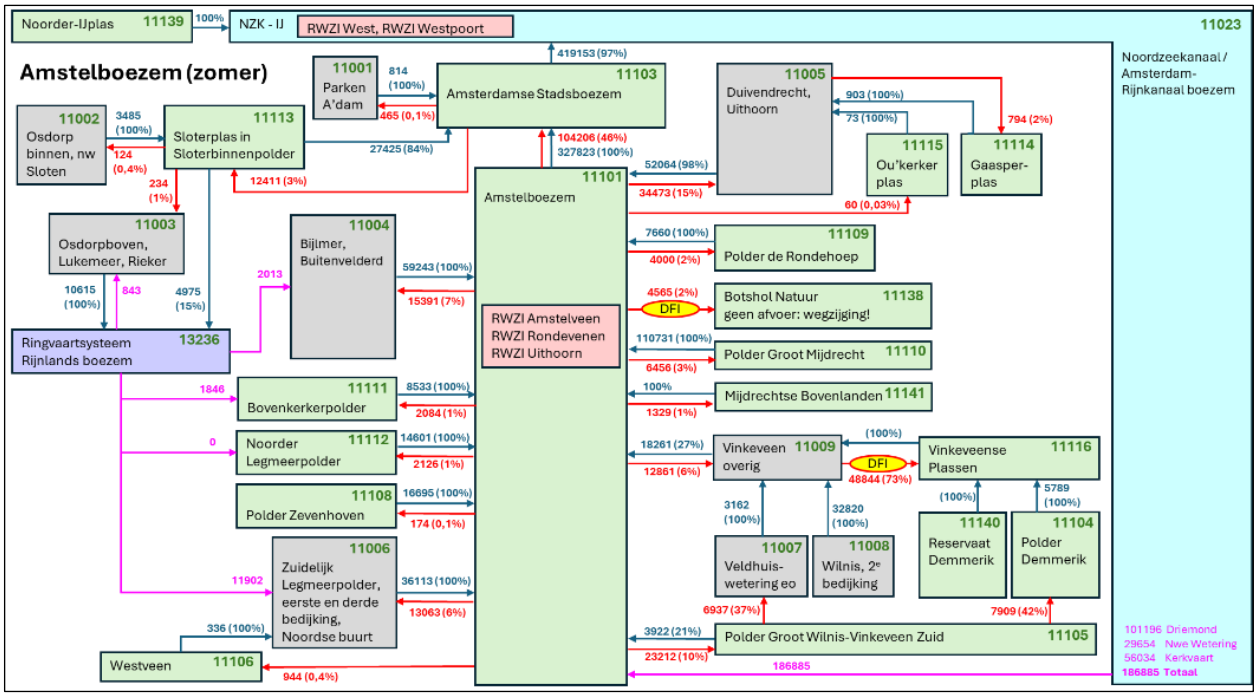
17305 Waterafvoer (waarde in m3/d)
4087 Wateraanvoer (waarde in m3/d)
In de figuren weergegeven waarden zijn jaargemiddelden (1 okt 2016 – 30 sep 2022)

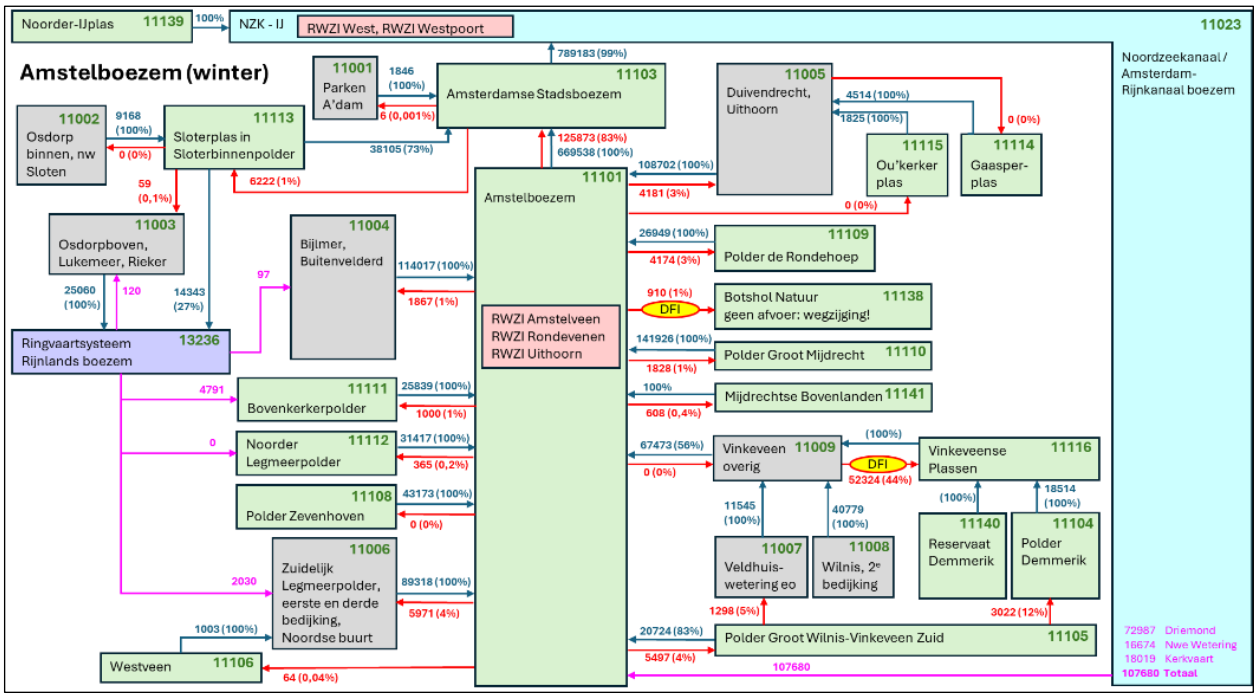
102 Nummer van cluster (1-18) of waterlichaam (101 – 141) waarvoor debieten zijn bijgeleverd in xls: zomerhalfjaar, winterhalfjaar en jaar.
Omdat wij menen dat de jaargemiddelde waarden het meest relevant zijn
(voorgaande winter bepaalt het navolgende zomerhalfjaar) zijn in de figuren de jaardebieten weergegeven)

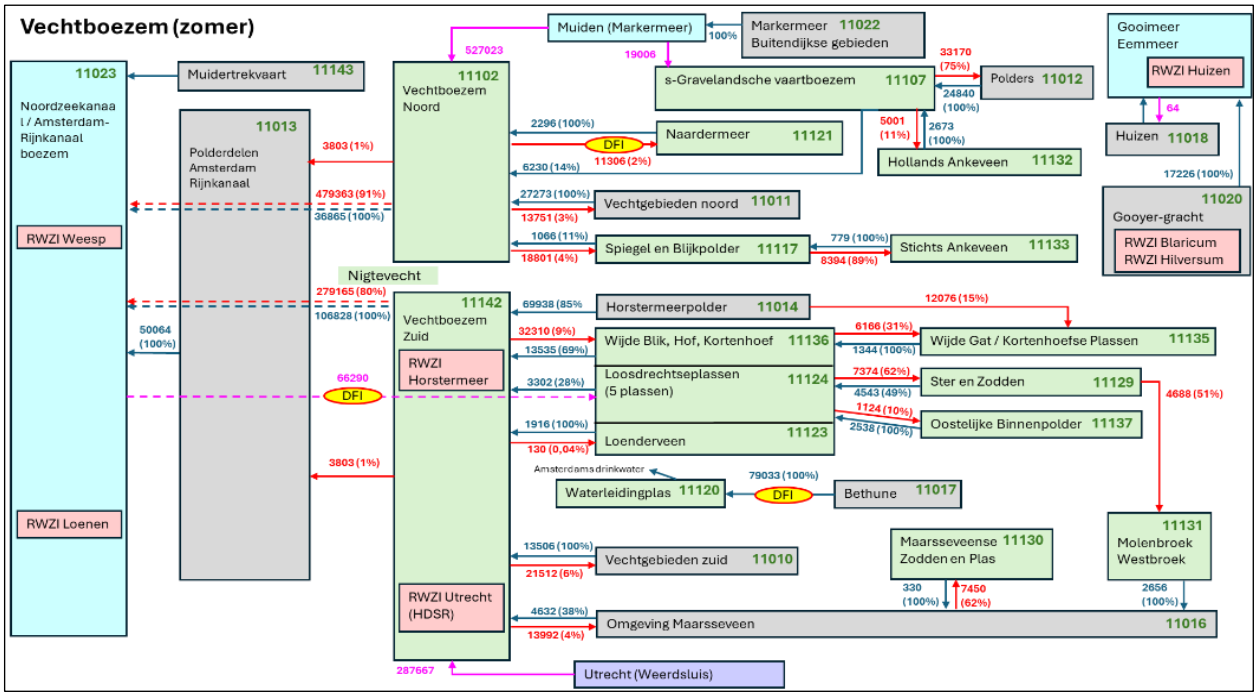
22820 Toevoer van water via de boezem (m3/d)
(debieten ARK-Amstelland uit gecalibreerd boezemmodel; toevoerdebieten Vecht zijn gemeten)

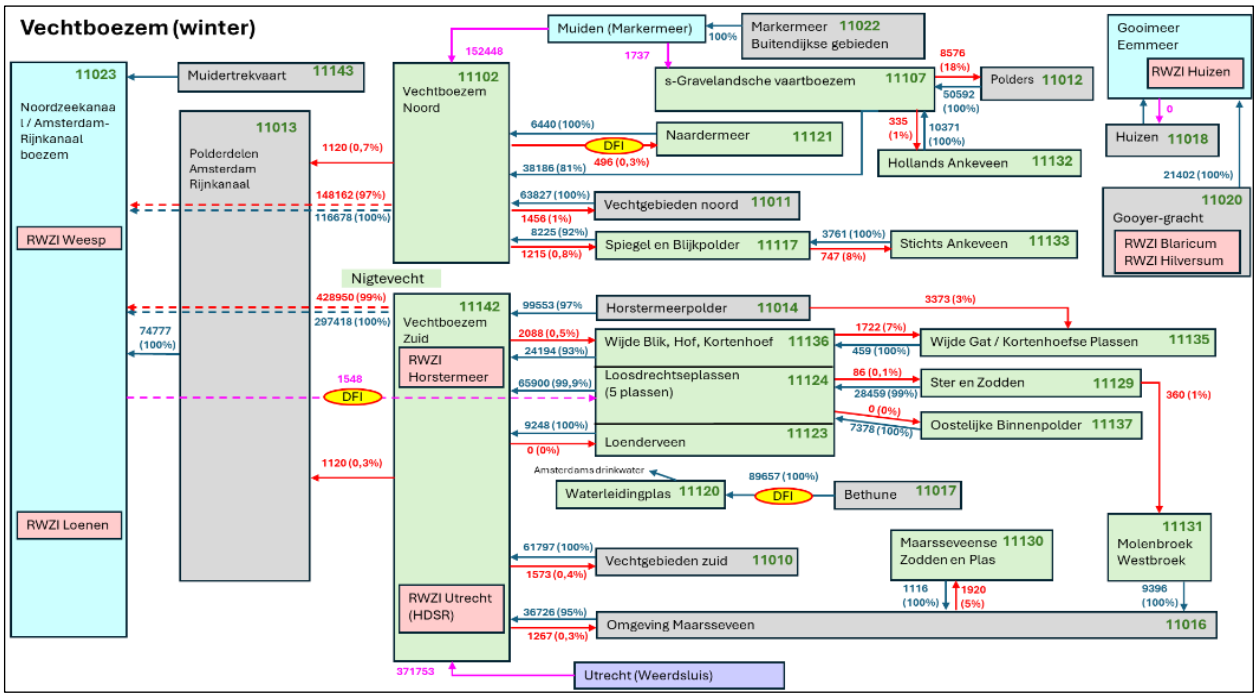
Percentages bij de pijlen geven de afvoerverdeling weer **vanuit** het betreffende bakje. Alle uitgaande pijlen samen = 100%.
In geval van 1 pijl staat er geen percentage bij (100% van het water gaat naar het volgende toestroomgebied)

KRW-waterlichaam
overige GAFs en deel-GAFs (EAGs)
Rijkswater
Rijnlands boezem, Utrechts stadswater
RWZI's AGV

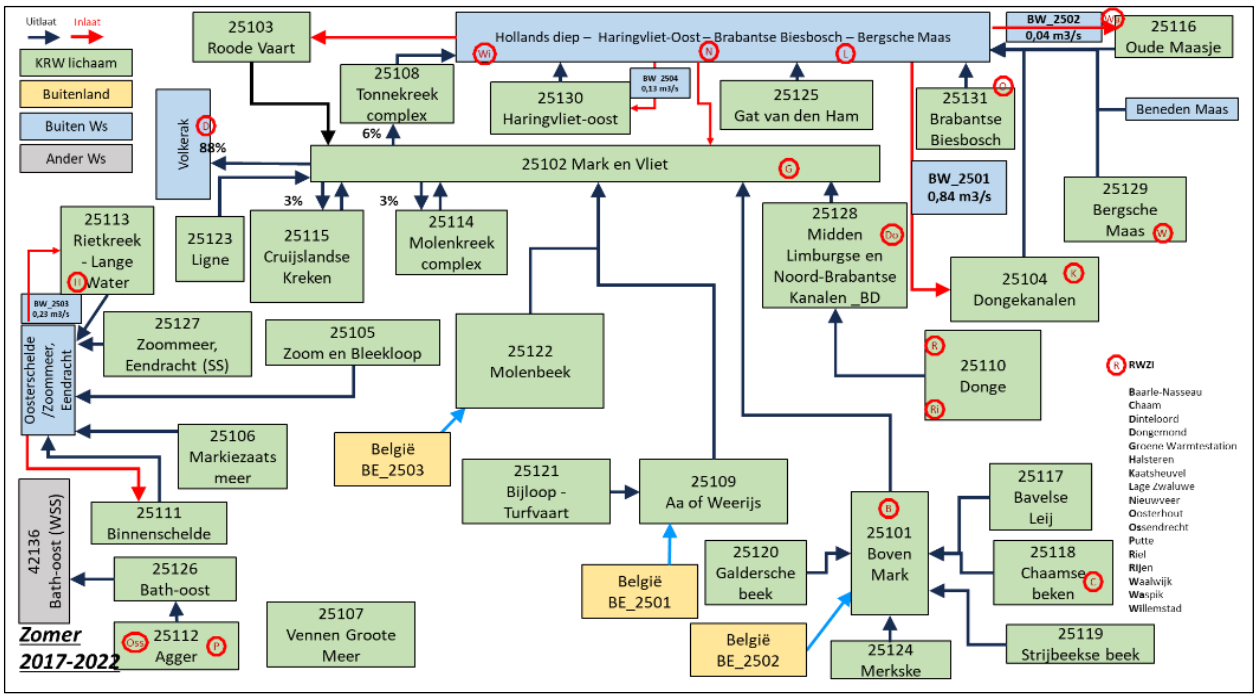


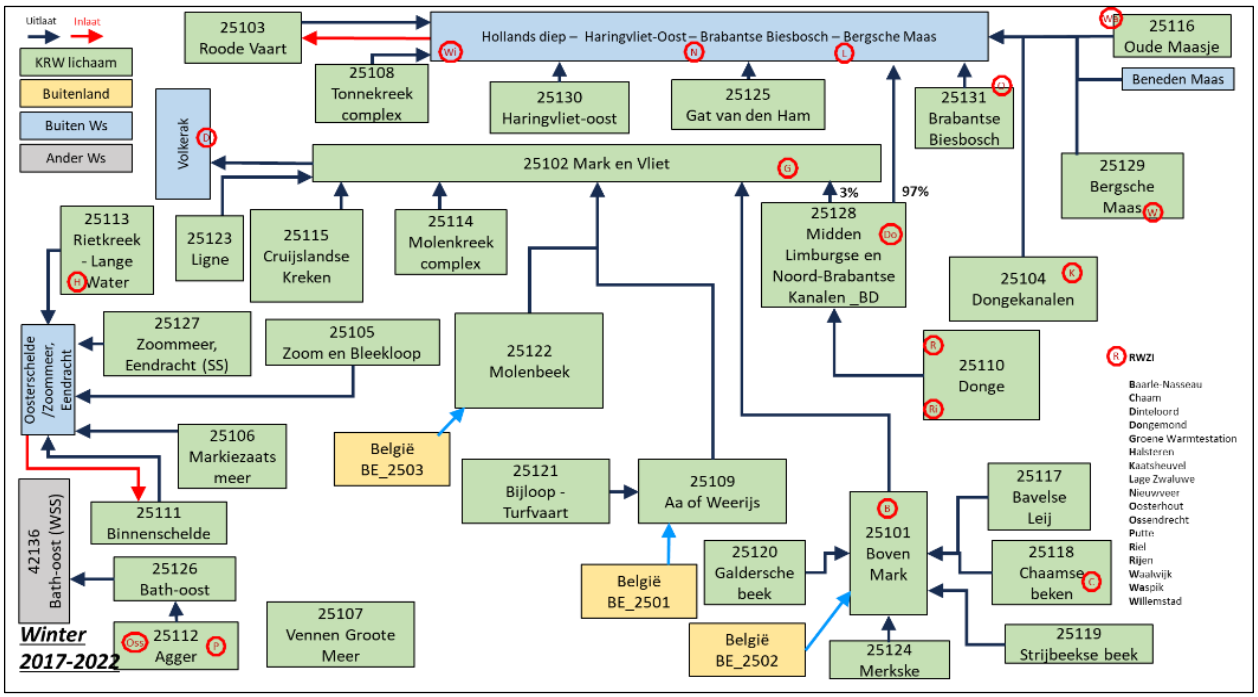



Vechtboezem (zomer)
Muiden (Markermeer)
Markermeer 11022 Buitendijkse gebieden
Gooimeer Eemmeer
RWZI Huizen
11023
Noordzeekanaal / Amsterdam-Rijnkanaal boezem
Muidertrekvaart 11143
11102 Vechtboezem Noord
s-Gravelandsche vaartboezem 11107
Polders 11012
11013 Polderdelen Amsterdam Rijnkanaal
Naardermeer 11121
Hollands Ankeveen 11132
Huizen 11018
11020 Gooyer-gracht
RWZI Blaricum
RWZI Hilversum
RWZI Weesp
Vechtgebieden noord 11011
Spiegel en Blijkpolder 11117
Stichts Ankeveen 11133
Nigtevecht
11142 Vechtboezem Zuid
RWZI Horstermeer
Horstermeerpolder 11014
Wijde Blik, Hof, Kortenhoef 11136
Wijde Gat / Kortenhoefse Plassen 11135
Loosdrechtseplassen (5 plassen) 11124
Ster en Zodden 11129
Oostelijke Binnenpolder 11137
Loenderveen 11123
DFI
Amsterdams drinkwater
Waterleidingplas 11120
Bethune 11017
RWZI Loenen
Vechtgebieden zuid 11010
Maarsseveense 11130 Zodden en Plas
11131 Molenbroek Westbroek
RWZI Utrecht (HDSR)
Omgeving Maarsseveen 11016
Utrecht (Weerdsluis)

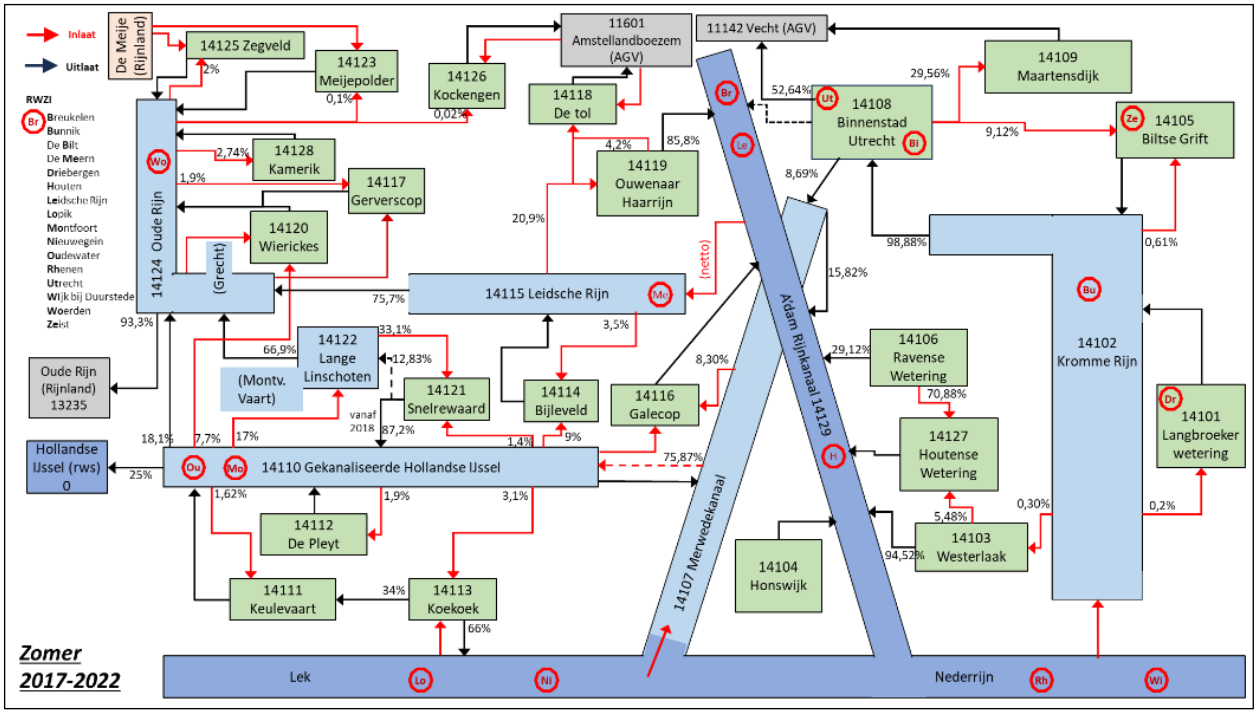

Vechtboezem (winter)
Muiden (Markermeer)
Markermeer 11022 Buitendijkse gebieden
Gooimeer Eemmeer
RWZI Huizen
11023
Noordzeekanaal / Amsterdam-Rijnkanaal boezem
Muidertrekvaart 11143
11102 Vechtboezem Noord
s-Gravelandsche vaartboezem 11107
Polders 11012
11013 Polderdelen Amsterdam Rijnkanaal
Naardermeer 11121
Hollands Ankeveen 11132
Huizen 11018
11020 Gooyer-gracht
RWZI Blaricum
RWZI Hilversum
RWZI Weesp
Vechtgebieden noord 11011
Spiegel en Blijkpolder 11117
Stichts Ankeveen 11133
Nigtevecht
11142 Vechtboezem Zuid
RWZI Horstermeer
Horstermeerpolder 11014
Wijde Blik, Hof, Kortenhoef 11136
Wijde Gat / Kortenhoefse Plassen 11135
Loosdrechtseplassen (5 plassen) 11124
Ster en Zodden 11129
Oostelijke Binnenpolder 11137
Loenderveen 11123
DFI
Amsterdams drinkwater
Waterleidingplas 11120
Bethune 11017
RWZI Loenen
Vechtgebieden zuid 11010
Maarsseveense 11130 Zodden en Plas
11131 Molenbroek Westbroek
RWZI Utrecht (HDSR)
Omgeving Maarsseveen 11016
Utrecht (Weerdsluis)

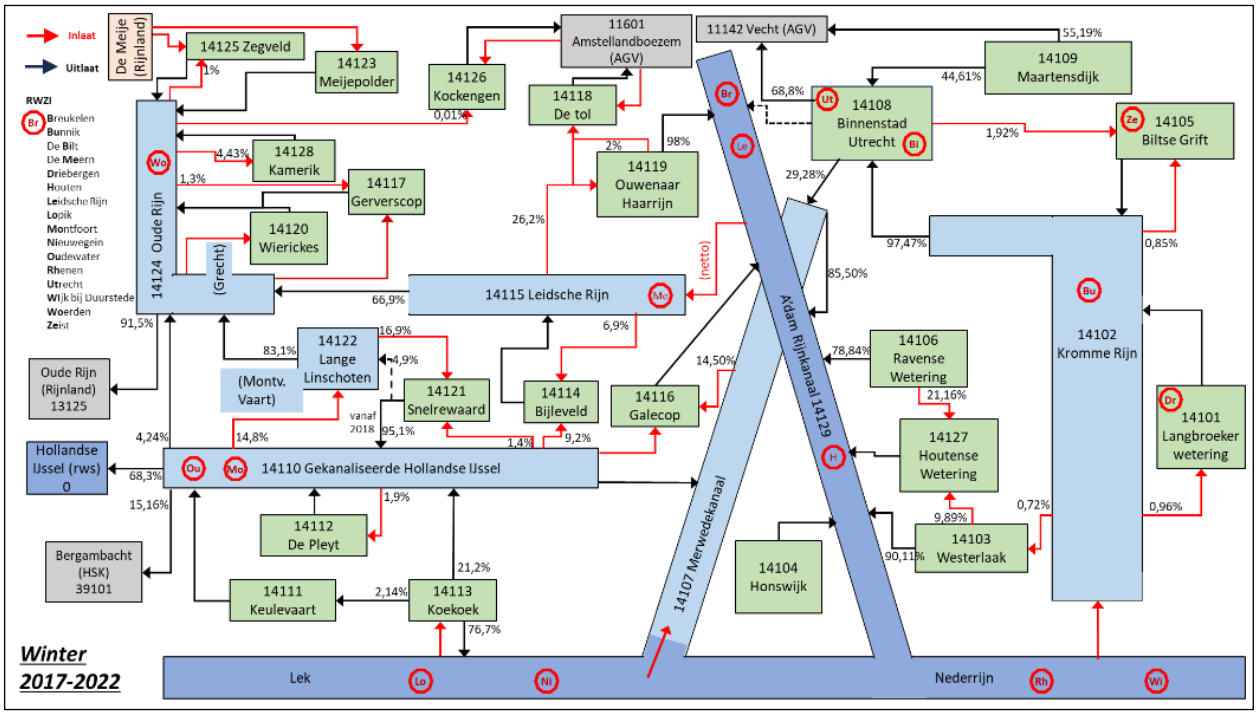
Waterschap Brabantse Delta



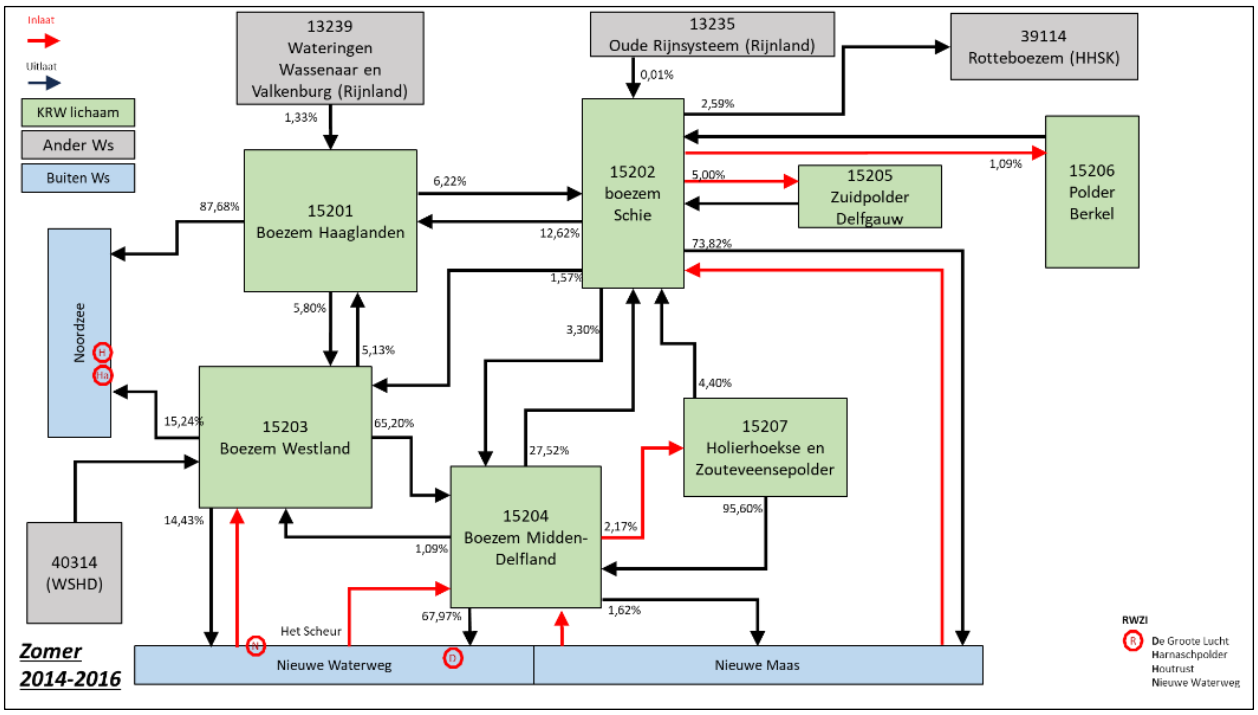


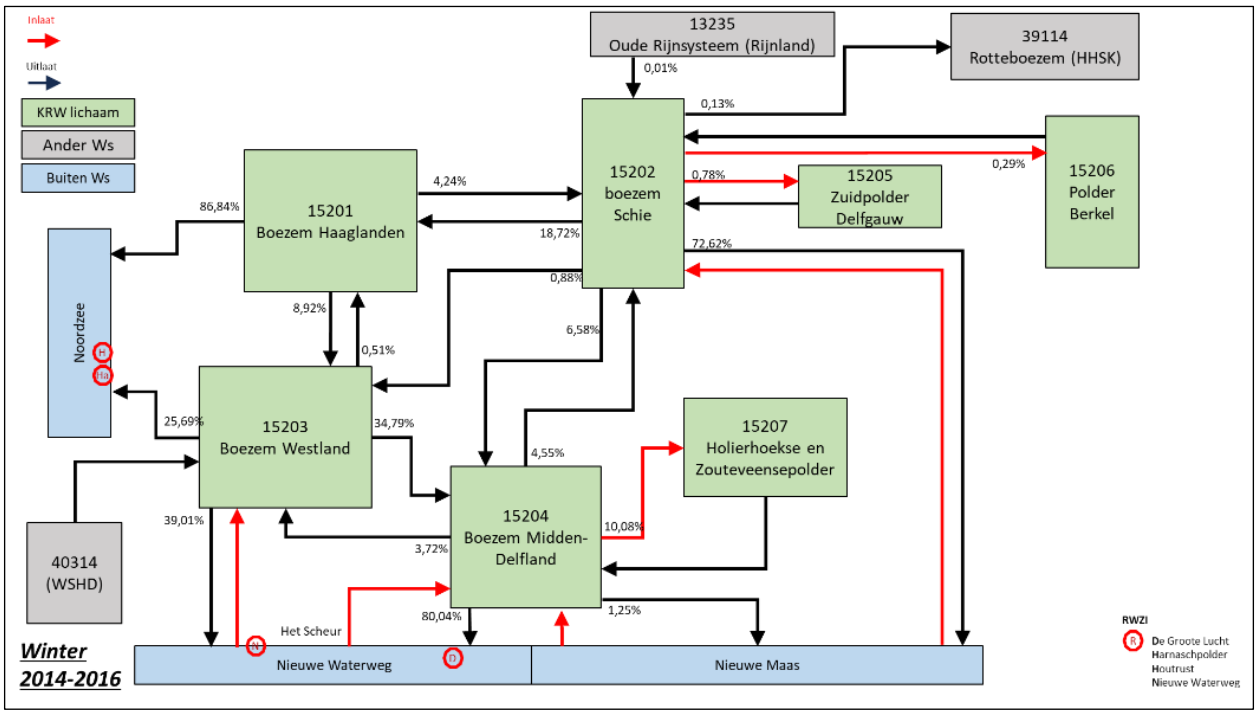
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden



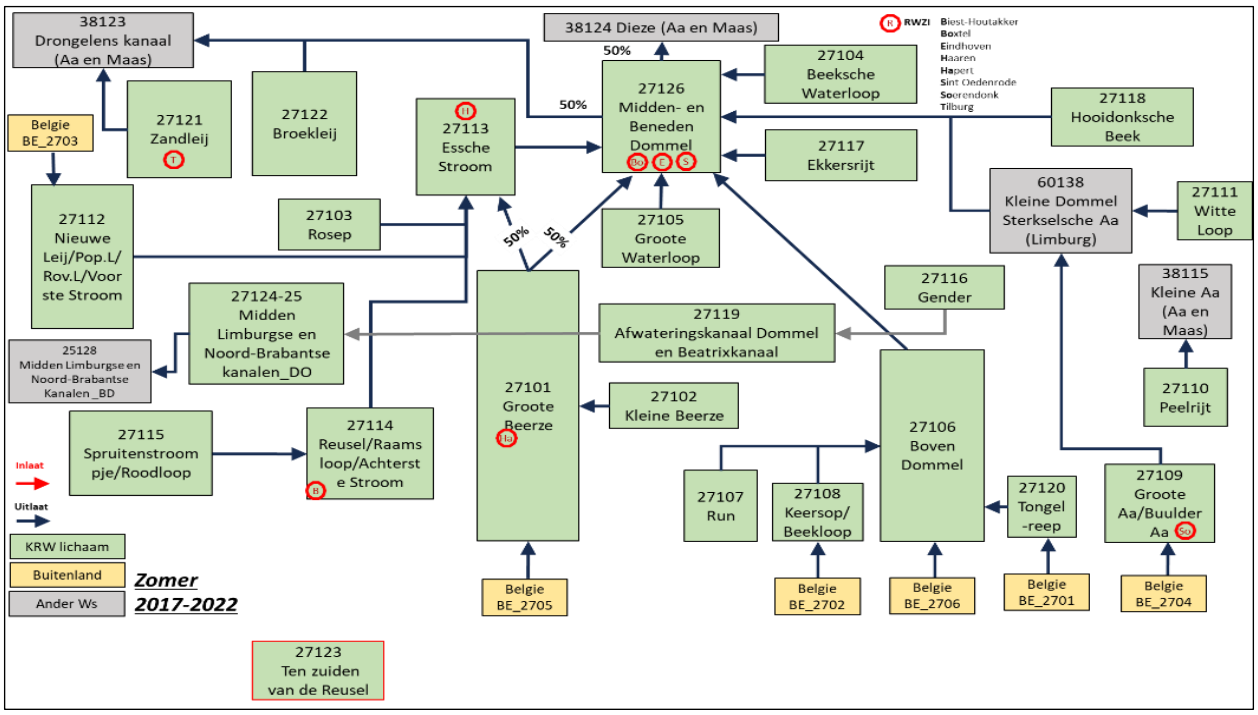


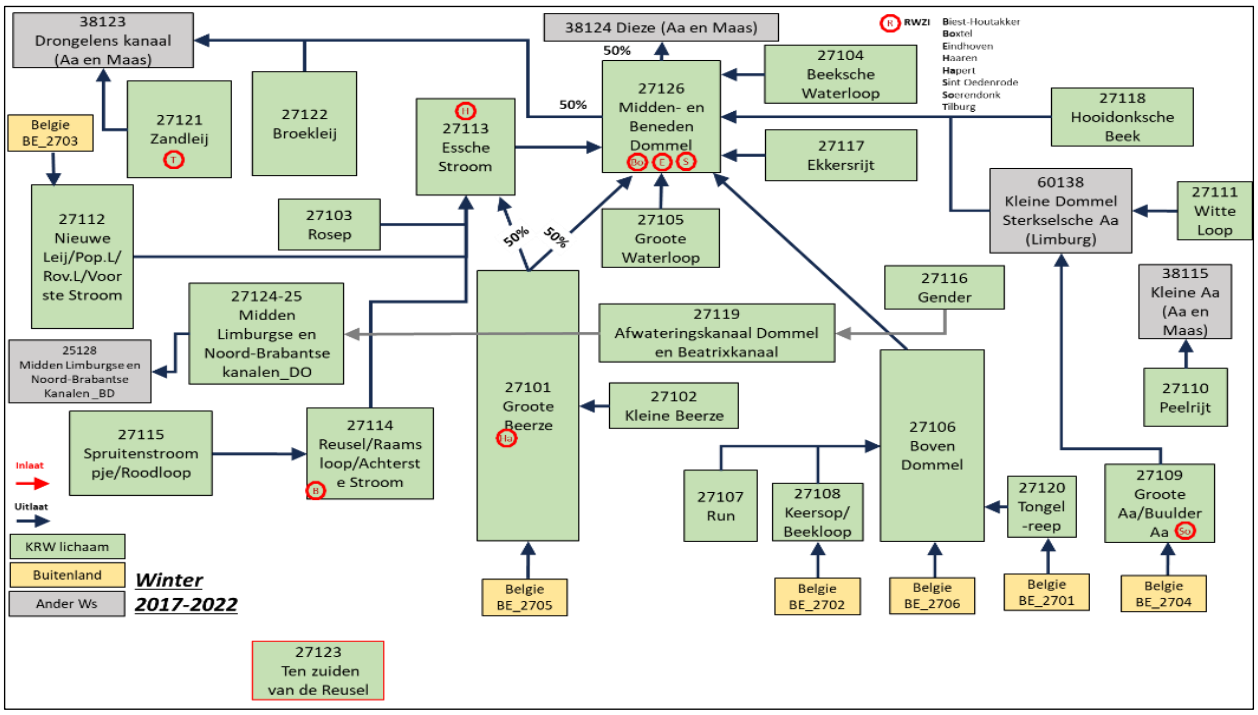
Hoogheemraadschap van Delfland



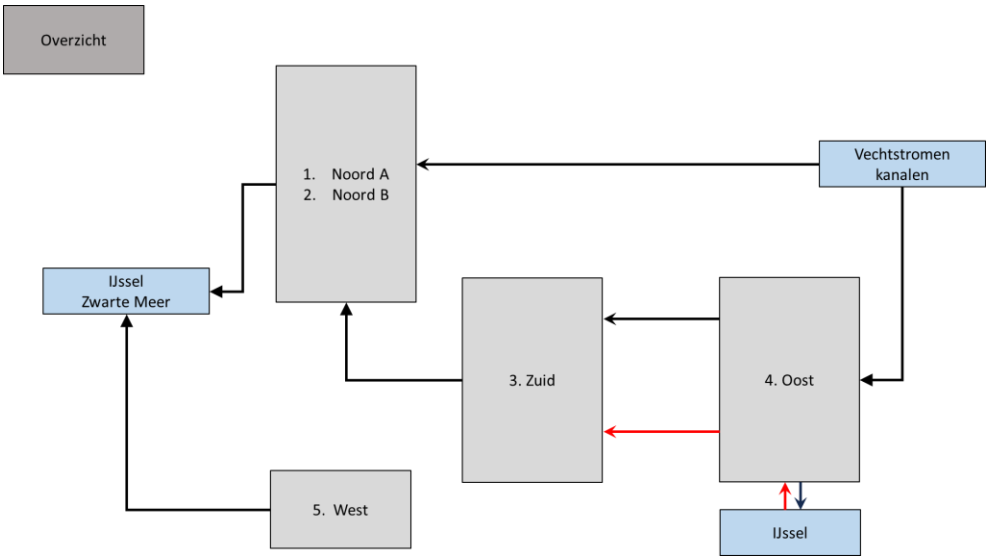


Waterschap De Dommel

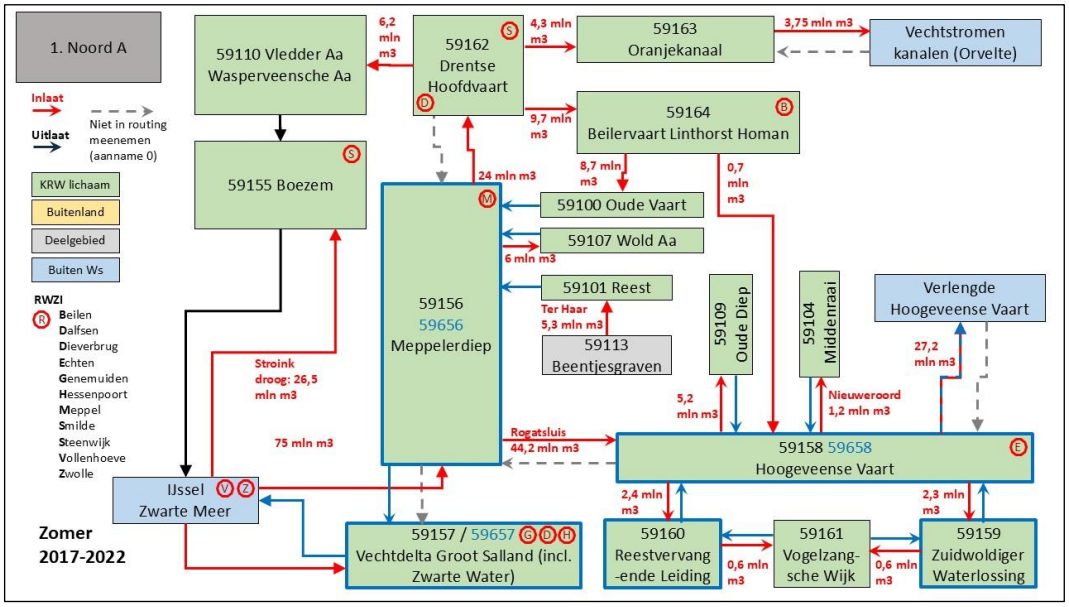




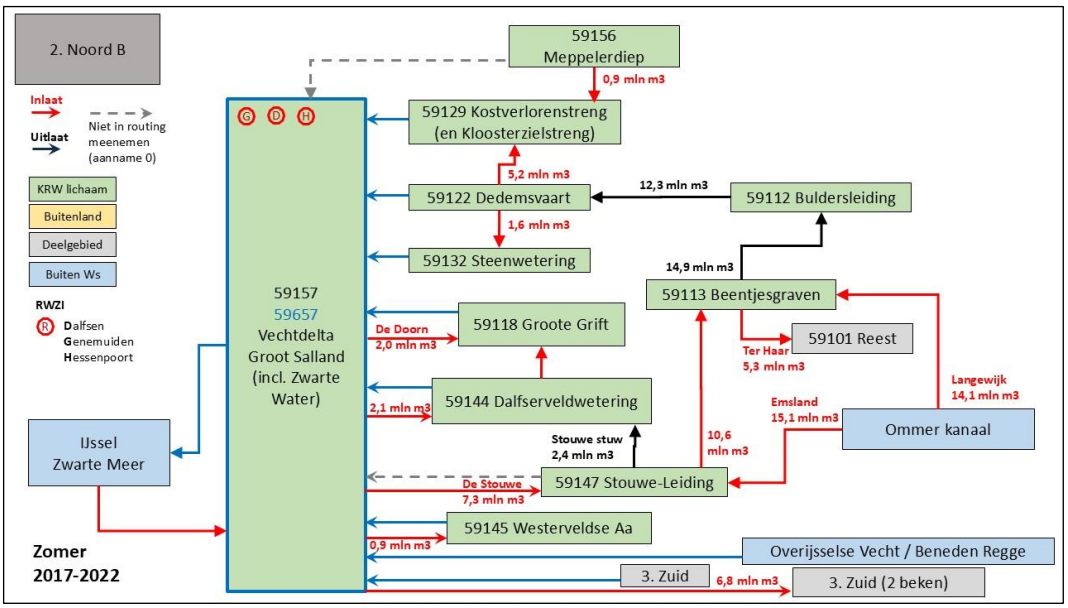
Waterschap Drents Overijsselse Delta, hoofdindeling

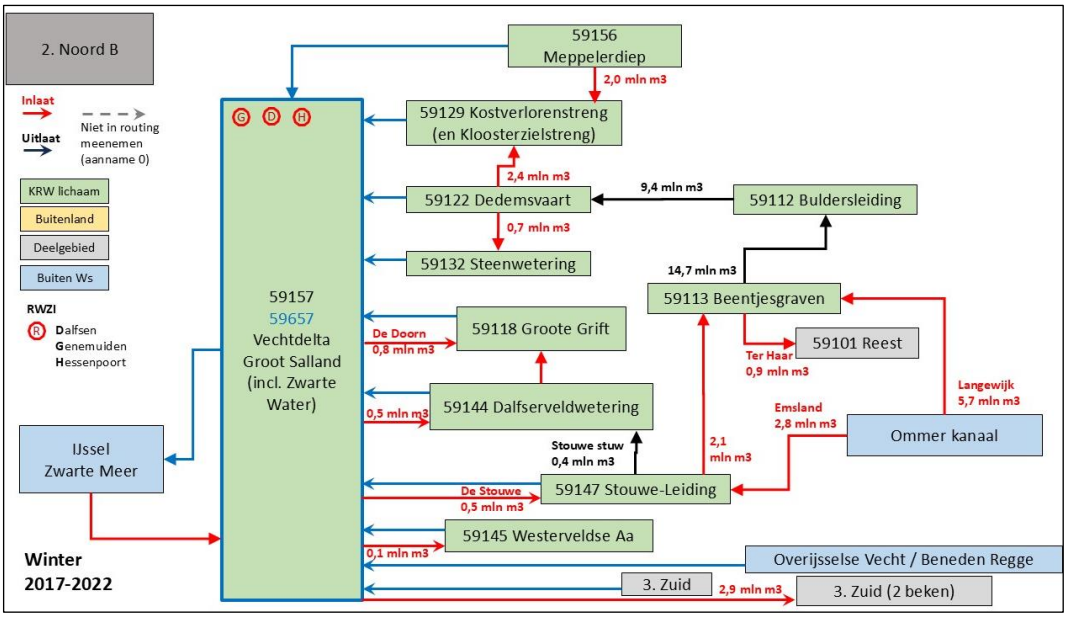


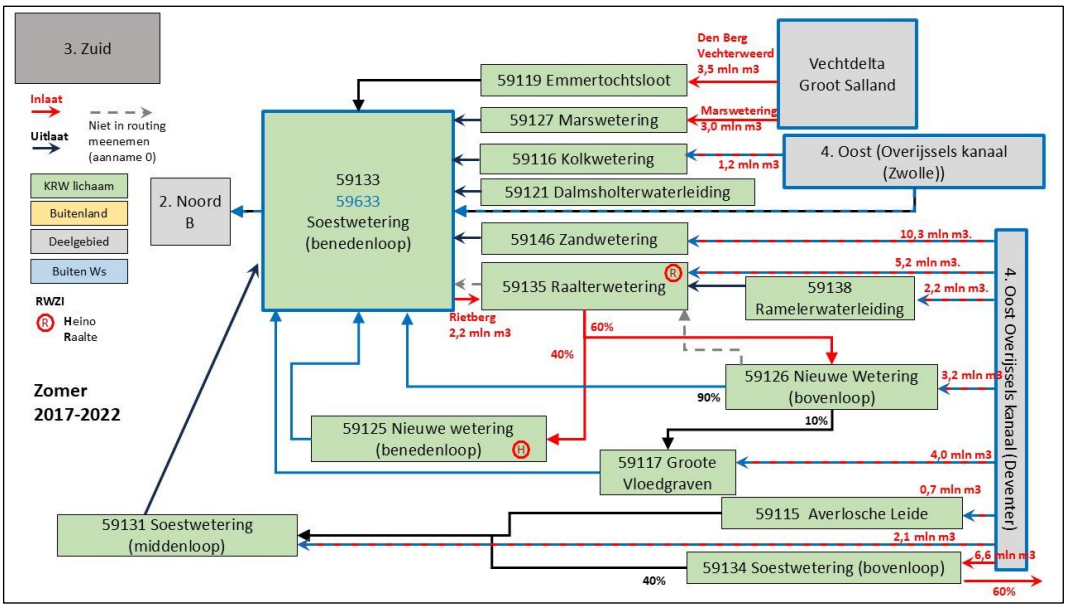
Toestroomgebieden Drents Overijsselse Delta



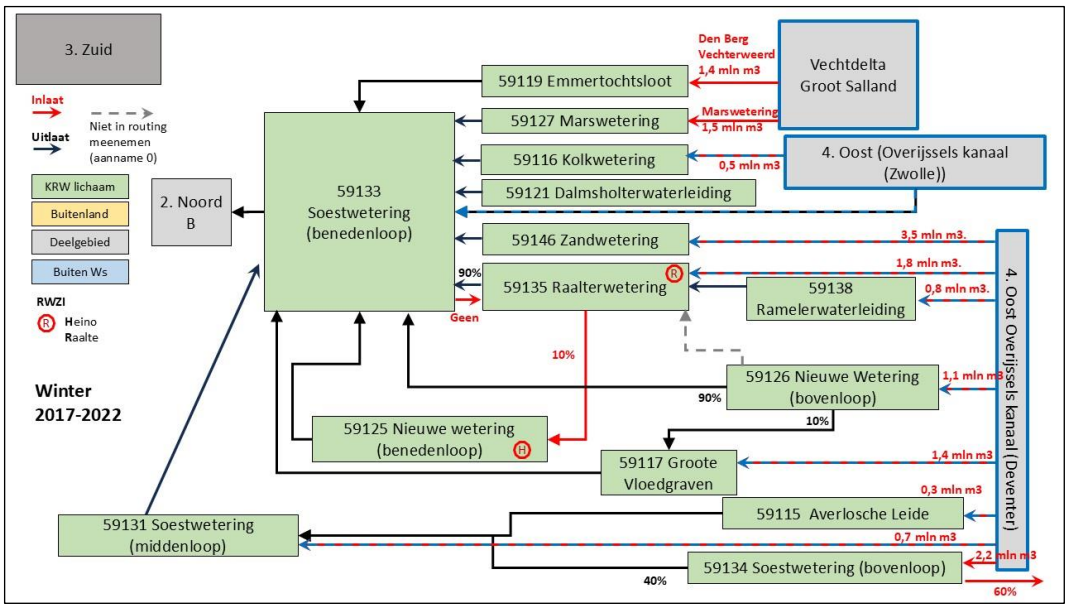
Toestroomgebieden Drents Overijsselse Delta (vervolg)

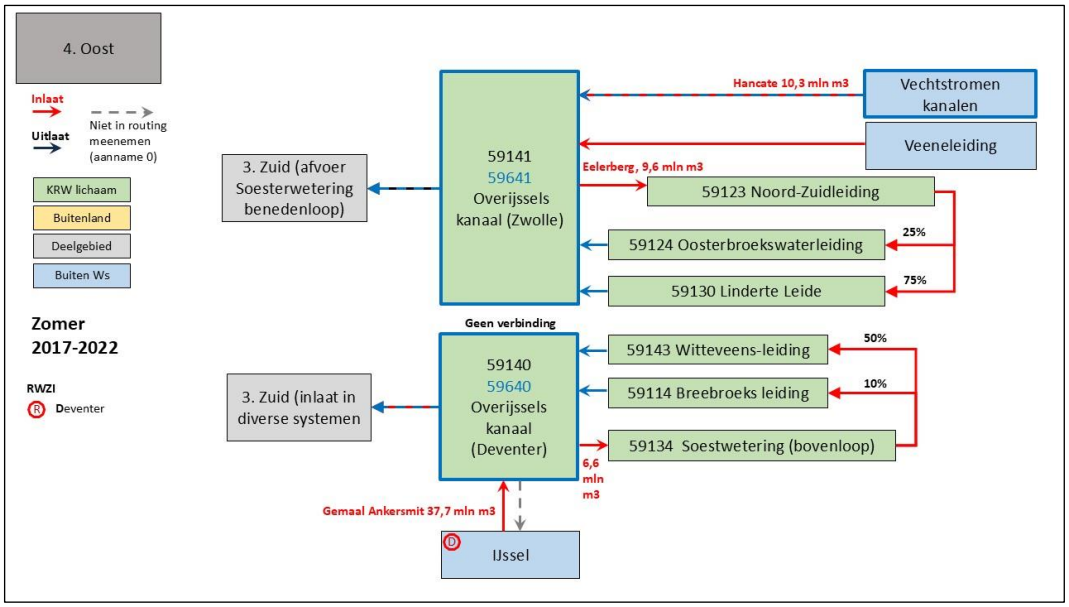


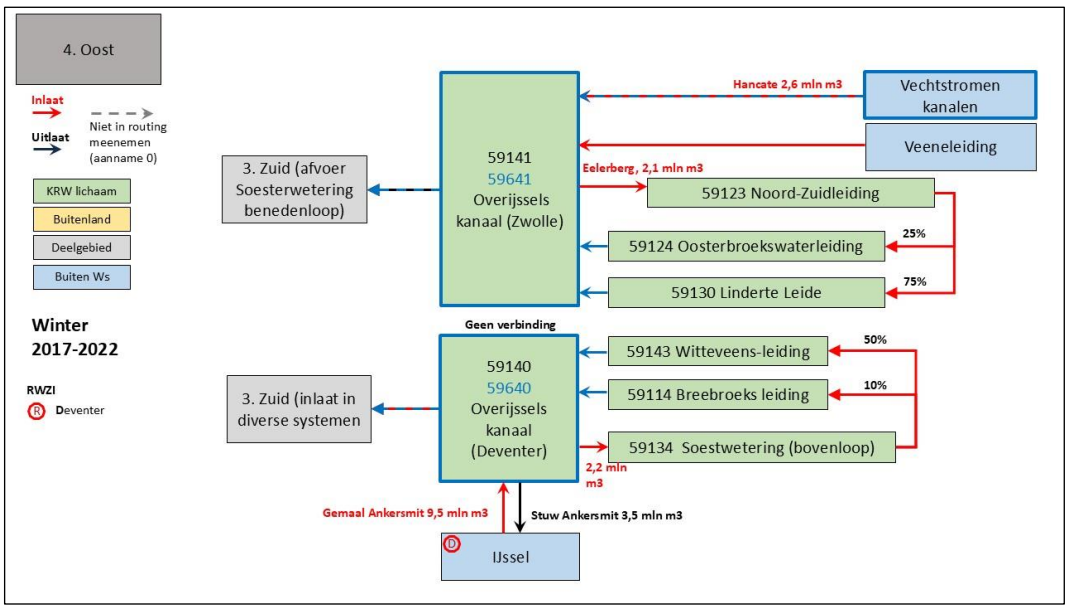




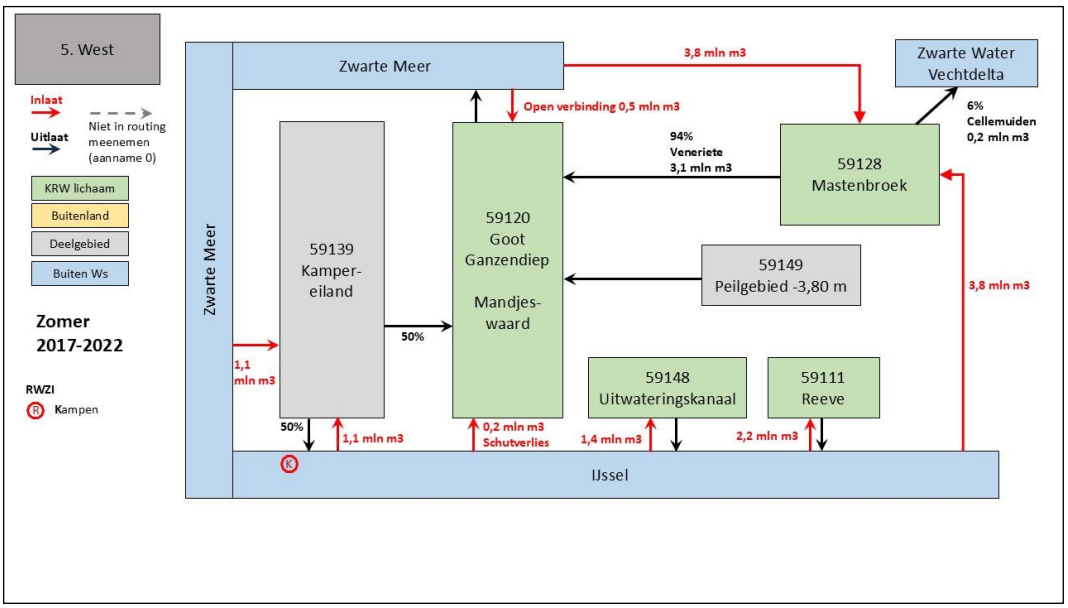
Toestroomgebieden Drents Overijsselse Delta (vervolg)

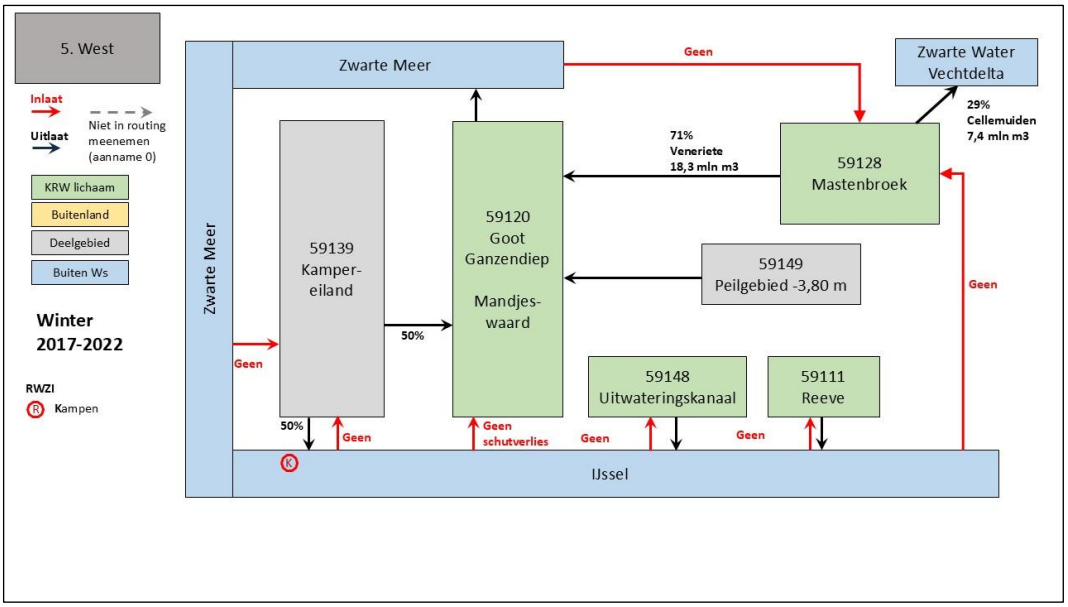




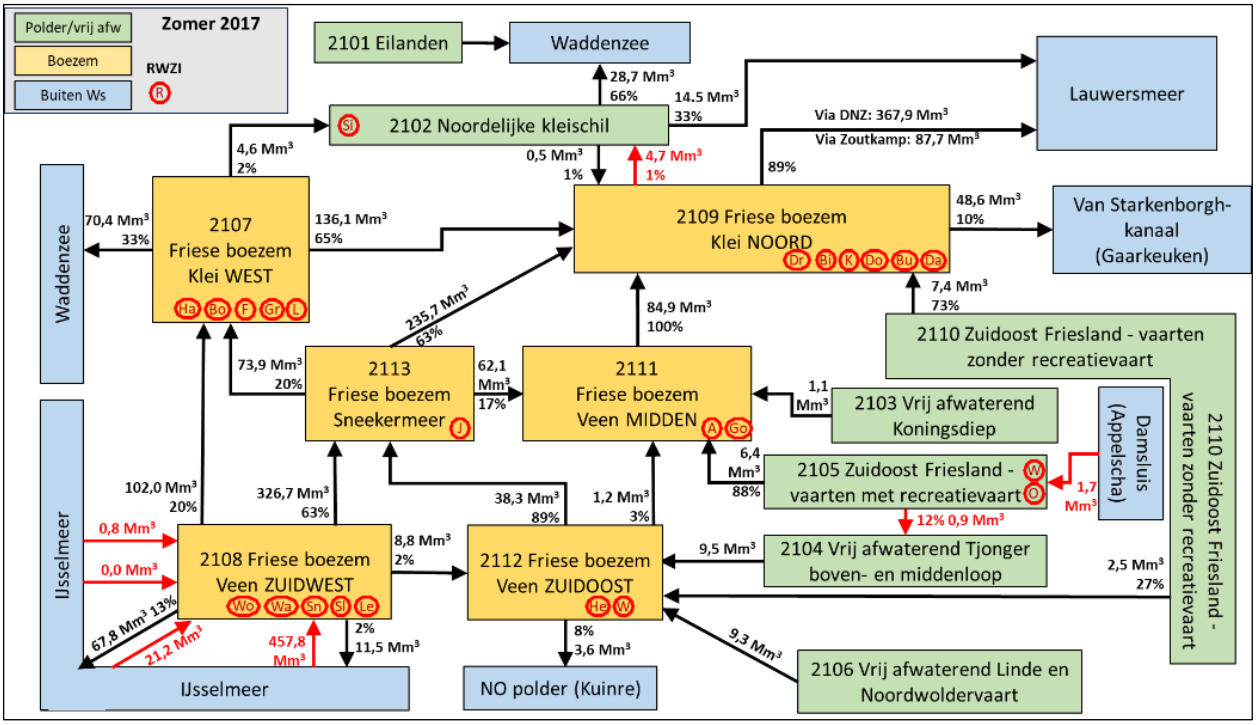


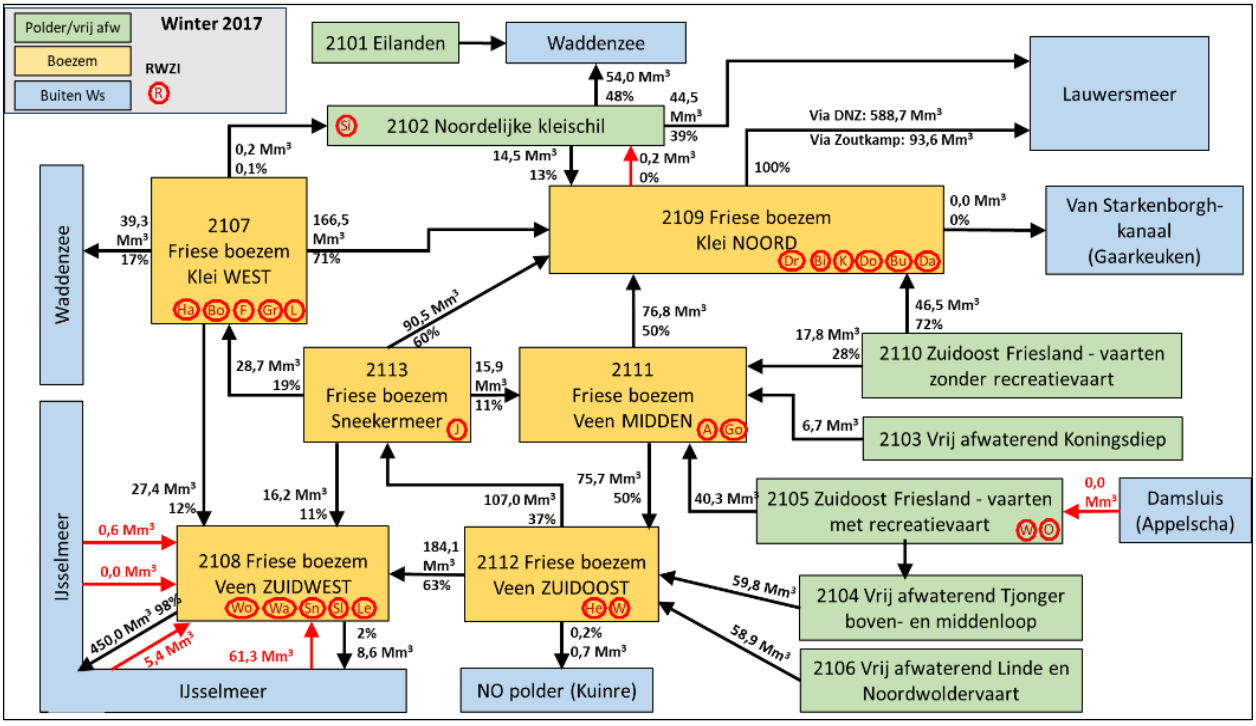
Toestroomgebieden Drents Overijsselse Delta (vervolg)





Wetterskip Fryslân

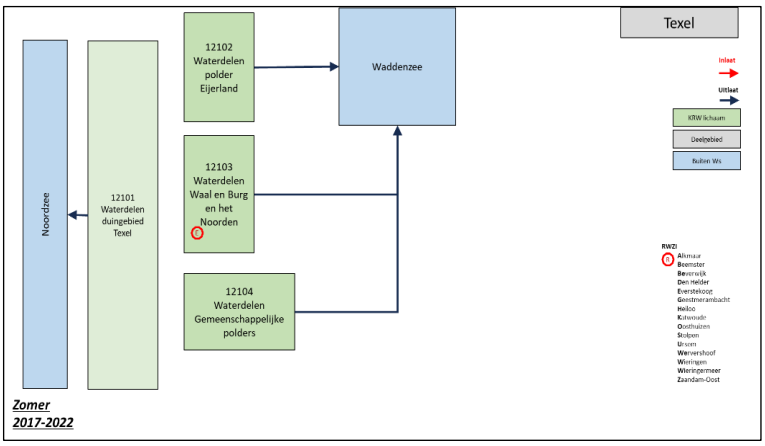


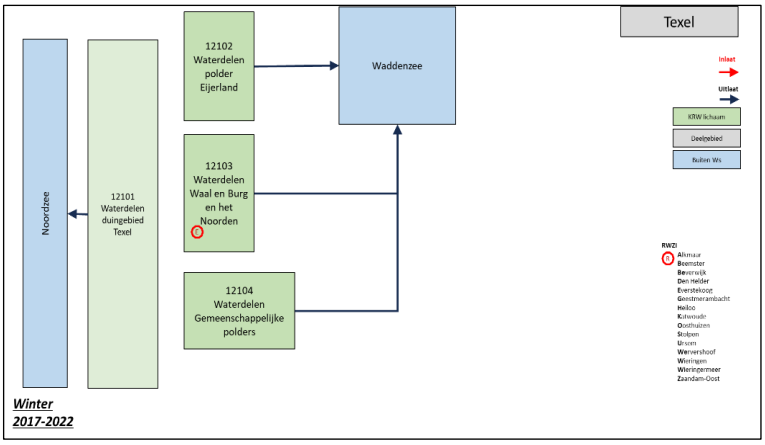


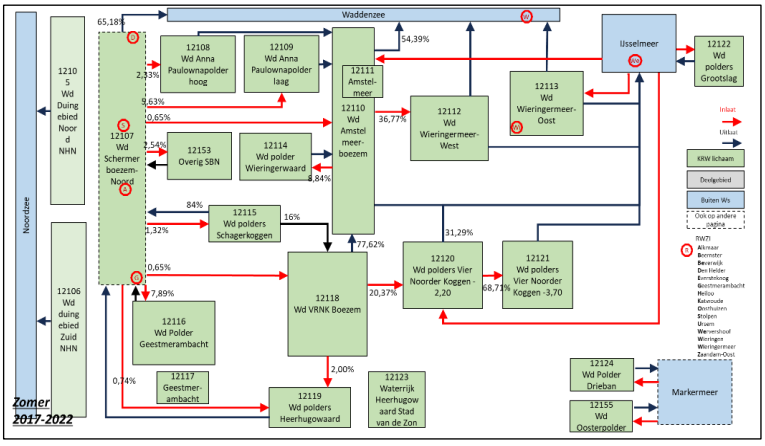
RWZI

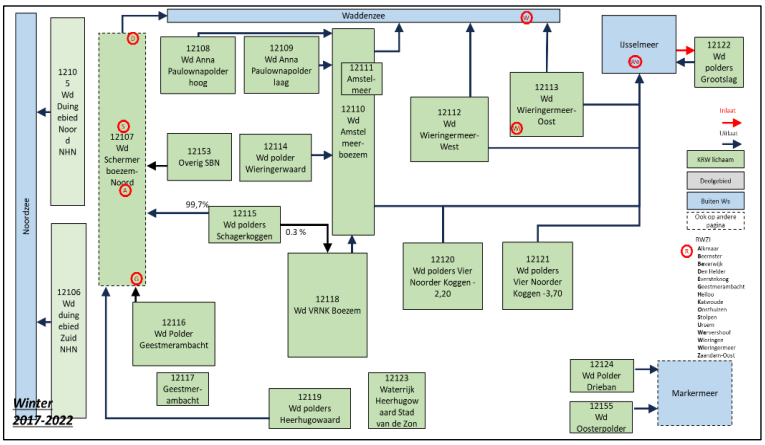
R	Akkrum	Joure
	Birdaard	Kootstertille
	Bolsward	Leeuwarden
	Burgum	Lemmer
	Damwoude	Oosterwolde
	Dokkum	Sint Annaparochie
	Drachten	Sloten
	Franeker	Sneek
	Gorredijk	Warns
	Grou	Wolvega
	Harlingen	Workum
	Heerenveen	

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

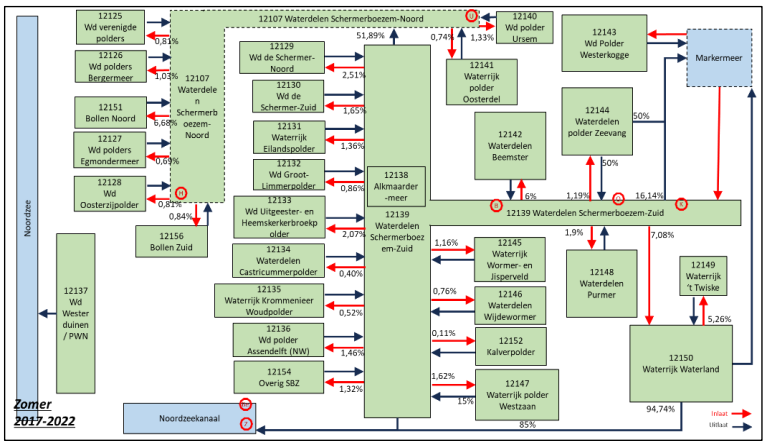


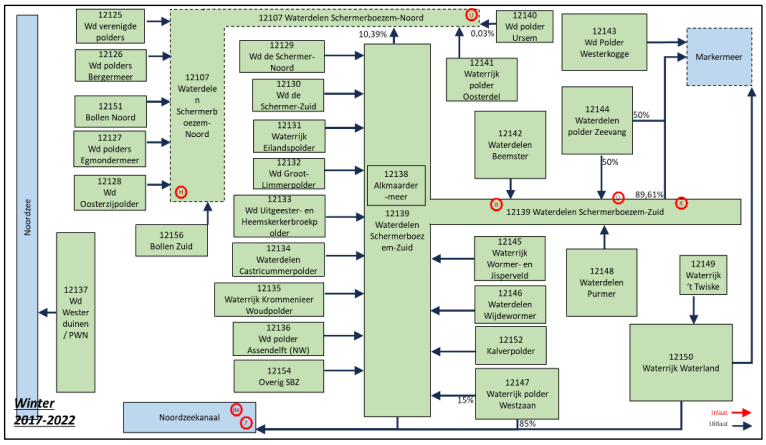




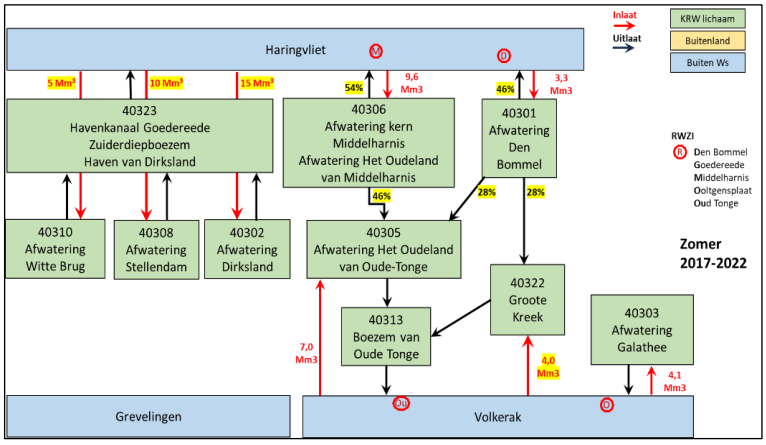


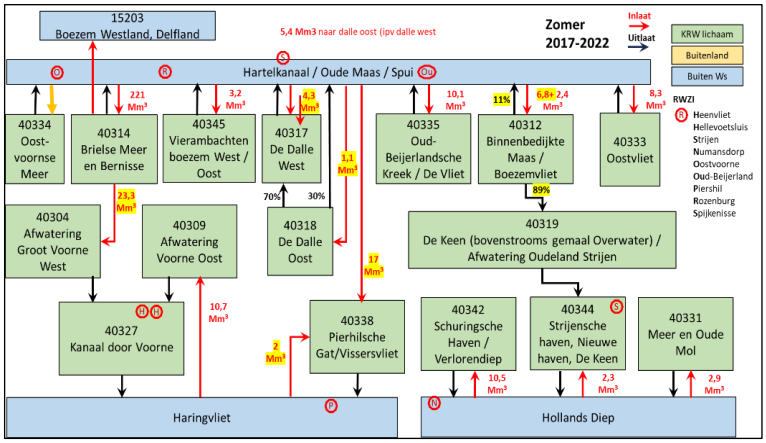
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (vervolg)



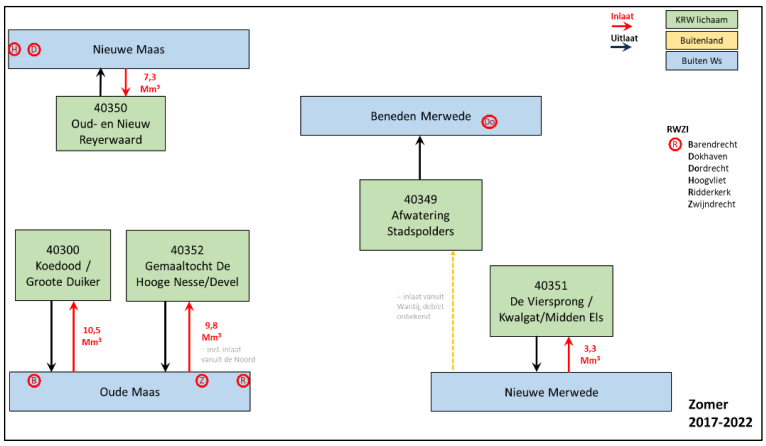


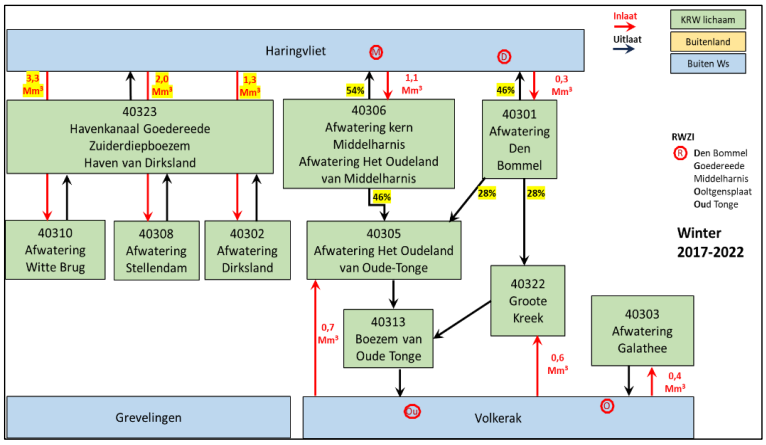
Waterschap Hollandse Delta

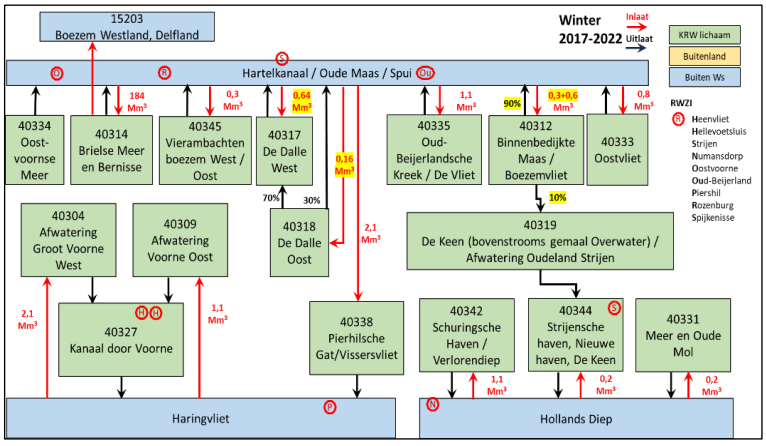


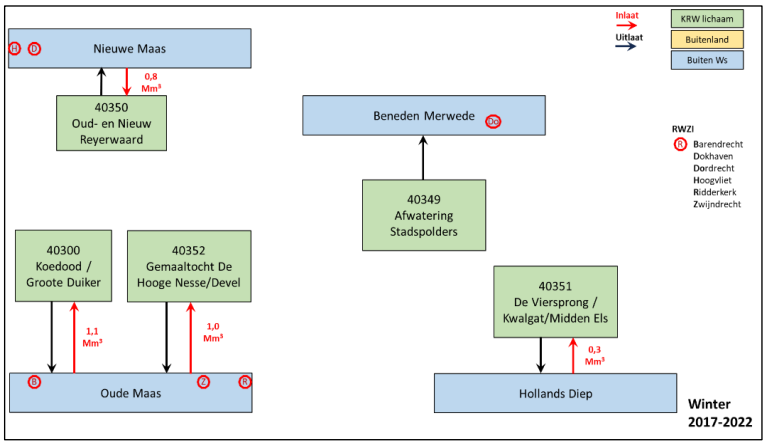


Waterschap Hollandse Delta (vervolg)

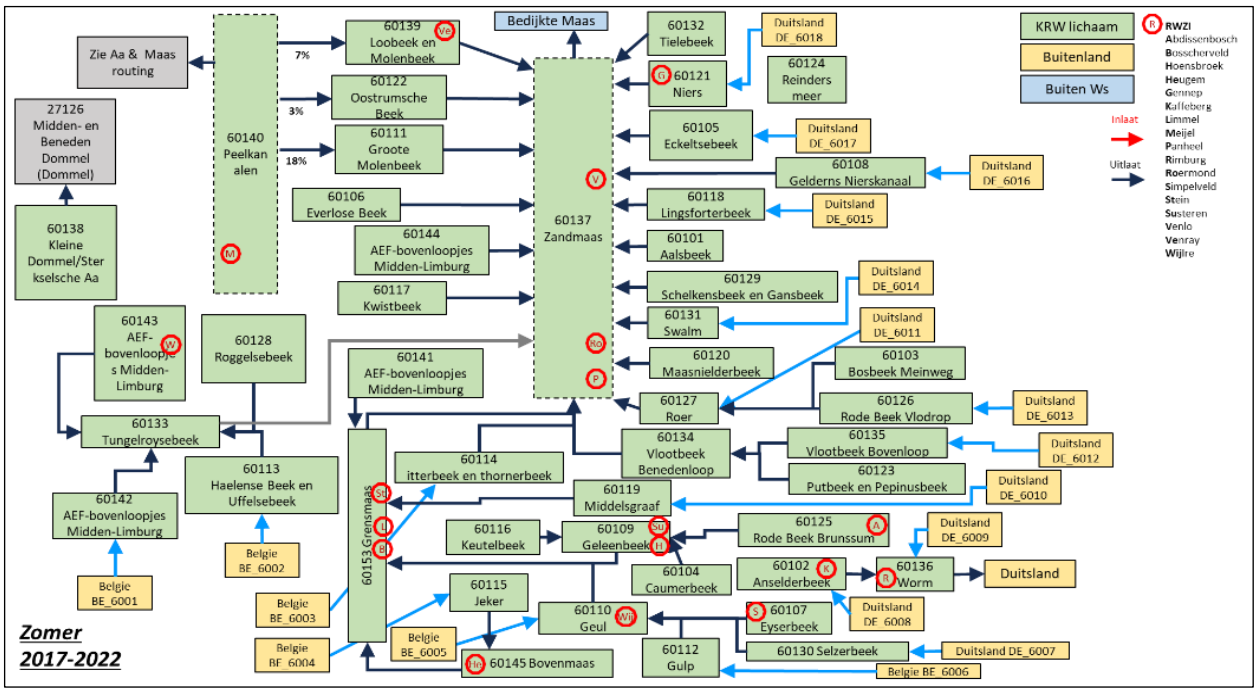


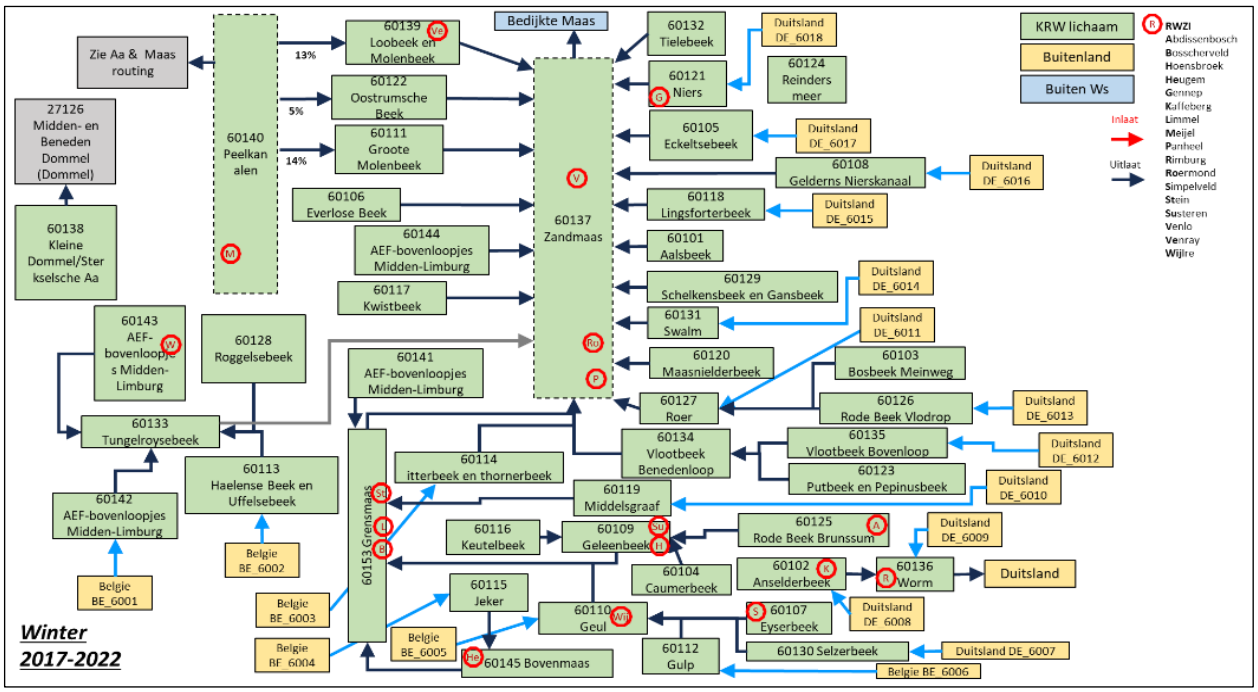




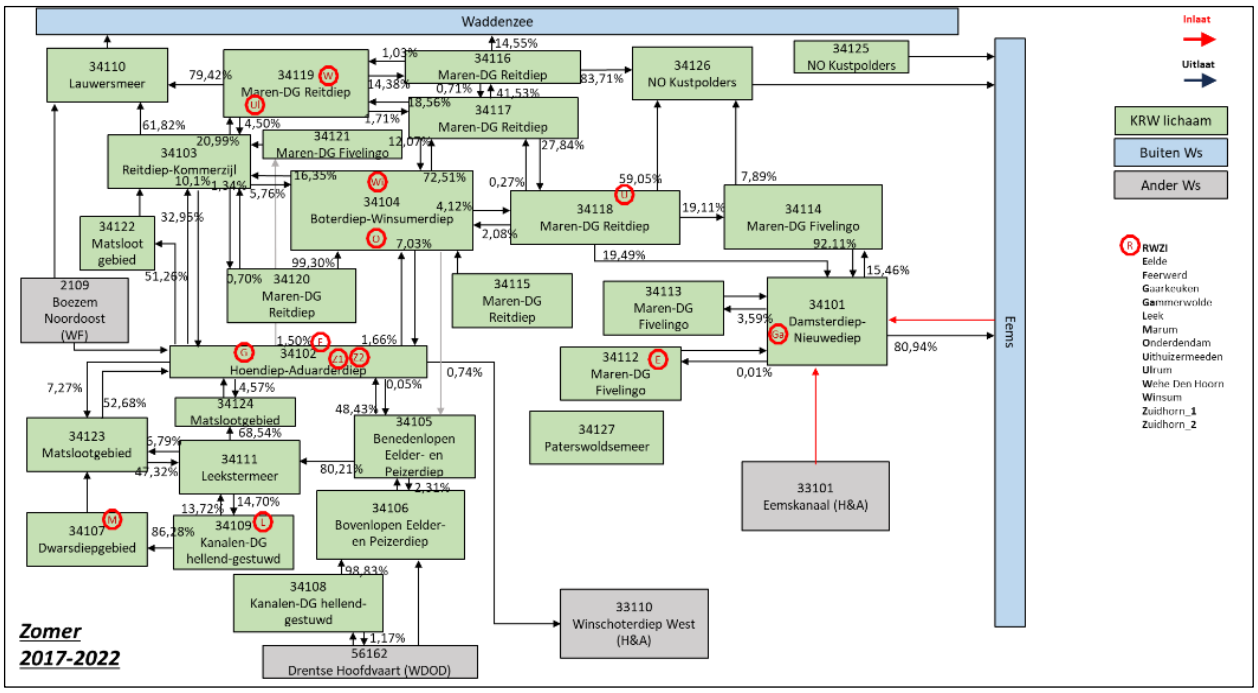


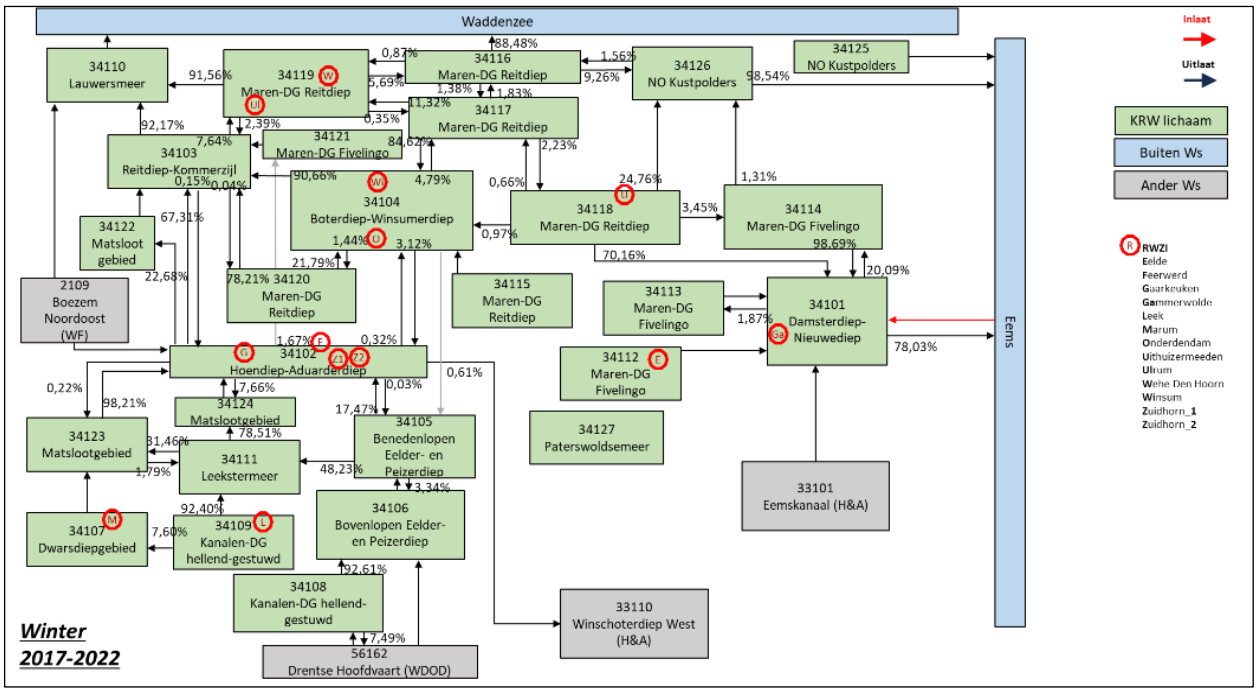
Waterschap Limburg



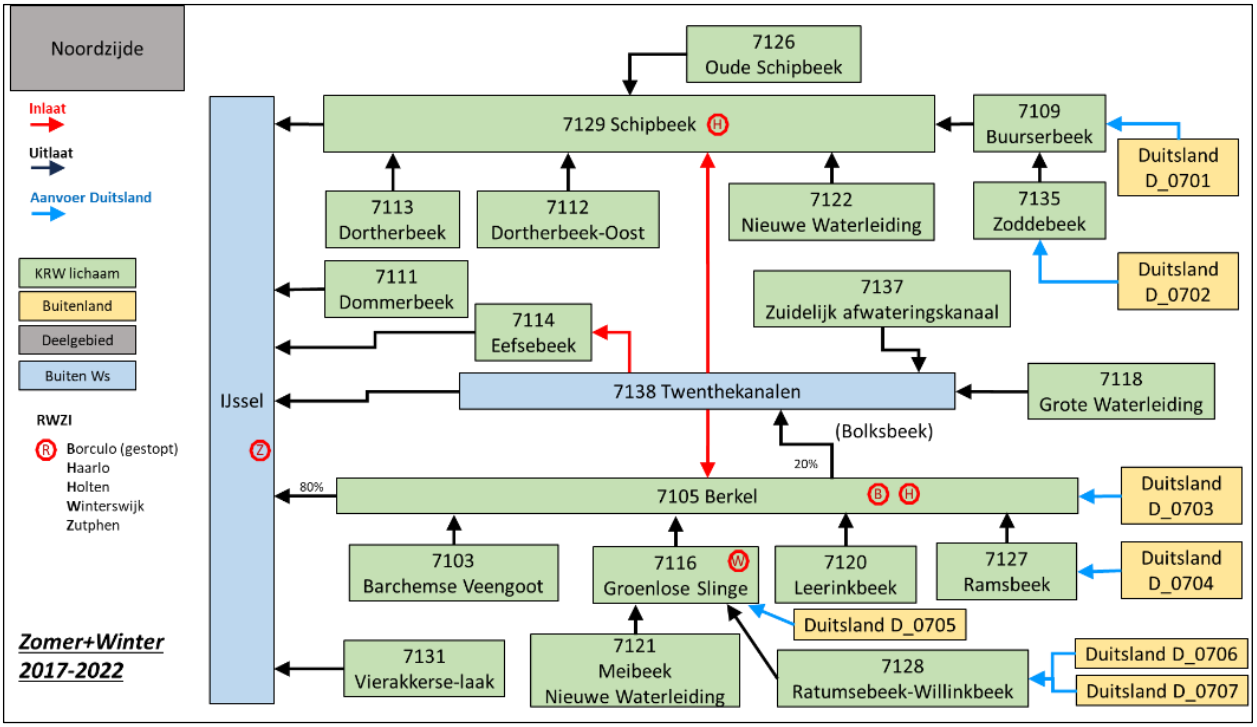


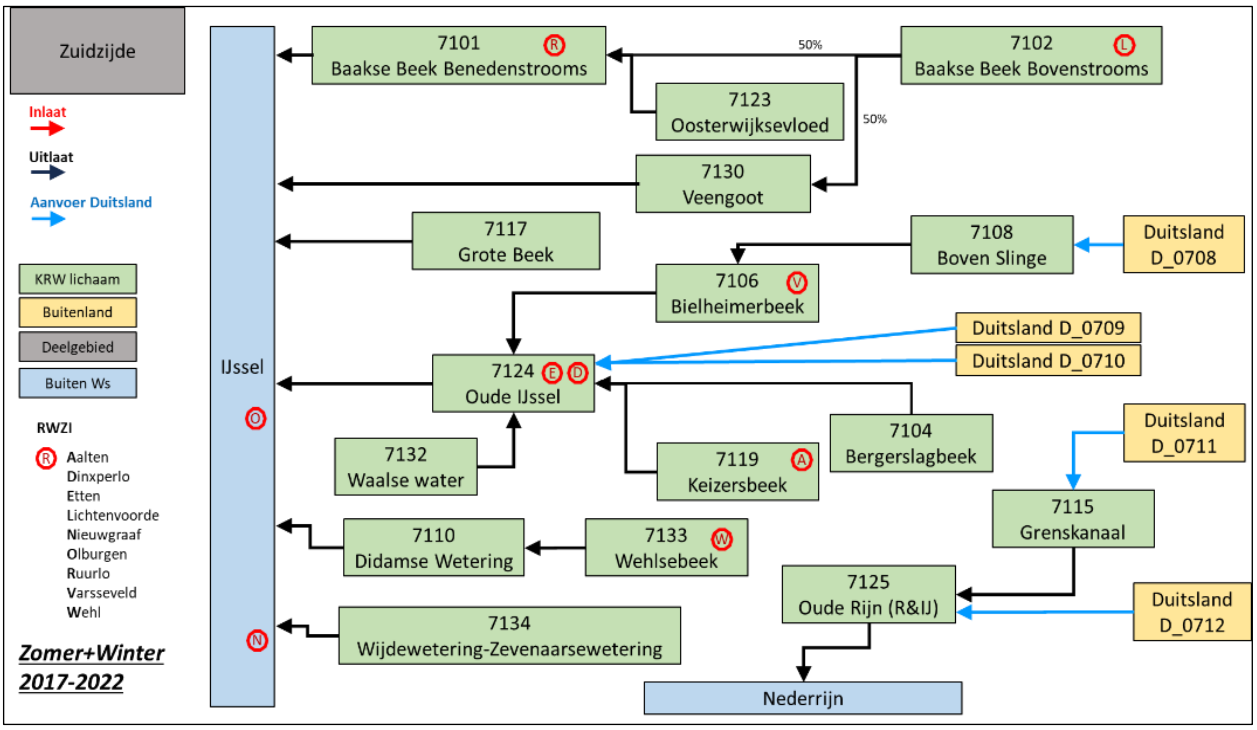
Waterschap Noorderzijlvest



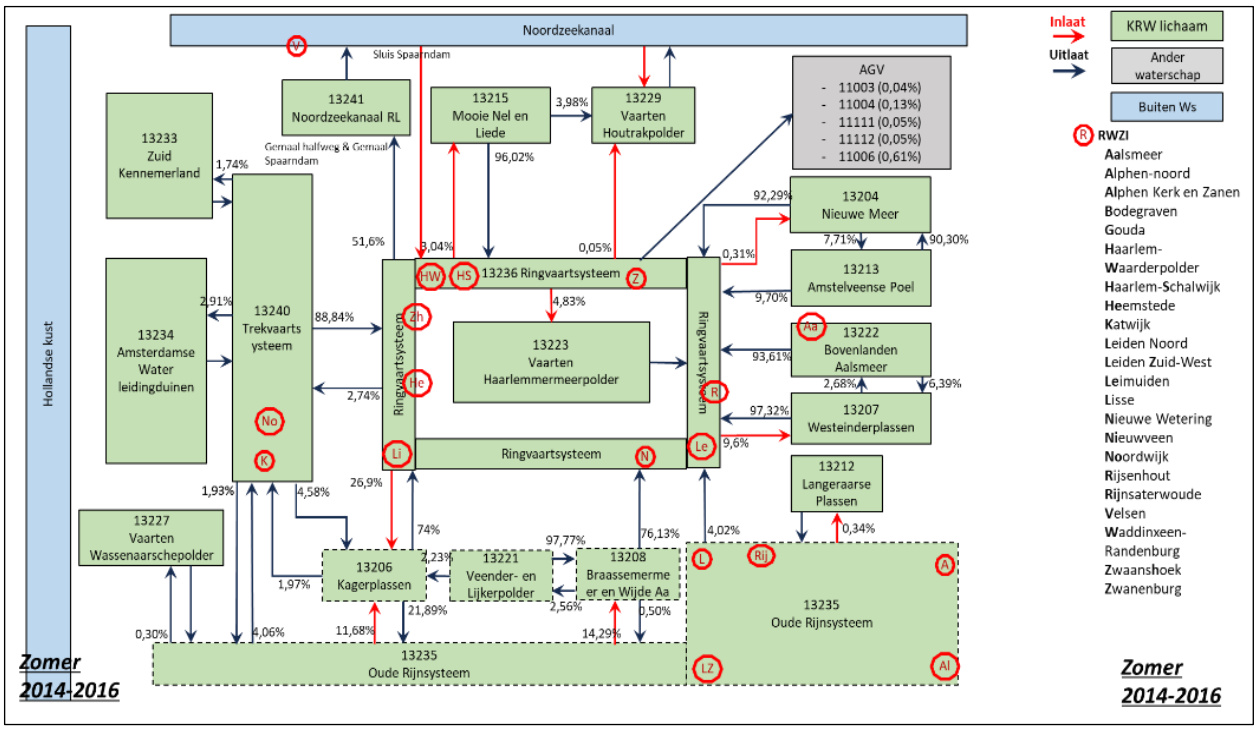


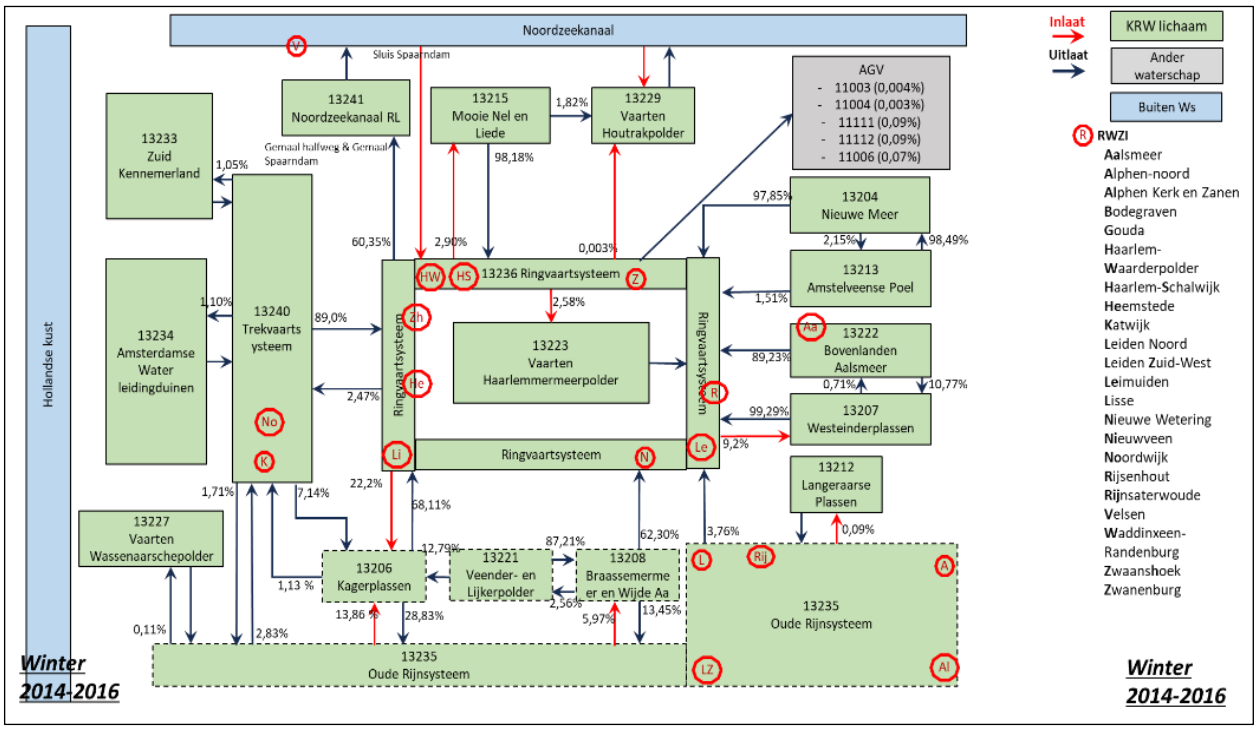
Waterschap Rijn en IJssel

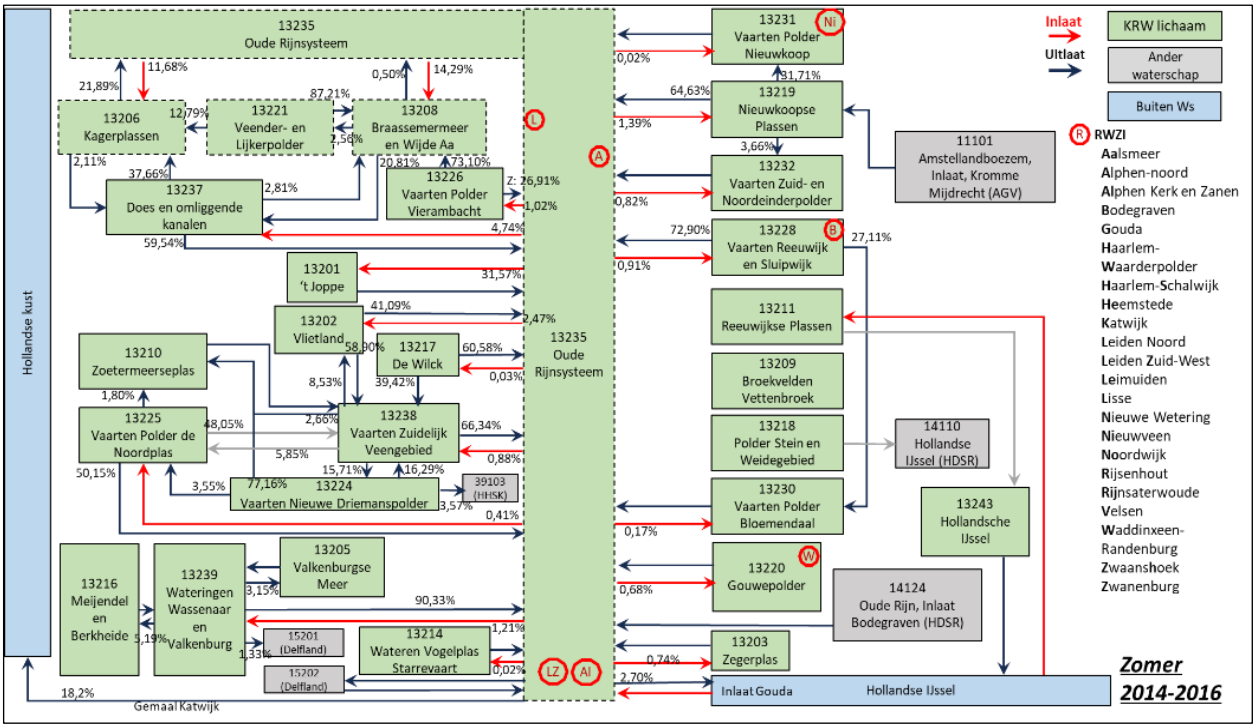


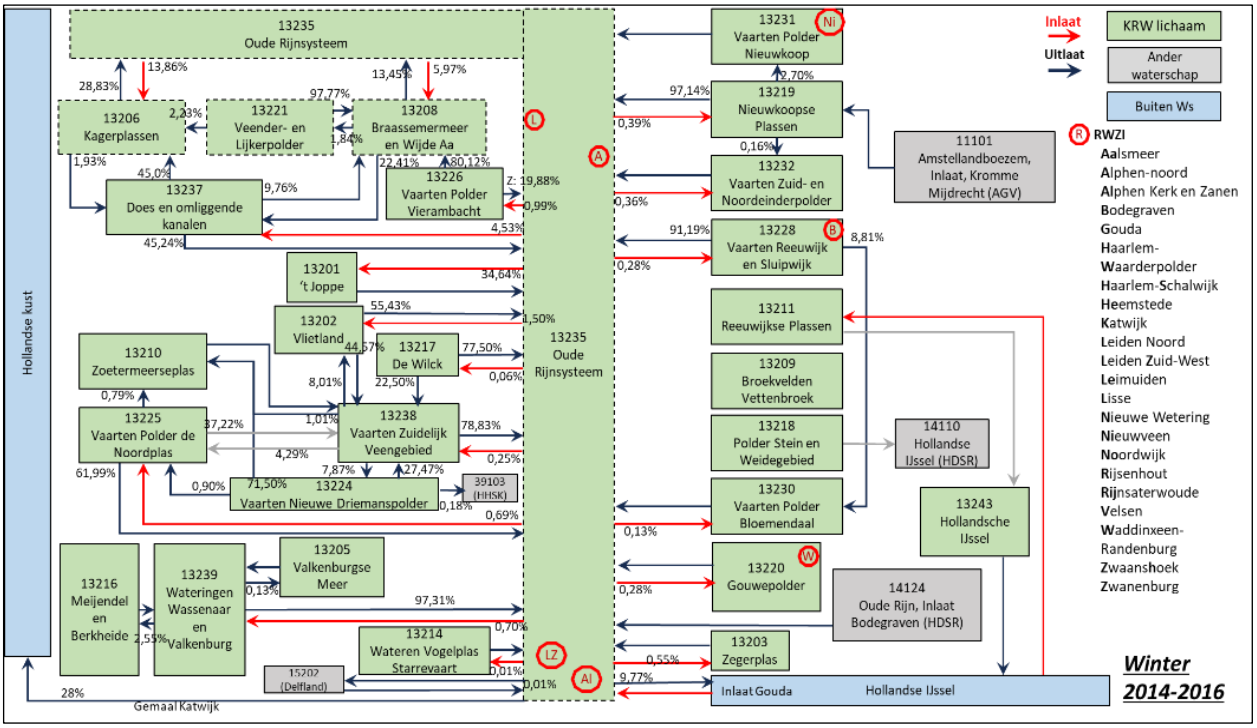


Rijnland

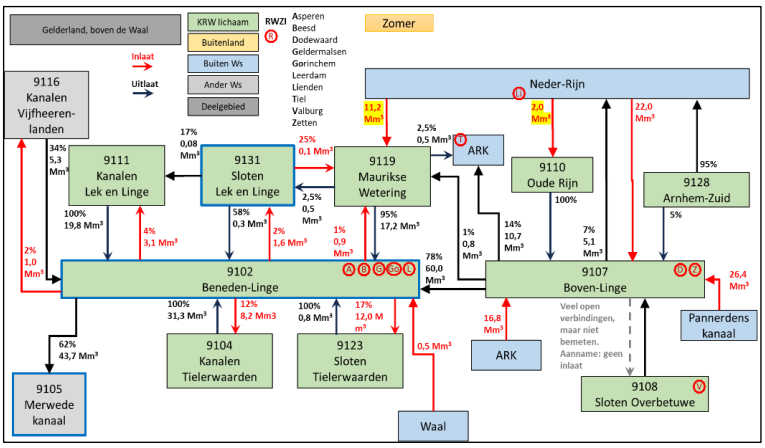

Noordzeekanaal
Sluis Spaarndam
13241 Noordzeekanaal RL
13215 Mooie Nel en Liede
13229 Vaarten Houtrakpolder
AGV
- 11003 (0,04%)
- 11004 (0,13%)
- 11111 (0,05%)
- 11112 (0,05%)
- 11006 (0,61%)
13233 Zuid Kennemerland
Gemaal halfweg & Gemaal Spaarndam
13204 Nieuwe Meer
13213 Amstelveense Poel
13234 Amsterdamse Water leidingduinen
13240 Trekvaartsysteem
13236 Ringvaartsysteem
13223 Vaarten Haarlemmermeerpolder
Ringvaartsysteem
13222 Bovenlanden Aalsmeer
13207 Westeinderplassen
Ringvaartsysteem
13212 Langeraarse Plassen
13227 Vaarten Wassenaarschepolder
13206 Kagerplassen
13221 Veender- en Lijkerpolder
13208 Braassemermeer en Wijde Aa
13235 Oude Rijnsysteem
Hollandse kust
Zomer 2014-2016
Inlaat
Uitlaat
KRW lichaam
Ander waterschap
Buiten Ws
RWZI
Aalsmeer
Alphen-noord
Alphen Kerk en Zanen
Bodegraven
Gouda
Haarlem-Waarderpolder
Haarlem-Schalwijk
Heemstede
Katwijk
Leiden Noord
Leiden Zuid-West
Leimuiden
Lisse
Nieuwe Wetering
Nieuwveen
Noordwijk
Rijnsaterwoude
Velsen
Waddinxeen-Randenburg
Zwaanshoek
Zwanenburg
Zomer 2014-2016

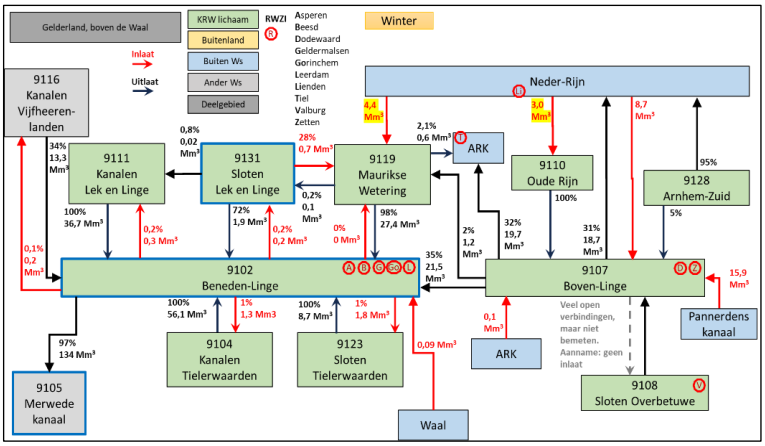

Noordzeekanaal
Sluis Spaarndam
13241 Noordzeekanaal RL
13215 Mooie Nel en Liede
13229 Vaarten Houtrakpolder
AGV
- 11003 (0,004%)
- 11004 (0,003%)
- 11111 (0,09%)
- 11112 (0,09%)
- 11006 (0,07%)
13233 Zuid Kennemerland
Gemaal halfweg & Gemaal Spaarndam
13204 Nieuwe Meer
13213 Amstelveense Poel
13234 Amsterdamse Water leidingduinen
13240 Trekvaartsysteem
13236 Ringvaartsysteem
13223 Vaarten Haarlemmermeerpolder
Ringvaartsysteem
13222 Bovenlanden Aalsmeer
13207 Westeinderplassen
Ringvaartsysteem
13212 Langeraarse Plassen
13227 Vaarten Wassenaarschepolder
13206 Kagerplassen
13221 Veender- en Lijkerpolder
13208 Braassemermeer en Wijde Aa
13235 Oude Rijnsysteem
Hollandse kust
Winter 2014-2016
Inlaat
Uitlaat
KRW lichaam
Ander waterschap
Buiten Ws
RWZI
Aalsmeer
Alphen-noord
Alphen Kerk en Zanen
Bodegraven
Gouda
Haarlem-Waarderpolder
Haarlem-Schalwijk
Heemstede
Katwijk
Leiden Noord
Leiden Zuid-West
Leimuiden
Lisse
Nieuwe Wetering
Nieuwveen
Noordwijk
Rijnsaterwoude
Velsen
Waddinxeen-Randenburg
Zwaanshoek
Zwanenburg
Winter 2014-2016

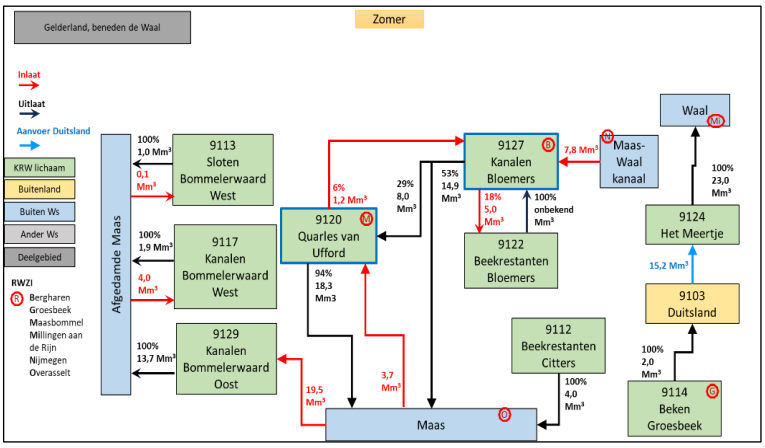

Hollandse kust
13235 Oude Rijnsysteem
13206 Kagerplassen
13221 Veender- en Lijkerpolder
13208 Braassemermeer en Wijde Aa
13226 Vaarten Polder Vierambacht
13237 Does en omliggende kanalen
13201 't Joppe
13202 Vlietland
13217 De Wilck
13210 Zoetermeerseplas
13225 Vaarten Polder de Noordplas
13238 Vaarten Zuidelijk Veengebied
13224 Vaarten Nieuwe Driemanspolder
39103 (HHSK)
13205 Valkenburgse Meer
13216 Meijendel en Berkheide
13239 Wateringen Wassenaar en Valkenburg
15201 (Delfland)
15202 (Delfland)
13214 Wateren Vogelplas Starrevaart
Gemaal Katwijk
13231 Vaarten Polder Nieuwkoop
13219 Nieuwkoopse Plassen
13232 Vaarten Zuid- en Noordeinderpolder
13228 Vaarten Reeuwijk en Sluipwijk
13211 Reeuwijkse Plassen
13209 Broekvelden Vettenbroek
13218 Polder Stein en Weidegebied
13230 Vaarten Polder Bloemendaal
13220 Gouwepolder
13203 Zegerplas
11101 Amstellandboezem, Inlaat, Kromme Mijdrecht (AGV)
14110 Hollandse IJssel (HDSR)
13243 Hollandsche IJssel
14124 Oude Rijn, Inlaat Bodegraven (HDSR)
Inlaat Gouda
Hollandse IJssel
Inlaat
Uitlaat
KRW lichaam
Ander waterschap
Buiten Ws
RWZI
Aalsmeer
Alphen-noord
Alphen Kerk en Zanen
Bodegraven
Gouda
Haarlem-Waarderpolder
Haarlem-Schalwijk
Heemstede
Katwijk
Leiden Noord
Leiden Zuid-West
Leimuiden
Lisse
Nieuwe Wetering
Nieuwveen
Noordwijk
Rijsenhout
Rijnsaterwoude
Velsen
Waddinxeen-Randenburg
Zwaanshoek
Zwanenburg
Zomer 2014-2016

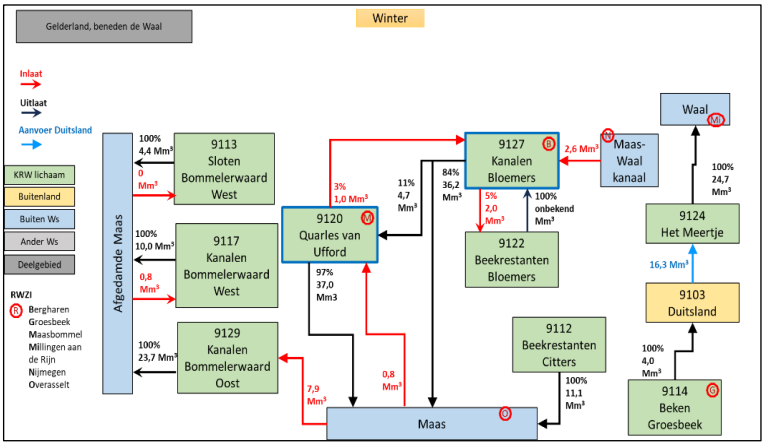

Hollandse kust
13235 Oude Rijnsysteem
13206 Kagerplassen
13221 Veender- en Lijkerpolder
13208 Braassemermeer en Wijde Aa
13226 Vaarten Polder Vierambacht
13237 Does en omliggende kanalen
13201 't Joppe
13202 Vlietland
13217 De Wilck
13210 Zoetermeerseplas
13225 Vaarten Polder de Noordplas
13238 Vaarten Zuidelijk Veengebied
13224 Vaarten Nieuwe Driemanspolder
39103 (HHSK)
13205 Valkenburgse Meer
13216 Meijendel en Berkheide
13239 Wateringen Wassenaar en Valkenburg
15201 (Delfland)
15202 (Delfland)
13214 Wateren Vogelplas Starrevaart
Gemaal Katwijk
13231 Vaarten Polder Nieuwkoop
13219 Nieuwkoopse Plassen
13232 Vaarten Zuid- en Noordeinderpolder
13228 Vaarten Reeuwijk en Sluipwijk
13211 Reeuwijkse Plassen
13209 Broekvelden Vettenbroek
13218 Polder Stein en Weidegebied
13230 Vaarten Polder Bloemendaal
13220 Gouwepolder
13203 Zegerplas
11101 Amstellandboezem, Inlaat, Kromme Mijdrecht (AGV)
14110 Hollandse IJssel (HDSR)
13243 Hollandsche IJssel
14124 Oude Rijn, Inlaat Bodegraven (HDSR)
Inlaat Gouda
Hollandse IJssel
Inlaat
Uitlaat
KRW lichaam
Ander waterschap
Buiten Ws
RWZI
Aalsmeer
Alphen-noord
Alphen Kerk en Zanen
Bodegraven
Gouda
Haarlem-Waarderpolder
Haarlem-Schalwijk
Heemstede
Katwijk
Leiden Noord
Leiden Zuid-West
Leimuiden
Lisse
Nieuwe Wetering
Nieuwveen
Noordwijk
Rijsenhout
Rijnsaterwoude
Velsen
Waddinxeen-Randenburg
Zwaanshoek
Zwanenburg
Winter 2014-2016

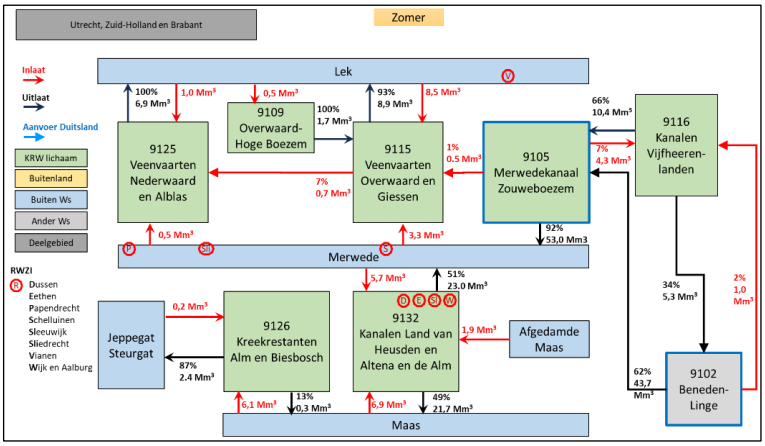
Waterschap Rivierenland

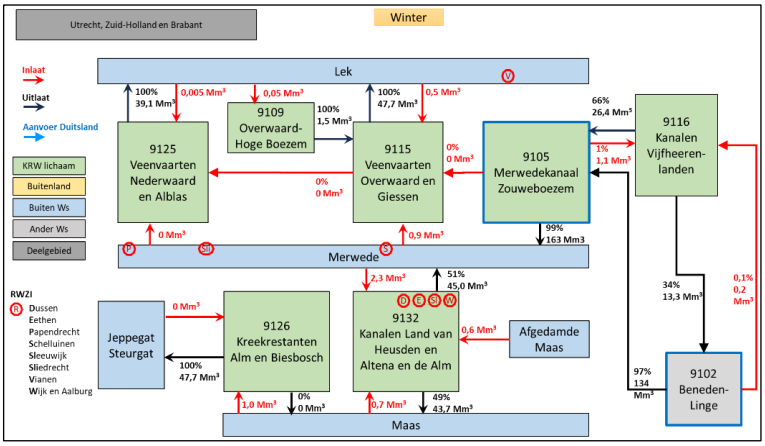




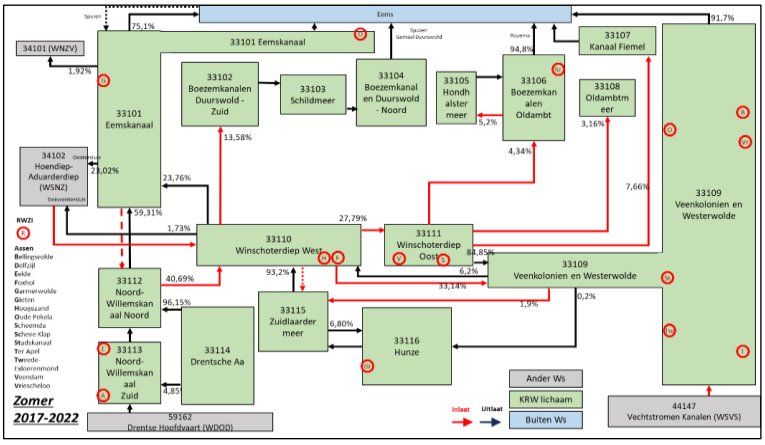


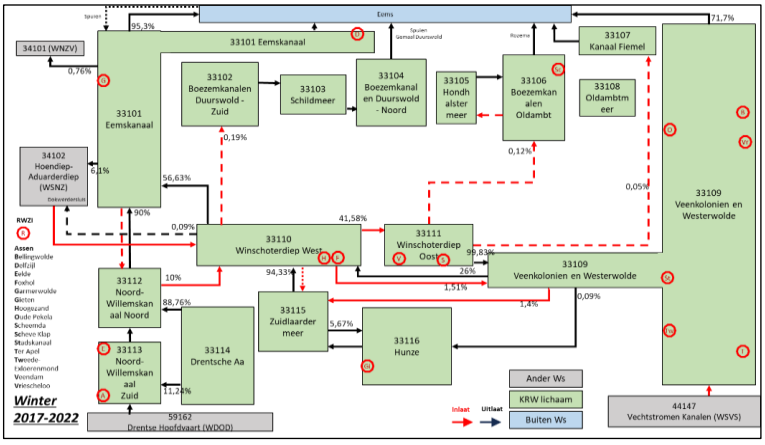




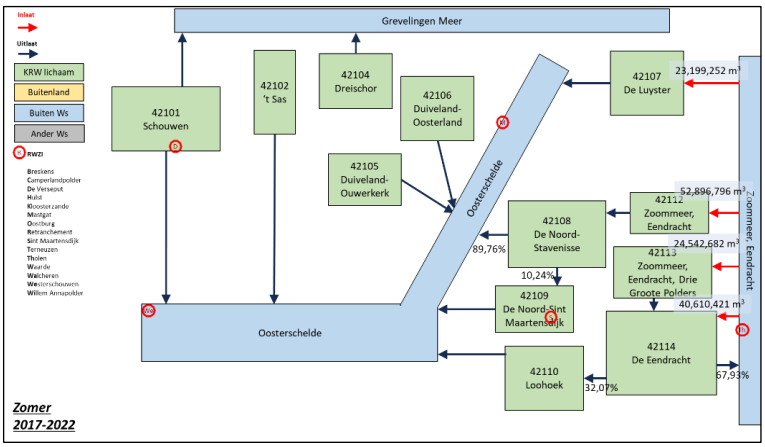


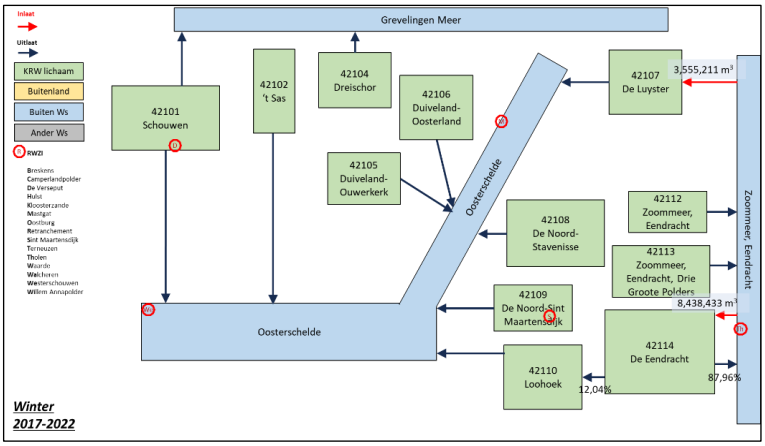
Waterschap Hunze en Aa's

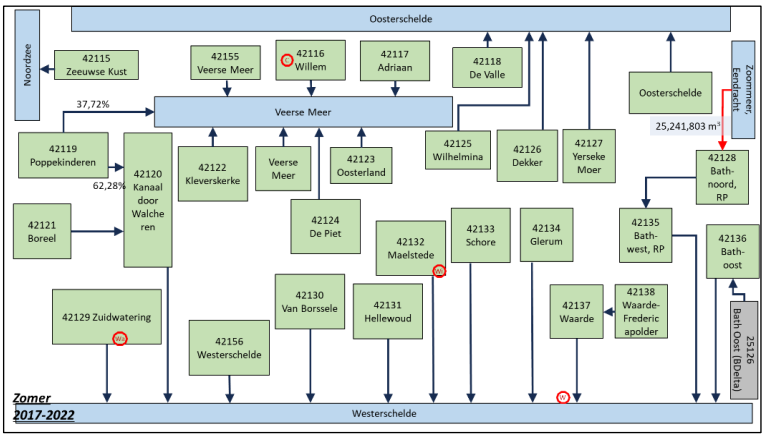


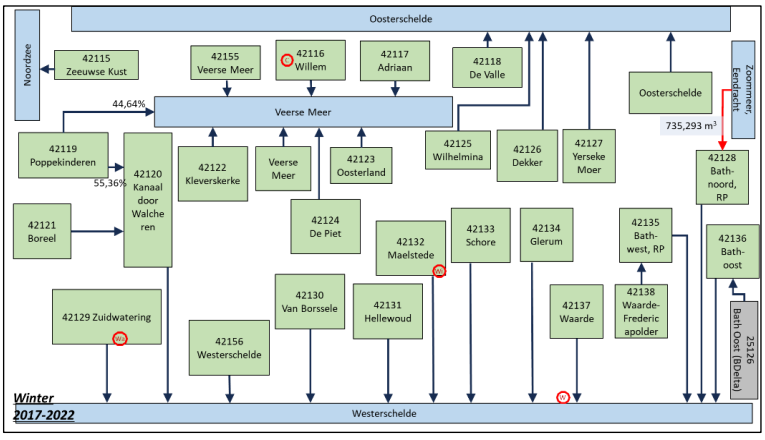


Waterschap Scheldestromen

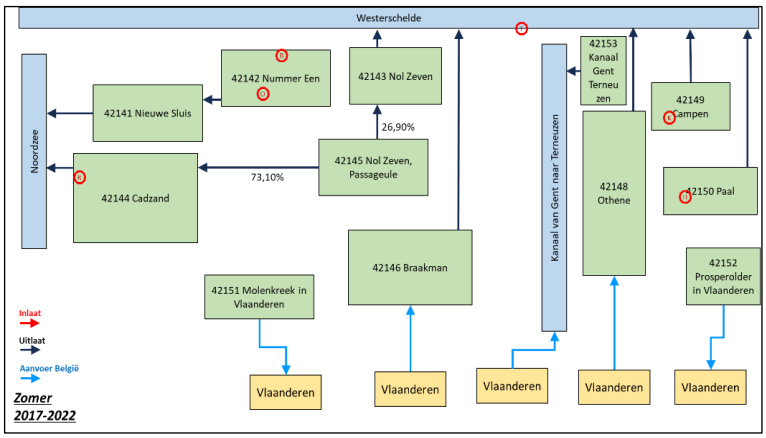


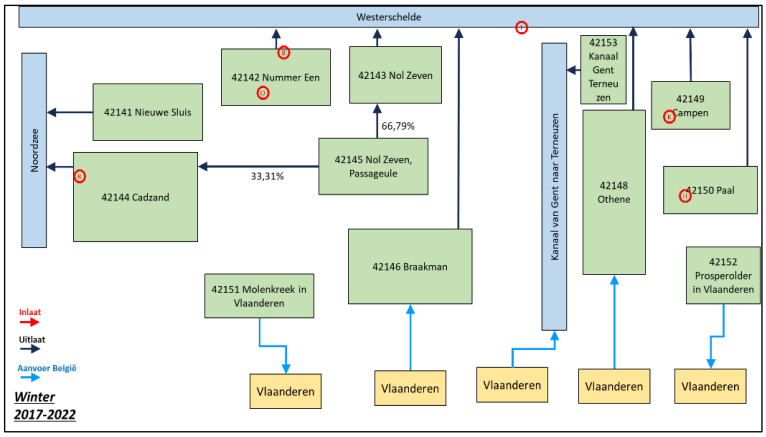






Waterschap Scheldestromen (vervolg)





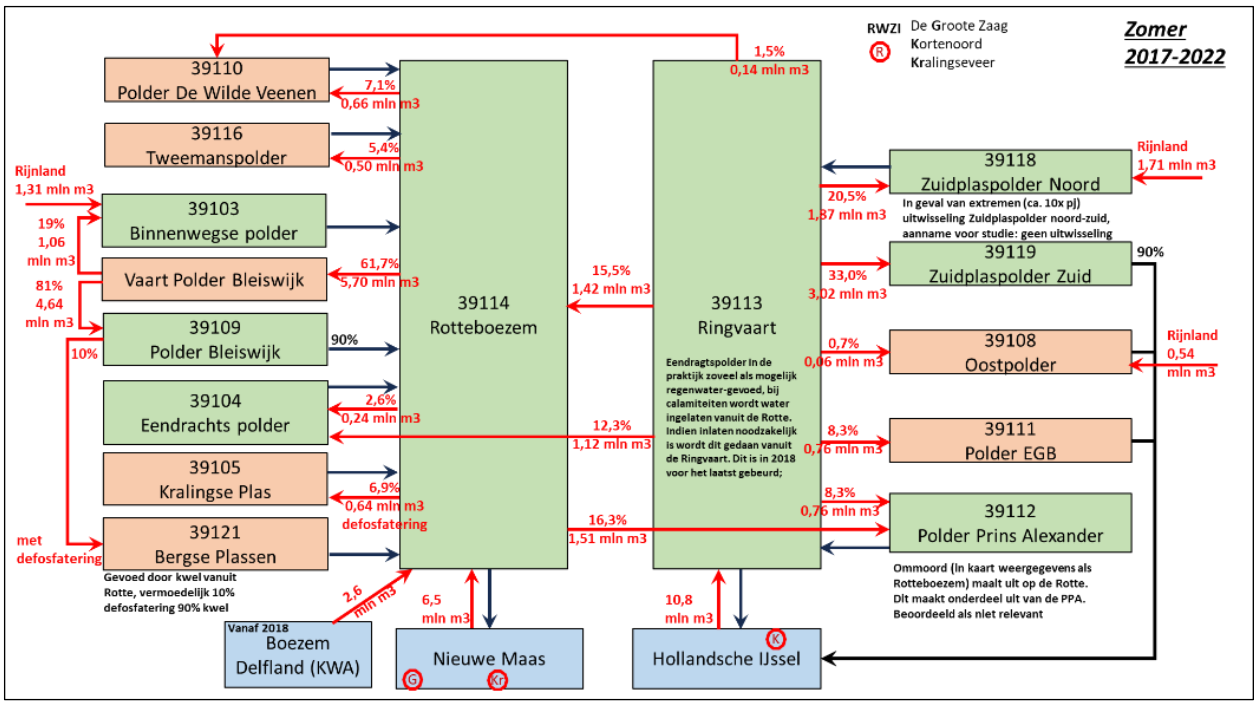
Voor Walcheren geldt dat sprake is van een bijzondere hydrologische situatie, specifiek wat betreft de toestroomgebieden Poppekinderen, Boreel en Zuidwatering. Alle afvoergebieden staan hier d.m.v. 'koppelstuwen' met elkaar in verbinding met als doel om energie te besparen. Bij laag water in de Westerschelde wordt in zowel zomer als winter onder vrij verval het water uit bijna geheel Walcheren bij voorkeur naar het zuiden afgevoerd via de uitwateringssluis Zuidwatering (deze bevindt zich direct naast gemaal Zuidwatering). Bij extreme neerslag wordt het water verdeeld over de gemalen Zuidwatering, Boreel, Poppekinderen en Oostwatering.

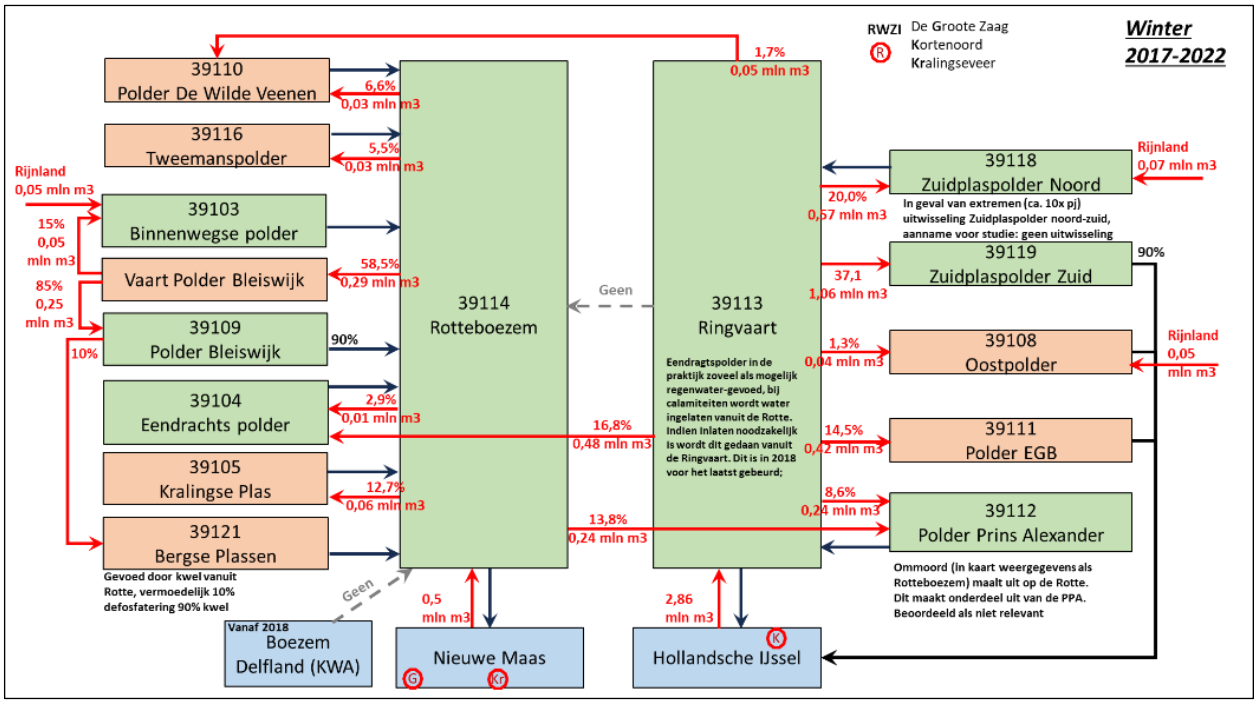
In het routingschema wordt het water van toestroomgebied Poppekinderen afgevoerd naar het Veerse Meer (gemaal Oostwatering) en het Kanaal door Walcheren (gemaal Poppekinderen). In werkelijkheid wordt dus ook water naar de Westerschelde afgevoerd (uitwateringssluis Zuidwatering), via de toestroomgebieden Boreel en Zuidwatering.

Hetzelfde geldt voor toestroomgebied Boreel, dat niet alleen afvoert naar het Kanaal door Walcheren (gemaal Boreel), maar ook naar de Westerschelde (uitwateringssluis Zuidwatering), via toestroomgebied Zuidwatering.

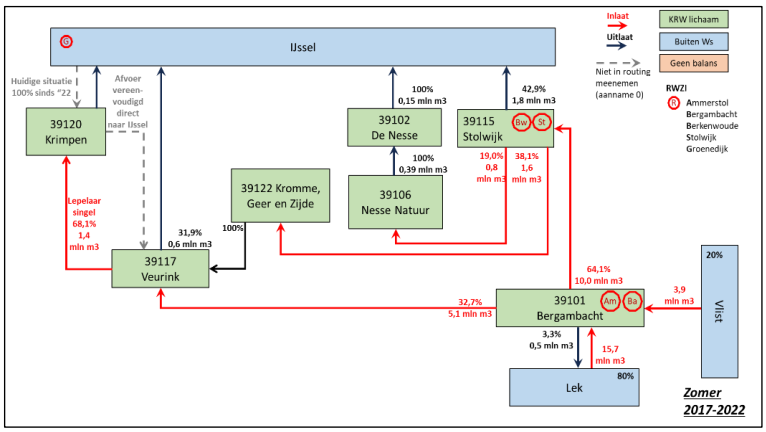
Omdat dit een complexe situatie is en van de koppelstuwen en de sluis bij Zuidwatering geen debietmetingen beschikbaar zijn, is ervoor gekozen om hiermee geen rekening te houden in het routingschema. Hierdoor kunnen de bijdragen van de bronnen voor de genoemde drie toestroomgebieden in werkelijkheid iets anders zijn dan berekend.

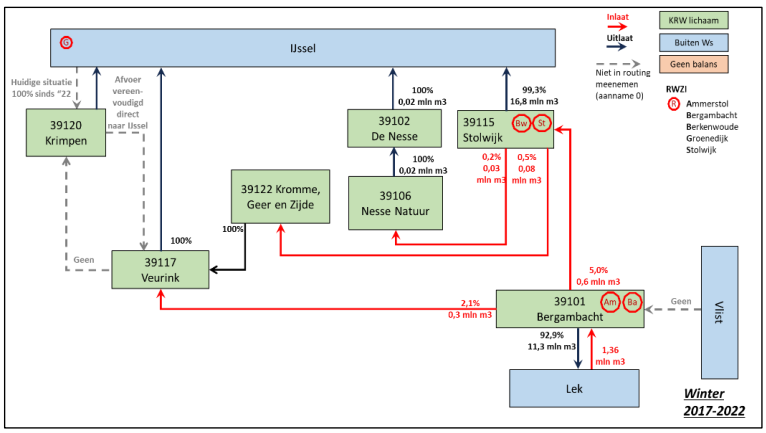
Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (deel Schieland)



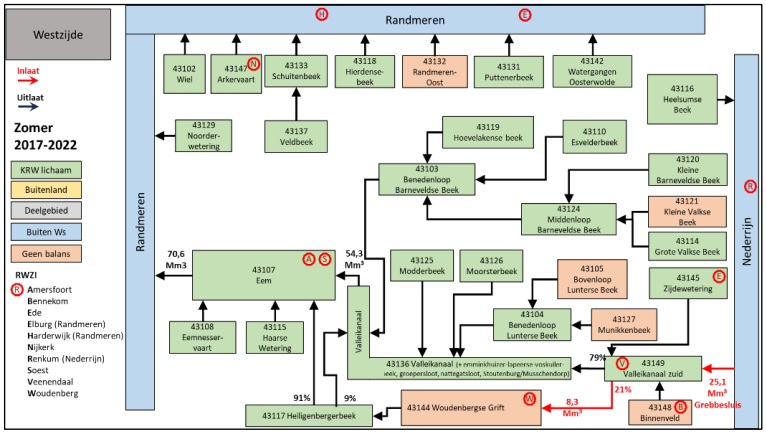


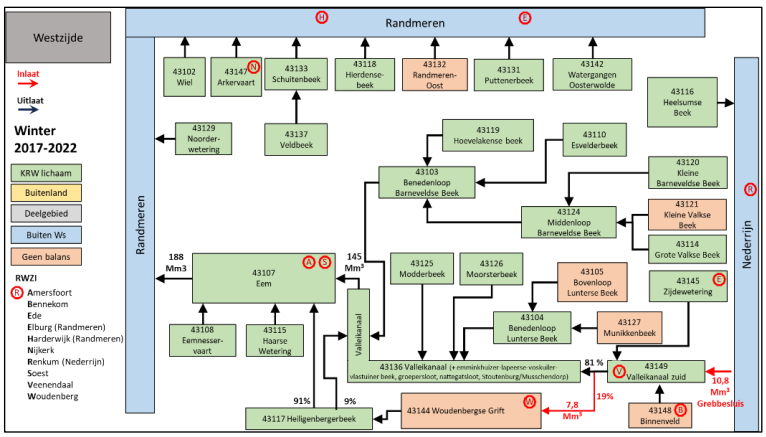
Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (deel Krimpenerwaard)

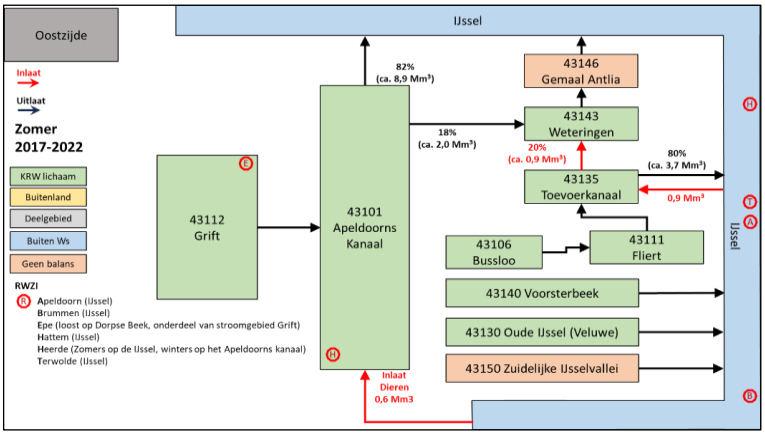


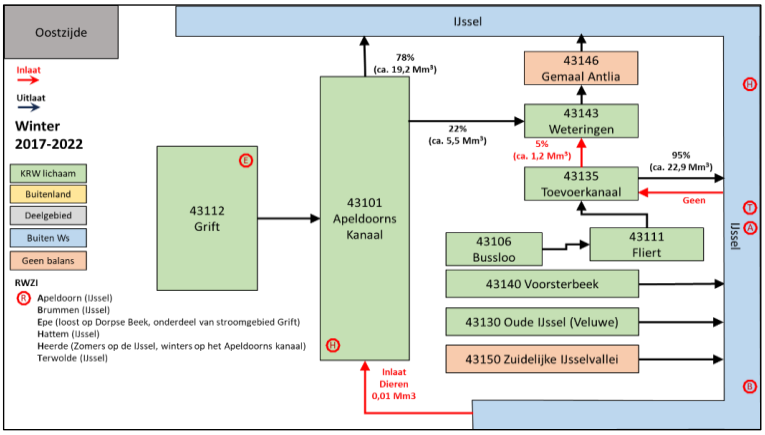


Waterschap Vallei en Veluwe

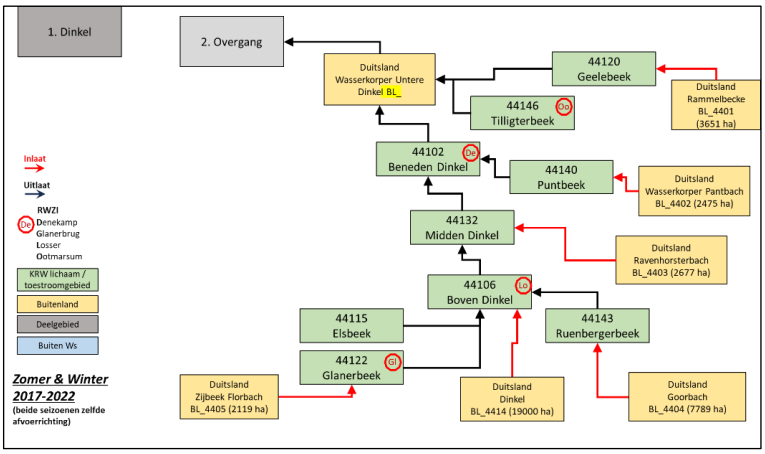


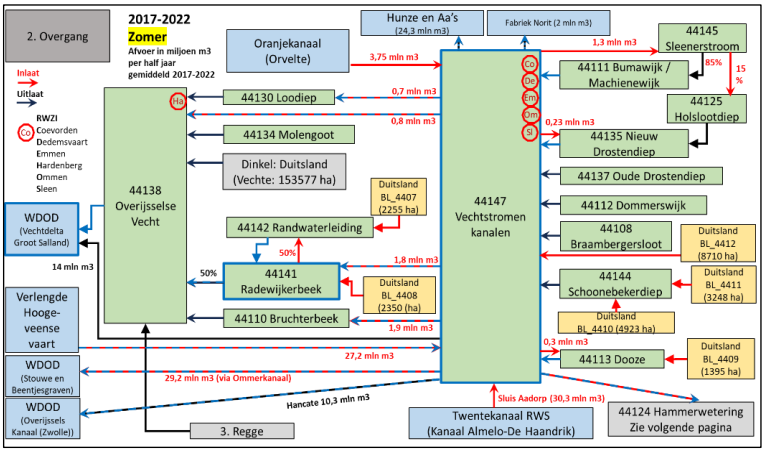


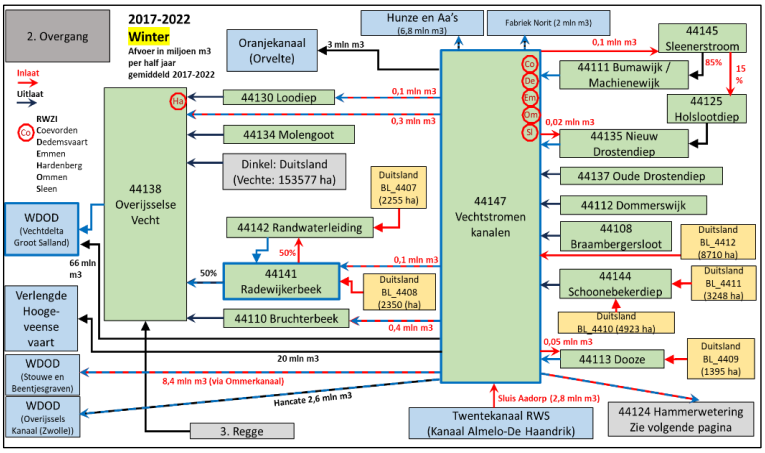


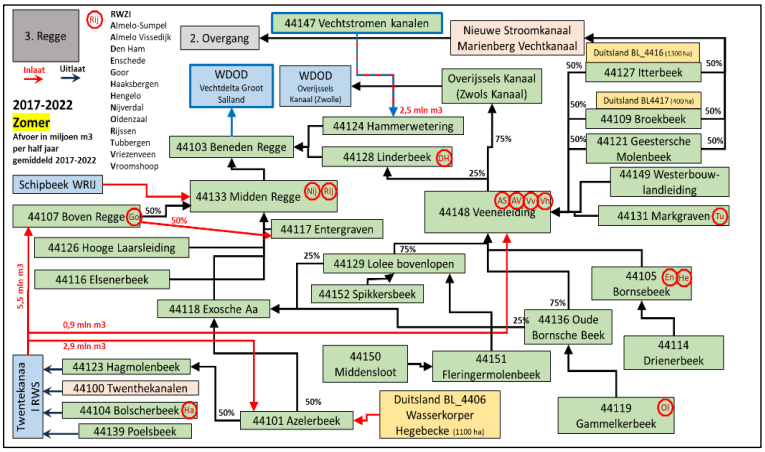


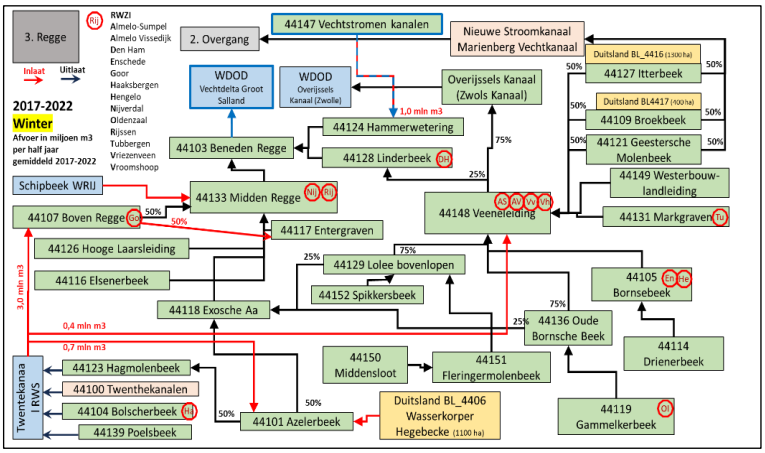
Waterschap Vechtstromen



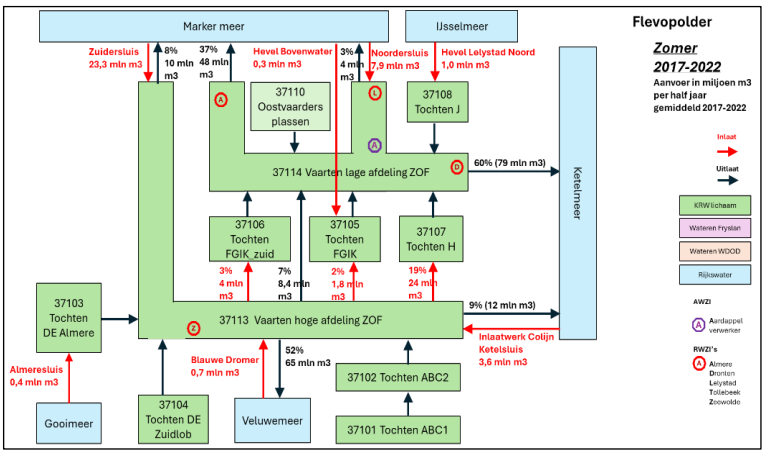


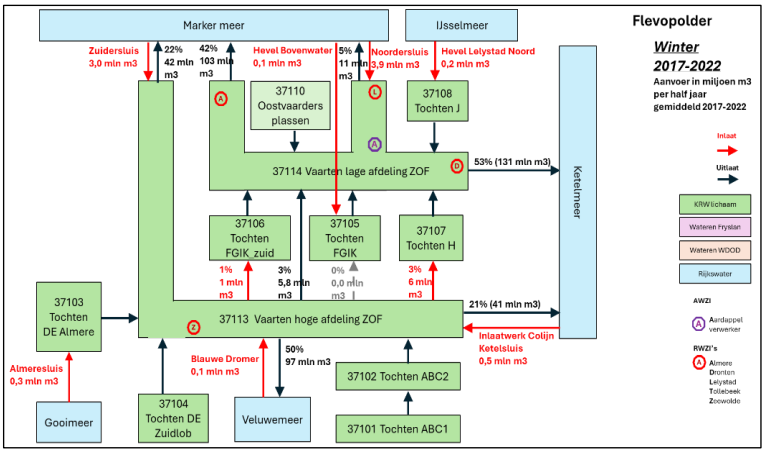

2. Overgang
2017-2022
Winter
Afvoer in miljoen m3 per half jaar gemiddeld 2017-2022
Inlaat
Uitlaat
RWZI
Coevorden
Dedemsvaart
Emmen
Hardenberg
Ommen
Sleen
WDOD (Vechtdelta Groot Salland)
66 mln m3
Verlengde Hooge-veense vaart
WDOD (Stouwe en Beentjesgraven)
WDOD (Overijssels Kanaal (Zwolle))
3. Regge
44138 Overijsselse Vecht
Oranjekanaal (Orvelte)
3 mln m3
Hunze en Aa's (6,8 mln m3)
Fabriek Norit (2 mln m3)
44145 Sleenerstroom
0,1 mln m3
85%
15 %
44111 Bumawijk / Machinewijk
44125 Holslootdiep
44130 Loodiep
0,1 mln m3
0,3 mln m3
44134 Molengoot
Dinkel: Duitsland (Vechte: 153577 ha)
0,02 mln m3
44135 Nieuw Drostendiep
44137 Oude Drostendiep
Duitsland BL_4407 (2255 ha)
44147 Vechtstromen kanalen
44112 Dommerswijk
44142 Randwaterleiding
50%
44108 Braambergersloot
Duitsland BL_4412 (8710 ha)
0,1 mln m3
50%
44141 Radewijkerbeek
Duitsland BL_4408 (2350 ha)
44144 Schoonebekerdiep
Duitsland BL_4411 (3248 ha)
44110 Bruchterbeek
0,4 mln m3
Duitsland BL_4410 (4923 ha)
0,05 mln m3
44113 Dooze
Duitsland BL_4409 (1395 ha)
20 mln m3
8,4 mln m3 (via Ommerkanaal)
Hancate 2,6 mln m3
Sluis Aadorp (2,8 mln m3)
Twentekanaal RWS (Kanaal Almelo-De Haandrik)
44124 Hammerwetering Zie volgende pagina

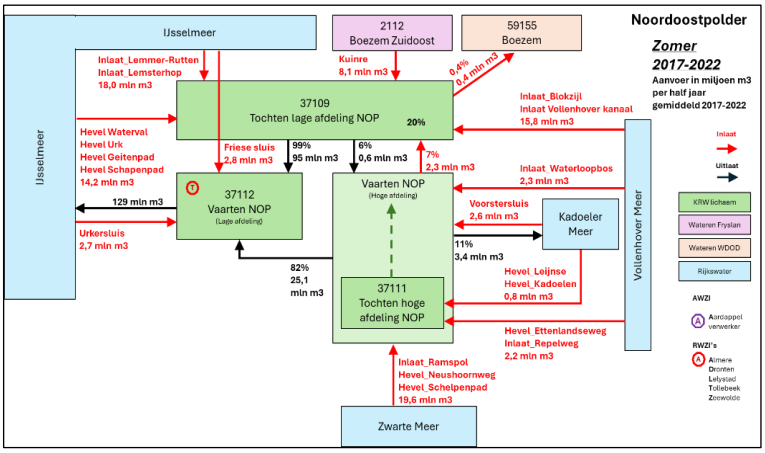

3. Regge
RWZI
Almelo-Sumpel
Almelo Vissedijk
Den Ham
Enschede
Goor
Haaksbergen
Hengelo
Nijverdal
Oldenzaal
Rijssen
Tubbergen
Vriezenveen
Vroomshoop
Inlaat
Uitlaat
2017-2022
Zomer
Afvoer in miljoen m3 per half jaar gemiddeld 2017-2022
Schipbeek WRIJ
44107 Boven Regge
44126 Hooge Laarsleiding
44116 Elsenerbeek
5,5 mln m3
0,9 mln m3
2,9 mln m3
Twentekanaal I RWS
44123 Hagmolenbeek
44100 Twenthekanalen
44104 Bolscherbeek
44139 Poelsbeek
2. Overgang
44147 Vechtstromen kanalen
WDOD Vechtdelta Groot Salland
WDOD Overijssels Kanaal (Zwolle)
44103 Beneden Regge
44133 Midden Regge
44117 Entergraven
44118 Exosche Aa
44101 Azelerbeek
Nieuwe Stroomkanaal Marienberg Vechtkanaal
Overijssels Kanaal (Zwols Kanaal)
2,5 mln m3
44124 Hammerwetering
44128 Linderbeek
44148 Veeneleiding
44129 Lolee bovenlopen
44152 Spikkersbeek
44150 Middensloot
44151 Fleringermolenbeek
Duitsland BL_4406 Wasserkorper Hegebecke (1100 ha)
Duitsland BL_4416 (1300 ha)
44127 Itterbeek
Duitsland BL4417 (400 ha)
44109 Broekbeek
44121 Geestersche Molenbeek
44149 Westerbouw-landleiding
44131 Markgraven
44105 Bornsebeek
44136 Oude Bornsche Beek
44114 Drienerbeek
44119 Gammelkerbeek
50%
75%
25%

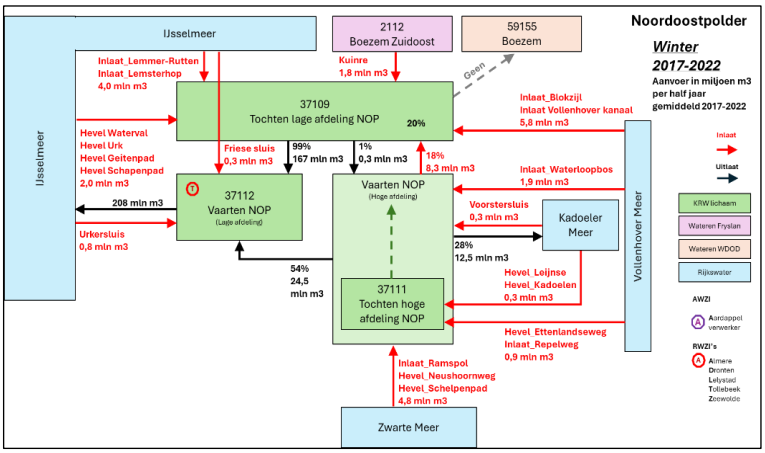

3. Regge
RWZI
Almelo-Sumpel
Almelo Vissedijk
Den Ham
Enschede
Goor
Haaksbergen
Hengelo
Nijverdal
Oldenzaal
Rijssen
Tubbergen
Vriezenveen
Vroomshoop
Inlaat
Uitlaat
2017-2022
Winter
Afvoer in miljoen m3 per half jaar gemiddeld 2017-2022
Schipbeek WRIJ
44107 Boven Regge
44126 Hooge Laarsleiding
44116 Elsenerbeek
3,0 mln m3
0,4 mln m3
0,7 mln m3
Twentekanaal I RWS
44123 Hagmolenbeek
44100 Twenthekanalen
44104 Bolscherbeek
44139 Poelsbeek
2. Overgang
44147 Vechtstromen kanalen
WDOD Vechtdelta Groot Salland
WDOD Overijssels Kanaal (Zwolle)
44103 Beneden Regge
44133 Midden Regge
44117 Entergraven
44118 Exosche Aa
44101 Azelerbeek
Nieuwe Stroomkanaal Marienberg Vechtkanaal
Overijssels Kanaal (Zwols Kanaal)
1,0 mln m3
44124 Hammerwetering
44128 Linderbeek
44148 Veeneleiding
44129 Lolee bovenlopen
44152 Spikkersbeek
44150 Middensloot
44151 Fleringermolenbeek
Duitsland BL_4406 Wasserkorper Hegebecke (1100 ha)
Duitsland BL_4416 (1300 ha)
44127 Itterbeek
Duitsland BL4417 (400 ha)
44109 Broekbeek
44121 Geestersche Molenbeek
44149 Westerbouw-landleiding
44131 Markgraven
44105 Bornsebeek
44136 Oude Bornsche Beek
44114 Drienerbeek
44119 Gammelkerbeek
50%
75%
25%

Waterschap Zuiderzeeland

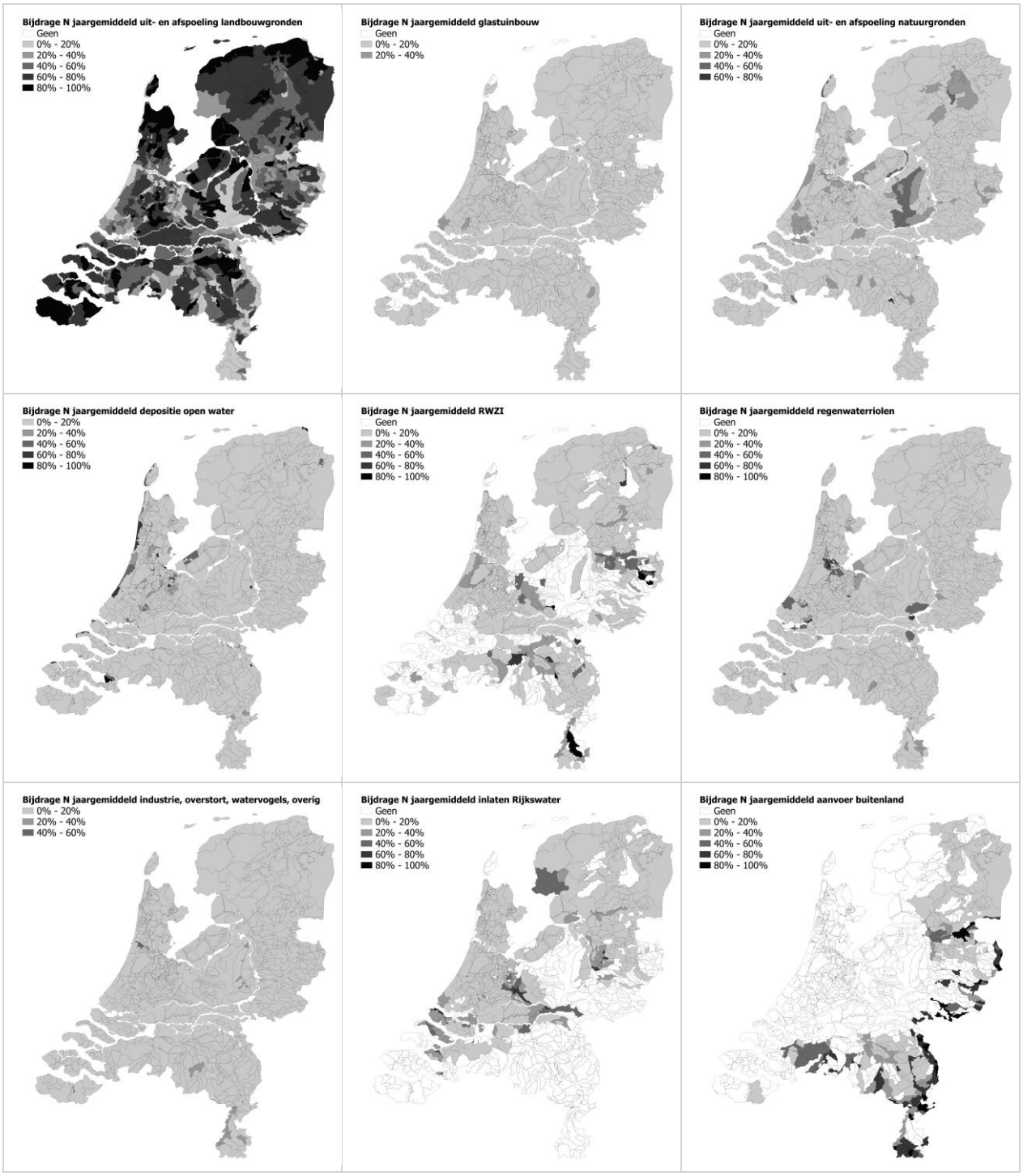




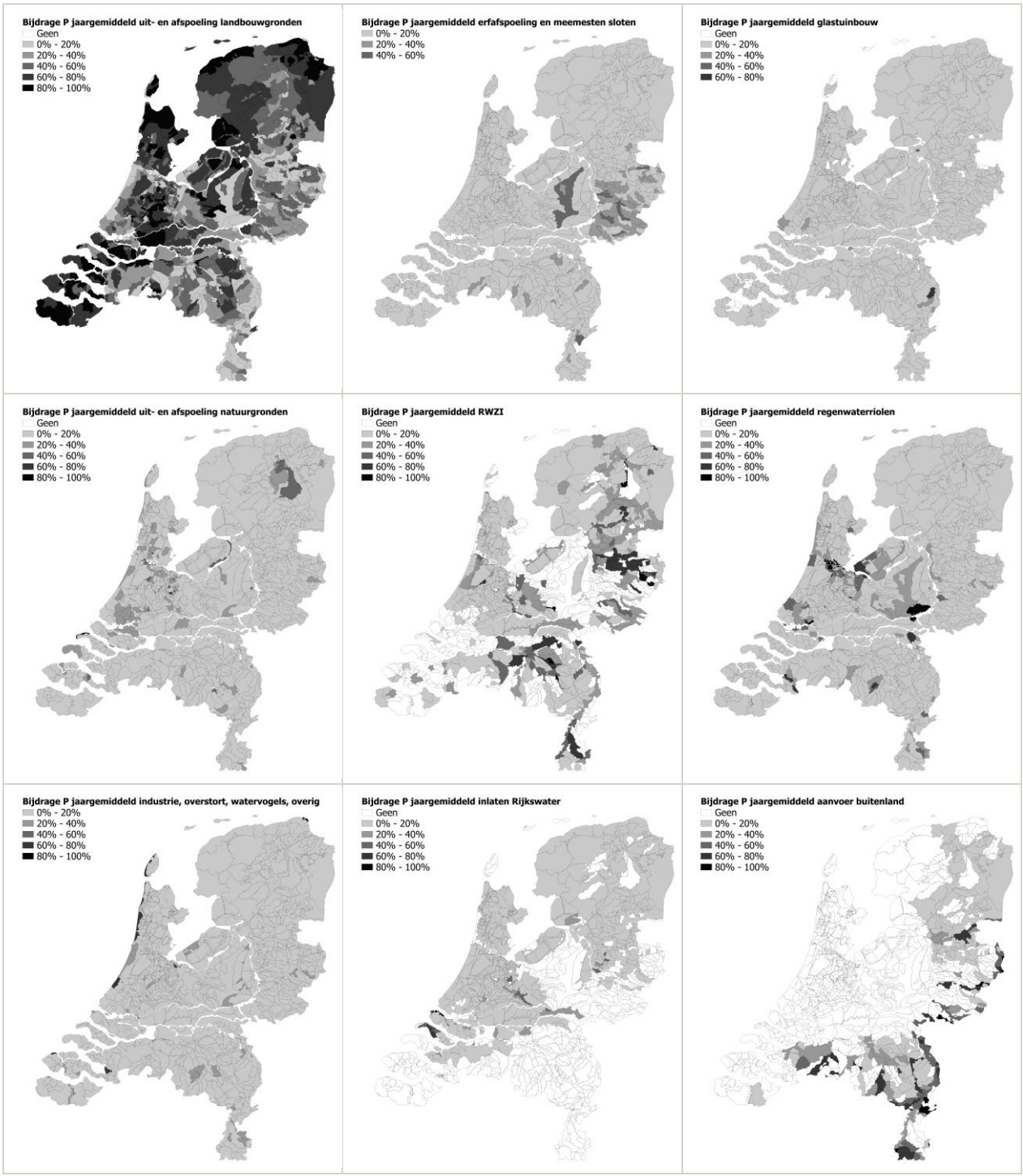




Bijlage 3 Aandeel bronnen jaargemiddeld

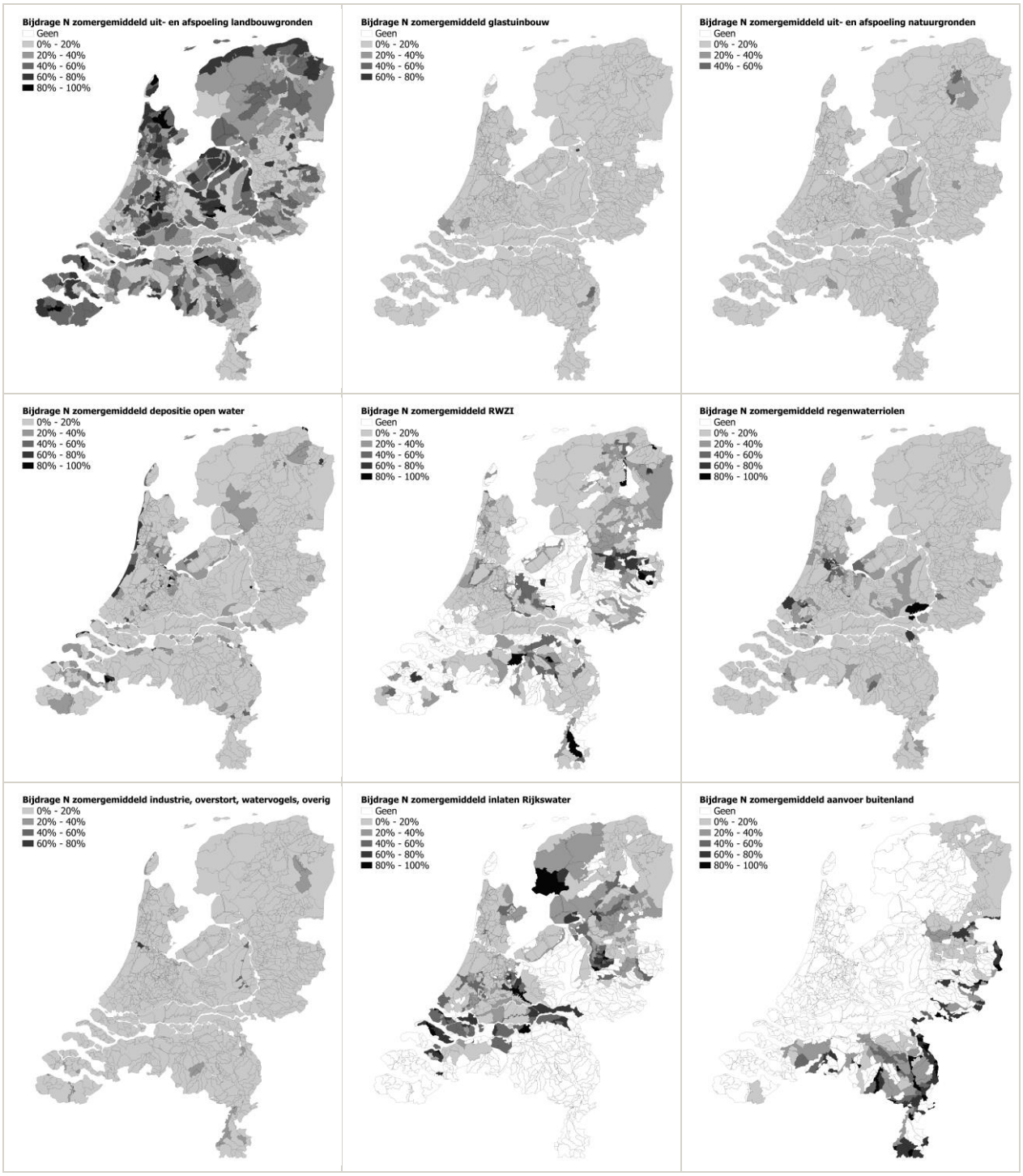


Figuur B3.1 *Aandeel bronnen in de jaargemiddelde (2017-2022) stikstofbelasting van het oppervlaktewater. De figuur voor erfafspoeling en meemesten sloten hierin niet opgenomen, omdat het aandeel van de som van beide overal minder is dan 10%.*

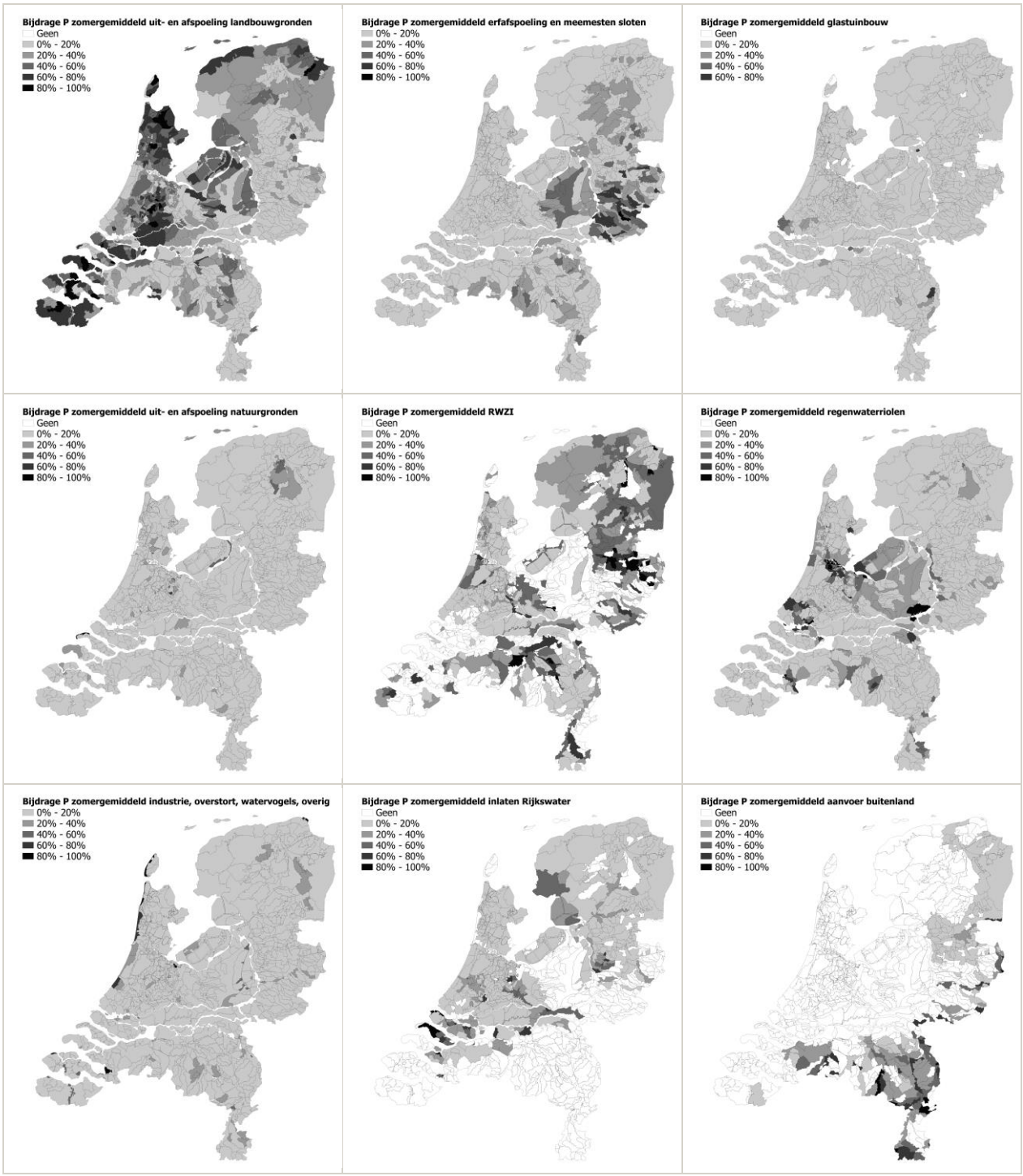


Figuur B3.2 *Aandeel bronnen in de jaargemiddelde (2017-2022) fosforbelasting van het oppervlaktewater.*

Bijlage 4 Aandeel bronnen zomerhalfjaar



Figuur B4.1 *Aandeel bronnen in de zomerhalfjaar gemiddelde (2017-2022) stikstofbelasting van het oppervlaktewater. De figuur voor erfafspoeling en meemesten sloten hierin niet opgenomen, omdat het aandeel van de som van beide overal minder is dan 20%.*



Figuur B4.2 *Aandeel bronnen in de jaargemiddelde (2017-2022) fosforbelasting van het oppervlaktewater.*

Bijlage 5 Nutriëntenbalansen 2017-2022 hydrologische indeling 65 gebieden

Hydrologische indeling Nederland in 65 gebieden
De bronnenanalyse is uitgevoerd op het ruimtelijke niveau van 738 toestroomgebieden. Om de resultaten en met name de bijdrage van de landbouw ook op een grovere schaal te beschouwen, kan de huidige waterschapsindeling worden gehanteerd waarin Nederland is ingedeeld in 21 gebieden. In de studie van Groenendijk et al (2016) zijn resultaten gepresenteerd volgens de oude indelning van waterschappen van voor 2013. Dat resulteerde in 25 gebieden. Gevraagd is om resultaten met een groter ruimtelijk detail te presenteren. Daarbij moet worden afgewogen of het grotere ruimtelijke detail nog past binnen het toepassingsbereik van het model. Door het gebruik van nieuwe landgebruiksinformatie met een groter detail dan in de genoemde studie van 2016 en door het gebruik van actuelere en meer gedetailleerde informatie van bodemtypen, grondwaterstanden kunnen resultaten over de uit- en afspoeling met een iets groter detail dan de waterschapsgebieden worden gepresenteerd. Dat geldt ook voor de overige bronnen. Echter, op het niveau van de 738 toestroomgebieden zijn de resultaten te onzeker om ze te publiceren. Waterbeheerders kunnen de resultaten op dit niveau wel inzien als men de gestelde disclaimer in acht neemt.

Om tegemoet te komen aan de vraag naar een groter detail is een indeling gemaakt waarbij het watersysteem hydrologisch is ingedeeld in 65 gebieden. Voor het maken van deze indeling zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- De grenzen van de 738 toestroomgebieden blijven ongewijzigd gehandhaafd. Er wordt dus alleen een clustering toegepast.
- Gestreefd is naar een begrenzing die recht doet aan landschappelijke verschillen
- De indeling is zo veel mogelijk gericht op hydrologisch samen te voegen eenheden
- Gestreefd wordt om geen heel grote verschillen in omvang van de gebieden te krijgen
- De zuidwestelijke delta kan ingedeeld worden in de Eilanden en waarden
- De duingebieden van Noord- en Zuid Holland zijn apart onderscheiden
- Voor Rijnland is vanuit hydrologisch oogpunt alleen het duingebied en de Haarlemmermeer als aparte eenheid onderscheiden

De resulterende kaart is hieronder weergegeven.

Op de volgende bladzijdes in deze bijlage zijn ook de stikstof en fosfor balansen weergegeven. Per bron is de jaargemiddelde belasting over de periode 2017-2022 weergegeven in ton/jaar.

Voor de leesbaarheid zijn de enkele bronnen samengevoegd;
- De uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden is opgedeeld in de som van de actuele en historische mestgiften en de som van de overige bodembronnen: atmosferische depositie, kwel, mineralisatie en uitloging, en eerder geïnfiltreerd oppervlaktewater.
- De overige punt- en diffuse bronnen zijn binnen- en recreatievaart, ongezuiverde huishoudelijke lozingen en IBA's, en watervogels.

Indeling in 65 hydrologische deelgebieden

Stikstof belasting jaargemiddeld 2017-2022 (ton/jaar)			Uit- en afspoeling landbouwgronden		Uit- en afspoeling	Overige landbouwemissies			Overige punt- en diffuse bronnen						Externe bronnen			Totale belasting
Waterschap	nr.	Naam	Bemesting actueel en historisch	Overige bodembronnen	Natuur-gronden	Erf afspoeling	Glastuin-bouw	meemesten sloten	RWZI	Industrie	Depositie open water	Riool overstorten	Regenwater riolen	Overige bronnen	Inlaat rijkswater	Toestroom buitenland	Afwenteling bovenstrooms	
Fryslan	NL02	Friesche boezem-noordelijke klei	395	252	23	8	3	14	10	1	24	1	5	4	0	0	5	744
Fryslan	NL02	Friesche boezem-veen	437	652	133	32	0	34	123	11	290	4	16	25	1453	0	461	3670
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zand en klei	425	337	94	18	0	21	128	9	92	5	17	17	0	0	1384	2548
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zuidelijke klei	516	392	62	19	4	21	144	14	49	4	23	7	0	0	174	1429
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zand	348	246	97	15	0	17	14	0	24	2	7	4	0	0	3	777
Fryslan	NL02	Friesche waddeneilanden-polders	39	21	11	1	0	1	0	0	10	0	0	1	0	0	0	85
Rijn & Ilssel	NL07	Berkel en Schipbeek	311	109	54	29	0	22	71	2	23	4	17	2	31	1206	0	1882
Rijn & Ilssel	NL07	Oude IJssel en Baakse beek	386	133	72	31	1	28	138	0	35	8	54	4	0	1568	0	2461
Rivierenland	NL09	Rivierenland-oost	268	202	64	13	9	17	59	0	69	9	62	4	346	80	6	1209
Rivierenland	NL09	Rivierenland-west	591	599	157	29	18	29	106	0	89	10	32	10	216	0	323	2209
AGV	NL11	Amstelgebied	125	460	161	8	15	7	153	18	106	8	356	6	124	0	62	1607
AGV	NL11	Huizen-Gooi	4	2	12	0	0	0	44	0	6	3	30	0	0	0	0	101
AGV	NL11	Vechtgebied-noord	33	44	24	2	0	2	0	0	28	1	13	3	9	0	1	161
AGV	NL11	Vechtgebied-zuid	59	62	40	3	1	2	201	0	70	2	17	2	39	0	439	936
HHNK	NL12	Duinen HHNK	0	0	2	0	0	0	0	0	15	0	2	4	0	0	0	23
HHNK	NL12	Schermerboezem-noord VRNK Amstelmeer	1203	923	166	15	21	30	273	3	114	12	91	17	80	0	169	3115
HHNK	NL12	Schermerboezem-zuid	299	533	122	13	2	15	111	6	134	12	89	8	155	0	0	1499
HHNK	NL12	Texel, polders	258	116	27	2	0	4	14	0	13	0	4	2	0	0	0	440
HHNK	NL12	Texel, duinen	0	0	9	0	0	0	0	0	9	0	0	4	0	0	0	22
HHNK	NL12	Wieringermeer	360	358	19	1	8	8	14	3	19	0	2	1	26	0	2	823
Rijnland	NL13	Haarlemmermeerpolder	122	185	73	0	4	3	0	0	19	3	24	1	0	0	10	444
Rijnland	NL13	Rijnland, duinen	5	2	19	0	0	0	0	0	45	2	8	3	0	0	9	93
Rijnland	NL13	Rijnland, zonder Haarlemmermeer	397	601	218	13	18	14	586	188	183	23	130	15	291	0	795	3471
HDSR	NL14	Stichtse Rijnlanden-west	373	531	113	20	4	15	148	3	64	9	61	9	149	0	125	1623
HDSR	NL14	Utrechtse Heuvelrug	110	56	41	5	0	4	87	0	10	7	39	1	503	0	0	865
Delfland	NL15	Delfland	80	222	188	4	148	3	0	1	51	22	150	5	0	0	63	937
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, Donge	146	100	30	6	5	6	53	6	21	7	23	1	43	0	0	447
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, zoom en kleigebied	569	357	60	8	22	21	132	33	77	13	20	9	32	0	1226	2578
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, zuidelijk zandgebied	295	90	57	10	9	13	10	0	14	7	17	1	0	857	0	1380
Dommel	NL27	Beerze en Reusel	401	95	103	14	2	14	283	13	26	7	45	1	0	116	296	1417
Dommel	NL27	De Dommel	404	111	116	13	2	14	481	10	32	16	34	1	0	403	436	2075
Hunz. Aa's	NL33	Duurswold en Oldambt	267	357	51	4	1	11	331	1	62	2	6	3	0	0	482	1577
Hunz. Aa's	NL33	Hunze en Drentse Aa	280	216	169	5	0	11	146	26	42	4	26	4	0	0	200	1130
Hunz. Aa's	NL33	Veenkolonien	806	387	91	6	5	18	95	24	55	4	14	4	0	0	331	1841
Noorderzijlvest	NL34	Noorderzijlvest-klei	851	393	86	12	1	23	39	4	100	3	11	10	0	0	2215	3748
Noorderzijlvest	NL34	Noorderzijlvest-zand	344	277	191	13	0	15	45	11	43	5	19	6	0	0	119	1088
Zuiderzeeland	NL37	Flevopolders	431	608	225	5	3	26	133	3	144	1	137	13	41	0	0	1769
Zuiderzeeland	NL37	Noordoostpolder	631	530	40	3	8	19	57	0	27	1	6	3	241	0	4	1571
Aa & Maas	NL38	Aa en Leigraaf	742	258	97	20	15	20	400	5	31	10	20	4	0	939	91	2652
Aa & Maas	NL38	Koningsvliet, Hertogwetering en Raamgebied	556	235	50	17	5	17	319	1	41	10	18	2	0	0	2276	3548
HHSK	NL39	Krimpenerwaard	82	156	35	5	0	4	10	0	25	1	8	1	6	0	1	334
HHSK	NL39	Schieland	56	119	99	1	44	2	0	0	38	7	65	1	64	0	1	497
Hol. Delta	NL40	Goeree-Overflakkee	243	172	30	1	1	7	6	0	30	1	4	0	154	0	0	650
Hol. Delta	NL40	Hoeksche Waard	290	388	50	1	2	8	3	0	31	3	9	2	163	0	0	950
Hol. Delta	NL40	IJsselmonde Dordrecht	56	85	66	0	5	1	0	0	27	10	45	3	83	0	0	382
Hol. Delta	NL40	Voorne-Putten	138	200	61	2	9	3	50	0	38	4	7	5	1150	0	0	1667
Scheldestromen	NL42	Beveland Walcheren	670	415	102	4	3	18	97	4	82	5	20	5	11	0	39	1475
Scheldestromen	NL42	Schouwen-Duiveland Tholen Sint-Philipsland	345	321	59	2	3	12	10	0	56	2	5	3	72	0	0	890
Scheldestromen	NL42	Zeeuws Vlaanderen	805	506	73	4	1	24	34	6	57	3	11	3	0	67	0	1595
Vallei & Veluwe	NL43	Apeldoorns kanaal	289	153	82	14	2	13	15	30	21	8	18	1	1	0	0	647
Vallei & Veluwe	NL43	Eemgebied	155	132	42	6	0	5	238	0	15	4	48	1	0	0	460	1105
Vallei & Veluwe	NL43	Geldersevallei	426	162	85	16	0	9	169	0	10	7	49	0	47	0	0	981
Vallei & Veluwe	NL43	Randmeren	200	119	48	11	0	7	0	0	17	3	10	1	0	0	0	416
Vallei & Veluwe	NL43	Veluwe	6	1	39	8	0	5	0	0	5	4	13	0	0	0	0	82
Vechtstromen	NL44	Regge	223	89	74	17	0	13	74	1	15	4	12	2	31	10	25	589
Vechtstromen	NL44	Twentse beken en Dinkel	367	191	121	30	2	21	459	1	26	11	48	3	3	440	222	1944
Vechtstromen	NL44	Velt en Vecht	395	273	90	17	4	21	186	17	48	5	22	6	77	1488	99	2749
WDOD	NL59	Groot Salland-IJsselmonding	339	287	50	23	4	18	67	0	42	3	17	7	261	0	3783	4900
WDOD	NL59	Oude Vaart, Wold Aa en Reest	411	247	133	20	0	25	96	7	39	5	17	5	0	0	319	1324
WDOD	NL59	Reest en Wieden - boezem	106	159	33	7	0	7	15	0	78	1	4	8	34	0	86	539
WDOD	NL59	Salland	323	136	60	22	0	17	22	0	23	5	31	4	117	0	1369	2131
Limburg	NL60	Grote Molenbeek, AEF bovenloopjes, Everlose Beek	139	44	27	5	23	15	36	1	14	3	10	1	0	0	171	489
Limburg	NL60	Limburg-zuid	68	61	50	10	1	17	537	535	45	23	56	4	0	3092	3	4502
Limburg	NL60	Tungelroysebeek Haelense Beek Uffelsebeek	96	27	19	4	3	8	0	0	14	2	2	1	0	156	27	359
Limburg	NL60	Zandmaas en oostelijke beken	54	28	15	3	16	7	527	27	68	9	13	8	0	1536	3538	5849

Fosfor belasting jaargemiddeld 2017-2022 (ton/jaar)			Uit- en afspoeling landbouwgronden		Uit- en afspoeling	Overige landbouwemissies			Overige punt- en diffuse bronnen						Externe bronnen			Totale belasting
Waterschap	nr.	Naam	Bemesting actueel en historisch	Overige bodembronnen	Natuur-gronden	Erf afspoeling	Glastuin-bouw	meemesten sloten	RWZI	Industrie	Depositie open water	Riool overstorten	Regenwater riolen	Overige diffuse	Inlaat rijkswater	Toestroom buitenland	Afwenteling bovenstrooms	
Fryslan	NL02	Friesche boezem-noordelijke klei	41	30	3	3	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	1	83
Fryslan	NL02	Friesche boezem-veen	44	60	11	11	0	1	21	0	0	1	3	5	18	0	29	203
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zand en klei	32	35	8	6	0	1	17	2	0	1	3	3	0	0	112	219
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zuidelijke klei	51	53	9	6	0	1	28	0	0	1	4	1	0	0	10	165
Fryslan	NL02	Friesche boezem-zand	16	14	5	5	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	45
Fryslan	NL02	Friesche waddeneilanden-polders	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Rijn & IJssel	NL07	Berkel en Schipbeek	8	6	2	10	0	1	7	0	0	1	3	1	1	23	0	62
Rijn & IJssel	NL07	Oude IJssel en Baakse beek	9	9	2	10	0	1	14	0	0	1	9	1	0	29	0	86
Rivierenland	NL09	Rivierenland-oost	13	12	2	4	1	1	8	0	0	2	10	1	10	3	0	68
Rivierenland	NL09	Rivierenland-west	41	82	14	10	2	1	17	0	0	2	5	2	6	0	13	195
AGV	NL11	Amstelgebied	20	49	21	3	2	0	12	1	0	1	58	1	5	0	7	180
AGV	NL11	Huizen-Gooi	0	0	1	0	0	0	4	0	0	1	5	0	0	0	0	11
AGV	NL11	Vechtgebied-noord	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	13
AGV	NL11	Vechtgebied-zuid	5	5	4	1	0	0	17	0	0	0	3	0	1	0	14	52
HHNK	NL12	Duinen HHNK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
HHNK	NL12	Schermerboezem-noord VRNK Amstelmeer	83	132	27	5	2	1	29	2	0	2	15	3	1	0	18	322
HHNK	NL12	Schermerboezem-zuid	38	98	35	4	0	0	16	0	0	2	15	2	2	0	0	212
HHNK	NL12	Texel, polders	11	15	3	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	32
HHNK	NL12	Texel, duinen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
HHNK	NL12	Wieringermeer	24	49	4	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	83
Rijnland	NL13	Haarlemmermeerpolder	14	26	12	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	2	59
Rijnland	NL13	Rijnland, duinen	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	6
Rijnland	NL13	Rijnland, zonder Haarlemmermeer	42	98	32	4	2	0	74	10	0	4	21	4	25	0	76	394
HDSR	NL14	Stichtse Rijnlanden-west	37	102	17	7	1	0	24	0	0	2	10	2	6	0	5	212
HDSR	NL14	Utrechtse Heuvelrug	4	5	3	2	0	0	5	0	0	1	6	0	10	0	0	37
Delfland	NL15	Delfland	9	32	28	1	18	0	0	0	0	4	25	1	0	0	2	120
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, Donge	5	5	1	2	1	0	8	1	0	1	4	0	1	0	0	29
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, zoom en kleigebied	23	20	2	3	3	1	10	1	0	2	3	2	1	0	52	123
Brab. Delta	NL25	Brabantse Delta, zuidelijk zandgebied	7	5	1	3	1	0	1	0	0	1	3	0	0	32	0	55
Dommel	NL27	Beerze en Reusel	10	6	5	5	0	0	20	1	0	1	7	0	0	3	17	75
Dommel	NL27	De Dommel	11	7	6	4	0	0	46	1	0	3	6	0	0	22	15	122
Hunz. Aa's	NL33	Duurswold en Oldambt	29	29	4	1	0	0	20	0	0	0	1	1	0	0	28	115
Hunz. Aa's	NL33	Hunze en Drentse Aa	10	12	11	2	0	0	20	2	0	1	4	1	0	0	14	77
Hunz. Aa's	NL33	Veenkolonien	30	54	6	2	1	1	14	2	0	1	2	1	0	0	19	132
Noorderzijlvest	NL34	Noorderzijlvest-klei	75	46	14	4	0	1	6	0	0	1	2	2	0	0	181	332
Noorderzijlvest	NL34	Noorderzijlvest-zand	23	13	16	4	0	0	7	3	0	1	3	1	0	0	11	83
Zuiderzeeland	NL37	Flevopolders	25	20	8	2	0	1	14	0	0	0	22	4	1	0	0	97
Zuiderzeeland	NL37	Noordoostpolder	23	19	1	1	1	1	7	0	0	0	1	1	7	0	1	62
Aa & Maas	NL38	Aa en Leigraaf	32	13	6	7	2	1	49	1	0	2	3	1	0	50	5	171
Aa & Maas	NL38	Koningsvliet, Hertogwetering en Raamgebied	20	15	2	6	1	1	48	0	0	2	3	0	0	0	130	226
HHSK	NL39	Krimpenerwaard	12	38	7	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	64
HHSK	NL39	Schieland	7	17	14	0	5	0	0	0	0	1	11	0	4	0	0	60
Hol. Delta	NL40	Goeree-Overflakkee	14	25	5	0	0	0	1	0	0	0	1	0	25	0	0	71
Hol. Delta	NL40	Hoeksche Waard	34	54	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	107
Hol. Delta	NL40	IJsselmonde Dordrecht	7	12	11	0	1	0	0	0	0	2	7	1	3	0	0	44
Hol. Delta	NL40	Voorne-Putten	16	30	9	1	1	0	6	0	0	1	1	2	37	0	0	104
Scheldestromen	NL42	Beveland Walcheren	40	74	18	1	0	1	11	1	0	1	3	1	0	0	2	155
Scheldestromen	NL42	Schouwen-Duiveland Tholen Sint-Philipsland	21	54	11	1	0	0	1	0	0	0	1	1	2	0	0	92
Scheldestromen	NL42	Zeeuws Vlaanderen	44	79	12	1	0	1	9	1	0	0	2	1	0	2	0	153
Vallei & Veluwe	NL43	Apeldoorns kanaal	18	12	4	5	0	0	1	3	0	2	3	0	0	0	0	49
Vallei & Veluwe	NL43	Eemgebied	14	9	3	2	0	0	15	0	0	1	8	0	0	0	29	82
Vallei & Veluwe	NL43	Gelderse vallei	27	10	4	5	0	0	13	0	0	1	8	0	1	0	0	71
Vallei & Veluwe	NL43	Randmeren	13	7	2	4	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	29
Vallei & Veluwe	NL43	Veluwe	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	8
Vechtstromen	NL44	Regge	7	4	3	6	0	0	21	0	0	1	2	0	1	0	1	47
Vechtstromen	NL44	Twentse beken en Dinkel	15	9	5	10	0	1	60	0	0	2	8	1	0	11	22	144
Vechtstromen	NL44	Velt en Vecht	25	14	4	6	0	1	14	4	0	1	4	1	2	40	8	123
WDOD	NL59	Groot Salland-IJsselmonding	19	18	3	8	0	1	9	0	0	1	3	1	9	0	165	237
WDOD	NL59	Oude Vaart, Wold Aa en Reest	18	11	5	7	0	1	14	1	0	1	3	1	0	0	17	78
WDOD	NL59	Reest en Wieden - boezem	10	9	2	2	0	0	2	0	0	0	1	2	1	0	3	32
WDOD	NL59	Salland	13	8	3	7	0	1	2	0	0	1	5	1	3	0	77	121
Limburg	NL60	Grote Molenbeek, AEF bovenloopjes, Everlose Beek	4	3	2	2	3	0	1	0	0	0	2	0	0	0	10	28
Limburg	NL60	Limburg-zuid	3	6	3	3	0	1	50	12	0	4	9	1	0	100	0	191
Limburg	NL60	Tungelroysebeek Haelense Beek Uffelsebeek	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	18
Limburg	NL60	Zandmaas en oostelijke beken	2	2	1	1	2	0	36	2	0	2	2	2	0	26	142	218

Bijlage 6 Betrouwbaarheid gebruikte data Emissieregistratie

In de bronnenanalyse is de belasting van het oppervlaktewater door de volgende bronnen ontleend aan Emissieregistratie:

- Erfafspoeling
- Meemesten sloten
- Glastuinbouw
- Regenwaterriolen
- Overstorten
- Ongezuiverde huishoudelijke lozingen en IBA's
- Atmosferische depositie (stikstof)
- Binnen- en recreatievaart
- Watervogels

Aan elk onderdeel is in Emissieregistratie een betrouwbaarheid toegekend. De volgende betrouwbaarheidspercentages zijn hierbij gehanteerd: 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100%, 200% en 400%. Een betrouwbaarheid van 1% wil zeggen dat het desbetreffende onderdeel zeer betrouwbaar is; een betrouwbaarheid van 400% betekent een grote onzekerheid in het desbetreffende onderdeel. Alle percentages ertussen geven van laag naar hoog een steeds kleinere betrouwbaarheid en een grotere onzekerheid. Voor elk van de onderdelen is de betrouwbaarheid ingeschat door een groep experts. Hierbij zijn onder andere de volgende punten in overweging genomen:

- Metingen: zijn er metingen beschikbaar? Om hoeveel metingen gaat het? Zijn ze recent, realistisch en representatief? Hoe groot is de variatie?
- Als er geen metingen voorhanden zijn: is er veel literatuur of zijn er andere informatiebronnen beschikbaar?
- Als de emissie d.m.v. een model wordt verkregen: wat is de schaal van het model en is het model gevalideerd?
- Aannames: moeten er veel aannames gedaan worden en hoe groot zijn die?
- Regionalisatie: geeft de emissieverklarende variabele een goed beeld van de ruimtelijke verdeling van de bron? Hoe groot is de variatie van de emissie in de ruimte en kan deze variatie door de EVV wel goed over Nederland verdeeld worden?

Bij veel onderdelen worden emissies berekend door het vermenigvuldigen van een emissieverklarende variabele (EVV) en een emissiefactor (EF). In het navolgende wordt per bron de betrouwbaarheid van de emissieschattingen beschreven.

Glastuinbouw

Emissies uit de glastuinbouw worden berekend door de vermenigvuldiging van de EVV (hier het teeltoppervlak) met de EF uitgedrukt in stikstof- en fosforemissie per hectare per jaar.[16] Dit wordt berekend per stof (N of P) en per gewas. De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	5
Emissiefactor:	
• N	25
• P	50
Verdeling compartimenten	25
Emissieroutes via riool naar water	10
Regionalisatie	100

De oppervlaktes van de verschillende teelten zijn goed bekend, maar niet alle verschillende teelten zijn onderscheiden, daarom wordt aan de EVV een betrouwbaarheidspercentage van 5% toegekend. De

[16] Factsheet Emissieregistratie Lozing nutriënten vanuit glastuinbouw (https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/23B%20-%20Factsheet%20Glastuinbouw_20240530.pdf)

emissiefactor voor N is gebaseerd op de norm die berekend is op basis van emissiegegevens uit de praktijk; deze is gelijk aan de emissie waaraan 70% van de lozende bedrijven in 2008 al voldoet. Aangezien in deze aanname wat onzekerheid zit, is voor N een betrouwbaarheidspercentage van 25% genomen. Voor P is de onzekerheid groter (50%), aangezien ervan uit wordt gegaan dat de hoeveelheid P gecorreleerd is aan de hoeveelheid N. Dit is in werkelijkheid mogelijk anders. Aan de verdeling over compartimenten is een betrouwbaarheidspercentage van 25% toegekend. De getallen zijn gebaseerd op een enquête bij de waterschappen, maar ook bij de waterschappen is er onduidelijkheid over het areaal substraat- en grondgebonden teelt en de verdeling van de lozing over de compartimenten. De emissieroutes via riool naar water krijgen een betrouwbaarheidspercentage van 10%, zoals beschreven in de factsheet van de berekende effluenten RWZI's.[17] Voor de regionalisatie is het betrouwbaarheidspercentage 100%, omdat de totale nationale emissie wordt verdeeld op basis van het areaal aan kassen, maar er wordt geen onderscheid gemaakt naar de gekweekte gewassen.

Erfafspoeling

Erfafspoeling-emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van de EV (totale hoeveelheid erfafspoelwater naar oppervlaktewater in Nederland per jaar) met de EF (gemiddelde N- en P-concentratie in het afspoelwater).[18] De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheids-percentage (%)
Emissieverklarende variabele	50
Emissiefactor	50
Verdeling compartimenten	25
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	25

De grootste onzekerheid van de EVV zit in het aantal veehouderijen waar erfafspoeling optreedt, omdat dit is gebaseerd op indirecte aannames en onvolledige data. Ook het percentage veehouderijen dat direct aan een watergang ligt, is onzeker; hiervoor wordt een grove schatting van 50% gebruikt. Het gemiddelde erfoppervlak is gebaseerd op oudere gegevens en houdt geen rekening met variatie tussen bedrijven. De afstromingscoëfficiënt is niet gemeten maar geschat en kan sterk variëren, afhankelijk van de situatie op het erf, wat eveneens bijdraagt aan de onzekerheid. Alleen het neerslagoverschot is relatief betrouwbaar, omdat dit op metingen van het KNMI is gebaseerd, al worden regionale verschillen hierin niet meegenomen. De EF voor erfafspoeling kent aanzienlijke onzekerheid, omdat deze gebaseerd is op beperkte metingen bij een klein aantal relatief 'schone' bedrijven. Door verschillen in bedrijfsvoering, erfverharding en opvangsystemen is de variatie groot, maar die komt niet volledig terug in de EF. Daarnaast verandert de situatie op het erf in de tijd, terwijl de EF als constante wordt toegepast.

Meemesten sloten

Emissies door het meemesten van sloten worden berekend door de vermenigvuldiging van een EVV (hier het slootoppervlak grenzend aan landbouwgrond), met een EF (N en P belasting per km^2 sloot).[19] De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheids-percentage (%)
Emissieverklarende variabele	10
Emissiefactor	100
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	100

De getallen voor de berekening voor meemesten sloten zijn sinds 2008 niet meer geüpdatet, wat de onzekerheid vergroot. De EVV is gebaseerd op cijfers van het RIVM en berekend met een aantal aannames (die overigens wel grotendeels gebaseerd zijn op andere, niet recente, onderzoeken). De emissiefactor is

[17] Factsheet Emissieregistratie Effluenten RWZI's (gemeten stoffen) (https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/06%20-%20Factsheet%20Effluenten%20rioolwaterzuiveringsinstallaties_juli_2022.pdf)

[18] Factsheet Emissieregistratie Erfafspoeling (https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/23A%20-%20Factsheet%20Erfafspoeling_20240523.pdf)

[19] Factsheet Emissieregistratie Meemesten sloten (Factsheet Meemesten sloten)

gebaseerd op cijfers van mestgebruik en vervolgens is met Kantstrooi Advies Systeem (KAS) berekend hoeveel er in de sloten terechtkomt. Er wordt een correctie toegepast, omdat de toedieningsmethodes die de basis vormen van KAS verouderd zijn en niet meer worden toegepast. De emissiefactor krijgt daarom een betrouwbaarheid van 100%.

Depositie open water
Atmosferische depositie van verschillende stoffen wordt berekend voor de emissieregistratie, waaronder N-depositie op open water.[20] Zowel de emissieverklarende variabele als de emissiefactor is onderdeel van het OPS-model. Alleen de berekende jaarvrachten met behulp van OPS en de daarbij horende validatie met meetgegevens krijgen een betrouwbaarheidspercentage. Voor stikstof wordt de berekende belasting met OPS niet gevalideerd met meetgegevens, omdat het model redelijk betrouwbare belastingen oplevert. Stikstof krijgt daarom een betrouwbaarheidspercentage van 25%.

Industrie & bedrijven
De individuele emissies naar water betreffen de emissies van individueel geregistreerde bedrijven naar het oppervlaktewater (directe emissie), het riool (indirecte emissie) en op de zuivering van een ander bedrijf (samen zuiverende emissie).[21] De EVV en EF zijn niet van toepassing, de jaarvrachten komen rechtstreeks uit het elektronisch Milieujaarverslag (eMJV). De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	-
Emissiefactor	-
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes naar water	10
Berekende jaarvrachten:	
- direct	50
- indirect	200
- samenzuiverend	100
Regionalisatie:	
- direct	1
- indirect	5

Voor de verdeling van de compartimenten is bekend welke bedrijven er lozen op oppervlaktewater, het riool of een zuivering van een ander bedrijf; hiervoor geldt een betrouwbaarheidspercentage van 1%. De berekende jaarvrachten zijn onzekerder. Door de komst van E-PRTR is de jaarlijkse enquête vervallen en rapporteren alleen grotere bedrijven via eMJV. Kleine vrachten onder de drempel blijven buiten beeld; betrouwbaarheid: 50%. Bij indirect lozende bedrijven wordt minder gerapporteerd, alleen boven de drempel, en er wordt minder gemeten; betrouwbaarheid: 200%. Samen zuiverende bedrijven zijn beter in beeld (100%). Voor regionalisatie geldt: 1% betrouwbaarheid voor directe lozers (locatie en ontvangend water bekend) en 5% voor indirecte lozers (RWZI vaak onbekend in eMJV).
Een bijschatting van de emissies naar water vanuit de industrie wordt gemaakt voor een dertigtal industriële activiteiten[22], waarbij de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	**Betrouwbaarheidspercentage (%)**
EVV-productie en werknemers	5
Emissie- en ophoogfactoren:	
• N en P	25
• Zware metalen	100
• Overige stoffen	400
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes naar water	Zie elders
Regionalisatie	10

De omvang van de EVV's op basis van productie wordt door het CBS bepaald via de productiestatistieken. Daarbij worden vrijwel alle bedrijven met meer dan 20 werknemers geënquêteerd, een vrijwel integrale waarneming. De werknemersaantallen (EVV-werknemers) worden eveneens integraal bepaald. De totale onzekerheid in de EVV's is ingeschat op 5%. Voor N en P zijn verhoudingsgewijs meer basisgegevens beschikbaar dan voor andere stoffen en de onzekerheid hierin wordt ingeschat op 25%.

[20] Factsheet Emissieregistratie Atmosferische Depositie op Nederland en Nederlands Continentaal Plat
[21] Factsheet Emissieregistratie Wateremissies vanuit de industrie (individueel) (https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/09%20-%20Wateremissies%20individueel%20geregistreerde%20bedrijven_20240531.pdf)
[22] Factsheet Emissieregistratie Bijschatting van de emissies naar water vanuit de industrie (https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/05%20-%20Factsheet%20Bijschatting%20wateremissies%20industrie_juni_2018.pdf)

Vogelmest
Emissies uit vogelmest betreft de externe ofwel gebiedsvreemde belasting van de uitwerpselen van watervogels op het oppervlaktewater veroorzaakt door watervogels in kolonies en op slaapplaatsen. De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een EV (aantal watervogels in Nederland) met een EF (per watervogel en per stof). De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	10
Emissiefactor	10
Verdeling compartimenten	50
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	50

Onzekerheid zit vooral in de exacte locaties van de vogels (verdeling compartimenten en regionalisatie).

Riooloverstorten, regenwaterriolen, ongezuiverde huishoudelijke lozingen en IBA's
De bepaling van emissies gebeurt in een aantal stappen (niet door middel van EVV's en EF's).[23] De input voor de berekening is de vervuilingsvracht op het rioleringsstelsel. Deze informatie is afkomstig van de bronnen uit de Emissieregistratie voor zowel diffuse als puntbronnen. Vervolgens wordt de wijze vastgesteld waarop de vervuiling door de afvalwaterketen verder wordt verwerkt en welk deel van de vervuiling via welke route op welke plaats terechtkomt. De verdeling van de vervuiling over de routes binnen de afvalwaterketen is gebaseerd op een hydraulisch model. Binnen de afzonderlijke onderdelen van de afvalwaterketen vinden processen plaats waardoor stoffen verwijderd worden. Dit zijn de zuiveringsrendementen van de RWZI, maar ook de verwijdering door reiniging van straatkolken, rioolbuizen en gemalen. De betrouwbaarheidspercentages van de verschillende onderdelen van de emissieberekening zijn te vinden in de Factsheet "Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's".
De grootste zekerheden zitten in de jaarlijkse hoeveelheid hemelwaterafvoer en hoeveelheden en routes van overstorten (50%). Ook de emissieroutes van niet-aangesloten huishoudens en IBA-voorzieningen hebben een betrouwbaarheidspercentage van 50%. De betrouwbaarheid van de emissies voor stoffen waarvan metingen beschikbaar zijn, is afhankelijk van de betrouwbaarheid en representativiteit van de concentratiemetingen zelf en van het hydraulisch model. Voor deze stoffen is het betrouwbaarheidspercentage op 50% gezet voor overstorten, hemelwateruitlaten en IBA's. Voor de stoffen waarvan geen concentratiemetingen beschikbaar zijn, is de betrouwbaarheid afhankelijk van het hydraulisch model en de berekende verlies- en resuspensiefactoren. In deze factoren zit relatief veel onzekerheid. Daarom is het percentage voor de stoffen waarvan geen metingen beschikbaar zijn op 200% gezet voor overstorten, hemelwateruitlaten en IBA's. De betrouwbaarheid van de verdeling van de emissie van overstorten over de gemeenten is afhankelijk van de geldigheid van de aanname dat de stelselkenmerken per gemeente gelijk zijn. Dit gaat niet altijd op, daarom is het percentage op 100% gezet. Voor hemelwaterafvoer via de hemelwateruitlaten zijn de verschillen naar verwachting minder groot: 50%. De regionalisatie van de emissie van overstorten binnen de gemeente is relatief onzeker doordat deze sterk afhangt van lokale geomorfologie en lokale keuzes in het stelselontwerp (200%). Voor hemelwateruitlaten en IBA's geldt dit minder, omdat er daar meer van zijn en de emissie evenrediger over deze lozingspunten is verdeeld (100%).

Binnen- en recreatievaart
De emissies betreffen de lozingen van huishoudelijk afvalwater van recreatievaart, chartervaart, passagiersschepen en de binnenvaart. De lozingen hebben vooral betrekking op toiletafvalwater, maar ook het afvalwater dat vrijkomt van andere huishoudelijke activiteiten die aan boord plaatsvinden.[24] De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een EVV (het aantal mensjaren dat per jaar en per boottype op het water wordt doorgebracht) met een EF per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV. Vervolgens wordt gecorrigeerd voor het opvangen van het huishoudelijk afvalwater aan boord en afgifte

[23] Factsheet Emissieregistratie Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's (https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/31B%20-%20Factsheet%20effluenten%20(berekend)_20240603.pdf)
[24] Factsheet Emissieregistratie Huishoudelijk afvalwater scheepvaart (https://legacy.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/06%20Water/01%20Factsheets/15F%20-%20Factsheet%20Huishoudelijk%20afvalwater%20scheepvaart_20240515.pdf)

aan een walontvangststation, gevolgd door lozing op de riolering. De verschillende onderdelen van de emissieberekening hebben de volgende betrouwbaarheidspercentages:

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	10
Emissiefactor	25
Verdeling compartimenten	50
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	50

De EVV, het aantal mensjaren dat op het water wordt doorgebracht, is een resultaat van het aantal boten, het aantal passagiers per boot en de tijd die een passagier per jaar in een boot doorbrengt. De schatting van de laatste twee is gebaseerd op een enquête van redelijke omvang. Om deze reden wordt een betrouwbaarheidspercentage van 10% aangehouden. Voor de EF wordt een percentage van 25% aangehouden. De verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten, het daadwerkelijk gebruik van een toilet aan boord, is een zwakke plek in de monitoring (betrouwbaarheid 50%). De regionalisatie van de emissies is nogal onbetrouwbaar, wat resulteert in een betrouwbaarheidspercentage van 50%.

Bijlage 7 Validatie

Ter verificatie zijn beschikbare metingen vergeleken met de berekende uitkomsten. Dit is uitgevoerd op twee manieren.

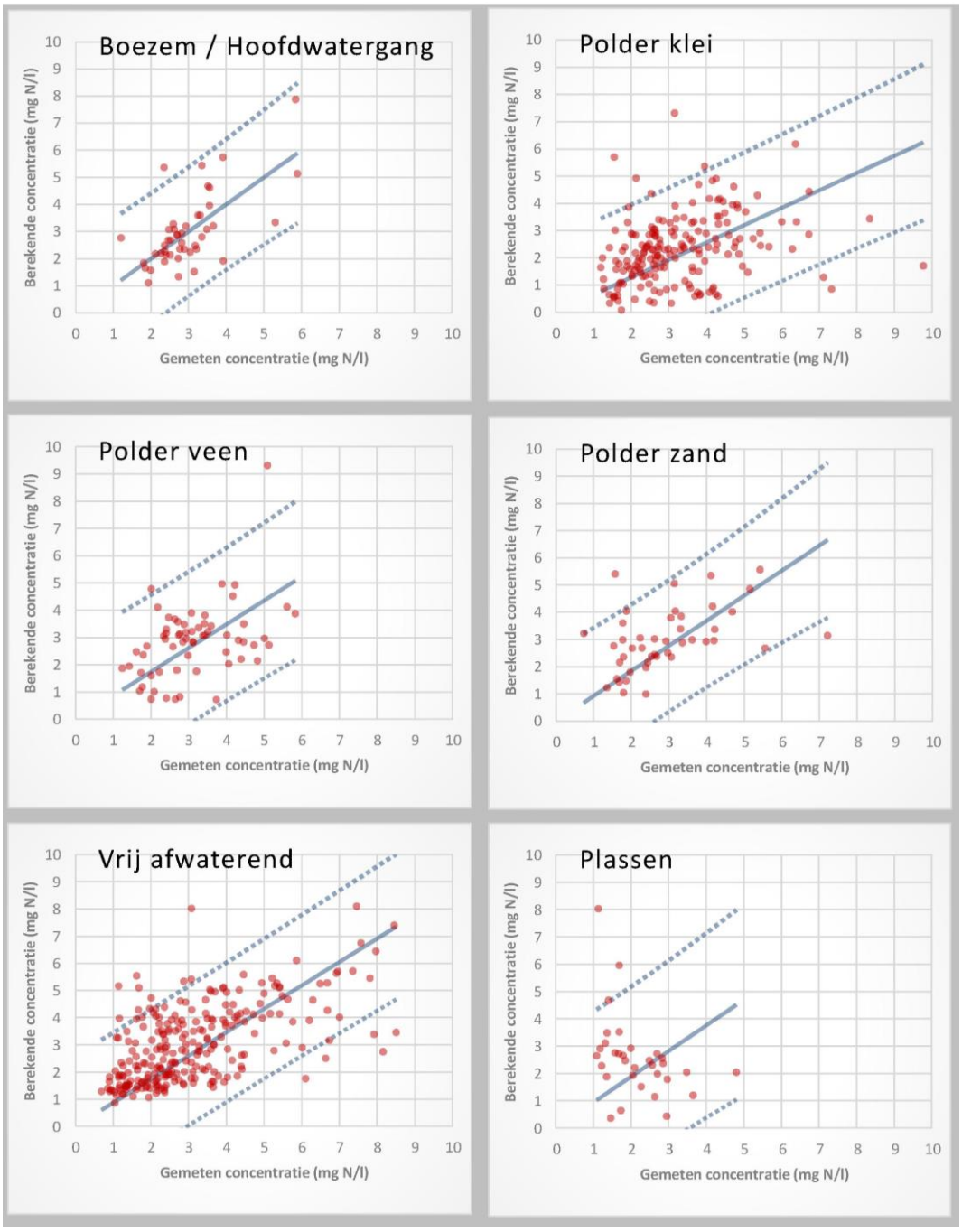
- **Vergelijking concentraties**: metingen van de concentratie (mg/l) op de uitstroompunten vergeleken met de berekende concentratie (mg/l), uitgedrukt als gemiddelde over zes jaar (of minder in geval van een kortere meetreeks). Dit is uitgevoerd voor nagenoeg alle toestroomgebieden, mits meetgegevens beschikbaar waren.
- **Vergelijking vrachten**: metingen van de concentratie (mg/l) en afvoer (m3/dag), gecombineerd tot een vracht (kg/half jaar), vergeleken met de berekende vracht (kg/half jaar). Dit is uitgedrukt in een gemiddelde vracht per jaar over zes jaar (of minder in geval van een kortere meetreeks). Dit is uitgevoerd voor een selectie van toestroomgebieden, waar debietmetingen beschikbaar waren op relevante uitstroompunten in de routing. Dit betroffen voornamelijk de grotere wateren.

Vergelijking concentraties
In deze landelijke studie is per regionaal KRW-waterlichaam een toestroomgebied gedefinieerd. In sommige gevallen liggen meerdere KRW-waterlichamen in een toestroomgebied (als het stroomgebied feitelijk overeen komt), en soms zijn toestroomgebieden van een KRW-waterlichaam juist verder opgedeeld (als het waterlichaam langs, of toeleverende gebieden apart zijn gehouden). Per gebied is onderzocht welk uitstroompunt representatief is voor het berekende ECHO-gebied. Vaak is dat gelijk aan het KRW-meetpunt, maar in sommige gevallen is gekozen voor een meetpunten dichterbij het feitelijke uitstroompunt, of is een gemiddelde genomen van twee uitstroompunten. Daarnaast is waar nodig rekening gehouden met een wisseling in stroomrichting tussen zomer- en winterhalfjaar. Dit geldt voornamelijk in polder-boezemsystemen, waar in de zomer water in de polder wordt ingelaten, terwijl in de winter juist meer afvoer plaatsvindt.

Van de meetpunten die beschikbaar zijn en voldoende meetjaren beschikbaar hebben is de gemiddelde concentratie per half jaar berekend. Vervolgens is een gemiddelde concentratie per halfjaar berekend, en daarna de jaargemiddelde concentratie.

De modelresultaten zijn berekend als vracht belasting in kg/half jaar. In de berekening is rekening gehouden met een bepaalde retentie in een toestroomgebied, waarna de resultante (belasting minus retentie) het gebied verlaat (afwenteling). Daarnaast is de waterbalans berekend per half jaar. De aan- en afvoer is berekend op basis van: uit- en afspoeling (uit SWAP-ANIMO), RWZI's (metingen), inlaten (metingen), aanvoer buitenland (metingen/berekeningen), en regenwaterriolen (berekeningen landgebruiksgegevens). De overige posten uit de vrachtenbalans zijn afkomstig uit de Emissieregistratie, waarvan het debiet ontbreekt. In relatie tot de overige posten zijn dit relatief kleine posten. Neerslag en verdamping op open water kan in geval van toestroomgebieden die volledig of grotendeels uit open water bestaan een relatief grote post zijn, maar deze is in deze studie niet meegenomen. De aldus berekende water-af- en aanvoer per toestroomgebied is gecombineerd met de berekende afwenteling, waarmee een gemodelleerde concentratie is bepaald. Deze berekende concentratie is vergeleken met de gemeten concentratie.

Ten behoeve van de vergelijking is onderscheid gemaakt in boezem- en hoofdwatergangen, polders (onderverdeeld in grondsoort klei, veen en zand), vrij afwaterende gebieden en plassen. Per type toestroomgebied is in Figuur B7.1 (stikstof) en Figuur B7.2 (fosfor) de gemeten concentratie (x-as) uitgezet tegen de berekende concentratie (y-as). De blauwe doorgetrokken lijn geeft de regressielijn weer, en beide blauwe stippellijnen geven het voorspellingsinterval weer (=kans van 95% dat de werkelijke waarde van de berekende concentratie in de populatie van gemeten concentraties ligt is opgenomen in dit interval). In Tabel B7.1 is de helling van de regressielijn, de determinatie-coëfficiënt en het voorspellingsinterval weergegeven.

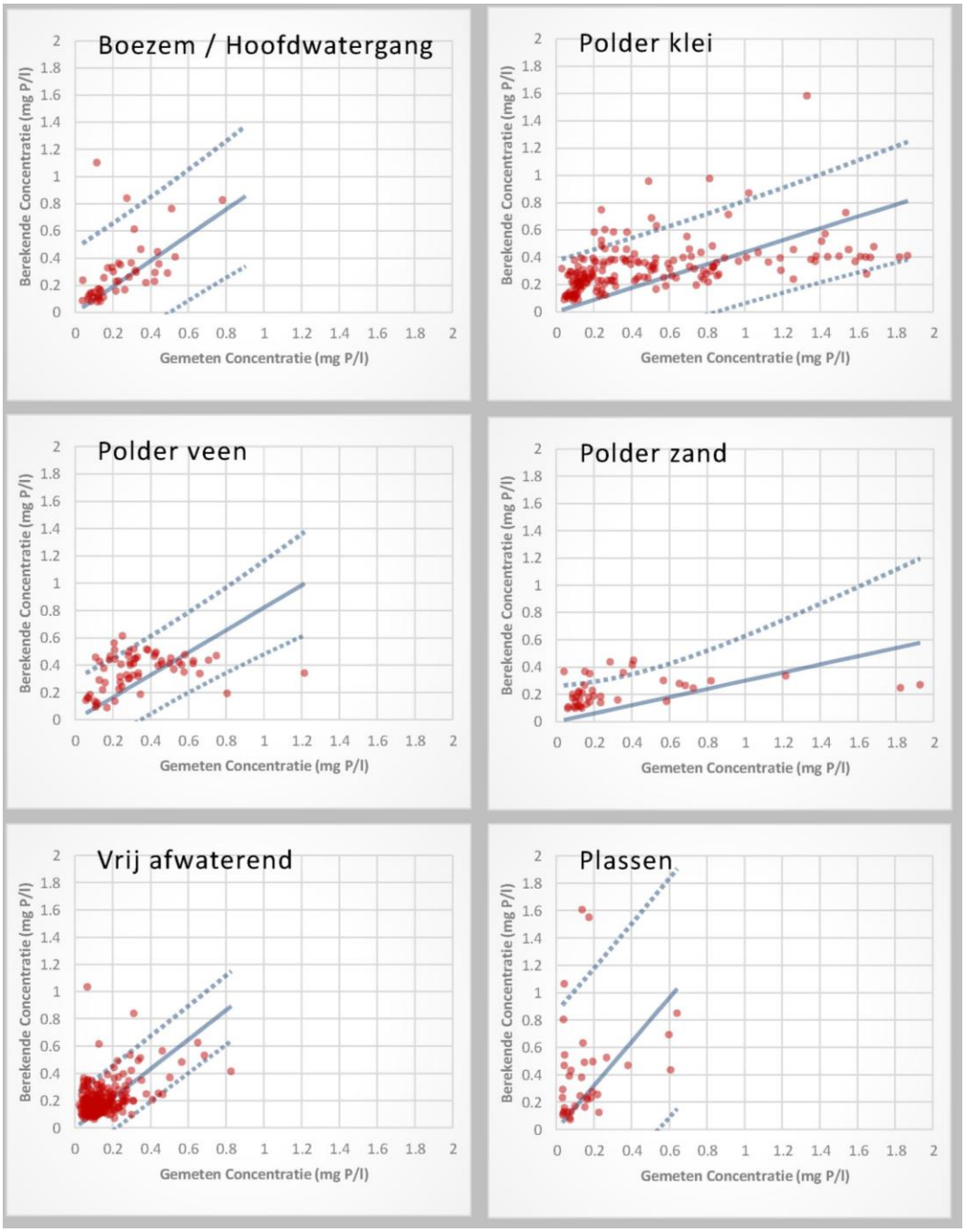


Figuur B7.1 *Stikstof: vergelijking gemeten concentratie (x-as) met de berekende concentratie (y-as). De blauwe lijn geeft de regressie weer, de stippellijnen geven het voorspellingsinterval weer.*

In het ideale geval liggen alle punten 1:1 op één lijn (helling =1, determinatie coëfficiënt = 1). In de praktijk wijken de berekende waarden af van de gemeten concentratie. Als de regressielijn de verhouding 1:1 benadert en het voorspellingsinterval klein is, lijken de berekeningen de gemeten waarden goed te voorspellen.

In de grafieken van Figuur B7.1 is te zien dat met uitzondering van de kleipolders de 1:1 lijn redelijk goed wordt benaderd. Bij de kleipolders is de berekening een onderschatting van de gemeten waarde. Uit de grafiek is af te lezen dat dit vooral de kleipolders betreft met een hoge gemeten waarde. Van kleipolders met een gemeten waarde tussen de 2 en 3 mg/l wordt juist een iets hogere concentratie berekend.

Het voorspellingsinterval ligt met uitzondering van de plassen tussen +/- 2.4 en 2.8 mg/l. Bij plassen is de variatie erg groot. Vaak wordt een lagere waarde gemeten terwijl juist een hogere waarde wordt berekend. Dit kan te maken hebben met de retentie die in plassen wordt onderschat in ECHO.



Figuur B7.2 *Fosfor: vergelijking gemeten concentratie (x-as) met de berekende concentratie (y-as). De blauwe lijn geeft de regressie weer, de stippellijnen geven het voorspellingsinterval weer.*

In de grafieken van Figuur B7.2 is te zien dat met uitzondering van de klei- en zandpolders en de plassen de 1:1 lijn redelijk goed wordt benaderd. Evenals bij stikstof is in kleipolders de berekening van fosfor een onderschatting van de gemeten waarde, en ook hier betreft dit vooral de kleipolders met een hoge gemeten waarde. Van kleipolders met een gemeten waarde tussen de 0.0 en 0.6 mg/l wordt juist een iets hogere concentratie berekend. Eenzelfde beeld kan worden gezien bij de zandpolders. In beide poldertypen is de variatie in gemeten concentraties groter dan in de berekende concentraties.

Het voorspellingsinterval ligt met uitzondering van de plassen tussen +/- 0.2 en 0.5 mg/l. Bij plassen is de variatie erg groot. Vaak wordt een lagere waarde gemeten terwijl juist een hogere waarde wordt berekend. Dit kan te maken hebben met de retentie die in plassen wordt onderschat in ECHO. Het voorspellingsinterval bij vrij afwaterend en veenpolders is veel kleiner. In geval van vrij afwaterende is de berekende en gemeten concentratie zelf ook klein.

Tabel B7.1 *Helling regressielijn, determinatie-coëfficiënt en voorspellingsinterval uit de figuren B7.1 en B7.2.*

Type	Stikstof			Fosfor		
	Helling regressielijn (-)	Determinatie coëfficiënt (-)	Interval 95% voorspelling (mg/l)	Helling regressielijn (-)	Determinatie coëfficiënt (-)	Interval 95% voorspelling (mg/l)
Boezem / Hoofdwatergang	1.00	0.91	+/- 2.44	0.95	0.65	+/- 0.48
Polder klei	0.64	0.75	+/- 2.71	0.44	0.62	+/- 0.38
Polder veen	0.87	0.84	+/- 2.83	0.82	0.73	+/- 0.31
Polder zand	0.92	0.84	+/- 2.54	0.30	0.46	+/- 0.36
Vrij afwaterend	0.86	0.84	+/- 2.59	1.08	0.68	+/- 0.24
Plassen	0.94	0.54	+/- 3.34	1.60	0.41	+/- 0.86

Vergelijking vrachten

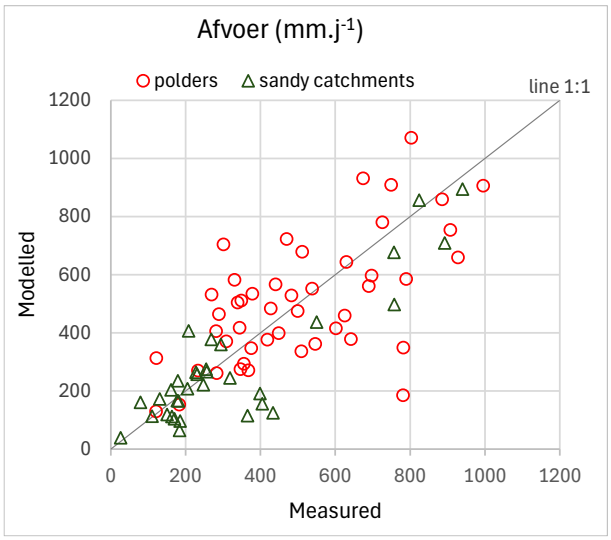
Op enkele uitwisselpunten tussen de toestroomgebieden zijn voldoende debietgegevens beschikbaar (meer dan drie jaar) om de berekende waterafvoer te kunnen vergelijken met gemeten waarden. In de meeste gevallen is bij deze locaties ook een representatief, nabijgelegen meetpunt voor waterkwaliteit aanwezig, waar stikstof- en fosforconcentraties worden gemeten. De debietmetingen zijn doorgaans dagelijks of met een nog hogere frequentie uitgevoerd, terwijl de concentratiemetingen meestal één à twee keer per maand plaatsvinden. De concentraties zijn geïnterpoleerd naar een waarde per dag, evenals de debietmetingen indien dagen ontbraken. Met beide reeksen zijn stikstof- en fosforvrachten berekend. Deze vrachten zijn vervolgens vergeleken met de door KRW-ECHO berekende debieten en stofvrachten. De onzekerheden zijn op basis van onderzoek voor de debieten ingeschat op +/- 25% (Mulder et al., 2012[25]), evenals de hieruit afgeleide nutriëntenvrachten (Rozemeijer, 2015[26]), alhoewel deze onzekerheidsmarge mogelijk wat groter is omdat de waterkwaliteit meestal maandelijks en niet tweewekelijks zijn gemeten. De onzekerheidsmarge van de berekende uitgaande vrachten wordt voor zowel stikstof als voor fosfor ook ingeschat op +/- 25% (Boekel et.al., 2011[27]).

Figuur B7.3 toont de gemeten afvoeren voor 85 toestroomgebieden, onderverdeeld in poldergebieden en vrij afwaterende gebieden (op zandgrond).

[25] Mulder, M., P. Schipper, E. Jongman en J. Heijkers, 2012. 'Onzekere debietschattingen'. Artikel in het vakblad Stromingen, jaargang 16, nummer 3, blz. 33 - 43.

[26] Rozemeijer, J.C., 2015. Nutriëntenvrachten vanuit zes stroomgebieden in Wetterskip Fryslân voor 2011 t/m 2013. Deltares-rapport 1209597-000-BGS-0003.

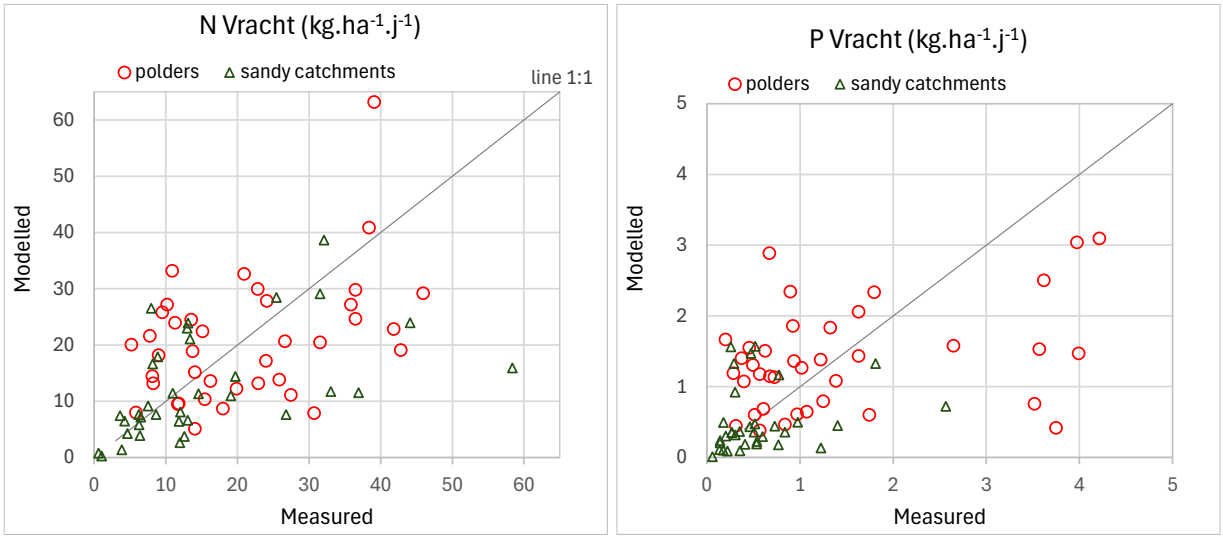
[27] Boekel, E.M.P.M. van, L.P.A. van Gerven, T. van Hattum, V.G.M. Linderhof, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, N.B.P. Polman, L.V. Renaud en D.J.J. Walvoort, 2011. Ex-ante evaluatie landbouw en KRW. Alterra-rapport 2121, Alterra, Wageningen.



Figuur B7.3 *Vergelijking van gemeten en gemodelleerde waterafvoeren voor 85 toestroomgebieden met meer dan drie jaar afvoerdata, onderverdeeld in polders en vrij afwaterende zandgebieden.*

De gemodelleerde afvoeren liggen over het algemeen in dezelfde orde van grootte als de gemeten waarden. In poldergebieden zijn echter grotere uitschieters zichtbaar, wat wijst op een grotere variatie tussen meting en modelberekening in deze gebieden.

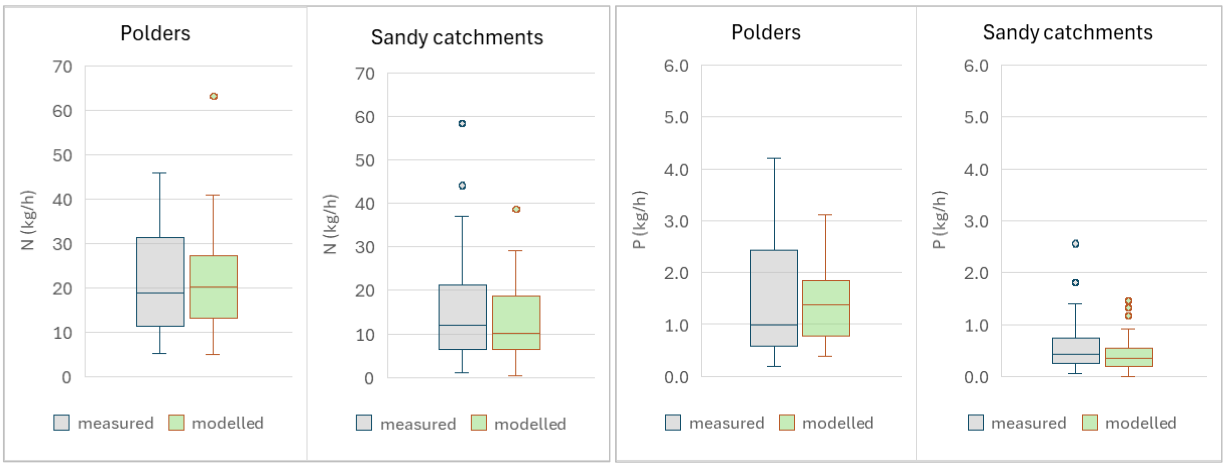
Figuur B7.4 laat de stikstof- en fosforvrachten zien, die berekend zijn op basis van gemeten N en P concentraties en gemeten afvoer, en die modelmatig berekend zijn. De stikstof- en fosforvrachten worden bijna net zo vaak onderschat (n=41 en 36, respectievelijk) als overschat (n=35 en 40, respectievelijk). Opvallend zijn enkele uitschieters bij de fosforvrachten in poldergebieden, waar het model de vrachten duidelijk onderschat ten opzichte van de metingen.



Figuur B7.4 *Stikstof-(links) en fosfor (rechts) Vergelijking berekende en uit metingen afgeleide stikstof (links) en fosfor (rechts) vrachten voor 76 toestroomgebieden, waarvan er meer dan drie jaar aan data beschikbaar was, opgedeeld in polder-toestroomgebieden (klein en veen) en vrij afwaterende toestroomgebieden met zandgrond.*

Figuur B7.5 laat boxplots zien voor de verdeling van dezelfde gemeten en gemodelleerde stikstof-en fosforvrachten voor polder-toestroomgebieden en vrij afwaterende toestroomgebieden met zandgrond. De mediaan van de gemeten P-vrachten en gemodelleerde P-vrachten wijkt het meeste af in polder-

toestroomgebieden en het minste voor de P gemeten en gemodelleerd in vrij afwaterende toestroomgebieden met zandgrond.



Figuur B7.5 *Boxplots van de gemeten en gemodelleerde stikstofvrachten (links) en fosforvrachten (rechts) voor 76 toestroomgebieden, waarvan er meer dan drie jaar aan gemeten data beschikbaar was voor polder-toestroomgebieden en vrij afwaterende toestroomgebieden met zandgrond.*

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3442
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore the potential of nature to improve the quality of life

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3442
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

Advies '*Alternatieve maatregel vanggewassen*'

Commissie Deskundigen Meststoffenwet

06-01-2025. Kenmerk: 2500227/WOTN&M/NvdBB. www.cdm.wur.nl

Samenvatting

De teelt van een vanggewas is een maatregel om nitraatuitspoeling bij consumptieaardappelen op zand- en lössgrond te beperken. Voor de akkerbouwgewassen die niet tot de zogenaamde wintergewassen behoren, is de stimuleringsmaatregel vanggewassen opgenomen in de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (Urm). Voor deze gewassen geldt een keuze: of de teelt van een vanggewas of een korting van de stikstofgebruiksnorm in het volgend jaar. De korting van de stikstofgebruiksnorm in het volgend jaar wordt groter naarmate later in oktober wordt ingezaaid (tot een maximum van 20 kg N per ha indien er geen vanggewas wordt ingezaaid of later dan 1 november). Er is in de sector veel discussie over deze vanggewasmaatregel. Het is een van de zogenaamde kalenderlandbouwmaatregelen uit de Meststoffenwet.

De Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI), de Nederlandse Akkerbouw Vakbond (NAV), BO akkerbouw en LTO Nederland hebben een voorstel voor een alternatieve maatregel over vanggewassen ingediend bij het ministerie van LVVN. Dit alternatief houdt in dat na alle consumptieaardappelen, geteeld op zand- en lössgronden, verplicht en zo snel mogelijk na de aardappeloogst een vanggewas wordt ingezaaid. Hierbij wordt het moment van inzaai vrijgelaten, maar mag het vanggewas niet worden vernietigd vóór 1 februari. Er wordt bij late inzaai geen korting op de stikstofgebruiksnorm toegepast. De regeling wordt volgens deze partijen beter uitlegbaar en eenvoudiger uit te voeren.

Het ministerie van LVVN heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) vragen gesteld over het effect van de alternatieve maatregel ten opzichte van de huidige stimuleringsmaatregel. Er zijn door de CDM indicatieve berekeningen uitgevoerd op basis waarvan wordt geconcludeerd dat het effect van de alternatieve maatregel op de nitraatconcentratie in het grondwater waarschijnlijk vergelijkbaar is met de huidige stimuleringsmaatregel. Er worden wel verschillende kanttekeningen geplaatst bij de uitgangspunten bij deze berekening en dan met name i) de onduidelijkheid over het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond, ii) onduidelijkheid over het huidige areaal vanggewassen en andere nateelten na consumptieaardappelen, iii) de aanname in de berekeningen dat de huidige stimuleringsregeling niet of slechts deels leidt tot een groter areaal vanggewassen, iv) verschillen tussen jaren over inzaaidata en stikstofopname. Verder is aangegeven dat verwacht wordt dat de teelt van een vanggewas tot een sterkere daling van de nitraatconcentratie leidt dan korting van de gebruiksnorm van het volggewas. Enerzijds omdat een vanggewas nitraat na de oogst van het hoofdgewas opneemt; dit is de stikstof die het meest uitspoelingsgevoelig is. Daarnaast leidt een vanggewas mogelijk tot afbraak van nitraat door denitrificatie.

De CDM adviseert om enkele aspecten nader uit te zoeken: de cijfers over arealen, de huidige teelt van vanggewassen en andere nateelten (en inzaaidata van deze teelten), maatregelen indien er geen vanggewas (kan worden) geteeld en het opnemen van prikkels in het voorstel om de teelt van vanggewassen te stimuleren, bijvoorbeeld door hier rekening mee te houden in KPI's voor doelsturing. De akkerbouwsector staat voor een grote opgave om de waterkwaliteit te verbeteren en hiervoor is een pakket met maatregelen nodig. Een goed geslaagd vanggewas is één van deze maatregelen. De opstellers van het alternatieve voorstel, kunnen een belangrijke rol spelen bij communicatie en voorlichting van akkerbouwers over de inzet van vanggewassen. Geconcludeerd wordt dat het alternatieve voorstel vanggewassen van de sector perspectiefvol is en een gelijk effect kan hebben op de waterkwaliteit als de huidige stimuleringsregel vanggewassen.

1 Inleiding

De nitraatconcentratie in het uitspoelingswater van akkerbouwbedrijven op zand- en lössgrond ligt boven de nitraatnorm van 50 mg per liter (gemiddeld in Nederland in 2022: ±100 mg/l in de lössregio en ±90 mg/l in de zandregio)[1]. De teelt van een vanggewas is een maatregel om nitraatuitspoeling te beperken. Uit onderzoek in Nederland volgt dat de teelt van een vanggewas na aardappelen kan leiden tot een (forse) verlaging van de nitraatconcentratie in het grondwater (Van Geel et al., 2023). Een vanggewas kan een deel van de minerale stikstof (nitraat en ammonium) die na de oogst in de bodem aanwezig is, opnemen en zo behoeden tegen uitspoeling als nitraat gedurende de winter. Daarnaast zijn er indicaties dat de lagere nitraatconcentraties bij de teelt van een vanggewas niet alleen wordt veroorzaakt door stikstofopname door het vanggewas, maar ook door een verhoogde afbraak van nitraat door denitrificatie (Zie hoofdstuk 2).

In de Besluit Activiteiten leefomgeving van de Omgevingswet is een verplichting opgenomen tot inzaai van vanggewassen vóór 1 oktober bij de teelt van snijmaïs op zand- en lössgrond. Voor een deel van de akkerbouwgewassen (die niet tot de zogenaamde wintergewassen behoren) geldt een keuze: of de teelt van een vanggewas of een korting van de stikstofgebruiksnorm in het volgend jaar; de stimuleringsmaatregel vanggewassen. De korting van de stikstofgebruiksnorm in het volgend jaar wordt groter naarmate later in oktober wordt ingezaaid (tot een maximum van 20 kg N per ha indien er geen vanggewas wordt ingezaaid of later dan 1 november).

Er is in de sector veel discussie over de vanggewasmaatregel. Het is een van de zogenaamde kalenderlandbouwmaatregelen uit de mestregelgeving, waarbij een maatregel voor een bepaalde datum moet zijn geïmplementeerd. Door het natte voorjaar, is er dit jaar uitstel voor de inzaaidata voor vanggewassen met drie weken.[2]

De Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI), de Nederlandse Akkerbouw Vakbond (NAV), BO akkerbouw en LTO Nederland hebben een gezamenlijk voorstel voor een alternatieve maatregel over vanggewassen ingediend bij het ministerie van LVVN (Bijlage 1). Dit alternatief houdt in dat na alle consumptieaardappelen, geteeld op zand- en lössgronden, verplicht en zo snel mogelijk na de oogst van de consumptieaardappelen een vanggewas wordt ingezaaid. Hierbij wordt het moment van inzaai vrijgelaten, maar mag het vanggewas niet worden vernietigd voor 1 februari. Er wordt bij late inzaai geen korting op de stikstofgebruiksnorm toegepast. BO Akkerbouw, NAV, LTO en VAVI geven aan dat het omdraaien van de maatregelen een positief effect heeft op de waterkwaliteit. In plaats van met ‘’verplichte’’ datums en kortingen te werken maar een vanggewas standaard te maken wordt het effect groter. De regeling wordt volgens deze partijen beter uitlegbaar en eenvoudiger uit te voeren. Het geeft de ondernemer meer ruimte om goede landbouwpraktijk uit te voeren en daarnaast bij te dragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit.

Het ministerie van LVVN heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) de volgende vragen gesteld:

- Heeft de alternatieve maatregel ten opzichte van de stimuleringsmaatregel vanggewassen een vergelijkbaar of groter effect op het verbeteren van de waterkwaliteit op zand- en lössgronden?
- Zo nee, hoe zou de verdeling in oogstdatum aardappelen / inzaaidatum vanggewas er uit moeten zien om een vergelijkbaar of groter effect op de waterkwaliteit te kunnen bereiken?
- Wat is de invloed van de tijd tussen oogst van de consumptieaardappelen en de inzaai van het vanggewas op de effectiviteit van de alternatieve maatregel?
- Wat zou het gevolg moeten zijn als er toch geen vanggewas wordt ingezaaid?

[1] https://open.overheid.nl/documenten/77b8f567-69ec-4895-a6d3-46eccb00d617/file
https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/onderzoeksresultaten/waterkwaliteit-2022
[2] https://open.overheid.nl/documenten/f85015da-17b9-4a41-9822-b3662d7fbd17/file

Het ministerie van LVVN heeft een overzicht van RVO.nl over de arealen consumptieaardappelen op zand- en lössgrond en de nateelten bij consumptieaardappelen aan de CDM verstrekt ten behoeve van dit advies. Het advies is opgesteld door de leden van CDM (Bijlage 2).

2 Effectiviteit van vanggewassen om nitraatuitspoeling te beperken

2.1 Effect op waterkwaliteit

Uit onderzoek in Nederland volgt dat de teelt van een vanggewas na snijmaïs en aardappelen kan leiden tot een (forse) verlaging van de nitraatconcentratie in het grondwater (Schroder et al., 2013; Van Geel et al., 2023; 2024). Ook internationaal zijn er veel studies bekend waaruit blijkt dat vanggewassen de nitraatuitspoeling tot meer dan 50% kunnen reduceren (bv. Abdalla et al., 2019; Valkama et al., 2015).

In onderzoek van Van Geel et al. (2023) gaf de teelt van vanggewassen na aardappel een gemiddelde reductie van de nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater (Tabel 1):

- van 95 naar 63 mg/l bij het zaaien in de 4e week van september en van 95 mg/l naar 75 mg/l bij het zaaien in de 1e week van oktober na het ras Fontane;
- van 101 naar 65 mg/l bij het zaaien in de 1e week van oktober en van 101 m/l naar 76 mg/l bij het zaaien in de 3e week van oktober na het ras Agria.

Naarmate de vanggewassen later werden gezaaid, was de verlaging van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater wat kleiner, maar er was nog steeds sprake van een duidelijk verlaging van de nitraatconcentratie bij latere inzaai.

Tabel 1. *Nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater (mg NO_3/l) aan het einde van de winter, gemiddeld over drie proefjaren en over drie vanggewassen, bij twee aardappelrassen en drie zaaitijden (Van Geel et al., 2023).*

Aardappelras	**Zaaimoment**	**Nitraatconcentratie[1]**
Fontane	-	95 d
Fontane	4e week september	63 a
Fontane	1e week oktober	75 bc
Agria	-	101 d
Agria	1e week oktober	65 ab
Agria	3e week oktober	76 ac
F pr.		*<0,001*

[1] Statistisch significante verschillen, op basis van een tweezijdige t-toets bij een onbetrouwbaarheid (p) van ≤0,05, zijn aangegeven met een lettercode. Als achter objecten eenzelfde letter staat, is het onderling verschil niet significant.

2.2 Stikstofopname door een vanggewas

Een vanggewas kan een deel van de minerale stikstof (nitraat en ammonium) die na de oogst in de bodem aanwezig is, opnemen en zo behoeden tegen uitspoeling als nitraat gedurende de winter. De stikstofopname van een vanggewas neemt af naarmate het later wordt ingezaaid. Dit wordt veroorzaakt door de lagere temperatuur en doordat de dagen korter worden (minder licht).

In het CDM-advies over groenbemesters uit 2017 is op basis van resultaten uit onderzoek uit de jaren ’90 met snijmaïs een inschatting gemaakt van de stikstofopname van vanggewassen in afhankelijkheid van het tijdstip van inzaaien (Tabel 2). Uit deze berekening volgt dat de stikstofopname afneemt naarmate het vanggewas later wordt ingezaaid; inzaaien vanaf 1 oktober leidt tot een sterke afname van het de stikstofopname van gemiddeld 25 kg N per ha rond 1 oktober tot minder dan 5 kg N per ha aan het eind van oktober.

Recent is er meerjarig onderzoek uitgevoerd naar het effect van vanggewassen op nitraatuitspoeling bij snijmaïs en consumptieaardappelen (Van Geel et al., 2023; 2024) op een zuidelijke zandgrond. De stikstofopname in dit onderzoek was hoger dan die uit het CDM-advies uit 2017 (CDM, 2017). Dit werd met name veroorzaakt door een hogere stikstofopname in de ondergrondse delen van de vanggewassen in het onderzoek van Van Geel et al. (2023). De stikstofopname in de ondergrondse delen was in dit onderzoek in een beperkt aantal veldjes bepaald door metingen. In het advies van de CDM uit 2017 was de stikstofopname in de ondergrondse delen geschat.

Het onderzoek van Van Geel et al. (2023) bij aardappelen laat zien dat de groeiomstandigheden in de herfst (temperatuur, zonneschijn en vocht) een belangrijke invloed hebben op de ontwikkeling, droge-stofproductie en stikstofopname door de vanggewassen. Een vroeger gezaaid vanggewas heeft een langere groeiperiode vóór de winter dan een later gezaaid gewas en kan daardoor in principe meer biomassa vormen en stikstof opnemen. Maar een voldoende vochtige grond na zaaien bleek eveneens een belangrijk voorwaarde voor een goede begingroei en verdere ontwikkeling van de vanggewassen. Er was geen duidelijk verschil in stikstofopname tussen de onderzochte type vanggewassen. De totale stikstofopname van de vanggewassen na het aardappelras Fontane varieerde gemiddeld tussen 42 en 45 kg N per ha (Tabel 3). Er was geen significant verschil in stikstofopname tussen zaaien in de 4e week van september en de 1e week van oktober na het aardappelras Fontane (Tabel 3). Bij het ras Agria leidde het zaaien van een vanggewas in de 3e week van oktober tot een significant lagere stikstofopname (23 – 35 kg N per ha) dan het zaaien in de 1e week van oktober (37 – 42 kg N per ha).

Tabel 2. *Berekende gemiddelde N-opname (in kg per ha) van een vanggewas (boven- en ondergronds) in relatie tot zaaitijdstip. Berekening op basis van de relatie tussen bovengrondse N-opname en temperatuursom tussen zaaien en inwerken zoals afgeleid in Schröder et al (1996), en de aanname dat de ondergrondse N-opname 15% van de bovengrondse opname bedraagt. Berekeningen zijn gedaan voor Noord en Zuid-Nederland. Bron: CDM (2017).*

Zaaitijdstip	Noord	Zuid	Gem Noord en Zuid
10 aug	108	116	112
20 aug	88	95	91
1 sept	68	74	71
10 sept	51	57	54
20 sept	36	42	39
1 okt	22	28	25
10 okt	11	16	13
20 okt	2	7	4
1 nov	0	0	0

2.3 Verhoogde nitraatafbraak door denitrificatie

De vermindering van nitraatuitspoeling blijk in sommige studies hoger te zijn dan men op grond van de stikstofvastlegging door de vanggewassen zou verwachten (Schröder et al., 1996; Parkin et al, 2006). Er zijn indicaties dat de lagere nitraatconcentraties bij de teelt van een vanggewas niet alleen wordt veroorzaakt door stikstofopname door het vanggewas, maar ook door een verhoogde afbraak van nitraat door denitrificatie (Premrov et al., 2012; Jahangir et al., 2014). Hierbij breken denitrificerende bacteriën onder zuurstofloze omstandigheden in de bodem het nitraat af en zetten het nitraat om in stikstofoxides (NO, N_2O) en stikstofgas (N_2), welke uit de bodem vervluchtigen. Gemakkelijk afbreekbare koolstofverbindingen zijn de energiebron voor denitrificerende bacteriën (Velthof, 2003). Een verhoging van gemakkelijk afbreekbare koolstof in de bodem kan de afbraak van nitraat door denitrificerende bacteriën stimuleren. In het onderzoek van Van Geel et al. (2023 en 2024) was het gehalte opgeloste koolstof in de bodem in de winter hoger bij de teelt van een vanggewas dan in de bodem zonder vanggewas. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de wortels van het vanggewas koolstofverbindingen uitscheiden. De koolstofverbindingen die door wortels worden uitgescheiden zijn vaak gemakkelijk afbreekbaar. Nader onderzoek is nodig om na te gaan of dit mechanisme inderdaad een rol speelt bij de verlaging van nitraatconcentraties in het uitspoelend water door een vanggewas.

Tabel 3. *Stikstofopname van de vanggewassen en nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater aan het einde van de winter gemiddeld over drie jaren, bij twee aardappelrassen, drie zaaimomenten en drie vanggewassoorten (Van Geel et al., 2023).*

Aardappelras	Vanggewas na oogst	Zaaimoment	Stikstofopname (kg/ha)[1]		Nitraat-concentratie[1] (mg NO_3/l)
			Bovengrondse Delen	Totaal[2]	
Fontane	geen	-	-	-	95 d
Fontane	winterrogge	4e week september	25 cde	45 e	60 ab
Fontane	winterrogge	1e week oktober	25 cde	45 e	80 bc
Fontane	Japanse haver	4e week september	27 E	44 e	69 ab
Fontane	Japanse haver	1e week oktober	26 de	42 de	74 ab
Fontane	wintergerst	4e week september	22 cd	42 de	62 ab
Fontane	wintergerst	1e week oktober	25 cde	45 e	72 ab
Agria	geen	-	-	-	101 cd
Agria	winterrogge	1e week oktober	22 c	42 de	60 ab
Agria	winterrogge	3e week oktober	17 b	35 bc	74 ab
Agria	Japanse haver	1e week oktober	24 cde	39 cd	59 a
Agria	Japanse haver	3e week oktober	13 a	23 a	75 b
Agria	wintergerst	1e week oktober	19 b	37 bc	77 b
Agria	wintergerst	3e week oktober	15 ab	33 b	78 b
F pr. interactie[3]			*0,021*	*0,005*	*n.s.*

[1] Totaal = N-opname in de boven- en ondergrondse plantendelen.

[2] Statistisch significante verschillen, op basis van een tweezijdige t-toets bij een onbetrouwbaarheid (p) van ≤0,05, zijn aangegeven met een lettercode. Als achter objecten eenzelfde letter staat, is het onderling verschil niet significant.

[3] F pr. voor het interactie-effect tussen type vanggewas, zaaimoment en aardappelras

2.4 Aanpassen van stikstofbemesting van het gewas dat na een vanggewas wordt geteeld

Een deel van de stikstof die het vanggewas heeft opgenomen, komt in het volgende jaar weer vrij. In het Handboek Bodem en Bemesting wordt geadviseerd om de stikstofbemesting na een goedontwikkelde niet-vlinderbloemige groenbemesters (inzaai 2e helft augustus) te korten met 30 kg N per ha bij onderwerken in de herfst en 40 kg N per ha bij onderwerken in het voorjaar[3]. Voor een licht ontwikkelde groenbemester wordt uitgegaan van de helft van deze waarden. Een vanggewas zal meestal als licht ontwikkelde groenbemesters kunnen worden beschouwd.

In een advies over vanggewassen uit 2022 adviseerde de CDM een korting op de stikstofgebruiksnorm van 20 kg per ha, bij te late of geen inzaai van een vanggewas (CDM, 2022). Dit is 50% van de geschatte stikstofopname door een vanggewas van 40 kg N per ha, uitgaande van onderwerken in het voorjaar en dat niet alle stikstof in een vanggewas opneembaar is door het volggewas. Hierbij werd opgemerkt, dat het effect van een korting van de stikstofgebruiksnorm met 20 of 40 kg N per ha op nitraatuitspoeling niet was onderzocht en het ook niet bekend is of deze korting van de stikstofbemesting van het volggewas een vergelijkbaar effect heeft op de waterkwaliteit als een vanggewas. In het onderzoek van Van Geel et al. (2023) had verlaging van de stikstofgift met 60 kg N per ha bij aardappelen geen effect op de nitraatconcentratie, terwijl inzaai van een vanggewas wel tot een significant lagere nitraatconcentratie leidde (ook bij inzaai in de derde week van oktober). Een vanggewas heeft mogelijk een groter effect op de nitraatconcentratie dan korting van de stikstofbemesting van het volggewas, doordat een vanggewas nitraat opneemt met een hoog risico op uitspoeling (namelijk het nitraat dat is achtergebleven in de herfst na de oogst) en omdat er mogelijk afbraak van nitraat door denitrificatie optreedt gedurende de winter.

[3] https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting.htm

2.5 Stimuleringsmaatregel vanggewassen

In de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet is een stimuleringsmaatregel vanggewassen opgenomen voor consumptieaardappelen en andere akkerbouwgewassen die niet tot wintergewassen behoren. Deze regeling stimuleert het inzaaien van een vanggewas op zand- en lössgronden op uiterlijk 1 oktober door een oplopende korting op de stikstofgebruiksnorm in het volgende jaar. De korting bedraagt:

- 5 kg stikstof bij inzaai van een vanggewas in de periode 2 t/m 14 oktober;
- 10 kg stikstof bij inzaai van een vanggewas in de periode 15 t/m 31 oktober;
- 20 kg stikstof bij inzaai van een vanggewas op of na 1 november;
- 20 kg stikstof bij geen inzaai van een vanggewas;
- 20 kg stikstof bij het vernietigen van een vanggewas voor 1 februari.

3 Alternatieve maatregel vanggewassen

In de adviesaanvraag van LVVN (bijlage 1) is het alternatieve voorstel van VAVI, LTO NL, BO Akkerbouw en NAV beschreven. Dit alternatief (zie paragraaf 3.1) wordt in Hoofdstuk 4 van dit advies vergeleken met de huidige maatregel uit de Meststoffenwet. In paragraaf 3.1 en 3.2 wordt het voorstel beschreven op basis van de beschikbare informatie uit de adviesaanvraag, zonder verdere analyse en beoordeling door de CDM.

3.1 Alternatieve maatregel

- Er wordt overal ná consumptieaardappelen op zand- en lössgrond zo spoedig mogelijk een vanggewas ingezaaid na de oogst, dat dan tenminste tot 1 februari blijft staan. Er is geen uiterste inzaaidatum van een vanggewas; de inzaai is afhankelijk van de oogstdatum van de consumptieaardappelen.

- De zes leden van de Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI) bezitten in totaal 95% van het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgronden; dit is ongeveer 40.000 ha (Bron: VAVI).

- In het voorstel wordt berekend wat de besparing op stikstof zal zijn, waarbij de volgende uitgangspunten zijn gehanteerd (op basis van cijfers uit de periode 2012-2021 uit de aardappelsector):
    - Inzaaidatum van vanggewas: 15% van 40.000 ha vóór 1 oktober
    - Inzaaidatum van vanggewas: 35% van 40.000 ha vóór 16 oktober
    - Inzaaidatum van vanggewas: 35% van 40.000 ha vóór 1 november
    - Niet genoemd, maar dit betekent dan dat op 15% van het areaal de oogstdatum van aardappelen na 1 november valt.

- De stikstofopname van het vanggewas die in de berekeningen is toegepast, is gebaseerd op Tabel 2 (afkomstig van het CDM-advies uit 2017). De term "besparing" wordt gebruikt, maar bedoeld wordt de stikstofopname van het vanggewas:
    - vóór 1 oktober: 42 tot 74 kg N/ha "besparing". Dit betekent 252.000 – 444.000 kg N, uitgaande van 15% van 40.000 ha;
    - vóór 16 oktober: 16 tot 42 kg N/ha "besparing". Dit betekent 224.000 – 588.000 kg N, uitgaande van 35% van 40.000 ha;
    - vóór 1 november: 0 tot 16 kg N/ha "besparing". Dit betekent 0 – 224.000 kg N, uitgaande van 35% van 40.000 ha;
    - Opgeteld levert dit een "besparing" op tussen 476.000 kg en 1.256.000 kg N oftewel 11,9 tot 31,4 kg N/ha.

Op basis van informatie van onderzoekers uit praktijkonderzoek werd ingeschat dat vóór 2023 maximaal 5% van het areaal consumptieaardappelen na oogst ingezaaid werd met vanggewassen. In het voorstel wordt deze 5% volledig in mindering brengen op de besparing vóór 1 oktober. Dit resulteert dan in:

- 10% van 40.000 ha vóór 1 oktober à 42 tot 74 kg N/ha "besparing" = 168.000 – 296.000 kg N.
- 35% van 40.000 ha vóór 16 oktober à 16 tot 42 kg N/ha "besparing" = 224.000 – 588.000 kg N
- 35% van 40.000 ha vóór 1 november à 0 tot 16 kg N/ha "besparing" = 0 – 224.000 kg N
- Opgeteld levert dit een besparing op tussen 392.000 kg en 1.108.000 kg N oftewel 9,8 tot 27,7 kg N/ha besparing.

3.2 Huidige maatregel als referentie

In het voorstel van VAVI, LTO NL, BO Akkerbouw en NAV wordt de volgende berekening uitgevoerd van de korting van de stikstofgebruiksnorm in de huidige stimuleringsregeling. Hierbij wordt dus aangenomen dat de inzaai van vanggewassen plaatsvindt zoals in Paragraaf 3.1 aangegeven en dat de boeren een korting van de stikstofgebruiksnormen accepteren. De korting zou bij de inzaaidata uit het alternatieve plan 8,25 kg N/ha bedragen, als volgt opgebouwd:

- 35% à 5 kg = 1,75 kg (35% areaal wordt tussen 1 en 15 oktober geoogst)
- 35% à 10 kg = 3,5 kg (35% areaal wordt tussen 16 en 31 oktober geoogst)
- 15% à 20 kg = 3 kg (15% areaal wordt na 31 oktober geoogst)

VAVI, LTO NL, BO Akkerbouw en NAV geven in hun voorstel aan dat de onderkant van de bandbreedte van stikstofopname wordt genomen, zodat de effectiviteit waarschijnlijk groter is.

4 Analyse van het alternatieve voorstel

4.1 Arealen

In het voorstel wordt aangegeven dat de zes VAVI-leden in totaal 95% van het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgronden bezitten, dit is ongeveer 40.000 ha (Bron: VAVI). Op basis van door het ministerie van LVVN verstrekte gegevens uit de Gecombineerde Opgave in de periode 2015-2021 volgt dat er gemiddeld 28.738 ha consumptieaardappelen worden geteeld op zand- en lössgrond (Tabel 4). Het is niet duidelijk waardoor dit verschil wordt veroorzaakt. Deze cijfers suggereren dat er ook andere type aardappelen of andere grondsoorten zijn opgenomen in de 40.000 ha die VAVI heeft aangegeven.

Verder blijkt uit de cijfers uit Gecombineerde Opgave in de periode 2015-2021 (Tabel 4) dat op 51% van het oppervlak van consumptieaardappelen op zand- en lössgrond een nateelt of volgteelt plaatsvindt (Tabel 4). Het gaat hierbij om gewassen als wintertarwe, wintergerst, rogge, tijdelijk grasland, winterpeen, triticale, overige niet vlinderbloemige groenbemesters, gele mosterd, Engels raaigras als groenbemester of vanggewas, Italiaans raaigras als groenbemester of vanggewas, snijrogge, bladkool, bladrammenas, Japanse haver, rode klaver, witte klaver, rietzwenkgras, spelt, timotheegras als vanggewas, Westerwolds raaigras en voederwikke.

Er is dus een groot verschil in de aanname van 5% vanggewassen in het alternatieve plan vanuit de sector en de 51% nateelt (inclusief vanggewassen) volgens de Gecombineerde Opgave. Niet alle nateeltgewassen zijn vanggewassen, maar op het areaal waar nateeltgewassen worden verbouwd die niet tot vanggewassen behoren, kunnen geen vanggewassen worden geteeld. Het is ook te verwachten dat andere nateeltgewassen een vergelijkbaar effect hebben als een vanggewas, mits ze enige biomassa ontwikkelen.

Het is niet bekend wat de zaaidata zijn van de nateelten uit de gecombineerde opgave. Aangezien boeren moeten investeren in zaaizaad en er dus belang bij hebben dat de nateelt slaagt, mag verwacht worden dat deze gewassen uiterlijk in oktober worden ingezaaid. Mogelijk gelden hier de zaaidata uit het voorstel van de sector van 15% vóór 1 oktober, vanggewas 35% vóór 16 oktober en 35% vóór 1 november.

Op basis van de cijfers uit de gecombineerde opgave kan geconcludeerd worden dat het alternatieve plan van de sector zal leiden tot extra inzaai van vanggewassen na consumptieaardappelen op zo'n 14.000 ha op zand- en lössgrond en dat voor het areaal waar nu een nateelt wordt geteeld (14.756 ha) geen korting van de gebruiksnorm plaatsvindt indien het vanggewas na 1 oktober wordt ingezaaid.

In Tabel 5 worden resultaten van indicatieve berekeningen gegeven van het effect van de huidige stimuleringsmaatregel en de alternatieve maatregel, op basis van de verdeling van inzaaidata uit het sectorplan, het totaal areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond uit de Gecombineerde Opgave (2015-2021), het huidig areaal nateelten op zand- en lössgrond uit de Gecombineerde Opgave (2015-2021), de stikstofkorting uit de huidige stimuleringsregeling en de stikstofopname van het vanggewas volgens het sectorplan, gebaseerd op het CDM-advies uit 2017. Er wordt in deze tabel van twee effecten van de stimuleringsregeling op het areaal vanggewassen uitgegaan:

i) Dat de implementatie van de vanggewasregel uit de huidige stimuleringsregeling niet leidt tot een toename van de teelt van een vanggewas na de consumptieaardappel (49% van het areaal). Deze bedrijven accepteren dus een korting van de stikstofgebruiksnorm.
ii) Dat de implementatie van de vanggewasregel uit de huidige stimuleringsmaatregel leidt tot een toename van de inzaai van vanggewassen (niet ingezaaid areaal halveert tot 7378 ha). Het toegenomen areaal vanggewas is verdeeld over de inzaaidata uitgaande van de inzaaidata uit het sectorplan.

De resultaten uit Tabel 5 geven aan dan dat bij de gehanteerde uitgangspunten het voorstel van de sector leidt tot een hogere stikstofopname door het vanggewas (22 kg N/ha) dan de huidige stimuleringsmaatregel (11 kg N/ha bij geen verandering areaal vanggewas en 16 kg N/ha bij toename van het areaal). De korting van de gebruiksnorm van het volggewas bij de stimuleringsmaatregel zonder en met toename van het areaal vanggewassen bedraagt respectievelijk 14 kg N/ha en 11 kg N/ha. De cijfers van stikstofopname en stikstofkorting kunnen niet worden opgeteld. Er wordt verwacht dat de teelt van een vanggewas tot een sterkere daling van de nitraatconcentratie leidt dan korting van de gebruiksnorm van het volggewas. Enerzijds omdat een vanggewas nitraat na de oogst van het hoofdgewas opneemt; dit is de stikstof die het meest gevoelig is voor uitspoeling naar het grondwater. Daarnaast leidt een vanggewas mogelijk tot afbraak van nitraat door denitrificatie. Hoe groot het effect is, is niet aan te geven. Verwacht wordt dat bij de uitgangspunten gehanteerd voor Tabel 5, dat het effect op waterkwaliteit van de alternatieve maatregel niet slechter is dan die van de stimuleringsmaatregel.

Bij de berekening voor Tabel 5 worden de volgende opmerkingen gemaakt:

- Er wordt van uitgegaan dat implementatie van de huidige stimuleringsmaatregel niet of slechts deels leidt tot verandering in de teelt van vanggewassen en nateelten en dat een deel van de boeren voor een korting van de stikstofgebruiksnorm kiest. In een deel van het zand- en lössgebied zal in 2025 een korting van de stikstofgebruiksnorm plaatsvinden van 20% (in de Nutriënten Verontreinigde gebieden) en heeft mogelijk invloed op het handelen van de boer bij de huidige stimuleringsmaatregel (inzaaien van een vanggewas om verdere korting te beperken). Als de stimuleringsregeling leidt tot een groter aandeel vanggewassen, dan zal het verschil met de alternatieve maatregel kleiner worden (dat wil zeggen: een hogere stikstofopname door het vanggewas en lagere korting van de gebruiksnorm bij de stimuleringsmaatregel).

- Verschillen in weer tussen jaren leiden tot verschillen in oogstdata van aardappelen, inzaaidata van vanggewassen en daardoor stikstofopname door vanggewassen. Er is nu uitgegaan van de oogstdata uit het sectorplan, de aanname dat het vanggewas direct wordt ingezaaid na de aardappeloogst en de gemiddelde stikstofopname uit het CDM-advies (2017). In jaren met late oogstdata van consumptieaardappelen (zoals 2024) en daardoor late inzaaidata van vanggewassen zal de stikstofopname van het vanggewas afnemen en zal mogelijk een groter areaal niet worden ingezaaid. Mogelijk dat in deze jaren de stimuleringsmaatregel met korting van de stikstofgebruiksnorm bij laat of niet inzaaien van een vanggewas tot een grotere reductie in de nitraatconcentratie leidt dan de alternatieve maatregel.

***Tabel 4**: Totaal areaal consumptieaardappelen en nateelt op zand- en losgronden in de periode 2015-2021 (Bron: ministerie van LVVN op basis van de gecombineerde opgave).*

Jaar	Totaal areaal consumptieaardappel, ha	Totaal areaal nateelt, ha	Nateelt, % areaal consumptieaardappelen
2015	25.115	10.285	41
2016	27.048	12.995	48
2017	28.505	14.469	51
2018	29.753	16.745	56
2019	31.631	16.772	53
2020	30.466	16.433	54
2021	28.647	15.596	54
Periode 2015-2021	28.738	14.756	51

***Tabel 5**. Berekend effect van de alternatieve vanggewasmaatregel en van de stimuleringsmaatregel uit de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (zonder en met toename areaal vanggewassen) op de stikstofopname van het vanggewas en de stikstofkorting van het volggewas. De berekening is gebaseerd op de inzaaidata uit het sectorplan, het totaal areaal consumptieaardappelen en areaal nateelten op zand- en lössgrond uit de gecombineerde opgave (2015-2021), de stikstofkorting uit de stimuleringsmaatregel en de stikstofopname van het vanggewas volgens het sectorplan, gebaseerd op het CDM-advies uit 2017.*

Alternatieve vanggewasmaatregel van de sector						
Inzaaidatum	Verdeling inzaai-datum in % van areaal	areaal vanggewassen na cons.aard. op zand/löss, ha	Korting gebruiksnorm, kg N/ha	N-opname vanggewas, kg N/ha[2]	N-opname vanggewas	N-korting volggewas
Voor 1 okt	15%	4311	0	58	250021	0
1 - 16 okt	35%	10058	0	29	291691	0
16 -okt - 1 nov	35%	10058	0	8	80466	0
Na 1 nov	15%	4311	0	0	0	0
Geen	0%	0	0	0	0	0
Totaal	100%	28738			622178	0
Totaal, kg/ha					22	0
Vanggewasmaatregel Uitvoeringsregeling Meststoffenwet: zonder verandering inzaaidata vanggewassen						
Inzaaidatum	Verdeling inzaai-datum in % van areaal	areaal vanggewassen na cons.aard. op zand/löss, ha	Korting gebruiksnorm, kg N/ha	N-opname vanggewas, kg N/ha[2]	N-opname vanggewas	N-korting volggewas
Voor 1 okt	15%	2213	0	58	128377	0
1 - 16 okt	35%	5165	5	29	149773	25823
16 -okt - 1 nov	35%	5165	10	8	41317	51646
Na 1 nov	15%	2213	20	0	0	44268
Geen	0%	13982	20	0	0	279640
Totaal	100%	28738			319467	401377
Totaal, kg/ha					11	14
Vanggewasmaatregel Uitvoeringsregeling Meststoffenwet: aanname dat areaal zonder vanggewassen halveert[3]						
Inzaaidatum	Verdeling inzaai-datum in % van areaal	areaal vanggewassen na cons.aard. op zand/löss, ha	Korting gebruiksnorm, kg N/ha	N-opname vanggewas, kg N/ha[2]	N-opname vanggewas	N-korting volggewas
Voor 1 okt	15%	3262	0	58	189199	0
1 - 16 okt	35%	7611	5	29	220732	38057
16 -okt - 1 nov	35%	3262	10	8	60892	76115
Na 1 nov	15%	3262	20	0	0	65241
Geen	0%	6991	20	0	0	139820
Totaal	100%	28738			470823	319233
Totaal, kg/ha					16	11

[1)] Het totaal areaal (28.738 ha) en huidig areaal met nateelt (14.756 ha) zijn gebaseerd op het gemiddelde 2015-2021 uit de gecombineerde opgave (zie Tabel 4). Op 13.982 ha wordt geen vanggewas/nateelt geteeld.

[2)] Uit sectorplan gebaseerd op CDM-advies 2017. In het sectorplan wordt een range aangegeven. Er wordt hier gerekend met het gemiddelde van deze range

3) Aanname dat de stimuleringsmaatregel leidt tot een toename van de inzaai van vanggewassen (niet ingezaaid areaal halveert tot 7378 ha). Het toegenomen areaal vanggewas is verdeeld over de inzaaidata uitgaande van de inzaaidata uit het sectorplan.

5 Antwoorden op de vragen

5.1 Effect de alternatieve maatregel op waterkwaliteit

Vraag: Heeft de alternatieve maatregel ten opzichte van de stimuleringsmaatregel vanggewassen een vergelijkbaar of groter effect op het verbeteren van de waterkwaliteit op zand- en lössgronden?

Bij de uitgangspunten gehanteerd voor de berekeningen van Tabel 5 heeft de alternatieve maatregel een vergelijkbaar effect als de stimuleringsmaatregel. Er worden hierbij de volgende opmerkingen gemaakt:

- De aanname van de partijen uit de sector over het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond (40.000 ha) en het areaal vanggewassen (5%) is niet in overeenstemming met de gegevens van de gecombineerde opgave (28.738 ha consumptieaardappelen op zand- en lössgrond, waarvan 14.756 ha een nateelt heeft, inclusief vanggewas).

- Er wordt verwacht dat de teelt van een vanggewas tot een sterkere daling van de nitraatconcentratie leidt dan korting van de gebruiksnorm. Enerzijds omdat een vanggewas nitraat na de oogst van het hoofdgewas opneemt; dit is de stikstof die het meest gevoelig is voor uitspoeling naar het grondwater. Daarnaast leidt een vanggewas mogelijk tot afbraak van nitraat door denitrificatie.

- Er wordt vanuit uitgegaan dat implementatie van de huidige stimuleringsmaatregel niet of slechts deels leidt tot verandering in de oogstdata van aardappelen en daarmee de inzaaidata van vanggewassen en nateelten en dat een deel van de boeren voor een korting van de stikstofgebruiksnorm kiest. In een deel van het zand- en lössgebied zal in 2026 een korting van de stikstofgebruiksnorm plaatsvinden van 20% (in de Nutriënten Verontreinigde gebieden) en heeft mogelijk invloed op het handelen van de boer bij de huidige stimuleringsmaatregel (inzaaien van een vanggewas om verdere korting te beperken). Als de stimuleringsregeling leidt tot een groter aandeel vanggewassen die vroeger worden ingezaaid, dan zal de alternatieve maatregel waarschijnlijk negatief uitpakken (omdat dan de stikstofopname door het vanggewas bij de stimuleringsmaatregel hoger is dan bij de alternatieve aanpak).

- Verschillen in weer tussen jaren leiden tot verschillen in oogstdata van aardappelen, inzaaidata van vanggewassen en daardoor stikstofopname door vanggewassen. Er is nu uitgegaan van de oogstdata uit het sectorplan, dat het vanggewas direct is ingezaaid na de oogst en dat de gemiddelde stikstofopname gelijk is aan die uit het CDM-advies (2017). In jaren met late oogstdata van consumptieaardappelen (zoals 2024) en daardoor late inzaaidata van vanggewassen zal de stikstofopname van het vanggewas afnemen en mogelijk een groter areaal niet worden ingezaaid. Het is waarschijnlijk dat in deze jaren de stimuleringsmaatregel met korting van de stikstofgebruiksnorm bij laat of niet inzaaien van een vanggewas tot een grotere reductie in de nitraatconcentratie leidt.

5.2 Effect oogstdatum aardappel/inzaaidatum vanggewas

Vraag: Als de eerste vraag negatief wordt beantwoord, hoe zou de verdeling in oogstdatum aardappelen / inzaaidatum vanggewas er uit moeten zien om een vergelijkbaar of groter effect op de waterkwaliteit te kunnen bereiken?

Er wordt verwacht dat het effect van de alternatieve maatregel gemiddeld genomen vergelijkbaar is met die van de stimuleringsmaatregel. Een risico is wel dat er in de alternatieve maatregel geen stimulans is voor boeren om het vanggewas snel na de aardappeloogst in te zaaien. Er is in de uitgevoerde berekeningen uitgegaan dat de oogstdata niet veranderen ten opzichte van de laatste jaren en dat een vanggewas snel na de oogst wordt ingezaaid.

5.3 Effect tijd tussen aardappeloogst en inzaai vanggewas

Vraag: Wat is de invloed van de tijd tussen oogst van de consumptieaardappelen en de inzaai van het vanggewas op de effectiviteit van de alternatieve maatregel?

De teelt van een vanggewas leidt tot een lagere nitraatconcentratie in het grondwater. Hoe later een vanggewas wordt ingezaaid, hoe kleiner het effect (zie Tabel 1). Dit wordt veroorzaakt doordat de temperatuur lager en daglengte korter worden naarmate een vanggewas later wordt ingezaaid. Dit betekent dus dat naarmate de periode tussen aardappeloogst en inzaai van vanggewas langer is, het effect van het vanggewas op de nitraatconcentratie kleiner wordt.

5.4 Effect van het niet inzaaien van een vanggewas

Vraag: Wat zou het gevolg moeten zijn als er toch geen vanggewas wordt ingezaaid?

Dit is een beleidsmatige vraag. De CDM interpreteert de vraag als "Hoe kan waterkwaliteit bij de teelt van aardappelen worden verbeterd indien er geen vanggewas wordt ingezaaid". Het korten van de stikstofgebruiksnorm van het volggewas is een maatregel die genomen kan worden als er geen vanggewas wordt ingezaaid. Gedacht kan worden aan de korting van de stikstofgebruiksnorm uit huidige stimuleringsregeling (20 kg N per ha) of een lagere/hogere korting.

6 Discussie en conclusie

Op basis van de indicatieve berekeningen in Hoofdstuk 4 werd geconcludeerd dat het effect van de alternatieve maatregel op de nitraatconcentratie in het grondwater waarschijnlijk vergelijkbaar is met de huidige stimuleringsmaatregel. Er zijn wel verschillende kanttekeningen geplaatst bij de uitgangspunten bij deze berekening en dan met name over i) de onduidelijkheid over het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond, ii) het huidige areaal vanggewassen na consumptieaardappelen, iii) de aanname dat de huidige stimuleringsregeling niet of slecht deels leidt tot een groter areaal vanggewassen, iv) de verschillen tussen jaren over inzaaidata en stikstofopname.

Verder is aangegeven dat verwacht wordt dat de teelt van een vanggewas tot een sterkere daling van de nitraatconcentratie leidt dan korting van de gebruiksnorm van het volggewas. Enerzijds omdat een vanggewas nitraat na de oogst van het hoofdgewas opneemt; dit is de stikstof die het meest gevoelig is voor uitspoeling naar het grondwater. Daarnaast leidt een vanggewas mogelijk tot afbraak van nitraat door denitrificatie.

Het voordeel voor de aardappeltelers van de alternatieve maatregel is dat de inzaaidatum van het vanggewas wordt bepaald door de oogstdatum van de aardappel. Er zijn dan geen verplichte data waarop het vanggewas moet zijn ingezaaid (de zogenaamde kalenderlandbouw); de huidige maatregel leidt tot weerstand in de sector. Er wordt in onderbouwing van de alternatieve maatregel uitgegaan van de huidige oogstdata van aardappelen die bij de vertegenwoordigers van de aardappelsector bekend zijn. Waarschijnlijk zullen gemiddeld over de jaren de verdeling over oogstdata niet veranderen in de nabij toekomst, maar het mag ook niet worden uitgesloten dat de oogstdata wel veranderen door bijvoorbeeld andere rassen of maatregelen uit het beleid. Een nadeel van de alternatieve maatregel is dat de aardappelteler geen prikkel krijgt om een vanggewas zo snel mogelijk in te zaaien. De opstellers van het alternatieve voorstel, VAVI, NAV, BO akkerbouw en LTO Nederland, kunnen een belangrijke rol spelen bij communicatie en voorlichting van akkerbouwers over inzet van vanggewassen.

Bedrijfsspecifieke doelsturing is een mogelijkheid om de inzet van vanggewassen (en andere maatregelen om uitspoeling te beperken) te stimuleren. Mogelijke indicatoren (KPI) voor nitraatuitspoeling in de akkerbouw zijn een meting van het nitraatresidu na de oogst en de berekening van het stikstofoverschot op de bodembalans (CDM, 2024). In beide indicatoren is het effect van een vanggewas niet of slechts deels opgenomen. Het ideale bemonsteringstijdstip voor het nitraatresidu (half oktober – november) kan deels overlappen met de periode van stikstofopname van het vanggewas. Afbraak van nitraat door denitrificatie bij een vanggewas zal ook tijdens de winterperiode plaatsvinden. In de berekeningsmethode van stikstofoverschot die wordt toegepast in mestbeleid (LMM) en CBS-statistieken, op basis van Schröder et al. (2004), is een vanggewas geen afvoerpost (een vanggewas wordt immers niet afgevoerd). Voor beide Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) zou moeten worden nagegaan of het mogelijk is om het effect van een vanggewas op waterkwaliteit mee te nemen. Dit zou dan in het alternatieve vanggewasplan van de sectorpartijen kunnen worden opgenomen, zodat er een stimulans is om vanggewassen te telen.

Mocht er door omstandigheden (bv. het weer in het najaar) het niet mogelijk zijn om een vanggewas te zaaien na de aardappeloogst, dan zou een alternatieve maatregel genomen kunnen worden, zoals het korten van de stikstofgebruiksnorm van het volggewas. Gedacht kan worden aan de korting van de stikstofgebruiksnorm uit huidige stimuleringsregeling (20 kg N per ha) of een lagere/hogere korting.

De CDM adviseert om enkele aspecten nader uit te zoeken: de cijfers over arealen, de huidige teelt van vanggewassen en andere nateelten (en inzaaidata van deze teelten), maatregelen indien er geen vanggewas (kan worden) geteeld en het opnemen van prikkels in het voorstel om de teelt van vanggewassen te stimuleren, bijvoorbeeld door hier rekening mee te houden in KPI's voor doelsturing. De akkerbouwsector staat voor een grote opgave om de waterkwaliteit te verbeteren en hiervoor is een pakket met maatregelen nodig. Een goed geslaagd vanggewas is één van deze maatregelen. De opstellers van het alternatieve voorstel, kunnen een belangrijke rol spelen bij communicatie en voorlichting van akkerbouwers over de inzet van vanggewassen.

Geconcludeerd wordt dat het alternatieve voorstel vanggewassen van de sector perspectiefvol is en een gelijk effect kan hebben op de waterkwaliteit als de huidige stimuleringsregel vanggewassen.

Literatuur

Abdalla, M., A. Hastings, K. Cheng, Q. Yue, D. Chadwick, M. Espenberg, J. Truu, R.M. Rees & P. Smith. 2019. A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. Global Change Biology 25, 2530-2543.

CDM (2017) Advies 'Groenbemesters'. Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

CDM (2022) Advies 'Korting stikstofgebruiksnorm bij late inzaai van een vanggewas". Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

CDM (2024) CDM-advies 'Aanpak mestbeleid doelbereik waterkwaliteit'. Commissie Deskundigen Meststoffenwet.

Geel, W.C.A., van R.P.J.J. Rietra, H.A.G. Verstegen, K. Duan, P. Groenendijk, & J. Verhoeven, 2023. Effect N-vanggewassen na aardappel op zandgrond op de nitraatuitspoeling: verslag van driejarig veldonderzoek op zuidelijk zandgrond te Vredepeel. (Rapport; No. WPR-OT 1018). Wageningen Plant Research.

Jahangir, M. M. R., E. P. Minet, P. Johnston, A. Premrov, C.E. Coxon, R. Hackett K.G. & Richards, 2014. Mustard catch crop enhances denitrification in shallow groundwater beneath a spring barley field. Chemosphere, 103, 234-239.

Parkin, T.B., T.C. Kaspar & J.W. Singer, 2006. Cover crop effects on the fate of N following soil application of manure. Plant and Soil 289, p. 141-152.

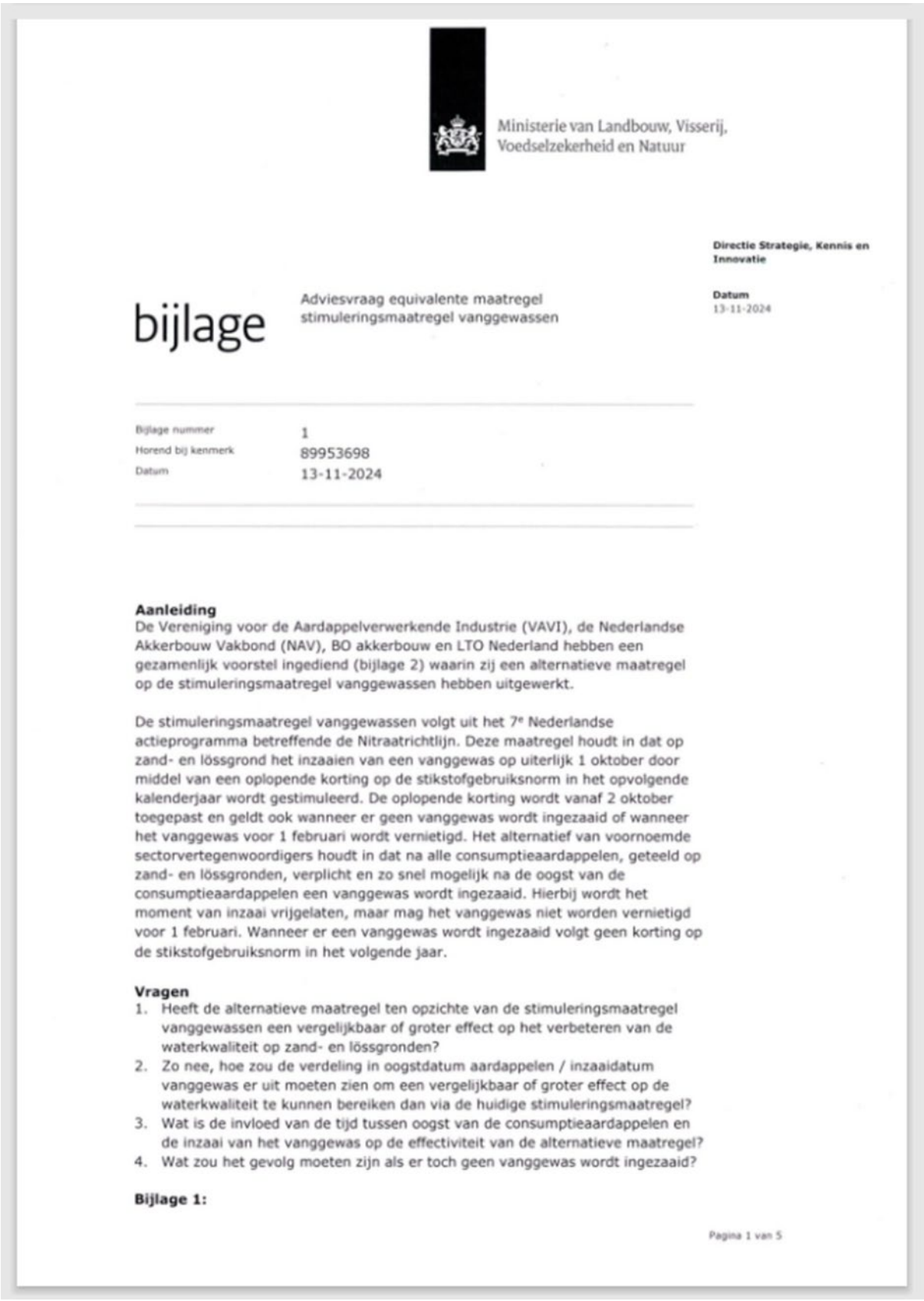
Premrov, A., C.E. Coxon, R. Hackett, L. Kirwan, & K.G. Richards, 2012. Effects of over-winter green cover on groundwater nitrate and dissolved organic carbon concentrations beneath tillage land. Science of the Total Environment, 438, 144-153.

Schröder, J. J., Aarts, H. F. M., de Bode, M. J. C., van Dijk, W., van Middelkoop, J. C., de Haan, M. H. A., Schils, R. L. M., Velthof, G. L., & Willems, W. J. (2004). Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Rapport Plant Research International; No. 79.

Valkama, E., R. Lemola, H. Känkänen & E. Turtola, E., 2015. Meta-analysis of the effects of undersown catch crops on nitrogen leaching loss and grain yields in the Nordic countries. Agriculture, Ecosystems & Environment 203, 93-101.

Velthof, G. L. (2003). Relaties tussen mineralisatie, denitrificatie en indicatoren voor bodemkwaliteit in landbouwgronden. Sturen op Nitraat rapport 6 / Alterra-rapport; No. 769. Alterra. https://edepot.wur.nl/20324

Bijlage 1 Adviesaanvraag



Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

Directie Strategie, Kennis en Innovatie

Datum
13-11-2024

bijlage

Adviesvraag equivalente maatregel stimuleringsmaatregel vanggewassen

Bijlage nummer	1
Horend bij kenmerk	89953698
Datum	13-11-2024

Aanleiding
De Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI), de Nederlandse Akkerbouw Vakbond (NAV), BO akkerbouw en LTO Nederland hebben een gezamenlijk voorstel ingediend (bijlage 2) waarin zij een alternatieve maatregel op de stimuleringsmaatregel vanggewassen hebben uitgewerkt.

De stimuleringsmaatregel vanggewassen volgt uit het 7e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn. Deze maatregel houdt in dat op zand- en lössgrond het inzaaien van een vanggewas op uiterlijk 1 oktober door middel van een oplopende korting op de stikstofgebruiksnorm in het opvolgende kalenderjaar wordt gestimuleerd. De oplopende korting wordt vanaf 2 oktober toegepast en geldt ook wanneer er geen vanggewas wordt ingezaaid of wanneer het vanggewas voor 1 februari wordt vernietigd. Het alternatief van voornoemde sectorvertegenwoordigers houdt in dat na alle consumptieaardappelen, geteeld op zand- en lössgronden, verplicht en zo snel mogelijk na de oogst van de consumptieaardappelen een vanggewas wordt ingezaaid. Hierbij wordt het moment van inzaai vrijgelaten, maar mag het vanggewas niet worden vernietigd voor 1 februari. Wanneer er een vanggewas wordt ingezaaid volgt geen korting op de stikstofgebruiksnorm in het volgende jaar.

Vragen
1. Heeft de alternatieve maatregel ten opzichte van de stimuleringsmaatregel vanggewassen een vergelijkbaar of groter effect op het verbeteren van de waterkwaliteit op zand- en lössgronden?
2. Zo nee, hoe zou de verdeling in oogstdatum aardappelen / inzaaidatum vanggewas er uit moeten zien om een vergelijkbaar of groter effect op de waterkwaliteit te kunnen bereiken dan via de huidige stimuleringsmaatregel?
3. Wat is de invloed van de tijd tussen oogst van de consumptieaardappelen en de inzaai van het vanggewas op de effectiviteit van de alternatieve maatregel?
4. Wat zou het gevolg moeten zijn als er toch geen vanggewas wordt ingezaaid?

Bijlage 1:

Pagina 1 van 5

De zes VAVI-leden bezitten totaal 95% van het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgronden, dit is ongeveer 40.000 ha (Bron: VAVI). Gemiddeld gezien over de periode 2012-2021 wordt 15% van deze consumptieaardappelen voor 1 oktober geoogst, 50% voor 16 oktober en 85% voor 1 november en dus 15% na 1 november (Bron: VAVI).

Op basis van door het ministerie van LVVN opgevraagde gegevens uit de Gecombineerde Opgave in de periode 2015-2021 kan worden geconcludeerd dat na de teelt van consumptieaardappelen op zand- en lössgrond op 51% een nateelt wordt geteeld (tabel 1). Uit deze gegevens blijkt ook dat er gemiddeld in de periode van 2015 tot en met 2021 op 28.738 hectare zand- en lössgrond aardappelen zijn geteeld als hoofdteelt.

Tabel 1: totaal areaal consumptieaardappelen en nateelt op zand- en losgronden nateelt in de periode 2015-2021

Jaar	Totaal areaal consumptieaardappel	Totaal areaal nateelt	Percentage nateelt
2015	25.115	10.285	40,95162
2016	27.048	12.995	48,04422
2017	28.505	14.469	50,75952
2018	29.753	16.745	56,28004
2019	31.631	16.772	53,02393
2020	30.466	16.433	53,93882
2021	28.647	15.596	54,442
Periode 2015-2021	28.738	14.756	51.06288

In de berekeningen is door de VAVI uitgegaan van de volgende stikstof opname door vanggewassen[1]

- Inzaai voor 1 oktober: 42-74 kg N/ha
- Inzaai voor 16 oktober: 16-42 kg N/ha
- Inzaai voor 1 november: 0-16 kg N/ha
- Inzaai na 1 november: 0 kg N/ha

In tabel 2 is de totale stikstofopname door vanggewassen op het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgrond bij het verplicht inzaaien van een vanggewas uitgewerkt door VAVI op basis van bovenstaande stikstofopname en een areaal zand- en lössgrond van 40.000 ha. Bovenstaande sectorvertegenwoordigers trekken daarbij de conclusie dat het verplichten van inzaaien van vanggewassen effectiever is dan de huidige stimuleringsmaatregel vanggewassen. De reden hiervoor is de verwerkende industrie de rooidatum grotendeels bepaalt, en dat de korting onvoldoende stimuleert om het rooien van de aardappelen te vervroegen zodat vanggewassen tijdig worden ingezaaid.

Tabel 2: totale stikstofopname door het verplicht inzaaien van een vanggewas in vergelijking met de stikstofkorting volgend op het later inzaaien van een vanggewas

	Stikstofopname bij verplicht inzaaien vanggewas (kg N/ha)	Stikstofopname bij korting stimuleringsmaatregel vanggewassen (kg N/ha)*

[1] CDM-advies groenbemesters, 17-02-2017

Oogstdatum		
Voor 1 oktober	6,3-11,1	0
Voor 16 oktober	5,6-14,7	1,75
Voor 1 november	0-5,6	3,5
Na 1 november	0	3
Totale stikstofopname (kg N/ha)	11,9-31,4	8,25

** Hierbij is geen rekening gehouden met de opname van stikstof door ingezaaide vanggewassen.*

Bijlage 2 Voorstel VAVI, LTO NL, BO Akkerbouw, NAV

1. **Overal ná consumptieaardappelen op zand en löss z.s.m. een vanggewas inzaaien, dat dan tenminste net zo lang blijft staan als nu o.b.v. 7e APNL verplicht is om onder de korting uit te komen**.

O.a. CDM zette eerder cijfers voor N-opname door vanggewassen op een rijtje. Wanneer we deze combineren met de gemiddelde oogstdata over de periode 2012-2021 van de zes VAVI-leden (95% van het areaal consumptieaardappelen op zand- en lössgronden), zou dat tot een volgende besparing leiden:

15% van 40.000 ha vóór 1 oktober a 42 tot 74 kg N/ha besparing = 252.000 – 444.000 kg N besparing
35% van 40.000 ha vóór 16 oktober a 16 tot 42 kg N/ha besparing = 224.000 – 588.000 kg N besparing
35% van 40.000 ha vóór 1 november a 0 tot 16 kg N/ha besparing = 0 – 224.000 kg N besparing

Opgeteld levert dit een besparing op tussen 476.000 kg en 1.256.000 kg N oftewel 11,9 tot 31,4 kg N/ha besparing

Terecht werd vorige week woensdag gevraagd in hoeverre dit een besparing is t.o.v. de gangbare praktijk. De onderzoekers van WUR Vredepeel hebben ons laten weten dat vóór 2023 maximaal 5% van het areaal consumptieaardappelen na oogst ingezaaid werd met vanggewassen. Als we die 5% volledig in mindering in brengen op de besparing vóór 1 oktober, zou dat het volgende beeld opleveren:

10% van 40.000 ha vóór 1 oktober a 42 tot 74 kg N/ha besparing = 168.000 – 296.000 kg N besparing
35% van 40.000 ha vóór 16 oktober a 16 tot 42 kg N/ha besparing = 224.000 – 588.000 kg N besparing
35% van 40.000 ha vóór 1 november a 0 tot 16 kg N/ha besparing = 0 – 224.000 kg N besparing

Opgeteld levert dit een besparing op tussen 392.000 kg en 1.108.000 kg N oftewel 9,8 tot 27,7 kg N/ha besparing

Het zou ook een optie kunnen zijn om het effect te bepalen t.o.v. de situatie in 2023, dat zou betekenen dat we ook de benchmark/referentie nog weer opnieuw zouden moeten definiëren.

Uiteindelijk (8e APNL e.v.) willen we toe naar doelsturing en een positieve integrale aanpak (BMA etc.) en zullen we ook met meer maatregelen en met maatregelen met nog meer effect komen. Dat is voor later.

Borging van de voorgestelde equivalente maatregel zal, aanvullend op de 'standaard' borging door controle door NVWA (te bepalen door LNV) plaatsvinden door telers actief te informeren, adviseren en stimuleren de maatregel toe te passen. Hiervoor zullen wij, indien qua timing mogelijk, ook gebruik maken van de mogelijkheden die 'ons eigen' VVAK hiervoor biedt.

2. **De benchmark/referentie ten opzichte waarvan de equivalente maatregel tenminste vergelijkbaar moet zijn, is als volgt bepaald:**

Als we de huidige kortingsregeling als referentie nemen, zou je uitkomen op een norm van 8,25 kg N/ha, als volgt opgebouwd:
35% a 5 kg = 1,75 kg (35% areaal wordt tussen 1 en 15 oktober geoogst)
35% a 10 kg = 3,5 kg (35% areaal wordt tussen 16 en 31 oktober geoogst)

15% a 20 kg = 3 kg (15% areaal wordt na 31 oktober geoogst)

Conclusie: zelfs als we overal de onderkant van de bandbreedte pakken qua N-vastlegging is deze maatregel nog meer effectief dan het huidige beleid.
Door de onderkant van de bandbreedte te pakken, hebben we tevens een stukje robuustheid, wat kan helpen in jaren dat het anders loopt dan normaal.

Wij (BO Akkerbouw, NAV, LTO en VAVI) zijn ervan overtuigd dat het omdraaien van de maatregelen een positief effect heeft op de waterkwaliteit. In plaats van met "verplichte" datums en kortingen te werken maar een vanggewas standaard te maken wordt het effect groter. De regeling wordt beter uitlegbaar en eenvoudiger uit te voeren. Het geeft de ondernemer meer ruimte om goede landbouwpraktijk uit te voeren en daarnaast bij te dragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit.

Bijlage 2 Samenstelling Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Tabel B2.1 *Samenstelling van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet.*

Rol	Expertise	
Leden	Plantaardige productiesystemen	Prof.dr.ir. M.K. van Ittersum Wageningen Universiteit
	Diervoeding	Dr.ir. J. Dijkstra Wageningen Universiteit
	Bedrijfseconomie	Prof.dr.ir. A.G.J.M. Oude Lansink Wageningen Universiteit
	Beleidstransformaties voor duurzame samenleving	Dr. M.A. Wiering Radboud Universiteit Nijmegen
	Milieutechnologie en Resource use	Prof. dr.ir. E. Meers Universiteit Gent
	Precisielandbouw/Smart Farming	Dr.ir. C.G. Kocks AERES Hogeschool
Voorzitter	Bodem en nutriëntenmanagement	Prof. dr.ir. G.L. Velthof Wageningen Universiteit
Secretaris	Waterkwaliteit	Ir. E.M.P.M. van Boekel Wageningen Universiteit
Adviseur	Planbureau voor de Leefomgeving	Dr. Lena Schulte-Uebbing PBL, Den Haag

Ex ante onderzoek 8e Actieprogramma Nitraatrichtlijn

Effecten van maatregelpakketten op de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater, economie op bedrijfsniveau en overige indicatoren

E.M.P.M. van Boekel[1], T.C.A. Cals[1], J.F.M. Helming[2], A.B. Smit[2], M.N. Tonkens[2], W. van Dijk[3], P. Groenendijk[1], J.C. van Middelkoop[4], L.V. Renaud[1], J.W. Specken[4], J.C. Voogd[1] en A.F. Greijdanus[2]

1 Wageningen Environmental Research
2 Wageningen Social and Economic Research
3 Wageningen Plant Research
4 Wageningen Livestock Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Themanaam' (projectnummer BO-43-206.01-030).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, juli 2025

Gereviewd door:
Frank van der Bolt, senior onderzoeker (Wageningen Environmental Research)
Marga Hoogeveen, senior onderzoeker (Wageningen, Social and Economic Research)

Akkoord voor publicatie:
Gert Jan Reinds, teamleider van Duurzaam Bodemgebruik
Bert van der Scheer, teamleider Performance & Impact Agrosectors

Rapport 3446
ISSN 1566-7197

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

E.M.P.M. van Boekel, T.C.A Cals, J.F.M. Helming, A.B. Smit, M.N. Tonkens, W. van Dijk, P. Groenendijk, J.C. van Middelkoop, L.V. Renaud, J.W. Specken, J.C. Voogd en A.F. Greijdanus, 2025. *Ex ante onderzoek 8e AP: Effecten van maatregelpakketten op de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater, economie op bedrijfsniveau en overige indicatoren.* Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3446 blz. 116; 8 fig.; 73 tab.; 29 ref.

Ter voorbereiding op de invoering van het Achtste Actieprogramma Nitraatrichtlijn (2026-2029) is een ex ante onderzoek uitgevoerd, waarbij vooral effecten van maatregelpakketten op de waterkwaliteit zijn beoordeeld en het economisch effect op bedrijfsniveau.

In het onderzoek zijn verschillende varianten van maatregelpakketten doorgerekend (rekenvarianten) die verschillen in de hoogte van de stikstofgebruiksnormen. De berekende nitraatconcentraties van de rekenvarianten voor 2030 en 2045 zijn vergeleken met de berekende nitraatconcentraties in de Referentie (uitgaande van geïnstrumenteerd beleid uit de KEV 2024, waarin onder meer het 7^{e} Actieprogramma Nitraatrichtlijn en de Derogatiebeschikking zijn opgenomen). Volgens deze doorrekening liggen de gemiddelde berekende nitraatconcentraties in het grondwater in Zand-Zuid en de Lössregio zowel in de Referentie als voor de rekenvarianten boven het doel van 50 mg L^{-1} nitraat. In Zand-Midden, Zand-Noord, de Klei- en Veenregio is de berekende nitraatconcentratie lager dan 50 mg L^{-1}. Het effect van de rekenvarianten t.o.v. van de Referentie is beperkt.

Verder is berekend dat de landelijk gemiddelde stikstofbelasting van het oppervlaktewater door de uitspoeling uit landbouwgronden voor de rekenvarianten t.o.v. van de Referentie op het schaalniveau van de 21 waterschappen met maximaal 5% daalt en dat het effect op de fosforbelasting beperkt is. In de rekenvariant met een korting van 20% op de totale stikstofgebruiksnorm wordt berekend dat de opgave voor de uit- en afspoeling van stikstof uit landbouwpercelen wordt gerealiseerd in 63% van het totaal aantal regionale KRW-waterlichamen, voor fosfor is dit 55%. Ten opzichte van de Referentie is dit een toename van respectievelijk 9% voor stikstof en 3% voor fosfor. Het additionele effect van aanvullende maatregelen in de grondwaterbeschermingsgebieden en brede beekdalen is hierin nog niet meegenomen.

Effecten van de maatregelen op de emissies van ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O) en methaan (CH_4) zijn kwantitatief beoordeeld. Het effect van de maatregelpakketten op de gasvormige emissies t.o.v. van de Referentie is zowel positief als negatief, afhankelijk van de korting op de stikstofgebruiksnorm die wordt gehanteerd. Het effect op de bodemkwaliteit, biodiversiteit, verdroging en wateroverlast zijn beoordeeld op basis van expert-beoordelingen. Naar verwachting zullen de effecten van de mogelijke maatregelen (op nationale schaal) gering zijn.

Referaat UK

In preparation for the Eighth Action Programme Nitrates Directive (2026–2029), an ex-ante assessment has been carried out, assessing the effects of a package of measures on water quality and the economic impact at farm level.

In this study, various alternatives of the package, which differ in the nitrogen application standards, were analysed. The calculated nitrate concentrations for the package for the years 2030 and 2045 was compared with those in the Reference scenario, based on the current policy (including the measures from the Seventh Action Programme and the current Derogation Decision). According to the calculations, the average nitrate concentration in groundwater in the southern sand and loess regions exceeds the maximum threshold value of 50 mg L^{-1} for nitrate in both the Reference scenario and the alternatives of the package of measures. In the central and northern sand, clay, and peat regions, the calculated concentrations are below 50 mg L^{-1}. The effect of the measure package compared to the Reference scenario is limited.

In addition, it is calculated that the national average nitrogen load on surface water from leaching from agricultural land decreases by up to 5% in the measure package compared to the Reference scenario, at the scale of the 21 water authorities. The effect on phosphorus load is limited. In the calculation variant with a 20% reduction in the total nitrogen application standard, the nitrogen leaching and runoff targets from agricultural fields are met in 63% of all regional WFD water bodies; for phosphorus, this is 55%. This represents an increase of 9% for nitrogen and 3% for phosphorus compared to the Reference scenario. The additional effect of supplementary measures in groundwater protection zones and vulnerable watercourses has not yet been included.

The effects of gaseous emissions have been assessed quantitatively: the impact of the measure package on gaseous emissions compared to the Reference scenario is both positive and negative, depending on the level of reduction in nitrogen application standards. The effects on soil quality, biodiversity, desiccation, and waterlogging have been assessed based on expert judgement. On a national scale, the expected impacts of the possible measures are estimated to be small.

Trefwoorden: Nitraatrichtlijn, Kaderrichtlijn Water, bemesting, milieueffecten, emissies, landbouw, 8e Actieprogramma Nitraatrichtlijn, grondwaterkwaliteit, oppervlaktewaterkwaliteit, luchtkwaliteit, bedrijfsinkomen, bedrijfsvoering.

Dit rapport is gratis te downloaden van https://doi.org/10.18174/696495 of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2025 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een kwaliteitsmanagementsysteem volgens de ISO 9001. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd volgens de norm ISO 14001. Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3446 | ISSN 1566-7197

Inhoud

Verantwoording **7**

Woord vooraf **9**

Samenvatting **11**

1 Inleiding **22**

1.1 Aanleiding 22
1.2 Doel 8e Actieprogramma en reikwijdte ex ante onderzoek 22

2 Opzet van het ex ante onderzoek **24**

2.1 Aanpak 24
2.2 Uitgangspunten 25
2.2.1 Basisjaar 2022 25
2.2.2 Referentiesituatie en zichtjaren 25
2.2.3 Bedrijfstypen economische analyse 25
2.2.4 Maatregelen 31
2.2.5 Rekenvarianten 32
2.3 Modelaanpak en modelaannames 33
2.3.1 Waterkwaliteit 33
2.3.2 Economie en inpasbaarheid op bedrijfsniveau 35
2.3.3 Overige indicatoren 39
2.3.4 Opgave voor de uit- en afspoeling uit landbouwgronden 39
2.4 Ruimtelijk detailniveau effecten maatregelpakket 39

3 Landbouwkundige ontwikkeling **42**

3.1 Dieraantallen 42
3.2 Mestproductie 43
3.3 Gewasarealen 43
3.4 Mestgiften 44
3.5 Stikstofbodemoverschot 46
3.6 Implementatie in bedrijfseconomische analyse 47

4 Effecten op waterkwaliteit **48**

4.1 Berekende nitraatconcentraties onder landbouwpercelen in het basisjaar en de Referentie 48
4.2 Berekende nitraatconcentraties onder landbouwpercelen voor de rekenvarianten 49
4.3 Effecten van droge en natte jaren op de berekende nitraatconcentraties 51
4.4 Berekende uit- en afspoeling uit landbouwpercelen in het basisjaar en de Referentie 52
4.5 Vaststellen reductie opgave uit- en afspoeling uit landbouwgronden 54
4.6 Reflectie bijdrage maatregelen aan doelbereik voor de Nitraatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water 55
4.6.1 Opgave uit- en afspoeling uit landbouwgronden. 55
4.6.2 Maatregelen in grondwaterbeschermingsgebieden 57
4.6.3 Herstel brede beekdalen 57

5 Effecten op bedrijfsinkomen **59**

5.1 Inleiding 59
5.2 Inkomensverandering in Referentie t.o.v. basis 59
5.3 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: melkvee en akkerbouw 61

5.4 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: gevoeligheidsanalyse: melkvee en akkerbouw 64
5.5 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: groentebedrijven 67
5.6 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: Bloembollenbedrijven (kwalitatief) 67
5.7 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: Boomkwekerijbedrijven (kwalitatief) 70

6 Effecten op overige indicatoren 72

6.1 Gasvormige emissies 72
6.1.1 Ammoniak 72
6.1.2 Stikstofoxide 73
6.1.3 Lachgas 74
6.1.4 Methaan 74
6.2 Bodemkwaliteit en biodiversiteit 75
6.2.1 Bodemkwaliteit 75
6.2.2 Biodiversiteit 76
6.2.3 Verdroging en wateroverlast 77
6.3 Inpasbaarheid 78

7 Discussie 82

7.1 Waterkwaliteit 82
7.2 Bedrijfseconomische inschattingen 84
7.3 Synthese 86

8 Conclusies 88

Literatuur 90

Bijlage 1 Fase 1 Ex ante onderzoek 8e AP 92

Bijlage 2 Maatregelen 7e Actieprogramma 93

Bijlage 3 Maatregelen Derogatiebeschikking 94

Bijlage 4 Achtergrondinformatie toegepaste modellen waterkwaliteit 96

Bijlage 5 Modelaannames Referentie 101

Bijlage 6 Rekenresultaten waterkwaliteit 106

Bijlage 7 Resultaten melkvee 111

Bijlage 8 Relatieve effecten op de waterkwaliteit en economie 114

Verantwoording

Rapport: 3446
Projectnummer: 5200048469

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Nadrukkelijk wordt vermeld dat dit onderzoek in een zeer kort tijd is uitgevoerd en dat binnen het tijdsbestek van deze studie het niet mogelijk was om een uitgebreide analyse van de resultaten, onzekerheden en discussie uit te voeren. Ook de rapportage is ook onder hoge tijdsdruk samengesteld.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

Functie: senior onderzoeker, senior onderzoeker

Naam: Frank van der Bolt, Marga Hoogeveen

Datum: juli 2025

Akkoord teamleiders voor de inhoud,

Naam: Gert Jan Reinds en Bert van der Scheer

Datum: juli 2025

Woord vooraf

In opdracht van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) heeft Wageningen University & Research (WUR) een ex ante onderzoek uitgevoerd in het kader van het Achtste Actieprogramma Nitraatrichtlijn (8^{e} AP). Om tot een onderbouwde keuze te komen voor het opnemen van maatregelen of een maatregelpakket in het 8^{e} AP is inzicht nodig in effecten van maatregelen of maatregelpakketten. In het ex ante onderzoek zijn effecten van verschillende maatregelen op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater inzichtelijk gemaakt. Ook is een aantal mogelijke neveneffecten onderzocht; het gaat hierbij om de emissies van ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O), stikstofoxide (NO_x) en methaan (CH_4), en om de gevolgen voor de bodemkwaliteit en de biodiversiteit, en voor verdroging en wateroverlast.

De inrichting van de maatregelpakketten is tot stand gekomen op basis van een fase 1 van dit onderzoek en gesprekken tussen het Ministerie van LVVN en diverse stakeholders. Het pakket aan maatregelen in dit onderzoek is vastgesteld door het ministerie van LVVN.

Het onderzoek is in de periode april tot juli 2025 uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (WENR), Wageningen Social & Economic Research (WSER), Wageningen Plant Research (WPR) en Wageningen Livestock Research (WLR) en begeleid door het Ministerie van LVVN.

Nadrukkelijk wordt vermeld dat het onderzoek in een zeer kort tijd is uitgevoerd en dat binnen het tijdsbestek van deze studie het niet mogelijk was om een uitgebreide analyse van de resultaten, onzekerheden en discussie uit te voeren. Ook de rapportage is ook onder hoge tijdsdruk samengesteld. Bij het gebruik en interpretatie van de resultaten uit dit onderzoek moet hier rekening mee worden gehouden.

Wageningen, juli 2025
De auteurs

Samenvatting

I. Aanleiding en doel

Het doel van dit ex ante onderzoek 8e AP is tot een onderbouwde keuze te komen voor het opnemen van maatregelen of een maatregelpakket in het 8e AP om ervoor te zorgen dat de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater onder de 50 mg L-1 komt en er een bijdrage wordt geleverd aan het halen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water, waar het de uit- en afspoeling van de nutriënten stikstof en fosfor uit landbouwpercelen betreft. Daarnaast geeft het onderzoek inzicht in milieueffecten die van belang zijn voor de Commissie voor de milieueffectrapportage. In dit ex ante onderzoek voor het Achtste Actieprogramma Nitraatrichtlijn (8e AP) zijn de effecten van verschillende maatregelen op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en op de economie op bedrijfsniveau inzichtelijk gemaakt. Ook zijn mogelijke neveneffecten op gasvormige emissies, bodemkwaliteit en biodiversiteit beoordeeld.

II. Aanpak

II.1 Basisjaar, referentie en zichtjaren waterkwaliteit

Voor de beoordeling van de milieueffecten van de maatregelen/maatregelpakket is het jaar 2022 als startjaar van de berekeningen gekozen. Voor de Referentie is uitgegaan van de landbouwkundige ontwikkelingen die zijn opgenomen in de KEV 2024, op basis van het vastgestelde en voorgenomen beleid op 1 mei 2024. Daarin zijn ook de maatregelen uit het Zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn (7e AP) en de Derogatiebeschikking 2022-2069 opgenomen. Hierbij is het uitgangspunt aangehouden dat deze maatregelen van kracht blijven in de referentie. De rekenresultaten van de Referentie en de rekenvarianten waarin maatregelpakketten zijn toegevoegd aan de Referentie worden gepresenteerd voor de zichtjaren 2030 en 2045.

II.2 Bedrijfstype economische analyse

Voor de bedrijfseconomische analyse is 2023 als basisjaar gekozen, het meest recente jaar waarvan de data in het BedrijvenInformatieNet (BIN)[1] van Wageningen Social & Economic Research compleet en definitief zijn. Als referentiejaar is 2030 gekozen, het jaar waarin de maatregelen voor het 7e AP volledig ingevoerd zouden moeten zijn. De analyse hield een doorrekening in van de economische effecten van maatregelen in het 7e en (vooral) het 8e AP op het inkomen uit normale bedrijfsvoering (opbrengsten minus betaalde kosten minus afschrijvingen plus buitengewone baten en lasten[2]) op akkerbouw- en melkveebedrijven per type en regio en voor een gemiddeld vollegrondsgroentebedrijf. Op basis van BIN zijn rekenkundig standaardbedrijven samengesteld (een aggregatie van de onderliggende BIN-bedrijven) en deze zijn vervolgens doorgerekend met het model Farmdyn. Daarnaast is een kwalitatieve analyse gedaan voor de bloembollenteelt en de boomkwekerij. De representativiteit van de standaardbedrijven is weergegeven in hoofdstuk 2 door middel van wegingsfactoren.

De nadruk in deze analyses ligt op veranderingen in financiële opbrengsten, variabele of toegerekende kosten, maar ook aanpassingen van het machinepark en bijbehorende verandering in de kosten zijn in de berekeningen meegenomen. Veranderingen in inkomen kunnen bijvoorbeeld voortkomen uit gederfde inkomsten, bijvoorbeeld als door bredere bufferstroken het netto gewasareaal daalt of als door lager N-bemesting de kg-opbrengst en/of de kwaliteit van het gewas daalt.

[1] In het BIN (BedrijvenInformatieNet, de Nederlandse versie van het FADN, het Farm Accountancy Data Network van de EC) wordt de boekhouding van 1.500 land- en tuinbouwbedrijven in Nederland vastgelegd. Het BIN is een representatieve steekproef van de verschillende agrarische sectoren in Nederland en dient in de eerste plaats om inzicht te geven in de inkomensontwikkelingen in de verschillende sectoren. Het BIN bevat ook een groot aantal technische indicatoren zoals bedrijfsomvang, samenstelling van bouwplan en veestapel en de inzet van bedrijfsmiddelen.

[2] Buitengewone baten en lasten per bedrijf worden constant verondersteld in de basis, Referentie en in de maatregelpakketten.

De bedrijfstypen in deze studie zijn zo gekozen dat ze een goed beeld geven van de melkveehouderij en de akkerbouw op verschillende grondsoorten en met verschillende bouwplannen, omdat de hoogte van de N-bemesting en ook van de risico's op nitraatuitspoeling met name verband houden met de grondsoort en de gewassen in het bouwplan.

Omdat ook in het initiële (basisjaar 2023) de stikstofgebruiksnormen per ha per gewas verschillen per regio en zijn er in het hier gebruikte bedrijfsmodel ook verschillen in de optimale bedrijfsvoering per regio. Lastiger te kwantificeren is de invloed van het ondernemersprofiel van de melkveehouder of de akkerbouw. De N-bemestingsstrategie kan heel verschillend zijn, in samenhang met zowel externe factoren als 'interne' factoren zoals kennisniveau, vakmanschap en managementcapaciteiten. Daardoor verschillen in de praktijk soms op vergelijkbare bedrijven de bemestingsaanpakken sterk en kunnen ook de economische en milieutechnische resultaten van maatregelen sterk van elkaar verschillen.

II.3 Maatregelen en rekenvarianten 8e AP

De maatregelen die zijn opgenomen in de maatregelpakketten staan geformuleerd in tabel S1.

Tabel S1 *Overzicht van de maatregelen die onderdeel zijn van het maatregelpakket dat wordt doorgerekend in het kader van het ex ante onderzoek 8e AP.*

Nummer	Afkorting maatregel	Omschrijving	Toepassingsgebied
1	Mestvrije bufferstrook	Vervanging van de huidige breedte van de bufferstrook naar 0,5 of 1,0 meter	Gebieden op klei/veen waar grondwaterkwaliteit goed is en dat geen NV-gebied voor oppervlaktewater voor N en/of P is.
2	1:3 rotatie met rustgewassen	Aanpassen van het bouwplan met een minimaal 1:3 rotatie van rustgewassen	Zand-Zuid en lössregio
	2:6 rotatie met rustgewassen	Aanpassen van het bouwplan met een minimaal 2:6 rotatie van rustgewassen	Zand-Zuid en lössregio
3	Behoud areaal grasland	Behoud areaal grasland: uitgaande van verhouding areaal grasland en bouwland in 2022	Voor alle grondsoorten/heel Nederland
4	Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen	Aanpassing N-gebruiksnormen via een aantal rekenvarianten: • Generieke kortingen van 0%, 3%, 5%, 8%, 10%, 15% en 20% (8AP1 - 8AP7) • Aanpassing N-gebruiksnorm o.b.v. berekeningen uit het CDM-advies (8AP8) [3]	• Generieke korting op alle grondsoorten/heel Nederland • Aanpassing gebruiksnorm voor gewassen in Zand-Noord, Zand-Midden, Zand-zuid en lössregio
5	N-mineraal meting bij scheuren grasland	Aanpassing van de N-gebruiksnorm na scheuren grasland o.b.v. N-mineraal	Zand-zuid en lössregio
6	Bodembedekking in de winter na maisteelt	Na maïsoogst gras of ander gewas dat de bodem bedekt in de winter	Klei- en veenregio
7	Aanleg infiltratiegreppels	Aanleg infiltratiegreppels	Aandachtsgebieden oppervlaktewater voor P

Voor het bepalen van effecten van maatregelpakketten zijn verschillende rekenvarianten opgesteld, waarbij het verschil alleen zit in de stikstofgebruiksnormen bij maatregel 4 uit tabel S1. De andere maatregelen uit de tabel zijn in alle rekenvarianten onveranderd meegenomen.

[3] Het ministerie van LVVN heeft op basis van berekeningen uit het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen' voor rekenvariant 8AP8 aangepaste stikstofgebruiksnormen aangeleverd voor de gewassen in Zand-Noord, Zand-Midden, Zand-Zuid en de Lössregio ten opzichte van de N-gebruiksnormen in de Referentie. De N-gebruiksnorm voor akkerbouwgewassen (inclusief mais) in de grondsoortregio's Zand-Noord, Zand-Midden en de Lössregio zijn de N-gebruiksnormen t.o.v. de Referentie overwegend hoger. De stikstofgebruiksnorm voor grasland in de aangeleverde variant is t.o.v. van de Referentie niet veranderd, met uitzondering van Zand-Midden waar de N-gebruiksnorm hoger is. Voor Zand-Zuid zijn de aangeleverde N-gebruiksnormen voor uitspoelingsgevoelige gewassen lager dan in de Referentie. Voor de Klei- en Veenregio zijn de stikstofgebruiksnormen t.o.v. de Referentie niet aangepast.

II.4 Beoordelingsmethode

De effecten van maatregelen en maatregelpakketten op de waterkwaliteit en de bedrijfseconomische effecten zijn bepaald met het model INITIATOR, het Landelijk Waterkwaliteitsmodel (LWKM 1.2) en het bio-economisch model Farmdyn.

- Met het INITIATOR-model is de mestverdeling berekend, die wordt gebruikt in het LWKM 1.2, en zijn de effecten van maatregelen op de emissies van ammoniak, stikstofoxide, lachgas en methaan berekend.
- Met het LWKM1.2 zijn de nitraatconcentraties in uitspoelend water uit de wortelzone en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater door uit- en afspoeling van landbouwgronden berekend.
- Met Farmdyn is de aanpassing van het bouwplan, het bemestingsplan, het voederrantsoen en de samenstelling van de veestapel als reactie op de veronderstelde maatregelen gesimuleerd, waarbij is gezocht naar de optimale combinatie van bedrijfsstructuur en inkomen uit bedrijf.

De effecten van maatregelen op de bodemkwaliteit, biodiversiteit, verdroging en wateroverlast zijn kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgement.

III. Resultaten waterkwaliteit

III.1 Nitraatconcentraties: Basisjaar 2022 en de Referentie: 2030 en 2045

Met het model INITIATOR is de verdeling van dierlijke mest en kunstmest berekend voor zowel het basisjaar 2022 als voor de Referentie voor de jaren 2030 en 2045 op basis van het vastgestelde en voorgenomen beleid in de KEV 2024. De mestverdeling in het basisjaar is gebaseerd op de mestproductie, gerapporteerde mestexport buiten de landbouw en de geldende gebruiksnormen in 2022. Binnen de gehanteerde rekenprocedure voor het basisjaar is verondersteld dat alle mest die overblijft na verrekening van de mestproductie met de export, verwerking, en plaatsing binnen de gebruiksruimte, wordt geplaatst op de bouwlandpercelen in de gebieden waar het overschot is geproduceerd (berekende bemesting boven de gebruiksruimte). Op basis van de uitgangspunten van de KEV 2024 wordt aangenomen dat het mestoverschot tot 2030 afneemt en daarna constant blijft waardoor er in de Referentie geen berekende bemesting boven de gebruiksruimte plaatsvindt. Daarnaast is het uitgangspunt voor de Referentie 2030/2045 dat de huidige maatregelen in het 7^{e} AP en de Derogatiebeschikking na 2030 ongewijzigd van kracht blijven.

Ondanks de sterke verwachte daling van de nitraatconcentraties in de Zand- en Lössregio wordt volgens de berekeningen het nitraatdoel van maximaal 50 mg/L in het Zuidelijke zandgebied en de Lössregio in de zichtjaren van de Referentie niet gerealiseerd (tabel S2).

Tabel S2 *Berekende nitraatconcentraties in milligram nitraat per liter (weerseffecten geëlimineerd) onder landbouwpercelen in de zandgebieden Noord, Midden, Zuid en de Lössregio in het basisjaar 2022 en in de zichtjaren 2030 en 2045 voor de Referentie.*

Regio/gebied	Basisjaar 2022	Referentie 2030	Referentie 2045
Zandregio [1]	58	44	42
Zand-Noord	42	39	39
Zand-Midden	50	38	36
Zand-Zuid	85	57	54
Lössregio	75	64	64
Kleiregio	15	14	14
Veenregio	16	15	15

1. Het LMM-gebied Zand-West is niet meegenomen in het gemiddelde voor de Zandregio.

De berekende nitraatconcentraties voor de Klei- en Veenregio liggen zowel in het basisjaar als voor de zichtjaren onder het doel van maximaal 50 mg/L nitraat. Dit geldt ook voor de berekende gemiddelde nitraatconcentraties voor de melkveehouderij en akker- en tuinbouwgewassen (AT-gewassen) afzonderlijk in deze gebieden.

Voor alle regio's zijn grote veranderingen zichtbaar tussen 2022 en 2030 omdat in deze periode het vastgestelde beleid wordt gerealiseerd en de dieraantallen afnemen, de veranderingen van 2030 naar 2045 zijn veel kleiner en beschrijven een na-ijleffect omdat na 2030 het mestbeleid en de dieraantallen in de berekeningen niet veranderen.

III.2 Berekende nitraatconcentraties voor de rekenvarianten

Effecten van het maatregelpakket op de nitraatconcentraties zijn berekend voor verschillende rekenvarianten die variëren in de hoogte van de stikstofgebruiksnormen. Tabel S3 geeft de berekende nitraatconcentraties weer voor de rekenvarianten met een korting van 0% t.o.v. van de stikstofgebruiksnormen in de Referentie (8AP1), een korting van 20% t.o.v. van de stikstofgebruiksnormen in de Referentie (8AP7) en een rekenvariant met stikstofgebruiksnormen die het ministerie van LVVN heeft afgeleid op basis van berekeningen uit concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen' (8AP8). De berekende nitraatconcentraties voor de rekenvarianten waarop de gebruiksnorm met 3% - 15% gekort wordt (8AP2 t/m 8AP6) liggen tussen de berekende nitraatconcentraties is voor de variant 8AP1 en 8AP7.

Geen enkele rekenvariante van het maatregelpakket leidt in Zand-Zuid en de Lössregio tot een nitraatconcentratie lager dan 50 mg/L nitraat. De berekende nitraatconcentraties in de overige zandgebieden (Zand-Noord en Zand-Midden), de Kleiregio en Veenregio voldoen (net als voor de Referentie) aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat. Voor Zand-Noord en Zand-Midden wordt opgemerkt dat de berekende gemiddelde nitraatconcentratie onder de akker- en tuinbouw (AT)-gewassen wel de waarde van 50 mg/L nitraat overschrijdt.

Als er rekening wordt gehouden met droge en natte jaren op basis van de klimaatreeks 1990-2020 (ranges in tabel S3) blijkt dat voor de Klei- en Veenregio de berekende nitraatconcentraties ook in droge jaren lager zijn dan 50 mg/L nitraat. Dit geldt ook voor Zand-Midden. Voor regio Zand-Noord worden in droge jaren ook nitraatconcentraties berekend hoger dan 50 mg/L nitraat. In natte jaren is de berekende nitraatconcentratie in Zand-Zuid lager dan 50 mg/L, voor de Lössregio liggen de berekende nitraatconcentraties in zowel droge als natte jaren boven het doel van maximaal 50 mg/L nitraat.

Tabel S3 *Berekende nitraatconcentraties (in mg/L) onder landbouwpercelen in de zandgebieden Zand-Noord, Zand-Midden, Zand-Zuid, de Lössregio, Kleiregio en Veenregio voor de zichtjaren 2030 en 2045 in de Referentie en drie rekenvarianten waarbij weerseffecten zijn geëlimineerd. De waarden tussen haakjes geven de minimale en maximale waarde weer van de nitraatconcentraties als gevolg van variatie in droge en natte jaren, gebaseerd op de klimaatreeks 1990-2020.*

Regio/gebied	**Referentie 2030**	**Rekenvarianten** [1]		
Zichtjaar 2030	*REF*	*8AP1*	*8AP7*	*8AP8*
Zandregio [2]	44 (30 – 59)	45 (30 - 60)	43 (30 - 57)	45 (31 – 61)
Zand-Noord	39 (25 – 59)	39 (24 – 57)	37 (23 – 53)	40 (24 – 57)
Zand-Midden	38 (24 – 50)	39 (24 – 50)	37 (24 – 50)	40 (24 – 50)
Zand-Zuid	57 (50 – 82)	58 (46 – 75)	56 (44 – 73)	57 (46 – 75)
Lössregio	64 (53 – 81)	68 (55 – 85)	63 (52 – 78)	66 (55 – 85)
Kleiregio	14 (6 – 27)	15 (6 – 28)	14 (6 – 25)	15 (6 – 28)
Veenregio	15 (8 – 29)	15 (8 – 28)	15 (8 – 27)	16 (8 – 29)
Zichtjaar 2045	*REF*	*8AP1*	*8AP7*	*8AP8* [1]
Zandregio [2]	42 (28 - 57)	44 (30 - 60)	40 (27 – 54)	45 (30 – 61)
Zand-Noord	39 (23 – 56)	39 (23 – 57)	35 (21 – 51)	41 (24 – 60)
Zand-Midden	36 (22 – 46)	38 (23 – 49)	35 (22 – 45)	41 (24 – 53)
Zand-Zuid	54 (42- 71)	57 (44 – 75)	53 (41 – 59)	54 (42 – 71)
Lössregio	64 (53 - 82)	74 (58 – 94)	64 (52 – 80)	69 (55 – 89)
Kleiregio	14 (10 - 21)	15 (10 – 22)	13 (9 – 19)	15 (10 – 22)
Veenregio	15 (11 -20)	15 (11 – 21)	14 (11 – 20)	15 (11 – 21)

1. 8AP1 en 8AP7 voor varianten met 0% en 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'
2. Het LMM-gebied Zand-West is niet meegenomen in het gemiddelde.

III.3 Uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden

Effecten van de rekenvarianten van het maatregelpakket op de gebiedsgemiddelde uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden zijn voor de KRW-deelstroomgebieden berekend met het Landelijk Waterkwaliteitsmodel (tabel S4).

Tabel S4 *Berekende uit- en afspoeling van stikstof uit landbouwgronden (in kg N ha^{-1} jr^{-1}), gebiedsgemiddeld voor 6 stroomgebieden, voor het basisjaar 2022 en de Referentie 2030, en de procentuele verandering van de uit- en afspoeling in 2030 t.o.v. van het basisjaar 2022 en de Referentie voor drie rekenvarianten. Resultaten voor beheergebieden van waterschappen zijn gegeven in hoofdstuk 4.*

Stroomgebied	Uit- en afspoeling N (kg ha^{-1} jr^{-1})		Verandering t.o.v. basisjaar 2022			Verandering t.o.v. de Referentie 2030		
	Basisjaar 2022	*Referentie 2030*	*8AP1[1]*	*8AP7*	*8AP8*	*8AP1*	*8AP7*	*8AP8*
Eems	21,0	20,1	-3%	-8%	-2%	+1%	-3%	+2%
Maas	18,1	13,1	-26%	-29%	-27%	+4%	-1%	+1%
Rijn-Noord	15,4	14,4	-6%	-9%	-5%	+1%	-3%	+2%
Rijn-Oost	15,6	13,9	-8%	-13%	-7%	+3%	-2%	+4%
Rijn-West	26,0	24,2	-4%	-9%	-3%	+3%	-2%	+4%
Schelde	24,5	22,9	-3%	-10%	-3%	+3%	-4%	+4%

1. 8AP1 en 8AP7 voor varianten met 0% en 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

De gemiddeld hoogste stikstofbelasting (26,0 kg N ha^{-1} jr^{-1}) van het oppervlaktewater wordt berekend voor de waterschappen in het stroomgebied Rijn-West, de gemiddeld laagste stikstofbelasting van het oppervlaktewater (ca. 15,5 kg N ha^{-1} jr^{-1}) wordt berekend voor de waterschappen in Rijn-Noord en Rijn-Oost. De uit- en afspoeling van stikstof uit landbouwgronden voor rekenvariant 8AP1 en 8AP8 neemt ten opzichte van de Referentie toe met 15 tot 4%. Voor rekenvariant 8AP7 wordt een kleine vermindering van de stikstofbelasting van oppervlaktewater berekend voor alle stroomgebieden.

De hoogste fosforbelasting van het oppervlaktewater wordt berekend voor de waterschappen in het stroomgebied Rijn-West (3,2 kg P ha^{-1} jr^{-1}) en Schelde (3,3 kg P ha^{1} jr^{-1}, tabel S5). De laagste P-belasting wordt berekend voor de waterschappen in het stroomgebied Rijn Oost (0,8 kg P ha^{-1} jr^{-1}). Het verschil in de fosforbelasting van het oppervlaktewater tussen de rekenvarianten en de Referentie is beperkt (0 – 2%).

Tabel S5 *Berekende uit- en afspoeling van fosfor uit landbouwgronden (in kg P ha^{-1} jr^{-1}) gebiedsgemiddeld voor 6 stroomgebieden voor het basisjaar 2022 en de Referentie 2030 en de procentuele verandering van de uit- en afspoeling in 2045 t.o.v. van het basisjaar 2022 en de Referentie voor drie rekenvarianten. Resultaten voor beheersgebieden van waterschappen zijn gegeven in hoofdstuk 4.*

Stroomgebied	Uit- en afspoeling P (kg $ha^{-1}jr^{-1}$)		Procentuele vermindering t.o.v. basisjaar 2022			Procentuele vermindering t.o.v. de Referentie 2045		
	Basisjaar 2021	*Referentie 2030*	*8AP1[1]*	*8AP7*	*8AP8*	*8AP1*	*8AP7*	*8AP8*
Eems	1,0	1,0	-1%	-1%	-1%	+1%	+1%	+1%
Maas	1,0	0,8	-20%	-20%	-20%	-1%	-2%	-2%
Rijn-Noord	1,7	1,7	-3%	-3%	-3%	-1%	-1%	-1%
Rijn-Oost	0,8	0,8	-5%	-5%	-5%	0%	-1%	0%
Rijn-West	3,2	3,1	-3%	-3%	-3%	0%	0%	0%
Schelde	3,3	3,3	-1%	-1%	-1%	0%	0%	0%

1. 8AP1 en 8AP7 voor varianten met 0% en 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

IV. Resultaten bedrijfsinkomen en inpasbaarheid

De uitkomsten van de berekeningen van de effecten op bedrijfsinkomen en daarmee op inpasbaarheid in 2030 zijn als volgt:

Akkerbouw

- Er is een toename van het inkomen op de akkerbouwbedrijven in de Referentie te verwachten in de niet-NV-gebieden in vergelijking met de basis.
- Doordat het 8e AP in feite een versoepeling van de maatregelen inhoudt, nemen de inkomens in dit scenario verder toe, met name door versmalling van de bufferstroken.
- Het effect van een korting op de beschikbare stikstofgebruiksruimte (op bedrijfsniveau) is afhankelijk van de gehanteerde opbrengstresponsefuncties van de gewassen en van het inkomen per gewas per ha.
- De berekende uitkomsten en de trend zijn: Vanaf 15% korting op de stikstofgebruiksruimte (op bedrijfsniveau) kunnen dalende kg-opbrengsten en inkomens optreden, als eerste op het overige akkerbouwbedrijf in zand Zuid.
- Uitgaande van een iets groter effect van N op de opbrengst per ha per gewas (uit een gevoeligheidsanalyse) blijkt dat vanaf 8% korting op de stikstofgebruiksruimte (op bedrijfsniveau) dalende kg-opbrengsten en inkomen ook op de bedrijfstypen akkerbouw op klei verwacht moeten worden.

Melkveehouderij

- De inkomenseffecten van de maatregelen uit het 8e AP zijn in de melkveehouderij groot tot zeer groot.
- De uiteindelijke keuze met betrekking tot de stikstofgebruiksnormen in het 8e AP zijn van groot belang voor de inkomenseffecten. Minder N-beschikbaarheid zal in principe leiden tot lagere kg-opbrengsten van gras en snijmaïs.
- Ook behoud van grasland kost geld: Er zal dan minder maïsteelt plaatsvinden dan optimaal voor de voervoorziening van de veestapel en dus zal er meer voeraankoop plaats moeten vinden.
- Dit komt boven op de extra mestafzetkosten in de Referentie t.o.v. de basis.

Vollegrondsgroenteteelt

Op Zand Zuid zullen de verlaging van de N-gebruiksnormen en de verplichte 1:3-rotatie voor rustgewassen leiden tot een vrij sterke daling van het areaal groentegewassen, althans op het eigen bedrijf. Er zal een sterke tendens zijn om meer grond bij andere boeren te huren om toch tot voldoende productieomvang te komen. Die ruimte is er tot op zekere hoogte wel, doordat in dit gebied veel melkveehouders stoppen. Als dat bijhuren niet lukt, zal een sterke inkomensdaling optreden.

Bloembollenteelt (kwalitatieve benadering)

- In de bloembollenteelt zijn inkomensdalingen te verwachten in de traditionele teeltgebieden in Noord- en Zuid-Holland door vermindering van de mogelijkheden organische stof aan te voeren.
- In de overige gebieden, waar met reizende bollenkramen wordt gewerkt, moet een afname van de bolkwaliteit met betrekking tot afbroeien verwacht worden en daarmee tot inkomensdaling.

Boomkwekerij (kwalitatieve benadering)

- In de boomkwekerij moet met name in de NV-gebieden een aanzienlijke inkomensdaling verwacht worden door lagere N-bemestingsnormen. Die leiden tot minder groei en daardoor tot kleinere volumes verkoopbaar product.
- In het 8e AP worden deze effecten mogelijk weer wat gedempt.

V. Effecten op overige indicatoren

VI. Gasvormige emissies uit landbouwgronden

Het effect van de maatregelpakketten op de emissies van ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O), stikstofoxiden (NO) en methaan (CH_4) naar de atmosfeer zijn berekend met INITIATOR en worden weergegeven in tabel S6. Deze emissies hebben betrekking op de emissies die door landbouwhuisdieren, mest van landbouwhuisdieren en de aanwending van dierlijke mest en kunstmest op landbouwgrond in Nederland worden veroorzaakt.

De emissies van NH_3, NO, N_2O en CH_4 -en het effect van de maatregelvarianten zijn weergegeven in tabel S6. Tussen basisjaar 2022 en de Referentie 2030 neemt de emissie van ammoniak af met 21 kiloton ammoniak (21%), de emissie van stikstofoxiden neem af met 2,4 kiloton NO (12%) de emissie van lachgas neemt af met 1,5 kiloton N_2O (9%) en de emissie van methaan neemt af met 68 kiloton CH_4 (15%). Deze afnames vinden plaats door het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid, zoals beëindigingsregelingen, stalmaatregelen en de derogatiebeschikking.

Ten opzichte van de Referentie neemt de ammoniakemissie in vrijwel alle rekenvarianten toe, met maximaal 3,2 kiloton ammoniak in de rekenvariant met 0% korting (8AP1) en de rekenvariant met nieuwe gebruiksnormen (8AP8). De toename in ammoniakemissie is te verklaren door de relatieve toename van het areaal grasland, met een hogere emissiefactor dan voor bouwland, en in enkele varianten door een toename van het kunstmestgebruik. In de variant met 20% korting in gebruiksnorm (8AP7) vindt een kleine afname van 0,1 kiloton ten opzichte van de Referentie plaats. De verandering in NO-emissie ten opzichte van de Referentie is vooral gerelateerd aan het kunstmestgebruik. Doordat het kunstmestgebruik toeneemt in de varianten met 0% t/m 10% korting (8AP1 t/m 8AP5) op de gebruiksnorm neemt de daaraan gerelateerde emissie van stikstofoxide (NO) ook toe met maximaal 1,2 kiloton NO.
Omdat de overige bronnen van NO-emissie nagenoeg onveranderd blijven ten opzichte van de Referentie 2030 neemt de NO-emissie vanuit de landbouw in deze varianten dus ook toe. In de varianten met 15 en 20% korting (8AP6 en 8AP7) neemt de NO-emissie wel af, met maximaal 0,8 kiloton NO omdat het totale kunstmestgebruik lager is dan in de Referentie. De emissie van lachgas wordt ook grotendeels bepaald door de berekende kunstmestgift in de varianten, maar hier speelt dat als gevolg van een toename in het 8e AP ten opzichte van de Referentie 2030 van het areaal bouwland ten koste van het areaal grasland een lagere N_2O-emissie wordt berekend. De emissies van methaan worden niet direct beïnvloed door maatregelen van het 8e AP.

Tabel S6 *Emissies van ammoniak, stikstofoxiden, lachgas en methaan (in kiloton NH_3, NO, N_2O en CH_4 per jaar), berekend met INITIATOR, in basisjaar 2022 en de Referentie voor 2030 op basis van KEV 2024 (REF), en de het relatieve verschil in de varianten uit het maatregelpakket ten opzichte van de Referentie (8AP1–8AP8).*

			Verschil 8AP-varianten ten opzichte van referentie 2030[1]							
	Basisjaar 2022	**REF 2030**	**8AP1**	**8AP2**	**8AP3**	**8AP4**	**8AP5**	**8AP6**	**8AP7**	**8AP8**
Ammoniak (NH_3)	100	79	+3,2	+2,7	+2,4	+1,9	+1,5	+0,7	-0,1	+3,2
Stikstofoxiden (NO)	19,8	17,4	+1,1	+0,9	+0,7	+0,4	+0,2	-0,3	-0,8	+1,2
Lachgas (N_2O)	16,5	15,0	+0,6	+0,4	+0,2	0	-0,1	-0,4	-0,8	+0,6
Methaan (CH_4)	441	374	0	0	0	0	0	0	0	0

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

IV.2 Effecten op Bodemkwaliteit, biodiversiteit, verdroging en wateroverlast

De effecten van het maatregelpakket (tabel S1) zijn moeilijk/onmogelijk kwalitatief te duiden. Hoogstens kan voor een individuele maatregel uit dit maatregelpakket worden aangegeven of en in welke richting die bijdraagt (positief of negatief). De meeste maatregelen zullen echter géén/beperkt effecten hebben.

VII. Opgave voor vermindering uit- en afspoeling

De opgave voor vermindering van de uit- en afspoeling uit landbouwgronden bestaat uit de hoeveelheid af- en uitspoeling van stikstof en fosfor die uit landbouwgronden moet worden gereduceerd om een bijdrage te leveren aan het behalen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water. Voor het bepalen van de totale opgave is gebruik gemaakt van de individuele beoordeling van de regionale KRW-waterlichamen voor stikstof en fosfor van het beoordelingsjaar 2024. In deze samenvatting zijn de resultaten gegeven voor zes KRW-deelstroomgebieden (Eems, Maas, Rijn-Noord, Rijn-Oost, Rijn-West en Schelde).

Van de in totaal 692 regionale KRW-waterlichamen (Rijkswateren zijn niet opgenomen) wordt voor iets minder dan de helft (46%) een reductieopgave berekend voor stikstof en fosfor op basis van de meest recente informatie op het waterkwaliteitsportaal (tabel S7).

Tabel S7 *Aantal KRW-waterlichamen per stroomgebied, het aantal KRW-waterlichamen met een overschrijding van het stikstof en/of fosfordoel (gemiddelde concentratie in het zomerhalfjaar) en de bandbreedte van de benodigde reductieopgave (%) van deze KRW-waterlichamen.*

Stroomgebied	**Aantal KRW-waterlichamen**			**Reductieopgave**			
	Totaal	***Overschrijding stikstof***	***Overschrijding fosfor***	***Stikstof (min)***	***Stikstof (max)***	***Fosfor (min)***	***Fosfor (max***
Eems	16	7	4	1%	55%	2%	45%
Maas	141	97	71	1%	87%	1%	84%
Rijn Noord	39	8	25	11%	32%	7%	85%
Rijn-Oost	179	89	52	3%	91%	1%	96%
Rijn-West	268	96	147	1%	77%	2%	96%
Schelde [1]	39	24	n.v.t.	5%	55%	N/A	N/A
Totaal	**692 (653)**	**321 (46%)**	**299 (46%)**	**1%**	**91%**	**1%**	**96%**

1. Voor het stroomgebied Schelde wordt geen opgave voor fosfor berekend, omdat in de Zeeuwse brakke wateren fosfor van nature in hoge concentraties aanwezig is door de invloed van zoute kwel. In het stroomgebied van de Schelde wordt daarom gestuurd op stikstof als het beperkende nutriënt.

De berekende afname van de stikstof- en fosforbelasting voor de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8 is vergeleken met de reductieopgave die per KRW-waterlichaam is vastgesteld. Hieruit is het aantal KRW-waterlichamen bepaald met een berekende procentuele afname van de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater door het maatregelenpakket die groter is dan de opgave tot vermindering van de uit- en afspoeling uit landbouwgronden (tabel S8).

Tabel S8 *Aantal KRW-waterlichamen per stroomgebied en het percentage van het aantal KRW-waterlichamen met een resterende opgave voor de landbouw voor de Referentie en de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8.*

Stroomgebied	**Aantal**	**Overschrijding stikstofdoel**					**Overschrijding fosfordoel**				
	Totaal	***Basisjaar***	***Referentie***	***8AP1***	***8AP7***	***8AP8***	***Basisjaar***	***Referentie***	***8AP1***	***8AP7***	***8AP8***
Eems	16	44%	38%	38%	19%	38%	25%	25%	25%	25%	25%
Maas	141	69%	52%	48%	45%	46%	50%	37%	36%	36%	36%
Rijn-Noord	39	21%	21%	21%	21%	21%	64%	64%	64%	64%	64%
Rijn-Oost	179	47%	39%	40%	37%	41%	28%	24%	23%	23%	23%
Rijn-West	268	36%	32%	34%	29%	34%	55%	53%	53%	53%	53%
Schelde [1]	39	62%	62%	62%	62%	62%	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal	**692**	**46%**	**39%**	**39%**	**36%**	**39%**	**46%**	**41%**	**41%**	**41%**	**41%**

1. Voor het stroomgebied Schelde wordt geen opgave voor fosfor berekend, omdat in de Zeeuwse brakke wateren fosfor van nature in hoge concentraties aanwezig is door de invloed van zoute kwel. In het stroomgebied van de Schelde wordt daarom gestuurd op stikstof als het beperkende nutriënt.

Het aantal KRW-waterlichamen waarvoor een landbouwopgave resteert in de Referentie en de rekenvarianten neemt af van 46% in het basisjaar 2022 naar 36% tot 39% voor stikstof (afhankelijk van de rekenvariant) en naar 41% voor fosfor voor alle rekenvarianten.

VIII. Conclusies

Waterkwaliteit

Een doel van de Nitraatrichtlijn is om onder landbouwgronden een nitraatconcentratie van maximaal 50 mg L^{-1} te realiseren. Voor de Kleiregio en de Veenregio liggen de gebiedsgemiddelde berekende nitraatconcentraties in het basisjaar en de zichtjaren voor zowel de Referentie als de rekenvarianten van het maatregelpakket onder het doel van maximaal 50 mg/L nitraat, ook als rekening wordt gehouden met natte en droge jaren (uitgaande van de klimaatreeks 1990-2010).

Voor Zand-Noord en Zand-midden wordt het doelbereik van maximaal 50 mg/L nitraat gebiedsgemiddeld in de zichtjaren 2030 en 2045 voor alle rekenvarianten gehaald, in de droogste jaren wordt voor Zand-Noord een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie boven het doel van maximaal 50 mg/L nitraat berekend. Voor Zand-Zuid en de Lössregio wordt in alle rekenvarianten gebiedsgemiddeld niet aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat voldaan, voor natte jaren kan de gebiedsgemiddelde berekende nitraatconcentratie in Zand Zuid lager dan 50 mg/L uitkomen.

Aan het doel van de Nitraatrichtlijn om de eutrofiëring van het oppervlaktewater door de landbouw te verminderen wordt, ten opzichte van het basisjaar, in de Referentie en de rekenvarianten voldaan. Afhankelijk van de rekenvariant met het maatregelpakket neemt de uit- en afspoeling op het schaalniveau van de waterschappen voor stikstof en fosfor toe of af.

Overige effecten indicatoren

Het grootste effect op de emissies van ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O) en stikstofoxiden (NO) wordt berekend voor de Referentie in 2030 ten opzichte van het basisjaar 2022. Het effect van het maatregelpakket ten opzichte van de Referentie is, afhankelijk van de stikstofgebruiksnorm licht positief of licht negatief en wordt met name veroorzaakt door veranderingen in de mestgiften (als gevolg van aanpassingen in de stikstofgebruiksnorm) en behoud van het areaal grasland.

Het effect van het maatregelpakket op de bodemkwaliteit, biodiversiteit, verdroging en wateroverlast is summier beoordeeld op basis van expert judgement. Het effect t.o.v. de Referentie is klein en kan zowel positief als negatief zijn. Het werkelijke effect zal in belangrijke mate worden bepaald door de wijze waarop de maatregelen in de praktijk worden geïmplementeerd.

Effecten op bedrijfsinkomen

Conclusies Akkerbouw

- Er is een toename van het inkomen op de akkerbouwbedrijven in de Referentie te verwachten in de niet-NV-gebieden in vergelijking met de basis.
- Doordat het 8e AP in feite een versoepeling van de maatregelen inhoudt, nemen de inkomens in dit scenario verder toe, met name door versmalling van de bufferstroken.
- Een grote onzekere factor bij deze inschattingen zijn de opbrengstresponsecurves in het model. Mogelijk treden grotere opbrengstdervingen op dan het model voorspelt. Dat leidt tot lagere inkomensstijgingen,

Conclusies Melkveehouderij

- De inkomenseffecten van de maatregelen uit het 8e AP zijn in de melkveehouderij groot tot zeer groot.
- Minder N-beschikbaarheid zal in principe leiden tot lagere kg-opbrengsten van gras en snijmaïs.
- Ook behoud van grasland kost geld: Er zal dan minder maïsteelt plaatsvinden dan optimaal voor de voervoorziening van de veestapel en dus zal er meer voeraankoop plaats moeten vinden.
- Dit komt boven op de extra mestafzetkosten in de Referentie t.o.v. de basis.

Conclusie Vollegrondsgroenteteelt

- Op Zand Zuid zullen de verlaging van de N-gebruiksnormen en de verplichte 1:3-rotatie voor rustgewassen leiden tot een vrij sterke daling van het areaal groentegewassen, althans op het eigen bedrijf. Als bijhuren van extra grond niet lukt, zal een sterke inkomensdaling optreden.

Conclusies Bloembollenteelt (kwalitatieve benadering)

- In de bloembollenteelt zijn inkomensdalingen te verwachten in de traditionele teeltgebieden in Noord- en Zuid-Holland door vermindering van de mogelijkheden organische stof aan te voeren.
- In de overige gebieden, waar met reizende bollenkramen wordt gewerkt, moet een afname van de bolkwaliteit met betrekking tot afbroeien verwacht worden en daarmee tot inkomensdaling.

Boomkwekerij (kwalitatieve benadering)

- In de boomkwekerij moet met name in de NV-gebieden een aanzienlijke inkomensdaling verwacht worden door lagere N-bemestingsnormen. Die leiden tot minder groei en daardoor tot kleinere volumes verkoopbaar product. In het 8e AP worden deze effecten mogelijk weer wat gedempt.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Rijksoverheid stelt eenmaal in de vier jaar een Actieprogramma op voor de Nitraatrichtlijn. De afgelopen jaren zijn ter voorbereiding van de diverse actieprogramma's verschillende onderzoeken uitgevoerd.

Ter voorbereiding van de invoering van het Vijfde Actieprogramma Nitraatrichtlijn (2014-2017) is een beknopte milieueffectrapportage (MER) op planniveau samengesteld door Schoumans et al. (2013). De MER richtte zich vooral op het bodem- en watercompartiment, en meer precies op de verbetering van de nitraatconcentratie in het grondwater en de vermindering van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater die behaald kon worden met beleidsvoornemens van 2017.

Voor het Zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn (2018-2021) is een milieueffectrapport samengesteld door Groenendijk et al. (2017). Ook in dit rapport lag de nadruk op de nitraatconcentratie in het grondwater op de diepte waarop toetsing van het mestbeleid plaatsvindt, en op de vermindering van de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater. Daarnaast werden aspecten zoals luchtkwaliteit en bodemkwaliteit kwalitatief beoordeeld.

Ter voorbereiding van het Zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn (2022-2025) is een MER uitgevoerd (Van Boekel et al., 2021) waarbij effecten van maatregelen op de waterkwaliteit zijn beoordeeld. Ook is daarin een aantal neveneffecten onderzocht; het ging hierbij om de emissies van ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O), stikstofoxide (NO_x) en methaan (CH_4) en om de gevolgen voor het klimaat, bodemkwaliteit, biodiversiteit, verdroging en wateroverlast.

Ter voorbereiding van het Achtste Actieprogramma Nitraatrichtlijn (8e AP), dat zal gelden voor de periode 2026-2029, wordt door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) een ex ante onderzoek uitgevoerd voor de invulling van het 8e AP en de milieueffectrapportage.

1.2 Doel 8e Actieprogramma en reikwijdte ex ante onderzoek

Alle lidstaten van de Europese Unie moeten voldoen aan de doelstellingen van de EU-nitraatrichtlijn (EC, 1991). Het doel van het Nederlandse Actieprogramma is om de doelstellingen van de Nitraatrichtlijn in Nederland te realiseren. De Nitraatrichtlijn heeft tot doel om het water te beschermen tegen verontreinigingen door nitraten uit agrarische bronnen en tevens de eutrofiëring van oppervlaktewater te voorkomen. Het Actieprogramma is gericht op het verminderen en voorkomen van verontreiniging van grond- en oppervlaktewater die samenhangt met het mest- en meststoffengebruik in de landbouw. De maatregelen hebben ook effect op andere milieuaspecten dan water namelijk bodemkwaliteit (o.a. organische stof), gasvormige emissies naar de lucht (o.a. emissies van ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O), stikstofoxiden (NO_x), methaan (CH_4), koolstofdioxide (CO_2)), en biodiversiteit.

Omdat de Nitraatrichtlijn zich vooral richt op de verbetering van de nitraatconcentratie van het grondwater en de vermindering van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater, is het ex ante onderzoek primair gericht op het kwantificeren van de effecten van maatregelpakketten op de nitraatconcentraties in het grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater uit landbouwgronden. Naast waterkwaliteit is ook het effect van de maatregelpakketten op de economie op bedrijfsniveau kwantitatief bepaald.

In het ex ante onderzoek wordt ook aandacht besteed aan overige indicatoren. In dit rapport wordt het effect op de emissies naar de lucht kwantitatief in beeld gebracht. De gevolgen voor de biodiversiteit, verdroging en wateroverlast zijn kwalitatief beoordeeld. De overige onderdelen uit bovenstaande opsomming (grondstoffenverbruik, vervoer en bodemkwaliteit) worden in dit rapport niet behandeld.

2 Opzet van het ex ante onderzoek

Het Achtste Actieprogramma Nitraatrichtlijn (8e AP) moet maatregelen bevatten waarmee de aanwezigheid van nutriënten in het oppervlaktewater en grondwater wordt verminderd, om daarmee te voldoen aan de doelen van de Nitraatrichtlijn en om bij te dragen aan de doelen voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) van de EU (2000/60/EG). Om tot een onderbouwde keuze te komen waarom maatregelen of een maatregelpakket wordt opgenomen in het 8e AP is het nodig om een ex ante onderzoek te doen naar de effecten van maatregelen of maatregelpakketten. In dit rapport is het effect van mogelijke maatregelpakketten op de waterkwaliteit in beeld gebracht zijn, economische effecten op bedrijfsniveau, inpasbaarheid op bedrijfsniveau en het effect op overige indicatoren. De focus op bedrijfseconomische effecten is nieuw in vergelijking tot eerder onderzoeken met betrekking tot voorgaande Nitraatactieprogramma's.

Het ex ante onderzoek bestond uit twee fasen. In de eerste fase van het onderzoek is een kwalitatieve beoordeling gemaakt van het effect van individuele maatregelen op de waterkwaliteit, inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en bedrijfseconomische gevolgen. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in een notitie (bijlage 1). In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd voor fase 2 van het onderzoek waarin de effecten op de waterkwaliteit, economie op bedrijfsniveau en gasvormige emissies kwantitatief zijn bepaald op basis van modelberekeningen en het effect op de bodemkwaliteit, biodiversiteit en inpasbaarheid kwalitatief is bepaald.

2.1 Aanpak

De werkzaamheden voor fase 2 van het ex ante onderzoek bestaan uit verschillende onderdelen (tabel 2.1).

Tabel 2.1 *Overzicht van de inhoudelijke onderdelen voor het ex ante onderzoek van het 8e AP.*

Onderdeel	Omschrijving
Vaststellen uitgangspunten	Basisjaar en zichtjaren waarvoor de resultaten worden gepresenteerd Referentie: vaststaand en voorgenomen beleid Bedrijfstype voor de economische analyse Maatregelen en rekenvarianten
Waterkwaliteit	Implementeren, berekenen en analyseren van de rekenresultaten voor: - Nitraatconcentraties in het grondwater - Stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater uit landbouwgronden
Economie	Implementeren, berekenen en analyse van de rekenresultaten voor: - Inkomensverandering voor de verschillende bedrijfstypen
Overige effecten	Gasvormige emissies Bodemkwaliteit en biodiversiteit Inpasbaarheid op bedrijfsniveau
Landbouwopgave	Vaststellen van de landbouwopgave Reflectie op halen doelbereik voor grondwater en oppervlaktewater

In paragraaf 2.2 worden de vastgestelde uitgangspunten nader toegelicht. Paragraaf 2.3 gaat verder in op de modelaanpak en modelaannames voor het doorrekenen van het effect van de maatregelen op de waterkwaliteit en economie. Vervolgens wordt in paragraaf 2.4 beschreven op welke wijze de overige effecten zijn meegenomen, en in paragraaf 2.5 hoe de landbouwopgave is vastgesteld.

2.2 Uitgangspunten

2.2.1 Basisjaar 2022

Het Basisjaar 2022 geldt als het startjaar van de prognoseberekeningen, waarbij de uitgangspunten zijn overgenomen uit berekeningen die uitgevoerd zijn voor de Emissieregistratie 2024. Het gaat hierbij om de uitgangspunten die zijn gebruikt voor het INITIATOR-model (De Vries et al., 2023; Kros et al., 2019) en het Landelijk Waterkwaliteitsmodel (Van der Bolt et al., 2020; Van der Bolt et al., 2022). In paragraaf 2.3.1 worden beide modellen nader toegelicht. In de Emissieregistratie 2024 zijn de bedrijfsgegevens uit de Landbouwopgave tot en met 2022 verwerkt. Bij de start van dit onderzoek waren het de meest recente cijfers. De berekeningen voor de Emissieregistratie worden uitgevoerd met gegevens van het werkelijke weer. De resultaten voor het Basisjaar 2022 worden mede beïnvloed door voorafgaande droge jaren. Daarnaast geldt dat in de berekeningen voor de Emissieregistratie is verondersteld dat alle mest die overblijft na verrekening van de mestproductie met de export, verwerking, en plaatsing binnen de gebruiksruimte, wordt geplaatst op de bouwlandpercelen in de gebieden waar het overschot is geproduceerd (berekende bemesting boven de gebruiksruimte).

2.2.2 Referentiesituatie en zichtjaren

De Referentie bestaat uit de landbouwkundige ontwikkelingen zoals beschreven in de Klimaat- en Energieverkenning van 2024 (KEV 2024; Cals et al., 2024). In de KEV 2024 wordt uitgegaan van ontwikkelingen op basis van het vastgestelde en voorgenomen beleid op peildatum 1 mei 2024. Het basisjaar voor de ramingen voor de KEV 2024 is eveneens 2022. Veranderingen ten gevolge van vastgesteld en voorgenomen beleid zijn toegepast ten opzichte van dit basisjaar. De effecten op de waterkwaliteit worden in beeld gebracht voor de zichtjaren 2030 en 2045.

In de KEV 2024 zijn onder andere de maatregelen van het Zevende Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 op nationale schaal opgenomen (bijlage 2). De beschreven ontwikkelingen in de KEV 2024 betreffen daarnaast onder meer de ontwikkeling in het landgebruik (zoals omzetting van grasland naar bouwland op derogatiebedrijven), de omvang van de veestapel (als gevolg van beëindigingsregelingen, het afromen van fosfaat- en dierrechten, en het verlies van derogatie), de ontwikkeling van de excretie per diercategorie, aanpassingen in stallen ter vermindering van emissies naar de lucht, en het gebruik van kunstmest. Op basis van de uitgangspunten van de KEV 2024 wordt aangenomen dat het mestoverschot tot 2030 afneemt en daarna constant blijft waardoor er in de Referentie geen berekende bemesting boven de gebruiksruimte plaatsvindt. In de Referentie is verondersteld dat alle maatregelen ook na de periode van de Derogatiebeschikking 2022/2069 en na afloop van het Zevende Actieprogramma van kracht blijven (zie bijlage 2 en 3). De Referentie wordt gebruikt om het effect van het maatregelenpakket op de waterkwaliteit en de economie op bedrijfsniveau inzichtelijk te maken.

2.2.3 Bedrijfstypen economische analyse

Voor de bedrijfseconomische analyse is 2023 als basisjaar gekozen, het meest recente jaar waarvan de data in het BedrijvenInformatieNet (BIN) van Wageningen Social & Economic Research compleet en definitief zijn. Als referentiejaar is 2030 gekozen, het jaar waarin de maatregelen voor het 7e AP volledig ingevoerd zouden moeten zijn. In het model worden de effecten van het 8e AP op de bedrijfsvoering en de financieel-economische effecten meteen zichtbaar[4]. In de praktijk kosten deze aanpassingen tijd, met name als er grote investeringen mee gemoeid zijn. De analyse hield een doorrekening in van de economische effecten van maatregelen in het 7e en (vooral) het 8e AP op het inkomen uit normale bedrijfsvoering (opbrengsten minus betaalde kosten minus afschrijvingen plus buitengewone baten en lasten[5]) op akkerbouw- en melkveebedrijven per type en regio (op basis van de LMM-grondsoortindeling; LMM staat voor landelijk Meetnet Mestwetgeving) en voor een gemiddeld vollegrondsgroentebedrijf.

[4] Dit jaar wijkt af van het zichtjaar bij de milieutechnische berekeningen, omdat bij een langere rekenperiode ook aannames gedaan moeten worden over structuurveranderingen in de agrarische sector. Dat zou een aparte studie vereisen.

[5] Buitengewone baten en lasten per bedrijf worden constant verondersteld in de basis, Referentie en in de maatregelpakketten.

Op basis van BIN zijn standaardbedrijven gecreëerd (een aggregatie van de onderliggende BIN-bedrijven) en deze zijn vervolgens doorgerekend met het model Farmdyn. Daarnaast is een kwalitatieve analyse gedaan voor de bloembollenteelt en de boomkwekerij.

In de tabellen 2.2 en 2.4 staan de standaardbedrijfstypen voor de melkveehouderij en akkerbouw vermeld met enkele kenmerken en met nadere toelichting in de tabellen 2.3 en 2.5. De selectie in deze tabellen is gebaseerd op individuele bedrijfsdata uit BIN. De vermelde data betreffen basisjaar 2023 en betreffen onder andere het totaal areaal bouwland en het totaal areaal grasland en het aantal melkkoeien per bedrijf, de melkproductie per koe, het bouwplan en het inkomen uit bedrijfsvoering (opbrengsten minus betaalde kosten minus afschrijvingen plus buitengewone baten en lasten).
De nadruk in deze analyses ligt op veranderingen in financiële opbrengsten, variabele of toegerekende kosten, maar ook aanpassingen van het machinepark en bijbehorende verandering in de kosten zijn in de berekeningen meegenomen[6]. Veranderingen in inkomen kunnen bijvoorbeeld voortkomen uit gederfde inkomsten, bijvoorbeeld als door bredere bufferstroken het netto gewasareaal daalt of als door lager N-bemesting de kg-opbrengst en/of de kwaliteit van het gewas daalt.

De bedrijfstypen in deze studie zijn zo gekozen dat ze een goed beeld geven van de melkveehouderij en de akkerbouw op verschillende grondsoorten en met verschillende bouwplannen. De hoogte van de N-bemesting en de gewasopbrengst en de eventuele opbrengstderving per gewas per ha en per bedrijf als gevolg van lagere stikstofgiften houden met name verband met de grondsoort en de gewassen in het bouwplan. Ook de initiële werkzame stikstofgebruiksnormen per ha per gewas verschillen in de basis per regio en dat heeft invloed op de optimale bedrijfsvoering in het hier gebruikte bedrijfsmodel. Een lastiger te kwantificeren invloed betreft die van de melkveehouder of de akkerbouwer als ondernemer. De N-bemestingsstrategie kan heel verschillend zijn, in samenhang met zowel externe factoren als 'interne' factoren zoals kennisniveau, vakmanschap en managementcapaciteiten. Daardoor verschillen in de praktijk soms op vergelijkbare bedrijven de bemestingsaanpakken sterk en kunnen ook de economische en milieutechnische resultaten van maatregelen sterk verschillen.

Melkveehouderij
In verband met een relatief klein aantal bedrijven in Zand Zuid (exclusief löss; de gebruiksnormen zijn daar vergelijkbaar, maar de N-responsecurves zijn in dat gebied steiler) en Zand overig (Noordelijk, westelijk en centraal Zand) worden de data van de bedrijfstypen melkveehouderij en akkerbouw in zand in geheel Nederland gekopieerd naar de regio's a) Zand Zuid en b) Zand overig: de verschillende typen akkerbouw- en melkveebedrijf op zand hebben daardoor dezelfde bedrijfskenmerken (onder andere het totaal landbouwareaal per bedrijf, het aantal melkkoeien per bedrijf, het bouwplan, de opbrengsten per gewas per ha en de melkproductie per koe) in de twee onderscheiden regio's, maar de initiële stikstofgebruiksnorm per ha per gewas is verschillend. Dit geeft een beeld van het effect van laatstgenoemde verschillen, als het gaat om inkomenseffecten van de maatregelpakketten onder het 8e AP. Daarnaast zit er verschil in areaal bufferstrook per regio, in dit geval zand Zuid ten opzichte van zand Overig. Dit heeft niets te maken met beleid maar komt door de ligging van de individuele bedrijven. Het areaal bufferstrook per gebied per bedrijfstype is afgestemd met de data die gebruikt wordt voor de berekeningen van de effecten op waterkwaliteit en andere indicatoren in deze studie, zie Bijlage 3. De gemiddeld waargenomen breedtes van de bufferstroken verschillen tussen beide regio's.

[6] Toepassing van bepaalde maatregelen kan leiden tot de noodzaak om te investeren in andere machines, bijvoorbeeld als de ondernemer de effecten van strengere N-normen op de gewasopbrengsten probeert te beperken door andere gewassen te telen waar andere machines voor nodig zijn. Bij minder gebruik, bijvoorbeeld minder kunstmest aanwenden nemen machinekosten ook af. Investeringen in vormen van precisiebemesting, bijvoorbeeld rijen- of plaatsspecifieke bemesting worden niet meegenomen.

Tabel 2.2 *Standaardbedrijfstypen melkveehouderij zoals gehanteerd in deze studie.*

Standaard bedrijfstype	Criterium				
	Productiemethode	Derogatie	Grondsoort (% van ha cultuurgrond	Omvang melkveestapel (# koeien) [1)]	Intensiteit (GVE ha^{-1})
Veen extensief	Gangbaar	Ja	≥ 75% veen	Geen criterium	< 2,225
Veen intensief	Gangbaar	Ja	≥ 75% veen	Geen criterium	≥ 2,225
Klei extensief	Gangbaar	Ja	≥ 75% klei	Geen criterium	< 2,225
Klei intensief	Gangbaar	Ja	≥ 75% klei	Geen criterium	≥ 2,225
Zand extensief klein	Gangbaar	Ja	≥ 75% zand	< 100 melkkoeien	< 2,225
Zand extensief groot	Gangbaar	Ja	≥ 75% zand	≥100 melkkoeien	< 2,225
Zand intensief klein	Gangbaar	Ja	≥ 75% zand	< 100 melkkoeien	≥ 2,225
Zand intensief groot	Gangbaar	Ja	≥ 75% zand	≥ 100 melkkoeien	≥ 2,225

1. Alleen voor zand wordt onderscheid gemaakt naar grote en kleine bedrijven. Dit is ook een indicatie voor de effecten op grote en kleine bedrijven op veen en klei. Tegelijkertijd hebben we geprobeerd het aantal bedrijfstypen te beperken.

In tabel 2.3 zijn de bedrijfskenmerken weergegeven van de melkvee bedrijfstypen in tabel 2.2. De tabel begint met een overzicht van vijfjarig gemiddelde inkomens uit bedrijf (het gemiddelde over de jaren 2019 – 2023) en het inkomen in het Basisjaar, 2023. Daarbij moet het volgende opgemerkt worden:

- Het inkomen per bedrijf in het basisjaar 2023 komt redelijk overeen met het vijfjarig gemiddelde. Voor sommige bedrijfstypen is het iets lager, op andere bedrijfstypen weer iets hoger. Dit komt niet alleen door verschillen in prijzen van producten (met name melk, vlees en gewassen) en aangekochte productiemiddelen, maar de verschillen zijn ook statistisch beïnvloed. Dit laatste komt doordat niet alle onderliggende individuele melkveebedrijven die gebruikt zijn voor de samenstelling van het bedrijfstype voor het basisjaar 2023, ook voor de berekeningen van in het vijfjarig gemiddelde worden meegenomen. Om statistische redenen worden elk jaar nieuwe bedrijven aan het BIN toegevoegd en verdwijnen er ook elk jaar bedrijven uit deze steekproef.
- Het inkomen per bedrijf per bedrijfstype kan niet zondermeer onderling worden vergeleken, zonder rekening te houden met verschillen in bedrijfsomvang. Gemeten in aantal melkkoeien per bedrijf, varieert de bedrijfsomvang per bedrijfstype van 81 melkkoeien op bedrijfstype Extensief/klein en Intensief/klein in zand tot 174 melkkoeien op bedrijfstype Intensief/groot in zand. Gemeten in areaal (ha) per bedrijf, varieert de bedrijfsomvang per bedrijfstype van 80 ha op bedrijfstype Extensief/groot in zand tot 39 ha op bedrijfstype Intensief/klein in zand. Tenslotte, gemeten in aantal onbetaalde arbeidsjaareenheden (oaje), varieert de bedrijfsomvang per bedrijfstype van 1,1 OAJE (ondernemer en meewerkende gezinsleden) op bedrijfstype Extensief op veen tot 2,6 OAJE op bedrijfstypen Extensief op klei en Extensief groot in zand.
- Het gemiddelde 5-jarig inkomen per OAJE varieert van ongeveer 44.000 euro op bedrijfstype intensief klein op zand tot ongeveer 69.000 euro op bedrijfstype intensief groot op zand.
- In deze studie speelt intensiteit per type melkveebedrijf een belangrijke rol. De intensiteit is in tabel 2.2 weergegeven in GVE/ha als indicator die vaak genoemd wordt in beleidskaders. Het aantal melkkoeien per ha is lager dan het aantal GVE/ha (zie de intensiteitscriteria in tabel 2.2), omdat in het laatste kengetal ook het overige vee (met name het jongvee) op het bedrijf wordt meegerekend. In tabel 2.3 is een combinatie van aantal melkkoeien per ha per bedrijfstype en melkproductie per koe per bedrijfstype weergegeven, omdat deze twee samen een grote invloed hebben op de berekeningen in deze studie. Onder andere door verschillen in intensiteit worden de verschillende bedrijfstypen anders geraakt door maatregelen uit het 8e AP.
- De wegingsfactor geeft het aantal bedrijven dat gerepresenteerd wordt in de totale populatie van melkveebedrijven in Nederland. Door selecties te maken op basis van >75% van een bepaalde grondsoort dekken deze bedrijfstypen Nederland als geheel niet compleet af. Dit blijkt ook uit de sommen van de wegingsfactoren, die niet de gehele populaties akkerbouw- en melkveebedrijven in Nederland omvatten.

Tabel 2.3 *Bedrijfskenmerken bedrijfstype melkveehouderij.*

	Veen		Klei		Zand Zuid/Zand Overig			
	Bedrijfstype		Bedrijfstype		Bedrijfstype			
	Extensief	Intensief	Extensief	Intensief	Extensief klein	Extensief groot	Intensief/ klein	Intensief/ groot
Inkomen ,5-jarig gemiddelde (*1.000 Euro)	81	125	116	97	75	143	66	139
Inkomen, basisjaar 2023 (*1.000 Euro)	76	130	114	95	75	182	78	132
Onbetaalde arbeidsjaareenheden (aantal OAJE)	1,6	1,9	1,8	1,5	1,6	2,1	1,5	2,0
Melkkoeien (aantal)	86	143	126	130	81	133	81	174
Areaal (ha)	55	67	77	59	52	80	39	73
Grasland (ha)	53	61	70	51	43	65	33	59
Snijmais (ha)	2	6	7	6	9	15	6	14
Overig akkerbouw (ha)	0	0	0,2	1,5	0,1	0,4	0,0	0,1
Melkkoe per ha	1,6	2,1	1,6	2,2	1,6	1,7	2,1	2,4
Melkproductie (*1.000 kg per koe)	8,2	8,6	9,0	8,9	8,7	9,3	8,6	9,9
Wegingsfactor (aantal)	773	365	1.088	1.369	1.700	794	1.381	1.152

Bron: Bedrijveninformatienet Wageningen Social & Economic Research

Akkerbouw

In tabel 2.4 zijn de akkerbouw bedrijfstypen in deze studie weergegeven. Het betreft vier standaardbedrijven op klei en twee op zand. Drie van de vier bedrijfstypen op klei zijn gespecialiseerd op een bepaald gewas, namelijk granen, pootaardappelen of consumptieaardappelen. Het vierde type, 'overig akkerbouwbedrijf op klei' dekt de akkerbouwbedrijven af die niet onder een van deze drie gewasgroepen vallen. Van de twee bedrijfstypen op zand is er een gespecialiseerd, namelijk op zetmeelaardappelen en het andere, 'overig akkerbouwbedrijf op zand' dekt de overige akkerbouwbedrijven op zand af. Met deze zes typen wordt een grote breedte van de akkerbouwbedrijven in Nederland gerepresenteerd waarvoor in BIN voldoende bedrijven beschikbaar zijn en berekeningen met Farmdyn mogelijk zijn.

Tabel 2.4 *Standaardbedrijfstypen akkerbouw zoals gehanteerd in deze studie.*

Standaard bedrijfstype	Productiemethode	Grondsoort criterium	Bouwplan
Graanbedrijf op klei	Gangbaar	≥ 75% klei	≥ 50% granen
Pootaardappelbedrijf op klei	Gangbaar	≥ 75% klei	≥ 33,3% pootaardappelen
Consumptieaardappel op klei	Gangbaar	≥ 75% klei	≥ 25% consumptieaardappelen
Zetmeelaardappel op zand	Gangbaar	≥ 75% zand	≥ 25% zetmeelaardappelen
Overige akkerbouwbedrijf op zand	Gangbaar	≥ 75% zand	
Overige akkerbouwbedrijf op klei	Gangbaar	≥ 75% klei	

In tabel 2.5 is nadere informatie gegeven over de bouwplannen van de bedrijfstypen akkerbouw in tabel 2.4. De tabel begint met een overzicht van vijfjarig gemiddelde inkomens uit bedrijf en het inkomen in het Basisjaar, 2023. Daarbij valt het volgende op of moet het volgende opgemerkt worden:

- Het vijfjarig gemiddelde inkomen uit bedrijf (totale opbrengsten minus betaalde kosten en afschrijving plus buitengewone baten en lasten) in de akkerbouw laat zien dat het inkomen in het basisjaar 2023 relatief hoog was. Dit heeft te maken met de relatief hoge prijzen voor de gewassen in 2023 als gevolg van overvloedige regenval en als gevolg daarvan lage kg-opbrengsten in dat jaar in met name België en Frankrijk; in Nederland waren de kg-opbrengsten ondanks het natte jaar redelijk (Berkhout et al., 2024; A.B. Smit, pers. mededeling, 2023).
- De gemiddelde inkomensniveaus verschillen sterk tussen de onderscheiden bedrijfstypes. Die verschillen hangen samen met het bedrijfsareaal en met het bouwplan. Op grotere bedrijven met een groot areaal poot- of consumptieaardappelen is het verdienvermogen veel hoger dan op kleinere bedrijven met kleinere aardappelarealen. Overigens zijn de structuur- en inkomensverschillen binnen de typen ook heel groot.
- Inkomen, 5-jarig gemiddelde per OAJE varieert van ongeveer 65.000 euro op bedrijfstype overig akkerbouw op zand tot ongeveer 114.000 euro op bedrijfstype pootaardappelen op klei.
- Vanwege eisen ten aanzien van herkenbaarheid wordt een ondergrens gesteld van minimaal 15 individuele bedrijven per bedrijfstype. Om hieraan te voldoen is de data voor bedrijfstype overig akkerbouw gebaseerd op gecombineerde data van individuele bedrijven in Zand Zuid en Zand Overig.
- Op het gecombineerde bedrijfstype overig akkerbouw in Zand Overig/Zand Zuid is het percentage rustgewassen in basisjaar 2023 net iets onder de 25%. Als alleen gekeken wordt naar de bedrijven in de categorie 'bedrijfstype overig akkerbouw' in Zand Zuid (minder dan 15 bedrijven in BIN), dan is het areaal rustgewassen ongeveer 16%, dus ruim onder de 25%. Bij de interpretatie van de effecten op het inkomen op bedrijfstype overig akkerbouw in Zand Zuid moet hier rekening mee worden gehouden.

Tabel 2.5 *Bedrijfskenmerken en inkomensniveaus van bedrijfstype akkerbouw.*

	Klei Bedrijfstype				**Zand Overig**	**Zand Overig /Zand Zuid**
	Graan	**Poot-aardappel**	**Consumptie-aardappel**	**Overig**	**Zetmeel-aardappel**	**Overig**
Inkomen, 5-jarig gemiddelde (*1000 euro)	90	227	145	124	91	46
Inkomen, basisjaar 2023 (*1000 euro)	71	394	202	158	100	83
Onbetaalde arbeidsjaareenheden (aantal oaje)	1,0	2,0	1,3	1,3	1,2	0,7
Areaal (ha)	67	113	62	63	75	39
Wintertarwe (ha)	36	21	15	19	2	3
Zetmeelaardappelen (ha)	0	0	0	0	33	8
Pootaardappelen (ha)	1	50	2	10	2	2
Consumptieaardappelen (ha)	2	1	20	5	1	5
Suikerbieten (ha)	11	12	7	9	14	9
Uien (ha)	2	11	8	4	2	2
Groentegewassen (ha)	0	1	1	0	0	0
Snijmais (ha)	0	1	0	0	1	2
Grasland (ha)	1	2	1	4	3	0
Overige gewassen (ha)	14	17	10	16	19	8
Rustgewassen (percentage)	75	32	38	50	28	24
Wegingsfactor[1]	1.215	448	599	2.402	547	1.651

Bron: BedrijvenInformatieNet (BIN). Basisjaar (boekjaar) 2023

1. De wegingsfactor geeft het aantal bedrijven dat gerepresenteerd wordt in de totale populatie. De wegingsfactor voor type overig akkerbouwbedrijf geeft het aantal bedrijven dat gerepresenteerd wordt in zand Overig en zand Zuid gecombineerd.

Vollegrondsgroenteteelt
In tabel 2.6 is nadere informatie gegeven over het gemiddelde vollegrondsgroentebedrijf in Nederland in BIN. De tabel begint met een overzicht van vijfjarig gemiddelde inkomens uit bedrijf en het inkomen in het Basisjaar, 2023. Daarbij valt op of valt op te merken:

- Vanwege eisen ten aanzien van herkenbaarheid wordt een ondergrens gesteld van minimaal 15 individuele bedrijven per bedrijfstype. Om hieraan te voldoen is de data voor bedrijfstype groente gebaseerd op gecombineerde data van alle bedrijven in BIN van het type akkerbouwmatige groentebedrijven.
- Ook hier geldt weer, dat in de analyse dezelfde data per bedrijfstype wordt toegepast op verschillende regio's met verschillende toegestane stikstofgebruiksnormen. Hierdoor wordt zichtbaar hoe de maatregelpakketten onder het 8e Actieprogramma verschillend uitpakken, afhankelijk van de al geldende stikstofnormen in een regio.
- Gemiddeld waren de inkomens uit bedrijf in het Basisjaar relatief hoog als gevolg van de natte omstandigheden (zoals uitgelegd bij het type Akkerbouw).
- Tabel 2.6 gaat uit van het gemiddelde groentebedrijf in Nederland in BIN. Op basis van individuele groentebedrijven op klei in BIN (minder dan 15 bedrijven) en zand in BIN (minder dan 15 bedrijven) valt op te maken dat de groentebedrijven op klei qua areaal gemiddeld aanzienlijk groter zijn dan de groentebedrijven op zand. De gemiddelde inkomens per ha zijn echter in zand veel hoger, zodat de inkomens op bedrijfsniveau tussen klei en zand gemiddeld relatief weinig verschillen. De achterliggende reden is dat op zand heel andere, hoogsalderende gewassen worden geteeld, met asperge en aardbei in de hoofdrol (zie ook Agrimatie).
- Zowel op de klei- als op de zandgronden is het percentage rustgewassen op bedrijfsniveau met 10-12% aan de lage kant. Een deel van de groenten wordt op gehuurd land geteeld, zodat de vruchtwisseling op perceelsniveau in werkelijkheid ruimer zal zijn dan de statistiek aangeeft. In de berekeningen wordt alleen uitgegaan van eigen grond. Ook in de praktijk geldt dat op een deel van de bedrijven in Zand Zuid extensivering van het bouwplan plaats zal moeten vinden om aan de eis van 25% rustgewassen en 33% rustgewassen te kunnen voldoen.

Tabel 2.6 *bedrijfskenmerken bedrijfstype groente.*

	Nederland Bedrijfstype Groente
Inkomen, 5-jarig gemiddelde (*1.000 euro)	150
Inkomen, basisjaar 2023 (*1.000 euro)	208
Onbetaalde arbeidsjaareenheden (aantal OAJE)	1,5
Totaal areaal (ha), waarvan;	40
Wintertarwe (ha)	1
Consumptieaardappelen (ha)	2
Suikerbieten (ha)	0
Uien (ha)	1
Groentegewassen (ha)	32
Snijmais (ha)	0
Grasland (ha)	1
Overige Gewassen (ha)	3
Rustgewassen (percentage)	10
Wegingsfactor	614

Overige opmerkingen bij tabel 2.6:

- Het percentage rustgewassen betreft 10% op bedrijfstype groente.
- Het 5-jarig gemiddelde inkomen per OAJE, op bedrijfstype groentebedrijf bedraagt ongeveer 100.000 euro.

Percentage bufferstrook en totaal landbouwareaal per bedrijfstype in NV-gebieden en in niet-NV-gebied
De bufferstroken zijn ingevoerd in 2023. De door WEnR aangeleverde percentages maken het mogelijk om in de berekeningen onderscheid te maken tussen percentage bufferstrook voor verschillende typen bedrijf in NV-gebieden en niet-NV-gebieden.

Voor het bepalen van het gemiddeld areaal aan bufferstroken per bedrijf, en de verdeling van dit areaal binnen en buiten het NV-gebied, is gebruik gemaakt van cijfers van WENR op perceelsniveau, op basis van de Basisregistratie Percelen. Deze cijfers geven op basis van perceelsgegevens, per NSO-bedrijfstype (NSO staat voor Nederlandse Standaard Output typering zoals onder andere gebruikt door CBS en in BIN; NSO 4500: melkveebedrijven; NSO 1601 zetmeelaardappelbedrijven; NSO 1602: groentebedrijven; NSO1604: pootaardappel-, consumptieaardappel- en overige akkerbouwbedrijven) en voor 11 LMM-grondsoortregio's (zoals toegelicht in paragraaf 2.4 en weergeven op kaart in Minerals Policy Monitoring Program report 2019–2022, pag. 21) het totale landbouwareaal en het areaal bufferstroken weer. Op basis hiervan is voor elke combinatie van LMM-grondsoortregio en NSO-bedrijfstype het gemiddelde percentage bufferstrook berekend.

De combinaties van LMM-gebied en NSO-type zijn gekoppeld aan de standaardbedrijven die in FarmDyn zijn doorgerekend (zie hierboven). Hierbij is het mogelijk dat meerdere FarmDyn-bedrijven aan één combinatie van LMM-gebied en NSO-bedrijfstype zijn gekoppeld. Bijvoorbeeld: bij melkveehouderij wordt in gebruikte NSO types geen onderscheid gemaakt tussen extensief, intensief, groot of klein en daardoor krijgen alle bedrijven per grondsoort hetzelfde percentage bufferstrook. Voor akkerbouw op kleigrond wordt wel onderscheid gemaakt tussen graanbedrijven en overige akkerbouwbedrijven (zoals pootaardappel-, consumptieaardappel- en overige bedrijven).

Tabel 2.7 laat zien dat het percentage bufferstrook specifiek is voor bedrijven in NV- en niet-NV-gebieden door verschillen in ligging. Dit is niet gerelateerd aan beleid, maar heeft wel invloed op de hier gepresenteerde uitkomsten voor bedrijfstypen in de niet-NV- en de NV-gebieden. De door WEnR aangeleverde percentages maken het mogelijk om in de berekeningen onderscheid te maken

Tabel 2.7 laat ook zien dat onder de maatregelen een ander bufferstrookpercentage gehanteerd wordt voor de niet-NV-gebieden op veen- en Kleigrond. Voor de NV-gebieden is het percentage bufferstrook in de basis, Referentie en maatregelpakket 8e AP altijd gelijk (per regio en bedrijf).

Tabel 2.7 *Percentage bufferstrook en totaal landbouwareaal per bedrijfstype in NV-gebied en niet-NV-gebied.*

Nummer		**Melkvee**				**Akkerbouw**				
		Veen	Klei	Zand overig	Zand Zuid	Klei	Klei	Zand overig	Zand overig	Zand Zuid
	Bedrijfstype	*Extensief/ intensief*	*Extensief /intensief*	*Extensief/ intensief & GR/KL*	*Extensief/ intensief & GR/KL*	*Graan*	*Poot, consumptie en overig*	*Zetmeel- Aardappel*	*Overig*	*Overig*
Basis en Referentie	Standaard	3,22	2,33	2,00	1,82	1,57	1,84	1,67	1,63	1,15
	NV	4,00	2,36	1,66	1,65	1,93	1,94	1,42	1,23	1,14
Maatregelen	Standaard	2,36	1,76	2,00	1,82	0,80	0,88	1,67	1,63	1,15
	NV	4,00	2,36	1,66	1,65	1,93	1,94	1,42	1,23	1,14
% in NV-gebied		25,4	28,8	44,5	96,9	41,4	40,3	16,8	39,8	97,0

2.2.4 Maatregelen

In fase 1 van het ex ante onderzoek 8e AP (bijlage 1) is een kwalitatieve beoordeling gegeven van het effect van individuele maatregelen op de waterkwaliteit, inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en economische effecten van de individuele maatregelen. Op basis van resultaten van fase 1 en de gesprekken met diverse stakeholders heeft de minister de lijst met maatregelen vastgesteld die meegenomen worden in de ex ante berekeningen (tabel 2.8).

Tabel 2.8 *Overzicht van de maatregelen die onderdeel zijn van het maatregelpakket dat wordt doorgerekend in het kader van het ex ante onderzoek 8e AP.*

Nummer	Afkorting maatregel	Omschrijving	Toepassingsgebied
1	Mestvrije bufferstrook	Vervanging van de huidige breedte van de bufferstrook naar 0,5 of 1,0 meter	Gebieden op klei/veen waar grondwaterkwaliteit goed is en dat geen aandachtsgebied oppervlaktewater voor N en/of P is.
2	1:3 rotatie met rustgewassen	Aanpassen van het bouwplan met een minimaal 1:3 rotatie van rustgewassen	Zand-zuid en lössregio
	2:6 rotatie met rustgewassen	Aanpassen van het bouwplan met een minimaal 2:6 rotatie van rustgewassen	Zand-zuid en lössregio
3	Behoud areaal grasland	Behoud areaal grasland: uitgaande van verhouding areaal grasland en bouwland in 2022	Voor alle grondsoorten/heel Nederland
4	Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen	Aanpassing N-gebruiksnormen: • Generieke kortingen van 0%, 3%, 5%, 8%, 10%, 15% en 20% • Aanpassing N-gebruiksnorm o.b.v. het CDM-advies	• Generieke korting op alle grondsoorten/heel Nederland • Korting voor gewassen in Zand-Noord, Zand-Midden, Zand-zuid en lössregio
5	N-mineraal meting bij scheuren grasland	Aanpassing van de N-gebruiksnorm na scheuren grasland o.b.v. N-mineraal	Zand-zuid en lössregio
6	Bodembedekking in de winter na maisteelt	Na maïsoogst gras of ander gewas dat de bodem bedekt in de winter	Niet NV-gebieden in de Klei- en Veenregio
7	Aanleg infiltratiegreppels	Aanleg infiltratiegreppels	Aandachtsgebieden oppervlaktewater voor P

De maatregelen in tabel 2.8 samen vormen het maatregelpakket waarvan het effect op de nitraatconcentraties in het grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater kwantitatief in beeld worden gebracht (hoofdstuk 4). Hierbij worden verschillende rekenvarianten gehanteerd, die variëren in stikstofgebruiksnorm (8AP1-8AP8; zie tabel 2.9). Naast het effect van het maatregelpakket wordt ook een reflectie gegeven op het halen van het doelbereik. Hierbij zal ook kwalitatief rekening worden gehouden met mogelijke aanvullende maatregelen in de grondwaterbeschermingsgebieden en de aanleg van brede beekdalen.

2.2.5 Rekenvarianten

Om inzicht te krijgen in de effecten van mogelijke maatregelen uit het 8e Actieprogramma Nitraatrichtlijn, zijn verschillende rekenvarianten doorgerekend (tabel 2.9).

Tabel 2.9 *Overzicht van de rekenvarianten in het ex ante onderzoek 8e AP.*

Nummer	Rekenvariant	Omschrijving
1	Basisjaar 2022	Berekenen voor het basisjaar 2022 op basis van de Emissieregistratie 2024: • **7AP_ref:** Werkelijke weerjaren + berekende bemesting boven de gebruiksruimte • **7AP_basis** Gemiddelde weerjaren[1] + berekende bemesting boven de gebruiksruimte
2	Referentie 2030/2045 [2]	Berekeningen Referentie voor de zichtjaren 2030 en 2045: • **REF:** Gemiddelde weerjaren[1] + berekende bemesting binnen de gebruiksruimte + maatregelen 7e AP, Derogatiebeschikking en KEV 2024[3]
3	Rekenvarianten 8e AP[4]	Berekenen effecten maatregelenpakket voor de zichtjaren 2030 en 2045: • **8AP1**: Referentie + vervallen korting 20% in NV-gebieden + berekende bemesting binnen de gebruiksruimte + reductie N-gebruiksnorm van 0% in alle gebieden + overige maatregelen uit tabel 2.8. • **8AP2:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 3% korting van de N-gebruiksnorm. • **8AP3:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 5% korting van de N-gebruiksnorm. • **8AP4:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 8% korting van de N-gebruiksnorm. • **8AP5:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 10% korting van de N-gebruiksnorm. • **8AP6:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 15% korting van de N-gebruiksnorm. • **8AP7:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met 20% korting van de N-gebruiksnorm. • **8AP8:** Gelijk aan rekenvariant 8AP1, maar dan met een korting van de N-gebruiksnorm die is afgeleid op basis van het CDM-advies

1. Om inzicht te krijgen in het effect van droge en natte jaren wordt niet alleen het gemiddelde weergegeven, maar ook het minimale en maximale waarden (bandbreedte) van de nitraatconcentraties in het grondwater.
2. In de Referentie worden de maatregelen in het 7e NAP (met uitzondering van de maatregelen in het Addendum op het 7e AP), de maatregelen in de Derogatiebeschikking 2022/2069 en uitgangspunten in de KEV 2024 aangehouden.
3. Op basis van de uitgangspunten in de KEV 2024 wordt geen berekende bemesting boven de gebruiksruimte verwacht in de zichtjaren.
4. Voor deze rekenvarianten komt de 20% korting in de NV-gebieden te vervallen, zodat er geen extra korting in de NV-gebieden plaatsvindt. Ook deze berekeningen worden doorgerekend met een gemiddeld weerjaar en wordt ook het 10 en 90-percentiel weergegeven.

Effect van het huidige beleid

Om inzicht te krijgen in het effect van het huidige beleid (de uitgangspunten uit de KEV 2024, inclusief maatregelen in het 7e AP en de derogatiebeschikking) op de waterkwaliteit en inkomen van de bedrijven wordt de Referentie vergeleken met het Basisjaar 2022.

Effect van de maatregelpakketten

Om inzicht te krijgen in het effect van de maatregelpakketten op de waterkwaliteit en inkomen van de bedrijven worden de varianten 8AP1 t/m 8AP8 vergeleken met de Referentie.

2.3 Modelaanpak en modelaannames

2.3.1 Waterkwaliteit

In fase 1 van ex ante onderzoek 8e AP is een verkenning uitgevoerd naar het effect van mogelijke maatregelen in het 8e Actieprogramma Nitraatrichtlijn op de waterkwaliteit. Waterkwaliteit is een breed begrip en kan worden uitgedrukt in chemische en ecologische kwaliteit. De ecologische waterkwaliteit wordt vooral bepaald door de biologische kwaliteit en daarnaast door de beoordeling van overige relevante, specifieke, verontreinigde stoffen en fysisch-chemische kwaliteit (o.a. nutriënten). Het ex-ante onderzoek 8e AP richt zich uitsluitend op de nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater uit landbouwgronden (fysisch-chemische waterkwaliteit). De overige indicatoren voor waterkwaliteit vallen buiten de scope van dit onderzoek.

2.3.1.1 Rekenmodellen

Voor het berekenen van het effect van de maatregelpakketten op de nitraatconcentraties in het grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater is gebruik gemaakt van het INITIATOR-model (*Integrated Nitrogen Impact Assessment Tool on a Regional Scale*) (De Vries et al., 2023; Kros et al., 2019) en het deelmodel ANIMO van het Landelijk Waterkwaliteitsmodel (Van der Bolt et al., 2020; Van der Bolt et al., 2022).

INITIATOR berekent de verdeling van mest en houdt daarbij rekening met aanvoer van dierlijke mest (van het eigen bedrijf of via mesttransport) en kunstmest, wettelijke gebruiksnormen, het gewas en de bodemeigenschappen. ANIMO wordt gebruikt voor de berekening van nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden.
In bijlage 4 worden beide modellen uitgebreid beschreven; de tekst is overgenomen uit het rapport dat is opgesteld in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2024 (Groenendijk et al., 2024a).

2.3.1.2 Implementatie basisjaar en Referentie

In paragraaf 2.2.1 en 2.2.2 zijn de uitgangspunten beschreven voor het berekenen van de waterkwaliteit in het basisjaar en de zichtjaren voor de referentie. Hierbij is aangegeven dat aangesloten is bij de uitgangspunten en aannames die gedaan zijn voor de berekeningen die zijn uitgevoerd voor de Emissieregistratie 2024 en de KEV 2024 (Cals et al., 2024).

Basisjaar

Voor het Basisjaar 2022 zijn de gegevens gebruikt van de berekeningen voor de Emissieregistratie 2024. De gegevens van een bepaalde versie van de Emissieregistratie lopen altijd twee jaar achter op het jaartal van uitgifte. Bij aanvang van deze studie zijn de gegevens ten aanzien van dieraantallen, stallen en bedrijven, landgebruik voor het jaar 2022 in INITIATOR-model verwerkt.

Referentie
Voor de Referentie is gebruik gemaakt van de uitgangspunten uit de KEV 2024. In de KEV 2024 wordt een beeld geschetst van de ontwikkeling in de landbouw in de zichtjaren 2025, 2030, 2035 en 2040, op basis van het vastgestelde en voorgenomen beleid op peildatum 1 mei 2024. Het basisjaar van de KEV 2024 is 2022 en emissies op nationale schaal zijn doorgerekend met het model NEMA (Cals et al., 2024). De bijbehorende uitgangspunten en verwachte ontwikkelingen zijn op bedrijfsniveau ingebracht in het model INITIATOR, waarmee de verdeling van dierlijke mest en kunstmest is berekend. Daarbij wordt verondersteld dat de bemesting in 2030 plaatsvindt binnen de mestgebruiksruimte (zie ook paragraaf 7.1). Daarnaast is aangenomen dat de bemesting na 2030 ongewijzigd blijft tot aan het eindjaar van de simulatie (2045). Als onderdeel van de KEV 2024 is aangenomen dat de maatregelen in het 7e AP en de maatregelen in de derogatiebeschikking 2022/2069 worden voortgezet. In bijlage 5 worden de gehanteerde uitgangspunten nader beschreven.

2.3.1.3 Maatregelpakket

In de verschillende rekenvarianten voor het maatregelpakket (tabel 2.9) wordt verondersteld dat op alle landbouwbedrijven sprake is van een goede landbouwpraktijk en dat er geen berekende bemesting boven de gebruiksruimte plaatsvindt. De beoordeling van de effecten van de maatregelpakketten richt zich op het naleven van de gebruiksnormen; gebruiksvoorschriften vallen buiten het bestek van deze studie.

Bij het kwantificeren van het effect van het maatregelpakket met daarin de verschillende maatregelen uit tabel 2.9 is een vertaling nodig van voor een praktische doorrekeningen in de modellen INITIATOR en ANIMO. In tabel 2.10 is weergegeven hoe de maatregelen zijn meegenomen in beide modellen.

Tabel 2.10 *Overzicht van de maatregelen in het maatregelpakket en hoe hier modelmatig invulling aan is gegeven bij het kwantificeren van de nitraatconcentraties in het grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater.*

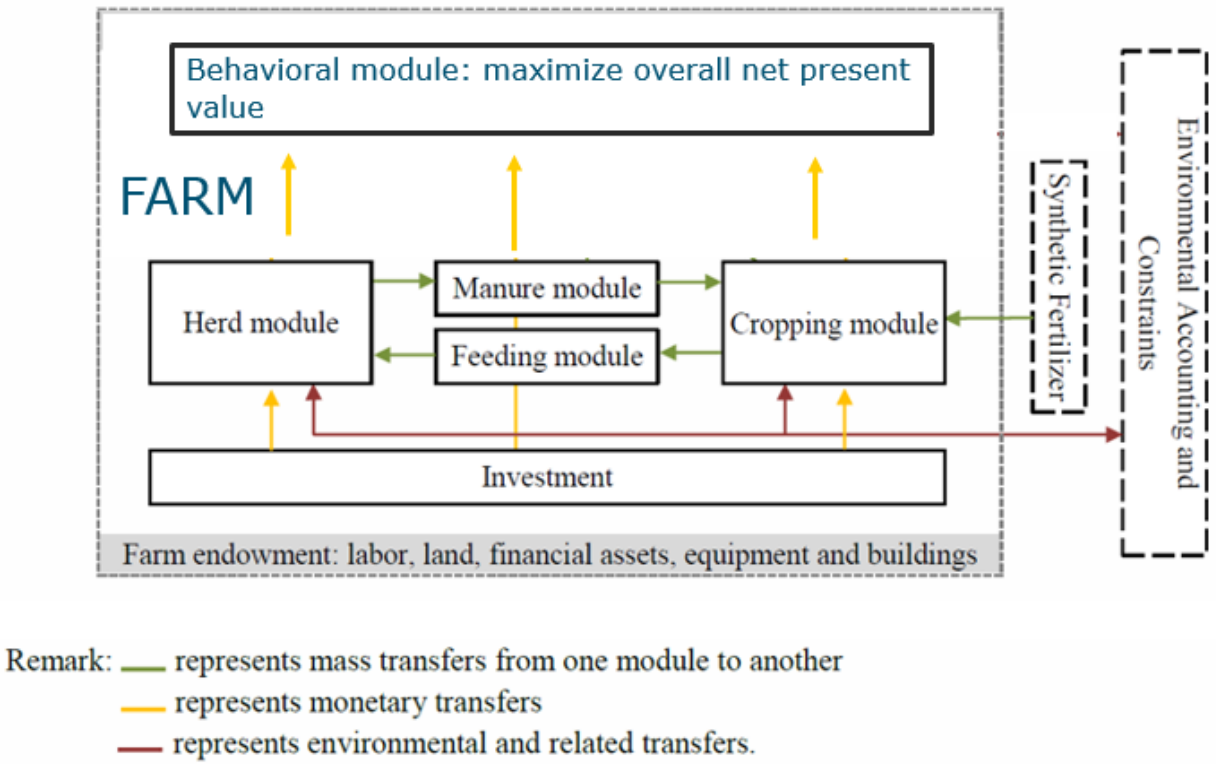
Afkorting maatregel	INITIATOR	ANIMO
Mestvrije bufferstrook	Aanpassen gebruiksnormen en areaal	Additioneel effect o.b.v. rekenregels
1:3 rotatie met rustgewassen	Aanpassen areaal landbouwgewassen	n.v.t.
2:6 rotatie met rustgewassen [1]	Aanpassen areaal landbouwgewassen	n.v.t.
Behoud areaal grasland	Aanpassen verhouding areaal grasland en bouwland	Aanpassen verhouding areaal grasland en bouwland (alleen in de Referentie)
Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen	Aanpassen gebruiksnormen	n.v.t.
N-mineraal meting bij scheuren grasland [2]	n.v.t.	n.v.t.
Bodembedekking in de winter na maisteelt	n.v.t.	Verhogen van de gewasopname van N en P door de bodembedekking
Aanleg infiltratiegreppels	n.v.t.	Additioneel effect o.b.v. rekenregels

1. Bij het doorrekenen van de effecten van de maatregelen op de nitraatconcentraties in het grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater is voor een rotatie van 2:6 hetzelfde effect verondersteld als een rotatie van 1:3.
2. Voor het kwantificeren van het effect van de maatregel 'N-mineraal meting bij scheuren grasland' is een inschatting nodig van de gevolgen hiervan op de mestgiften in combinatie met de gemeten N-mineraal. Binnen het tijdsbestek van dit onderzoek was het niet mogelijk om dit voldoende onderbouwd door te rekenen.

2.3.2 Economie en inpasbaarheid op bedrijfsniveau

2.3.2.1 Economie op bedrijfsniveau

Voor de doorrekening van het 7e en het 8e AP is gebruik gemaakt van het bio-economisch model Farmdyn (figuur 2.1) (Jongeneel et al, 2024; Britz et al., 2016).



Figuur 2.1 *Schematische verbeelding van bio-economisch model Farmdyn.*

Farmdyn is een optimalisatiemodel. Dat betekent dat als door de implementatie van maatregelen de kostenstructuur van het bedrijf verandert, het model tot aanpassingen in met name het bouwplan, het bemestingsplan, het voederrantsoen en de samenstelling van de veestapel kan komen, zoekend naar de optimale combinatie van bedrijfsstructuur en inkomen uit bedrijf. Daarbij wordt rekening gehouden met randvoorwaarden, zoals bijvoorbeeld prijzen van inputs en outputs vanuit de markt, maar ook over toegestane aanwending van stikstof uit dierlijke mest en totaal (werkzame) stikstof en fosfaat uit kunstmest en dierlijke mest (kg stikstof en fosfaat per bedrijf).

Een belangrijk onderdeel in Farmdyn zijn de N-responsecurves. Deze curves geven per gewas aan hoeveel kg gewas/product de toediening van 1 kg extra N oplevert. Over het algemeen is sprake van afnemende meeropbrengsten. Dat wil zeggen dat elke kg N extra minder kg product oplevert. De economisch optimale N-gift wordt bereikt als de waarde van 1 kg extra N even groot is als de waarde van de extra productie. De N-responsecurves en de optimale N-gift verschillen per gewas(groep).

Bij dit economische principe van optimale N-gift (uit kunstmest) zijn twee kanttekeningen te plaatsen:

1. Gewassen worden niet alleen bemest met kunstmest maar ook met dierlijke mest of compost. Melkveehouders proberen zoveel mogelijk de mest van hun eigen bedrijf op hun eigen percelen af te zetten, binnen de daarvoor geldende regels. Afzet van mest naar andere bedrijven kost hen namelijk veel geld. Akkerbouwers zullen ook zoveel mogelijk dierlijke mest willen toepassen, omdat zij juist voor mestacceptatie geld ontvangen en daarmee op de kunstmestgift kunnen besparen. Daarmee verschuiven de economische optima op beide bedrijfstypen richting zoveel mogelijk toepassen van dierlijke mest en beperking van de kunstmestgift. De stikstof in dierlijke mest heeft een bepaalde werkingscoëfficiënt, dat wil zeggen dat een deel van de stikstof in de mest in het jaar van toepassing beschikbaar komt; een ander deel komt pas in de jaren daarna beschikbaar.

Percelen die jaar na jaar met dierlijke mest worden bemest zullen daarom toenemen in organischestofgehalte en jaarlijks stikstof vrijmaken uit organische stof. Bemestingsadviezen houden hier rekening mee.

2. De hoeveelheid stikstof die toegepast mag worden uit dierlijke en/of kunstmest wordt beperkt door de N-gebruiksnormen. Omdat deze per bedrijf berekend wordt, kan het zijn dat binnen de totale N-gebruiksruimte[7] een relatief hoog aandeel van de toegestane stikstof wordt toegepast op hoogsalderende gewassen, ten behoeve van een hoge kg-opbrengst. Stikstof is namelijk de belangrijkste opbrengstbepalende nutriënt. Een aantal van deze gewassen, met name aardappelen en uien, heeft een relatief beperkt wortelstelsel, zodat bij deze gewassen het risico op N-uitspoeling relatief het grootst is. Dit betekent dan ook dat er op minder hoogsalderende gewassen zoals granen, eiwit- en vezelgewassen minder N wordt toegepast dan de gebruiksnorm toelaat.

De N-responsecurves in Farmdyn zijn gebaseerd op het werk van Van Dijk et al. (2007). Uit een groot aantal bemestingsproeven met een groot aantal gewassen is uitgerekend hoeveel kg-opbrengst (in procenten) wordt ingeleverd als de N-gift lager is dan de N-bemestingsnorm uit 2005. Uit die proeven blijkt dat, gemiddeld over alle bemestingsproeven, een daling van de N-gift met enkele tientallen procenten bij de meeste gewassen een relatief lage daling van de kg-opbrengsten oplevert, vaak in de orde van enkele procenten. Bij een daling van 50% komen de meeste gewassen op een punt dat de kg-opbrengst sterker gaat dalen. In termen van curves gesproken ga je dan van het plateau naar het lineaire gedeelte van de curve. Een voorbeeld van dergelijke effecten is gegeven in Bijlage 9.

De uit Van Dijks werk afgeleide N-responsecurves zijn niet ideaal, omdat de huidige N-bemestingsnormen flink lager liggen dan die uit 2005. Daarnaast zijn de kg-opbrengsten van de gewassen in de proeven in de afgelopen jaren aanzienlijk gestegen. Daardoor is ook de afvoer van stikstof via oogstproduct aanzienlijk gestegen. Ten opzichte van de praktijkgiften in 2005 liggen de huidige bemestingsnormen dus in grafische termen veel verder naar links, waardoor men voor veel gewassen in de buurt van het lineaire gedeelte van de curve komt. In de praktijk worden daarom door akkerbouwers zorgen geuit over de 'uitmijning' van hun grond door structurele onderbemesting. Voor een deel is dit op te vangen met precisiebemesting, waarover in de discussie meer wordt toegelicht.

Uit recent overleg met Van Dijk hebben we overigens geconstateerd dat ondanks de beperkingen van de uit zijn werk afgeleide curves deze voor dit moment de beste zijn die beschikbaar zijn voor Nederlandse gewassen en omstandigheden. In de discussie zullen hierbij kanttekeningen worden gemaakt zoals hierboven. Bovendien wordt gewerkt aan een update van de curves door gebruik te maken van groeimodellen. Dit werk is echter nog niet afgerond en kon voor deze studie niet ingezet worden. Wel presenteert van Dijk et al. (2007) ook een maximaal opbrengsteffect van aanwending van 1 kg werkzame N minder. In dit rapport wordt deze informatie gebruikt voor een gevoeligheidsanalyse.

Overigens houdt Farmdyn geen rekening met de effecten van N-beschikbaarheid op de kwaliteit van gewassen. Bekend is dat de kwaliteit van gewassen als baktarwe, brouwgerst en bloembollen sterk samenhangt met het N-gehalte van de korrel respectievelijk de bol. Bij baktarwe en brouwgerst uit zich dat in een minimaal vereist eiwitgehalte (met stikstof als belangrijkste bouwsteen) om voor een toeslag voor baktarwe of brouwgerst in aanmerking te komen. Als dit eiwitgehalte niet bereikt wordt, zal de tarwe of de gerst als voertarwe moeten worden verkocht, terwijl er juist in het Nederlandse beleid en bedrijfsleven een streven is naar een hogere zelfvoorzieningsgraad voor beide gewassen. Voldoende N-beschikbaarheid bij de korrelvulling is hiervoor cruciaal. Bij een te laag eiwitgehalte loopt de teler dus de toeslag voor bak- of brouwkwaliteit mis. Overigens gaat een te hoge N-beschikbaarheid bij suikerbiet in de zomer en het najaar ten koste van het suikergehalte en de winbaarheid. Bij dat gewas is het dus zaak tijdig te stoppen met de N-bemesting en de nalevering van N uit dierlijke mest te beperken. Omdat deze kwaliteitseffecten niet in Farmdyn worden meegenomen, zullen de mogelijke inkomenseffecten en ook de verdeling van de beschikbare N-gebruiksruimte over gewassen mogelijk anders uitvallen dan uit modelberekeningen zou blijken.

[7] De totale N-gebruiksruimte is berekend door het areaal te vermenigvuldigen met de N-gebruiksnorm voor dat gewas en daarvan de som te berekenen.

Dit laatste punt laat ook een beperking zien van het werken met Farmdyn. Het model rekent met de totale N-beschikbaarheid, terwijl vrijwel alle gewassen gedeelde N-giften ontvangen. Dat wil zeggen dat ze veelal voorafgaande aan het zaaien of poten bemest worden met dierlijke mest of eventueel compost (in het geval van bloembollen) en vervolgens nog een of enkele keren een aanvullende kunstmestgift ontvangen om op het juiste moment de gewasontwikkeling te sturen, met name als de fase van korrel- of knolvulling is aangebroken.

De uitkomsten van rekenwerk met modellen wordt vaak in hoge mate bepaald door de uitgangspunten die gekozen zijn. Voor de basis, het jaar 2023 zijn de uitgangspunten:

- Voor dat jaar zijn de gebruiksnormen voor stikstof uit 2023 gehanteerd.
- De gebruiksnormen voor fosfaat zijn gebaseerd op fosfaatdifferentiatie.
- Wel is derogatie van de nitraatrichtlijn aangenomen, met:
  - Mestafzetkosten: 9,1/10,8 euro per $m^{3,}$ afhankelijk van bedrijfstype (gebaseerd op BIN-data zoals ook alle andere bedrijfsspecifieke input);
  - Inkomsten uit mestacceptatie: 7,8/10,4 euro per m^3 afhankelijk van regio.
- Na de teelt van snijmais worden in zand Zuid en zand overig vanggewassen geteeld.
  - De extra kosten van een vanggewas bedragen 240 euro per ha.
- Gegeven het basisjaar 2023, worden bufferstroken in de basis meteen al ingerekend. De hiermee samenhangende extra kosten c.q. inkomensderving per bedrijf zijn afhankelijk van het areaal bufferstrook. In het maatregelpakket worden de bufferstroken op klei en veen in de niet-NV-gebieden verkleind. Op bufferstroken mag geen bemesting of gewasbescherming worden toegepast. Voor de melkveehouderij betekent dit dat er op de bufferstroken gras wordt geteeld, dat wel geoogst of beweid wordt maar niet bemest. Dit areaal telt ook niet mee voor de mestplaatsingsruimte en de totale stikstof- en fosfaatgebruiksruimte. Voor de akkerbouw betekent dit dat er geen akkerbouwgewas wordt geteeld, omdat een bufferstrook zonder bemest en beschermd gewas geen marktbare opbrengst op zal leveren en in het slechtste geval zelfs nog een bron van ziekte of onkruiden kan zijn. In plaats daarvan worden deze stroken met gras ingezaaid. In veel gevallen zal er op de akkerbouwbedrijven overlap zijn met de teeltvrije zones, die al snel 1 à 1,50 meter breed zijn (bij granen 50 cm).
- In de basis 2023 wordt ook al rekening gehouden met afbouw van de derogatie, namelijk een korting van de toegestane aanwending van stikstof uit dierlijke mest van 10 kg stikstof per ha per bedrijf met derogatie.

Voor de Referentie, de situatie in 2030 als alle maatregelen in het 7e AP worden geïmplementeerd, zijn de volgende uitgangspunten aan de orde, voor zover afwijkend van de Basis:

- Geen derogatie van de nitraatrichtlijn:
  - Mestafzetkosten: 20 euro per m^3;
  - Inkomsten uit mestacceptatie: 9.8/17.4 euro per m3 afhankelijk van de regio. De hoogste prijs (in euro per m3 mestacceptatie) wordt betaald op het overig akkerbouwbedrijf in zand Zuid, vanwege relatief lage transportkosten.
- In de 8^e AP-maatregelpakketten wordt de prijs van mestafzet en mestacceptatie (euro per m^3) constant verondersteld ten opzichte van de basis.
  - Na alle teelten in zand Zuid en zand Overig worden vanggewassen geteeld met uitzondering van de winterteelten en consumptieaardappelen. De extra kosten hiervan bedragen 240 euro per ha.
  - In principe zouden consumptieaardappelen tijdig geoogst moeten worden, zodat er nog een vanggewas ingezaaid kan worden. In deze studie is er echter van uit gegaan, dat de consumptieaardappeltelers kiezen voor oogst na 1 oktober en daarom een korting van de gebruiksnorm van 20 kg stikstof per ha voor lief nemen. Na 1 oktober groeien de knollen in gewone jaren nog zodanig, dat oogsten vóór 1 oktober tot grote opbrengstdervingen zou leiden (dit was destijds ook het bezwaar tegen 'kalenderlandbouw'). De extra kosten die voortvloeien uit deze aanname, zijn afhankelijk van de stikstofgebruiksnorm in de basis 2023 in verhouding tot de stikstofgebruiksnorm in 2006, de opbrengst-responsefunctie van de gewassen (als de stikstofgebruiksruimte beperkend wordt) en het inkomen per gewas per ha.
- Uit het 7e AP is een aandeel rustgewassen van minimaal 25% (op perceelsniveau) aangenomen op bedrijven in zand Zuid en in zand Overig.

- De inkomenseffecten hiervan zijn afhankelijk van hoogste inkomen uit te kiezen rustgewassen ten opzichte van het laagste inkomen uit niet-rustgewassen. Anders gezegd, de teler vervangt het minst salderende niet-rustgewas door het meest salderende rustgewas.
- Er is een korting op stikstofgebruiksnorm van 20% op bedrijven in NV gebieden.
  - De extra kosten van deze maatregel zijn afhankelijk van de stikstofgebruiksnorm in de basis 2023 in verhouding tot de stikstofgebruiksnorm in 2006, de opbrengst-responsefunctie van de gewassen (als de stikstofgebruiksruimte beperkend wordt) en het inkomen per gewas per ha.
- In verband met de afschaffing van de Derogatie vindt omzetting van grasland naar bouwland plaats, omdat melkveehouders meer snijmaïs willen telen vanwege de hogere voederwaarde per ha in vergelijking met grasland. Onderstaande uitgangspunten komen uit de KEV 2024 en worden in deze studie ook gebruikt voor de analyse van de effecten van de Referentie en van het maatregelpakket op waterkwaliteit en andere indicatoren. Het betreft dan:
  - 10% van het areaal grasland op melkveebedrijven in zand Zuid en in zand Overig;
  - 5% van het areaal grasland op melkveebedrijven in kleigebieden (KEV 2024).
  - De netto-opbrengst per ha bouwland extra c.q. per ha grasland minder bedraagt ongeveer 500 tot 1.500 euro, afhankelijk van het type bedrijf.

Voor de doorrekening van de maatregelen in het 8e AP zijn de volgende uitgangspunten gekozen, naast de hierboven vermelde uitgangspunten voor de Referentiesituatie:
- Bufferstroken. De maatregel betekent een versoepeling in klei- en veengebieden in de niet NV gebieden.
- Het aandeel rustgewassen wordt minimaal 33% (op perceelsniveau) op bedrijven in zand Zuid.
- Op alle bedrijven wordt een korting van de stikstofgebruiksnorm van 0, 3, 5, 8, 20, 25 en 20% doorgerekend in de plaats voor de huidige korting van 20% op de stikstofgebruiksnormen voor bedrijven in NV-gebieden. Daarnaast wordt een doorrekening gedaan van het inkomenseffect van de aangepaste gebruiksnormen, afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet.
- Het areaal grasland is gelijk aan het areaal grasland in de Basis. Dit betekent dus dat de vervanging van gras- door bouwland zoals aangenomen onder de Referentie weer komt te vervallen.
- Een bodembedekker na snijmais in klei- en veengebieden wordt verplicht.
  - De extra kosten hiervan bedragen 240 euro per ha.

Met deze aannames zijn berekeningen gemaakt met Farmdyn voor alle bedrijven of, indien van toepassing, een selectie van bedrijven. Bij de presentatie van de effecten ligt de nadruk op veranderingen in inkomen als gevolg van twee stappen:
1. De effecten van de Referentie ten opzichte van de Basis;
2. De effecten van de maatregelen in het 8e AP ten opzichte van de Referentie.

Deze effecten worden weergegeven in hoofdstuk 5.

Voor de bloembollensector en de boomkwekerij zijn kwalitatieve inschattingen gemaakt in overleg met onafhankelijke deskundigen op het gebied van deze teelten. Ook zijn bronnen als RVO, Agrimatie en Dossier Bemesting in de boomkwekerij - Groen Kennisnet, 2021 geraadpleegd.

2.3.2.2 Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

In fase 1 van het ex ante onderzoek 8e AP (Bijlage 1) is een kwalitatieve beoordeling gegeven van een groot aantal maatregelen op de inpasbaarheid in de bedrijfsvoering. In dit rapport wordt voor de maatregelen uit tabel 2.9 een nadere kwalitatieve beoordeling gegeven op basis van expert judgement van onderzoekers van Wageningen Livestock Research en Wageningen Plant Research.

2.3.3 Overige indicatoren

Gasvormige emissies naar de lucht
Naast de effecten van het maatregelpakket op de nitraatconcentraties in het grondwater, de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater, worden in dit onderzoek ook de emissies naar de lucht in kaart gebracht, met name van ammoniak (NH_3), stikstofoxide (NO_x), lachgas (N_2O) en methaan (CH_4).

De emissies naar de lucht hebben betrekking op de emissies die door landbouwhuisdieren, mest van landbouwhuisdieren en bemesting van dierlijke mest en kunstmest op landbouwgrond in Nederland worden veroorzaakt. De emissies naar de lucht zijn berekend met het model INITIATOR (De Vries et al., 2023), hetzelfde model als wordt gebruikt bij het berekenen van de verdeling van mest. Voor het berekenen van de gasvormige emissies gebruikt INITIATOR de emissiefactorenmethodiek uit NEMA, waarmee jaarlijks de nationale emissies worden berekend (Van Bruggen et al., 2024). Omdat INITIATOR rekent op lokale schaal en NEMA op nationale schaal kunnen de emissietotalen uit INITIATOR enigszins afwijken dan de nationaal gerapporteerde emissietotalen van NEMA. De overeenkomst tussen de totale emissies van INITIATOR en NEMA is echter goed (zie bijvoorbeeld bijlage 1 in Gies et al., 2023). De resultaten van dit onderdeel worden beschreven in paragraaf 6.1.

Overige indicatoren
Naast de emissies naar de lucht wordt in dit ex ante onderzoek een indicatieve beoordeling gegeven van de effecten van het maatregelpakket op de bodemkwaliteit, biodiversiteit, en verdroging en wateroverlast. Door de zeer korte doorlooptijd van het project is de beoordeling gebaseerd op expert judgement, waarbij dezelfde aannames en gedachtegang is gehanteerd die is toegepast in de PlanMER van het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn (Van Boekel et al., 2021).

2.3.4 Opgave voor de uit- en afspoeling uit landbouwgronden

Om inzicht te krijgen in het effect van het maatregelpakket op de vermindering van de uit- en afspoeling en de bijdrage aan het halen van de doelen voor de KRW zijn de volgende stappen doorlopen:
- Vaststellen van de totale opgave (benodigde procentuele reductie van de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater) voor het realiseren van de stikstof- en fosfordoelen voor de KRW-waterlichamen per KRW-waterlichaam. De opgave wordt bepaald op basis van de meest recente stikstof- en fosfordoelen van het oppervlaktewater en de gemiddelde gemeten stikstof- en fosforconcentraties in het oppervlaktewater die zijn gerapporteerd in het waterkwaliteitsportaal.
- Vaststellen van de werkwijze voor het afleiden van de bijdrage van de landbouw aan de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater in samenwerking met het Ministerie van LVVN.
- Vaststellen van de werkwijze voor het afleiden van de opgave voor de landbouw op basis van de uitgangspunten die door het Ministerie van LVVN worden vastgesteld. In deze studie is de opgave voor de landbouw gedefinieerd als de mate waarin de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden verminderd moet worden.

2.4 Ruimtelijk detailniveau effecten maatregelpakket

De modellen INITIATOR en ANIMO/LWKM rekenen met een gedetailleerde ruimtelijke indeling/schematisering. Deze resultaten worden voor analyse en verder gebruik geaggregeerd naar een grover ruimtelijk detailniveau waarbij andere gebiedsindelingen worden gebruikt voor de nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater.

Nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater
Voor het rapporteren van de berekende nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater wordt aangesloten bij de ruimtelijke indeling die wordt gehanteerd door het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM). In het LMM worden vier regio's onderscheiden op basis van grondsoort: Zandregio, Kleiregio, Veenregio en Lössregio. Hierbij dient te worden opgemerkt dat binnen een regio ook andere grondsoorten voorkomen.

In het LMM zijn de Zandregio, Kleiregio en Veenregio daarnaast verder onderverdeeld in deelgebieden. Voor de Zandregio wordt onderscheid gemaakt in vier zandgebieden (zuid, midden, noord en west). De Kleiregio wordt ingedeeld in het Rivierkleigebied, Noordelijk zeekleigebied, Centraal zeekleigebied en het Zuidwestelijk zeekleigebied. De Veenregio wordt opgedeeld in Veenweide West en Veenweide Noord. De Lössregio wordt verder niet onderverdeeld (figuur 2.1).

Figuur 2.1 *Ruimtelijke indeling van de effectschatting voor de nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater.*

Stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater
Voor het effect van het maatregelenpakket op de stikstof- en fosforbelasting wordt weergegeven op het schaalniveau van de 21 waterschappen (figuur 2.2).

Figuur 2.2 *Ruimtelijke indeling van de effectschatting voor de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater op het schaalniveau van de 21 waterschappen.*

3 Landbouwkundige ontwikkeling

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste ontwikkelingen beschreven met betrekking tot dieraantallen, mestproductie, gewasarealen, mestgiften en het stikstofbodemoverschot. Het gaat hierbij om de ontwikkeling in de periode 2021–2023 en de verwachte ontwikkeling tot 2030 op basis van de uitgangspunten uit de KEV 2024. Voor een uitgebreidere beschrijving van de landbouwkundige ontwikkeling tot 2021 verwijzen we naar Groenendijk et al. (2024a) in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2024.

Vanwege de beperkte doorlooptijd van dit project was het niet mogelijk om een vertaalslag te maken van de landbouwkundige ontwikkelingen op landelijk niveau naar de gevolgen daarvan voor de kenmerken op bedrijfsniveau. Om dicht bij de bestaande situatie te blijven, wordt er in de bedrijfseconomische analyse vanuit gegaan dat het areaal landbouwgrond per bedrijf en per bedrijfstype in zowel de Referentie als de maatregelpakketten constant blijft ten opzichte van het basisjaar. Het aantal melkkoeien en het bouwplan per bedrijf en bedrijfstype kan wel wijzigen, maar dit is dan een direct gevolg van de uitgangspunten in de Referentie en de maatregelpakketten.

3.1 Dieraantallen

In tabel 3.1 is de ontwikkeling van het aantal dieren in de periode 2021-2023 weergegeven, evenals de verwachte ontwikkeling in de periode 2022-2030 (tabel 3.2) op basis van de KEV 2024 bij vastgesteld + voorgenomen beleid. De dieraantallen nemen naar verwachting af door een combinatie van beëindigingsregelingen, afroming en toename in melkproductie per koe. Ook wordt een extra krimp van de melkveestapel verondersteld doordat de plaatsingsruimte afneemt bij het vervallen van derogatie. De ontwikkelingen zijn nader toegelicht in Bijlage 5 en Cals et al. (2024).

De maatregelen uit het maatregelpakket grijpen alleen aan op gebruiksnormen en gewasarealen. Er vindt geen directe verandering plaats in het aantal dieren als gevolg van het maatregelpakket 8e AP. Met mogelijke indirecte gevolgen op het aantal dieren is geen rekening gehouden. Er wordt dus verondersteld dat het aantal dieren in alle varianten gelijk dieraantallen blijft aan het aantal dieren in de Referentie 2030 (tabel 3.1).

Tabel 3.1 *Ontwikkeling van het aantal stuks rundvee, varkens, pluimvee en overig vee in de periode 2021–2023, de Referentie voor 2030 op basis van KEV 2024 (Ref2030) en de varianten van het 8e AP (8AP1–8AP8).*

Dieraantallen (x 1.000 dieren)					
Diercategorie	**2021**	**2022**	**2023**	**Ref2030**	**8AP1-8AP8[1]**
Rundvee	3.730	3.770	3.760	3.070	3.070
Varkens[2]	6.200	6.120	5.840	4.850	4.850
Pluimvee	90.670	89.450	87.260	76.830	76.830
Overig	1.090	1.110	1.110	4.950	4.950

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'
2. Exclusief gespeende biggen

3.2 Mestproductie

De productie van stikstof en fosfaat uit dierlijke mest bestaat uit een combinatie van het aantal dieren en excretiefactoren (in kilogram N en P_2O_5 per dier). De excretiefactoren worden jaarlijks vastgesteld en variëren op basis van weersomstandigheden en voersamenstellingen. In de KEV wordt verondersteld dat de excretiefactoren afnemen ten opzichte van het gemiddelde over 2018-2022 (zie bijlage 5). De afname vindt plaats als gevolg van een lagere stikstofbemesting op grasland en maïsland in NV-gebieden en veranderde rantsoenen (bijvoorbeeld meer maïs in het rantsoen). Ook voor de fosfaatexcretiefactoren wordt de ontwikkeling uit de KEV 2024 gevolgd.

Het product van de excretie per dier en de dieraantallen bepaalt de landelijke mestproductie aan stikstof en fosfaat (tabel 3.2). De daling in N- en P_2O_5-excretie tussen 2021 en 2023 wordt vrijwel volledig bepaald door de afname in het aantal varkens en pluimvee. In de periode tot 2030 dalen de stikstof- en fosfaatexcreties conform de aannames uit de KEV 2024.

In de varianten van het maatregelpakket (8AP1–8AP8) wordt aangenomen dat de mestproductie gelijk blijft aan die in de Referentie. Door de maatregel 'behoud areaal grasland' en veranderingen in de stikstofgebruiksruimte kan het ruw eiwitgehalte in het rantsoen echter enigszins veranderen, wat kan leiden tot een lichte stijging of daling van de stikstofexcretie door melkvee. Om dit effect nauwkeurig te kwantificeren, zou een berekening met het model van de Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (WUM) nodig zijn – het model dat jaarlijks wordt gebruikt om excretiefactoren vast te stellen. In de KEV 2024 is zo'n berekening wel uitgevoerd, maar in dit onderzoek was dat door de korte doorlooptijd niet mogelijk. Daarom is verondersteld dat de mestproductie in de maatregelvarianten gelijk blijft aan de Referentie.

Tabel 3.2 *Ontwikkeling van de mestproductie (in kiloton N en kiloton P_2O_5), exclusief gasvormige emissies, in de periode 2021–2023, de referentie voor 2030 op basis van KEV 2024 (REF) en de varianten van het 8e AP (8AP1–8AP8).*

	Mestproductie (kiloton N)					Mestproductie (kiloton P_2O_5)				
Diercategorie	**2021**	**2022**	**2023**	**REF**	**8AP1-8AP8**	**2021**	**2022**	**2023**	**REF**	**8AP1-8AP8**
Melk- en fokvee	276	272	275	227	227	74,9	78,0	75,9	63,8	63,8
Schapen en geiten	15	16	16	15	15	4,6	4,7	4,9	4,8	4,8
Overige graasdieren	20	20	20	20	20	6,2	6,1	6,0	6,2	6,2
Varkens	89	87	81	69	69	34	34	32	27	27
Pluimvee	56	55	54	47	47	24	23	23	20	20
Vleeskalveren	20	21	20	18	18	5,5	5,7	5,3	4,9	4,9
Overige staldieren	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal	*476*	*470*	*465*	*396*	*396*	*150*	*151*	*148*	*126*	*126*

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

3.3 Gewasarealen

Het verloop van de gewasarealen in de periode 2021-2023, in de Referentie voor 2030 en de varianten van het maatregelpakket voor 2030 is geschetst in tabel 3.3. In de Referentie voor 2030 worden de uitgangspunten van de KEV 2024 toegepast (Cals et al., 2024; zie bijlage 5). Daarin is uitgegaan van een jaarlijkse afname van het landbouwareaal met circa 6.000 hectare per jaar. Daarnaast wordt uitgegaan van extra afname van circa 45.000 hectare als gevolg van bufferstroken (dit heeft effect op het areaal waarop bemest mag worden) die in de Referentie gehandhaafd blijven. Ook wordt in de KEV 2024 een verschuiving van grasland naar bouwland verondersteld, doordat met het vervallen van de derogatie ook de verplichting van 80% grasland op derogatiebedrijven vervalt. Er is daarom aangenomen dat derogatiebedrijven op zand en lösss ca. 10% van hun graslandareaal omzetten naar maïs- en bouwland. Bij bedrijven op klei wordt uitgegaan van ca. 5%. Op veen wordt geen omzetting verondersteld.

Ook is rekening gehouden met een gewasrotatie van 1:4 op zand- en lösspercelen, als onderdeel van het 7e AP. De implementatie van deze omzettingen is nader beschreven in bijlage 5. Dit leidt ertoe dat het graslandareaal tussen basisjaar 2022 en Referentie 2030 naar verwachting zal afnemen met ca. 83.000 hectare (ca. 9%). Voor het maïsareaal[8] wordt in deze periode een toename geraamd van ca. 24.000 ha (ca. 13%) en voor bouwland een afname van ca. 25.000 ha (ca. 6%).

Vanuit het maatregelpakket zijn er drie maatregelen die een effect hebben op de gewasarealen. De maatregel 'behoud areaal grasland' heeft het grootste effect op de arealen. Hierbij is het aandeel intensief grasland in het totaal areaal gelijkgesteld aan het aandeel in het basisjaar (2022) en wordt de verschuiving van grasland naar bouwland uit de Referentie voor 2030 ongedaan gemaakt. Ook de maatregel 'rustgewassen 1:3' heeft een effect op de verdeling van de arealen. Hierdoor neemt het aandeel niet-rustgewassen af in de regio's Zand Zuid en neemt het aandeel rustgewassen (waaronder gras) daartoe. De bepaling van areaalomzettingen van rustgewassen is toegepast op basis van het voorkomen in de Basisregistratie Gewaspercelen 2021-2023. Voor percelen waarop in deze periode geen rustgewas voorkomt, is verondersteld dat hiervan een derde van het areaal wordt omgezet naar een rustgewas. Het rustgewas waarnaar omzetting plaatsvindt, is gebaseerd op het voorkomen van de rustgewassen binnen het betreffende landbouwdeelgebied. Ten slotte heeft de maatregel 'Mestvrije bufferstrook' een effect op het totale areaal. Op klei- en veenpercelen waar de grondwaterkwaliteit goed is en geen aandachtsgebied oppervlaktewater voor N en/of P is neemt het areaal bufferstroken af van 0,5–1–3–5 meter naar maximaal 0,5–1 meter. Daardoor neemt het totaal bemeste areaal iets toe ten opzichte van de Referentie. In totaal leidt dit in de varianten voor het 8e AP ten opzichte van de Referentie voor 2030 tot een areaaltoename van grasland met 77.000 hectare (10%), een afname van het maïsareaal met 56.000 hectare (27%), en van het bouwlandareaal met 18.000 hectare (3%). Het totale areaal neemt met ongeveer 3.500 hectare toe (0,2%).

Tabel 3.3 *Arealen van intensief grasland, maïs, overig bouwland en natuurlijk grasland met functie landbouw (x 1.000 hectare) in Nederland in de periode 2021–2023, de referentie voor 2030 op basis van KEV 2024 (en de maatregelvarianten van het 8e AP (8AP1–8AP8).*

	Areaal (x 1.000 hectare)				
Landgebruik	**2021**	**2022**	**2023**	**REF**	**8AP1-8AP8[1]**
Intensief grasland	906	890	865	808	885
Maïs	185	183	179	207	151
Bouwland	625	634	627	609	591
Natuurlijk grasland met functie landbouw	81	83	91	78	78
Totaal	1.797	1.790	1.761	1.702	1.705

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

3.4 Mestgiften

Op basis van de gebruiksnormen voor dierlijke mest en totaal stikstof zijn de mestgiften berekend met het model INITIATOR. De gemiddelde mestgiften van stikstof en fosfaat met dierlijke mest en kunstmest zijn weergegeven in tabel 3.4 en 3.5. Tussen het basisjaar 2022 en de Referentie voor 2030 neemt de dierlijke mestgift gemiddeld af met 28 kilogram N per hectare (9%), als gevolg van het vervallen van de derogatie en vanwege de veronderstelling van geen berekende bemesting boven de gebruiksruime in de Referentie. Omdat de verwachting is dat het tekort aan dierlijke mest wordt aangevuld met kunstmest wordt een stijging verwacht in de kunstmestgiften in de Referentie voor 2030. Deze vult niet de volledige korting in dierlijke mest, omdat in de NV-gebieden de totale stikstofgebruiksruimte met 20% daalt ten opzichte van het basisjaar. Voor fosfaat neemt de gemiddelde mestgift iets toe ten opzichte van het basisjaar, met 2 kton P_2O_5/ha (3%), doordat de restrictie op kunstmestgebruik op derogatiebedrijven komt te vervallen.

[8] In de KEV 2024 is verondersteld dat het areaal overig bouwland relatief meer toeneemt ten opzichte van het areaal mais. In de implementatie van de KEV in INITIATOR is om pragmatische redenen verondersteld dat de veranderingen in areaal op basis van het huidig areaal op derogatiebedrijven; waardoor mais dus meer toeneemt.

Omdat de gebruiksnormen voor dierlijke mest in de varianten van het 8e AP-gelijk blijven aan die in de Referentie voor 2030 veranderen deze mestgiften per hectare niet. De totale stikstofgebruiksruimte verandert echter wel in de varianten, wat gevolgen heeft voor het kunstmestgebruik. In de varianten 8AP1-8AP5 nemen de giften van stikstofkunstmest toe ten opzichte van de Referentie.
Hierbij horen kortingspercentages op de stikstofgebruiksnorm tussen 0% en 10%, terwijl in de referentie voor 2030 een korting op de stikstofgebruiksnorm van 20% in de NV-gebieden geldt. Vanaf een generieke korting van 15% is de toediening van kunstmest op landelijke schaal lager dan in de Referentie (8AP6 en 8AP7).

Ook in de variant met de nieuwe gebruiksnormen die zijn afgeleid op basis van het CDM-advies (8AP8) vindt een toename van stikstofgift plaats ten opzichte van de Referentie. Deze toename vindt voornamelijk plaats in Zand Midden en Zand Noord, waar de gebruiksnormen hoger zijn dan in de Referentie (tabel 3.6). Daarnaast vervalt ten opzichte van de Referentie de korting op de gebruiksnorm in de NV-gebieden, waardoor de gebruiksruimte daar met stijgt ten opzichte van de Referentie. Voor een aantal akkerbouwgewassen in Zand Zuid en Löss wordt de gebruiksnorm wel verlaagd tot onder het niveau in de Referentie, maar voor andere gewassen neemt de gebruiksnorm toe ten opzichte van de Referentie omdat de 20% korting vervalt. Eén van gewassen waarop de stikstofgebruiksnorm niet wordt verlaagd is grasland (met alleen maaien), dat een relatief hoge stikstofgebruiksnorm heeft. Doordat het graslandareaal en de stikstofgebruiksnorm toeneemt ten opzichte van de Referentie wordt hier dus ook een forse toename van stikstofkunstmestgebruik verwacht. Tenslotte dalen de gebruiksnormen voor de akkerbouwgewassen in de regio's Zand Zuid en Löss tot een dusdanig laag niveau dat de gebruiksnorm al wordt overschreden bij het gebruik van 170 kilogram stikstof uit dierlijke mest. Door de korte doorlooptijd die er beschikbaar was voor de berekeningen is hier in de gehanteerde modellen niet in voorzien, waardoor de mestgiften van dierlijke mest in deze regio's worden overschat.

Tabel 3.4 *Gemiddelde netto giften van stikstof (na aftrek gasvormige emissies; in kg N/ha), berekend met INITIATOR, op cultuurgrond in de periode 2021–2023 en de Referentie voor 2030 op basis van KEV 2024 (REF), en de effecten van de varianten uit het maatregelpakket ten opzichte van de Referentie voor 2030(8AP1–8AP8).*

		Basisjaar		Referentie	Verschil ten opzichte van Referentie 2030[1]							
Mestsoort	**2021**	**2022**	**2023**	**REF**	**8AP1**	**8AP2**	**8AP3**	**8AP4**	**8AP5**	**8AP6**	**8AP7**	**8AP8**
Dierlijke mest	162	163	153	126	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
Weidemest	26	26	27	25	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Kunstmest	124	116	118	126	+21	+15	+10	+3	-1	-12	-23	+25
Totaal	311	305	298	276	+20	+14	+9	+2	-2	-13	-24	+24

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Tabel 3.5 *Gemiddelde giften van fosfaat (in kg P2O5/ha), berekend met INITIATOR, op cultuurgrond in de periode 2021–2023 en de Referentie voor 2030 op basis van KEV 2024 (REF), en de effecten van de varianten uit het maatregelpakket ten opzichte van de Referentie voor 2030 (8AP1–8AP8).*

		Basisjaar		Referentie	Verschil ten opzichte van Referentie 2030[1]							
Mestsoort	**2021**	**2022**	**2023**	**REF**	**8AP1**	**8AP2**	**8AP3**	**8AP4**	**8AP5**	**8AP6**	**8AP7**	**8AP8**
Dierlijke mest	56	58	53	41	0	0	0	0	0	0	0	0
Weidemest	7	8	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Kunstmest	7	8	9	27	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	70	74	70	76	0	0	0	0	0	0	0	0

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Tabel 3.6 *Gemiddelde mestgiften van totaal stikstof op cultuurgrond (na aftrek gasvormige emissies; in kg N/ha), berekend met INITIATOR, in de LMM-regio's in de periode 2021–2023, de Referentie voor 2030 op basis van KEV 2024 (REF) en de varianten uit het maatregelpakket (8AP1–8AP8).*

	Basisjaar			Referentie	Verschil ten opzichte van Referentie 2030[1]							
Regio/Gebied	**2021**	**2022**	**2023**	**REF**	**8AP1**	**8AP2**	**8AP3**	**8AP4**	**8AP5**	**8AP6**	**8AP7**	**8AP8**
Zand-Totaal [2]	298	303	289	253	+25	+19	+15	+9	+5	-5	-15	+30
Zand-Noord	290	290	286	272	+6	+0	-4	-10	-14	-25	-35	+19
Zand-Midden	324	330	311	263	+38	+31	+27	+20	+15	+4	-8	+55
Zand-Zuid	274	285	265	220	+29	+24	+21	+16	+13	+5	-3	+11
Löss	260	265	253	225	+34	+29	+25	+20	+16	+8	-1	+21
Kleiregio	314	294	295	292	+15	+8	+3	-4	-9	-21	-33	+16
Veenregio	371	364	357	332	+17	+9	+4	-4	-10	-23	-36	+21
Totaal, Nederland	311	305	298	276	+20	+14	+9	+2	-2	-13	-24	+24

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

2. Het LMM-gebied Zand-West is niet meegenomen in het gemiddelde voor de Zandregio

3.5 Stikstofbodemoverschot

Het stikstofbodemoverschot wordt gedefinieerd als de som van de aanvoerposten van stikstof naar de bodem, verminderd met de afvoerposten. In het model wordt het berekend als: bemesting + depositie – ammoniakvervluchtiging – opname in de geoogste delen van een gewas. De bemesting en de gewasopname zijn de belangrijkste onderdelen van het stikstofbodemoverschot. Trends en fluctuaties in bemesting en gewasopname vertalen zich in trends en fluctuaties in het stikstofbodemoverschot. In tabel 3.7 is het gemiddelde bodemoverschot op cultuurgrond weergegeven voor drie zandgebieden, de löss- klei- en veenregio.

Tussen basisjaar 2022 en de Referentie voor 2030 wordt een landelijk gemiddelde afname in het stikstofbodemoverschot verwacht van 20 kilogram stikstof per hectare. De grootste afname vindt plaats in de regio's Zand Zuid en Zand Midden (39 kg/ha), met een relatief groot areaal NV-gebied in de Referentie en een relatief groot aandeel in de berekende bemesting boven de gebruiksnorm in het basisjaar. Een kleinere afname vindt plaats in het kleigebied, waar het stikstofbodemoverschot voornamelijk afneemt door het vervallen van derogatie.

De gevolgen van het vervallen van de 20% korting op de stikstofgebruiksnorm in de NV-gebieden in de varianten zijn het grootst in Zand Midden, Zand Zuid en Löss, waar het stikstofbodemoverschot in de variant zonder korting (8AP1) het meest toeneemt ten opzichte van de Referentie. In de variant met 15% korting (8Ap6) vindt een in deze regio's nog een toename plaats in het stikstofbodemoverschot ten opzichte van de Referentie, terwijl deze landelijke wel met 5 kg/ha afneemt. Alleen in de variant met een korting van 20% neemt het bodemoverschot in deze regio's ook af ten opzichte van de Referentie. In de variant met nieuwe gebruiksnormen (8AP8) neemt het stikstofbodemoverschot in alle regio's toe, maar met name in de regio Zand Midden, waar de gebruiksnormen gelijk worden gesteld aan het bemestingsadvies. In Zand Zuid vindt een relatief kleine toename plaats die met name wordt veroorzaakt doordat het areaal gras en de mestgift daarop toeneemt. Voor akker- en tuinbouwgewassen is het stikstofbodemoverschot gelijk aan de Referentie.

Tabel 3.7 *Gemiddeld stikstofbodemoverschot op cultuurgrond (in kg N/ha), berekend met LWKM, in de LMM-regio's in de periode 2021–2023, de Referentie voor 2030 op basis van KEV 2024 (REF) en de relatieve effecten varianten uit het maatregelpakket (8AP1–8AP8) ten opzichte van de Referentie.*

	Basisjaar			Referentie	Verschil ten opzichte van Referentie 2030[1]							
Regio/Gebied	**2021**	**2022**	**2023**	**REF**	**8AP1**	**8AP2**	**8AP3**	**8AP4**	**8AP5**	**8AP6**	**8AP7**	**8AP8**
Zand-Totaal [2]	102	106	96	76	+7	+5	+4	+2	+1	-2	-5	+9
Zand-Noord	95	93	90	80	+2	0	-2	-4	-5	-9	-12	+7
Zand-Midden	110	115	103	77	+11	+9	+8	+6	+4	+1	-2	+16
Zand-Zuid	100	109	95	70	+9	+7	+6	+4	+3	+1	-2	+2
Löss	81	84	77	65	+10	+8	+7	+5	+4	+2	-1	+6
Kleiregio	129	115	115	107	+6	+3	+1	-2	-3	-8	-12	+6
Veenregio	105	99	94	74	+4	+3	+1	-1	-2	-5	-9	+6
Gemiddeld, Nederland	114	109	104	89	+7	+4	+3	0	-1	-5	-8	+8

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'
2. Het LMM-gebied Zand-West is niet meegenomen in het gemiddelde voor de Zandregio

3.6 Implementatie in bedrijfseconomische analyse

Gegeven de beperkte doorlooptijd van dit project bleek het niet mogelijk om een vertaalslag te maken van de landbouwkundige ontwikkelingen op landelijk niveau naar wat dat betekent voor de bedrijfskenmerken op bedrijfsniveau. Om dicht bij de bestaande situatie te blijven, gaat de bedrijfseconomische analyse er van uit dat het areaal landbouwgrond per bedrijf per bedrijfstype in de referentie en in de maatregelpakketten constant blijft ten opzichte van de basis. Het aantal melkkoeien en het bouwplan per bedrijf en bedrijfstype kan wel veranderen, maar dat is dan het directe gevolg van de uitgangspunten in de referentie en in de maatregelpakketten.

4 Effecten op waterkwaliteit

In dit hoofdstuk worden de berekende nitraatconcentraties onder landbouwpercelen beschreven voor het basisjaar en de Referentie (paragraaf 4.1), de berekende nitraatconcentraties voor een aantal rekenvarianten (paragraaf 4.2), het effect van droge en natte jaren op de berekende nitraatconcentraties (paragraaf 4.3) en de uit- en afspoeling uit landbouwgronden (paragraaf 4.4). In paragraaf 5 wordt de reductieopgave voor de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden beschreven, vervolgens is in paragraaf 4.6 een reflectie gegeven op het halen van de landbouwopgave zoals deze is gedefinieerd in dit onderzoek.

Voor de Zandregio wordt onderscheid gemaakt tussen de zandgebieden Zand-Zuid, Zand-Midden en Zand-Noord (LMM-gebied Zand West wordt niet meegenomen omdat het landbouwareaal in Zand-West zeer beperkt is). De berekende nitraatconcentraties voor de Zeekleiregio is het areaal gemiddelde nitraatconcentraties van het Rivierkleigebied, Noordelijk Zeekleigebied, Zuidwestelijk Zeekleigebied en het Centrale Zeekleigebied. De Veenregio is bestaat uit het Westelijk Veenweidegebied en het Noordelijk Veenweidegebied.

4.1 Berekende nitraatconcentraties onder landbouwpercelen in het basisjaar en de Referentie

De berekende nitraatconcentraties onder landbouwpercelen in de zandgebieden en de Lössregio dalen in de zichtjaren (Referentie) als gevolg van de maatregelen in het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en de Derogatiebeschikking 2022/2029 (tabel 4.1). De grootste daling wordt berekend voor Zand-Zuid (afname van 28 mg/l nitraat), Zand-Midden (12 mg/L nitraat) en de Lössregio (11 mg/L nitraat). Voor de zandgebieden Zand-Noord en Zand-Midden wordt in het basisjaar en de Referentie aan het doel van maximaal 50 mg/l nitraat voldaan, voor Zand-Zuid en de Lössregio wordt in de Referentie nog niet voldaan aan dit doel. De berekende nitraatconcentraties voor de Klei- en Veenregio liggen zowel in het basisjaar als voor de zichtjaren onder het doel van 50 mg/L nitraat.

Tabel 4.1 *Berekende nitraatconcentraties (weersgecorrigeerd) onder landbouwpercelen in de zandgebieden Zand-Noord, Zand-Midden, Zand-Zuid, Lössregio, Kleiregio en Veenregio in het basisjaar 2022 en in de zichtjaren 2030 en 2045 voor de Referentie.*

Regio/gebied	Basisjaar 2022 7AP_basis	Referentie 2030 REF	Referentie 2045 REF
Zandregio [1]	58	44	42
Zand-Noord	42	39	39
Zand-Midden	50	38	36
Zand-Zuid	85	57	54
Lössregio	75	64	64
Kleiregio	15	14	14
Veenregio	16	15	15

1. Het LMM-gebied Zand-West is niet meegenomen in het gemiddelde voor de Zandregio.

De berekende gemiddelde nitraatconcentraties onder landbouwpercelen in tabel 4.1 is het gemiddelde van alle landbouwpercelen. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen de akker- en tuinbouwgewassen (AT-gewassen) en de melkveehouderij (gras en mais). De gemiddelde berekende nitraatconcentraties voor de AT-gewassen zijn in de het basisjaar 2022 en de Referentie (2030 en 2045) hoger dan in de melkveehouderij (tabel 4.2).

Voor Zand-Noord en Zand-Midden voldoet de melkveehouderij in het basisjaar 2022 aan het doel van 50 mg/L nitraat, voor Zuid-Zuid wordt in de Referentie voldaan aan het doel, voor de Lössregio voldoet de melkveehouderij in het basisjaar en de Referentie niet aan het doel van 50 mg/l Nitraat. De AT-gewassen voldoen in de Zandgebieden zowel in het basisjaar als in de Referentie (2030 en 2045) niet aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat.

Voor de Kleiregio en Veenregio wordt in het basisjaar 2022 voor de AT-gewassen en de melkveehouderij aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat voldaan.

Tabel 4.2 *Berekende nitraatconcentraties (weersgecorrigeerd) onder landbouwpercelen in de zandgebieden Noord, Midden, Zuid, Lössregio, Kleiregio en Veenregio in het basisjaar 2022 en in de zichtjaren 2030 en 2045 voor de Referentie, uitgesplitst naar AT-gewassen en melkveehouderij.*

Regio/gebied	Sector	Basisjaar 2022 REF	Referentie 2030 REF	Referentie 2045 REF
Zand-Noord	AT-gewassen	63	59	60
	Melkveehouderij	30	29	28
Zand-Midden	AT-gewassen	107	65	62
	Melkveehouderij	45	35	34
Zand-Zuid	AT-gewassen	143	84	81
	Melkveehouderij	63	47	44
Lössregio	AT-gewassen	84	71	73
	Melkveehouderij	68	57	57
Kleiregio	AT-gewassen	20	17	17
	Melkveehouderij	12	11	11
Veenregio	AT-gewassen	47	36	35
	Melkveehouderij	16	15	14

4.2 Berekende nitraatconcentraties onder landbouwpercelen voor de rekenvarianten

De berekende nitraatconcentraties voor alle rekenvarianten zijn opgenomen in bijlage 6. De verschillen in berekende nitraatconcentraties tussen de rekenvarianten wordt alleen veroorzaakt door verschillende reductiepercentages van de stikstofgebruiksnorm. Uit de resultaten blijkt dat de afname van de berekende nitraatconcentratie in lijn is met de afname van de N-gebruiksnorm. In deze paragraaf worden daarom ook alleen de rekenresultaten van de Referentie vergeleken met de rekenvarianten met een korting van de N-gebruiksnorm van respectievelijk 0% korting alle grondsoorten/gewassen (variant 8AP1), 20% korting alle grondsoorten/gewassen (8AP7) en rekenvariant 8AP8 waarin de N-gebruiksnormen zijn afgeleid op basis van het CDM-advies (CDM 2025, in prep).

Het effect van het maatregelpakket op de berekende nitraatconcentraties in LMM-gebieden voor de Referentie en de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8 zijn opgenomen in tabel 4.3 voor het jaar 2030 en 2045.

De berekende nitraatconcentraties in de Zandregio (totaal), Kleiregio en Veenregio liggen voor alle rekenvarianten onder het doel van 50 mg/L nitraat, voor de Lössregio liggen de berekende nitraatconcentraties boven het doel van 50 mg/L nitraat. Wanneer de zandgebieden apart worden beoordeeld, wordt ook in Zand-Zuid het doel van 50 mg/l nitraat niet gehaald. Dit geldt voor alle rekenvarianten.

Tabel 4.3 *Berekende nitraatconcentraties (weersgecorrigeerd) onder landbouwpercelen in de zandgebieden Zand-Noord, Zand-Midden, Zand-Zuid, Lössregio, Kleiregio en Veenregio voor de zichtjaren 2030 en 2045 in de Referentie en drie rekenvarianten.*

Regio/gebied	Referentie	Rekenvarianten		
Zichtjaar 2030	*REF*	*8AP1*	*8AP7*	*8AP8*
Zandregio [1]	44	45	43	45
Zand-Noord	39	39	37	40
Zand-midden	38	39	37	40
Zand-Zuid	57	58	56	57
Lössregio	64	68	63	66
Kleiregio	14	15	14	15
Veenregio	15	15	15	16
Zichtjaar 2045	*REF*	*8AP1*	*8AP7*	*8AP8*
Zandregio [1]	42	44	40	45
Zand-Noord	39	39	35	41
Zand-Midden	36	38	35	41
Zand-Zuid	54	57	53	54
Lössregio	64	74	64	69
Kleiregio	14	15	13	15
Veenregio	15	15	14	15

1. Het LMM-gebied Zand-West is niet meegenomen in het gemiddelde voor de Zandregio.

Wanneer onderscheid gemaakt wordt tussen de AT-gewassen en de melkveehouderij voor de zichtjaren 2030 en 2045 kan worden afgeleid dat voor alle LMM-regio's/gebieden (m.u.v. de Lössregio) het doel van 50 mg/L nitraat wordt gehaald voor de melkveehouderij (tabel 4.4 en tabel 4.5). Voor de AT-gewassen wordt alleen in de Klei- en Veenregio een nitraatconcentratie berekend die lager is dan 50 mg/L nitraat, voor de overige gebieden wordt niet aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat voldaan.

Tabel 4.4 *Berekende nitraatconcentraties (weersgecorrigeerd) onder landbouwpercelen in de zandgebieden Zand-Noord, Zand-Midden, Zand-Zuid, Lössregio, Kleiregio en Veenregio in de Referentie voor het zichtjaar 2030 en drie rekenvarianten, uitgesplitst naar AT-gewassen en melkveehouderij.*

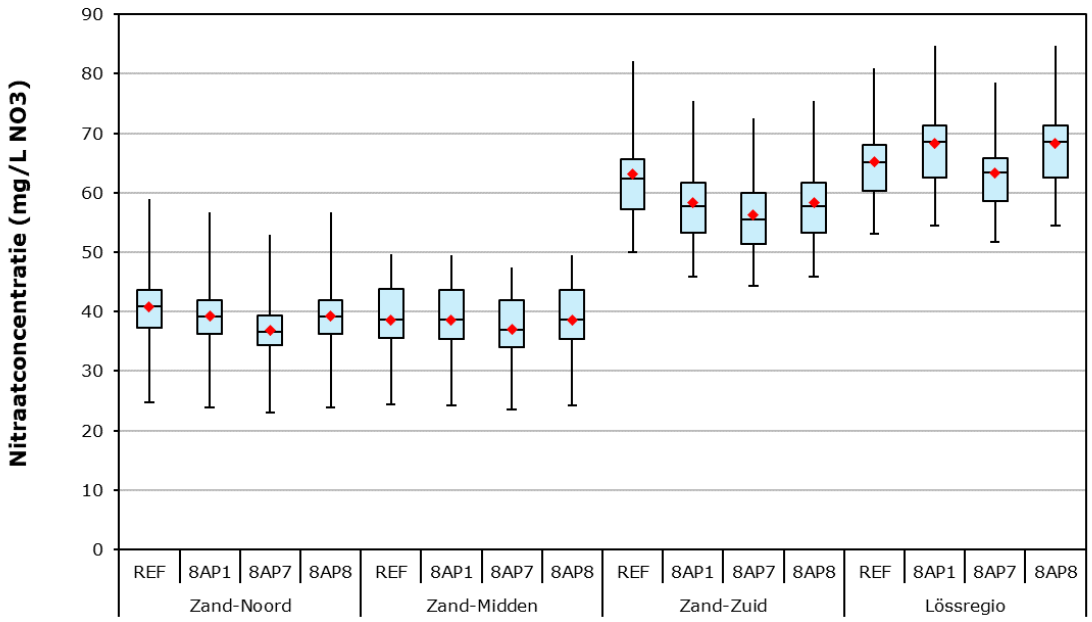
Regio/gebied	Sector	Referentie	Rekenvarianten		
Zichtjaar 2030		REF	8AP1	8AP7	8AP8
Zand-Noord	AT-gewassen	59	60	55	62
	Melkveehouderij	29	29	27	29
Zand-Midden	AT-gewassen	65	71	65	76
	Melkveehouderij	35	36	35	37
Zand-Zuid	AT-gewassen	84	90	85	85
	Melkveehouderij	47	47	46	46
Lössregio	AT-gewassen	71	77	70	74
	Melkveehouderij	57	61	57	59
Kleiregio	AT-gewassen	17	18	17	18
	Melkveehouderij	11	12	11	12
Veenregio	AT-gewassen	36	37	34	38
	Melkveehouderij	15	15	15	15

Tabel 4.5 *Berekende nitraatconcentraties (weersgecorrigeerd) onder landbouwpercelen in de zandgebieden Zand-Noord, Zand-Midden, Zand-Zuid, Lössregio, Kleiregio en Veenregio in de Referentie voor het zichtjaar 2045 en drie rekenvarianten, uitgesplitst naar AT-gewassen en melkveehouderij.*

Regio/gebied	Sector	Referentie	Rekenvarianten		
Zichtjaar 2045		REF	8AP1	8AP7	8AP8
Zand-Noord	AT-gewassen	60	61	53	64
	Melkveehouderij	28	27	26	29
Zand-Midden	AT-gewassen	62	71	61	79
	Melkveehouderij	34	36	33	38
Zand-Zuid	AT-gewassen	81	89	80	81
	Melkveehouderij	44	46	43	44
Lössregio	AT-gewassen	73	84	72	79
	Melkveehouderij	57	65	57	62
Kleiregio	AT-gewassen	17	18	16	18
	Melkveehouderij	11	12	11	12
Veenregio	AT-gewassen	35	37	32	38
	Melkveehouderij	14	14	14	15

4.3 Effecten van droge en natte jaren op de berekende nitraatconcentraties

De berekende nitraatconcentraties die zijn weergegeven in paragraaf 4.1 en 4.2 zijn voor weersinvloeden gecorrigeerde berekende nitraatconcentraties in het grondwater en worden representatief geacht voor de klimaatperiode waarvoor is gerekend (1991-2020). Om inzicht te krijgen in het effect van droge en natte jaren is in figuur 4.1 niet alleen het gemiddelde weergegeven, maar zijn ook de mediaan en de minimale en maximale berekende waarde (bandbreedte) van de nitraatconcentraties in het grondwater. Figuur 4.1 geeft de bandbreedte aan voor de zandgebieden Zand-Noord, Zand-Midden, Zand-Zuid en de Lössregio en voor de Referentie en de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8.



Figuur 4.1 *Areaalgewogen cumulatieve frequentieverdeling (weergegeven als boxplots) van de berekende nitraatconcentraties in de zandgebieden en de lössregio voor de Referentie en de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8. Blokjes geven het 25- en 75-percentiel aan. De rode stip geeft de gemiddelde waarden aan en de zwarte strepen geven de minimale en maximale waarden weer.*

De berekende gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties voor Zand-Noord en Zand-Midden liggen voor de meeste jaren onder de 50 mg/L nitraat, in de meeste extreme droge jaren is er een risico dat de 50 mg/L nitraat gemiddeld in Zand Noord wordt overschreven. Voor Zand-Zuid wordt in de natte jaren een nitraatconcentratie berekend die beneden de 50 mg/L nitraat ligt, voor Löss blijft de nitraatconcentratie in alle jaren hoger dan 50 mg/L nitraat. De variatie in nitraatconcentraties voor de Kleiregio en de Veenregio liggen voor alle jaren beneden de 50 mg/L nitraat en zijn daarom ook niet opgenomen in de figuur.

4.4 Berekende uit- en afspoeling uit landbouwpercelen in het basisjaar en de Referentie

De belasting van oppervlaktewater met stikstof en fosfor (kg ha^{-1}) voor het basisjaar en de Referentie zijn geaggregeerd op het niveau van de 21 waterschappen (tabel 4.6 en tabel 4.7). In de tabellen is daarnaast de procentuele vermindering weergegeven van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor van een aantal rekenvarianten t.o.v. het Basisjaar 2022 en de Referentie. De procentuele vermindering t.o.v. het Basisjaar 2022 geeft informatie over de bijdrage van maatregelen uit het 7e Actieprogramma, de Derogatiebeschikking 2022/2069 en maatregelen in het maatregelenpakket aan het verlagen de eutrofiering van het oppervlaktewater. De procentuele vermindering t.o.v. de Referentie geeft het additionele effect van drie rekenvarianten (8AP1, 8AP7 en 8AP8) van het maatregelenpakket weer. Voor stikstof is het effect weergegeven voor het zichtjaar 2030 (tabel 4.6), voor fosfor worden de resultaten voor het zichtjaar 2045 weergegeven (tabel 4.7). Een positief getal geeft aan dat de belasting van het oppervlaktewater met stikstof of fosfor toeneemt, een negatief getal geeft aan dat de belasting van het oppervlaktewater met stikstof of fosfor afneemt.

Tabel 4.6 *Berekende uit- en afspoeling van stikstof uit landbouwgronden (in kg N ha^{-1}), in het basisjaar 2022 en de Referentie voor 2030 (REF), en de procentuele verandering van de uit- en afspoeling van stikstof in de drie rekenvarianten (8AP1, 8AP7, 8AP8) in 2030 t.o.v. het basisjaar 2022 en de Referentie voor 2030; een positief getal betekent een toename van de uitspoeling en negatief getal een vermindering.*

Waterschap	**Uit- en afspoeling N (kg ha^{-1} jr^{-1})**		**Procentuele verandering t.o.v. Basisjaar 2022[1]**			**Procentuele verandering t.o.v. REF 2030[1]**		
	Basisjaar 2022	**REF 2030**	**8AP1**	**8AP7**	**8AP8**	**8AP1**	**8AP7**	**8AP8**
Eems	**21,0**	**20,1**	**-3%**	**-8%**	**-2%**	**+1%**	**-3%**	**+2%**
Hunze en Aa's	21,0	20,1	-3%	-8%	-2%	+1%	-3%	+2%
Maas	**18,1**	**13,0**	**-26%**	**-29%**	**-27%**	**+4%**	**-1%**	**+1%**
Aa en Maas	25,8	16,0	-36%	-39%	-38%	+3%	-1%	0%
Brabantse Delta	20,9	17,9	-11%	-16%	-12%	+4%	-1%	+3%
De Dommel	20,0	13,6	-30%	-33%	-32%	+2%	-1%	0%
Limburg	8,1	6,0	-22%	-27%	-25%	+5%	0%	+1%
Rijn-Noord	**15,4**	**14,4**	**-6%**	**-9%**	**-5%**	**+1%**	**-3%**	**+2%**
Wetterskip Fryslân	15,9	15,0	-6%	-9%	-5%	+1%	-3%	+2%
Noorderzijlvest	14,0	13,0	-6%	-10%	-5%	+1%	-3%	+3%
Rijn-Oost	**15,6**	**13,9**	**-8%**	**-13%**	**-7%**	**+3%**	**-2%**	**+4%**
Drents Overijsselse Delta	13,2	12,0	-7%	-11%	-6%	+2%	-2%	+4%
Rijn en IJssel	6,9	5,7	-14%	-17%	-12%	+5%	0%	+7%
Vallei en Veluwe	12,7	10,1	-18%	-21%	-17%	+3%	-1%	+5%
Vechtstromen	13,7	11,5	-13%	-16%	-11%	+4%	0%	+6%
Zuiderzeeland	36,3	34,8	-2%	-8%	-2%	+2%	-4%	+2%
Rijn-West	**26,0**	**24,2**	**-4%**	**-9%**	**-3%**	**+3%**	**-2%**	**+4%**
Amstel, Gooi en Vecht	25,7	23,5	-6%	-8%	-6%	+3%	+1%	+3%
De Stichtse Rijnlanden	12,0	11,0	-9%	-12%	-9%	0%	-4%	0%
Delfland	41,2	39,8	-3%	-6%	-2%	+1%	-2%	+1%
Hollands Noorderkwartier	36,4	33,2	-4%	-10%	-3%	+5%	-2%	+6%
Hollandse Delta	36,9	35,5	0%	-7%	-0%	+4%	-3%	+4%
Rijnland	33,0	31,4	-3%	-8%	-3%	+2%	-3%	+2%

Waterschap	Uit- en afspoeling N (kg ha^{-1} jr^{-1})		Procentuele verandering t.o.v. Basisjaar 2022[1]			Procentuele verandering t.o.v. REF 2030[1]		
	Basisjaar 2022	REF 2030	8AP1	8AP7	8AP8	8AP1	8AP7	8AP8
Rivierenland	11,5	10,7	-5%	-10%	-5%	+1%	-3%	+1%
Schieland en de Krimpenerwaard	31,5	29,9	-3%	-6%	-3%	+2%	-1%	+2%
Schelde	**24,5**	**22,9**	**-3%**	**-10%**	**-3%**	**+3%**	**-4%**	**+4%**
Scheldestromen	24,5	22,9	-3%	10%	3%	+3%	4%	+4%

1. 8AP1 en 8AP7 voor varianten met 0% en 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

De hoogste stikstofbelasting (> 30 kg N ha$^{-1)}$ van het oppervlaktewater wordt berekend voor de waterschappen in het stroomgebied Rijn-West (Hoogheemraadschap van Delfland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Waterschap Hollandse Delta, Hoogheemraadschap van Rijnland en hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard). Ook voor Waterschap Zuiderzeeland wordt een N-belasting berekend van meer dan 30 kg N ha^{-1}). De laagste N-belasting (< 10 kg N ha^{-1}) wordt berekend voor de waterschappen Limburg en Rijn en IJssel.

Uit de tabel kan worden afgeleid dat het additionele effect van het maatregelpakket 8AP1 (0% korting van de N-gebruiksnormen) en maatregelpakket 8AP8 (N-gebruiksnorm afgeleid van het CDM-advies) ten opzichte van de Referentie resulteert in een kleine toename van de uit- en afspoeling van stikstof (0 – 5% toename). Voor het maatregelpakket 8AP7 (20% korting van de N-gebruiksnormen) wordt een afname van 0 – 4% berekend. Ten opzichte van het basisjaar 2022 neemt de totale stikstofbelasting met name af voor de waterschappen in het stroomgebied van de Maas (afname van 11 – 39%) en stroomgebied Rijn-Oost (afname van 2 – 21%). Voor de overige waterschappen ligt de berekende afname over het algemeen onder de 10%.

De toename van de stikstofbelasting van het oppervlaktewater voor de rekenvarianten 8AP1 en 8AP8 ten opzichte van de Referentie kan verklaard worden door een hogere mestgift, resulterend in een hoger N-overschot (zie ook tabel 3.4 en tabel 3.7). De afname van 8AP7 is het gevolg van de opgelegde reductie in stikstofgebruiksnormen van 20%.

Tabel 4.7 *Berekende uit- en afspoeling van fosfor uit landbouwgronden (in kg P ha^{-1}) in het basisjaar 2022 en de Referentie voor 2045 (REF) en de procentuele verandering van de uit- en afspoeling van fosfor in de drie rekenvarianten (8AP1, 8AP7, 8AP8) in 2045 t.o.v. het basisjaar 2022 en de Referentie voor 2045; een positief getal betekent een toename van de uitspoeling en negatief getal een vermindering.*

Waterschap	Uit- en afspoeling P (kg ha^{-1})		Procentuele verandering t.o.v. basisjaar[1]			Procentuele verandering t.o.v. REF 2045		
	Basisjaar 2022	REF 2045	8AP1	8AP7	AP8	8AP1	8AP7	8AP8
Eems	**1,0**	**1,0**	**-1%**	**-1%**	**-1%**	**1%**	**1%**	**1%**
Hunze en Aa's	1,0	1,0	-1%	-1%	-1%	1%	1%	1%
Maas	**1,0**	**0,8**	**-20%**	**-20%**	**-20%**	**-1%**	**-2%**	**-2%**
Aa en Maas	1,3	0,9	-28%	-28%	-28%	-2%	-2%	-2%
Brabantse Delta	1,2	1,2	-6%	-6%	-6%	-1%	-1%	-1%
De Dommel	0,9	0,7	-27%	-27%	-27%	-2%	-2%	-2%
Limburg	0,5	0,4	-23%	-23%	-23%	-2%	-2%	-2%
Rijn-Noord	**1,7**	**1,7**	**-3%**	**-3%**	**-3%**	**-1%**	**-1%**	**-1%**
Wetterskip Fryslân	1,7	1,6	-3%	-3%	-3%	-1%	-1%	-1%
Noorderzijlvest	1,8	1,7	-3%	-3%	-3%	-1%	-1%	-1%
Rijn-Oost	**0,8**	**0,8**	**-5%**	**-5%**	**-5%**	**0%**	**-1%**	**0%**
Drents Overijsselse Delta	0,7	0,7	-6%	-7%	-6%	-1%	-1%	-1%
Rijn en IJssel	0,4	0,4	-6%	-6%	-6%	0%	0%	0%
Vallei en Veluwe	0,8	0,7	-10%	-11%	-10%	-1%	-2%	-1%
Vechtstromen	0,9	0,8	-9%	-10%	-9%	-1%	-1%	-1%

Waterschap	Uit- en afspoeling P (kg ha^{-1})		Procentuele verandering t.o.v. basisjaar[1]			Procentuele verandering t.o.v. REF 2045		
	Basisjaar 2022	REF 2045	8AP1	8AP7	AP8	8AP1	8AP7	8AP8
Zuiderzeeland	1,6	1,7	2%	2%	2%	0%	0%	0%
Rijn-West	**3,2**	**3,1**	**-3%**	**-3%**	**-3%**	**0%**	**0%**	**0%**
Amstel, Gooi en Vecht	3,6	3,4	-6%	-6%	-6%	0%	0%	0%
De Stichtse Rijnlanden	2,5	2,4	-5%	-5%	-5%	-1%	-1%	-1%
Delfland	6,4	6,2	-4%	-4%	-4%	-1%	-1%	-1%
Hollands Noorderkwartier	3,2	3,2	-1%	-1%	-1%	0%	0%	0%
Hollandse Delta	4,5	4,5	-1%	-1%	-1%	0%	0%	0%
Rijnland	5,0	4,9	-3%	-3%	-3%	0%	-1%	0%
Rivierenland	1,6	1,5	-3%	-4%	-3%	1%	1%	1%
Schieland en de Krimpenerwaard	4,6	4,4	-4%	-4%	-4%	0%	0%	0%
Schelde	**3,3**	**3,3**	**-1%**	**-1%**	**-1%**	**0%**	**0%**	**0%**
Scheldestromen	3,3	3,3	-1%	-1%	-1%	0%	0%	0%

2. 8AP1 en 8AP7 voor varianten met 0% en 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

De hoogste fosforbelasting (> 3,0 kg P ha^{-1}) van het oppervlaktewater wordt berekend voor de waterschappen in het stroomgebied Rijn-West (Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Hoogheemraadschap van Delfland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Waterschap Hollandse Delta, Hoogheemraadschap van Rijnland en hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard). Ook voor Waterschap Scheldestromen wordt een P-belasting berekend van meer dan 3,0 kg N ha^{-1}. De laagste P-belasting wordt berekend voor de waterschappen in het stroomgebied Rijn-Oost (< 1,0 kg P ha^{-1}), met uitzondering van waterschap Zuiderzeeland.

Uit de tabel kan worden afgeleid dat het effect van de maatregelpakketten 8AP1, 8AP7 en 8AP8 ten opzichte van de Referentie tot een afname leidt van de fosforbelasting op het oppervlaktewater met maximaal 2%. De fosforbelasting van de waterschappen Rivierenland en Hunze en Aa's neemt toe met 1%.
Ten opzichte van het basisjaar 2022 neemt de fosforbelasting met name af voor drie waterschappen (waterschap Aa en Maas, waterschap de Dommel en waterschap Limburg) in het stroomgebied van de Maas (23 – 28%) en voor vier waterschappen (waterschap Drents Overijsselse Delta, waterschap Vallei en Veluwe, waterschap Rijn en IJssel en waterschap Vechtstromen) in het stroomgebied Rijn-Oost (6 – 11%).

4.5 Vaststellen reductie opgave uit- en afspoeling uit landbouwgronden

Voor het bepalen van de totale opgave is gebruik gemaakt van de individuele beoordeling van de regionale KRW-waterlichamen voor stikstof en fosfor van het beoordelingsjaar 2024. De informatie is afkomstig van het waterkwaliteitsportaal (www.waterkwaliteitsportaal.nl). In de bestanden die zijn gebruikt is per KRW-waterlichaam de gemiddelde stikstof- en fosforconcentratie weergegeven voor het rapportage jaar 2024 en de doelen die gesteld zijn aan de nutriëntenconcentraties. Dit zijn de meest recente gegevens die tijdens de uitvoering van dit onderzoek beschikbaar waren.

De gemeten N- en P-concentraties zijn de gemiddelde, gemeten N- en P-waarden in het zomerhalfjaar voor de jaren 2021, 2022 en 2023. Op basis van deze informatie is, indien het doel voor de N- of P-concentratie wordt overschreden, per KRW-waterlichaam een reductiepercentage afgeleid waarmee de gemeten nutriëntenconcentraties omlaag moeten om aan het doel te voldoen. In tabel 4.8 is een overzicht geven van het aantal KRW-waterlichamen in een beheergebied van een waterschap, is het aantal KRW-waterlichamen aangegeven dat een overschrijding van de doelconcentratie voor stikstof en fosfor laten zien en is de bandbreedte aangegeven van de benodigde reductie van de N- en P-concentratie.

Tabel 4.8 *Overzicht van het totaal aantal KRW-waterlichamen in de zes stroomgebieden, het aantal KRW-waterlichamen die een overschrijding van het stikstof en/of fosfordoel (gemiddelde concentratie in het zomerhalfjaar) hebben en de bandbreedte van de benodigde reductieopgave (%) van deze KRW-waterlichamen.*

Stroomgebied	**Aantal KRW-waterlichamen**			**Reductieopgave**			
	Totaal	**Overschrijding stikstof**	**Overschrijding fosfor**	**Stikstof (min)**	**Stikstof (max)**	**Fosfor (min)**	**Fosfor (max)**
Eems	16	7	4	1%	55%	2%	45%
Maas	141	97	71	1%	87%	1%	84%
Rijn-Noord	39	8	25	11%	32%	7%	85%
Rijn-Oost	189	89	52	3%	91%	1%	96%
Rijn-West	268	96	147	1%	77%	2%	96%
Schelde	39	24	n.v.t.	5%	55%	N/A	N/A
Totaal	**692 (653)**	**321 (46%)**	**299 (46%)**	**1%**	**91%**	**1%**	**96%**

1. Voor het stroomgebied Schelde wordt geen opgave voor fosfor berekend, omdat in de Zeeuwse brakke wateren fosfor van nature in hoge concentraties aanwezig is door de invloed van zoute kwel. In het stroomgebied van de Schelde wordt daarom gestuurd op stikstof als het beperkende nutriënt.

2.

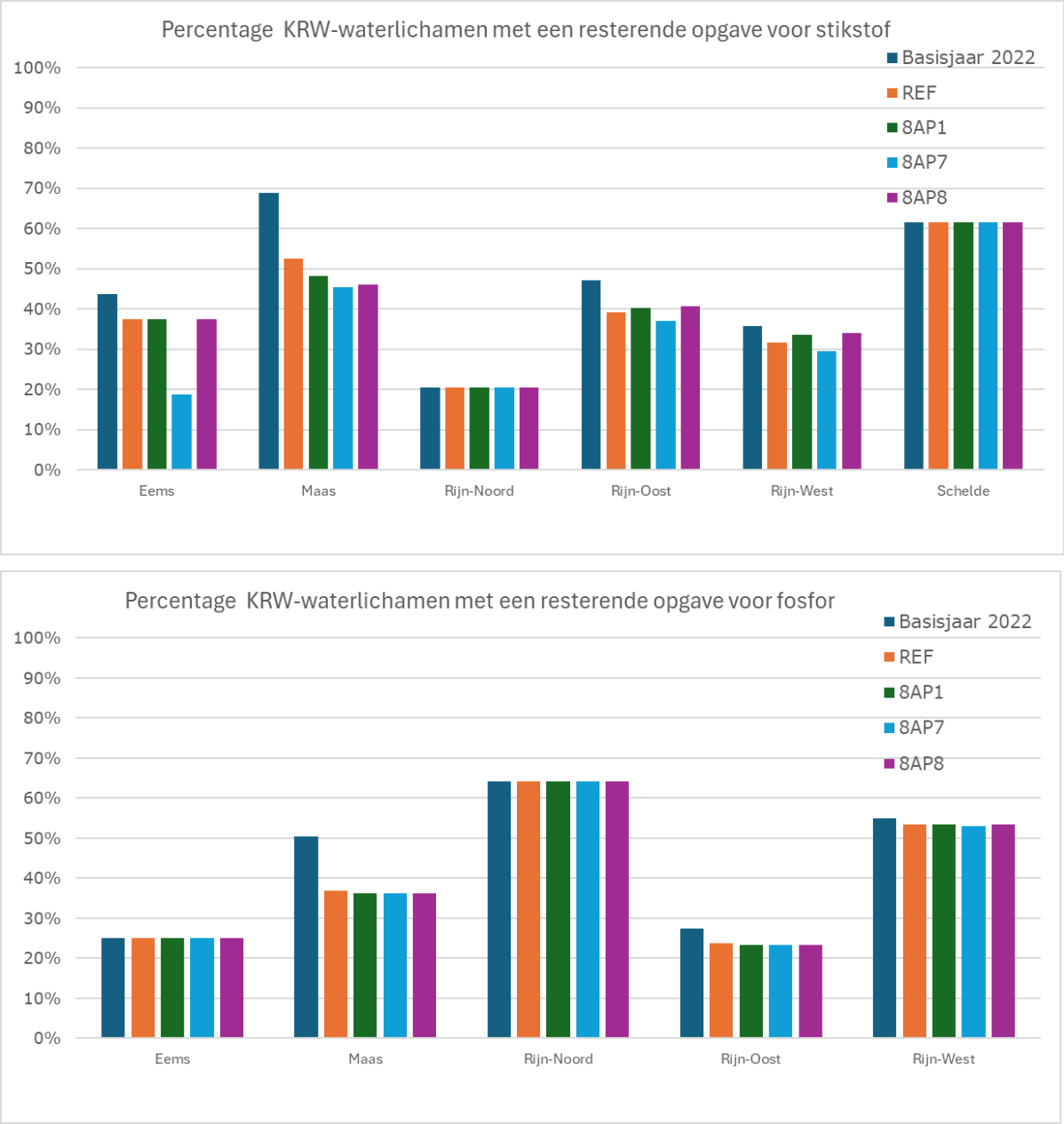
Van de in totaal 692 regionale KRW-waterlichamen (Rijkswateren zijn niet opgenomen) wordt voor iets minder dan de helft (46%) een reductieopgave berekend voor stikstof en fosfor op basis van de meest recente informatie op het waterkwaliteitsportaal.

De variatie in benodigde reductie is groot (variërend van 1% tot 96%). Voor het beheergebied van waterschap Scheldestromen dient opgemerkt te worden dat er voor fosfor geen opgave wordt berekend, omdat in de Zeeuwse brakke wateren fosfor van nature in hoge concentraties aanwezig is door de invloed van zoute kwel. In het beheergebied van Scheldestromen wordt daarom gestuurd op stikstof, en is er geen opgave voor fosfor.

4.6 Reflectie bijdrage maatregelen aan doelbereik voor de Nitraatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water

4.6.1 Opgave uit- en afspoeling uit landbouwgronden.

In paragraaf 4.3 is het effect van het maatregelenpakket op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater gegeven op het niveau van de waterschappen. Op basis van de gemiddelde berekende afname van de stikstof- en fosforbelasting op het schaalniveau van de waterschappen (tabel 4.6 en tabel 4.7) en de reductieopgave per KRW-waterlichaam is het aantal KRW-waterlichamen bepaald waarbij de procentuele afname van de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater na het maatregelenpakket groter is dan de afgeleide reductieopgave voor de uit- en afspoeling uit landbouwgronden. Het resultaat is weergegeven in figuur 4.2.



Figuur 4.2 *Percentage van het aantal KRW-waterlichamen in de stroomgebieden Eems, Maas, Rijn-Noord, Rijn-Midden, Rijn-West en Schelde waarvoor een landbouwopgave voor stikstof resteert in 2030 (bovenste figuur) en een landbouwopgave voor fosfor in 2045 (onderste figuur) voor het Basisjaar 2022, Referentie en drie rekenvarianten (8AP1, 8AP7 en 8AP8).*

Uit de figuur kan worden afgeleid dat ten opzichte van het Basisjaar 2022 het aantal KRW-waterlichamen met een resterende landbouwopgave voor stikstof met name afneemt in het stroomgebied van de Maas, Rijn-Oost, Eems en Rijn-West. Voor het stroomgebied Rijn-Noord en Schelde is de afname beperkt. Voor fosfor is de afname van het aantal KRW-waterlichamen met een resterende landbouwopgave voor fosfor het grootst in het stroomgebied van de Maas en Rijn-Oost.

Op basis van de resultaten kan worden afgeleid dat voor het realiseren van de landbouwopgave voor de uit- en afspoeling, zoals gedefinieerd in dit onderzoek, de maatregelen in maatregelenpakket niet toereikend zijn. De grootste verandering ten opzichte van het basisjaar wordt gerealiseerd via de Referentie.

4.6.2 Maatregelen in grondwaterbeschermingsgebieden

In aanvulling op het maatregelpakket waarmee de effecten op de waterkwaliteit is doorgerekend, wordt ook een doorkijk gegeven naar het effect van maatregelen die in het kader van de bestuursovereenkomst 'Aanvullende aanpak nitraatuitspoeling uit agrarische bedrijfsvoering in specifieke grondwaterbeschermingsgebieden' zijn opgesteld. Hierbij is gebruik gemaakt van de resultaten en conclusies uit rapport 3371 (Groenendijk et al., 2024) waarin de effecten van maatregelen op de nitraatconcentraties in het agrarische deel van de grondwaterbeschermingsgebieden zijn doorgerekend voor vier type maatregelen:

1. Aanpassen gebruiksnormen: korting van 20% en korting van 33%, ongeacht het gewas;
2. Aanpassing van gewassen op melkveehouderijbedrijven en akkerbouwbedrijven:
    a. Rotatie gras en snijmais met aangepaste N-gebruiksnorm en het vervangen van snijmais door grasland.
    b. Aanpassingen van bouwplannen op akker- en tuinbouwbedrijven.
3. Aanvullend management op melkveehouderijbedrijven en akkerbouwbedrijven:
    a. 100% maaien van grasland en beperking van najaarsbeweiding.
    b. O.a. rijenbemesting bij suikerbieten, maximale inzet vanggewassen.
4. Biologisch bedrijfssysteem.

In het onderzoek van Groenendijk et al. (2024b) is het effect van de maatregelen op de nitraatconcentraties onder landbouwgronden gecombineerd met het na-ijleffect van hogere mestgiften in het verleden en droogte (gestapeld effect).

In het onderzoek wordt aangegeven dat een verlaging van de stikstofgebruiksnorm (2022) met 20% na 2022 gemiddeld op de langere termijn (vanaf 2033) tot een verlaging van de nitraatconcentraties kan leiden van 17 – 30 mg/L nitraat. Deze afname is van dezelfde orde van grootte als de afname van de nitraatconcentraties in de Referentie en het basisjaar 2022. Dit is ook te verwachten omdat in de Referentie de grondwaterbeschermingsgebieden, in het kader van de derogatiebeschikking, ook een korting van 20% is aangehouden. In het rapport van Groenendijk et al., 2024 (tabel 7.3) is het additionele het effect verkend van drie maatregeltypen (aanpassing bouwplan, aanvullende managementmaatregelen en biologisch bedrijfssysteem). De drie maatregeltypen leiden tot een extra afname van de nitraatconcentraties in het grondwater onder landbouwgronden van gemiddelde 6 mg/l nitraat in de grondwaterbeschermingsgebieden. Door de inzet van de maatregel met het grootste effect kan in ongeveer de helft van het aantal grondwaterbeschermingsgebieden aan het doel worden voldaan. Voor een grotere daling van de nitraatconcentratie is een combinatie van meerdere maatregelen nodig. In 6 van de 34 grondwaterbeschermingsgebieden is een vermindering groter dan 50 mg/L nodig en het is de vraag of aan deze opgave kan worden voldaan met een combinatie van de in de genoemde studie beschouwde maatregelen.

De verwachting is dat de doorgerekende extra maatregelen in de grondwaterbeschermingsgebieden slechts beperkt tot een verlaging van de gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties van LMM-regio's zal leiden, omdat het landbouwareaal waarop de maatregelen van toepassing zijn, klein is t.o.v. het totale landbouwareaal in een LMM-regio.

4.6.3 Herstel brede beekdalen

In opdracht van het ministerie van LVVN is een verkenning uitgevoerd naar het effect van grootschalig herstel van beekdalen op de emissies van nutriënten uit de bodem (van der Bolt et al., in prep). Voor 4 verschillende begrenzingen van beekdalen in de zandgebieden (o.a. een breedte van 100 meter en 250 meter) is een verkenning uitgevoerd naar de potentiële effecten van extensiever landgebruik (extensief gebruik en niet bemest gebruik) en vernatten (huidige toestand en watersysteemhersel in de beekdalen) op de uit- en afspoeling van nutriënten naar oppervlaktewater.

De verkenning geeft aan dat door vernatten zonder aanpassing van landgebruik een positief effect op de stikstofbelasting van het oppervlaktewater kan worden verwacht. De vermindering van de stikstofbelasting van het oppervlaktewater wordt versterkt indien vernatten gecombineerd wordt met extensief landgebruik (omzetten naar laag bemest grasland) en het vernatten. Het grootste effect wordt verwacht bij het achterwege laten van bemesting, gecombineerd met vernatting.

Vernatten heeft daarentegen voor enkele tientallen jaren een negatief effect op de fosforbelasting van het oppervlaktewater. Extensief landgebruik en niet bemest gebruik zonder vernatten resulteren in een afname van zowel de stikstof- als de fosforvrachten naar het oppervlaktewater. In het onderzoek is geconcludeerd dat grootschalig herstel van beekdalen een bijdrage kan leveren aan diverse beleidsopgaven waaronder het verbeteren van de waterkwaliteit en daarmee aan het doelbereik voor de Kaderrichtlijn Water.

Deze bevinding leidt tot de verwachting dat het aantal KRW-waterlichamen waar aan de landbouwopgave wordt voldaan (vermindering van de uit- en afspoeling uit landbouwgronden), zal toenemen bij herstel van brede beekdalen. Dit geldt vooral voor de KRW-waterlichamen in de stroomgebieden Rijn-Oost en de Maas.

In het genoemde onderzoek zijn de veranderingen in nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater niet weergegeven. Beredeneerd kan worden dat de nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater in de landbouwpercelen met een extensiever landgebruik zullen afnemen door een lager bemestingsniveau of door het vernatten (toename denitrificatie). Wat het effect is in de landbouwpercelen in de directe nabijheid van de brede beekdalen is niet duidelijk. In bepaalde gevallen kunnen de nitraatconcentraties toenemen doordat de grondwaterstand in deze landbouwbodems mogelijk kunnen dalen als gevolg van het vernatten. In de landbouwpercelen die niet in de nabijheid van de brede beekdalen liggen, veranderen de nitraatconcentraties niet.

5 Effecten op bedrijfsinkomen

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de berekeningen met het model Farmdyn gepresenteerd, in twee stappen:
1. De effecten van de Referentie ten opzichte van de Basis;
2. De effecten van de maatregelen in het 8e AP ten opzichte van de Referentie.

Deze berekeningen zijn uitgevoerd voor de akkerbouw, de melkveehouderij en de vollegrondsgroenteteelt. De basis voor deze berekeningen is gelegd in par. 2.2.3 ('Bedrijfstypen economische evaluatie') en par. 2.3.2.1 (‘Economie op bedrijfsniveau').

Ook worden voor de bloembollensector de gemaakte kwalitatieve inschattingen weergegeven.

5.2 Inkomensverandering in Referentie t.o.v. basis

In tabel 5.1 worden de inkomensveranderingen weergegeven in de akkerbouwsector. Het betreft hier de inkomensverandering in de Referentie ten opzichte van de basis 2023. Opvallend is dat op alle onderscheiden bedrijfstypen het inkomen in de Referentie toeneemt ten opzichte van de Basis. Dit kan volledig verklaard worden door hogere inkomsten uit mestacceptatie (met name een hogere prijs per m3 afgenomen mest). Door de afbouw van de Derogatie neemt het gemiddelde mestoverschot op melkveebedrijven toe en daarmee de druk op de mestmarkt. Akkerbouwers profiteren daarvan door hogere inkomsten uit mestacceptatie.

Uit tabel 5.1 blijkt dat de extra inkomsten uit mestacceptatie groter zijn dan de extra kosten van maatregelen en eventuele opbrengstdervingen als gevolg van die maatregelen uit het 7e AP, zoals het telen van extra vanggewassen en korting van de gebruiksnorm van 20 kg stikstof per ha na consumptieaardappelen. Daarnaast laten de uitkomsten in tabel 5.1 zien dat de extra inkomsten uit mestacceptatie ook groter zijn dan de potentiële inkomensderving als gevolg van het aandeel rustgewassen van minimaal 25% (op perceelsniveau) op bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid en zand Overig en de korting van de stikstofgebruiksnorm van 20% op bedrijven in NV-gebieden. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat in deze studie de gebruiksnorm specifiek is voor zand Zuid en zand Overig, maar dat wat betreft bedrijfsstructuur, inclusief percentage rustgewassen uitgegaan wordt van een gemiddelde van bedrijven in zand Zuid en zand Overig. Met name de individuele bedrijven in zand Zuid in het BIN (minder dan 15 bedrijven) hebben een lager percentage rustgewassen dan gemiddeld (zie paragraaf 2.2.3 toelichting bij tabel 2.4). In tabel 5.1 wordt daardoor met name het inkomenseffect van 1:4 rustgewassen in de Referentie in zand Zuid onderschat.

De hier gepresenteerde uitkomsten moeten worden gezien als trend per type bedrijf. Verschillen tussen individuele bedrijven binnen een bedrijfstype kunnen groot zijn, bijvoorbeeld wat betreft percentage rustgewas en mogelijkheden om daar binnen de normale bedrijfsvoering aan te voldoen, zie hierboven. Zoals eerder genoemd is er ook veel onzekerheid ten aanzien van de opbrengst-responsefunctie van de gewassen. In de gevoeligheidsanalyse in paragraaf 5.4 komen we hierop terug om een zekere bandbreedte van inkomenseffecten van de Referentie en maatregelpakket per type bedrijf aan te geven

Tabel 5.1 *Verandering inkomen (* 1.000 Euro per bedrijf) op akkerbouwbedrijven in Referentie/Referentie NV-gebieden ten opzichte van de basis (bron: berekeningen met FarmDyn).*

	Klei Bedrijfstype				Zand Overig		Zand Zuid
	Graan	Poot-aardappel	Consumptie-Aardappel	Overig	Zetmeel-aardappel	Overig	Overig
Referentie	12,2	11,6	9,5	9,0	14,9	6,1	7,0
Referentie NV	12,1	11,6	9,5	9,0	15,0	6,2	6,8

Bron: berekeningen met FarmDyn.

In de Referentie neemt het inkomen op de melkveebedrijven fors af door een combinatie van afschaffing derogatie van de nitraatrichtlijn en door maatregelen in het 7e AP, zowel in de NV-gebieden als de overige gebieden (tabel 5.2a, 5.2b en 5.2c). Het inkomenseffect wordt met name veroorzaakt door extra mestafzetkosten. Op de melkveebedrijven in de NV-gebieden komen daar nog extra voerkosten bij als gevolg van een korting op de stikstofgebruiksnorm. Op melkveebedrijven op klei en zand, zowel in de niet-NV-gebieden als in de NV-gebieden, wordt de daling van het inkomen enigszins gedempt door omzetting van grasland naar snijmais. Het positieve effect van meer snijmais en minder gras is het grootst op bedrijven met lage graslandopbrengst en hoge snijmais-opbrengst per ha. Door deze omzetting wordt bespaard op aankoop van voer. De tendens is dat inkomensderving op bedrijven in zand Zuid iets groter is dan in zand Overig door lagere stikstofgebruiksnormen.

Opvallend is dat het inkomenseffect op bedrijfstype melkvee intensief klein in zand Zuid groter is dan op bedrijfstype melkvee extensief groot in zand Zuid. De reden is de hogere prijs (euro per m3) voor mestafzet in de Referentie in vergelijking tot de basis als gevolg van afschaffing derogatie. Alhoewel het intensieve bedrijfstype in zand Zuid in de basis al relatief hoge mestafvoerkosten had, moet nu voor totale afgezette hoeveelheid een hogere prijs worden betaald als gevolg van toegenomen concurrentie op de mestmarkt. Ook het bedrijfstype extensief groot in zand Zuid krijgt te maken met extra mestafzetkosten. Echter het economische voordeel van omzetting van grasland naar bouwland is relatief groot op dit bedrijfstype.

Tabel 5.2a *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) in de Referentie ten opzichte van de basis in niet-NV- en NV-gebieden op melkvee bedrijfstypen op veen en klei.*

	Veen Bedrijfstype		Klei Bedrijfstype	
	Extensief	Intensief	Extensief	Intensief
Referentie	-14,9	-29,9	-18,1	-22,7
Referentie NV	-18,2	-33,2	-18,8	-23,0

Bron: berekeningen met FarmDyn.

Tabel 5.2b *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) in de Referentie ten opzichte van de basis in niet-NV- en NV-gebieden op melkvee bedrijfstypen in zand Overig (noordelijk, centraal en westelijk zand).*

	Zand Overig Bedrijfstype			
	Extensief Klein	Groot	Intensief Klei	Groot
Referentie	-5,4	-9,0	-13,7	-36,8
Referentie NV	-7,5	-14,8	-17,9	-42,3

Bron: berekeningen met FarmDyn.

Tabel 5.2c *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) in de Referentie ten opzichte van de basis in niet-NV- en NV-gebieden op melkvee bedrijfstypen in zand Zuid.*

	Zand Zuid Bedrijfstype			
	Extensief		**Intensief**	
	Klein	**Groot**	**Klein**	**Groot**
Referentie	-5,5	-9,1	-13,9	-37,0
Referentie NV	-7,9	-15,9	-18,4	-42,7

Bron: berekeningen met FarmDyn.

5.3 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: melkvee en akkerbouw

In tabel 5.3 worden de inkomensveranderingen weergegeven in de akkerbouwsector van het maatregelpakket 8e AP in vergelijking tot de Referentie. Niet alle maatregelen zoals genoemd in paragraaf 2.2.4 zijn doorgerekend. De voor de verschillende typen akkerbouwbedrijf relevante en doorgerekende maatregelen betreffen (nummering volgens de tabel in paragraaf 2.2.4) 1) verandering mestvrije bufferstrook op klei en veen voor bedrijven in niet-NV gebieden (in de NV gebieden geen verandering) 2) 1:3 rotatie met rustgewassen op type overig akkerbouw in zand-zuid[9] (en lössregio) 5) aanpassing van de stikstofgebruiksnormen, en 7) bodembedekking in de winter na maisteelt op klei en veen.

Het positieve inkomenseffect in tabel 5.3a voor akkerbouwbedrijfstypen op klei in niet-NV-gebieden is gebaseerd op smallere bufferstroken. Het maatregelpakket blijkt geen effect te hebben op het inkomen op het bedrijfstype zetmeelaardappelbedrijf en overig akkerbouwbedrijf in zand Overig in niet NV gebieden. Dit komt a) omdat er geen verandering in de mestvrije bufferstrook wordt verondersteld b) omdat 1:3 rotatie met rustgewassen alleen geldt voor type overig akkerbouw in zand-zuid c) geen effect is van 20% korting op de stikstofgebruiksnorm (gegeven de N-responsecurves in Farmdyn) d) bodembedekking in de winter na maisteelt in zand Overig al is meegenomen in de basis. Op bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid in niet NV gebieden neemt het inkomen per bedrijf af. Dit wordt verklaard door de korting op de stikstofgebruiksruimte (vanaf 15% korting) en door de invoering van de 1:3 rotatie met rustgewassen.
In de NV-gebieden beperkt het inkomenseffect zich tot een daling op bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid. Dit heeft te maken met veranderingen in de stikstofgebruiksnorm en de 1:3 rotatie met rustgewassen. Gegeven de maatregelen uit het 8e AP die worden doorgerekend met Farmdyn (zie hierboven), worden de akkerbouw bedrijfstypen op klei in de NV gebieden alleen geraakt door de maatregel bodembedekking in de winter na maisteelt op klei en veen. Het areaal mais is echter zeer beperkt op de hier meegenomen bedrijfstypen akkerbouw op klei. Zoals eerder genoemd, zijn er ook veel onzekerheden; in paragraaf 5.4 komen we hierop terug om een zekere bandbreedte van inkomenseffecten aan te geven voor de meest relevante bedrijfstypen.

Het inkomenseffect van de aangepaste gebruiksnormen (8AP8), afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet laat een duidelijke verdere afname zien op bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid, zowel in de niet-NV gebieden als in de NV gebieden.

Hoewel verwacht mocht worden dat 8e AP-maatregelen met minder dan 20% korting positief zouden uitpakken voor NV-gebieden, en juist negatief voor niet-NV-gebieden, blijven de effecten voor de verschillende bedrijfstypen akkerbouw beperkt. Enerzijds heeft dit te maken met hoge prijzen voor acceptatie van dierlijke mest en bijbehorend gebruik van dierlijke mest op de verschillende type akkerbouwbedrijven. De modelresultaten laten zien dat daarbij de fosfaatnorm vaak de beperkende factor is voor het verder verhogen van de dierlijke mestgift. Wanneer fosfaat niet beperkend is, blijkt uit FarmDyn dat meestal de maximale toediening in tonnen per hectare (de agronomische limieten) eerder wordt bereikt dan de stikstofnorm. Verruiming of korting van de stikstof gebruiksnormen heeft in FarmDyn dan ook vooral effect op het gebruik van stikstof kunstmest.

[9] Vanwege ontbreken van voldoende individuele bedrijven in lössregio in BIN, worden effecten voor akkerbouw en melkveebedrijven in lössregio niet meegenomen.

In het model wordt het gebruik van stikstofkunstmest geoptimaliseerd. Afhankelijk van het bedrijfstype akkerbouw, bouwplan en bijbehorende N-responsecurves per gewas is de stikstofgebruiksruimte per bedrijf meer of minder beperkend.

Tabel 5.3a *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) in het geselecteerde maatregelpakket ten opzichte van de Referentie in niet-NV-gebieden.*

	Klei				Zand Overig		Zand Zuid
	Bedrijfstype						
	Graan	Poot-aardappel	Consumptie-aardappel	Overig	Zetmeel-aardappel	Overig	Overig
8AP1	0,8	4,9	2,0	2,0	0,0	0,0	-0,3
8AP2	0,8	4,9	2,0	2,0	0,0	0,0	-0,3
8AP3	0,8	4,9	2,0	2,0	0,0	0,0	-0,3
8AP4	0,8	4,9	2,0	2,0	0,0	0,0	-0,3
8AP5	0,8	4,9	2,0	2,0	0,0	0,0	-0,3
8AP6	0,8	4,9	2,0	2,0	0,0	0,0	-0,3
8AP7	0,8	4,9	2,0	2,0	0,0	0,0	-0,4
8AP8	0,8	4,9	2,0	2,0	0,0	0,0	-1,2

Bron: berekeningen met FarmDyn.
8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Tabel 5.3b *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) in het geselecteerde maatregelpakket ten opzichte van de Referentie in NV-gebieden.*

	Klei				Zand Overig		Zand Zuid
	Bedrijfstype						
	Graan	Poot-aardappel	Consumptie-aardappel	Overig	Zetmeel-aardappel	Overig	Overig
8AP1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2
8AP2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2
8AP3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2
8AP4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2
8AP5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2
8AP6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2
8AP7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2
8AP8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0

Bron: berekeningen met FarmDyn.
8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

In tabel 5.4 worden inkomensveranderingen van geselecteerde maatregelpakketten (ten opzichte van de Referentie) weergegeven voor een geselecteerd aantal groepen melkveebedrijven. Gedetailleerde resultaten worden weergegeven in de bijlage 7.

Het effect van het maatregelpakket wordt gedomineerd door de korting van de stikstofgebruiksnorm in de niet-NV-gebieden en door de daling van het areaal grasland naar het niveau in het basisjaar 2023. Dat laatste geldt voor alle gebieden. Wat betreft het maatregelpakket is de inkomensdaling het grootst op bedrijfstype Extensief/groot in zand Zuid bij maatregelpakket 8AP7 in niet-NV-gebieden, namelijk een inkomensdaling van 21.000 euro per bedrijf. Het negatieve inkomenseffect wordt versterkt doordat het areaal grasland weer teruggaat naar het areaal grasland in de basis 2023.

Verder, alhoewel er weinig melkveebedrijven zitten in niet-NV-gebieden in zand Zuid, is het een indicatie voor het inkomenseffect van gelijksoortige bedrijfstypen (extensief en groot) op veen en klei.

Het inkomenseffect van 8AP7 op bedrijfstype melkvee veen/extensief in NV gebied is gelijk aan nul. Dit moet zo worden gelezen dat voor dit bedrijfstype in NV gebied er helemaal geen extra maatregelen worden doorgerekend ten opzichte van de maatregelen in de Referentie. Bijvoorbeeld, areaal grasland terug naar basis heeft geen effect omdat er in de Referentie geen aanpassing in areaal grasland op melkveebedrijven op veen wordt verondersteld.

Tabel 5.4 *Verandering inkomen in vergelijking tot de referentie (* 1.000 euro per bedrijf) als gevolg van geselecteerde maatregelen op geselecteerde melkveebedrijfstypen per regio in niet-NV- en in NV-gebieden.*

	Veen	**Klei**	**Zand Zuid**	**Zand Zuid**	
	Bedrijfstype				
	Extensief	**Extensief**	**Extensief Groot**	**Intensief Klein**	**Toelichting bij de maatregelpakketten**
8AP1	0,9	-5,3	-15,9	-2,8	Niet NV gebieden. Lagere bufferstrook op melkveebedrijven op veen en klei. Areaal grasland terug naar basis (voor melkveebedrijven op klei en zand). Inkomensverandering komt boven op de verandering in de Referentie (=stikstofgebruiksnorm van 2025).
8AP7	-2,1	-6,4	-21	-7,6	Niet NV gebieden Smallere bufferstrook op melkveebedrijven op klei en veen, areaal grasland terug naar basis op melkveebedrijven op klei en zand. Korting stikstofgebruiksnorm ten opzichte van stikstofgebruiksnorm in de Referentie (=stikstofgebruiksnorm van 2025).
8AP1_NV	2,9	-5,5	-9,2	1,7	NV gebieden. Geen korting stikstofgebruiksnormen op bedrijven in NV-gebieden. Areaal grasland terug naar basis (voor melkveebedrijven op klei en zand).
8AP7_NV	-0,1	-6,6	-14,2	-3	NV gebieden. Korting stikstofgebruiksnormen hetzelfde als in de Referentie NV-gebieden (ten opzichte van de Referentie (= stikstofgebruiksnorm van 2025)), op bedrijven in NV-gebieden. Areaal grasland terug naar basis (voor melkveebedrijven op klei en zand). Inkomensverandering ten opzichte van de Referentie, bedrijven in NV-gebieden.
8AP8	0,9	-5,3	-17,4	-4,2	Niet NV-gebieden Zie 8AP1 plus aangepaste gebruiksnormen afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Met name stikstofgebruiksnorm beweid grasland gelijk aan 200 kg N per ha in zand Zuid (was 250 kg N per ha).
8AP8_NV	2,9	-5,5	-10,6	0,3	NV-gebieden. Zie 8AP1_NV plus aangepaste gebruiksnormen afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Met name stikstofgebruiksnorm beweid grasland gelijk aan 200 kg N per ha in zand Zuid (was 250 kg N per ha).

Bron: berekeningen met FarmDyn.

8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

De maatregel 1:3 rustgewassen zal in de melkveehouderij praktisch betekenen dat men na twee jaar snijmaïs één jaar gras gaat telen. Dat betekent dat na 1 à 1,5 jaar gras (inzaai onder het tweede jaar snijmaïs en scheuren in het voorjaar na het teeltjaar) er veel stikstof en koolstof vrij komt. De optie 2:6 zou een beter alternatief zijn, omdat: 1) de grasopbrengst in het tweede jaar hoger is dan in het eerste (start-)jaar; 2) de investering in gras-inzaai beter benut wordt, en 3) over het bouwplan als geheel minder stikstof en koolstof verloren gaat door scheuren van tijdelijk grasland; het aantal keren scheuren wordt in deze variant gehalveerd. In de praktijk zal dit extra kosten met zich meebrengen (zoals zaaizaad, machinekosten, arbeid). In deze studie zijn deze extra kosten nog niet meegenomen. Als orde van grootte wat betreft directe kosten kan gedacht worden aan ongeveer 200 euro per ha (zie extra kosten van een vanggewas), dit is echter exclusief opbrengstderving. Vandaar dat meer onderzoek nodig is.

5.4 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: gevoeligheidsanalyse: melkvee en akkerbouw

In deze paragraaf geven we enig inzicht in de gevoeligheid van de hiervoor getoonde berekeningen voor1:3 rotatie met rustgewassen op bedrijfstype overig akkerbouwbedrijf in Zand Zuid en de gehanteerde N-responsecurves in Farmdyn (alle bedrijfstypen).

Het effect op het inkomen van de maatregel 1:3 rotatie met rustgewassen en de mogelijkheden om aan deze maatregel te voldoen verschillen sterk per individueel bedrijf, met name binnen het in deze studie gedefinieerde bedrijfstype overig akkerbouw in Zand Zuid (namelijk gemiddelde van individuele bedrijven in BIN in zand Zuid en zand Overig, die behoren tot bedrijfstype overig akkerbouw). Om daar meer inzicht in te geven wordt in tabel 5.4.1 dieper ingegaan op het inkomenseffect in drie scenario's, te weten van vervanging van 1) zetmeelaardappelen, 2) consumptieaardappelen of 3) suikerbieten, in alle gevallen door extra wintertarwe op het vrijkomende areaal bij bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid. Op de individuele bedrijven in BIN in zand Zuid die behoren tot bedrijfstype overig akkerbouw zijn bovengenoemde scenario's 2) en 3) van belang. In tabel 5.4.1 moet bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid ongeveer 2 ha rustgewas extra opnemen om aan de maatregel 1:3 rotatie met rustgewassen te voldoen. In het gehanteerde model wordt daarom aangenomen, dat 2 ha wintertarwe extra wordt geteeld. Dit gaat ten koste van andere gewassen en in de tabel wordt aangegeven wat de inkomensverandering per ha is en per bedrijf in de drie scenario's, uitgaande van prijzen en hoeveelheden van gewassen en gebruikte productiemiddelen en afschrijving en onderhoudskosten van machines zoals bekend uit BIN. In alle gevallen neemt het inkomen af.

In tabel 5.4.1 is de inkomensderving het laagst als 2 ha zetmeelaardappelen worden vervangen door 2 ha wintertarwe, namelijk ruim 300 euro per bedrijf (dit is ook de 'optimale' uitkomst in Farmdyn uitgaande van het gemiddelde bouwplan van de individuele bedrijven in BIN in zand Zuid en zand Overig, die behoren tot bedrijfstype overig akkerbouw). In tabel 5.4.1 is de inkomensderving het hoogst als 2 ha consumptieaardappelen worden vervangen door 2 ha wintertarwe. In dit laatste geval daalt het inkomen op het type overig akkerbouw in zand Zuid met ongeveer 3700 euro per bedrijf. In de praktijk komen zetmeelaardappelen niet voor op de individuele akkerbouwbedrijven in categorie 'overig akkerbouw' in zand Zuid. Bij de gehanteerde omvang van het overig akkerbouwbedrijf in zand Zuid en extra benodigde areaal rustgewassen (2 ha), wordt het inkomenseffect van het totale maatregelpakket met ongeveer 2000 tot 4000 euro per bedrijf onderschat (ten opzichte van de Referentie). Als voor individuele akkerbouwbedrijven in zand Zuid meer extra ha rustgewassen nodig zijn, neemt de inkomensderving verder toe.

Tabel 5.4.1 *Effect 1:3 rotatie met rustgewassen op inkomen op bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid bij vervanging zetmeelaardappelen, suikerbieten of consumptieaardappelen door wintertarwe.*

Inkomen, 5-jarig gemiddelde (* 1.000 euro)	46
Inkomen, basisjaar 2023 (*1000 euro)	83
Inkomen Referentie (1000 euro per bedrijf) in o	
8e AP ten opzichte van basis 2023 (percentage rustgewas 33%):	
Verschil in inkomen met **wintertarwe** (euro per ha):	
Zetmeelaardappelen	-157
Suikerbieten	-969
Consumptieaardappelen	-1.794
Extra areaal wintertarwe in maatregelpakket (ha)	2.
Verschil inkomen bij vervanging van (euro per bedrijf):	
Zetmeelaardappelen	-326
Suikerbieten	-2.016
Consumptieaardappelen	-3.736

Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen: bedrijfstype akkerbouw

Het effect van 1 kg werkzame N minder op de opbrengst van het gewas is zeer onzeker. Dit komt ook naar voren in de studie van Van Dijk e.a. (2007) waarin zowel een gemiddeld effect van 1 kg werkzame N minder op de gewasopbrengst wordt weergegeven als een maximaal effect. Tot nu toe zijn we uitgegaan van het gemiddelde effect. In onderstaande tabel wordt uitgegaan van het maximale effect van 1 kg N minder op de gewasopbrengst. Daarbij wordt stapsgewijs de stikstofgebruiksnorm per gewas verlaagd. Bij een groter effect van 1 kg werkzame N extra op de gewasopbrengst, verschuift de economisch optimale aanwending van werkzame N per ha per gewas naar hogere waarden. Het bedrijf zal dan eerder tegen de beschikbare stikstofgebruiksruimte per bedrijf aanlopen. Een verdere korting van de beschikbare stikstofgebruiksruimte leidt dan tot een herverdeling van de toegestane stikstofaanwending over de gewassen. De gewassen die minder worden bemest hebben een lagere opbrengst en het inkomen per bedrijf neemt af.

De uitkomsten geven een inschatting van het extra inkomenseffect boven op de verandering van het inkomen in de Referentie ten opzichte van de basis (tabel 5.4.2) en een maatregelpakket ten opzichte van de Referentie in zowel een NV-gebied als een niet-NV-gebied (tabellen 5.4.3 en 5.4.4). De gevoeligheidsanalyse laat zien dat in de Referentie in NV-gebieden een korting van de stikstofgebruiksruimte met maximaal 20% van de stikstofgebruiksnormen in 2025 kan leiden tot een maximale inkomensderving van bijna 5.000 euro op bedrijfstype consumptieaardappel op klei tot geen inkomensderving op bedrijfstype graan op klei. Gegeven het verschil in bedrijfsomvang is de inkomensderving op bedrijfstype overig akkerbouw relatief hoog, namelijk bijna 3.400 euro per bedrijf. Het omgekeerde effect zien we in maatregelpakket met 20% korting op de stikstofgebruiksruimte op bedrijfstype in niet-NV-gebieden.

Het inkomenseffect van de Referentie ten opzichte van de basis en het effect van maatregelpakket 8e Actie Programma ten opzichte van de Referentie voor bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid in NV gebied wordt weergegeven in tabel 5.1 en tabel 5.3.b. De bandbreedte wordt weergegeven in tabel 5.4.1 en 5.4.2. Bij elkaar opgeteld, het inkomenseffect voor bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid in NV gebied in 8e Actie Programma (8AP7) ten opzichte van de basis wordt dan: tabel 5.1: 6800 euro per bedrijf; tabel 5.3b: -230 euro per bedrijf; tabel 5.4.2 -3425 euro per bedrijf. Afhankelijk van het bouwplan komt daar voor het bedrijfstype overig akkerbouw in zand Zuid het effect van tabel 5.4.1 (-2000/-4000 euro per bedrijf) bovenop.

Voor bedrijfstype overig akkerbouw in niet NV gebied geldt hetzelfde, maar dan het effect van tabel 5.4.1 en tabel 5.4.3 bij elkaar opgeteld.

(Van Dijk et al. (2007) laten ook zien dat effect vermindering werkzame stikstof op de gewasopbrengst op lössgrond groter is dan in zand Zuid.)

Tabel 5.4.2 *Verandering inkomen (* 1.000 Euro per bedrijf) in de Referentie met maximaal opbrengst-response effect ten opzichte van de Referentie met gemiddeld N response effect (=standaarduitkomst) op akkerbouwbedrijven in Referentie/Referentie NV-gebieden.*

	Bedrijfstype Klei				**Zand Overig**		**Zand Zuid**
	Graan	**Poot Aardappel**	**Consumptie aardappel**	**Overig**	**Zetmeel Aardappel**	**Overig**	**Overig**
Referentie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1
Referentie NV	0,0	-2,9	-4,7	-1,8	-2,0	-1,4	-3,4

Bron: berekeningen met FarmDyn.

Tabel 5.4.3 *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) in maatregelpakket met maximaal opbrengst-response effect ten opzichte van maatregelpakket met gemiddeld N response effect (=standaarduitkomst) op akkerbouwbedrijven in niet NV gebieden.*

	Klei				**Zand Overig**		**Zand Zuid**
	Bedrijfstype Graan	**Poot Aardappel**	**Consumptie aardappel**	**Overig**	**Zetmeel aardappel**	**Overig**	**Overig**
8AP1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
8AP2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1

	Klei				Zand Overig		Zand Zuid
	Bedrijfstype Graan	Poot Aardappel	Consumptie aardappel	Overig	Zetmeel aardappel	Overig	Overig
8AP3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2
8AP4	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,6
8AP5	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,3	-0,2	-0,8
8AP6	0,0	0,0	-2,2	0,0	-1,0	-0,7	-1,7
8AP7	0,0	-2,9	-4,8	-1,9	-2,0	-1,4	-3,1
8AP8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,3

Bron: berekeningen met FarmDyn.
8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Tabel 5.4.4 *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) in maatregelpakket met maximaal opbrengst-response ten opzichte van maatregelpakket met gemiddeld N response (=standaarduitkomst) op akkerbouwbedrijven in NV gebieden.*

	Klei				Zand Overig		Zand Zuid
	Bedrijfstype Graan	Poot Aardappel	Consumptie aardappel	Overig	Zetmeel aardappel	Overig	Overig
8AP1	0,0	2,9	4,7	1,8	2,0	1,4	3,5
8AP2	0,0	2,9	4,7	1,8	2,0	1,4	3,3
8AP3	0,0	2,9	4,7	1,8	2,0	1,4	3,1
8AP4	0,0	2,9	4,7	1,8	1,9	1,3	2,7
8AP5	0,0	2,9	4,6	1,8	1,6	1,2	2,4
8AP6	0,0	2,9	2,5	1,8	1,0	0,7	1,6
8AP7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
8AP8	0,0	2,9	4,7	1,8	2,0	1,4	-2,0

Bron: berekeningen met FarmDyn.
8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen: bedrijfstype melkveehouderij

Bij maximaal opbrengst-response effect van akkerbouwgewassen (inclusief snijmais), opbrengst response effect van grasland constant:

- In de Referentie een extra inkomensdaling van ongeveer 2.100 euro per bedrijf op bedrijfstype Extensief groot in zand Zuid in NV gebied en ongeveer 1700 euro per bedrijf op bedrijfstype Extensief groot in zand Overig in NV gebied.
- Dit komt mede doordat aangenomen is dat er in de Referentie ook meer bouwland aanwezig is op het bedrijf.
- Door de korting van de stikstofgebruiksnorm en de aanname van maximaal opbrengst response effect in plaats van gemiddeld opbrengst response effect, neemt de opbrengst van snijmais sterker af en moet er meer voer worden aangekocht dan voorheen.

5.5 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: groentebedrijven

Vanwege beperkingen ten aanzien van individuele bedrijfsdata uit BIN voor de groentebedrijven in zand Zuid is uitgegaan van een gemiddeld groentebedrijf. Ook de opbrengst-response curves worden gelijk verondersteld in alle gebieden. Het gemiddelde groentebedrijf is doorgerekend met stikstofgebruiksnormen voor zand Zuid en de stikstofgebruiksnormen voor klei. In vergelijking tot klei zijn de toegestane hoeveelheden werkzame stikstof per ha groentegewas op zand Zuid in de basis 2023 aanzienlijk lager. In het model en volgens bovenstaande methodiek betekent dat een lagere opbrengst van groentegewassen op bedrijfstype groente in Zand Zuid of een trend naar andere gewassen (meer rustgewassen) (of beide) en lagere inkomensmogelijkheden. Het gevolg is dat het inkomen op bedrijfstype groente in zand Zuid (gebaseerd op data uit het BIN en gedefinieerd als een nationaal gemiddeld groentebedrijf!) in de basis 2023 al 12.000 euro lager is dan wat het zou kunnen zijn bij minder strenge stikstofgebruiksnormen. Uitgaande van ligging in een NV-gebied en 20% korting op de stikstofgebruiksnorm gaat het inkomen voor het hier gedefinieerde groentebedrijf in zand Zuid in de Referentie nog eens ongeveer 10.000 euro achteruit, zodat het totale effect van relatief lage stikstofgebruiksnormen in de basis, verdere daling van de stikstofgebruiksnormen met 20% en bijbehorende trend naar meer rustgewassen om aan de beperkingen te voldoen, neerkomt op een daling van in totaal ongeveer 22.000 euro. Dit is ongeveer 14% van het vijfjarig gemiddeld inkomen. Als reactie op de beperkingen ten aanzien van stikstof is het bedrijf zodanig getransformeerd dat er van de oorspronkelijke 32 ha groentegewassen gemiddeld nog 18 ha over is. Als bijeffect zijn de kosten van betaalde arbeid zijn gedaald van ruim 83.000 euro per bedrijf naar ruim 41.000 euro per bedrijf!

Het gekozen uitgangspunt van een gemiddelde groentebedrijf lijkt door een hoger aandeel hoog salderende groentegewassen in zand Zuid van beperkte waarde voor bestaande groentebedrijven in zand Zuid, in ieder geval als het gaat om absolute bedragen!! Mogelijk dat de trend in dezelfde richting gaat, maar zoals hierboven aangegeven, is meer onderzoek nodig naar het groentebedrijf in zand Zuid.

5.6 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: Bloembollenbedrijven (kwalitatief)

De meeste bloembollenbedrijven zijn gevestigd in de traditionele teeltgebieden in Noord- en Zuid-Holland, langs de Noordzeekust. Zij telen diverse soorten op zogenoemde geestgronden, zeer lichte zandgronden met een laag organischestofgehalte. Daar wordt het kweekmateriaal van de bedrijven geteeld, terwijl de bulkproductie, de teelt van grote hoeveelheden tulpen- en leliebollen voor de verkoop en de broeierij grotendeels plaatsvindt op elders gehuurde grond. Dat kan op zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven in met name Noord-Holland en Flevoland zijn. Voor een ruimtelijke verdeling van de bloembollenteelt in Nederland wordt verwezen naar Agrimatie.

De grootste zorg op de geestgronden is het op peil houden van het organischestofgehalte. Dat is daar laag en de afbraaksnelheid is hoog door een lage C/N-verhouding in de grond. Omdat met dierlijke mest of compost ook altijd N wordt aangevoerd, kan een verlaging van de N-gebruiksnormen leiden tot beperking van de mogelijkheden om het organischestofgehalte op peil te houden. Zelfs het gebruik van compost, met een relatief laag N-gehalte, wordt dan lastig inpasbaar. Gronden met een (te) laag organischestofgehalte hebben geen goede structuur voor optimale gewasgroei; bovendien spoelt stikstof dan nog sneller uit dan doorgaans al het geval is in zandgronden. Een dergelijke maatregel is dus zowel slecht voor de gewasopbrengsten als voor de N-verliezen.

Tulpen en lelies worden buiten de traditionele teeltgebieden grotendeels geteeld op gehuurde grond. De aanpassing van de eis in het 7e AP richting 2030 om van 1:4 naar 1:3 rustgewassen te gaan in zand zuid en Löss zal daar geen effect hebben op de bloembollenteler, want hij huurt elk jaar ‘verse grond’. Hij zal in verband met bodemziektes toch al vermijden om binnen vier jaar terug te keren naar een eerder gebruikt perceel. Het effect zal daar vooral optreden op akkerbouwbedrijven, omdat daar het aandeel ‘rooigewassen’ zal moeten dalen, inclusief bloembollen.

Tulpenteelt vindt veelal plaats op kleigronden. Als dat op gescheurd grasland is, dan levert de grond behoorlijk wat stikstof na, zodat een verlaging van de N-gebruiksnormen daar niet gelijk een probleem met opbrengsten oplevert. In de praktijk houden de telers hier vaak al rekening mee en bemesten ze op deze gronden onder de norm. Het nemen van een N-mineraalmonster in het voorjaar na het scheuren van grasland helpt om de N-gift in de bollenteelt te verfijnen. Mogelijk is daar inderdaad winst mee te behalen. Het nemen van zo'n monster werd vroeger veel vaker gedaan dan tegenwoordig. Deze methode was destijds een goed hulpmiddel om de bemesting af te stemmen op de bodemvoorraad aan stikstof. Het nemen van een monster door een geaccrediteerd lab als Eurofins is goed inpasbaar en betaalbaar. Tulpen worden in juli geoogst. Na de oogst is er nog ruimschoots tijd voor goede grondbewerking en de inzaai van een groenbemester/vanggewas. Na tulp wordt daarom vrijwel altijd een groenbemester/vanggewas geteeld. Omdat bloembollen relatief ondiep wortelen is dit een goede manier om de resterende N in de bouwvoor vast te houden. Er is wel eens wat discussie over de vraag van wie die groenbemester dan is: van de tulpenteler of van de akkerbouwer of veehouder die het land verhuurde. In het eerste geval komen de kosten van de groenbemester ten laste van de tulpenteler. Het betreft enige honderden euro's, wat op het saldo van tulpen (ca. 17.000 euro; Vissers et al., 2024) verwaarloosbaar is. In vergelijking met akkerbouwteelten is dit bedrag niet verwaarloosbaar, maar die profiteert in het volgende jaar van de nalevering van N uit de groenbemester. Dat scheelt dus in de N-behoefte voor het volggewas. Als tulpen een plek innemen op een melkveebedrijf, dan kan de groenbemester in dat geval gras zijn. Dat geeft de melkveehouder de gelegenheid om met relatief lage N-giften nog één of twee snedes gras te oogsten voordat de winter komt. In principe is de tulpenteelt op gehuurde akkerbouw- of melkveepercelen een win-winsituatie, waarbij het restant N in principe goed afgevangen kan worden door de daaropvolgende groenbemester of grasteelt. Alleen vindt het planten van tulpenbollen plaats in het late najaar, waarbij structuurbederf van de grond kan optreden. Dat kan doorwerken in de N-benutting van het gewas. Structuurverbetering na de oogst van tulp is dan nodig ten behoeve van het volggewas.

Lelieteelt vindt veelal plaats in zandgronden, zoals in Drenthe. Aangezien lelies laat in het jaar worden geoogst is de teelt van een groenbemester/vanggewas hier niet mogelijk. Ook de onderteelt van bijvoorbeeld gras, zoals bij snijmaïs wel gedaan wordt, is niet mogelijk bij de oogst van een rooigewas. De grond wordt daarbij zodanig bewerkt dat een dergelijke onderteelt te veel schade op zal lopen om nog als groenbemester/vanggewas de winter over te kunnen functioneren.

In de lelieteelt op Oostelijk en Zand Zuid wordt een aanzienlijk deel van de N-bemesting geregeld via dierlijke mest. Vaak zit bij het huurcontract van de grond op melkveebedrijven de verplichting in om dierlijke mest van de verhuurder af te nemen. Door afbouw van de Derogatie neemt de maximale mestgift af. Een deel van de N-nalevering vanuit de dierlijke mest zal worden opgevangen door kunstmest. N uit kunstmest spoelt relatief gemakkelijker uit, omdat N in dierlijke mest in de organische stof is opgeslagen en door mineralisatie geleidelijk aan vrijkomt. N in kunstmest is niet aan organische stof gebonden.

De N-gebruiksnorm voor tulp in zand bedraagt in niet-NV-gebieden 190 kg N/ha en in NV-gebieden 152 kg N/ha. In veel rapporten over tulpen wordt gesproken over een gift van 150 kg N/ha (effectieve N). Vaak ligt daar ook het optimum. Dit gaat om de directe bemesting gerelateerd aan de tulp. Maar aanvullend hierop wordt nog standaard compost uitgereden. Deze compostgift resulteert afhankelijk van de gift ook nog in 10 à 15 kg N/ha. De daadwerkelijke ruimte voor de tulpenteelt in NV-gebieden ligt dus rond de 140 g N/ha. Dit wordt in de praktijk al ervaren als te weinig ruimte voor een meerjarig optimale teelt. Het N-gehalte in de geoogste bollen wordt namelijk ook behoorlijk door de N-gift beïnvloed. Dat heeft weer direct gevolgen voor de vervolgteelt. Wanneer meerjarig (te) weinig stikstof wordt toegepast neemt het stikstofgehalte in de af te broeien bol structureel af, met rechtstreeks gevolgen voor de afbroeikwaliteit (met name effecten op bladkleur, stengelstevigheid en lengte). Daardoor daalt de verkoopprijs van de bloembollen aan de broeierij of de kwaliteit van de bloemen als de teler ook zelf de broeierij verzorgt. In beide gevallen daalt daarmee het inkomen van de bloembollenteler. De mate waarin het inkomen daalt is moeilijk te voorspellen.

In het verleden zijn in de bloembollenteelt goede resultaten behaald met een NBS-systeem (N-bijmestsysteem). Hierbij werd naast de N-min bepaling in het voorjaar ongeveer maandelijks bemonsterd en op maat bijbemest. In de regel leidt dit tot een nauwkeurigere inschatting van de daadwerkelijke N-behoefte en kan in sommige gevallen een besparing op de stikstofgift worden bewerkstelligd. Het voordeel van inzet van een NBS-systeem is dat de N-gift in de late winter relatief laag wordt gehouden en het accent (iets) meer verschuift naar het (vroege) voorjaar.

Dan staat er al meer gewas waardoor de kans op uitspoeling van stikstof vermindert. Daarnaast kan de hoogte van de N-bemesting nauwkeuriger vastgesteld worden als in het voorjaar een Nmin-monster wordt genomen. Met name in Zand Zuid en op Löss mag een grote nalevering van N uit gescheurd grasland verwacht worden. Ook vormen van precisiebemesting kunnen hierbij helpend zijn, bijvoorbeeld door de meststof in de bedden aan te brengen en niet volvelds toe te passen.

De N-gebruiksnorm voor lelie in zand bedraagt in niet-NV-gebieden 145 kg N/ha en in NV-gebieden 116 kg N/ha. Een optimum in opbrengst wordt bereikt bij 150 kg N/ha. Verhoging leidt enkel nog tot een hoger N-gehalte in de geoogste bollen. Toepassing van drijfmest is best effectief, maar de effectiviteit op opbrengst blijft licht achter, terwijl het N-gehalte in de geoogste bollen juist fors wordt verhoogd. De totale N-opname en N-benutting bij inzet van drijfmest blijft niet achter ten opzichte van kunstmest. Wellicht is dat een gevolg van de lange teelt, waarbij ook stikstof uit late mineralisatie nog wordt opgenomen.
Bij intensieve bemonsteringen op voorraad stikstof in de bodem kan er op basis van de nog aanwezige voorraden minerale stikstof met gerichte bijbemesting winst behaald worden (doelsturing op basis van NBS). Bij de huidige N-gebruiksnorm van 145 kg N/ha zal de gemiddelde teler zich er goed mee kunnen redden, maar in NV-gebieden met de huidige 116 kg N/ha zal een lelieteler alle middelen in moeten zetten met NBS met bijvoorbeeld een aanvullend mineralisatiemodel om nog in de buurt van een optimaal economisch resultaat te komen.

Bij tulp en lelie geldt net als bij akkerbouwgewassen dat de kg-opbrengsten door de jaren heen een trendmatige stijging vertonen als gevolg van rasverbetering en verbeterde gewasverzorging. Daardoor moet in het algemeen rekening gehouden worden met een hogere afvoer van stikstof in het oogstproduct. Bij verlaging van de N-gebruiksnormen zal dus heel efficiënt met de beschikbare stikstof om moeten worden gegaan, waarbij in de bloembollenteelt met name de afbroeikwaliteit in gevaar kan komen bij een verlaagd N-gehalte van de bollen. Veel bemestingsproeven in de bollenteelt zijn, net als in de akkerbouw (Van Dijk et al., 2007), 15 à 20 jaar geleden uitgevoerd, zodat genoemd opbrengsteffect niet verwaarloosd mag worden. De voorgestelde maatregelen in het 8e AP zijn goed inpasbaar. Wel zal een bufferstrook relatief veel geld kosten, omdat dit een daling van het netto teeltareaal betekent. Een areaalverlies van 3% leidt op een gespecialiseerd tulpenbedrijf van 21 ha tot een inkomensverlies van 11.000 euro (Vissers et al., 2024). Het ongewogen gemiddelde areaal bufferstroken in de bloembollenteelt was in 2022 1,9%; het grootste deel van dit inkomensverlies was dus al aanwezig in de basis. Bij een toename van gemiddeld 1,9 naar 3% gaat het dus om een inkomensverlies van 1,1/3 * 11.000 euro ofwel 6.200 euro, aangenomen dat het verlies evenredig is met het areaal of anders gezegd met de breedte van de zone. In de praktijk zal die toenemen, omdat de opbrengsten aan de randen van percelen meestal lager zijn dan meer naar het midden. Ook toepassing van precisiebemesting en NBS-systemen brengen kosten met zich mee in de vorm van investeringen of in de prijzen van Nmin-monsternames en -analyses. Deze maatregelen kunnen noodzakelijk zijn om het inkomensverlies door lagere kg-opbrengsten en verminderde afbroeikwaliteit te beperken. Lukt het om de effectief beschikbare hoeveelheid stikstof gedurende het seizoen op peil te houden, dan zullen de inkomenseffecten van lagere N-gebruiksnormen, de belangrijkste maatregel uit het 8e AP, meevallen.

5.7 Inkomensverandering in 8e AP t.o.v. de Referentie: Boomkwekerijbedrijven (kwalitatief)

De boomkwekerijsector had in 2024 een areaal van ruim 16.000 ha (CBS/Agrimatie). Ter vergelijking, het areaal bloembollenteelt was in dat jaar ruim 27.000 ha, waarvan bijna 15.000 ha tulp en een kleine 6.000 ha lelie. De boomkwekerij is een zeer gevarieerde sector met diverse teeltgroepen. De grootste groepen zijn:

- Laan- en parkbomen volledig in open grond, bijna 5.000 ha in 2024
- Bos- en haagplantsoen, bijna 3.000 ha in 2024

Volgens Agrimatie is ongeveer 1% van de boomkwekerijbedrijven in Nederland biologisch. In 2024 waren er bijna 3.000 bedrijven in deze sector werkzaam, met in totaal 16.500 ha areaal (Agrimatie). 2.800 van deze bedrijven telen in de opengrond, met een totaal areaal van 16.000 ha. Maar daarnaast is er ook een deel containerteelt en is de hoeveel glas/tunnels aan het toenemen. De boomkwekerij is verdeeld over heel Nederland, maar er zijn teeltgebieden aan te wijzen waar de concentratie hoger is. Dat zijn de regio's Boskoop, Opheusden, Horst aan de Maas, Haaren en Zundert. Van de totale productie zit het grootste areaal (70%) in Brabant/Limburg.

In het Zuiden van het land is een aantal teelten vanuit de boomkwekerij sterk aanwezig. Dat zijn bos- en haagplantsoen, sierteelt vollegrond, vollegronds rozenteelt, vruchtbomenteelt en laanbomenteelt. Daarnaast vindt men ook hier containerteelt en kassen/tunnels. De laatste jaren is een groei te zien van de containerteelt (zowel binnen als buiten) en een toename van de bedekte teelt (glas en folie). Voor een ruimtelijke verdeling van de boomkwekerij in Nederland wordt verwezen naar Agrimatie.

De naam boomkwekerij is eigenlijk een foutieve naam. Hierbij denkt men gelijk aan bomen zoals een eik maar de diversiteit laat zien dat het over een 4.000 verschillende teelten gaat die allen hun specifieke problemen (ziekten en plagen), waterbehoefte en voedingsbehoefte hebben. Zo horen gewassen als een lavendel of een buitenroos ook onder de boomkwekerij, terwijl dat eigenlijk meer heesters zijn. Bij de boomkwekerij draait het niet om het leveren van een product dat gegeten wordt maar om de boom/ heester. Daarbij dient rekening gehouden te worden dat die bomen ook vaak met kluit (grond/wortels) geleverd dienen te worden. Men heeft dus ook veel te maken met afvoer van zwarte grond.

De stikstofgebruiksnormen voor de boomkwekerij zijn relatief laag. Hierdoor is het voor de kwekers noodzaak om zo efficiënt mogelijk om te gaan met de toegestane stikstofgebruiksruimte. De behoefte aan stikstof verschilt per gewas(groep). Snelgroeiende gewassen hebben een grotere stikstofbehoefte dan langzaam groeiende. Ook gedurende de teeltperiode zijn er verschillen. Vlak na planten of zaaien is de behoefte aan stikstof voor de meeste boomkwekerijgewassen gering. Een uitzondering hierop is de groep vaste planten. Van de meeste boomkwekerijgewassen is bekend dat in het eerste plantseizoen nog weinig groei optreedt en daarmee de stikstofbehoefte laag is. In het tweede teeltjaar van een vaststaand gewas is de stikstofbehoefte hoger. De in de bodem beschikbare stikstof, na hetzij afbraak van organische stof, organische mest of kunstmest, is beschikbaar voor opname door het gewas. Als de vrijgekomen stikstof niet wordt opgenomen kan het door uitspoeling verloren gaan. Het is daarom belangrijk de bemesting af te stemmen op de behoefte van het gewas. Te veel geeft uitspoeling en is geldverspilling. Te weinig geeft een lagere opbrengst, zowel in hoeveelheid als kwaliteit.

Er zijn veel verschillen in de teelt zoals hierboven aangegeven. In de vollegrond wordt vaak gewerkt met pachtpercelen. De percelen worden, afhankelijk van de teelt, voor 2 of meerdere jaren gepacht. Er wordt veel gewerkt met groenbemesters voor de bodemkwaliteit en de organischestofaanvoer. Ook wordt er veel gewerkt met de teelt van Tagetes als groenbemester en biologisch middel tegen aaltjes. Met name in het Zuiden van het land hebben telers veel te maken met boeren/veehouders die van hun dierlijke mest (onder andere drijfmest) af willen/moeten. Dit zal ook altijd meegenomen worden als basis voor de bemesting. Daarnaast is een trend te zien in toename van het gebruik van langzaam-werkende meststoffen/bladmeststoffen en organische meststoffen. Het gebruik van kunstmest neemt af. Bij de start van de teelt wordt uitgegaan van de natuurlijk nitrificatie van de bodem. Daarnaast wordt gekeken naar de gewasnorm en de aanwezigheid van NV-gebieden. Ook wordt vaak gebruik gemaakt van een Nitra check om het gehalte aan stikstof in de grond te bepalen. De organische meststoffen worden vaak vroeger in het seizoen toegediend en de kunstmest voor stikstof na half mei, afhankelijk van de analyse. Voor kunstmest worden vele meststoffen gebruikt maar ook KAS-MAS en vele soorten mengmeststoffen.

Bij de containerteelt wordt standaard uitgegaan van slow release (langzaam-werkende) meststoffen. Vaak wordt bijgestuurd op basis van analyses met oplosmeststoffen. Ook wordt hier (maar ook in de vollegrond) gebruikt gemaakt van bladmeststoffen (vaak meervoudig samengesteld).

De stikstofgebruiksnormen in kg stikstof/ha bedragen in 2025 (Bron: RVO):

- Voor Laan- en parkbomen:
  - Onderstammen: 40
  - Spillen: 90
  - Opzetters: 115
- Bos- en haagplantsoen: 95
- Vaste planten: 175.

De vele verschillende gewassoorten in de boomkwekerij worden vaak betaald naar lengte, aantal scheuten en omvang. Er ziet een verschil in visuele handel (met bloem of blad) of gewassen die zonder blad geleverd worden (vaak bomen). Dit houdt in dat ze de gewasnorm nodig hebben en vaak nu al (zeker in een NV-gebied) te kort komen.

Door de grond op orde te hebben kun je veel bereiken maar door het aanscherpen van normen zal dit gewaslengte/-groei schelen. Het niet halen van de groei zal dus geld kosten. Het is heel moeilijk aan te geven als bijvoorbeeld de norm met 10% daalt of dan de groei ook sterk zal afnemen. Dit heeft ook te maken met het jaar. In een nat jaar zal er meer stikstof uitspoelen en zal er dus meer bijgegeven moeten worden om een gelijk niveau te halen. Om toch een indicatie te geven zal een verlaging van de norm met 10% een vermindering van de verkoopprijs (naar schatting) een 20% lager prijs opleveren. Het gaat dus om aanzienlijke inkomensdalingen als bij vrijwel gelijkblijvende kosten de geldelijke opbrengsten met 20% afnemen. Dan blijft er van de winstmarge weinig over.

Bij de containerteelt treedt ook een dergelijke inkomensdaling op als gevolg van lagere N-gebruiksnormen. Maar daar wordt de voeding verzorgd via recirculatie en is van geen nitraatuitspoeling geen sprake. Het positieve punt is dat in NV-gebieden de N-gebruiksnorm hooguit 20% wordt maar ook lager kan uitpakken. Dat zou dan een inkomensverbetering opleveren ten opzichte van de Referentie.

6 Effecten op overige indicatoren

6.1 Gasvormige emissies

6.1.1 Ammoniak

In tabel 6.1 zijn de emissies van ammoniak weergegeven in het basisjaar 2022, 2023 (het meest recente jaar in de monitor), de Referentie voor 2030, en het verschil ten opzichte van de Referentie 2030 in de verschillende varianten van het maatregelpakket.

Tussen basisjaar 2022 en de Referentie 2030 neemt de emissie van ammoniak af met 21 kiloton (21%). Deze vermindering wordt voor ongeveer 60% veroorzaakt door een afname in stalemissies. Dit is met name het gevolg van een kleinere veestapel door beëindigingsmaatregelen, afroming van dier- en fosfaatrechten en een aangenomen krimp van de veestapel als gevolg van het fors groeiende mestoverschot bij vervallen van derogatie (bijlage 5). Ook een groter aandeel emissiearme-stallen die effectiever werken leidt tot een daling van de stalemissie van ammoniak. Daarnaast is ongeveer 40% van de reductie het gevolg van minder toediening van dierlijke mest en beweiding. Deze reductie wordt grotendeels veroorzaakt doordat de giften van dierlijke mest afnemen als gevolg van het vervallen van derogatie. Ook de mestvrije bufferstroken uit de derogatiebeschikking zorgen voor een lagere mestgift en daardoor minder emissie. De ammoniakemissie uit kunstmest neemt daarentegen iets toe ten opzichte van het basisjaar, doordat de kunstmestgift toeneemt ter compensatie van de verminderde dierlijke mestgift. Door de korting van 20% op de gebruiksnorm in NV-gebieden in de Referentie neemt de gift van kunstmest in deze gebieden echter niet toe.

Ten opzichte van de Referentie neemt de ammoniakemissie in vrijwel alle varianten toe, met maximaal 3,2 kiloton ammoniak in de variant met 0% korting en de variant met nieuwe gebruiksnormen. Alleen in de variant met 20% korting op de gebruiksnorm vindt een kleine afname van 0,1 kiloton ten opzichte van de Referentie plaats.

In alle varianten neemt de ammoniakemissie uit toediening van dierlijke mest toe met 1,1 kiloton. Dit effect wordt voor een deel verklaard doordat versmalling van bufferstroken in klei- en veengebieden leidt tot een grotere plaatsingsruimte en dus ook meer mesttoediening. Tegelijkertijd leidt ook de mogelijke maatregel van behoud grasland tot een hogere ammoniakemissie. Toediening van dierlijke mest op grasland vindt vaak plaats via sleufjes in de grond (zodenbemester), terwijl op bouwland mestinjectie gangbaarder is (Van Bruggen et al., 2024). De emissiefactor van mestinjectie is veel lager dan die van een zodenbemester, waardoor de ammoniakemissie door mesttoediening op bouwland lager is dan op grasland. Als het areaal gras in 2030 weer wordt verhoogd (en het areaal bouwland verkleind) neemt de ammoniakemissie toe.
De emissie uit de toediening van kunstmest is direct gerelateerd aan het gebruik van kunstmest. Doordat in de Referentie een korting van 20% geldt in NV-gebieden is het kunstmestgebruik relatief laag. In de variant met een generieke korting van 15% is het kunstmestgebruik lager dan in de Referentie en neemt de ammoniakemissie uit het gebruik van kunstmest af. In de variant met de nieuwe gebruiksnormen neemt de gebruiksnorm toe ten opzichte van de Referentie, doordat de korting van 20% in NV-gebieden komt te vervallen en de gebruiksnormen in zand-noord, -centraal en -west omhooggaan.
Emissies uit stal en opslag en overige veldemissies (overige organische producten, gewasresten en afrijping) blijven ongewijzigd ten opzichte van de Referentie.

Tabel 6.1 *Emissie van ammoniak in kiloton NH_3 berekend met INITIATOR in basisjaar 2022, 2023 en 2030 (REF) en de relatieve verandering (8AP1-8AP8; in kiloton NH_3) tussen de doorgerekende varianten voor 8AP en de Referentie 2030.*

	Basisjaar		Referentie	Verschil ten opzichte van Referentie 2030[1]							
	2022	2023	REF	8AP1	8AP2	8AP3	8AP4	8AP5	8AP6	8AP7	8AP8
Emissie uit stal en opslag	55,3	54,0	42,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissie uit mesttoediening en beweiding	31,2	29,4	23,3	+1,1	+1,1	+1,1	+1,1	+1,1	+1,1	+1,1	+1,1
Emissie uit toediening van kunstmest	8,6	9,1	8,7	+2,1	+1,6	+1,2	+0,7	+0,4	-0,4	-1,2	+2,1
Overige veldemissie[2]	4,8	4,8	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal[3]	*100*	*97*	*79*	*+3,2*	*+2,7*	*+2,4*	*+1,9*	*+1,5*	*+0,7*	*-0,1*	*+3,2*

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'
2. Onder overige veldemissie valt de emissie uit toepassing van compost en zuiveringsslib, en gewasresten en gewasafrijping.
3. De emissies zijn berekend met het model INITIATOR en beperken zich tot de sector landbouw. Ontwikkelingen met betrekking tot mestbewerking- en verwerking zijn daarin ook niet meegenomen. Dit leidt ertoe dat de emissietotalen iets lager zijn dan in de ERL 2025 (Cals et al., 2024).

6.1.2 Stikstofoxide

In tabel 6.2 is de emissie van stikstofoxiden (NO_x) weergegeven in het basisjaar 2022, 2023, de Referentie voor 2030, en 2030 onder de verschillende varianten.

Tussen basisjaar 2022 en de Referentie voor 2030 neemt de emissie van stikstofoxiden af met 2,4 kiloton NO (12%). Deze afname wordt grotendeels veroorzaakt door een lagere dierlijke mestgift, doordat de toediening van dierlijke mest afneemt als gevolg van het verlies van derogatie.

Doordat het kunstmestgebruik toeneemt in de varianten met 0% tot en met 10% korting op de gebruiksnorm, neemt de daarmee samenhangende NO-emissie ook toe, met maximaal 1,2 kiloton NO. Hierbij speelt ook mee dat als gevolg van een toename van het areaal gras ten koste van het areaal bouwland in het 8e AP ten opzichte van de Referentie 2030 tot een hogere NO-emissie leidt. Omdat de overige bronnen van NO-emissie nagenoeg onveranderd blijven ten opzichte van de Referentie voor 2030, neemt de NO-emissie vanuit de landbouw in deze varianten dus ook toe. In de varianten met 15% en 20% korting neemt de NO-emissie wel af, met maximaal 0,8 kiloton NO.

Tabel 6.2 *Emissie van stikstofoxiden in kiloton NO berekend met INITIATOR in basisjaar 2022, 2023 en 2030 (REF) en de relatieve verandering (8AP1-8AP8; in kiloton NO) tussen de doorgerekende varianten voor 8AP en de Referentie 2030.*

	Basisjaar		Referentie	Verschil ten opzichte van Referentie 2030[1]							
	2022	2023	REF	8AP1	8AP2	8AP3	8AP4	8AP5	8AP6	8AP7	8AP8
Emissie uit stal en opslag	2,0	2,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Emissie uit mesttoediening en beweiding	8,9	8,9	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Emissie uit toediening van kunstmest	5,1	5,0	5,1	+1,2	+0,9	+0,7	+0,4	+0,2	-0,2	-0,7	+1,2
Overige veldemissie[2]	3,8	3,9	3,8	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Totaal[3]	*19,8*	*19,9*	*17,4*	*+1,1*	*+0,9*	*+0,7*	*+0,4*	*+0,2*	*-0,3*	*-0,8*	*+1,2*

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'
2. Onder overige veldemissie valt de NO-emissie uit toepassing van compost en zuiveringsslib, en gewasresten en mineralisatie.
3. De emissies zijn berekend met het model INITIATOR en beperken zich tot de sector landbouw. Ontwikkelingen met betrekking tot mestbewerking- en verwerking zijn daarin ook niet meegenomen. Dit leidt ertoe dat de emissietotalen iets lager zijn dan in de ERL 2025 (Cals et al., 2024).

6.1.3 Lachgas

In tabel 6.3 is de emissie van lachgas weergegeven in het basisjaar 2022, 2023, de Referentie voor 2030, en 2030 onder de verschillende varianten.

Tussen basisjaar 2022 en de Referentie voor 2030 neemt de lachgasemissie af met 1,5 kiloton (9%). Deze afname wordt grotendeels veroorzaakt door een lagere dierlijke mestgift, doordat de toediening van dierlijke mest afneemt als gevolg van het verlies van derogatie.

Doordat het kunstmestgebruik toeneemt in de varianten met 0% tot en met 10% korting op de gebruiksnorm neemt de daarmee samenhangende lachgasemissie ook toe, met maximaal 0,6 kiloton N_2O. Hierbij speelt ook mee dat de toename van het bouwlandareaal ten koste van het graslandareaal in het 8e AP, ten opzichte van de Referentie voor 2030, leidt tot een lagere N_2O-emissie.

Tabel 6.3 *Emissie van lachgas in kiloton N_2O berekend met INITIATOR in basisjaar 2022, 2023 en 2030 (REF) en de relatieve verandering (8AP1-8AP8; in kiloton N_2O) tussen de doorgerekende varianten voor 8AP en de Referentie 2030.*

	Basisjaar		**Referentie**	**Verschil ten opzichte van Referentie 2030[1]**							
	2022	**2023**	**REF**	**8AP1**	**8AP2**	**8AP3**	**8AP4**	**8AP5**	**8AP6**	**8AP7**	**8AP8**
Emissie uit stal en opslag	1,4	1,5	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissie uit mesttoediening en beweiding	6,0	6,2	4,9	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Emissie uit toediening van kunstmest	3,2	3,2	3,3	+0,7	+0,5	+0,4	+0,2	+0,1	-0,2	-0,5	+0,7
Overige veldemissie[1]	5,8	5,8	5,5	+0,1	0	0	0	0	-0,1	-0,1	+0,1
Totaal	16,5	16,7	15,0	+0,6	+0,4	+0,2	0	-0,1	-0,4	-0,8	+0,6

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'
2. Onder overige veldemissie valt de N_2O-emissie uit toepassing van compost en zuiveringsslib, en gewasresten, mineralisatie, depositie en uitspoeling.
3. De emissies zijn berekend met het model INITIATOR en beperken zich tot de sector landbouw. Ontwikkelingen met betrekking tot mestbewerking- en verwerking zijn daarin ook niet meegenomen. Dit leidt ertoe dat de emissietotalen iets lager zijn dan in de ERL 2025 (Cals et al., 2024).

6.1.4 Methaan

In tabel 6.4 is de emissie van methaan weergegeven in het basisjaar 2022, 2023, de referentie voor 2030, en 2030 onder de verschillende varianten. Tussen basisjaar 2022 en de referentie voor 2030 neemt de methaanemissie af met 68 kiloton (15%). Deze afname wordt gestuurd door de afname in het aantal dieren, met name door de reductie in het aantal melkkoeien (Cals et al., 2024). Het maatregelpakket heeft geen effect op de dieraantallen, en ook de emissie van methaan verandert daardoor niet.

Tabel 6.4 *Emissie van methaan in kiloton CH_4 berekend met INITIATOR in basisjaar 2022, 2023 en 2030 (REF) en de relatieve verandering (8AP1-8AP8; in kiloton CH_4) tussen de doorgerekende varianten voor 8AP en de Referentie 2030.*

	Basisjaar		**Referentie**	**Verschil ten opzichte van referentie 2030[1]**							
	2022	**2023**	**REF**	**8AP1**	**8AP2**	**8AP3**	**8AP4**	**8AP5**	**8AP6**	**8AP7**	**8AP8**
Emissie uit stal en opslag	315	321	270	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissie uit mesttoediening en beweiding	127	111	104	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal[2]	441	432	374	0	0	0	0	0	0	0	0

1. 8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'
2. De emissies zijn berekend met het model INITIATOR en beperken zich tot de sector landbouw. Ontwikkelingen met betrekking tot mestbewerking- en verwerking zijn daarin ook niet meegenomen. Dit leidt ertoe dat de emissietotalen iets lager zijn dan in de ERL 2025 (Cals et al., 2024).

6.2 Bodemkwaliteit en biodiversiteit

6.2.1 Bodemkwaliteit

Organische stof (humus) heeft vele, belangrijke functies in de bodem en heeft belangrijke invloed op de bodemvruchtbaarheid. Het verbetert de structuur, bevordert de bewerkbaarheid en verhoogt het vochtvasthoudend vermogen van de grond. Maatregelen die de hoeveelheid organische stof in de bodem verhogen, zorgen daarmee ook voor een verhoging van de (stabiliteit van) landbouwkundige productie en verlagen de impact van droge weersomstandigheden. Een hoger gehalte aan organische stof in de bodem, kan ook leiden tot een grotere mineralisatie van stikstof daarmee het risico op nitraatuitspoeling verhogen (CDM, 2017). De relatie tussen extra toevoer van organische stof en het risico op uitspoeling is onduidelijk.

Het effect van de afzonderlijke maatregelen op de bodemkwaliteit (bodemvruchtbaarheid, fysisch, organische stof en biologisch) en de CO_2-productie vanuit de bodem is kwalitatief weergegeven in tabel 6.5 en gebaseerd op expert judgement. Het kwalitatieve effect van de maatregel is beredeneerd ten opzichte van de Referentie.

Tabel 6.5 *Kwalitatief effect van de maatregelen op de bodemkwaliteit (bodemvruchtbaarheid, fysica, organische stof, biologie) en de CO_2-productie vanuit de bodem.*

Maatregel	**Effect op Bodemkwaliteit [1]**				**CO_2-productie vanuit de bodem [1]**
	Chemisch bodemvruchtbaarheid	**Fysisch**	**Organische stof**	**Biologisch**	
Mestvrije bufferstrook (hele perceel) [1a]	0	0	0	0	0
Mestvrije bufferstrook (bij versmalling)	+ [1b] 0 [1b]	0 [1c]	0 [1c]	Biodiversiteit -	0 [1c]
1:3 rotatie met rustgewassen	0	+ [2a]	+ [2b]	+ [2c]	+ [2d]
2:6 rotatie met rustgewassen [3]	0	+	+	+	+
Behoud areaal grasland	0	+/0	+	+ [4]	+
Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen [5]	0	0	0	0	0
N-mineraal meting bij scheuren grasland [6]	0	0	0	0	0
Bodembedekking in de winter na maisteelt	0	0	0/+ [5]	0/+	0
Aanleg infiltratiegreppels [8]	0	0	0	0	0

A. Score t.o.v. 2025 (het laatste jaar van het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn). + betekent een positief effect t.o.v. van de Referentie.

Bij het bepalen van het kwalitatieve effect van de maatregelen (tabel 6.5) zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

1. Mestvrije bufferstroken: Dit betreft een versmalling van bufferstroken langs oppervlaktewater van 3-5 meter naar 0,5-1,0 meter (maximaal 4% van het areaal van een perceel).
    a. Op het grootste gedeelte van het perceel, het niet-bufferstroken gedeelte, verandert er niets.
    b. De maatregel kan lokaal, in de bufferstrook, positief zijn voor de chemische bodemvruchtbaarheid als het materiaal van de bufferstrook in de Referentie werd afgevoerd.
    c. Het lokale effect op de bodemkwaliteit (fysisch, organische stof) en de CO_2-productie vanuit de bodem in de bufferstroken is sterk afhankelijk hoe de bufferstroken worden beheerd.
2. 1:3 rotatie met rustgewassen:
    a. Positief effect omdat er door de 1:3 rotatie er meer rustgewassen zijn, minder intensieve grondbewerking, gemiddeld minder bodemverdichting bij oogst door gunstigere omstandigheden en iets meer ruimte voor groenbemesters.
    b. Organische stof: veel rustgewassen (zoals granen) leveren over het algemeen meer organische stof naar de bodem dan niet-rustgewassen.
    c. Biologisch: Over het algemeen biodiversiteit hoger, zowel bovengronds als ondergronds. Bepaalde rustgewassen kunnen plantparasitaire organismen stimuleren.

3. CO_2-productie: + betekent dat er meer CO_2 wordt vastgelegd in organische stof, dus gunstig voor minder CO_2-productie. Per jaar komt er uiteindelijk meer CO_2 uit de bodem maar die is eerder uit de lucht gehaald door de plant. Netto blijft er meer CO_2 achter in de bodem.
4. 2:6 rotatie rustgewassen: het milieukundig verschil met de 1:3 rotatie is zeer beperkt. Meerwaarde van 2:6 ten opzichte van 1:3 is dat dat de agrariër flexibeler is in zijn management.
5. Behoud areaal grasland: door organische stof aanvoer is biologische bodemvruchtbaarheid hoger. Bovengronds mogelijkheden als meer kruiden in het grasland komen.
6. Bodembedekking na maisteelt: op de zand- en lössgronden is de maatregel al verplicht en veranderd er niets. Voor de kleigronden zijn er twijfels wat het effect van deze maatregel kan zijn. Als je in de herfst een vanggewas moet zaaien kan het de ondernemer dwingen om onder slechte omstandigheden grondbewerking uit te voeren. Hierbij is ervan uitgegaan dat er geen restricties zijn op tijdstip zaaien en onderwerken, waarmee in het begin van de winter nog steeds een grondbewerking mogelijk is. Dit sluit aan bij de praktijk. Een kleibodem heeft tijd nodig om te verweren voor een goede bodemstructuur.

De overige maatregelen uit het pakket (aanpassen stikstofgebruiksnormen, N-mineraal meting bij scheuren grasland en aanleg infiltratiegreppels) hebben géén effecten op de bodemvruchtbaarheid.

6.2.2 Biodiversiteit

Naast ammoniak (paragraaf 6.1.1) is ook het effect van de maatregelen op de flora en fauna kwalitatief beschouwd. Door de zeer korte doorlooptijd van het project is het effect op de flora en fauna kwalitatief gebaseerd op dezelfde aannames die gedaan zijn in de PlanMER van het Zevende Actieprogramma (Van Boekel et al., 2021). De resultaten staan vermeld in tabel 6.6.

Tabel 6.6 *Expert-beoordeling (kwalitatief) van het effect van maatregelen op de biodiversiteit) – is negatief effect, 0 geen of onduidelijk effect en + is een positief effect.*

Maatregel	Score	Toelichting
Mestvrije bufferstrook	-	Onbemeste gras- of kruidenstroken kunnen bijdragen aan de bodembiodiversiteit ter plaatse omdat deze stroken geen grondbewerking behoeven, er andere gewassen groeien en er geen bemesting plaatsvindt. Als gekozen wordt voor een inrichting met bloemrijke of kruidenrijke vegetatietypen is een duidelijke toename van biodiversiteit te verwachten. Deze maatregel voorziet echter in een afname van de breedte van de bufferstrook, waardoor een negatief effect wordt verwacht.
1:3 rotatie met rustgewassen	+	Meer rustgewassen vergroten het aanbod van meer gevarieerde wortel- en gewasresten en beperken de ziektedruk en het daarmee geassocieerde gebruik van gewasbeschermingsmiddelen
2:6 rotatie met rustgewassen	+	Meer rustgewassen vergroten het aanbod van meer gevarieerde wortel- en gewasresten en beperken de ziektedruk en het daarmee geassocieerde gebruik van gewasbeschermingsmiddelen
Behoud areaal grasland	0	Het gaat hierbij in feite om behoud van grasland. Het effect op de biodiversiteit is verwaarloosbaar.
Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen	-/+	Indien het gaat om een verlaging van de N-gebruiksnormen kan het leiden tot een wat extensiever bouwplan. Een lagere N-bemesting leidt in principe tot een lagere biomassaproductie van landbouwgewassen en draagt in principe bij aan grotere kansen voor biodiversiteit. In de rekenvarianten is het ook mogelijk dat de N-gebruiksnorm verhoogd is t.o.v. de Referentie en heeft dus het tegenovergestelde effect.
N-mineraal meting bij scheuren grasland	-/+	Indien hierdoor de N-gebruiksnorm omlaaggaat kan het een positief effect hebben, bij een hogere N-gebruiksnorm wordt een negatief effect verwacht
Bodembedekking in de winter na maisteelt	+	Wintergewassen verlengen de periode met bodembedekking met een gunstig effect op bodemleven. Daarnaast vergroten ze de variatie en omvang van de aanvoer van organische stof naar de bodem
Aanleg infiltratiegreppels	0	Deze maatregel is bedoeld om afspoeling te voorkomen en/of te verminderen en biedt mogelijkheden om in het ontwerp en bij het onderhoud rekening te houden met biodiversiteit, voor zover deze maatregelen zich concentreren op waterberging aan de rand van het perceel. Verwacht wordt dat het effect beperkt/verwaarloosbaar zal zijn.

6.2.3 Verdroging en wateroverlast

Voor het afleiden van een effect op de aspecten verdroging en wateroverlast is dezelfde werkwijze gebruikt die is toegepast in de PlanMER van het 7e AP Nitraatrichtlijn (Van Boekel et al., 2021). De tekst in deze paragraaf is dan ook voor een groot gedeelte 1:1 overgenomen uit het rapport van Van Boekel et al. (2021).

Een verandering in het gebruik van meststoffen kan invloed hebben op de productie van biomassa en daarmee op het hydrologische functioneren van een de bodem. Daarnaast kan een verandering van landgebruik leiden tot verandering in grondwaterstanden en waterafvoeren. Onderscheid kan gemaakt worden in hydrologische effecten op het perceel of binnen het bedrijf waar de maatregel wordt getroffen en effecten op de omgeving buiten het perceel waar de maatregel wordt getroffen. Voor de onderhavige milieueffectbeoordeling gaat het om de effecten buiten het perceel of bedrijf.

Daarbij worden twee aspecten beschouwd:

- Verdroging: Verminderde grondwateraanvulling en verhoogde waterafvoer kan leiden tot daling van grondwaterstanden en een verminderde of van samenstelling gewijzigde kwel (aanvoer van grondwater naar de wortelzone). Voor grondwaterafhankelijke natuur kan dit tot ongewenste effecten leiden. Op de droge zandgronden met weinig oppervlaktewater wordt grondwateraanvulling beïnvloed door de verdamping van gewassen.
- Wateroverlast: Een piekafvoer, met soms wateroverlast als gevolg, treedt op na een extreme regenval. Gewassen en de bodem van landbouwpercelen kunnen voor een deel neerslag bergen en de afvoersnelheid remmen. Het bufferend vermogen van de bodem (sponswerking) en van de vegetatie op het maaiveld wordt beïnvloed door het landgebruik, de grondbewerking en door het productieniveau.

Aangezien de bodem, het landgebruik en het productieniveau beïnvloed kunnen worden door de maatregelen die zijn doorgerekend in het ex ante onderzoek van het 8e AP is een beoordeling van de aspecten verdroging en wateroverlast relevant voor deze rapportage effectrapportage. Eventuele maatregelen om de gevolgen van droogte binnen een landbouwbedrijf te verzachten (beregening) worden buiten beschouwing gelaten.

Tabel 6.7 *Expert-beoordeling (kwalitatief) van het effect van maatregelen op verdroging en wateroverlast) – is negatief effect, 0 geen of onduidelijk effect en + is een positief effect.*

Maatregel	Score		Toelichting
	Verdroging	Wateroverlast	
Mestvrije bufferstrook	0	-	Door een versmalling van de mestvrije perceelsranden in de klei- en veengebieden waar de waterkwaliteit op orde is neemt de totale biomassa-productie en de verdamping mogelijk iets toe. Mestvrije perceelsranden ingezaaid met gras of met een bloemrijke vegetatie remmen de oppervlakkige afstroming vanaf het midden van een perceel waardoor piekafvoeren worden gedempt. Door versmalling van de mestvrije bufferstrook worden de piekafvoer nu minder gedempt.
1:3 rotatie met rustgewassen	0	+	Bij een hoger aandeel rustgewassen verbetert de infiltratie-capaciteit van de bodem door organische stoftoevoer en diepere beworteling. De behoefte om waterplassen op het maaiveld versneld af te voeren door het graven van greppels neemt af
2:6 rotatie met rustgewassen	0	+	Bij een hoger aandeel rustgewassen verbetert de infiltratie-capaciteit van de bodem door organische stoftoevoer en diepere beworteling. De behoefte om waterplassen op het maaiveld versneld af te voeren door het graven van greppels neemt af
Behoud areaal grasland	+	+	Een hoger organisch stofgehalte vergroot het waterbergend vermogen van de bodem. Een hoger organisch stofgehalte van de bodem draagt bij een grotere infiltratiecapaciteit met een vermindering van piekafvoeren als gevolg.
Aanpassing van de stikstofgebruiksnormen	0	0	Doordat de stikstofgebruiksruimte t.o.v. de referentie voor de meeste rekenvarianten groter of gelijk blijft, wordt verondersteld dat dit niet zal leiden tot gewijzigd landgebruik.
N-mineraal meting bij scheuren grasland	0	0	Doordat verondersteld wordt dat dit niet zal leiden tot gewijzigd landgebruik is het effect verwaarloosbaar.
Bodembedekking in de winter na maisteelt	0	+	De teelt van een vanggewas leidt in de winter tot extra verdamping waardoor het neerslagoverschot afneemt. Vanggewassen zorgen voor ruwheid op het maaiveld waardoor oppervlakkige afstroming wordt geremd. Daarnaast leidt de teelt van een vanggewas tot een hoger organisch stofgehalte in de bodem met een grotere infiltratiecapaciteit als gevolg
Aanleg infiltratiegreppels	0	0	Het is onduidelijk of deze maatregel een effect heeft op wateroverlast bij extreme neerslag op de rest van het perceel, met name naast de greppel. Dit heeft mogelijk een relatie met de uitvoering. Als het materiaal dat uit de greppel komt als walletje naast de greppel wordt gedeponeerd is het risico groter dan wanneer het materiaal over een grotere oppervlakte wordt verspreid.

6.3 Inpasbaarheid

In fase 1 van het ex ante onderzoek is een kwalitatief oordeel gegeven van de inpasbaarheid van maatregelen op bedrijfsniveau (bijlage 1). De scores varieerde hierbij van zeer goed inpasbaar in de bedrijfsvoering (++) tot zeer lastig inpasbaar in de bedrijfsvoering, waarbij een korte toelichting is gegeven bij de beoordeling.

Voor fase 2 van het ex ante onderzoek wordt deze exercitie herhaald voor de maatregelen die zijn opgenomen in de maatregelpakketten (zie tabel 2.8). De inpasbaarheid van de maatregel wordt beoordeeld ten opzichte van de Referentie.

<u>Mestvrije bufferstrook: 0,5 – 1 meter</u>
De maatregel betreft het versmallen van de bufferstrook van 5 meter of 3 meter (afhankelijk van de referentiesituatie) naar 1,0 of 0,5 meter voor klei- en veenpercelen die liggen in gebieden waar zowel de grondwaterkwaliteit op orde is (gemiddelde nitraatconcentratie < 50 mg/l NO_3) en geen aandachtsgebied is voor stikstof of fosfor.

Het aanleggen van een bufferstrook kost productieoppervlakte, omdat de bufferstrook niet bemest mag worden. Daarnaast telt de bufferstrook ook niet mee met voor de mestplaatsingsruimte, waardoor mogelijk extra mest afgezet moet worden van het bedrijf.

Ten opzichte van de Referentie wordt de bufferstrook smaller, waardoor dit een positief effect heeft op het productieoppervlak en de mestplaatsingsruimte. De maatregel is daarom ook goed inpasbaar in de bedrijfsvoering.

1:3 rotatie met rustgewassen

In de huidige wetgeving is vastgelegd dat op alle percelen landbouwgrond op zand- en lössgronden een rotatieschema geldt waarbij eens in de vier jaar een rustgewas wordt toegepast, de zogeheten 1:4 rotatie rustgewassen. Dit rotatieschema kan zowel op perceelsniveau door de jaren heen, als door middel van strokenteelt op een perceel binnen een jaar worden toegepast. De maatregel '1:3 rotatie met rustgewassen' geldt alleen voor de zand- en lössgronden in Zand zuid en de Lössregio. In de gebieden Zand midden en Zand-Noord blijft de 1:4 rotatie van kracht.

Om te voldoen aan de maatregel '1:3 rotatie met rustgewassen' zal het voor een aantal bedrijven noodzakelijk zijn om het bouwplan aan te passen. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen de melkveehouderij, akkerbouw en varkenshouderij.

De verwachting is dat voor de melkveehouderij de maatregel een beperkte impact heeft. De maatregel is dan ook toepasbaar, maar kan ten koste gaan van (meer) permanent grasland. Grasland wordt dan gescheurd t.b.v. maisland omdat in de huidige situatie een krappere of geen vruchtwisseling is toegepast. Het is voor mais ook mogelijk om ultra-vroege rassen en een vanggewas, ingezaaid voor 1 september, te telen.

Voor de varkenshouderij is de impact groter doordat deze over het algemeen minder grond hebben. Ook een varkenshouder kan ultra vroeg mais telen maar dan alleen voor snijmais. Dat is voor corncob mix niet mogelijk, dat moet verder afrijpen. Ze zouden verplicht moeten ruilen met akkerbouwers maar die zitten niet te wachten om een rustgewas te telen. Op zich kan er altijd graan geteeld worden. Maatregel is dus wel inpasbaar voor een varkenshouder maar heeft economische consequenties.

Voor de akkerbouw is de impact het grootst voor intensieve bedrijven, de extensieve bedrijven voldoen vaak al aan de maatregel. Akkerbouwers hebben nu hun mechanisatie/ bewaar faciliteiten afgestemd op hun bouwplan en kruist de maatregel hier dus doorheen. Over het algemeen kan wel gesteld worden dat de maatregel inpasbaar is in bedrijfsvoering, maar dit dus sterk afhankelijk is van de uitgangssituatie. Het is hierbij wel belangrijk om het juiste rustgewas te kiezen i.v.m. bodempathogenen. Deze keuze is mogelijk binnen de regels. Akkerbouwbedrijven die vooral grond huren om 1 of 2 gewassen te telen krijgen een kleinere markt.

2:6 rotatie met rustgewassen

Naast een 1:3 rotatie is ook gevraagd om de inpasbaarheid van een 2:6 rotatie in beeld te brengen. Ten opzichte van de 1:3 rotatie geeft deze maatregel meer flexibiliteit in de te kiezen rotatie en heeft dus een positief effect op de inpasbaarheid in de bedrijfsvoering ten opzichte van de 1:3 rotatie.

Behoud areaal grasland

Voor deze maatregel wordt uitgegaan van de omvang van het areaal grasland in 2022 in verhouding met het areaal bouwland in 2022 voor de verschillende grondsoorten. In de Kamerbrief betreffende het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn (dd: 11 april 2025) staat vermeld dat nog niet aangegeven kan worden welke instrumenten ingezet gaan worden om het areaal grasland te behouden. In de zomer van 2025 worden de uitkomsten van verschillende trajecten rondom het behoud van grasland (b.v. een nieuwe derogatie, graslandnorm) meegenomen voor het concretiseren van de wijze waarop het areaal grasland behouden kan blijven. Het is daarom niet mogelijk om een inschatting te geven van de inpasbaarheid van de maatregel. De verwachting is dat in een bestaand melkveebedrijf de maatregel inpasbaar kan zijn. Als het melkveebedrijf stopt en overgenomen wordt door andere gebruiker (zonder graasdieren) dan is het niet inpasbaar. Grasland wordt dan vrijwel altijd omgezet naar bouwland, omdat je niets aan gras hebt als je geen graasdieren hebt.

Actualisatie van de stikstofgebruiksnorm

In de Referentie wordt gerekend met de in 2026 geldende stikstofgebruiksnormen, inclusief de korting van 20% op de totale stikstofgebruiksnorm in de NV-gebieden.
Voor de rekenvarianten 8AP1 t/m 8AP8, waarin verschillende reducties van de stikstofgebruiksnormen zijn opgenomen, vervalt de korting van 20% in de NV-gebieden. Dit betekent dat voor de bedrijven in de NV-gebieden de totale stikstofgebruiksnorm ten opzichte van de Referentie hoger zal zijn, met uitzondering van rekenvariant 8AP7 waarin deze gelijk is (20% korting). Hierdoor zal de mestplaatsingsruimte toenemen, vooral op de melkveebedrijven. Akkerbouwbedrijven lopen vaker tegen de fosfaatnorm aan dan tegen de stikstofnorm voor de plaatsingsruimte. Daarnaast worden positieve effecten op de opbrengst en nutriëntenafvoer verwacht en dan vooral op zuidelijk zand- en lössgebieden, omdat daar de gebruiksnormen al ruim onder het landbouwkundig advies liggen.

De verwachting is dat meer ruimte in de gebruiksnorm niet betekent dat er meer dierlijke mest N geplaatst mag worden op graasdierbedrijven, die norm blijft 170 kg N. Mogelijk gaat de acceptatie bij akkerbouwers omhoog omdat er meer N ruimte is maar de verwachting is dat het beperkt effect zal hebben. Daarbij telt ook mee wat de (negatieve) mestprijs is, akkerbouwers zullen daar afwegingen in maken.

Aanpassen N-gebruiksnorm na scheuren/omploegen grasland

Deze maatregel houdt in dat bij scheuren/omploegen van grasland een N-mineraal monster wordt genomen en op basis van de uitkomst wordt de N-gebruiksnorm voor het opvolgend gewas aangepast. Deze maatregel geldt alleen voor Zand Zuid en de Lössregio. Het is (nog) niet duidelijk hoe de N-gebruiksnorm dan wordt aangepast. Zolang we dat niet weten is het lastig om hier iets over te zeggen. In principe is verlaging (of verhoging) van de N gebruiksnorm inpasbaar.

De maatregel vergt een getimede monstername en vraagt veel werk om het goed te doen. Daarnaast zijn er ook vragen omtrent de borging van de systemen. In het voorjaar zijn de waardes over het algemeen laag en kan er een discussie ontstaan over toegevoegde waarde. Monitoringssystemen zitten vaak aan de veilige kant qua geadviseerde giften en ook daar ontstaat weer de vraag of er toegevoegde waarde is.

Huidige regels voor scheuren grasland op zand- en lössgrond

Op dit moment gelden er al bepaalde regels voor scheuren op grasland op zand en lössgrond, afhankelijk van de periode van scheuren. Hieronder worden de regels samengevat:

- In de periode van 1 februari tot en met 10 mei
    - Grasland mag gescheurd worden als direct daarna een stikstofbehoeftig gewas gezaaid wordt. Indien er bemest wil worden, zal via een grondmonster aangetoond moeten worden dat de hoeveelheid stikstof te laag is voor het gewas dat geteeld gaat worden en wordt een bemestingsadvies opgesteld.
    - Indien na het scheuren consumptieaardappelen, fabrieksaardappelen of mais geteeld wordt, is een korting van de totale stikstofgebruiksnorm van 65 kg ha^{-1}. Dit geldt niet als gras was ingezaaid als vanggewas na mais of als groenbemester.
- In de periode 11 mei tot en met 31 mei:
    - Grasland mag alleen gescheurd worden als daarna meteen gras wordt ingezaaid. Indien er bemest wil worden, zal via een grondmonster aangetoond moeten worden dat de hoeveelheid stikstof te laag is voor het gras.
- In de periode 1 juni tot en met 31 augustus:
    - Grasland mag alleen gescheurd worden als daarna meteen gras wordt ingezaaid. Vanaf 1 juni wordt er gerekend met een korting van de stikstofgebruiksnorm met 50 kg ha^{-1}.
- In de periode 1 juni tot en met 15 juli:
    - Indien grasland gescheurd wordt en het jaar daarop een gewas gezaaid wordt dat gevoelig is voor aaltjes, mag er een aaltjesbeheersend gewas gezaaid worden (Japanse Haver, Tagetes erecta of Tagetes patula).
- In de periode 16 september tot en met 30 november:
    - In deze periode mag het grasland gescheurd worden indien er direct tulpen, krokussen, irissen of blauwe druifjes (muscari) gepland wordt.

Bodembedekking in de winter na maisteelt op klei en veen

De maatregel heeft met name impact op kleigronden waar groenbemesters/vanggewassen doorgaans al voor de winter worden ondergewerkt en is een limitatie in de bedrijfsvoering. Ploegen in het voorjaar om het vanggewas onder te werken en als hoofdgrondbewerking is op klei niet makkelijk inpasbaar. In de herfst voor inzaai: als de oogst van de mais in een natte periode valt kan het inzaaien van een vanggewas resulteren in structuurbederf. Er kan gekozen worden voor onderzaai.

Aanleg infiltratiegreppels

Het aanleggen van een infiltratiegreppel is geen gangbare praktijk. De verwachting is dat de aanleg van infiltratiegreppels niet overal even gemakkelijk in te passen zal zijn. Het is afhankelijk van de specifieke situatie waar de infiltratiegreppels aangelegd worden en wat voor impact die heeft op de bedrijfsvoering. Ook de aanschaf van de machine (greppelfrees) moet hierin worden meegenomen. Een aantal bedrijven zullen deze mogelijk al hebben, de uitvoering kan ook prima uitbesteed worden aan een loonwerker. Het is onduidelijk of deze maatregel een effect heeft op wateroverlast bij extreme neerslag op de rest van het perceel, met name naast de greppel. Dit heeft mogelijk een relatie met de uitvoering. Als het materiaal dat uit de greppel komt als walletje naast de greppel wordt gedeponeerd is het risico groter dan wanneer het materiaal over een grotere oppervlakte wordt verspreid. Zoals eerder aangegeven is het geen algemeen geïmplementeerde praktijk.

7 Discussie

7.1 Waterkwaliteit

Voor het bepalen van het effect van een maatregelpakket op de nitraatconcentraties in het grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater is gebruik gemaakt van modellen. In de studie ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024 (Groenendijk et al., 2024a) is aandacht besteed aan de onzekerheden als gevolg van aannames over het weersverloop, aannames over de wijze waarop omgegaan met mest die niet binnen de gebruiksruimte kan worden geplaatst, de berekening van de verdeling en de toepassing van mest en de berekening van de opname van nutriënten door gewassen bij de teelt van vanggewassen. De conclusies uit dat onderzoek zijn ook van toepassing voor het ex ante onderzoek 8e AP en worden hieronder kort toegelicht. Voor een uitgebreidere beschrijving wordt verwezen naar het rapport van Groenendijk et al. (2024a).

Berekende bemesting boven de gebruiksruimte
Met het model INITIATOR is de verdeling van dierlijke mest en kunstmest berekend in het Basisjaar 2022 en de Referentie op basis van het vastgestelde en voorgenomen beleid in de KEV 2024. Op basis van de uitgangspunten in het Basisjaar 2022 is er sprake van een berekende bemesting boven de gebruiksruimte. Op basis van de uitgangspunten van de KEV 2024 wordt aangenomen dat het mestoverschot in 2030 afneemt waardoor er in de Referentie geen berekende bemesting boven de gebruiksruimte zal plaatsvinden.

Onzekerheden in de berekende mestverdeling kunnen leiden tot onzekerheden in de berekende uit- en afspoeling. Om een beeld te krijgen van de robuustheid van de voorspelde nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater, en van veranderingen in nitraatconcentraties en de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater, is in het onderzoek van Groenendijk et al. (2024a) inzicht verkregen in de betrouwbaarheid van de gebruikte informatie. Geconcludeerd is de onzekerheden in de berekende mestverdeling ertoe leiden dat de resultaten alleen op een minder gedetailleerd schaalniveau betrouwbaar worden geacht. De in dit rapport vermelde gebieden van de Zand- Löss, Klei- en Veenregio en de zandgebieden Zand-Noord, Zand-Midden en Zand-Zuid zijn voldoende groot voor een betrouwbare berekening van gemiddelde waarden. Dit geldt eveneens voor de waterschappen waarvoor de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater is gerapporteerd.

Na-ijlen van effecten droogte en berekende bemesting boven gebruiksruimte
In de studie ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024 is geconcludeerd dat de berekende nitraatconcentraties in 2021 in sterke mate worden bepaald door de stikstofbodemoverschotten in de periode 2017-2020 en vooral door de droge jaren (2018, 2019, 2020) in deze periode. Als gevolg daarvan is het effect van deze na-ijling op de nitraatconcentraties groter dan het effect van het Zevende Actieprogramma en de maatregelen in de Derogatiebeschikking 2022/2069. Aangenomen wordt dat de conclusies uit dat onderzoek ook van toepassing zijn op dit onderzoek met het jaar 2022 als basisjaar.

Benadering klimaat, droge en natte jaren
Voor de prognose van de uit- en afspoeling wordt een procedure gebruikt voor het elimineren van weerseffecten waarbij gebruik wordt gemaakt van een dertigjarige reeks (1991 – 2020) van weergegevens die steeds wordt herhaald met een opeenvolgend startjaar. In dit onderzoek is het effect van droge en natte omstandigheden in de vorm van figuren weergegeven met percentielwaarden (Paragraaf 4.3). Bij het interpreteren van de resultaten wordt opgemerkt dat in het model met gunstigere omstandigheden wordt gerekend dan de praktijk. In de praktijk kan door droogte en door extreem natte omstandigheden een oogst mislukken. Het oogstbare deel wordt dan niet van het land gehaald en de door het gewas opgenomen nutriënten worden niet afgevoerd. In het model wordt altijd geoogst, ook als de gewasproductie veel lager is dan verwacht. In een dergelijke situatie is het stikstofbodemoverschot in de praktijk duidelijk hoger dan berekend, waardoor hogere nitraatconcentraties gemeten kunnen worden.

Effect van veranderingen in landgebruik
In de KEV 2024 is ervan uitgegaan dat het landbouwareaal tussen 2022 en 2030 jaarlijks met 6.000 hectare afneemt. Daarnaast is in de KEV 2024 voor derogatiebedrijven uitgegaan van een verschuiving van grasland naar bouwland, doordat met het vervallen van de derogatie ook de verplichting van 80% grasland vervalt. Er is daarom aangenomen dat derogatiebedrijven op zand en löss ca. 10% van hun graslandareaal omzetten in maïsland en akker- en tuinbouw. Bij bedrijven op klei wordt uitgegaan van 5% areaalomzetting. Dit is in INITIATOR op bedrijfsniveau toegepast door het graslandareaal met 5 of 10% te verkleinen en de overige maïs- en bouwlandgewassen op deze bedrijven generiek te verhogen zodat het totale areaal behouden blijft.

In Groenendijk et al. (2024a) is aangegeven dat een analyse van effecten van landgebruiksverandering als gevolg van de maatregelen van de Derogatiebeschikking 2022/2069 vraagt om een brede benadering waarin verschillende beleidsthema's, grondprijzen, inkomensposities en marktwerking integraal worden beschouwd. Ook is aangegeven dat het kwantificeren van een eventueel negatief effect van de verschuiving van grasland naar bouwland op de waterkwaliteit een uitgebreidere studie nodig is dan mogelijk was in het rapport van Groenendijk et al. Dit is ook van toepassing voor onderhavig rapport.

Actualisatie stikstofgebruiksnormen
Gelijktijdig aan de uitvoering van dit onderzoek wordt door de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) een advies opgesteld met betrekking tot het actualiseren van de stikstofgebruiksnormen voor de Zandgebieden Zand-Noord, Zand-Midden en Zand-Zuid. Uitgangspunt bij het afleiden van de stikstofgebruiksnormen is dat de nitraatconcentratie onder landbouwgronden aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat gaat voldoen Bij het vaststellen van de stikstofgebruiksnormen is gebruik gemaakt van het WOGWOD-model. Op basis van berekeningen uit het concept CDM-advies heeft het ministerie van LVVN gebruiksnormen aangeleverd voor rekenvariant 8AP8.

Het is in het tijdsbestek van deze studie niet mogelijk geweest om een uitgebreide analyse uit te voeren voor de verklaring van het verschil. In de milieueffectrapportage van het 7^{e} Actieprogramma (Van Boekel et al., 2021) zijn beide modellen toegepast en zijn in de discussieparagraaf een aantal verschillen benoemd. Een aantal bevindingen uit dat rapport worden hieronder kort vermeld:

- Ruimtelijke schaal: Waar ANIMO/LWKM rekent op decadebasis met representatieve rekenplots voor een vast bouwplan en betrouwbaar uitspraken kan doen op stroomgebiedsniveau, rekent het WOGWOD-model met een regiogemiddeld bouwplan in een evenwichtssituatie (met andere woorden: er is geen variatie over de tijd) gevoed door regionaal gemiddelde uitspoelfactoren afgeleid van het Landelijke Meetnet Mestbeleid. ANIMO/LWKM is daarbij een dynamisch proces georiënteerd model terwijl WOGWOD een N-balansrekenmethodiek volgt.
- Gewasopname: In het rapport Van Boekel et al. (2021) is aangegeven dat de hoogte van de stikstofopname van grasland, mais en bouwland in WOGWOD en ANIMO/LWKM verschillen wat leidt tot verschillen in N-bodemoverschot.
- Uitspoelfracties: Naast het bodemoverschot wordt de berekende nitraatconcentratie met name bepaald door de uitspoelfractie (UF). De uitspoelfractie geeft aan welk deel van het N-bodemoverschot uitspoelt naar het grondwater. Recent heeft er een actualisatie plaatsgevonden van de uitspoelfracties (Brussée et al., 2024) die zijn meegenomen bij het actualiseren van de stikstofgebruiksnormen door WOGWOD. De uitspoelfracties verschillen van waarden die eerder door Fraters et al., 2012) zijn gerapporteerd. Door de beperkte beschikbare tijd voor onderhavige studie is nog geen vergelijking gemaakt tussen deze uitspoelfracties en de uitspoeling berekend met het ANIMO model.

Bovenstaande verschillen zijn ook van toepassing voor de bevindingen in dit rapport. Daarnaast zijn er een aantal aanvullende mogelijke oorzaken voor het verschil, bijvoorbeeld doordat in CDM-studie geen overige maatregelen uit het 8^{e} AP zijn meegenomen of door verschillen in gehanteerde arealen grasland, maïs en akker- en tuinbouw. Tevens zijn de gevolgen van de nieuwe gebruiksnormen op de toediening van dierlijke mest onvoldoende meegenomen in de modelberekeningen (zie paragraaf 3.5). Uitgebreidere analyse van de resultaten is noodzakelijk om de verschillen beter te duiden Binnen het tijdsbestek van deze studie was het echter niet mogelijk om een uitgebreide analyse uit te voeren.

7.2 Bedrijfseconomische inschattingen

In de bedrijfseconomische inschattingen speelt het model Farmdyn een hoofdrol. Op basis van verwachtte extra kosten en opbrengstdervingen als gevolg van maatregelen in respectievelijk het 7e en 8e AP geeft Farmdyn een geoptimaliseerde bedrijfsopzet. Dat betekent dat op basis van onder andere de bedrijfsopzet, prijzen van aangekochte inputs en verkochte outputs, agronomische beperkingen en beschikbare wettelijk toegestane gebruiksruimte voor stikstof en fosfaat het inkomen gemaximaliseerd wordt. In veel gevallen zal dit onder andere betekenen dat er in verhouding tot de N-gebruiksnormen relatief wat meer stikstof toegepast wordt op hoogsalderende gewassen als aardappelen, uien en suikerbieten en wat minder op minder hoogsalderende gewassen als granen, eiwit- en vezelgewassen. Op melkveebedrijven kan een dergelijke verschuiving leiden tot een wat hogere N-toedeling aan snijmaïs, dat een hogere voederwaarde per ha heeft, en een wat lagere op grasland. In werkelijkheid zal niet iedere ondernemer noch in de basis noch as reactie op het 7e en 8e AP tot een optimale inzet van, met name, stikstof op het bedrijf komen. Dat kan samenhangen met voorkeuren en inzichten van ondernemers over de gewassen op hun bedrijf en met ervaringen in het verleden. Zo kan een andere dan ingeschatte verdeling van de N-gebruiksruimte samenhangen met de kwaliteit van de gewassen. Deze is niet opgenomen in Farmdyn. Dat kan in werkelijkheid een hogere N-gift met zich meebrengen op baktarwe en brouwgerst dan door Farmdyn aangenomen en een lagere gift op suikerbieten (zie ook 2.3.2.1). Dat zal leiden tot lagere totale geldopbrengsten, waardoor de voorspelde inkomenstoenames in de akkerbouw mogelijk overschat worden.

De grootste onzekerheid in Farmdyn betreft echter de opbrengst-responsecurves. Zoals in 2.3.2.1 beschreven zijn de huidige curves in het model de beste die momenteel beschikbaar zijn. Evenwel zijn deze curves gebaseerd op bemestingsproeven van 20 jaar geleden. Door verbetering van gewasverzorging en veredeling nemen de kg-opbrengsten van vrijwel alle gewassen trendmatig toe met 1 à 1,5% per jaar. Daardoor zijn de gewasopbrengsten 20 à 25% hoger dan ten tijde van de bemestingsproeven. Dat leidt in principe tot een hogere afvoer van stikstof middels oogstproduct, eventueel in combinatie met een lager N-gehalte van het product, zoals bij bloembollen is waargenomen. Dat betekent ook dat stikstof in principe eerder limiterend kan zijn dan op basis van de curves van Van Dijk te verwachten zou zijn. De effecten op kg-opbrengst kunnen dus hoger zijn dan Van Dijk laat zien.

Aan de andere kant moet opgemerkt worden dat dergelijke opbrengstresponsecurves werken met totale N-niveaus per gewas. In de praktijk wordt stikstof vaak in een combinatie van dierlijke en kunstmest gegeven en verdeeld in deelgiften over het seizoen, zo goed mogelijk aansluitend bij de behoefte van het gewas. De mate van vakmanschap en de eventuele inzet van precisiebemestingstechnieken zoals NBS (Stikstof-bijbemestingssystemen) door een combinatie van regelmatige Nmin-metingen of modelberekeningen en aangepaste N-giften in tijd en hoeveelheid of van rij- of plaatsspecifieke bemesting is bepalend in hoeverre de beschikbare hoeveelheid stikstof optimaal wordt benut voor gewasgroei en –productie. Op basis van dalende N-minvoorraden in de bouwvoor werd dan bij bemest, zodat nooit te veel N wordt gegeven met het oog op het milieu en nooit te weinig voor optimale gewasgroei. Er zijn aanwijzingen dat hier nog wel wat in te winnen is, zoals onder andere blijkt uit het proefschrift van Paul Ravensbergen (2024). Hij vond in de praktijk soms relatief lage kg-opbrengsten bij Fontane-aardappelen, ondanks relatief een hoge N-gift. De relatie tussen N-gift en kg-opbrengst bleek bij het consumptieaardappelras Fontane niet sterk te zijn. Er is mogelijk meer ruimte om de N-bemesting te verminderen dan een deel van de akkerbouwers denkt. Daarom wordt er nu meer onderzoek gedaan naar de achterliggende oorzaken. Mogelijk zijn er toch redenen die de verschillen rechtvaardigen, maar het is ook mogelijk dat verbetering van de NUE (nitrogen use efficiency) een middel kan zijn om tegelijkertijd de opbrengsteffecten van lagere N-gebruiksnormen en de risico's op nitraatuitspoeling te verlagen. Dat gaat mogelijk wel gepaard met hogere kosten door bijvoorbeeld extra monsternames en investeringen in de vorm van precisieapparatuur (zie onder andere Smit et al., 2000). Aan deze technieken hangen wel tamelijk hoge prijskaartjes, maar bij verdere doorontwikkeling ervan zullen de prijzen dalen.

Bij het berekenen van inkomenseffecten door verlies aan teeltoppervlak in de vorm van bufferstroken is een belangrijke kanttekening dat in de huidige landbouwpraktijk al enkele decennia sprake is van teeltvrije zones in de akkerbouw. Opbrengst- en inkomensverliezen als gevolg van bufferstroken zijn minder dan evenredig met het areaal, omdat de kg-opbrengsten in randstroken altijd lager zijn dan meer naar het midden.

Door deze bufferstroken in te zaaien met gras kan eventuele onkruiddruk beperkt blijven en kunnen, waar van toepassing, infiltratiegreppels worden aangelegd.
Op grasland vormen bufferstroken geen probleem, omdat ze beweid en gemaaid mogen worden. Ze kunnen alleen niet bemest worden en zullen daarom minder opbrengst opleveren en geen mestafzetruimte opleveren.

De hoge kosten voor de melkveehouderij hangen sterk samen met hoge mestafzetkosten. Hoe hoog deze kosten exact afhangen hangt onder andere af van het succes van opkoopregelingen in de veehouderij en de ontwikkeling van mestverwerking en –export. De andere kant van de medaille is dat de acceptatie van mest door akkerbouwers hen geld oplevert. Dat is eigenlijk een afgeleid effect. In de berekende inkomensveranderingen voor de akkerbouw veranderen deze inkomsten tussen de scenario's niet, maar is het positieve inkomenseffect vooral te danken aan smallere bufferstroken[10].

Overigens zijn de verwachte kosten voor de melkveehouderij zo hoog, dat de kans dat melkveebedrijven eerder stoppen dan gepland, toeneemt (Jongeneel e.a., 2024).

Uiteindelijk komen we tot de volgende conclusies:

Akkerbouw

- Er is een toename van het inkomen op de akkerbouwbedrijven in de Referentie te verwachten in de niet-NV-gebieden in vergelijking met de basis.
- Doordat het 8e AP in feite een versoepeling van de maatregelen inhoudt, nemen de inkomens in dit scenario in de kleigebieden verder toe, met name door versmalling van de bufferstroken.
- Het effect van een korting op de beschikbare stikstofgebruiksruimte (op bedrijfsniveau) is afhankelijk van de gehanteerde opbrengstresponsefuncties van de gewassen en van het inkomen per gewas per ha.
- De berekende uitkomsten en de trend zijn: Vanaf 15% korting op de stikstofgebruiksruimte (op bedrijfsniveau) kunnen dalende kg-opbrengsten en inkomens optreden, als eerste op het overige akkerbouwbedrijf in zand Zuid.
- Uitgaande van een iets groter effect van N op de opbrengst per ha per gewas (uit een gevoeligheidsanalyse) blijkt dat vanaf 8% korting op de stikstofgebruiksruimte (op bedrijfsniveau) dalende kg-opbrengsten en inkomen ook op de bedrijfstypen akkerbouw op klei verwacht moeten worden.

Melkveehouderij

- De inkomenseffecten van de maatregelen uit het 8e AP zijn in de melkveehouderij groot tot zeer groot.
- De uiteindelijke keuze met betrekking tot de stikstofgebruiksnormen in het 8e AP zijn van groot belang voor de inkomenseffecten. Minder N-beschikbaarheid zal in principe leiden tot lagere kg-opbrengsten van gras en snijmaïs.
- Ook behoud van grasland kost geld: Er zal dan minder maïsteelt plaatsvinden dan optimaal voor de voervoorziening van de veestapel en dus zal er meer voeraankoop plaats moeten vinden.
- Dit komt boven op de extra mestafzetkosten in de Referentie t.o.v. de basis.

Vollegrondsgroenteteelt

Op Zand Zuid zullen de verlaging van de N-gebruiksnormen en de verplichte 1:3-rotatie voor rustgewassen leiden tot een vrij sterke daling van het areaal groentegewassen, althans op het eigen bedrijf. Er zal een sterke tendens zijn om meer grond bij andere boeren te huren om toch tot voldoende productieomvang te komen. Die ruimte is er tot op zekere hoogte wel, doordat in dit gebied veel melkveehouders stoppen. Als dat bijhuren niet lukt, zal een sterke inkomensdaling optreden.

[10] De invloed van mestacceptatie op de inkomensontwikkeling bij akkerbouwers vertekent het beeld. Bij een langere doorlooptijd van het project was het mogelijk geweest deze invloed apart te kwantificeren.

Bloembollenteelt

In de bloembollenteelt zijn inkomensdalingen te verwachten in de traditionele teeltgebieden in Noord- en Zuid-Holland door vermindering van de mogelijkheden organische stof aan te voeren. In de overige gebieden, waar met reizende bollenkramen wordt gewerkt, moet een afname van de bolkwaliteit met betrekking tot afbroeien verwacht worden en daarmee tot inkomensdaling.

Boomkwekerij

In de boomkwekerij moet met name in de NV-gebieden een aanzienlijke inkomensdaling verwacht worden door lagere N-bemestingsnormen. Die leiden tot minder groei en daardoor tot kleinere volumes verkoopbaar product.
In het 8e AP worden deze effecten mogelijk weer wat gedempt.

Overigens zijn ook binnen groepen bedrijven grote verschillen te verwachten, mede door structuurverschillen (zoals bedrijfsomvang en bouwplan, ook op vergelijkbare grondsoort) en door verschillen in bemestingsmanagement. Het gemiddelde bedrijf bestaat niet. In de praktijk zijn er allerlei beperkingen waardoor men niet gemakkelijk het bouwplan wijzigt zoals meerjarige contracten met de verwerkende industrie, zoals Cosun, aardappelverwerkende industrie en conservenindustrie.

7.3 Synthese

In hoofdstuk 4 (waterkwaliteit) en hoofdstuk 5 (bedrijfsinkomen) zijn de effecten van de maatregelpakketten afzonderlijk beschreven. Om inzicht te krijgen in hoeverre de effecten op de waterkwaliteit en het bedrijfsinkomen tot elkaar verhouden is in tabel 7.1 en 7.2 een overzicht gegeven van het effect, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de melkveehouderij en de akkerbouw. De scores in onderstaande tabellen zijn kwalitatief weergegeven in bijlage 7 staan de absolute getallen (percentages).

De scores in tabel 7.1 voor de nitraatconcentraties in het grondwater en de stikstof en fosforbelasting van het oppervlaktewater hebben de volgende betekenis:

++	Afname van de belasting van grond- en oppervlaktewater > 5%
+	Afname van de belasting van grond- en oppervlaktewater > 1%
0	Afname of toename van de belasting van grond- en oppervlaktewater tussen 0% en 1%
-	Toename van de belasting van grond- en oppervlaktewater > 1%
--	Toename van de belasting van grond- en oppervlaktewater > 5%

De scores in tabel 7.1 (regio's en melkveehouderij bedrijven) en 7.2 (regio's en akkerbouwbedrijven) voor de verandering in het bedrijfsinkomen ten opzichte van de referentie hebben de volgende betekenis.

+	toename het bedrijfsinkomen >1%
0	Afname of toename van het bedrijfsinkomen tussen -1% en 1%
-	afname van het bedrijfsinkomen > 1%
--	afname van het bedrijfsinkomen > 5%
---	afname van het bedrijfsinkomen > 10%.

Tabel 7.1 *Kwalitatieve verandering van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden naar grondwater en oppervlaktewater en de inkomensverandering voor de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8 ten opzichte van de Referentie voor 2030 voor de melkveehouderij.*

Regio/gebied	Rekenvariant	Waterkwaliteit			Economie	
		Grondwater	Opp. water N	Opp. Water P	Intensief	Extensief
Zand-Zuid	8AP1	0	-	+	+	--
	8AP7	+	+	+	--	---
	8AP8	0	0	+	0	--
Zand-Overig	8AP1	-	-	0	+	--
	8AP7	+	0	0	--	---
	8AP8	-	-	0	0	--
Lössregio	8AP1	--	--	0		
	8AP7	0	0	0		
	8AP8	-	--	0		
Kleiregio	8AP1	-	-	0	-	--
	8AP7	+	+	0	-	--
	8AP8	-	-	0	-	--
Veenregio	8AP1	0	-	0	+	+
	8AP7	+	+	0	-	-
	8AP8	0	-	0	+	+

Tabel 7.2 *Kwalitatieve verandering van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden naar grondwater en oppervlaktewater en de inkomensverandering voor de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8 ten opzichte van de Referentie voor 2030 voor de akkerbouw. Tussen haakjes de bandbreedte inkomensverandering per regio per bedrijfstype.*

Regio/gebied	Rekenvariant	Waterkwaliteit			Economie	Economie	
		Grondwater	Opp. water N	Opp. Water P	Graan	Aardappel	Overig
Zand-Zuid	8AP1	--	--	0			0(--)
	8AP7	-	0	0			0(--)
	8AP8	-	-	0			-(--)
Zand-Overig	8AP1	-	-	0		0(0)	0(0)
	8AP7	++	+	0		0(-)	0(-)
	8AP8	--	-	0		0(0)	0(0)
Lössregio	8AP1	--	--	0			
	8AP7	0	+	0			
	8AP8	-	-	0			
Kleiregio	8AP1	-	-	0	0(0)	0(0)	0(0)
	8AP7	+	+	0	0(0)	0(0)	0(0)
	8AP8	-	--	0	0(0)	0(0)	0(0)
Veenregio	8AP1	-	-	0			
	8AP7	+	+	0			
	8AP8	--	--	0			

8 Conclusies

Waterkwaliteit

Een doel van de Nitraatrichtlijn is om gebiedsgemiddeld onder alle landbouwgronden een nitraatconcentratie van maximaal 50 mg L^{-1} te realiseren. Voor de Kleiregio en Veenregio liggen de gebiedsgemiddelde berekende nitraatconcentraties in het Basisjaar 2022, Referentie en het maatregelpakket voor de verschillende rekenvarianten onder het doel van 50 mg/L nitraat, ook als rekening wordt gehouden met natte en droge jaren (uitgaande van de klimaatreeks 1990-2010).

Voor Zand-Noord en Zand-midden wordt het doelbereik van maximaal 50 mg/L nitraat (gebiedsgemiddeld) in de zichtjaren 2030 en 2045 voor alle rekenvarianten gehaald, in de droogste jaren wordt een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie boven het doel van maximaal 50 mg/L nitraat berekend. Voor Zand-Zuid en de Lössregio wordt in alle rekenvarianten niet aan het doel van maximaal 50 mg/L nitraat voldaan, voor natte jaren kan de gebiedsgemiddelde berekende nitraatconcentratie beneden de 50 mg/L uitkomen, de berekende nitraatconcentraties voor de Lössregio blijven ook in de natte jaren boven de 50 mg/L nitraat.

Aan het doel van de Nitraatrichtlijn om de eutrofiëring van het oppervlaktewater door de landbouw te verminderen wordt, ten opzichte van de Referentie, niet in alle rekenvarianten voldaan. Afhankelijk van de rekenvariant neemt de uit- en afspoeling op het schaalniveau van de waterschappen voor stikstof toe met maximaal 7% of af met maximaal 4%. Het effect van de maatregelpakketten op de fosforbelasting van het oppervlaktewater ten opzichte van de Referentie is minimaal (-1 - +2%).

De landbouwopgave in dit onderzoek is gedefinieerd als de benodigde vermindering van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden. In het basisjaar 2022 wordt, op basis van de meest recente meetgegevens, voor 46% van alle regionale KRW-waterlichamen een opgave berekend. Voor de Referentie neemt dit aantal af naar 39% voor stikstof en 41% voor fosfor. Afhankelijk van het maatregelpakket kan dit voor stikstof afnemen naar 36%, voor fosfor blijft dit voor alle rekenvarianten 41%. De grootste afname van het aantal regionale KRW-waterlichamen met een landbouwopgave wordt berekend voor de stroomgebieden Maas en Rijn-Oost voor stikstof en fosfor.

Overige effecten indicatoren

Het grootste effect op de emissies van ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O) en stikstofoxiden (NO) wordt gerealiseerd tussen het basisjaar 2022 en de Referentie. Het effect van het maatregelpakket ten opzichte van de Referentie is, afhankelijk van de stikstofgebruiksnorm licht positief of licht negatief en wordt met name veroorzaakt door veranderingen in de mestgiften (als gevolg van aanpassingen in de stikstofgebruiksnorm) en behoud van het areaal grasland.

Het effect van het maatregelpakket op de bodemkwaliteit, biodiversiteit, verdroging en wateroverlast is summier beoordeeld op basis van expert judgement en is t.o.v. de Referentie vrij beperkt, en kan zowel positief als negatief zijn. Het effect zal in belangrijke mate bepaald worden door de wijze waarop de maatregelen in de praktijk worden geïmplementeerd.

Voor de economische inschattingen zijn de N-responsecurves een bron van onzekerheid, alsmede van rasontwikkelingen, waardoor de kg-opbrengst trendmatig stijgt en daarmee in principe ook de N-afvoer via oogstproduct Deels wordt ook veredeld op NUE, waardoor de economisch optimale N-gift wat hoger komt te liggen.

Effecten op bedrijfsinkomen

Akkerbouw

- Er is een toename van het inkomen op de akkerbouwbedrijven in de Referentie te verwachten in de niet-NV-gebieden in vergelijking met de basis.
- Doordat het 8e AP in feite een versoepeling van de maatregelen inhoudt, nemen de inkomens in dit scenario verder toe, met name door versmalling van de bufferstroken.
- Het effect van een korting op de beschikbare stikstofgebruiksruimte (op bedrijfsniveau) is afhankelijk van de gehanteerde opbrengstresponsefuncties van de gewassen en van het inkomen per gewas per ha.
- De berekende uitkomsten en de trend zijn: Vanaf 15% korting op de stikstofgebruiksruimte (op bedrijfsniveau) kunnen dalende kg-opbrengsten en inkomens optreden, als eerste op het overige akkerbouwbedrijf in zand Zuid.
- Uitgaande van een iets groter effect van N op de opbrengst per ha per gewas (uit een gevoeligheidsanalyse) blijkt dat vanaf 8% korting op de stikstofgebruiksruimte (op bedrijfsniveau) dalende kg-opbrengsten en inkomen ook op de bedrijfstypen akkerbouw op klei verwacht moeten worden.

Melkveehouderij

- De inkomenseffecten van de maatregelen uit het 8e AP zijn in de melkveehouderij groot tot zeer groot.
- De uiteindelijke keuze met betrekking tot de stikstofgebruiksnormen in het 8e AP zijn van groot belang voor de inkomenseffecten. Minder N-beschikbaarheid zal in principe leiden tot lagere kg-opbrengsten van gras en snijmaïs.
- Ook behoud van grasland kost geld: Er zal dan minder maïsteelt plaatsvinden dan optimaal voor de voervoorziening van de veestapel en dus zal er meer voeraankoop plaats moeten vinden.
- Dit komt boven op de extra mestafzetkosten in de Referentie t.o.v. de basis.

Vollegrondsgroenteteelt

Op Zand Zuid zullen de verlaging van de N-gebruiksnormen en de verplichte 1:3-rotatie voor rustgewassen leiden tot een vrij sterke daling van het areaal groentegewassen, althans op het eigen bedrijf. Er zal een sterke tendens zijn om meer grond bij andere boeren te huren om toch tot voldoende productieomvang te komen. Die ruimte is er tot op zekere hoogte wel, doordat in dit gebied veel melkveehouders stoppen. Als dat bijhuren niet lukt, zal een sterke inkomensdaling optreden.

Bloembollenteelt

In de bloembollenteelt zijn inkomensdalingen te verwachten in de traditionele teeltgebieden in Noord- en Zuid-Holland door vermindering van de mogelijkheden organische stof aan te voeren. In de overige gebieden, waar met reizende bollenkramen wordt gewerkt, moet een afname van de bolkwaliteit met betrekking tot afbroeien verwacht worden en daarmee tot inkomensdaling.

Boomkwekerij

In de boomkwekerij moet met name in de NV-gebieden een aanzienlijke inkomensdaling verwacht worden door lagere N-bemestingsnormen. Die leiden tot minder groei en daardoor tot kleinere volumes verkoopbaar product.
In het 8e AP worden deze effecten mogelijk weer wat gedempt.

Overigens zijn ook binnen groepen bedrijven grote verschillen te verwachten, mede door structuurverschillen (zoals bedrijfsomvang en bouwplan, ook op vergelijkbare grondsoort) en door verschillen in bemestingsmanagement. Het gemiddelde bedrijf bestaat niet. In de praktijk zijn er allerlei beperkingen waardoor men niet gemakkelijk het bouwplan wijzigt zoals meerjarige contracten met de verwerkende industrie, zoals Cosun, aardappelverwerkende industrie en conservenindustrie.

Literatuur

Berkhout, P., H. van der Meulen & P. Ramaekers, 2024. *Staat van Landbouw, Visserij, Voedsel en Natuur; Editie 2024.* Wageningen, Wageningen Economic Research. Rapport 2024-089.

Britz, W., P. Ciaian, A. Gocht, A. Kanellopoulos, D. Kremmydas, M. Mülle, A. Petsakos & P. Reidsma, 2021. *A design for a generic and modular bio-economic farm model.* Agricult. Sys. 191, 103133.

Brussée, T.J., A. Negash & M.R. Oosterwoud, 2025. *De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. Actualisering van uitspoelfracties 1991-2020.* RIVM. Rapport 2024-0108.

Cals, T., C. van Bruggen, J. Huijsmans, L. Vissers, J. Vonk & G. Velthof, 2024. *Raming van luchtemissies uit de landbouw in 2030 en 2035, met doorkijk naar 2040: achtergrondrapportage bij de landbouwramingen in het kader van de Klimaat- en energieverkenning 2024 en de emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2025. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 3395)..* Wageningen, Wageningen Environmental Research.

CDM, 2017. *Advies van Commissie Deskundigen Meststoffenwet. Relatie organische stofgehalte in de bodem en nitraatuitspoeling. (1716204/WOTNM/JE) 13 juli 2017.*

De Ruijter, F.J. & J.G. Conijn, 2010. *Quadmod paraterisatie van de P respons van grasland, akkerbouw en groentegewassen in Nederland. Rapport 370.* Wageningen, Plant Research International.

De Vries, W., J. Kros, J.C. Voogd & G.H. Ros, 2023. *Integrated assessment of agricultural practices on large scale losses of ammonia, greenhouse gases, nutrients and heavy metals to air and water.* Sci. Tot. Environ. 857, 159220.

EC, 1991. *Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources*. Brussel, European Commission.

Gies, E., T. Cals, P. Groenendijk, H. Kros, T. Hermans, J.P. Lesschen, L. Renaud, G. Velthof & J.-C. Voogd, 2023. *Scenariostudie naar doelen en doelrealisatie in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied: een integrale verkenning van regionale water-, klimaat- en stikstofdoelen en maatregelen in de landbouw. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 3236).* Wageningen Environmental Research.

Groenendijk, P., L.V. Renaud & J. Roelsma, 2005. *Prediction of Nitrogen and Phosphorus leaching to groundwater and surface waters; Process descriptions of the Animo4.0 model. Alterra-Report 983.* Wageningen, Alterra.

Groenendijk, P., G.L. Velthof, J.J. Schröder, T.J. de Koeijer & H.H. Luesink, 2017. *Milieueffect-rapportage van maatregelen zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn.* Wageningen, Wageningen Environmental Research. http://edepot.wur.nl/425038.

Groenendijk, P., T. Cals, H. Kros, L. Renaud & J.-C. Voogd, 2024a. *Effecten van het mestbeleid op de uit- en afspoeling van meststoffen; berekeningen ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2024. Rapport 3378.* Wageningen Environmental Research.

Groenendijk, P., K. Duan, L. Renaud & R. Rietra, 2024b. *Effecten van maatregelen op nitraat in het agrarische deel van grondwaterbeschermingsgebieden. Rapport 3371.* Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Jongeneel, R., M. van Asseldonk, C. Daatselaar, A. Greijdanus, J. Helming & L. Vissers, 2024. *Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw. Rapport 2024-001.* Wageningen, Wageningen Economic Research.

Kros, J., J. van Os, J.C.H. Voogd, P. Groenendijk, C. van Bruggen, R. te Molder & G. Ros, 2019. *Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie: beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5. Rapport 3939.* Wageningen, Wageningen Environmental Research.

PBL, TNO, CBS & RIVM, 2024. *Klimaat- en Energieverkenning 2024.* Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.

Ravensbergen, A.P.P., 2024. *Exploring variability in yield, resource use efficiency and environmental impact of ware potato production in the Netherlands.* Wageningen, Wageningen University.

Schoumans, O.F., J.J. Schröder, P. Groenendijk, T.J. de Koeijer, L.V. Renaud, H.H. Luesink & G. Kruseman, 2013. *Beknopte milieueffectrapportage op planniveau; In het kader van het Vijfde Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Alterra-rapport 2461.* Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research Centre).

Schreuder, R., W. van Dijk, P. van Asperen, J.A. de Boer & J.R. van der Schoot, 2008. *Mebot 1.01: beschrijving van milieu- en bedrijfsmodel voor open teelten. PPO publicatie nr. 373.* Lelystad, PPO AGV.

Smit, A.B., J.J. Stoorvogel & G.A.A. Wossink, 2000. *A methodology to support the decision to invest in spatially variable nitrogen fertilisation.* Neth. J. Agric. Sci. 48, 273-290.

Ten Berge, H.F.M., J.C.M. Withagen, F.J. de Ruijter, M.J.W. Jansen & H.G. van der Meer, 2000. *Nitrogen responses in grass and selected field crops. QUADMOD parameterisation and extensions for STONE application.* Wageningen, the Netherlands, Plant Research International. Report 24.

Van Boekel, E.M.P.M., P. Groenendijk, J. Kros, L.V. Renaud, J.C. Voogd, G.H. Ros, Y. Fujita, G.J. Noij & W. van Dijk, 2021. *Effecten van maatregelen in het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Milieueffectrapportage op planniveau. Rapport 3108.* Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Van Boekel, E.M.P.M., 2025. *Fase 1 Ex ante onderzoek 8e AP. Kwalitatieve beoordeling van mogelijke maatregelen op de waterkwaliteit, economisch effecten en de inpasbaarheid op bedrijfsniveau. Kenmerk 2505021/PV.* Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Van Bruggen, C., A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, H.J.C. Dooren, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, K. Oltmer, M.B.H. Ros, M.W. van Schijndel, L. Schulte-Uebbing, G.L. Velthof & T.C. van der Zee, 2024. *Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2022. (WOT-technical report; No. 264).* WOT Natuur & Milieu.

Van der Bolt, F.J.E., T. Kroon, P. Groenendijk, L.V. Renaud, J. van den Roovaart, C.M.C.M. Janssen, S. Loos, P. Cleij, A. van den Linden & A. Marsman, 2020. *Het Landelijk Waterkwaliteitsmodel. Uitbreiding van het Nationaal Water Model met waterkwaliteit ten behoeve van berekeningen voor nutriënten.* Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Van der Bolt, F.J.E., E.M.P.M. van Boekel, W. Kuindertsma, L.V. Renaud, P. Groenendijk, H. Kros, J. van den Roovaart, A. Marsman & W. Altena, 2022. *Het landelijk Waterkwaliteitsmodel. Versie LWKM1.2. Rapport 3148.* Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Van der Zee, T., A. Bannink, C. van Bruggen, K. Groenestein, J. Huijsmans, J. van der Kolk, L. Lagerwerf, H. Luesink, G. Velthof & J. Vonk, 2021. *Methode om landbouwemissies naar lucht te berekenen. Berekeningen voor methaan, ammoniak, lachgas, stikstofoxiden, niet-methaan vluchtige organische stoffen, fijnstof en koolstofdioxide met NEMA–update 2021.* Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM.

Van Dijk, W., S. Burgers, H.F.M. ten Berge, A.M. van Dam, W.C.A. van Geel & J.R. van der Schoot, 2007. *Effecten van een verlaagde stikstofbemesting op marktbare opbrengst en stikstofopname van akker- en tuinbouwgewassen. publicatienr. 366.* Lelystad, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Vissers, L., M. van Asseldonk, C. Daatselaar, R. Jongeneel, M. Groot, P. van Horne, R. Hoste & J. Jager, 2024. *Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: dierlijke en plantaardige sectoren. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2024-060.*

Bijlage 1 Fase 1 Ex ante onderzoek 8e AP

Deze bijlage is een apart document bij dit rapport.

Bijlage 2 Maatregelen 7e Actieprogramma

In de ex ante berekeningen van het 8e AP zijn de reeds geïnstrumenteerde maatregelen van het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn die van invloed zijn op de uit- en afspoeling van nutriënten uit de landbouw meegenomen. In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van de maatregelen en sluiten aan bij de wijze waarop deze zijn meegenomen in de evaluatie van de Meststoffenwet (Groenendijk et al., 2024a):

- Inzaaien vanggewas: De uiterste datum voor het inzaaien van een vanggewas na de teelt van een uitspoelingsgevoelig gewas die niet gerekend wordt tot een winterteelt op zand- en lössgrond is 1 oktober. Bij de inzaai van een vanggewas na 1 oktober wordt een korting op de stikstofgebruiksnorm van het volggewas toegepast (tabel B2.1).

Tabel B2.1 *Korting op de stikstofgebruiksnorm van een volggewas bij inzaaien van een vanggewas later dan 1 oktober.*

Inzaaidatum vanggewas	**Korting op de stikstofgebruiksnorm in kg N ha^{-1}**
2 oktober t/m 14 oktober	5
15 oktober t/m 31 oktober	10
Vanaf 1 november of geen vanggewas	20

- 1: 4 rustgewas: Op zand- en lössgronden is het verplicht om op ieder perceel per ingang van 2023 minimaal eenmaal in de 4 jaar een rustgewas te telen. Het eerste jaar in de telling van de rotatie is 2023 en uiterlijk in 2026 dient dan op ieder perceel een rustgewas geteeld te zijn.
- Uitrijdatum vaste strorijke mest: De eerste uitrijdatum van vaste strorijke mest op zand- en lössgrond is sinds 2023 met 1 maand vervroegd. Vaste strorijke mest mag dus zowel op grasland als op bouwland van 1 januari worden uitgereden. Deze regel geldt met ingang van 2024.
- Uitrijdatum drijfmest en dunne fractie: De algemene eerste uitrijdatum voor drijfmest en de dunne fractie van mest op bouwland is naar achter opgeschoven; in plaats van 15 februari mag dat vanaf 16 maart. In het 6de Actieprogramma was dit voorschrift alleen voor mais van toepassing.
- Teelt groenbemester: Voor de teelt van een groenbemester wordt geen stikstofgebruiksnorm toegekend. Een gebruiksnorm voor een groenbemester kan alleen worden toegepast als: a) een niet-vlinderbloemige groenbemester wordt geteeld aansluitend op de teelt van granen, graszaad of koolzaad wordt geteeld; b) de inzaai voor 1 september plaatsvindt; c) de vernietiging van de groenbemester niet voor 1 februari van het daaropvolgende kalenderjaar plaatsvindt.
- Maatwerkaanpak: In het 7e Actieprogramma is aangekondigd dat de sector, de ketenpartijen en de overheid gezamenlijk een maatwerkaanpak uitwerken, met als uitgangspunt dat boeren zelf maatregelen nemen die tot een minimaal gelijkwaardige verbetering van de waterkwaliteit leiden als een deel van de maatregelen uit het 7e Actieprogramma. De insteek van de maatwerkaanpak is om 'de meest effectieve maatregelen op de meest zinnige plek' toe te passen. In 2024 is de maatwerkaanpak nog onvoldoende uitgewerkt om het effect ervan te kunnen beoordelen.

Bijlage 3 Maatregelen Derogatiebeschikking

De volgende maatregelen zijn onderdeel van de Derogatiebeschikking 2022/2069 en zijn meegenomen in de rekenvarianten. Hierbij is aangesloten bij de werkwijze die is toegepast voor de Evaluatie van de Meststoffenwet 2024 (Groenendijk et al., 2024a):

- N-gebruiksnorm: De derogatie betreft kort gezegd een verhoging van de gebruiksnorm voor mest afkomstig van graasdieren, voor bedrijven met een areaal dat voor ten minste 80 procent uit grasland bestaat. De afbouw is weergegeven in tabel B3.1.

Tabel B3.1 *Gebruiksnorm voor dierlijke mest voor percelen van bedrijven met derogatie en de korting op gebruiksnormen voor percelen binnen nutriënten-verontreinigde gebieden.*

Jaar	NV-gebied	Gebruiksnorm dierlijke mest buiten NV-gebied	Gebruiksnorm dierlijke mest binnen NV-gebied	Korting stikstof-gebruiksnormen binnen NV-gebied
2023	Percelen op zand- en lössgrond in Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg, daaraan toegevoegd beheergebieden van Hollands Noorderkwartier, Delfland en Brabantse Delta	240 kg stikstof ha^{-1}	220 kg stikstof ha^{-1}	-
2024	Aanwijzing voor grondwater betreft de percelen op zand- en lössgrond in Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg. Daarnaast aanwijzing van gebieden op basis van oppervlaktewaterkwaliteit	230 kg stikstof ha^{-1}	210 kg stikstof ha^{-1}	5%
2025	Als in 2024	200 kg stikstof ha^{-1}	190 kg stikstof ha^{-1}	20%
Na afloop derogatiebeschikking				
2026	Als in 2025	170 kg stikstof ha^{-1}	170 kg stikstof ha^{-1}	20%

- Nutriënten verontreinigde gebieden: De aanwijzing van met Nutriënten verontreinigde gebieden (NV-gebieden) waar in 2024 een korting van de stikstofgebruiksnorm van 5% wordt toegepast en in 2025 een korting van de stikstofgebruiksnorm van 20% wordt toegepast. De NV-gebieden zijn vastgesteld volgens een bepaald protocol (<referentie>).
- Grondwaterbeschermingsgebieden: Vanaf 2023 zijn percelen in grondwaterbeschermingsgebieden op zand- en lössgrond en Natura-2000 gebieden uitgesloten van derogatie. Er geldt dan een gebruiksnorm voor de toepassing van dierlijke mest van 170 kg N ha^{-1}
  - Vanaf 2024 zijn percelen in een zone van 250 m rondom Natura-2000 gebieden uitgesloten van derogatie.
  - Voor percelen in grondwaterbeschermingsgebieden op de zandgrond en lössgrond in de provincies Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg geldt in 2024 een korting van de stikstofgebruiksnorm van 10% en vanaf 2025 geldt voor deze percelen een korting van 20%
  - Als de nitraatconcentratie in een grondwaterbeschermingsgebied op de zandgrond en lössgrond niet op orde is volgen aanvullende maatregelen. Deze maatregelen zijn nu nog niet bekend.
- Klei- en Veengebieden: Voor deze gebieden geldt dat:
  - Sinds 2023 een vanggewas na mais verplicht is als het gaat om een derogatiebedrijf in een met nutriënten verontreinigd gebied.
  - Bij het omploegen van grasland na 31 mei ten behoeve van graslandvernieuwing de stikstofgebruiksnorm is verlaagd met 50 kg N ha^{-1}. Deze regel gold voorheen alleen voor zand- en lössgronden, maar geldt nu voor alle bodemtypen art. 28f en 26c, zesde lid.
  - Bij het omploegen van grasland voor de teelt van mais de stikstofgebruiksnorm is verlaagd met 65kg N ha^{-1}. Deze regel gold voorheen alleen voor zand- en lössgronden, maar geldt nu voor alle bodemtypen art. 28f en 26c, zesde lid.

- Bufferstroken: Vanaf 2023 geldt een verbod op het bemesten van bufferstroken van 5, 3, 1 of 0,5 meter breed langs alle waterlopen. De mestruimte op deze bufferstrook vervalt. De breedte is afhankelijk van het type waterloop. Als de totale oppervlakte van bufferstroken op een perceel meer is dan 4% van de oppervlakte van het topografische perceel mogen voor de bufferstroken bij sommige type waterlopen smallere stoken worden aangehouden. Als na de herberekening de bufferstroken nog steeds meer dan 4% van het perceel beslaan kan in sommige gevallen een nog smallere strook worden aangehouden (tabel B3.2)

Tabel B3.2 *Breedte van een bemestingsvrije bufferstrook in afhankelijkheid van het type waterloop.*

Type waterloop	Hoofdregel	Oppervlak na 1e berekening groter dan 4%	Oppervlak na 2e berekening groter dan 4%
Ecologisch kwetsbare waterlopen	5 meter	Blijft 5 meter	Blijft 5 meter
KRW-waterlopen groter dan 10 meter breed	5 meter	3 meter	Blijft 3 meter
KRW-waterlopen kleiner of gelijk aan 10 meter breed	5 meter	3 meter	1 meter
Kort- of niet-droogvallende waterlopen	3 meter	1 meter	0,5 meter
Lang droogvallende waterlopen	1 meter	1 meter	1 meter
Droge sloten	0 meter	-	-

- Mestproductieplafond: Het landelijk totale mestproductieplafond wordt in 2025 verlaagd met 10% ten opzichte van het mestproductieplafond in 2020.

Bijlage 4 Achtergrondinformatie toegepaste modellen waterkwaliteit

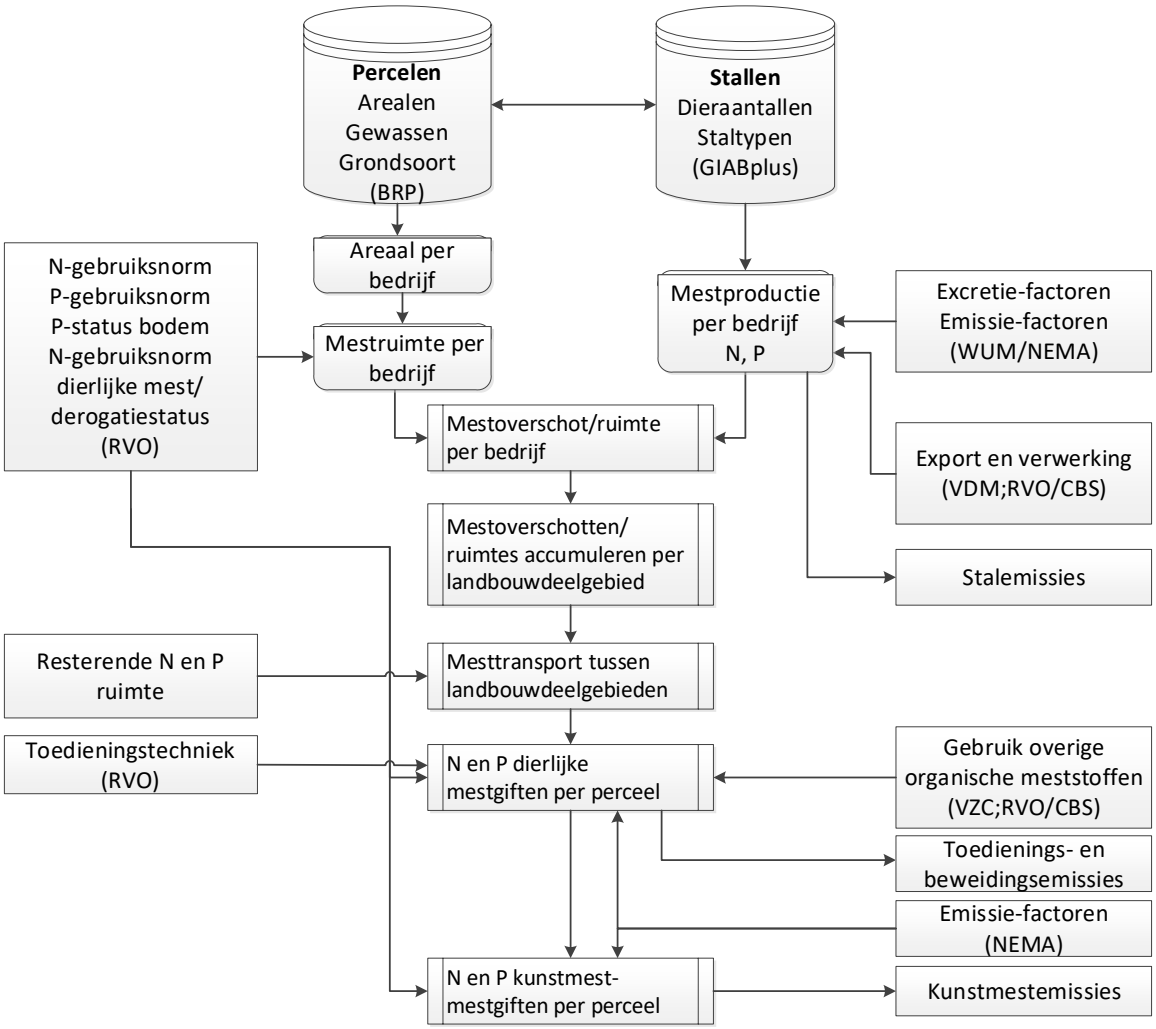
INITIATOR

De mestverdeling en ammoniak-, methaan- en lachgasemissies worden berekend met het model INITIATOR (Integrated Nitrogen Impact Assessment Tool on a Regional Scale; De Vries et al., 2023). Dit model berekent alle belangrijke N-, P- en C-fluxen in de landbouw, waaronder de aanvoer van N, P en C in de vorm van kunstmest, dierlijke mest, depositie en N-binding, de N- en P-afvoer door het gewas en de emissies van methaan (CH_4), ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O) en stikstofoxiden (NO_x) naar de atmosfeer. Daarnaast berekent het model ook de verandering in de voorraad aan bodemkoolstof en de bijbehorende emissie of vastlegging van CO_2 uit bodems en de accumulatie en uitspoeling van N, P, basen en zware metalen. De berekeningen worden op regionale en nationale schaal uitgevoerd, met 250m×250m als basisresolutie.

Met INITIATOR wordt de mest over grasland en bouwland verdeeld, rekening houdend met de aanvoer van dierlijke mest (van het eigen bedrijf of via mesttransport) en kunstmest, de wettelijke gebruiksnormen (conform Mestwetgeving), het gewas en de grondsoort. De N- en P-excretie worden berekend door een vermenigvuldiging van het aantal dieren (in verschillende categorieën) met excretiefactoren die aangeven hoeveel N en P in de mest elk dier in een jaar produceert. De stal- en opslagemissies van gasvormige N-verliezen worden berekend door de N-excretie te vermenigvuldigen met N-emissiefactoren, waarbij rekening wordt gehouden met dier- en staltype. Een mestverdelingsmodule berekent vervolgens het transport van dierlijke mest op gemeenteniveau en de aanvoer van mest en kunstmest naar de bodem. INITIATOR wordt gebruikt voor het berekenen van de ruimtelijke verdeling van mest en ammoniakemissie ten behoeve het ANIMO/LWKM-model (mestverdeling) en de ruimtelijke verdeling van de ammoniakemissie ten behoeve van de Emissie Registratie (Kros et al., 2019). De NH_3-emissie uit stallen en opslagen en vanuit de bodem vormen de input van het AERIUS-model voor de berekening van de stikstofdepositie op zowel landbouwgronden als in Natura 2000-gebieden.

Het model maakt gebruik van gedetailleerde ruimtelijke gegevens die grotendeels afkomstig zijn uit beschikbare nationale GIS-datasets, zoals de geografisch expliciete landbouwtellinggegevens, met het aantal dieren per vestiging (GIAB; Van Os en Kros, 2022). Door deze koppeling zijn we in staat om op een hoge ruimtelijke resolutie de N- en P-excretie, stal- en opslagemissies, mest- en kunstmestverdeling en bodememissies te berekenen.

De vereiste data voor de berekening van de mestverdeling en ammoniakemissie op gebiedsniveau zijn onder te verdelen in (i) regionale modelinput data en (ii) modelparameters die veelal variëren als functie van bodemtype of bodemeigenschappen. Hieronder zijn de verschillende data met hun bronnen genoemd.



Figuur B4.1 *Schematische weergave van de wijze waarop de verdeling en transport van dierlijke mest wordt berekend en welke ondersteunende gegevens daarbij worden gebruikt.*

Modelinput INITIATOR

De input van het model bestaat in grote lijnen uit:

- Gedetailleerde ruimtelijke gegevens ten aanzien van bodem (bodemtype, C-, N-, P- en metaalgehaltes), hydrologie, landgebruik en gewassen die s afkomstig zijn uit beschikbare nationale GIS-datasets: de 1:50.000 bodemkaart en het landgebruik (ANIMO/LWKM voor de ruimtelijke verdeling, CBS voor de absolutie hoeveelheid);
- Geografisch expliciete landbouwtellinggegevens, met o.a. het aantal dieren per bedrijf, het staltype en de locatie van stallen (GIAB), in het model geaggregeerd tot bedrijfsniveau;
- Mestverwerking en export (CBS) op postcodeniveau 4 (PC4; voor rundvee-, varkens- en pluimveemest);

In het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB: Van Os en Kros, 2022) is informatie over verschillende agrarische grondgebruiksfuncties een belangrijke basis om effecten van beleidsmaatregelen te analyseren of om nieuwe ontwerpen te maken. Hierin zijn gegevens opgenomen van landbouwbedrijven die meedoen aan de jaarlijkse landbouwtelling (LBT, onderdeel van de Gecombineerde Opgave; GO) van RVO en bewerkt door het CBS. De gegevens zijn gekoppeld aan de locatie van de hoofdvestiging van het landbouwbedrijf. Het bestand wordt onder andere gebruikt bij onderzoek naar dierziekten, landbouwstructuuranalyses, effecten van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid en bij onderzoek naar emissies van geur, ammoniak en fijnstof.

Vanaf emissiejaar 2009 is GIAB verder gedetailleerd tot een versie waarin de dieraantallen van de LBT worden onderverdeeld naar de verschillende bedrijfslocaties van één bedrijf, die veehouderijbedrijven in gebruik hebben binnen de I&R (Identificatie & Registratie van dieren; Regeling identificatie en registratie van dieren).

Belangrijke variabelen zijn het bedrijfstype, de bedrijfsomvang, arealen per gewas en aantallen per diergroep. Vanaf 2011 is ook de verdeling van dieren over de nevenvestigingen en de ligging daarvan beschikbaar en vanaf 2015 wordt gebruikgemaakt van de Opgave Huisvesting Veehouderij (OHV), dat in tegenstelling tot de LBT geen momentopname (1 april) betreft, maar een opname op meerdere momenten in het jaar en onderscheid maakt tussen hoofd- en nevenvestiging. Hierdoor wordt een representatiever beeld verkregen over het aantal aanwezige dieren.

De volgende modeldata en -parameters worden meegenomen (niet uitputtend):
- Gebruiksnormen ten aanzien van mestgebruik voor N en P (RVO).
- Beweidingsduur (LBT)
- Mestververwerking (RVO/CBS)
- Gebruikte mesttoedieningstechniek (LBT)
- Acceptatiegraden voor dierlijke mest door de akkerbouwbedrijven op basis van de huidige vervoersbewijzen dierlijke mest (RVO)
- Fosfaatstatus bodem (P-AL/Pw; RVO)
- Bedrijven met derogatie (RVO)
- Excretiefactoren en de verdeling van de mest over weide- en stalmest: deze zijn afkomstig uit NEMA (Van Bruggen et al., 2024)
- Ammoniak, methaan en lachgas emissiefactoren, afkomstig uit NEMA (Van Bruggen et al., 2024)

Er loopt momenteel veel onderzoek naar actualisering, verfijning en verbetering van de methaan- en lachgasemissiefactoren. Dit onderzoek zal de komende jaren leiden tot een verbetering van de berekening van emissies van ammoniak, methaan en lachgas.

Berekening van bedrijfsspecifieke emissiefactoren in INITIATOR

INITIATOR maakt gebruik van de emissiefactorenmethodiek uit NEMA[11], waarbij de Rav-emissie[12] die per dierplaats worden omgerekend in emissiefactoren op basis van de excretie van ammoniakale N (TAN) in een referentiejaar van Rav-vaststelling. Deze procedure gaat als volgt:
- In GIAB is voor iedere stal de door de boer opgegeven Rav-typering bekend.
- Aan de hand van de Rav-tabel van RVO met de NH_3-emissie per dierplaats (kg NH_3/dp) wordt de betreffende emissie gekoppeld aan het staltype uit GIAB.
- De Rav-emissie in kg NH_3/dp wordt op basis van de NEMA-berekeningsmethodiek omgerekend naar een NEMA-emissiefactor uitgedrukt in kg NH_3-N emissie per kg TAN. Hierbij wordt gebruikgemaakt van de benodigde locatie-specifieke informatie, zoals de beweidingsgraad (uit LBT), opslag en TAN (uit NEMA).
- Voor een melkveebedrijf met beweiding betekent dit dat voor de stal de bedrijfsspecifieke stalemissiefactor (in kg NH_3-N/kg N) wordt berekend uit het quotiënt van de voor bedrijfsspecifieke beweiding gecorrigeerde Rav-emissie van permanent opstallen (kg NH_3/dp) en de (TAN-)excretie in de stal (kg NH_3-/dier), waarbij tevens rekening wordt gehouden met stalbezetting en omrekening van NH_3 naar NH_3-N.

Effecten van maatregelen op de samenstelling van voer, en met name voor melkvee, zijn in de berekeningen opgelegd in termen van reducties op de huidige excreties (zowel voor stikstof als methaan). Er is echter geen excretiemodel toegepast waarin de effecten van veranderingen in arealen en de samenstelling van ruwvoer op stikstof-, fosfaat- en koolstofexcreties is doorgerekend.

[11] NEMA is het model dat gebruikt wordt door Emissie Registratie om jaarlijkse de nationale ammoniak- en broeikasgasemissies te berekenen (Van der Zee, T., A. Bannink, C. van Bruggen, K. Groenestein, J. Huijsmans, J. van der Kolk, L. Lagerwerf, H. Luesink, G. Velthof en J. Vonk, 2021). *Methode om landbouwemissies naar lucht te berekenen. Berekeningen voor methaan, ammoniak, lachgas, stikstofoxiden, niet-methaan vluchtige organische stoffen, fijnstof en koolstofdioxide met NEMA–update 2021.* Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM.

[12] Regeling ammoniak en veehouderij: https://wetten.overheid.nl/BWBR0013629/2022-12-01

ANIMO/LWKM: Bodemprocessen en uit- en afspoeling van stikstof en fosfor

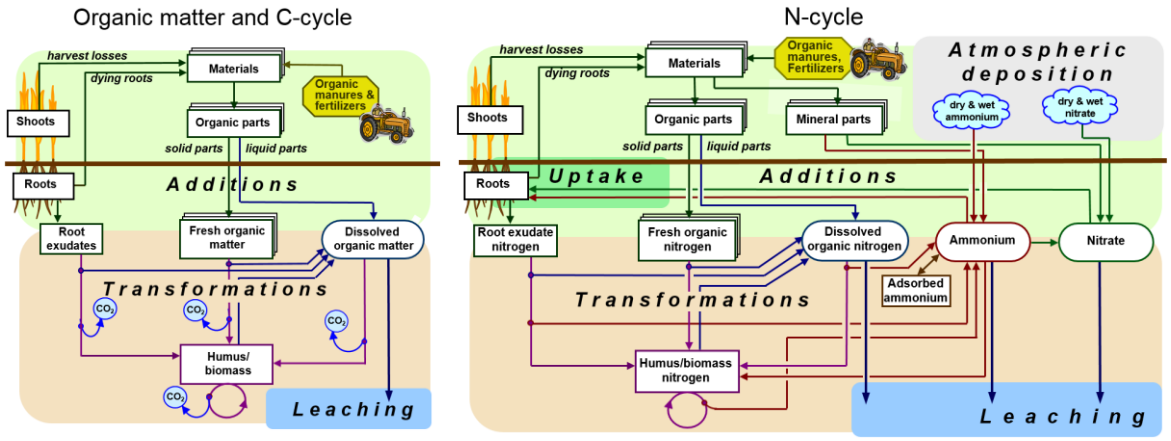
Modelbeschrijving

Het **Landelijk Waterkwaliteitsmodel** is een onderdeel van het Nationaal Watermodel en bestaat uit de modelketen ANIMO en KRW-verkenner (Van der Bolt et al., 2020) dat wordt gebruikt om nitraatconcentraties in het grondwater en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden en waterkwaliteitskenmerken van het oppervlaktewater te berekenen.

In de onderhavige studie is het model gebruikt voor de berekening van nitraatconcentraties, de uitspoelingsvrachten in uitspoelend water naar oppervlaktewater en zomerwaarden van de concentratie in uitspoelend water naar oppervlaktewater.

De eerste versie van ANIMO is in 1985 ontwikkeld voor de simulatie van nitraatconcentraties in het bodemvocht en het grondwater en de uitspoeling van N en P-componenten naar grond- en oppervlaktewater (Berghuijs-Van Dijk et al, 1985). Het ANIMO-model berekent zelf geen waterbalanstermen, maar de benodigde hydrologische informatie wordt aangeleverd met de rekenresultaten van hydrologische modellen (Groenendijk et al, 2005).

Vanwege de sterke interactie van stikstof en organische stof is in het model naast een volledige beschrijving van de stikstof- en fosforkringloop in de bodem ook een volledige beschrijving van de organische stofkringloop in de bodem opgenomen. In de bodem worden vier pools van organische stof beschreven (Figuur B4.2).



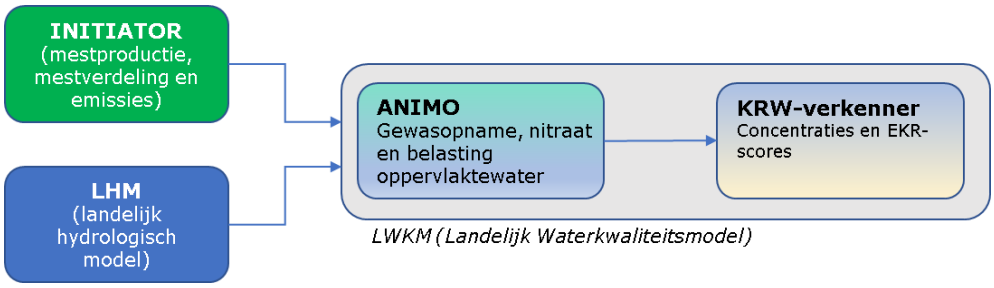
Figuur B4.2 *Schematische weergave van de organische stof- en stikstofkringloop in het ANIMO-model.*

Het ANIMO-model (Groenendijk et al, 2005) onderscheidt zich van andere dynamische simulatiemodellen met 1) een module voor het transport en omzetting van opgeloste organische stof en opgeloste organisch gebonden stikstof en fosfor en 2) een module waarin biologisch-chemische processen en transportprocessen in het topsysteem van het grondwater worden beschreven. Het model berekent hiermee concentraties en vrachten van DOC, ammonium, nitraat, opgeloste organische gebonden stikstof, ortho-fosfaat en opgeloste organisch gebonden fosfor. Met de beschrijving van de organische stofkringloop in de bodemmodule in combinatie van de beschrijving van het transport van opgeloste organische componenten zijn effecten van maatregelen ter verhoging het koolstofgehalte van de bodem op waterkwaliteit te evalueren.

De verse organische stof is in verschillende fracties ingedeeld om het afbraakverloop en het gehalte aan organisch gebonden stikstof en fosfor van allerlei soorten organische stof te kunnen simuleren. Voor fosfor is een afzonderlijke bodemchemische module ontwikkeld waarmee instantane sorptie en de kinetische sorptie/vastlegging wordt gesimuleerd. Hiermee is het verouderingsproces van aan bodemdeeltjes gebonden fosfaat te simuleren evenals de langzame nalevering bij het uitmijnen van de bodem.

De opname van stikstof en fosfor uit de bodem door gewassen wordt berekend in een procedure waarin eerst een berekening wordt gemaakt met de QUADMOD- en MEBOT-module (Ten Berge et al, 2000; De Ruijter en Conijn, 2010; Schreuder et al, 2008) van de potentiële opname en vervolgens aan de hand van de beschikbaarheid van mineraal stikstof en mineraal fosfor de uiteindelijke opname vast te stellen. Bij het berekenen van de potentiële opname wordt uitgegaan van 1) de aanvoer van (voor gewasopname) werkzame stikstof en fosfor, 2) het N-leverend vermogen en het P-leverend vermogen van de bodem; 3) trendlijnen van de droge stofproductie van verschillende gewassen zoals deze is af te leiden van jaarlijkse CBS-cijfers voor verschillende regio's en 4) regio-specifieke parameters van de QUADMOD en MEBOT-module. De waterhuishouding van landbouwpercelen heeft indirect invloed op de gewasopname door de definitie van de diepte van de wortelzone en de met het LHM-model berekende gewastranspiratie.

Afhankelijk van de wijze waarop de modelinvoer is samengesteld is het ANIMO-model toe te passen op perceelschaal, de schaal van stroomgebieden en de landelijke schaal. Voor de toepassing binnen het Landelijk Waterkwaliteitsmodel wordt uitgegaan van een landelijke schematisering van bodemprofielen, gewassen en hydrologische informatie. De keten van deelmodellen van het Landelijk Waterkwaliteitsmodel is weergegeven in Figuur B4.3. De hydrologische informatie voor ANIMO wordt berekend met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM-model) en binnen het LWKM 1.2 verwerkt naar een schematisering van Hydrological Respons Units (HRU's).



Figuur B4.3 *Schema van gekoppelde modellen in het Landelijk Waterkwaliteitsmodel.*

Door de koppeling aan INITIATOR kan het ANIMO-model de effecten van diverse scenario's ten aanzien van de intensiteit van de veestapel, de aanwending van dierlijke mest en kunstmest en de verandering van landgebruik doorrekenen. Het KRW-verkenner deelmodel van het LWKM1.2 berekent concentraties van N en P in het oppervlaktewater en gebruikt het rekenresultaat van ANIMO als input voor deze berekening. Daarnaast gebruikt het ook informatie uit andere bronnen en informatie over de effectiviteit van inrichtingsmaatregelen zodat zowel effecten van maatregelen in de landbouw als effecten van maatregelen door waterbeheerders geëvalueerd kunnen worden.

De implementatie van het ANIMO-model binnen het Landelijk Waterkwaliteitsmodel wordt aangeduid met ANIMO/LWKM.

Bijlage 5 Modelaannames Referentie

In deze bijlagen is een overzicht gegeven van de aannames die zijn gedaan over dieraantallen, arealen landgebruik, stikstof- en fosforexcretie, beweiding, stalaanpassingen, aannames gewasrotatie en vruchtwisseling en stikstofgebruiksnormen (totale stikstof- en fosforbemesting en aannames bemesting dierlijke mest). Ook is beschreven op welke wijze de geïnstrumenteerde maatregelen van het 7e Actieprogramma en de Derogatiebeschikking 2022/2069 zijn verwerkt in de modelinvoer van het INITIATOR-model en het LWKM.

Klimaat- en Energieverkenning 2024 (KEV 2024)
In de Klimaat- en Energieverkenning 2024 (KEV 2024) is op basis van het beleid op peildatum 1 mei 2024 geraamd wat de broeikasgasemissies emissies zijn bij vastgesteld en voorgenomen beleid (PBL, 2024 #205). Voor de sector landbouw zijn in dat kader berekening berekeningen uitgevoerd met het model NEMA (Cals et al., 2024) Van Bruggen et al., 2024). Onder het vastgestelde- en voorgenomen beleid vallen onder andere het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn en de Derogatiebeschikking 2022/2069, maar ook andere maatregelen zoals de Lbv en de Lbv-plus. Daarnaast worden ook overige (autonome) ontwikkelingen beschreven. De uitgangspunten die beschreven staan in Cals et al. (2024) zijn overgenomen in het model INITIATOR, waarmee de referentie voor 2030 is berekend. Onderstaand staan de belangrijkste uitgangspunten met betrekking tot dieraantallen, gewasarealen, mestproductie en stalemissie beschreven.

Dieraantallen
Door beëindigingsregelingen, afroming op dier- en fosfaatrechten, en verwachte toename in melkproductie per koe neemt het aantal landbouwdieren af (tabel B5.1). Daarnaast is in de KEV 2024 een krimp verondersteld in het aantal stuks melkvee, als reactie op afname in plaatsingsruimte als gevolg van het vervallen van derogatie. Daardoor groeit het landelijke mestoverschot sterk en nemen de mestafzetkosten toe, waardoor in de melkveehouderij verdere krimp noodzakelijk is geacht. Nadere details zijn beschreven in Cals et al. (2024).

Tabel B5.1 *Aantal runderen, varkens en kippen in basisjaar 2022 en de relatieve ontwikkeling t.o.v. 2022 in de ramingen voor 2025 en 2030 bij vastgesteld + voorgenomen beleid. Bron: KEV 2024.*

	Basisjaar	Vastgesteld + voorgenomen beleid (KEV 2024)	
	2022	2025	2030
Melkkoeien	1.570.673	95%	83%
Jongvee fokkerij	987.086	93%	78%
Jongvee mesterij	181.392	100%	100%
Zoog- en weidekoeien	52.618	100%	100%
Vleeskalveren	974.318	94%	84%
Vleesvarkens	5.111.812	96%	79%
Fokvarkens	4.138.941	97%	79%
Leghennen	43.167.445	96%	83%
Vleeskuikens	38.160.133	97%	88%

Gewasarealen
In de KEV 2024 is ervan uitgegaan dat het landbouwareaal tussen 2022 en 2030 jaarlijks met 6.000 hectare afneemt. Daarnaast is in de KEV 2024 voor derogatiebedrijven uitgegaan van een verschuiving van grasland naar bouwland, doordat met het vervallen van de derogatie ook de verplichting van 80% grasland vervalt. Er is daarom aangenomen dat derogatiebedrijven op zand en lösss ca. 10% van hun graslandareaal omzetten in maïs- en bouwland. Bij bedrijven op klei wordt uitgegaan van 5% areaalomzetting.

Dit is in INITIATOR op bedrijfsniveau toegepast door het graslandareaal met 5 of 10% te verkleinen en de overige maïs- en bouwlandgewassen op deze bedrijven generiek te verhogen zodat het totale areaal behouden blijft.
Tenslotte is het areaal nog gecorrigeerd voor bufferstroken. Hiervoor is op basis van het BRP2022 op perceelniveau is bekeken aan welke type waterloop deze grenst, waarna de rekenexercitie is toegepast zoals beschreven in Bijlage 3. Dat levert per perceel een areaalfractie bufferstrook op die wordt verminder op het totaal areaal.
Bovenstaande uitgangspunten zijn overgenomen in het model INITIATOR en leveren de areaalveranderingen op die zijn beschreven in tabel B5.2.

Tabel B5.2 *Gewasareaal van productiegrasland, maïs, bouwland en natuurlijk grasland met de functie landbouw in basisjaar 2022 en de relatieve ontwikkeling t.o.v. 2022 in de ramingen voor 2025 en 2030, bij vastgesteld + voorgenomen beleid. Bron: INITIATOR o.b.v. KEV 2024.*

	Basisjaar	**Vastgesteld + voorgenomen beleid (KEV 2024)**	
	2022	**2025**	**2030**
Grasland	890.369	92%	91%
Maïs	182.543	115%	113%
Bouwland	634.211	98%	96%
Natuurlijk grasland met functie landbouw	83.107	96%	94%
Totaal	1.790.231	97%	95%

Stikstof- en fosfaatexcretie
In de KEV 2024 is uitgegaan van een afnemende trend in het eiwitgehalte in het rantsoen ten opzichte van het gemiddelde rantsoen in de periode 2018-2022. Dit komt onder andere doordat het stikstofgehalte in het rantsoen lager wordt als gevolg van een lagere stikstofbemesting op grasland en maïsland in NV-gebieden. Ook is er een duidelijke prikkel om het eiwitgehalte van het rantsoen te verlagen om de stikstofexcretie en ammoniakemissie te verminderen. Het verlagen van het ruweiwitgehalte in het rantsoen is bijvoorbeeld een stikstofbronmaatregel. De noodzaak om eiwitarm te voeren, wordt versterkt doordat er daardoor minder mestproductie (in stikstof) ontstaat en minder mest hoeft te worden afgevoerd bij het wegvallen van de derogatie.

De excretiefactoren in 2022 en de relatieve ontwikkeling ten opzichte van 2022 zijn weergegeven in tabel B5.3. Daarbij dient te worden aangemerkt dat bovenstaande ontwikkelingen door fluctuaties in excreties ten opzichte van 2022 toenemen, meer er wel degelijk een daling plaatsvindt ten opzichte van de gemiddelde excreties in de periode 2018-2022.

Tabel B5.3 *Excretiefactoren van stikstof, Ammoniakaal stikstof (TAN), en fosfaat in kilogram per dier per jaar in basisjaar 2022 en de relatieve ontwikkeling t.o.v. 2022 in de ramingen voor 2025 en 2030, bij vastgesteld + voorgenomen beleid. Bron: INITIATOR o.b.v. KEV 2024.*

Diercategorie	**N-excretie**			**TAN-excretie**			**P2O5-excretie**		
	2022	**2025**	**2030**	**2022**	**2025**	**2030**	**2022**	**2025**	**2030**
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	31,5	107%	102%	18,6	110%	105%	7,6	100%	101%
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	30,9	105%	101%	17,0	109%	102%	6,7	103%	103%
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	65,9	108%	102%	40,9	111%	105%	17,9	104%	104%
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	78,1	109%	104%	47,6	115%	109%	22,9	103%	103%
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	66,1	108%	102%	41,0	111%	105%	17,9	104%	104%
Melk- en kalfkoeien – stalperiode	77,4	107%	103%	42,6	107%	101%	22,4	103%	101%
Melk- en kalfkoeien – weideperiode	63,2	106%	99%	34,8	105%	97%	18,7	97%	96%
Melk- en kalfkoeien – totaal	124,1	106%	101%	68,3	106%	100%	36,2	101%	99%
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	78,1	109%	104%	47,6	115%	109%	22,9	103%	103%

Diercategorie	N-excretie			TAN-excretie			P2O5-excretie		
	2022	2025	2030	2022	2025	2030	2022	2025	2030
Vleeskalveren, voor de witvleesproductie	17,7	100%	100%	10,3	100%	100%	4,2	100%	100%
Vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	26,8	101%	101%	14,2	101%	101%	8,5	102%	102%
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	31,5	107%	102%	18,6	110%	105%	7,6	100%	101%
Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	30,7	103%	103%	17,2	105%	105%	6,8	103%	103%
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	65,9	108%	102%	40,9	111%	105%	17,9	104%	104%
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	54,1	102%	102%	30,3	104%	104%	15,7	103%	103%
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	66,1	108%	102%	41,0	111%	105%	17,9	104%	104%
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	54,1	102%	102%	30,3	104%	104%	15,7	103%	103%
Zoog-, mest- en weidekoeien	78,6	105%	99%	49,5	106%	99%	23,0	103%	103%

Beweiding

De aanname in de KE V2024 is dat de duur van weidegang bij onbeperkt weiden en beperkt weiden gelijk zal blijven. Door het afbouwen van derogatie zal de beweidingsgraad mogelijk afnemen, maar tegelijkertijd is er maatschappelijk (bijv. via zuivelcoöperaties) en beleidsmatig (bijv. vanuit het stikstofbeleid) juist reden om meer te gaan beweiden. De beweidingsgraad blijft dus gelijk aan het basisjaar 2022.

Stalaanpassingen

In de KEV 2024 zijn de stalaanpassingen voornamelijk gebaseerd op de implementatie van het Besluit Activiteiten Leefomgeving (BAL) en de omgevingsverordeningen van Noord-Brabant en Limburg. Daarbij maakt het onderscheid in twee regio's: Noord-Brabant (en Limburg) en rest Nederland. Voor deze twee regio's zijn in de KEV 2024 per dier-stalcombinaties verwachte ontwikkelingen in emissiefactoren en implementatiegraden beschreven. In aanvulling hierop zijn per regio, jaar en sectorspecifieke aannames gedaan over de implementatiegraad van stalsystemen en de ontwikkeling van de emissiefactoren. De veranderingen in emissiefactoren van emissiearme stalsystemen zijn het gevolg van de te verwachten ontwikkeling in prestatie (door bijv. innovaties, beter management, beter onderhoud en beter toezicht), gecombineerd met het te verwachten vervangingstempo. De informatie over de implementatiegraad van stalsystemen en de emissiefactoren op stalniveau, waarbij rekening is gehouden met de verschillen per provincie, zijn verwerkt in de berekeningen van de Referentieraming 2030.

In de berekeningen met INITIATOR passen we deze effecten toe door zowel de KEV-implementatiegraad als de KEV-emissiefactor voor zichtjaren 2025 en 2030 toe te kennen aan de corresponderende INITIATOR-categorie. Met uitzondering van melkvee passen we per stal/diercategorie vervolgens een gewogen gemiddelde emissiefactor die de aannamen van de KEV2022 reflecteert toe voor op alle corresponderende stal/diercategorieën.

Gebruiksnormen totale stikstof- en fosfaatbemesting

In de berekeningen met INITIATOR hebben we voor de periode tot 2030 eveneens de gebruiksnormen van stikstof en fosfaat voor 2022 aangehouden. Daarbij hebben we voor de gewassen en P-status de situatie volgens de informatie van de BasisRegistratie Percelen (BRP) 2021 aangehouden.

Gebruiksnormen en aannames bemesting met dierlijke mest

Voor de gebruiksnormen van dierlijke mest is in de KEV 2024 uitgegaan van de Derogatiebeschikking 2022/2069. In de Referentie 2030 geldt overal een gebruiksnorm van dierlijke mest van maximaal 170 kilogram N per hectare. Daarnaast neemt de mestgift per perceel af door bemestingsvrije bufferstroken. Uit de mestproductie (excretiefactor × aantal dieren, gecorrigeerd voor stalemissies) in 2022 en voorgaande jaren, de stikstof- en fosfaatgebruiksruimte, en de export en verwerking van mest volgens de Vervoersbewijzen Dierlijke Mest (VDM), volgt dat er lokaal een overschot aan dierlijke mest is. In de KEV 2024 is ervan uitgegaan dat het percentage van benutting van de gebruiksruimte van stikstof en fosfaat in 2030 toeneemt ten opzichte van 2022.

Daarnaast wordt in de KEV 2024 aangenomen dat de hoeveelheid verwerkte en geëxporteerde mest groeit en wordt uitgegaan van een aanvullende (naast beleidsgestuurde) krimp in melkveestapel met een groter aandeel jongvee. Hierdoor daalt het mestoverschot en de berekende bemesting boven de gebruiksruimte in de Referentie 2030.

Maatregelen in het 7e Nitraatactieprogramma

Rustgewassen

Tot 2026 geldt dat op ieder bouwlandperceel in zand- en lössgebied eens op de vier jaar een rustgewas geteeld moet worden. Eerste jaar in de telling van de rotatie is 2023. Uiterlijk in 2026 dient dan een rustgewas geteeld te zijn op ieder perceel[13].

Maatregelen in de derogatiebeschikking 2022-2069

Voor het doorrekenen van de derogatiebeschikking is de gewaspercelenkaart van de BasisRegistratie verrijkt met informatie over het wel of niet van toepassing zijn van mestderogatie in 2022, de grondsoort per perceel en de eventuele ligging in een gebied waar extra regels van kracht zijn. Hierbij zijn de volgende typen gebieden onderscheiden:

- Geen NV-gebied voor oppervlaktewater en/of grondwater voor stikstof en/of fosfor
- Wel NV-gebied voor oppervlaktewater en/of grondwater voor stikstof en/of fosfor
- Grondwaterbeschermingsgebied op zand- of lössgrond
- Grondwaterbeschermingsgebied ongeacht de grondsoort
- Binnen een Natura 2000-gebied
- In de zone van 250 meter rondom een Natura 2000-gebied

Voor ieder perceel is in de periode 2022 – 2026 per jaar de gebruiksnorm voor dierlijke mest vastgesteld en het kortingspercentage van de stikstofgebruiksnorm. Verondersteld is dat de gebruiksnormen en kortingspercentages na 2026 niet meer wijzigen.

Rekenjaren voor de Referentie

Voor de Referentie zijn verschillende rekenjaren doorgerekend met het model INITIATOR. Hierbij wordt per rekenjaar aangesloten bij de ramingen uit de KEV 2024 en de in dat jaar geldende regels van de Derogatiebeschikking 2022/2069 en het 7e Actieprogramma. In tabel B5.4 is weergegeven welke aannames er voor deze rekenjaren zijn gebruikt omtrent autonome ontwikkelingen, het toepassen van bufferstroken, rustgewassen, gebruiksnormen, NV-gebieden, N2000-buffergebeden en restrictie op fosfaatkunstmest. Voor tussenliggende jaren wordt interpolatie toegepast.

Tabel B5.4 *Samenstelling rekenjaren voor de Referentie.*

Rekenjaar	Basis[1]	Bufferstroken	Rustgewassen	Gebruiksnormen dierlijke mest	NV-gebieden	N2000-bufferzones	Restrictie P-kunstmest
2022	2022	Nee	1:4	N-gbn 2022	n.v.t.	Ja	Ja
2023	2023	Ja	1:4	N-gbn 2023	N-gbn red2023	Ja	Ja
2025	2025	Ja	1:4	N-gbn 2025	N-gbn red2025	Ja	Ja
2026	2025	Ja	1:4	N-gbn 2026	N-gbn red2025	n.v.t.	Nee
2030	2030	Ja	1:3	N-gbn 2026	N-gbn red2025	n.v.t.	Nee
2045	2030	Ja	1:3	N-gbn 2026	N-gbn red2025	n.v.t.	Nee

1. In de basis zijn de aannames rondom dieraantallen, excreties, stallen en arealen van desbetreffende zichtjaar van de KEV 2024 gebruikt.

[13] Biologische landbouw is hiervan uitgezonderd, maar het is niet mogelijk dit te verwerken in het model. Daarom wordt ook voor biologisch de regels voor een rustgewas in het bouwplan toegepast.

Bijlage 6 Rekenresultaten waterkwaliteit

In tabel B6.1 zijn de gemiddelde berekende nitraatconcentraties weergegeven voor het Basisjaar 2022, de Referentie en alle rekenvarianten 8AP1 t/m 8AP8.

Tabel B6.1 *Berekende nitraatconcentraties (in mg/L) onder landbouwpercelen in de zandgebieden Noord, Midden, Zuid, de Lössregio, Kleiregio en Veenregio voor het zichtjaar 2030 en 2045 in de Referentie en alle rekenvarianten onder gemiddelde weersomstandigheden.*

Regio/gebied	**Basisjaar 2022**	**Referentie 2030**	**Rekenvarianten**							
Zichtjaar 2030	*Basis*	*REF*	*8AP1*	*8AP2*	*8AP3*	*8AP4*	*8AP5*	*8AP6*	*8AP7*	*8AP8* [1]
Zandregio [2]	58	44	45	45	44	44	44	43	43	45
Zand-Noord	42	39	39	39	39	38	38	37	37	40
Zand-Midden	50	38	39	38	38	38	38	37	37	40
Zand-Zuid	85	57	58	58	58	58	57	57	56	57
Lössregio	75	64	68	67	67	66	66	64	63	66
Kleiregio	15	14	15	14	14	14	14	14	14	15
Veenregio	16	15	15	15	15	15	15	15	15	16
Zichtjaar 2045	Basisjaar	*REF*	*8AP1*	*8AP2*	*8AP3*	*8AP4*	*8AP5*	*8AP6*	*8AP7*	*8AP8* [1]
Zand-Totaal [2]	58	42	44	44	43	42	42	41	40	45
Zand-Noord	42	39	39	38	38	37	37	36	35	41
Zand-Midden	50	36	38	38	37	37	36	36	35	41
Zand-Zuid	85	54	57	56	56	55	55	54	53	54
Löss	75	64	74	72	71	69	68	68	64	69
Kleiregio	15	14	15	14	14	14	14	14	13	15
Veenregio	16	15	15	15	15	15	15	14	14	15

1. Op basis van het CDM-advies is een wijziging van de N-gebruiksnorm afgeleid voor de gewassen in de Zand- en Lössregio. De N-gebruiksnormen voor gewassen op klei- en veengronden zijn t.o.v. van de Referentie niet aangepast.
2. Het LMM-gebied Zand-West is niet meegenomen in het gemiddelde.

In tabel B6.2 t/m B6.5 zijn de gemiddelde berekende uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater weergegeven voor het Basisjaar 2022, de Referentie en alle rekenvarianten 8AP1 t/m 8AP8 voor het zichtjaar 2030 en 2045.

Tabel B6.2 *Berekende uit- en afspoeling van stikstof uit landbouwgronden (kg ha^{-1}) voor het basisjaar 2022, de Referentie en alle rekenvarianten in het zichtjaar 2030.*

Waterschap			**Uit- en afspoeling N (Kg ha^{-1})**							
	Basisjaar 2022	*Referentie 2030*	*8AP1*	*8AP2*	*8AP3*	*8AP4*	*8AP5*	*8AP6*	*8AP7*	*8AP8*
Eems										
Hunze en Aa's	21,0	20,1	20,3	20,2	20,1	19,9	19,8	19,6	19,4	20,6
Maas										
Aa en Maas	25,8	16,0	16,5	16,3	16,3	16,2	16,1	16,0	15,9	16,0
Brabantse Delta	20,9	17,9	18,7	18,5	18,4	18,2	18,1	17,9	17,7	18,4
De Dommel	20,0	13,6	13,9	13,8	13,8	13,7	13,7	13,5	13,5	13,6
Limburg	8,1	6,0	6,3	6,2	6,2	6,1	6,1	6,0	6,0	6,1
Rijn-Noord										
Wetterskip Fryslân	15,9	15,0	15,0	14,9	14,9	14,8	14,7	14,6	14,5	15,2
Noorderzijlvest	14,0	13,0	13,2	13,1	13,0	12,9	12,9	12,7	12,6	13,3
Rijn-Oost										
Drents Overijsselse Delta	13,2	12,0	12,2	12,1	12,1	12,0	11,9	11,8	11,7	12,4
Rijn en IJssel	6,9	5,7	6,0	5,9	5,9	5,9	5,8	5,8	5,7	6,1
Vallei en Veluwe	12,7	10,1	10,4	10,3	10,3	10,2	10,2	10,1	10,0	10,5
Vechtstromen	13,7	11,5	12,0	11,9	11,8	11,8	11,7	11,6	11,5	12,2
Zuiderzeeland	36,3	34,8	35,7	35,3	35,0	34,7	34,4	33,9	33,4	35,7
Rijn-West										
Amstel, Gooi en Vecht	25,7	23,5	24,2	24,1	24,0	23,9	23,9	23,7	23,6	24,3
De Stichtse Rijnlanden	12,0	11,0	11,0	10,9	10,8	10,8	10,7	10,6	10,5	11,0
Delfland	41,2	39,8	40,2	39,9	39,8	39,6	39,4	39,1	38,8	40,3
Hollands Noorderkwartier	36,4	33,2	34,9	34,5	34,2	33,9	33,7	33,1	32,7	35,1
Hollandse Delta	36,9	35,5	37,0	36,5	36,2	35,8	35,5	34,9	34,3	37,0
Rijnland	33,0	31,4	32,0	31,7	31,5	31,3	31,1	30,8	30,4	32,1
Rivierenland	11,5	10,7	10,9	10,8	10,7	10,7	10,6	10,5	10,4	10,9
Schieland en de Krimpenerwaard	31,5	29,9	30,6	30,4	30,3	30,1	30,0	29,8	29,6	30,6
Schelde										
Scheldestromen	24,5	22,9	23,7	23,4	23,2	23,0	22,8	22,4	22,1	23,8

Tabel B6.3 *Berekende uit- en afspoeling van stikstof uit landbouwgronden (kg ha^{-1}) voor het basisjaar 2022, de Referentie en alle rekenvarianten in het zichtjaar 2045.*

Waterschap	**Uit- en afspoeling N (Kg ha^{-1})**									
	Basisjaar 2022	*Referentie 2045*	*8AP1*	*8AP2*	*8AP3*	*8AP4*	*8AP5*	*8AP6*	*8AP7*	*8AP8*
Eems										
Hunze en Aa's	21,0	20,1	19,9	19,7	19,5	19,3	19,1	18,8	18,5	20,4
Maas										
Aa en Maas	25,8	16,0	15,1	14,9	14,8	14,6	14,5	14,3	14,1	14,4
Brabantse Delta	20,9	17,9	18,3	18,0	17,8	17,6	17,4	17,1	16,9	17,8
De Dommel	20,0	13,6	13,1	13,0	12,9	12,8	12,7	12,5	12,4	12,6
Limburg	8,1	6,0	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8	5,6	5,5	5,7
Rijn-Noord										
Wetterskip Fryslân	15,9	15,0	14,5	14,4	14,3	14,2	14,1	13,9	13,8	14,7
Noorderzijlvest	14,0	13,0	13,0	12,8	12,7	12,6	12,5	12,3	12,2	13,2
Rijn-Oost										
Drents Overijsselse Delta	13,2	12,0	11,8	11,7	11,6	11,5	11,4	11,3	11,2	12,1
Rijn en IJssel	6,9	5,7	5,8	5,8	5,7	5,6	5,6	5,5	5,4	6,1
Vallei en Veluwe	12,7	10,1	9,9	9,9	9,8	9,7	9,7	9,5	9,4	10,3
Vechtstromen	13,7	11,5	11,6	11,5	11,4	11,3	11,2	11,1	10,9	12,1
Zuiderzeeland	36,3	34,8	35,5	35,0	34,7	34,2	34,0	33,3	32,7	35,6
Rijn-West										
Amstel, Gooi en Vecht	25,7	23,5	23,6	23,5	23,4	23,3	23,2	23,0	22,9	23,7
De Stichtse Rijnlanden	12,0	11,0	10,4	10,3	10,3	10,2	10,1	10,0	9,9	10,4
Delfland	41,2	39,8	40,1	39,8	39,6	39,3	39,2	38,8	38,4	40,3
Hollands Noorderkwartier	36,4	33,2	35,0	34,5	34,1	33,6	33,3	32,5	31,9	35,3
Hollandse Delta	36,9	35,5	37,2	36,6	36,2	35,7	35,4	34,7	34,0	37,2
Rijnland	33,0	31,4	31,5	31,1	30,9	30,6	30,4	30,0	29,6	31,6
Rivierenland	11,5	10,7	10,4	10,3	10,2	10,1	10,1	9,9	9,8	10,4
Schieland en de Krimpenerwaard	31,5	29,9	30,1	29,9	29,7	29,5	29,4	29,1	28,9	30,1
Schelde										
Scheldestromen	24,5	22,9	23,5	23,1	22,9	22,6	22,4	21,9	21,6	23,6

Tabel B6.4 *Berekende uit- en afspoeling van fosfor uit landbouwgronden (kg ha^{-1}) voor het basisjaar 2022, de Referentie en alle rekenvarianten in het zichtjaar 2030.*

Waterschap	**Uit- en afspoeling N (Kg ha^{-1})**									
	Basisjaar 2022	*Referentie 2030*	*8AP1*	*8AP2*	*8AP3*	*8AP4*	*8AP5*	*8AP6*	*8AP7*	*8AP8*
Eems										
Hunze en Aa's	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Maas										
Aa en Maas	1,25	1,05	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Brabantse Delta	1,23	1,19	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
De Dommel	0,95	0,80	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Limburg	0,47	0,41	0,41	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Rijn-Noord										
Wetterskip Fryslân	1,67	1,63	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Noorderzijlvest	1,78	1,74	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Rijn-Oost										
Drents Overijsselse Delta	0,74	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Rijn en IJssel	0,40	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Vallei en Veluwe	0,80	0,76	0,75	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74	0,75
Vechtstromen	0,87	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,82
Zuiderzeeland	1,62	1,63	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
Rijn-West										
Amstel, Gooi en Vecht	3,61	3,47	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46
De Stichtse Rijnlanden	2,48	2,39	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,36	2,37
Delfland	6,38	6,27	6,23	6,23	6,23	6,23	6,23	6,23	6,22	6,23
Hollands Noorderkwartier	3,22	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15
Hollandse Delta	4,51	4,47	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49
Rijnland	5,02	4,92	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90
Rivierenland	1,56	1,50	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
Schieland en de Krimpenerwaard	4,60	4,48	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49
Schelde										
Scheldestromen	3,34	3,31	3,32	3,32	3,32	3,32	3,32	3,32	3,32	3,32

Tabel B6.5 *Berekende uit- en afspoeling van fosfor uit landbouwgronden (kg ha^{-1}) voor het basisjaar 2022, de Referentie en alle rekenvarianten in het zichtjaar 2045.*

Waterschap	**Uit- en afspoeling N (Kg ha^{-1})**									
	Basisjaar 2022	*Referentie 2030*	*8AP1*	*8AP2*	*8AP3*	*8AP4*	*8AP5*	*8AP6*	*8AP7*	*8AP8*
Eems										
Hunze en Aa's	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Maas										
Aa en Maas	1,25	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Brabantse Delta	1,23	1,17	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
De Dommel	0,95	0,71	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Limburg	0,47	0,37	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Rijn-Noord										
Wetterskip Fryslân	1,67	1,64	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Noorderzijlvest	1,78	1,74	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Rijn-Oost										
Drents Overijsselse Delta	0,74	0,70	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Rijn en IJssel	0,40	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Vallei en Veluwe	0,80	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Vechtstromen	0,87	0,80	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Zuiderzeeland	1,62	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Rijn-West										
Amstel, Gooi en Vecht	3,61	3,41	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
De Stichtse Rijnlanden	2,48	2,37	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
Delfland	6,38	6,16	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12
Hollands Noorderkwartier	3,22	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18
Hollandse Delta	4,51	4,46	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,47	4,47	4,48
Rijnland	5,02	4,90	4,88	4,88	4,88	4,87	4,87	4,87	4,87	4,88
Rivierenland	1,56	1,49	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,50	1,51
Schieland en de Krimpenerwaard	4,60	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43
Schelde										
Scheldestromen	3,34	3,29	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30

Bijlage 7 Resultaten melkvee

Tabel A5.3.1 *Verandering inkomen (* 1.000 Euro per bedrijf) bij toepassing maatregelpakket ten opzichte van de Referentie voor melkveebedrijven op veen en klei in niet-NV-gebieden.*

	Niet NV			
	Veen		**Klei**	
	Bedrijfstype			
	Extensief	**Intensief**	**Extensief**	**Intensief**
8AP1	0,9	1,0	-5,3	-2,9
8AP2	0,5	0,6	-5,3	-2,9
8AP3	0,3	0,3	-5,3	-2,9
8AP4	-0,1	-0,1	-5,3	-2,9
8AP5	-0,4	-0,4	-5,3	-2,9
8AP6	-1,1	-1,2	-5,6	-3
8AP7	-2,1	-2,2	-6,4	-3,1
8AP8	0,9	1,0	-5,3	-2,9

Bron: berekeningen met FarmDyn.

8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Toelichting

8AP1: Veen: lagere bufferstrook Klei: smallere bufferstrook, areaal grasland terug naar basis.
8AP7: Veen: lagere bufferstrook Klei: smallere bufferstrook, areaal grasland terug naar basis. Korting stikstof gebruiksnorm ten opzichte van de basis.
8AP8: Aangepaste gebruiksnormen afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Geen verandering ten opzichte van 8AP1.

Tabel A5.3.2 *Verandering inkomen (* 1.000 Euro per bedrijf) maatregelpakket ten opzichte van de Referentie voor melkveebedrijven op veen en klei in NV-gebieden.*

	NV			
	Veen		**Klei**	
	Bedrijfstype			
	Extensief	**Intensief**	**Extensief**	**Intensief**
8AP1	2,9	3,0	-5,5	-3,5
8AP2	2,5	2,5	-5,5	-3,5
8AP3	2,3	2,2	-5,5	-3,5
8AP4	1,9	1,8	-5,5	-3,5
8AP5	1,7	1,5	-5,5	-3,5
8AP6	0,9	0,7	-5,8	-3,6
8AP7	-0,1	-0,2	-6,6	-3,7
8AP8	2,9	3,0	-5,5	-3,5

Bron: berekeningen met FarmDyn.

8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Toelichting

8AP1: Veen: geen korting gebruiksnorm. Klei: geen korting gebruiksnorm, areaal grasland terug naar basis.
8AP7: Veen: korting stikstofgebruiksnorm (maar gelijk aan korting in de Referentie). Klei: korting gebruiksnorm (maar gelijk aan korting in de Referentie), areaal grasland terug naar basis.
8AP8: Aangepaste gebruiksnormen afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Geen verandering ten opzichte van 8AP1.

Tabel A5.3.3 *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) bij toepassing maatregelpakket ten opzichte van de Referentie voor melkveebedrijven in zand Overig in niet NV-gebieden.*

	Niet NV Zand overig			
	Extensief		**Intensief**	
	Klein	**Groot**	**Klein**	**Groot**
8AP1	-8,8	-16,1	-3,1	-4,3
8AP2	-9,1	-16,7	-3,5	-5,1
8AP3	-9,2	-17,1	-3,8	-5,6
8AP4	-9,5	-17,7	-4,4	-6,5
8AP5	-9,7	-18,1	-4,8	-7,1
8AP6	-10,3	-19,4	-5,9	-8,9
8AP7	-11,0	-21,0	-7,6	-11,0
8AP8	-8,7	-15,8	-3,0	-3,9

Bron: berekeningen met FarmDyn.
8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Toelichting
8AP1: areaal grasland terug naar basis
8AP7: areaal grasland terug naar basis, korting stikstofgebruiksnorm
8AP8: areaal grasland terug naar basis, plus aangepaste gebruiksnormen afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet.

Tabel 5.3.4 *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) bij toepassing maatregelpakket ten opzichte van de Referentie voor melkveebedrijven in zand Overig in NV-gebieden.*

	NV Zand overig			
	Extensief		**Intensief**	
	Klein	**Groot**	**Klein**	**Groot**
8AP1	-6,7	-10,2	1,1	1,2
8AP2	-6,9	-10,8	0,8	0,4
8AP3	-7,0	-11,2	0,5	-0,1
8AP4	-7,3	-11,9	-0,1	-1,0
8AP5	-7,5	-12,3	-0,5	-1,6
8AP6	-8,2	-13,6	-1,6	-3,5
8AP7	-8,8	-15,2	-3,3	-5,5
8AP8	-6,5	-9,9	1,3	1,6

Bron: berekeningen met FarmDyn.
8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Toelichting:
8AP1: areaal grasland terug naar basis, geen korting op stikstofgebruiksnorm
8AP7: areaal grasland terug naar basis, korting op stikstofgebruiksnorm (maar gelijk aan korting in de Referentie)
8AP8: areaal grasland terug naar basis, aangepaste gebruiksnormen afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (gebruiksnormen hoger dan in de Referentie)

Tabel A5.3.5 *Verandering inkomen (* 1.000 Euro per bedrijf) maatregelpakket ten opzichte van de Referentie voor melkveebedrijven in zand Zuid in niet-NV-gebieden.*

	Niet NV Zand Zuid			
	Extensief		**Intensief**	
	Klein	**Groot**	**Klein**	**Groot**
8AP1	-8,8	-15,9	-2,8	-4,1
8AP2	-9,0	-16,5	-3,2	-4,8
8AP3	-9,2	-16,9	-3,6	-5,4
8AP4	-9,5	-17,5	-4,2	-6,2
8AP5	-9,7	-18,0	-4,6	-6,9
8AP6	-10,4	-19,4	-5,9	-8,9
8AP7	-11,0	-21,0	-7,6	-10,9
8AP8	-9,3	-17,4	-4,2	-7,0

Bron: berekeningen met FarmDyn.
8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Toelichting:
8AP1: areaal grasland terug naar basis
8AP7: areaal grasland terug naar basis, korting stikstofgebruiksnorm
8AP8: areaal grasland terug naar basis, plus aangepaste gebruiksnormen afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet.

Tabel A5.3.6 *Verandering inkomen (* 1.000 euro per bedrijf) maatregelpakket ten opzichte van de Referentie voor melkveebedrijven in zand Zuid in NV gebieden.*

	NV Zand Zuid			
	Extensief		**Intensief**	
	Klein	**Groot**	**Klein**	**Groot**
8AP1	-6,3	-9,2	1,7	1,6
8AP2	-6,6	-9,8	1,3	0,9
8AP3	-6,7	-10,2	0,9	0,3
8AP4	-7,0	-10,8	0,3	-0,5
8AP5	-7,3	-11,2	-0,1	-1,2
8AP6	-7,9	-12,7	-1,3	-3,2
8AP7	-8,6	-14,2	-3,0	-5,2
8AP8	-6,9	-10,6	0,3	-1,3

Bron: berekeningen met FarmDyn.
8AP1 - 8AP7 voor varianten met 0% t/m 20% korting op de N-gebruiksnorm t.o.v. van de N-gebruiksnormen in het 7e Actieprogramma Nitraat en 8AP8 de aangepaste N-gebruiksnormen op basis van berekeningen van het concept CDM-advies 'Actualisatie van de stikstofgebruiksnormen'

Toelichting:
8AP1: areaal grasland terug naar basis, geen korting op stikstofgebruiksnorm
8AP7: areaal grasland terug naar basis, korting op stikstofgebruiksnorm (maar gelijk aan korting in de Referentie)
8AP8: areaal grasland terug naar basis, aangepaste gebruiksnormen afgeleid van een advies dat is opgesteld door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (gebruiksnormen hoger dan in de Referentie)

Bijlage 8 Relatieve effecten op de waterkwaliteit en economie

Tabel B8.1 *Relatieve verandering in de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden en de inkomensverandering voor de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8 ten opzichte van de Referentie voor de melkveehouderij. Een positief getal voor waterkwaliteit betekent een toename van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater, een negatief getal betekent een afname van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater. Gemiddelde relatieve verandering bedrijfsinkomen melkveehouderij per regio en intensiteit*

Regio/gebied	Rekenvariant	Waterkwaliteit			Economie	
		Grondwater	Opp. water N	Opp. Water P	Intensief	Extensief
Zand-Zuid	8AP1	0,9%	1,3%	-2,1%	2,2%	-8,6%
	8AP7	-1,4%	-1,6%	-2,4%	-6,0%	-12,2%
	8AP8	-0,1%	0,0%	-2,3%	-0,8%	-9,5%
Zand-Overig	8AP1	1,1%	2,9%	-0,4%	-2,1%	-10,9%
	8AP7	-2,7%	-0,4%	-0,8%	-9,6%	-14,4%
	8AP8	3,7%	4,5%	-0,3%	-1,7%	-10,7%
Lössregio	8AP1	5,7%	7,5%	0,2%		
	8AP7	-0,2%	-0,5%	0,6%		
	8AP8	3,6%	5,4%	0,4%		
Kleiregio	8AP1	1,7%	1,2%	-0,1%	-4,1%	-5,5%
	8AP7	-3,1%	-2,6%	-0,2%	-4,4%	-6,6%
	8AP8	2,1%	1,7%	-0,1%	-4,1%	-5,5%
Veenregio	8AP1	0,1%	1,0%	-0,9%	1,6%	2,2%
	8AP7	-2,3%	-2,4%	-0,9%	-1,8%	-2,5%
	8AP8	0,9%	1,9%	-0,9%	1,6%	2,2%

Tabel B8.2 *Relatieve verandering in de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden en de inkomensverandering voor de rekenvarianten 8AP1, 8AP7 en 8AP8 ten opzichte van de Referentie voor de akkerbouw. Een positief getal voor waterkwaliteit betekent een toename van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater, een negatief getal betekent een afname van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater. Gemiddelde relatieve verandering bedrijfsinkomen akkerbouw per regio en bedrijfstype. Tussen haakjes de bandbreedte per regio en bedrijfstype.*

Regio/gebied	Rekenvariant	Waterkwaliteit			Economie	Economie	
		Grondwater	Opp. water N	Opp. Water P	Graan	Aardappel	Overig
Zand-Zuid	8AP1	7,2%	7,2%	-0,1%			-0,3%(-6,3%)
	8AP7	1,0%	0,3%	-0,1%			-0,4%(-6,8%)
	8AP8	1,9%	2,9%	-0,1%			-1,9%(-9,8%)
Zand-Overig	8AP1	3,1%	2,4%	0,8%			
	8AP7	-5,8%	-2,8%	0,8%		0,0%(0,0%)	0,0%(0,0%)
	8AP8	6,9%	4,1%	0,8%		0,0%(-1,5%)	0,0%(-1,6%)
Lössregio	8AP1	8,8%	7,7%	-0,3%			
	8AP7	-0,6%	-1,3%	-0,3%			
	8AP8	4,9%	3,9%	-0,3%			
Kleiregio	8AP1	4,1%	4,7%	0,2%	0,5%(0,5%)	1,0%(1,0%)	0,9%(0,9%)
	8AP7	-4,3%	-3,2%	0,2%	0,5%(0,5%)	1,0%(-0,2%)	0,9%(0,1%)
	8AP8	4,4%	5,1%	0,2%	0,5%(0,5%)	1,0%(1,0%)	0,9%(0,9%)
Veenregio	8AP1	3,8%	2,8%	0,1%			
	8AP7	-4,7%	-3,4%	0,1%			
	8AP8	6,5%	5,3%	0,1%			

Bijlage 9 Voorbeeldberekening voor Zand Zuid in Farmdyn

In Farmdyn zijn opbrengstresponsecurves opgenomen zoals afgeleid uit Van Dijk et al. (2007). Naast gemiddelde response op afnemende N-giften (van rechts naar links in tabel B8.1) zijn ook maximale responsecijfers opgenomen. De verschillen tussen de gemiddelde en maximale response kan vrij groot zijn, met name bij N-giften van 50% van de N-gebruiksnorm uit 2006. Aangezien voor veel gewassen de N-gebruiksnormen al aanzienlijk zijn gedaald sinds 2006 is de kans aanwezig dat bij korting op de huidige N-gebruiksnormen met significante gewasopbrengsten rekening moet worden gehouden bij alle gewassen die op zand geteeld worden, zoals consumptieaardappel, suikerbiet, snijmaïs, triticale en prei.

Tabel B9.1 *Relatieve response (%) van de marktbare opbrengst op verlaging van de N-gebruiksnorm ten opzichte van niveau 2006 bij een aantal akkerbouw- en groentegewassen op zand.*

Gewas	Model	N-gift (% van gebruiksnorm 2006)				
		50	60	70	80	90
Consumptieaardappel	Gemiddeld	91,2	93,6	95,7	97,4	98,8
	Maximaal	85,1	88,7	92,0	95,0	97,6
Suikerbiet	Gemiddeld	94,4	96,3	97,8	98,9	99,6
	Maximaal	89,6	92,6	95,1	97,2	98,9
Snijmaïs	Gemiddeld	93,1	95,2	96,9	98,3	99,3
	Maximaal	70,4	76,5	82,5	88,4	94,2
Triticale	Gemiddeld	88,3	93,1	96,5	98,7	99,8
	Maximaal	78,5	86,3	92,0	96,0	98,6
Prei	Gemiddeld	96,7	97,6	98,5	99,2	99,6
	Maximaal	80,3	84,6	88.,4	92,6	96,4

Bron: Van Dijk et al., 2007

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport xxxx
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

Fase 1 Ex ante onderzoek 8e AP

Kwalitatieve beoordeling van mogelijke maatregelen op de waterkwaliteit, economische effecten en de inpasbaarheid op bedrijfsniveau.

19-02-2025. Kenmerk 2505021/PV

Samenvatting

Inleiding
De Rijksoverheid stelt eenmaal in de vier jaar een Actieprogramma op voor de Nitraatrichtlijn. De afgelopen jaren zijn ter voorbereiding van de diverse actieprogramma's verschillende onderzoeken uitgevoerd. Ter voorbereiding van het Achtste Actieprogramma Nitraatrichtlijn (8e AP), dat zal gelden voor de periode 2026-2029, wordt door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) een ex ante onderzoek uitgevoerd voor de invulling hiervan.

Doel fase 1
Om tot een onderbouwde keuze te komen waarom maatregelen (of een maatregelpakket) worden opgenomen in het 8e AP is het nodig om een ex-ante onderzoek te doen naar de effecten van individuele maatregelen. Het doel van fase 1 van het onderzoek is een kwalitatieve beoordeling van het effect van individuele maatregelen op de waterkwaliteit, economische effecten op bedrijfsniveau en de inpasbaarheid op bedrijfsniveau in de praktijk. De scores van de maatregelen zijn specifiek bedoeld als input voor de volgende fase van het ex ante onderzoek waarin maatregelpakketten worden samengesteld.

Groslijst maatregelen
Voor fase 1 van het onderzoek is een groslijst opgesteld met mogelijke maatregelen in het 8e AP. Het Ministerie van LVVN heeft in de periode februari t/m mei 2024 hierover gesprekken gevoerd met stakeholders. Mede op basis van deze gesprekken is door het Ministerie van LVVN een groslijst met 51 maatregelen opgesteld.

De maatregelen zijn door een werkgroep van deskundigen bekeken. Waar nodig is aanvullende informatie opgevraagd bij het Ministerie van LVVN. Op basis hiervan zijn door de werkgroep de maatregelen, voor zover mogelijk, nader geconcretiseerd. Dit is nodig voor de kwalitatieve beoordeling van het effect van individuele maatregelen op de waterkwaliteit, economische effecten op bedrijfsniveau en de inpasbaarheid op bedrijfsniveau.

Kwalitatieve beoordeling
Bij het scoren van de maatregelen is de huidige wet- en regelgeving als uitgangspunt/referentie aangehouden. Het gaat hierbij om de voorwaarden die zijn opgenomen in het Besluit activiteiten leefomgeving (BAL), Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (Urm) en de Uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 (Derogatiebeschikking). De voorwaarden uit de Uitvoeringsregeling GLB 2023 zijn niet als uitgangspunt opgenomen omdat deze vrijwillig zijn.

Op basis van literatuur en expert judgement is een kwalitatieve beoordeling gemaakt van het effect van de maatregelen op de diverse indicatoren, waarbij de score kan uiteenlopen van een sterk positief effect tot een sterk negatief effect. Het is belangrijk om bij de beoordeling in ogenschouw te nemen dat het niet mogelijk is om de beoordelingen van de individuele maatregelen onderling te vergelijken. Dit betekent dat een positief effect (b.v. +) bij maatregel *x* niet altijd dezelfde orde van grootte heeft als (eenzelfde +) bij maatregel *y*. De tabellen in dit document kunnen alleen 'horizontaal' geïnterpreteerd worden.

Daarnaast is de beoordeling sterk afhankelijk van welke uitgangspunten hiervoor worden gehanteerd (o.a. de referentiesituatie) en is het effect van de maatregel afhankelijk van lokale omstandigheden (grondsoort, hydrologische situatie, gewas, beheer door boeren) waardoor een maatregel meer of minder negatief of positief kan uitpakken en in specifieke gevallen zowel negatief als positief kan uitpakken.

Resultaten/conclusies
In totaal zijn er 51 maatregelen beoordeeld t.a.v. het effect op de waterkwaliteit, bedrijfseconomisch effect, inpasbaarheid op bedrijfsniveau en doorrekenbaarheid met modellen.

Het algemene beeld is dat er geen individuele maatregelen zijn die voor alle indicatoren een positief effect laten zien. Maatregelen die overwegend een positief effect op de waterkwaliteit laten zien, hebben overwegend een negatief effect op de bedrijfseconomie. Ten aanzien van de inpasbaarheid op bedrijfsniveau (zonder de economische component) is dit wisselend.

Er zijn in totaal tussen de 15 en 25 maatregelen die positief scoren t.a.v. waterkwaliteit, waarbij het aantal maatregelen dat een positief effect heeft op stikstof groter is dan voor fosfor. Daarnaast zijn er ca. 12 (stikstof) en 15 (fosfor) maatregelen die zowel negatief als positief effect kunnen hebben.

Voor 25 maatregelen wordt een negatief effect verwacht op de bedrijfseconomie en voor 12 maatregelen een positief effect.

Ruim 30 van de 51 voorgestelde maatregelen zijn redelijk tot goed inpasbaar in de bedrijfsvoering (de kosten hierbij niet meegerekend).

Ten aanzien van de doorrekenbaarheid van maatregelen met modellen is er een duidelijk verschil tussen de modellen die ingezet worden voor het effect op de waterkwaliteit en het model dat ingezet kan worden voor het berekenen van de effecten op de bedrijfseconomie. Voor ca. 30 maatregelen is het mogelijk om een inschatting te maken van het economisch effect op bedrijfsniveau, terwijl ca. 20 maatregelen kunnen worden doorgerekend om het effect op de waterkwaliteit te bepalen. Hierbij dient vermeld te worden dat voor het bepalen van het effect van de maatregelen niet altijd de genoemde modellen gebruikt hoeven te worden, maar het effect ook kan worden ingeschat op basis van expert judgement.

Op basis van literatuur en expert judgement is een kwalitatieve beoordeling gemaakt van het effect van de maatregelen op de verschillende indicatoren, waardoor er een zekere mate van onzekerheid in de scores zit. Met het doorrekenen van het (kwantitatieve) effect van de maatregelen wordt meer inzicht gegeven in welke mate de maatregelen bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit en het economisch effect op bedrijfsniveau.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

De Rijksoverheid stelt eenmaal in de vier jaar een Actieprogramma op voor de Nitraatrichtlijn. De afgelopen jaren zijn ter voorbereiding van de diverse actieprogramma's verschillende onderzoeken uitgevoerd.

Ter voorbereiding van de invoering van het Vijfde Actieprogramma Nitraatrichtlijn (2014-2017) is een beknopte milieueffectrapportage (MER) op planniveau samengesteld door Schoumans et al. (2013). De MER richtte zich vooral op het bodem- en watercompartiment, en meer precies op de verbetering van de nitraatconcentratie in het grondwater en de vermindering van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater die behaald kon worden met beleidsvoornemens van 2017.

Voor het Zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn (2018-2021) is een milieueffectrapportage samengesteld door Groenendijk et al. (2017). Ook in dit rapport lag de nadruk op de nitraatconcentratie in het grondwater op de diepte waarop toetsing van het mestbeleid plaatsvindt, en op de vermindering van de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater. Daarnaast werden aspecten zoals luchtkwaliteit en bodemkwaliteit kwalitatief beoordeeld.

Ter voorbereiding van het Zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn (2022-2025) is een MER uitgevoerd (van Boekel et al., 2021) waarbij de effecten van maatregelen op de waterkwaliteit zijn beoordeeld. Ook is een aantal neveneffecten onderzocht; het ging hierbij om de emissie van ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O), stikstofoxide (NO_x), methaan (CH_4) en om de gevolgen voor het klimaat, bodemkwaliteit, biodiversiteit, verdroging en wateroverlast.

Ter voorbereiding van het Achtste Actieprogramma Nitraatrichtlijn (8e AP), dat zal gelden voor de periode 2026-2029, wordt door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) een ex ante onderzoek uitgevoerd voor de invulling van het 8e AP. Dit ex ante-onderzoek wordt gefaseerd uitgevoerd. In fase 1 worden mogelijke maatregelen kwalitatief beoordeeld. Deze beoordeling levert input aan het Ministerie van LVVN voor de samenstelling van diverse mogelijke maatregelpakketten, waarvan de effecten in de vervolgende fases van het onderzoek kwantitatief nader in kaart worden gebracht. Onderhavig document draagt bij aan fase 1 van het ex ante-onderzoek.

1.2 Doel fase 1 van het Achtste Actieprogramma Nitraat

Het 8e AP moet maatregelen bevatten waarmee de aanwezigheid van nutriënten in het oppervlaktewater en grondwater wordt verminderd, om daarmee te voldoen aan de doelen van de Nitraatrichtlijn en bij te dragen aan de landbouwopgave voor de Kaderrichtlijn Water (KRW). Om tot een onderbouwde keuze te komen waarom maatregelen of een maatregelpakket wordt opgenomen in het 8e AP is het nodig om een ex ante onderzoek te doen naar de effecten van individuele maatregelen. Het doel van fase 1 van het onderzoek is een kwalitatieve beoordeling van het effect van individuele maatregelen op de waterkwaliteit, economische effecten op bedrijfsniveau en de inpasbaarheid op bedrijfsniveau. Het resultaat dient als input/voorbereiding voor de volgende fase in het onderzoek.

1.2.1 Werkwijze fase 1

In fase 1 van het onderzoek is een werkgroep samengesteld met onderzoekers vanuit diverse disciplines (bijlage 3). De werkgroep bestaat uit onderzoekers van Wageningen Environmental Research (WENR), Wageningen Social and Economic Research (WSER), Wageningen Plant Research (WPR) en Wageningen Livestock Research (WLR). Het projectteam is een aantal keer bij elkaar gekomen met als doel om:

- de maatregelen die zijn aangeleverd door het Ministerie van LVVN door te nemen en te beoordelen in hoeverre de maatregelen voldoende concreet zijn omschreven;
- verder aanscherping van de omschrijving van de maatregelen naar aanleiding van aanvullende informatie die is aangeleverd door het Ministerie van LVVN.

Vervolgens hebben de leden van de werkgroep vanuit hun expertise een kwalitatieve beoordeling gegeven over het effect van individuele maatregelen op de waterkwaliteit, inpasbaarheid op bedrijfsniveau en economische effecten op bedrijfsniveau. Voor de meeste maatregelen kwamen de scores van de individuele onderzoekers overeen; bij maatregelen met verschillende beoordelingen zijn de effecten opnieuw bediscussieerd in de werkgroep, waarna gezamenlijk een eindscore is bepaald. Naast een kwalitatieve beoordeling van het effect van de maatregel op bovenstaande onderdelen is per maatregel ook aangegeven of deze in een vervolgfase kan worden doorgerekend met de modellen die mogelijk ingezet kunnen worden om het effect van de maatregelenpakketten op de waterkwaliteit en de economische effecten op bedrijfsniveau kwantitatief door te rekenen. Ook is aangegeven of er aanvullende informatie nodig is om de maatregel te kunnen doorrekenen met de modellen. Het resultaat van de kwalitatieve beoordeling is in deze notitie beschreven.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de maatregelen die zijn ontvangen en hoe deze zijn geïnterpreteerd. In de hoofdstukken 3, 4 en 5 wordt een nadere toelichting gegeven bij de score voor respectievelijk de waterkwaliteit, de economische effecten op bedrijfsniveau en de inpasbaarheid op bedrijfsniveau. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op welke maatregelen doorgerekend kunnen worden en welke modellen hierbij gebruikt kunnen worden. In hoofdstuk 7 wordt tenslotte een totaal overzicht gegeven van de kwalitatieve beoordeling van de individuele maatregelen.

2 Groslijst met maatregelen

Van het ministerie van LVVN is een groslijst ontvangen met maatregelen voor de eerste verkenning (fase 1) van het ex ante onderzoek 8e AP. Het Ministerie van LVVN heeft in de periode februari-mei 2024 gesprekken gevoerd met stakeholders over mogelijke maatregelen in 8e AP. Mede op basis van deze gesprekken is een groslijst met 51 maatregelen opgesteld die door het Ministerie van LVVN is doorgestuurd naar het projectteam (paragraaf 2.1). De oorspronkelijke groslijst zoals deze is ontvangen vanuit het Ministerie van LVVN is toegevoegd in Bijlage 1. De werkgroep is niet betrokken geweest bij het samenstellen van de groslijst.

2.1 Groslijst met maatregelen

In Bijlage 1 is een overzicht gegeven van de groslijst met maatregelen die door het Ministerie van LVVN is aangeleverd. Deze bestaat uit 51 maatregelen. De maatregelen zijn door de werkgroep bekeken en geïnterpreteerd. Tabel 2.1 geeft de groslijst van maatregelen weer met een korte omschrijving van de maatregel (afkorting) en een uitgebreidere toelichting op basis van interpretatie van de werkgroep. Bij de omschrijving van de maatregelen zijn dus invullingen gedaan door de werkgroep die nodig zijn voor de beoordeling van de maatregelen voor de verschillende indicatoren (vaststellen van de uitgangspunten). In tabel 2.1 zijn de aanvullingen schuingedrukt weergegeven. De invullingen door de werkgroep hebben betrekking op onder meer:

- De reikwijdte van de maatregelen m.b.t. de grondsoorten en /of regio waar de maatregel wordt toegepast;
- De reikwijdte van de maatregelen m.b.t. de teelten waarvoor de maatregel wordt toegepast;
- Of de maatregel wordt toegepast op perceelsniveau of op bedrijfsniveau.

Bij de effectbepalingen van de maatregelen is de huidige wetgeving als uitgangspunt/referentie aangehouden. Het gaat hierbij de voorwaarden die zijn opgenomen in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (Urm) en de Uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 (Derogatiebeschikking). De voorwaarden uit de Uitvoeringsregeling GLB 2023 zijn niet als uitgangspunt opgenomen, omdat deze niet verplicht zijn.

Hieronder wordt als voorbeeld een aantal van de huidige voorwaarden weergeven:

- De voorwaarden uit de derogatiebeschikking[1] (b.v. de aanwijzing van NV-gebieden met bijbehorende korting van 20% op de N-gebruiksnormen en de aanleg van bufferstroken) zijn van kracht;
- De voorwaarden die betrekking hebben tot het inzaaien van een vanggewas na de oogst op zand- en lössgronden zijn van kracht:
    - verplichte inzaai na mais op zandgronden of lössgronden (artikel 4.1193[2]);
    - een korting op de totale N-gebruiksnorm bij andere gewassen (artikel 28d[3]);
- De uitrijdperiode van alle soorten en type mest (Artikel 4.1187[2]) blijft gelijk aan de huidige situatie.

[1] Uitvoeringsbesluit (EU) 2022/2069 van de Commissie van 30 september 2022 tot verlening van een door Nederland gevraagde derogatie op grond van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen (PbEU 2022, L 277).

[2] Besluit activiteiten leefomgeving - BWBR0041330.

[3] Uitvoeringsregeling Meststoffenwet- BWBR0019031. Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 4 november 2005, nr. TRCJZ/2005/3295, houdende regels ter uitvoering van de Meststoffenwet.

Tabel 2.1 *Overzicht van de mogelijke maatregelen die zijn aangeleverd door het Rijk (bewerking WUR; de oorspronkelijke groslijst staat in Bijlage 1). De toevoegingen zijn schuingedrukt.*

Nr.	Afkorting maatregel	Omschrijving maatregel
1	Actualisatie N-gebruiksnormen	Actualisatie van de totale N-gebruiksnorm t.b.v. het doel van de Nitraatrichtlijn (50 mg nitraat/l) in grondwater voor de Zand-, Löss-, Klei- en Veenregio. *Hierbij zal worden aangesloten bij het lopende CDM-advies.*
2	Vervallen 20% korting N-gebruiksnorm in NV-gebieden	Vervallen van de 20% korting op de totale N-gebruiksnorm in de NV-gebieden *die aangewezen zijn vanuit het grondwater of vanuit het oppervlaktewater waar de stikstof- en/of fosforconcentraties in het oppervlaktewater niet voldoen aan de doelen van de KRW.*
3	Actualisatie P-gebruiksnorm	*Actualiseren van de P-gebruiksnormen voor percelen met een ruime tot hoge fosfaattoestand voor de gewasgroepen die aangehouden worden in het fosfaatbemestingsadvies (klasse 0-4). De P-gebruiksnormen voor percelen met een arm, laag of neutrale toestand worden niet aangepast*.
4	N-gebruiksnorm voor groenbemesters op nul	Stikstoftotaalnorm voor alle groenbemesters op de nul, waardoor er geen bemestingsruimte meer is voor de teelt van een groenbemester.
5	Vervroegen uitrijperiode voor grasland	Aan de voorkant vervroegen van de uitrijdperiode voor grasland met twee weken. Dus 2 weken eerder beginnen met bemesting in voorjaar. *Dit geldt voor alle grondsoorten*.
6	Verlengen periode voor scheuren grasland	Het scheuren van grasland in januari voor alle grondsoorten *waarbij dezelfde voorwaarden gelden die nu ook gelden voor de periode 1 februari t/m 10 mei (Artikel 4.1215 2a 1°.).*
7	Aanleg randdammetjes op een perceel	Aanleg van randdammetjes *rond een perceel, grenzend aan watervoerende sloten (conform de huidige regels die gelden m.b.t. bufferstroken).*
8	Gebruik van gitterrollen in de ruggenteelt	Gebruik van gitterrollen in de ruggenteelt klei, zand en lössgrond.
9	Bufferstroken: minimaal 0,5 meter	Bufferstroken met een breedte van 0,5 m waarbij de bufferstrook jaarrond groen is (geen braakliggende bufferstroken) *en geen meststoffen mogen worden toegediend. Dit geldt dus voor alle percelen, met uitzondering van percelen met droge sloten. Dit betekent ook dat de bufferstroken in een aantal gevallen teruggaat van 5 meter naar 0.5 meter (b.v. langs ecologisch kwetsbare sloten). De 4% regel komt te vervallen*.
10	Bufferstroken: minimaal 3 meter	Bufferstroken met een breedte van 3,0 m waarbij de bufferstrook jaarrond groen is (geen braakliggende bufferstroken) *en geen meststoffen mogen worden toegediend. Dit geldt dus voor alle percelen, met uitzondering van percelen met droge sloten. Dit betekent ook dat de bufferstroken in een aantal gevallen teruggaat van 5 meter naar 3 meter (b.v. langs ecologisch kwetsbare sloten). De 4% regel komt te vervallen*.
11	Bufferstroken: minimaal 3 meter met calcium en kalium bemesting	Bufferstroken met een breedte van 3,0 m waarbij de bufferstrook jaarrond groen is (geen braakliggende bufferstroken) *en geen meststoffen mogen worden toegediend* (met uitzondering van calcium en kalium). *Dit geldt dus voor alle percelen, met uitzondering van percelen met droge sloten. Dit betekent ook dat de bufferstroken in een aantal gevallen teruggaat van 5 meter naar 3 meter (b.v. langs ecologisch kwetsbare sloten). De 4% regel komt te vervallen.*
12	Aanleg van een Infiltratiegreppel	Aanleg van een infiltratiegreppel *langs niet droogvallende sloten voor alle grondsoorten en teelten.*
13	Verplichte inzaai vanggewassen	Verplichting inzaai van een vanggewas uiterlijk 2 weken na de oogst. Het vanggewas dient te blijven staan tot 4 weken voorafgaand aan de opvolgende hoofdteelt. Deze maatregel geld voor alle grondsoorten en alle teelten. *De huidige regels t.a.v. vanggewassen komen hiermee te vervallen. De lijst met vanggewassen is conform de huidige lijst met vanggewassen.*
14	Aanpassen bouwplan (75% beteelt in winterperiode)	Minimaal 75% van het areaal op een bedrijf moet in *de winterperiode (dec/ jan/ maart)* beteelt (jaarrond groen) zijn. Deze maatregel geldt dus op bedrijfsniveau en geldt voor alle grondsoorten.
15	Strokenteelt in Zuid-Limburg	Strokenteelt in Zuid Limburg op hellingen > 18% ter vermindering van afspoeling (zorg voor jaar rond een strook, dus gewaskeuze zo dat er op elk moment van het jaar een gewas staat), *waarbij uitgegaan wordt van een breedte van 27 meter.*
16	Aanpassen bouwplan (40% niet uitspoelingsgevoelige gewassen) in de Zand- en Lössregio	Op bedrijfsniveau wordt tenminste 40% niet-uitspoelingsgevoelige gewassen *(incl. suikerbieten en chicorei)* geteeld. Dit geldt alleen voor de bedrijven in de Zandregio en lössregio.

17	Aanpassen bouwplan (1:3 rotatie bouwlandpercelen) op zand- en Lössgronden	Voor bouwlandpercelen geldt een 1:3 rotatie met rustgewassen op zand en löss per 2027, *uitgaande van de bestaande lijst met rustgewassen. Deze maatregel geldt op perceelsniveau.*
18	Aanpassen bouwplan (1:2 rotatie diepwortelende gewassen)	Bouwplan in lössgebied met 1:2 afwisseling van diepwortelende gewassen (rustgewassen + diepwortelende rooigewassen) en overige teelten. *Deze maatregel geldt op bedrijfsniveau.*
19	Vervallen maatregelen met verplichte inzaai- of oogstdatum	Vervallen maatregelen met verplichte inzaai- of oogstdatum *waarbij ervanuit gegaan wordt dat niet alleen de datum, maar alle bijbehorende voorwaarden komen te vervallen*.
19a	Vervallen van maatregelen omtrent stikstofgebruiksnormen en groenbemester	Vervallen maatregelen omtrent stikstofgebruiksnormen en groenbemester vernietiging Graszaadstoppel ter vernietiging in najaar of vroege voorjaar (artikel 28, 1b Urm).
19b	Vervallen van maatregelen omtrent stimulering vanggewassen	Vervallen maatregelen omtrent stimulering vanggewas (artikel 28d Urm).
19c	Vervallen van maatregelen omtrent maisteelt op zand- en lössgrond	Vervallen maatregelen omtrent voorwaarden teelt maïs op zand- en lössgronden (artikel 4.1193 en 4.1211 Bal).
19d	Vervallen van maatregelen omtrent groente teelt rustgewas	Vervallen maatregelen omtrent (korte) groente teelt rustgewas 1:4 rotatie (artikel 4.12h Omgevingsregeling).
19e	Vervallen maatregelen omtrent het scheuren van weidegrond	Vervallen maatregelen omtrent voorwaarden teelt na scheuren grasland weidegrond (artikel 4.1215 Bal).
20	Afvoeren van gewasresten van suikerbieten en granen	Het verplicht afvoeren van *bovengrondse gewasresten na de oogst van suikerbieten en granen*
21	Toevoegen houtige materialen op zand- en lössgrond	Toevoegen houtige materialen op bouwland op zuidelijk zand- en lössgrond.
22	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 1)	Invoeren van een graslandnorm per hectare grasland per GVE voor de melkveehouderij (areaal alleen invullen met alle vormen van grasland). De graslandnorm varieert van 0,15 hectare per GVE tot 0,40 hectare per GVE.
23	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 2)	Invoeren van een graslandnorm per hectare grasland per GVE voor de melkveehouderij (areaal invullen met alle vormen van grasland of niet-uitspoelingsgevoelige teelten met vergelijkbaar effect op de nitraatuitspoeling als grasland). De graslandnorm varieert van 0,15 hectare per GVE tot 0,40 hectare per GVE.
24	Verbod uitspoelingsgevoelige teelten	Uitspoelingsgevoelige teelten verbieden op uitspoelingsgevoelige gronden (droog zand (grondwatertrap 7 en 8) en löss).
25	Aanleg van met ijzerzand omhulde drains	Aanleg van met ijzerzand omhulde drains.
26	Beperken najaarsbeweiding voor de melkveehouderij	Beperken van de najaarsbeweiding *voor de melkveehouderij (melkkoeien) door beweiding na 1 september niet meer toe te staan.*
27	Doelsturing (N-residu) na de oogst	Doelsturing op basis van N-residu meting na de oogst.
28	Doelsturing (N-bodemoverschot)	Doelsturing op basis van stikstofbodemoverschot.
29	Uitrijperiode vast mest op bouwland zonder inwerkplicht	Uitrijden vaste mest op bouwland met een staand gewas (wintertarwe in het voorjaar) zonder inwerkplicht toestaan.
30	Brede beekdalen	Brede beekdalen zoals benoemd in het addendum bij het Zevende actieprogramma met een begrenzing tussen de 100-250 meter *in de zandgebieden Zand midden en Zand zuid conform de indeling die wordt aangehouden in het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM).*
31	Stimuleren gebruik strorijke mest	Stimuleren van het gebruik van vaste strorijke mest. *Er is niet aangeven op welke manier het gebruik gestimuleerd wordt.*
32	Differentiatie uitrijperiode dierlijke mest	Differentiatie van de mestaanwendingsperiode voor drijfmest. *Voorkeur om drijfmest aan te wenden vanaf 1 februari tot 30 september en dan vooral op grasland. De huidige regelgeving omtrent stalmest/stromest worden nu als werkbaar gezien.*
33	Aanpassen N-gebruiksnorm van een hoofdgewas volgend op een vanggewas	Verlaging van de N gebruiksnorm na onderwerken van het vanggewas voor alle grondsoorten en gewassen *waar in de referentiesituatie een vanggewas wordt ingezaaid*.
34	Fosfaatgebruiksnorm compost	Compost vrijstellen van de fosfaatgebruiksnorm
35	Aanpassen N-gebruiksnorm natuurgronden	*Op grasland met hoofdfunctie natuur mag in de huidige wetgeving maximaal 70 kilo fosfaat en 170 kilo stikstof uit dierlijke mest of compost per hectare worden gebruikt*. Met deze maatregel wordt de totale stikstofgebruiksnorm op grasland met hoofdfunctie natuur verlaagd naar 80 N/ha/per jaar.

36	Beperken startgift o.b.v. N-mineraal	Beperken startgift op basis van N-mineraal meting, alleen en zoveel (bij)bemesten o.b.v. monitor als nodig is voor *bouwland en grasland.*
37	Aanpassen bouwland (gewasrotatie)	Gewasrotatie 2:6 i.p.v. 1:3 voor grasland: *in plaats van een rotatie van 3 jaar gras en 1 jaar bouwland wordt uitgegaan van 6 jaar gras en 2 jaar bouwland.*
38	Aanpassen bemesting en inzaai gras en maisteelt	Bij gras- en maisteelt de momenten van bemesting en inzaai dichter bij elkaar brengen.
39	Aanpassen uitrijperiode voor grasland	Uitbreiden uitrijdperiodes voor grasland: 2 weken langer door in najaar en 2 weken eerder beginnen in voorjaar op alle grondsoorten
40	Aanpassen N-gebruiksnorm na scheuren grasland	Na scheuren grasland een lagere stikstofgebruiksnorm voor alle vervolgteelten.
41	Aanleg peilgestuurde drainage	Het aanleggen van peilgestuurde drainage, *dan wel op percelen waar nu geen drainage is, dan wel als vervanging van conventionele drainage.*
42	Niet kerende grondbewerking	Niet kerende grondbewerking op alle grondsoorten.
43	Bedrijfsspecifieke doelsturing in NV-gebied	Doelsturing op basis van *N-residu naar de oogst of op basis van het stikstofbodemoverschot (bedrijfsspecifieke doelsturing)* voor bedrijven in een Nutriënten-Verontreinigd gebied (NV-gebied).
44	Evenwichtsbemesting voor stikstof	Evenwichtsbemesting *waarbij uitgegaan wordt van een N-evenwichtsbemesting, waarbij een N-overschot ter grootte van de depositie wordt aangehouden (20 / 25 kg/ha).*
45	Stimuleren gebruik aardappelrassen	Aardappel met efficiënte n-benutting stimuleren via Convenant duurzame teelt en duurzame rassen *(er wordt niet ingegaan op welke wijze het gebruik gestimuleerd wordt).*
46	Opvullen gebruiksnorm dierlijke mest	Verplichting eerste 170 kg stikstofgebruiksnorm opvullen met dierlijke mest.
47	Verwerkingscapaciteit vergroten	Meer mestverwerkings-capaciteit om mestproducten op maat te maken en bemesting af te stemmen op behoefte van het *gewas (er wordt niet ingegaan op welke wijze de verwerkingscapaciteit wordt vergroot).*
48	Meer mestplaatsingsruimte creëren	Het creëren van meer mestplaatsingsruimte.
49	Geen kalenderlandbouw	Geen kalenderlandbouw: *geen uitrijperiode voor dierlijke mest in het voorjaar en inzaaien/oogsten van gewassen.*
50	druppelbemesting	Drainage en buizenstelsel voor water en mest (druppelbemesting).
51	Rijenbemesting	Rijenbemesting *van stikstof bij in rijen gezaaide gewassen*.

3 Beoordeling waterkwaliteit

In dit hoofdstuk is per maatregel een kwalitatief oordeel gegeven van het effect op de waterkwaliteit. Voor de waterkwaliteit wordt een kwalitatieve effectschatting gemaakt voor de gevolgen voor de nitraatconcentratie in het grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater. Daarnaast is een toelichting gegeven welke uitgangspunten zijn gebruikt bij de beoordeling.

De scores in tabel 3.1 kunnen als volgt worden geïnterpreteerd:

++	maatregel heeft een sterk positief effect
+	maatregel heeft een positief effect
0/+	maatregel heeft geen effect, indien er wel een effect is, zal deze positief zijn
0	maatregel heeft geen effect
-/+	maatregel kan zowel een negatief als positief effecten hebben, afhankelijk van de lokale situatie
-/0	maatregel heeft geen effect, indien er wel een effect is, zal deze negatief zijn
-	maatregel heeft een negatief effect
--	maatregel heeft een sterk negatief effect

Het is belangrijk om in ogenschouw te houden dat het niet mogelijk is om de beoordeling van de individuele maatregelen onderling te vergelijken. Dit betekent dat een + bij maatregel *x* niet altijd dezelfde orde van grootte heeft als een + bij een maatregel *y*. De tabel kan daarom ook alleen horizontaal geïnterpreteerd worden.
Daarnaast is de beoordeling sterk afhankelijk welke uitgangspunten gekozen zijn voor de beoordeling (b.v. de referentiesituatie) en is het effect van de maatregel afhankelijk van lokale omstandigheden (grondsoort, hydrologische situatie, gewas, beheer door boeren) waardoor een maatregel zowel negatief als positief kan uitpakken.

Tabel 3.1 *Kwalitatieve beoordeling van het effect van individuele maatregelen, aangeleverd door het Ministerie van LVVN op de waterkwaliteit.*

Nr.	Afkorting maatregel	grondwater	oppervlaktewater		Toelichting
		Nitraat (NO_3^-)	Stikstof (N-totaal)	Fosfor (P-totaal)	
1	Actualisatie N-gebruiksnorm	++	+	-/+	Bij de beoordeling is ervan uitgegaan dat de N-gebruiksnorm met name in de zand- en lössgebieden naar beneden bijgesteld gaat worden en in de overige gebieden niet wordt aangepast. Dit zal resulteren in lagere nitraatconcentraties in het grondwater en een lagere stikstofbelasting van het oppervlaktewater in het zand- en lössgebied. Het effect op de fosforbelasting is minder eenduidig. Een lagere N-gebruiksnorm kan resulteren in lagere gewasopbrengsten en daardoor een hoger P-overschot (of minder uitmijning) met een verhoogd risico op P-uitspoeling van het oppervlaktewater.
2	Vervallen 20% korting N-gebruiksnorm in NV-gebieden	--	-	-/+	Bij de beoordeling is ervan uitgegaan dat de N-gebruiksnorm in de Nutriënten Verontreinigde gebieden (NV-gebieden) met 20% verhoogd wordt. Dit zal resulteren in hogere nitraatconcentraties in het grondwater en een hogere stikstofbelasting van het oppervlaktewater. Het effect op de fosforbelasting is minder eenduidig. Een hogere N-gebruiksnorm kan resulteren in hogere gewasopbrengsten en daardoor een lager P-overschot waardoor het risico op P-uitspoeling naar het oppervlaktewater kleiner wordt.
3	Actualisatie P-gebruiksnorm	0/+	0/+	+	Voor percelen met een ruim voldoende tot hoge fosfaattoestand wordt de P-gebruiksnorm afgestemd op het landbouwkundig fosfaatbemestingsadvies. Bij de beoordeling is ervan uitgegaan dat de P-gebruiksnormen hierdoor omlaag zullen gaan en het risico op P-uitspoeling naar het oppervlaktewater kleiner wordt. Verandering van de P-gebruiksnorm hoeft niet direct een effect te hebben op de N-verliezen, maar met name bij hoge P toestanden van de bodem zal het waarschijnlijk leiden tot een lager gebruik van organische mest (en meer kunstmestgebruik), waardoor de N-verliezen ook wat kunnen afnemen. Voor de percelen met een arm, laag of neutrale fosfaattoestand wordt de P-gebruiksnorm niet aangepast.
4	N-gebruiksnorm voor groenbemesters op nul	+	+	0	Een afname van de totale N-bemestingsgift resulteert in een lager N-overschot en verlaagt het risico op N-uitspoeling naar grondwater en oppervlaktewater. Naar verwachting heeft de maatregel geen consequenties voor de P-uitspoeling naar het oppervlaktewater. Het effect is mede afhankelijk van de druk bij veehouders om drijfmest af te voeren naar akkerbouwers.
5	Vervroegen uitrijperiode voor grasland	-/+	-/+	-/+	Door het vervroegen van de uitrijperiode is er iets meer risico op vroegtijdige uit- en afspoeling van stikstof en fosfor. Indien de omstandigheden voor toediening gunstig zijn, zal er geen of mogelijk een licht positief effect zijn de op N- en P-verliezen naar grond- en oppervlaktewater, omdat er geen mest uitgereden wordt onder ongunstige omstandigheden doordat de mestopslag vol is. In dit geval wordt bij de beoordeling ervan uitgegaan dat de agrariër rekening houdt met de weersomstandigheden en niet bij te droog of te nat weer mest gaat uitrijden.
6	Verlengen periode voor scheuren grasland	-/0	-/0	-/0	Recent onderzoek laat zien dat scheuren in januari leidt tot iets meer Nmin in de diepere bodemlagen dan scheuren in februari en maart (van Dijk en de Boer, 2024). Hierdoor is het risico op N-verliezen naar grond- en oppervlaktewater groter.
7	Aanleg randdammetjes op een perceel	0	+	++	Door de aanleg van randdammetjes wordt het risico op oppervlakkige afspoeling met nutriënten beperkt. De effectiviteit is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden (grondwaterstand, ligging van het maaiveld). Hoe groter het risico op oppervlakkige afspoeling door de lokale omstandigheden, des te groter het effect.
8	Gebruik van gitterrollen in de ruggenteelt	0/+	0/+	0/+	Het gebruik van gitterrollen kan het risico voor oppervlakkige afstroming van water beperken. De kwantificering van effecten is lastig omdat gegevens van experimenteel onderzoek ontbreken. Daarnaast wordt het risico sterk bepaald door weersextremen. Tijdens dergelijke weersextremen is de meerwaarde van een gitterrol verwaarloosbaar.

9	Bufferstroken: minimaal 0,5 meter	-	-	-	Bij de beoordeling is ervan uitgegaan dat deze maatregel (t.o.v. van de huidige voorschriften in de derogatiebeschikking) in veel gevallen zal leiden tot minder bufferstrookareaal (smallere bufferstroken) waardoor meer mest mag worden uitgereden (hoger mestplaatsingsruimte) en het risico op oppervlakkige afspoeling toeneemt.
10	Bufferstroken: minimaal 3 meter	-/+	-/+	-/+	De beoordeling is sterk afhankelijk van de huidige breedte van de bufferstrook. In een aantal gevallen zal het areaal bufferstroken toenemen van 0,5 of 1,0 meter naar 3,0 meter. Dit zal een positief effect hebben op de reductie van N- en P-verliezen naar grond- en oppervlaktewater. Daarnaast zullen er situaties zijn dat er geen effect zal optreden, omdat de breedte van de bufferstrook niet veranderd. Er zullen ook enkele situaties voordoen dat de breedte van de bufferstrook teruggaat van 5,0 meter naar 3,0 meter en zal een negatief effect hebben op de N- en P-verliezen naar grond- en oppervlaktewater.
11	Bufferstroken: minimaal 3 meter met calcium en kalium bemesting	-/+	-/+	-/+	Het (extra) effect van bemesting met kalk en kalium op de N- en P-verliezen naar het oppervlaktewater is moeilijk in te schatten t.o.v. van maatregel 10. Het effect wordt met name bepaald door veranderingen in de breedte van de bufferstrook t.o.v. de referentie.
12	Aanleg van een Infiltratiegreppel-	0	+	++	Door de aanleg van een infiltratiegreppel wordt het risico op oppervlakkige afspoeling met nutriënten beperkt. De effectiviteit is sterk afhankelijk van de lokale (hydrologische) omstandigheden. Hoe groter het risico op oppervlakkige afspoeling door de lokale omstandigheden, des te groter het effect.
13	Verplichte inzaai vanggewassen	Zand/löss: - Klei: +	Zand/löss: - Klei: +	Zand/löss: - Klei: +	T.o.v. de huidige situatie (verplicht vanggewas per 1 okt) zal deze maatregel op zand- en lössgrond leiden tot minder ontwikkelde vanggewassen dat ongunstig is voor de N- en P-belasting van het grond- en oppervlaktewater. Op kleigronden (op dit moment geen verplichting tot een vanggewas) zal het waarschijnlijk leiden tot meer vanggewassen en positief uitpakken voor de N- en P-belasting van het oppervlaktewater.
14	Aanpassen bouwplan (75% beteelt in winterperiode)	Zand/löss: 0 Klei +	Zand/löss: 0 Klei +	Zand/löss: 0 Klei +	Met de term 'Beteelt in de winter' wordt de aanwezigheid van de in de herfst ingezaaid wintergraan en in de nazomer/herfst ingezaaide groenbemesters en vanggewassen bedoeld. De aanname is dat in de huidige situatie vooral op kleigrond minder zijn dan 75% beteeld zal zijn, omdat met name op de zwaardere gronden er al voor de winter geploegd wordt en de groenbemesters ondergewerkt zijn. Bij de boordeling is ervan uit gegaan dat het areaal wintergraan en/of vanggewassen dus zal toenemen en een positief effect heeft op de N- en P-verliezen naar grond- en oppervlaktewater. Op zand- en lössgrond is een vanggewas al verplicht c.q. wordt gestimuleerd, waardoor de maatregel op zandgrond geen effect zal hebben.
15	Strokenteelt in Zuid-Limburg	0	+	+	Dit betreft een specifieke situatie die afwijkt van het algemene landelijke beeld. Als de stroken worden aangelegd langs de contouren van de maaiveldhoogte is een vergelijkbaar effect te verwachten als van contourploegen
16	Aanpassen bouwplan (40% niet uitspoelingsgevoelige gewassen) in de Zand- en Lössregio	+	0/+	0/+	Bij de beoordeling is aangenomen dat op een deel van de akkerbouwbedrijven op zand en löss het percentage van 40% al wordt gehaald waardoor het positief effect op de N-en P-verliezen mogelijk beperkt zal zijn.
17	Aanpassen bouwplan (1:3 rotatie bouwlandpercelen) op zand- en Lössgronden	+	0/+	0/+	In het Zevende Actieprogramma is aangegeven dat een groeipad gevolgd wordt in aansluiting op het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid, waarbij gestart wordt met een basisniveau in 2023 van minimaal 1:4, waarna toegewerkt wordt naar een einddoel met een minimaal 1:3 rotatie van rustgewassen in 2027. Door de toename van het areaal rustgewassen wordt met name een positief effect verwacht op de nitraatconcentraties in het grondwater. Het risico op de N- en P-uitspoeling naar het oppervlaktewater neemt ook af.

18	Aanpassen bouwplan (1:2 rotatie diepwortelende gewassen) in het Lössgebied	0/+	0/+	0/+	Bij de beoordeling is aangenomen dat op een deel van de akkerbouwbedrijven in het Lössgebied met het huidige bouwplan al een afwisseling van diepwortelende gewassen (graan en suikerbieten) en ondiep wortelende gewassen (aardappelen en mais) plaatsvinden. Daarom wordt t.o.v. de huidige situatie gering positief effect van deze maatregel verwacht.
19	Vervallen maatregelen met verplichte inzaai- of oogstdatum voor				
19a	Vervallen van maatregelen omtrent stikstofgebruiksnormen en groenbemester	--	-	-	T.o.v. de huidige situatie (verplicht geteeld voor 16 september) zal deze maatregel leiden tot minder ontwikkelde groenbemester dat ongunstig is voor de N- en P-verliezen naar het grond- en oppervlaktewater
19b	Vervallen van maatregelen omtrent stimulering vanggewassen	--	-	-	T.o.v. de huidige situatie (verplicht vanggewas per 1 oktober) zal deze maatregel leiden tot minder ontwikkelde vanggewassen dat ongunstig is voor de N- en P-verliezen naar het grond- en oppervlaktewater
19c	Vervallen van maatregelen omtrent maisteelt op zand- en lössgrond	--	-	-	T.o.v. de huidige situatie (verplicht teelt vanggewas per 1 oktober of hoofdteelt per 31 oktober) zal deze maatregel leiden tot minder ontwikkelde vanggewassen/hoofdgewas dat ongunstig is voor de N- en P-verliezen naar het grond- en oppervlaktewater
19d	Vervallen van maatregelen omtrent groente teelt rustgewas	--	-	-	T.o.v. de huidige situatie (verplichte 1:4 rotatie rustgewas) zal deze maatregel leiden tot een kleiner areaal rustgewassen dat wordt geteeld en ongunstig is voor de N- en P-verliezen naar het grond- en oppervlaktewater
19e	Vervallen maatregelen omtrent het scheuren van weidegrond	--	-	-/0	Uit recent onderzoek blijkt dat scheuren in het najaar, ook met aanvullende maatregelen, nitraat in grondwater verhoogt. (rapport in afrondende fase). Daarnaast neemt het risico op uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater toe (met name in periode dat er nog geen nieuw gewas staat).
20	Afvoeren van gewasresten van suikerbieten en granen	+	+	0	Bij de beoordeling van de maatregel is uitgegaan van verplicht afvoeren van gewasresten bij suikerbieten en granen, omdat met name voor deze gewassen zowel in de praktijk als in het onderzoek gekeken is naar de afvoer van gewasresten. Met name bij suikerbieten mag een positief effect verwacht worden, omdat daar veel N in de gewasrest zit. Dit geldt ook voor bepaalde groentegewassen en vers geoogste peulvruchten waarin veel N achterblijft in de gewasrest.
21	Toevoegen houtige materialen op zand- en lössgrond	0/+	0/+	0	Door de stikstof tijdelijk vast te leggen in stro of houtachtig materiaal kan op korte termijn de uitspoeling worden beperkt. Op de langere termijn zal de vastgelegde stikstof wel weer vrijkomen. Als daar in de bemesting dan geen rekening mee wordt gehouden leidt het niet tot minder uitspoeling.
22	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 1)	0/+	0/+	0/+	Op basis van het onderzoek van WEcR (Oltmer en Daatselaar) is geconcludeerd dat bij oplopende graslandnorm meer bedrijven maatregelen moeten nemen. Vanaf een graslandnorm van 0,25 ha/GVE moet meer dan 10% van de bedrijven maatregelen nemen, bij een norm van 0,4 ha/GVE is dat meer dan de helft van de bedrijven. Het effect op de waterkwaliteit is afhankelijk van de keuze die een melkveehouder neemt: bouwland opzetten in grasland, krimp van de veestapel op het bedrijf of meer grond bij pachten.
23	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 2)	0/+	0/+	0/+	Op basis van het onderzoek van WEcR (Oltmer en Daatselaar) is geconcludeerd dat bij oplopende graslandnorm meer bedrijven maatregelen moeten nemen. Vanaf een graslandnorm van 0,25 ha/GVE moet meer dan 10% van de bedrijven maatregelen nemen, bij een norm van 0,4 ha/GVE is dat meer dan de helft van de bedrijven. Het effect op de waterkwaliteit is afhankelijk van de keuze die een melkveehouder neemt: bouwland opzetten in grasland, krimp van de veestapel op het bedrijf of meer grond bij pachten.

24	Verbod uitspoelingsgevoelige teelten	++	+	0/+	Een dergelijk verbod leidt tot een duidelijke vermindering van de nitraatuitspoeling en de stikstofuitspoeling naar het oppervlaktewater. Het is echter wel van belang de maatregel op bouwplanniveau te bekijken en de verhouding N en P van de toegepaste mestsoorten. Bijv.: dierlijke mest is vaak de belangrijkste bron voor fosfaatbemesting en wordt binnen een bouwplan vaak toegepast voorafgaand aan het gewas dat het meest behoefte heeft aan fosfaat. Indien de bouwplanverandering leidt tot een hogere P-afvoer en daardoor lagere P-overschot zou dit een lager P-uitspoelingsrisico kunnen geven.
25	Aanleg van met ijzerzand omhulde drains	0	0	+	Het positieve effect van de maatregel op de P-uitspoeling naar het oppervlaktewater is gebaseerd op een verondersteld zuiverend effect van 90% op bollenpercelen met een hoge P-uitspoeling. Het zuiverend vermogen is sterk afhankelijk van de lokale (hydrologische) situatie (waterafvoer via de verschillende ontwateringssystemen) en de P-concentraties van het drainwater.
26	Beperken najaarsbeweiding voor de melkveehouderij	+	+	+	Door natte weersomstandigheden in het najaar vindt er meer uitspoeling plaats dan in het voorjaar of de zomer. Het effect is afhankelijk van de specifieke weersomstandigheden in een bepaald jaar.
27	Doelsturing (N-residu) na de oogst	-/+	-/+	-/+	Het effect op de N en P-verliezen naar het oppervlaktewater is sterk afhankelijk van de huidige situatie/bedrijfsvoering. Als er wordt gestuurd op een toelaatbaar N-min residu waarmee de waterkwaliteit wordt behaald dan zal dit leiden tot verbetering van de waterkwaliteit.
28	Doelsturing (N-bodemoverschot)	-/+	-/+	-/+	Het effect op de N en P-verliezen naar het oppervlaktewater is sterk afhankelijk van de huidige situatie/bedrijfsvoering. Als er wordt gestuurd op een toelaatbaar N-bodemoverschot waarmee de waterkwaliteit wordt behaald dan zal dit leiden tot verbetering van de waterkwaliteit.
29	Uitrijperiode vast mest op bouwland zonder inwerkplicht	-/+	-/+	-/+	Maatregel kan twee kanten opwerken. De benutting van N in vaste mest door graan zal laag zijn en dat kan leiden tot meer N-verliezen naar grond- en oppervlaktewater. Wel is het zo dat een groot deel van de ammoniakale N zal vervluchtigen, deze kan dan niet meer uitspoelen. Het uitrijden zorgt voor een extra rijspoor op het perceel en dat kan negatief zijn voor de gewasopbrengst (en de N- en P-opname van het gewas) waardoor het risico op uitspoeling van N- en P toeneemt.
30	Brede beekdalen	+	++	++	Het effect van brede bufferzones in beekdalen is mede afhankelijk van de inrichting van de beekdalen en het watermanagement. Er wordt hierbij uitgegaan dat binnen de beekdalen ruimte komt voor watersystemen (poelen) met een helofytenwerking
31	Stimuleren gebruik strorijke mest	-/+	-/+	-/+	Meer gebruik van vaste stromest leidt tot een hogere aanvoer organische N met een risico van hogere N-verliezen (afhankelijk van de groeiduur van het gewas). Anderzijds zal bij toepassing in graanstoppels vaste mest minder risico van uitspoeling geven dan gebruik van drijfmest. Omdat er een vrijstelling geldt van 25% van fosfaat in stromest, kan een verhoogd gebruik leiden tot meer fosfaataanvoer c.q. hogere fosfaatoverschotten.
32	Differentiatie uitrijperiode dierlijke mest**+/-**	-/+	-/+	-/+	Door het vervroegen van de uitrijperiode is er iets meer risico op vroegtijdige uit- en afspoeling van stikstof en fosfor. Indien de omstandigheden voor toediening gunstig zijn, zal er geen of mogelijk een licht positief effect zijn de op N- en P-verliezen naar grond- en oppervlaktewater, o omdat er geen mest uitgereden wordt onder ongunstige omstandigheden doordat de mestopslag vol is. In dit geval wordt bij de beoordeling ervan uitgegaan dat de agrariër rekening houdt met de weersomstandigheden en niet bij te droog of te nat weer mest gaat uitrijden.
33	Aanpassen N-gebruiksnorm van een hoofdgewas volgend op een vanggewas	+	+	0	Een afname van de totale N-bemestingsgift resulteert in een lager N-overschot en verlaagt het risico op N-uitspoeling naar grondwater en oppervlaktewater. Naar verwachting heeft de maatregel geen consequenties voor de P-uitspoeling naar het oppervlaktewater.
34	Fosfaatgebruiksnorm compost	-/0	-/0	-/0	De maatregel verhoogt in potentie de N-aanvoer van organische N en zal het N-overschot verhogen t.o.v. de huidige situatie (75% vrijstelling van fosfaat). Ook het P-overschot zal stijgen.

35	Aanpassen N-gebruiksnorm natuurgronden	+	+	0	Natuurgrond heeft alleen een fosfaatnorm (20 kg/ha). De stikstoftoediening wordt dan begrensd door de N/P-verhouding. Grasland met hoofdfunctie natuur heeft een stikstofnorm van 170 kg/ha en een fosfaatnorm van 70 kg/ha Een vermindering van de mestgift op deze gronden leidt tot een daling van de uitspoeling, ervan uitgaande dat de vegetatie niet verandert. .
36	Beperken startgift o.b.v. N-mineraal	+	+	0	Bij toepassing van een bijmestsysteem in vergelijking met een vaste bemesting is er in potentie een besparing mogelijk. De besparing hangt wel sterk af van de omstandigheden. Er kunnen zich ook situaties voordoen dat er geen besparing is, bijvoorbeeld onder natte omstandigheden.
37	Aanpassen bouwland (gewasrotatie)	-/0	-/0	0	Uitgaande van een rotatie van 6 jaar gras en 2 jaar bouwland zal de graslandperiode langer worden, waardoor het risico stijgt dat een bouwlandgewas niet meer in staat is de vrijgekomen stikstof uit de gescheurde graszode volledig op te nemen.
38	Aanpassen bemesting en inzaai gras en maisteelt	+	0/+	0/+	Als de periode tussen bemesting en inzaaien lang is, is het risico op extreme weersomstandigheden tijdens deze periode groter dan wanneer de periode kort is.
39	Aanpassen uitrijperiode voor grasland	-/+	-/+	-/+	In het algemeen zullen de risico's van N-uitspoeling licht kunnen toenemen door met name ook de latere toediening in de nazomer (adviesgiften zijn dan laag tot nul). Indien de omstandigheden voor toediening gunstig zijn, zal er geen effect zijn op N- en P-verliezen naar grond- en oppervlaktewater. In het vroege voorjaar is er mogelijk een licht positief effect op de N- en P-verliezen naar grond- en oppervlaktewater, omdat er geen mest uitgereden wordt onder ongunstige omstandigheden doordat de mestopslag vol is. In dit geval wordt bij de beoordeling ervan uitgegaan dat de agrariër rekening houdt met de weersomstandigheden en niet bij de droog of te nat weer mest gaat uitrijden.
40	Aanpassen N-gebruiksnorm na scheuren grasland	+	+	0	Dit is conform het bemestingsadvies. De huidige korting van 65 kg N per ha bij een aantal gewassen (o.a. mais en aardappelen) is lager dan de adviezen voor korting na scheuren van gras (100-135 kg N per ha).
41	Aanleg peilgestuurde drainage	-/+	-/+	-/+	Het effect van de maatregel is sterk afhankelijk van de uitvoering en de lokale situatie. Indien de grondwaterstand hoger wordt zal dat resulteren tot meer nitraatafbraak en daardoor minder uitspoeling. Het risico op fosfaatuitspoeling zou door het hogere peil iets kunnen toenemen. Bij verkeerde gebruik kan de maatregel negatief uitpakken voor de waterkwaliteit.
42	Niet kerende grondbewerking	0/+	0/+	0/+	Door niet-kerende grondbewerking kunnen ook op kleigronden (waar vaak in de herfst wordt geploegd) groenbemesters tot in het voorjaar blijven staan. Hierdoor wordt het uitspoelingsrisico van stikstof en fosfor beperkt.
43	Bedrijfsspecifieke doelsturing in NV-gebied	-/+	-/+	-/+	Het effect op de N en P-verliezen naar het oppervlaktewater is sterk afhankelijk van de huidige situatie/bedrijfsvoering. Als er wordt gestuurd op een toelaatbaar N-min residu (of N-bodemoverschot) waarmee de waterkwaliteit wordt behaald dan zal dit leiden tot verbetering van de waterkwaliteit..
44	Evenwichtsbemesting voor stikstof	++	+	-/+	Bij de beoordeling is met name uitgegaan van N-evenwichtsbemesting, waarbij een N-overschot ter grootte van de depositie wordt aangehouden (20 / 25 kg/ha) dat lager is dan het huidige N-overschot. Het risico op uit- en afspoeling wordt hierdoor kleiner.
45	Stimuleren gebruik aardappelrassen	+	+	0/+	De maatregel is geïnterpreteerd als de keuze voor rassen met een lagere N-behoefte met een vergelijkbare opbrengst. Dit geeft dan een lager N-bodemoverschot en een lager risico op uitspoeling van stikstof naar grond- en oppervlaktewater. Voor de P-belasting naar het oppervlaktewater wordt een gering, maar positief effect verwacht.
46	Opvullen gebruiksnorm dierlijke mest	0	0	0	De verliezen naar grond- en oppervlaktewater wordt door gestuurd door de gebruiksnormen en gebruiksvoorschriften.

47	Verwerkingscapaciteit vergroten+	0	0	0	De verliezen naar grond- en oppervlaktewater wordt door gestuurd door de gebruiksnormen en gebruiksvoorschriften. De maatregel zorgt wel voor verlichting op de mestmarkt.
48	Meer mestplaatsingsruimte creëren	0	0	0	De verliezen naar grond- en oppervlaktewater wordt door gestuurd door de gebruiksnormen en gebruiksvoorschriften. De maatregel zorgt wel voor verlichting op de mestmarkt.
49	Geen kalenderlandbouw	-	-	-	De maatregel is te vaag omschreven om een goed beeld te krijgen wat er door de maatregel gaat veranderen. Aangenomen wordt dat door de maatregel het risico op N- en P-verliezen naar het oppervlaktewater zal toenemen ..
50	druppelbemesting	0/+	0/+	0/+	Bij de beoordeling is de maatregel geïnterpreteerd als een soort van fertigatiesysteem. Ervan uitgaande dat dit tot een verbeterde benutting van de meststoffen leidt, zal dit een positief effect hebben. De vraag is in hoeverre dit in de praktijk al is bewezen.
51	Rijenbemesting	0/+	0/+	0	Bij de beoordeling is uitgegaan van rijenbemesting van stikstof. In dat geval zijn positieve effecten te verwachten bij mais en suikerbieten. Overigens is rijenbemesting met kunstmest-N al gangbare praktijk (zeker bij mais).

4 Bedrijfseconomische effecten

In dit hoofdstuk is per maatregel een kwalitatief oordeel gegeven van het economisch effect op bedrijfsniveau. In tabel 4.1 is een kwalitatieve beoordeling gegeven van de maatregelen die door het Ministerie van LVVN zijn aangeleverd. De scores in tabel 4.1 kunnen als volgt worden geïnterpreteerd:

++	maatregel heeft een sterk positief effect op de bedrijfseconomie
+	maatregel heeft een positief effect op de bedrijfseconomie
0/+	maatregel heeft geen effect, indien er wel een effect is, zal deze positief zijn op de bedrijfseconomie
0	maatregel heeft geen effect op de bedrijfseconomie
-/+	maatregel kan zowel een negatief als positief effecten hebben, afhankelijk van de lokale situatie
-/0	maatregel heeft geen effect, indien er wel een effect is, zal deze negatief zijn
-	maatregel heeft een negatief effect op de bedrijfseconomie
--	maatregel heeft een sterk negatief effect op de bedrijfseconomie

Het is belangrijk om in ogenschouw te houden dat het niet mogelijk is om de beoordeling van de individuele maatregelen onderling te vergelijken. Dit betekent dat een + bij maatregel *x* niet altijd dezelfde orde van grootte heeft als een + bij een maatregel *y*. De tabel kan daarom ook alleen horizontaal geïnterpreteerd worden. Daarnaast is de beoordeling sterk afhankelijk welke uitgangspunten gekozen zijn voor de beoordeling (b.v. de referentiesituatie) en zal het economisch effect op bedrijfsniveau per bedrijf anders uitpakken (effect is bedrijfsspecifiek). Hierdoor is het mogelijk dat bij de daadwerkelijk toepassing van de maatregel in de praktijk voor een specifiek type bedrijf een negatief effect kan hebben, terwijl in onderstaande tabel geen effect of een licht positief effect is ingeschat. Daarnaast dient opgemerkt te worden dat de beoordeling met name is beredeneerd vanuit hoogproductieve landbouw.

Tabel 4.1 *Kwalitatieve beoordeling van het bedrijfseconomische effect van individuele maatregelen, aangeleverd door het Ministerie van LVVN.*

Nr.	Maatregel	Oordeel	Toelichting
1	Actualisatie N-gebruiksnormen	--	De maatregel heeft met name een negatieve impact op akkerbouw/tuinbouwbedrijven in de zand- en lössgebieden door lagere gewasopbrengsten en bij veehouderij minder plaatsingsruimte waardoor de mestafzetkosten hoger zullen worden.
2	Vervallen 20% korting N-gebruiksnorm in NV-gebieden	+	Door de maatregel zal de mestplaatsingsruimte vooral op melkveebedrijven toenemen. Akkerbouwbedrijven lopen vaker tegen de fosfaatnorm aan dan tegen de stikstofnorm voor de plaatsingsruimte. Daarnaast worden positieve effecten op de opbrengst en nutriëntenafvoer verwacht en dan vooral op zuidelijk zand- en lössgebieden, omdat daar de gebruiksnormen al ruim onder advies liggen.
3	Actualisatie P-gebruiksnorm	-	Bij de beoordeling wordt ervan uitgegaan de P-gebruiksnorm wordt verlaagd. Hierdoor zal de mestplaatsingsruimte afnemen zodat veehouders hoger mestafzetkosten krijgen door minder afzet op eigen land. Voor de akkerbouw kan de lagere mestplaatsingsruimte leiden tot lagere opbrengsten.
4	N-gebruiksnorm voor groenbemesters op nul	-/0	Voor agrariërs die niet beperkt worden door fosfaatruimte, maar door de stikstofnorm, kan dit de mestplaatsingsruimte verkleinen. Doordat de reden voor het telen van een groenbemester weg valt of bepaalde groenbemesters niet meer slagen, zal er minder stikstof beschikbaar komen voor het hoofdgewas met een opbrengstderving tot gevolg. Ook kan het negatief uitpakken voor de bodemvruchtbaarheid.
5	Vervroegen uitrijperiode voor grasland	0/+	Door het vervroegen van de uitrijperiode van mest is er minder tijdsdruk voor het plaatsen van mest en kan het op het juiste tijdstip worden toegediend. De maatregel heeft geen of een licht positief effect op de economie op bedrijfsniveau.
6	Verlengen periode voor scheuren grasland	0	Het verruimen van de regels geeft een bepaalde vrijheid. In hoeverre het een economische impact heeft, is moeilijk in te schatten.
7	Aanleg randdammetjes op een perceel	-	Het gaat hierbij om de kosten voor aanleg/onderhoud en ruimtebeslag.

8	Gebruik van gitterrollen in de ruggenteelt	-	Het gaat hierbij met name om de kosten voor de aanschaf en eventuele extra handeling.
9	Bufferstroken: minimaal 0,5 meter	+	Bij de beoordeling is ervan uitgegaan dat deze maatregel in veel gevallen zal leiden tot minder bufferstrookareaal (smallere bufferstroken) waardoor meer mest mag worden uitgereden (hogere mestplaatsingsruimte) en verlaagt de mestafzetkosten voor veehouders. Ook voor akkerbouwbedrijven kan dit leiden tot een hogere mestplaatsingsruimte en een hoger productieoppervlak.
10	Bufferstroken: minimaal 3 meter	-/+	De impact op de bedrijfseconomie is sterk afhankelijk van de huidige breedte van de bufferstrook. In een aantal gevallen zal het areaal bufferstroken toenemen van 0,5 of 1,0 meter naar 3,0 meter waardoor de mestplaatsingsruimte afneemt met hogere mestafzetkosten tot gevolg en minder productieoppervlak. Er zullen ook situaties voordoen dat de breedte van de bufferstrook teruggaat van 5,0 meter naar 3,0 meter dat een positief effect op de economie op bedrijfsniveau.
11	Bufferstroken: minimaal 3 meter met calcium en kalium bemesting	-/+	T.o.v. van maatregel 10, waar geen ruimte is voor bemesting met calcium en kalium, geeft het de agrariër iets meer mogelijkheden. Het bedrijfseconomische effect zal echter sterk bepaald worden door de veranderingen die optreden in de breedte van de bufferstrook.
12	Aanleg van een infiltratiegreppel	-	Het betreft hier investering- en onderhoudskosten (frezen of graven en huren werktuig).
13	Verplichte inzaai vanggewassen	Klei – Overig 0	In zijn algemeenheid is een verplicht vanggewas i.p.v. groenbemester op kleigrond bedrijfseconomisch nadelig. Dat komt omdat een vanggewas de winter over moet staan, terwijl op kleigrond de hoofdgrondbewerking doorgaans in het najaar plaatsvindt.
14	Aanpassen bouwplan (75% beteelt in winterperiode)	-	De maatregel heeft een grote impact op kleigronden waar groenbemesters/vanggewassen doorgaans al voor de winter worden ondergewerkt. Daarnaast heeft het impact op het bouwplan door b.v. meer wintergranen te telen om aan de norm te voldoen. De maatregel resulteert in extra kosten voor winterbedekkende teelt en/of de teelt van gewassen die per ha minder opbrengen.
15	Strokenteelt in Zuid-Limburg	-	De maatregel resulteert in extra kosten door extra verschillende handelingen per ha.
16	Aanpassen bouwplan (40% niet uitspoelingsgevoelige gewassen) in de Zand- en Lössregio	-/0	De maatregel zal alleen impact hebben op bedrijven die nog niet aan het percentage voldoet. Het bouwplan zal moeten worden aangepast waardoor de opbrengst per ha kunnen afnemen (andere teelten met lagere opbrengsten).
17	Aanpassen bouwplan (1:3 rotatie bouwlandpercelen) op zand- en Lössgronden	-/0	Melkveehouderij: de maatregel heeft (een beperkte) impact voor bedrijven met weinig rotatie mogelijkheden i.e. veengronden. Varkenshouderij: de maatregel heeft een beperkte economische impact door weinig grond. Akkerbouw: de impact van de maatregel voor intensievere bedrijven is het grootst (extensief voldoet soms/vaak al) aanpassing bouwplan vereist.
18	Aanpassen bouwplan (1:2 rotatie diepwortelende gewassen) in het Lössgebied	-/0	Op akkerbouwbedrijven in het lössgebied worden doorgaans graan, suikerbieten en aardappelen geteeld. In het huidige bouwplan zal al een afwisseling van diepwortelende gewassen (graan en suikerbieten) en ondiep wortelende gewassen (aardappelen en mais) plaatsvinden. Daarom wordt t.o.v. de huidige situatie slechts een gering effect van deze maatregel verwacht. Voor de akkerbouwbedrijven waarvan het bouwplan nog niet voldoet, zal het bouwplan moeten worden aangepast, dat negatief effect kan hebben op het bedrijfsinkomen (andere teelten met lagere opbrengsten).
19	Vervallen maatregelen met verplichte inzaai- of oogstdatum voor:		
19a	Vervallen van maatregelen omtrent stikstofgebruiksnormen en groenbemester	0/+	Bij deze maatregel geldt de aanname dat de totale N-gebruiksnorm niet veranderd, maar alleen het tijdstip van de inzaai van de groenbemester. In hoeverre het een positief effect heeft op de bedrijfseconomie is lastig te voorspellen. Het zal in ieder geval niet tot een negatief effect leiden.
19b	Vervallen van maatregelen omtrent stimulering vanggewassen	0/+	Bij deze maatregel geldt de aanname dat de korting van de N-gebruiksnorm vervalt. De maatregel heeft dan ook met name impact op bedrijven die nu een N-korting kregen door late inzaai van het vanggewas. In hoeverre het een positief effect heeft op de bedrijfseconomie is lastig te voorspellen. Het zal in ieder geval niet tot een negatief effect leiden.
19c	Vervallen van maatregelen omtrent maisteelt op zand- en lössgrond	+	Deze maatregel heeft vooral impact op bedrijven met veel mais. Verwacht wordt dat de kosten afnemen door minder verplichtingen omtrent vanggewassen.
19d	Vervallen van maatregelen omtrent groene teelt rustgewas	+	Bij deze maatregel geld de aanname dat verplichting van vanggewas na korte groente teelt vervalt terwijl korte groente teelt nog wel als rustgewas telt en daarmee kostenverlagend. Mogelijk resulteert dit ook in een hoger opbrengst door het vervallen van een vaste oogstdatum (als gevolg van de deadline m.b.t. het inzaaidatum vanggewassen.

19e	Vervallen maatregelen omtrent het scheuren van weidegrond	+	De maatregel resulteert in meer mogelijkheden voor gewasrotatie (stikstofbehoeftige gewassen mogen ook andere worden), waardoor dit een positief effect kan hebben op de bedrijfseconomie.
20	Afvoeren van gewasresten van suikerbieten en granen	-	Het verplicht afvoeren van gewasresten resulteert in een extra werkgang. Stro kan verkocht worden (gebeurt meestal al, economisch voordelig, behalve als dan extra compost nodig is voor het pijl houden van het organisch stofgehalte). De gewasresten van suikerbiet hebben geen directe waarde waardoor er buiten extra werkgang kosten ook mogelijk kosten voor het verwerken/transporteren/afzetten van de gewasresten gemaakt moeten worden. Verwerken van suikerbiet resten gebeurt nog niet op grote schaal waardoor bij directe verplichting zonder opzet van verwerkingsmogelijkheden kosten voor afvoer verder kunnen toenemen.
21	Toevoegen houtige materialen op zand- en lössgrond	-	Het toevoegen van houtige materialen vraagt om een extra werkgang en de kosten van het materiaal. De kosten zullen toenemen indien de vraag ook toeneemt.
22	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 1)	-/0	Met oplopende graslandnorm moeten meer bedrijven maatregelen nemen. Vanaf een graslandnorm van 0,25 ha/GVE moet meer dan 10% van de bedrijven maatregelen nemen, bij een norm van 0,4 ha/GVE is dat meer dan de helft van de bedrijven (Oltmer en Daatselaar, 2024). Op basis van de berekeningen in de quick-scan is geconcludeerd dat extensivering via een krimp van de veestapel doorgaans tot meer inkomensverlies leidt dan de uitbreiding van het areaal grasland. Daarnaast is het vastzetten van het areaal bouwland verbonden met een groter inkomensverlies dan wanneer het areaal bouwland flexibel is, dus wanneer bouwland kan worden omgezet naar grasland.
23	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 2)	-/0	Met oplopende graslandnorm moeten meer bedrijven maatregelen nemen. Vanaf een graslandnorm van 0,25 ha/GVE moet meer dan 10% van de bedrijven maatregelen nemen, bij een norm van 0,4 ha/GVE is dat meer dan de helft van de bedrijven (Oltmer en Daatselaar, 2024). Op basis van de berekeningen in de quick-scan is geconcludeerd dat extensivering via een krimp van de veestapel doorgaans tot meer inkomensverlies leidt dan de uitbreiding van het areaal grasland. Daarnaast is het vastzetten van het areaal bouwland verbonden met een groter inkomensverlies dan wanneer het areaal bouwland flexibel is, dus wanneer bouwland kan worden omgezet naar grasland.
24	Verbod uitspoelingsgevoelige teelten	--	Voor de bedrijven op uitspoelingsgevoelige gronden in de zand- en lössregio met uitspoelingsgevoelige teelten is de economisch impact groot, omdat de bedrijfsvoering (o.a. het bouwplan) moet worden aangepast (andere teelten met lagere opbrengsten).
25	Aanleg van met ijzerzand omhulde drains	-	Het betreft hier de kosten voor aanleg, materiaal en onderhoud.
26	Beperken najaarsbeweiding voor de melkveehouderij	-	Er zijn extra kosten voor maaien (er moet meer gras gemaaid worden) en er is mogelijk meer mestopslag nodig doordat het vee een kortere periode buiten is.
27	Doelsturing (N-residu) na de oogst	- /+	De impact is sterk afhankelijk van huidige situatie en bedrijfsvoering. Op landbouwpercelen waar het N-residu hoog is zal doelsturing negatiever uitpakken dan landbouwpercelen met een lager N-residu en doelsturing tot meer bewegingsvrijheid leidt. Daarnaast zijn er nog bemonstering- en analysekosten van het laboratoria.
28	Doelsturing (N-bodemoverschot)	- /+	De impact is sterk afhankelijk van huidige situatie en bedrijfsvoering. Op bedrijven waar het N-overschot hoog is zal doelsturing negatiever uitpakken dan bedrijven met een lager N-overschot en doelsturing tot meer bewegingsvrijheid leidt. Daarnaast zijn er mogelijk nog aanvullende metingen nodig voor b.v. de administratie.
29	Uitrijperiode vast mest op bouwland zonder inwerkplicht	0/+	De impact beperkt van de maatregel is beperkt, maar vanuit de gedacht dat meer keuzeruimte nooit negatief zal zijn, zal dit een positief effect kunnen hebben.
30	Brede beekdalen	-/0	De impact is sterk afhankelijk hoe de bijbehorende regeling eruit komt te zien.
31	Stimuleren strorijke mest	-/0	Bij verplicht gebruik kan het nadelig zijn (optioneel gebruik heeft geen impact want dan kan boer zelf kiezen of ze het waard vinden). Bij 1 op 1 vervanging drijfmest --> strorijke mest zorgt voor toename mestkosten doordat strorijke mest duurder is en er meer N kunstmest nodig is door lagere direct beschikbare N uit strorijke mest t.o.v. drijfmest.
32	Differentiatie uitrijperiode dierlijke mest	0/+	Directe impact niet duidelijk. Versoepeling van de regels zal mogelijk licht positief kunnen uitpakken doordat de agrariër flexibeler is om dierlijke mest uit te rijden (en dus meer tijdsruimte is om de dierlijke mest op land te krijgen).
33	Aanpassen N-gebruiksnorm van een hoofdgewas volgend op een vanggewas	-	Door de maatregel wordt de mestplaatsingsruimte bij veehouderij kleiner waardoor de mestafzetkosten hoger zullen worden.

34	Fosfaatgebruiksnorm compost	0	De maatregel verkleint de concurrentie tussen mest en compost gebruik.
35	Aanpassen N-gebruiksnorm natuurgronden	0	De maatregel kan de mestmarkt beïnvloeden als de lagere stikstofgebruiksnorm zorgt voor vervanging van stikstof uit dierlijk door stikstof uit kunstmest om betere werking van stikstof te krijgen door gelimiteerde ruimte (kunstmest heeft vaak een hogere nutriënten efficiëntie (NUE). Als deze vervanging niet aan orde is en zelfde hoeveelheid stikstof uit dierlijk wordt gebruikt, is de impact beperkt.
36	Beperken startgift o.b.v. N-mineraal	-	Indien de mestplaatsingsruimte wordt beperkt bij een bepaalde N-min gehalte zal dit een negatieve economische impact hebben. Ook zijn er kosten verbonden aan de bemonstering en analyse.
37	Aanpassen bouwland (gewasrotatie)	+	De maatregel heeft een positief impact op de bedrijfseconomie door meer flexibiliteit in de rotatie. Ook zullen er minder inzaaikosten zijn doordat er minder gescheurd hoeft te worden.
38	Aanpassen bemesting en inzaai gras en maisteelt	0	De maatregel heeft een verwaarloosbaar effect op de bedrijfsvoering (en de kosten).
39	Aanpassen uitrijperiode voor grasland	+	Met name positief voor de veehouderij (minder mestopslagcapaciteit). De impact voor de akkerbouw is lastiger, aangezien er wel meer tijd is voor het plaatsen van de mest. Echter kan het zo zijn dat prijzen die akkerbouwers toe krijgen voor mestacceptatie minder hoog zijn als er minder druk op de mestmarkt zit en dus minder opbrengsten per ton opbrengst voor de akkerbouw/tuinbouw.
40	Aanpassen N-gebruiksnorm na scheuren grasland	-/0	Een lagere plaatsingsruimte kan de mestafzet beperken op de volgteelten. De impact op de gewasopbrengst is niet meegenomen, aangezien in de huidige situatie de N-gebruiksnorm overwegend onder het advies ligt en de verwachting is dat dit niet veel impact zal hebben.
41	Aanleg peilgestuurde drainage	-	Het betreft hier hoge investeringskosten.
42	Niet kerende grondbewerking	0	De maatregel heeft een verwaarloosbaar effect op de bedrijfsvoering (en de kosten).
43	Bedrijfsspecifieke doelsturing in NV-gebied	-/+	De impact is sterk afhankelijk van huidige situatie en bedrijfsvoering. Op landbouwpercelen waar het N-residu (of N-bodemoverschot) hoog is zal doelsturing negatiever uitpakken dan landbouwpercelen met een lager N-residu (of N-bodemoverschot) en doelsturing tot meer bewegingsvrijheid leidt. Daarnaast zijn er nog bemonstering- en analysekosten van het laboratoria en administratiekosten.
44	Evenwichtsbemesting voor stikstof	-	De maatregel resulteert hoogstwaarschijnlijk tot een lagere mestplaatsingsruimte.
45	Stimuleren gebruik aardappelrassen	-/+	De maatregel kan impact hebben op de prijzen en de kosten van de bemesting. Het is echter lastig aan te geven of het uiteindelijk een positief of negatief effect heeft.
46	Opvullen gebruiksnorm dierlijke mest	0	Op grasland in de melkveehouderij wordt al zoveel mogelijk dierlijke mest geplaatst als mogelijk door de hoge afzetkosten. Stimuleren van dierlijke mest is niet noodzakelijk aangezien afzetkosten voor veehouders al heel hoog liggen dus zoveel mogelijk zelf wordt gebruikt (in veehouderij kan niet zoveel geplaatst worden dus voornamelijk afgezet extern). Voor akkerbouw is dit niet altijd mogelijk binnen de fosfaatnorm. Het gebruik van dierlijke mest in de akkerbouw/tuinbouw is al relatief hoog binnen de mogelijkheden van het bedrijf doordat ze geld toekrijgen voor mestplaatsing.
47	Verwerkingscapaciteit vergroten	-/+	Afhankelijk van de kosten mestverwerking en het eindproduct. Indien voor aantrekkelijke prijs meer mestproducten (dunne en dikke fractie, specifieke verhouding etc.) beschikbaar zijn zal dit enkel positief of neutraal uitpakken. Aangezien terug naar uitgangpositie (onbewerkte mest) ook mogelijk blijft.
48	Meer mestplaatsingsruimte creëren	-/+	Hierbij geldt de aanname dat meer mestplaatsingsruimte er minder druk op mestmarkt is, Voor melkveehouderij dalen de kosten voor mestafzet, de akkerbouw/tuinbouw krijgen minder geld toe mest voor mestacceptatie.
49	Geen kalenderlandbouw	0	De maatregel is te vaag omschreven om een kwalitatieve beoordeling te geven van het effect op de bedrijfseconomie.
50	druppelbemesting	-	Het betreft hier de kosten voor aanleg van het systeem.
51	Rijenbemesting	0	Economisch gezien is het niet gunstig om dierlijke mest in de rij te geven, het nut zit in kunstmestreductie door hogere efficiëntie en daarmee lagere input kosten.

5 Inpasbaarheid op bedrijfsniveau

In dit hoofdstuk is per maatregel een kwalitatief oordeel gegeven van de inpasbaarheid van de maatregel op bedrijfsniveau. In tabel 5.1 is een kwalitatieve beoordeling gegeven van de maatregelen die door het Ministerie van LVVN zijn aangeleverd. Bij de inpasbaarheid van de maatregel zijn de eventuele kosten/opbrengsten niet meegenomen (deze zijn in hoofdstuk 4 reeds meegenomen).

De scores in tabel 5.1 kunnen als volgt worden geïnterpreteerd:

++	maatregel is zeer goed inpasbaar in de bedrijfsvoering
+	maatregel is goed inpasbaar in de bedrijfsvoering
0/+	maatregel heeft geen effect op de bedrijfsvoering, indien dit wel is, is deze goed inpasbaar
0	maatregel heeft geen effect op de bedrijfsvoering
-/+	maatregel kan zowel een negatief als positief effecten hebben op de bedrijfsvoering, afhankelijk van de lokale situatie
-/0	maatregel heeft geen effect op de bedrijfsvoering, indien er wel is, is deze niet goed inpasbaar
-	maatregel is lastig inpasbaar in de bedrijfsvoering
--	maatregel is zeer lastig inpasbaar in de bedrijfsvoering

Het is belangrijk om in ogenschouw te houden dat het niet mogelijk is om de beoordeling van de individuele maatregelen onderling te vergelijken. Dit betekent dat een + bij maatregel *x* niet altijd dezelfde orde van grootte heeft als een + bij een maatregel *y*. De tabel kan daarom ook alleen horizontaal geïnterpreteerd worden. Daarnaast is de beoordeling sterk afhankelijk welke uitgangspunten gekozen zijn voor de beoordeling (b.v. de referentiesituatie) en is het effect op de inpasbaarheid bedrijfsspecifiek waardoor een maatregel zowel negatief als positief kan uitpakken.

Tabel 5.1 *Kwalitatieve beoordeling van de inpasbaarheid van individuele maatregelen op bedrijfsniveau, aangeleverd door het Ministerie van LVVN.*

Nr.	Maatregel	Oordeel	Toelichting
1	Actualisatie N-gebruiksnorm	+	Maatregel is goed inpasbaar, hoewel er een mogelijkheid is dat bij de melkveehouderij beweiding in het gedrang komt of dat er te weinig ruwvoer geteeld kan worden.
2	Vervallen 20% korting N-gebruiksnorm in NV-gebieden	++	Maatregel is goed inpasbaar.
3	Actualisatie P-gebruiksnorm	+	De maatregel heeft gevolgen voor inzet van drijfmest per gewas, maar is inpasbaar.
4	N-gebruiksnorm voor groenbemesters op nul	-	Negatief effect voor de bedrijfsvoering is dat na gewassen, die weinig N in de bodem nalaten (o.a. graan), er minder organische stof wordt geleverd door de groenbemester. Dit zou echter weer op te vangen zijn door de inzaai van vlinderbloemige groenbemesters. De reden om groenbemester te telen valt weg. Een groenbemester met succes telen is nodig voor bodemvruchtbaarheid.
5	Verlengen uitrijperiode voor grasland	++	Goed inpasbaar mits omstandigheden gunstig zijn.
6	Vervroegen periode voor scheuren grasland	+	Het is prima uitvoerbaar om te scheuren in januari. Het is niet realistisch om te verwachten dat dan direct een N-behoeftig gewas geteeld wordt (in de wetgeving staat ' direct erna' een N-behoeftig gewas telen).
7	Aanleg randdammetjes op een perceel	-/+	Aanleg van randdammen is niet overal even gemakkelijk in te passen, maar het is inpasbaar. Aandachtspunt is dat de randdammetjes vervolgens niet platgereden worden.
8	Gebruik van gitterrollen in de ruggenteelt	-/+	Bij directe rugopbouw werkt deze maatregel prima. Veel telers doen echter gefaseerde rugopbouw. Het ruiger wegleggen van de rug heeft mogelijk t.o.v. aanaardkap voordelen bij wateropname maar is nadelig bij werking bodemherbiciden.
9	Bufferstroken: minimaal 0,5 meter	++	Een bufferstrook kost productieoppervlakte, maar is goed inpasbaar in de bedrijfsvoering.
10	Bufferstroken: minimaal 3 meter	+	een bufferstrook kost productieoppervlakte, maar is goed inpasbaar in de bedrijfsvoering.

11	Bufferstroken: minimaal 3 meter met calcium en kalium bemesting	+	idem als bij maatregel 9. Geen verschil in aanpasbaarheid in de bedrijfsvoering vanwege de mogelijkheid tot het bemesten met calcium en kalium.
12	Aanleg van een infiltratiegreppel	-/+	Een infiltratiegreppel is nog geen gangbare praktijk. Bij WUR-OT is nog weinig info bekend hoe deze exact aangelegd moet worden/wat de duurwerking is.
13	Verplichte inzaai vanggewassen	Klei – Overig +	T.o.v. de huidige situatie (verplicht vanggewas per 1 okt) zal deze maatregel op zand- en lössgrond ertoe leiden dat gewassen niet meer vroegtijdig hoeven te worden geoogst (gunstig voor de bedrijfsvoering). Op kleigronden (op dit moment geen verplichting tot een vanggewas) zal het waarschijnlijk leiden tot meer vanggewassen, maar de randvoorwaarde dat het vanggewas moet blijven staan tot 4 weken voor de volgende teelt is een knelpunt, omdat met name op zwaardere gronden de hoofdgrondbewerking vaak in de herfst/winter plaatsvindt.
14	Aanpassen bouwplan (75% beteelt in winterperiode)	-/+	Op zand en lössgrond is een vanggewas al verplicht c.q. wordt gestimuleerd, daar zal het mogelijk minder impact hebben op de bedrijfsvoering. Op kleigrond werkt deze maatregel niet i.v.m. de hoofdgrondbewerking voorafgaand aan de winter. Het is een limitatie in de bedrijfsvoering, maar een aantal bouwplannen zal hier met de inzaai van het vanggewas wel al aan voldoen.
15	Strokenteelt in Zuid-Limburg	-	Theoretisch is het mogelijk. Bezwaren zijn er vanuit de praktische benadering. Het openklappen van een spuit is op de helling lastig, sommige hellingen zullen ook te stijl zijn om dwars over te rijen (bijv. met volle kiepwagens), de aanleg van de bewerkrichting dwarsover is niet altijd even praktisch.
16	Aanpassen bouwplan (40% niet uitspoelingsgevoelige gewassen) in de Zand- en Lössregio	-/0	Op een deel van de akkerbouwbedrijven op zand en löss zal het percentage van 40% al worden gehaald. Alleen voor intensieve bedrijven met weinig tot geen graan (o.a. intensieve tuinbouw, gespecialiseerde aardappelbedrijven, e.d.) zal het een aanpassing vergen (met name zuidoostelijk zandgebied).
17	Aanpassen bouwplan (1:3 rotatie bouwlandpercelen) op zand- en Lössgronden	+	De maatregel zal effect hebben op het bouwplan en de bedrijfsvoering, maar is wel inpasbaar. Akkerbouwers hebben nu hun mechanisatie/ bewaar faciliteiten afgestemd op hun bouwplan. Daar kruist deze maatregel dan doorheen.
18	Aanpassen bouwplan (1:2 rotatie diepwortelende gewassen) in het Lössgebied	+	Op akkerbouwbedrijven in het lössgebied worden doorgaans graan, suikerbieten en aardappelen geteeld. Daarom zal er doorgaans met het huidige bouwplan al een afwisseling van diepwortelende gewassen (graan en suikerbieten) en ondiep wortelende gewassen (aardappelen en mais) plaatsvinden.
19	Vervallen maatregelen met verplichte inzaai- of oogstdatum voor:		
19a	Vervallen van maatregelen omtrent stikstofgebruiksnormen en groenbemester	++	Het vervallen van voorwaarden maakt teelt eenvoudiger.
19b	Vervallen van maatregelen omtrent stimulering vanggewassen	++	Het vervallen van voorwaarden maakt teelt eenvoudiger.
19c	Vervallen van maatregelen omtrent maisteelt op zand- en lössgrond	++	Het vervallen van voorwaarden maakt teelt eenvoudiger.
19d	Vervallen van maatregelen omtrent groene teelt rustgewas	++	vervallen voorwaarden maakt teelt eenvoudiger.
19e	Vervallen maatregelen omtrent het scheuren van weidegrond	++	Het vervallen van voorwaarden maakt teelt eenvoudiger.
20	Afvoeren van gewasresten van suikerbieten en granen	-/+	Bladafvoeren bij suikerbiet bestaat niet in de praktijk op commerciële schaal. Het is dus niet een maatregel die snel implementeert kan worden. Daarnaast kan nog eventuele structuurschade optreden bij zware machines in de wintermaanden Bij granen is het gebruikelijk om stro af te voeren.
21	Toevoegen houtige materialen op zand- en lössgrond	-/+	Het houtig materiaal moet versnipperd worden en goed door de bouwvoor gemengd worden. Dat kan structuurderving veroorzaken en kan onwenselijk zijn. Als dat goed uitvoerbaar is, dan is er voor de maatregel om praktische redenen geen bezwaar. Verder is de beschikbaarheid van materiaal van belang. In geval van stro zou de akkerbouwer zijn eigen stro kunnen gebruiken. Dat gebeurt nu ook al in 40-50% van het graanareaal. Het wordt dan wel in de graanstoppel ingewerkt, terwijl je dat misschien liever zou gebruiken na gewassen die meer stikstof nalaten. N-immobilisatie is een biologisch proces, dus ook niet te laat in de herfst op de grond brengen.

22	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 1)	0/+	Met oplopende graslandnorm moeten meer bedrijven maatregelen nemen. Vanaf een graslandnorm van 0,25 ha/GVE moet meer dan 10% van de bedrijven maatregelen nemen, bij een norm van 0,4 ha/GVE is dat meer dan de helft van de bedrijven (Oltmer en Daatselaar, 2024). Mogelijke maatregel is het omzetten van bouwland naar grasland, verkleinen van de veestapel of meer grond aanwerven (b.v. via pachten). Bij de beoordeling is ervan uitgegaan dat deze maatregelen voor de bedrijven uitvoerbaar zijn (los van het economisch aspect).
23	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 2)	0/+	Met oplopende graslandnorm moeten meer bedrijven maatregelen nemen. Vanaf een graslandnorm van 0,25 ha/GVE moet meer dan 10% van de bedrijven maatregelen nemen, bij een norm van 0,4 ha/GVE is dat meer dan de helft van de bedrijven (Oltmer en Daatselaar, 2024). Mogelijke maatregel is het omzetten van bouwland naar grasland, verkleinen van de veestapel of meer grond aanwerven (b.v. via pachten). Bij de beoordeling is ervan uitgegaan dat deze maatregelen voor de bedrijven uitvoerbaar zijn (los van het economisch aspect).
24	Verbod uitspoelingsgevoelige teelten	+	De maatregel is uitvoerbaar, hoewel economisch de impact zeer groot kan zijn.
25	Aanleg van met ijzerzand omhulde drains	+	Praktisch is de maatregel uitvoerbaar.
26	Beperken najaarsbeweiding voor de melkveehouderij	+	Praktisch is de maatregel uitvoerbaar.
27	Doelsturing (N-residu) na de oogst	+	In hoeverre de maatregel inpasbaar is hangt af van de wijze waarop de doelsturing geïmplementeerd gaat worden. De verwacht is dat op maatregel op zich uitvoerbaar is.
28	Doelsturing (N-bodemoverschot)	+	In hoeverre de maatregel inpasbaar is hangt af van de wijze waarop de doelsturing geïmplementeerd gaat worden. De verwacht is dat op maatregel op zich uitvoerbaar is.
29	Uitrijperiode vast mest op bouwland zonder inwerkplicht	0/+	De impact is beperkt. Meer keuzeruimte is in principe niet negatief behalve als het een verplichting wordt. De wens om vaste mest niet in te werken komt vaak bij voorlopers naar voren. De vraag is wel waarom deze maatregel wenselijk is. Het uitrijden zorgt voor een extra rijspoor op het perceel en dat is negatief voor gewasopbrengst.
30	Brede beekdalen	--	De maatregel heeft grote gevolgen voor bedrijfsvoering omdat je op deze gronden iets anders moet dan de meeste bedrijven nu doen.
31	Stimuleren strorijke mest	-/0	Beschikbaarheid van deze meststromen is limiterend. Daarnaast kan de fosfaatruimte limiterend zijn en belemmerend zijn voor de implementatie.
32	Differentiatie uitrijperiode dierlijke mest	+	Om praktische redenen kan vroeger uitrijden handig zijn, qua inpasbaarheid zit er geen belemmering op.
33	Aanpassen N-gebruiksnorm van een hoofdgewas volgend op een vanggewas	+	De maatregel is prima in te passen.
34	Fosfaatgebruiksnorm compost	++	De maatregel is goed in te passen.
35	Aanpassen N-gebruiksnorm natuurgronden	+	De maatregel is prima in te passen.
36	Beperken startgift o.b.v. N-mineraal	-	De maatregel vergt getimede monstername en vraagt veel werk om het goed te doen. Ook zijn er vragen omtrent de borging van de systemen. In het voorjaar zijn de waardes over het algemeen laag en kan er een discussie ontstaan over toegevoegde waarde. Monitoringssystemen zitten vaak aan de veilige kant qua geadviseerde giften en ook daar ontstaat weer de vraag of er toegevoegde waarde is.
37	Aanpassen bouwland (gewasrotatie)	+	De maatregel resulteert in meer flexibiliteit in rotatie.
38	Aanpassen bemesting en inzaai gras en maisteelt	0	De maatregel heeft een verwaarloosbaar effect op de bedrijfsvoering.
39	Aanpassen uitrijperiode voor grasland	+	Het geeft meer flexibiliteit in de bedrijfsvoering.
40	Aanpassen N-gebruiksnorm na scheuren grasland	+	De maatregel is prima in te passen in de bedrijfsvoering.
41	Aanleg peilgestuurde drainage	-/+	De maatregel is niet voor alle percelen geschikt. Praktisch aspecten van wateraanvoer naar akkerbouwgebieden moeilijk in te schatten.
42	Niet kerende grondbewerking (NKG)	Löss + Zand 0	Op lösss heeft NKG een positief effect op erosievermindering en is het om die reden een verplichting op gronden een bepaalde hellingshoek. Op zandgronden kent NKG als verplichting soms voordelen maar ook belemmeringen.
43	Bedrijfsspecifieke doelsturing in NV-gebied	+	In hoeverre de maatregel inpasbaar is hangt af van de wijze waarop de doelsturing geïmplementeerd gaat worden. De verwacht is dat op maatregel op zich uitvoerbaar is.

44	Evenwichtsbemesting voor stikstof	-/+	Om antwoord te kunnen geven is meer informatie nodig op welke manier de evenwichtsbemesting ingevuld gaat worden.
45	Stimuleren gebruik aardappelrassen	0	De telers zijn afhankelijk van afnemers. Die eisen bepaalde rassen. Daarnaast is het nieuwe rassenpakket niet altijd in het bezit van alle gewenste resistenties etc.
46	Opvullen gebruiksnorm dierlijke mest	0	Op grasland in de melkveehouderij wordt al zoveel mogelijk dierlijke mest geplaatst als mogelijk door de hoge afzetkosten. Stimuleren van dierlijke mest is niet noodzakelijk aangezien afzetkosten voor veehouders al heel hoog liggen dus zoveel mogelijk zelf wordt gebruikt (in veehouderij kan niet zoveel geplaatst worden dus voornamelijk afgezet extern). Voor akkerbouw is dit niet altijd mogelijk binnen de fosfaatnorm. Het gebruik van dierlijke mest in de akkerbouw/tuinbouw is al relatief hoog binnen de mogelijkheden van het bedrijf doordat ze geld toekrijgen voor mestplaatsing.
47	Verwerkingscapaciteit vergroten	0	In hoeverre de maatregel inpasbaar is hangt af van de wijze waarop de maatregel zal worden uitgevoerd.
48	Meer mestplaatsingsruimte creëren	+	In hoeverre de maatregel inpasbaar is hangt af van de wijze waarop de maatregel zal worden uitgevoerd. De verwacht is dat op maatregel op zich uitvoerbaar is.
49	Geen kalenderlandbouw	+	In hoeverre de maatregel inpasbaar is hangt af van de wijze waarop de maatregel zal worden uitgevoerd. Ervan uitgaande dat dit tot meer flexibiliteit bij de ondernemer leidt, zal deze maatregel inpasbaar zijn.
50	druppelbemesting	-	De maatregel vergt veel aandacht van teler. Aanleg ervan, controle op lekkage in het seizoen (ervan uitgaande dat het een dripirrigatiesysteem is).
51	Rijenbemesting	0/+	Als uitgangspunt is genomen dat het hierbij om rijenbemesting van stikstof. In dat geval zijn positieve effecten te verwachten bij mais en suikerbieten. Overigens is rijenbemesting met kunstmest-N al gangbare praktijk (zeker bij mais).

1) WUROT = business unit Open teelten van Wageningen University & Research

6 Modelberekeningen

In dit hoofdstuk is per maatregel aangegeven in hoeverre de maatregel kan worden doorgerekend met de verschillende modellen die gebruikt kunnen worden voor een kwantitatieve beoordeling van het effect van maatregelen op de waterkwaliteit en de bedrijfseconomie. Dit zal van toepassing zijn in vervolgfases van het Ex Ante-onderzoek. In bijlage 2 is een korte beschrijving gegeven van de modellen INITIATOR, WOG-WOD, ANIMO/LWKM en FARMDYN:

INITIATOR ➔ INITIATOR wordt gebruikt voor de berekening van mineralenbalansen op gebiedsniveau. Het model simuleert de verdeling van mest en houdt rekening met aanvoer van dierlijke mest (van het eigen bedrijf of via mesttransport) en kunstmest, wettelijke gebruiksnormen, het gewastype en de bodemeigenschappen.

WOG-WOD ➔ Berekeningen met WOG-WOD zijn gericht op het verkennen van de consequenties van maximale benutting van de toegelaten N-gebruiksnormen gegeven het organische mestgebruik in relatie tot de nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater. De N- en P-belasting naar het oppervlaktewater kan niet met het WOG-WOD model worden doorgerekend.

ANIMO/LWKM ➔ De ANIMO-module wordt gebruikt om nitraatconcentraties in het grondwater en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden te berekenen. Hierbij maakt ANIMO/LWKM gebruik van de met INITIATOR berekende mestgiften en van de QuadMod/Mebot module voor de berekening van de gewasopname en gewasresten.

FARMDYN ➔ FARMDYN is een bio-economisch bedrijfsmodel gekoppeld aan individuele bedrijven uit het Bedrijven Informatie Net (BIN) van WEcR. Op basis van aanvullende data uit handboeken, experts en literatuur worden de mogelijke veranderingen in de bedrijfsvoering gemodelleerd (bouwplan, bemestingsplan, voederrantsoen en investeringen) en gerelateerde veranderingen in het bedrijfseconomisch resultaat. Afhankelijk van de maatregel en de complexiteit kan ook buiten FARMDYN om worden gekeken naar economische kosten- en opbrengsten op bedrijfsniveau.

In tabel 6.1 is aangegeven in welke mate de beschreven modellen geschikt zijn om het effect van de maatregel op de waterkwaliteit (nitraatconcentraties grondwater, N- en P-belasting van het oppervlaktewater) en de economische effecten op bedrijfsniveau door te rekenen. Ook is bij een aantal maatregelen aangegeven welke aanvullende informatie nodig is om het effect van de maatregel te kunnen doorrekenen. Als een model niet geschikt is om de maatregel door te rekenen, is het model niet opgenomen in de lijst. Met het model WOGWOD is het bijvoorbeeld niet mogelijk om het effect van de maatregel '*Actualisatie P-gebruiksnorm'* door te rekenen. Daarnaast is voor een aantal maatregelen wel mogelijk om een (kwantitatief) effect te bepalen, maar niet met de genoemde modellen. Voorbeeld is de maatregel *'verlengen uitrijperiode voor grasland'*. Voor het kwantificeren van het effect is het mogelijk om (o.b.v. expert judgement) een analyse uit te voeren aan de hand van uitspoelrisico's op basis van neerslag- en temperatuurpatronen over een reeks van ca 50 jaar.

Tabel 6.1 *Mate van de toepasbaarheid van modellen per maatregel*

Nr.	Maatregel	Modellen	Toelichting
1	Actualisatie N-gebruiksnorm	INITIATOR WOGWOD ANIMO FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel is goed door te rekenen door de gewijzigde gebruiksnorm in het model te hanteren. **WOG-WOD →** Maatregel is goed door te rekenen voor de nitraatconcentraties in grondwater. **ANIMO →** Maatregel is goed door te rekenen voor de nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van oppervlaktewater door de INITIATOR resultaten aan het model op te leggen. **FARMDYN →** Maatregel is door te rekenen. Hiervoor is een update van de N-respons curves en de nieuwe gebruiksnormen nodig.
2	Vervallen 20% korting N-gebruiksnorm in NV-gebieden	INITIATOR WOGWOD ANIMO FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel is goed door te rekenen door de korting in gebruiksnormen te laten vervallen. **WOG-WOD →** Maatregel is goed door te rekenen voor de nitraatconcentraties in grondwater. **ANIMO →** Maatregel is goed door te rekenen voor de nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van oppervlaktewater door de INITIATOR resultaten aan het model op te leggen. **FARMDYN →** maatregel is door te rekenen door het effect op de (extra) mestplaatsingsruimte te bepalen. Extra inkomen door hogere opbrengsten zijn lastiger te kwantificeren aangezien deze onbekend zijn.
3	Actualisatie P-gebruiksnorm	INITIATOR ANIMO FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel is goed door te rekenen door de korting in gebruiksnormen door het aanpassen van de P-gebruiksnorm. **ANIMO →** maatregel is goed door te rekenen, maar er is een actueel overzicht nodig van de fosfaatklasse per perceel. **FARMDYN →** maatregel is door te rekenen door het effect op de (verminderde) mestplaatsingsruimte te bepalen. Daarnaast moet er een aannames t.a.v. de gewasopbrengst gedaan worden.
4	N-gebruiksnorm groenbemesters op nul	INITIATOR ANIMO FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel is goed door te rekenen door geen gebruiksnorm te hanteren voor het volggewas (nateelt). Afstemming met ANIMO is nodig voor het tijdsaspect. **ANIMO →** Maatregel is door te rekenen. Er is een actueel overzicht nodig van de teelt van een groenbemester en de bijbehorende gebruiksnorm per perceel. **FARMDYN →** Maatregel is door te rekenen door een lageren N-gebruiksnorm voor een bouwplan door te rekenen. Er moet nog een aanname gemaakt worden t.a.v. de gewasopbrengst.
5	Vervroegen uitrijperiode voor grasland	-	Geen berekening met procesmodellen, maar een analyse aan de hand van risico's op basis van neerslag- en temperatuurpatronen over een reeks van ca 50 jaar (**expert- judgement**).
6	Verlengen periode voor scheuren grasland	-	Geen berekening met procesmodellen, maar een analyse aan de hand van risico's maar risico benadering op basis van neerslag- en temperatuurpatronen over een reeks van ca 50 jaar (**expert- judgement**).
7	Aanleg randdammetjes op een perceel	FARMDYN	**FARMDYN →** Aanname dat er geen effect is op de gewasopbrengst. Er moet een schatting gemaakt worden van de kosten voor aanleg, onderhoud en ruimtebeslag.
8	Gebruik van gitterrollen in de ruggenteelt	FARMDYN	**FARMDYN →** Aanname dat er geen effect is op de gewasopbrengst. Er moet een schatting gemaakt worden van de kosten voor aanschaf en eventuele extra handeling.
9	Bufferstroken: minimaal 0,5 meter	INITIATOR *ANIMO* FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel goed door te rekenen door het effect op de N-gebruiksruimte te berekenen (plaatsingsruimte). **ANIMO →** Het effect op uit- en afspoeling kan geschat worden m.b.v. vuistregels (**expert-judgement)** op basis van modelresultaten met ANIMO. **FARMDYN →** Maatregel is door te rekenen. Er is inzicht nodig in het areaal bufferstrook in de huidig situatie en de situatie na invoering van de maatregel. Het effect op de economie is o.a. sterk afhankelijk van de hoeveelheid sloten (bedrijfsspecifiek).
10	Bufferstroken: minimaal 3 meter	INITIATOR *ANIMO* FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel goed door te rekenen door het effect op de N-gebruiksruimte te berekenen (plaatsingsruimte). **ANIMO →** Het effect op uit- en afspoeling kan geschat worden m.b.v. vuistregels (**expert-judgement)** op basis van modelresultaten met ANIMO. **FARMDYN →** Maatregel is door te rekenen. Er is inzicht nodig in het areaal bufferstrook in de huidig situatie en de situatie na invoering van de maatregel. Het effect op de economie is o.a. sterk afhankelijk van de hoeveelheid sloten (bedrijfsspecifiek).

11	Bufferstroken: minimaal 3 meter met calcium en kalium bemesting	INITIATOR *ANIMO* FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel goed door te rekenen door het effect op de N-gebruiksruimte te berekenen (plaatsingsruimte). **ANIMO →** Het effect op uit- en afspoeling kan geschat worden m.b.v. vuistregels (**expert-judgement)** op basis van modelresultaten met ANIMO. **FARMDYN →** Maatregel is door te rekenen. Er is inzicht nodig in het areaal bufferstrook in de huidig situatie en de situatie na invoering van de maatregel. Het effect op de economie is o.a. sterk afhankelijk van de hoeveelheid sloten (bedrijfsspecifiek).
12	Aanleg van een infiltratiegreppel	FARMDYN	Het effect van de maatregel op de waterkwaliteit is niet met procesmodellen te bepalen, maar op basis van **expert judgement.** **FARMDYN →**. Er moet een schatting gemaakt worden van de investeringskosten en onderhoudskosten (frezen of graven en huren werktuig). De kosten zijn bedrijfsspecifiek (o.a. afhankelijk van de hoeveelheid sloten, en aan te leggen greppels).
13	Verplichte inzaai vanggewassen	WOGWOD *ANIMO* FARMDYN	**WOGWOD →** De maatregel kan worden doorgerekend met WOGWOG. De effectiviteit hangt mede af of de N-bemesting ook wordt aangepast (ter omvang van de N-nalevering door het ondergewerkte vanggewas). **ANIMO →** Het effect van de maatregel op de nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van het oppervlaktewater kunnen mogelijk op basis van **expert-judgement** bepaald worden**.** **FARMDYN →** Maatregel kan doorgerekend worden door de kosten van de verplichte inzaai van een vanggewas te vergelijken met de huidige situatie.
14	Aanpassen bouwplan (75% beteelt in winterperiode)	WOGWOD ANIMO FARMDYN	**WOGWOD →** maatregel is door te rekenen door het aanpassen van het bouwplan. **ANIMO →** maatregel is door te rekenen door het aanpassen van het bouwplan. **FARMDYN →** maatregel is door te rekenen door uit te gaan van een wintergewas of vanggewas.
15	Strokenteelt in Zuid-Limburg	FARMDYN	**FARMDYN →** de maatregel resulteert in extra kosten door specifieke (extra) handelingen per ha.
16	Aanpassen bouwplan (40% niet uitspoelingsgevoelige gewassen) in de Zand- en Lössregio	INITIATOR WOGWOD ANIMO FARMDYN	Maatregel is goed door te rekenen met de genoemde modellen
17	Aanpassen bouwplan (1:3 rotatie bouwlandpercelen) op zand- en Lössgronden)	INITIATOR WOGWOD ANIMO FARMDYN	Maatregel is goed door te rekenen met de genoemde modellen
18	Aanpassen bouwplan (1:2 rotatie diepwortelende gewassen) in het Lössgebied	INITIATOR WOGWOD ANIMO FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel is lastig door te rekenen in verband met een hoog detail niveau. **WOGWOD, ANIMO, FARMDYN →** Maatregel is door te rekenen met de genoemde modellen, waarbij rekening moet worden gehouden met de beperkingen t.a.v. het detailniveau in INITIATOR.
19	Vervallen maatregelen met verplichte inzaai- of oogstdatum voor:		
19a	Vervallen van maatregelen omtrent stikstofgebruiksnormen en groenbemester	-	Maatregel is met de genoemde modellen niet door te rekenen.
19b	Vervallen van maatregelen omtrent stimulering vanggewassen	*ANIMO* FARMDYN	Het effect van de maatregel op de nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van het oppervlaktewater kunnen mogelijk op basis van **expert-judgement** bepaald worden. **FARMDYN →** Maatregel is beperkt door te rekenen
19c	Vervallen van maatregelen omtrent maisteelt op zand- en lössgrond	INITIATOR ANIMO FARMDYN	**INITIATOR/ANIMO →** Het effect van de maatregel op de nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van het oppervlaktewater kunnen worden doorgerekend. **FARMDYN →** Maatregel is door te rekenen door kostenverlaging te schatten
19d	Vervallen van maatregelen omtrent groente teelt rustgewas	ANIMO	ANIMO → Het effect van de maatregel op de nitraatconcentraties in het grondwater en de N- en P-belasting van het oppervlaktewater kunnen op basis van **expert-judgement** in combinatie met modelresultaten bepaald worden.
19e	Vervallen maatregelen omtrent het scheuren van weidegrond	-	Maatregel is niet door te rekenen
20	Afvoeren van gewasresten van suikerbieten en granen	WOGWOD ANIMO FARMDYN	Maatregel is door te rekenen met de genoemde modellen.

21	Toevoegen houtige materialen op zand- en lössgrond	-	Maatregel is niet door te rekenen
22	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 1)	INITIATOR WOGWOD FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel is redelijk goed door te rekenen. Technisch is het goed mogelijk, maar er moeten wel aannames gemaakt worden over de invulling via areaal of dieraantallen. **WOGWOD →** Maatregel is door te rekenen met WOGWOD-model als de verhouding gras en bouwland bekend zijn per norm. **ANIMO →** Maatregel is goed door te rekenen voor de nitraatconcentraties in grondwater en de N- en P-belasting van oppervlaktewater door de INITIATOR resultaten aan het model op te leggen. **FARMDYN →** maatregel is door te rekenen indien de uitgangspunten helder zijn.
23	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 2)	INITIATOR WOGWOD FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel is redelijk goed door te rekenen. Technisch is het goed mogelijk, maar er moeten wel aannames gemaakt worden over de invulling via areaal of dieraantallen. **WOGWOD →** Maatregel is door te rekenen met WOGWOD-model als de verhouding gras en bouwland bekend zijn per norm en bekend is welke bouwlandgewassen dan worden geteeld. **ANIMO →** Maatregel is goed door te rekenen voor de nitraatconcentraties in grondwater en de N- en P-belasting van oppervlaktewater door de INITIATOR resultaten aan het model op te leggen. **FARMDYN →** maatregel is door te rekenen indien de uitgangspunten helder zijn.
24	Verbod uitspoelingsgevoelige teelten	INITIATOR WOGWOD ANIMO FARMDYN	Maatregel is door te rekenen met **INITIATOR**, **WOGWOD** en **ANIMO**. Wel is dan nodig te weten welke niet-uitspoelingsgevoelige gewassen dan gaan worden geteeld i.p.v. uitspoelingsgevoelige gewassen. **FARMDYN →** maatregel is door te rekenen als er een bouwplan bekend is.
25	Aanleg van met ijzerzand omhulde drains	-	**ANIMO →** Effecten op P-uitspoeling op basis van expert judgement **FARMDYN →** Maatregel is door te rekenen op basis van een kostenanalyse.
26	Beperken najaarsbeweiding voor de melkveehouderij	Expert judgement FARMDYN	Geen berekening met procesmodellen, maar een analyse aan de hand van risico's op basis van neerslag- en temperatuurpatronen over een reeks van ca 50 jaar (**expert- judgement**) **FARMDYN →** maatregel is door te rekenen
27	Doelsturing (N-residu) na de oogst	- FARMDYN	Modellen voor waterkwaliteit (ANIMO) berekenen wel Nmin, maar zijn niet gevalideerd voor dit doel. **FARMDYN →** De impact is sterk afhankelijk van huidige situatie en bedrijfsvoering, waardoor het lastig is om de maatregel door te rekenen en/of alle benodigde informatie beschikbaar is (o.a. N-residu en N-bodemoverschot).
28	Doelsturing (N-overschot)	- FARMDYN	De modellen voor waterkwaliteit (**WOGWOD en ANIMO**) zijn niet gevalideerd voor dit doel. **FARMDYN →** De impact is sterk afhankelijk van huidige situatie en bedrijfsvoering, waardoor het lastig is om de maatregel door te rekenen en/of alle benodigde informatie beschikbaar is (o.a. N-residu en N-bodemoverschot).
29	Uitrijperiode vast mest op bouwland zonder inwerkplicht	WOGWOD	**WOGWOD →** Maatregel is door te rekenen met WOGWOD-model. Vraag is wel waarmee je de maatregel wilt vergelijken? Een bemesting met drijfmest o.i.d., maar dan gaan ook verschillen in doseringen weer een rol spelen.
30	Brede beekdalen	Metamodel LWKM	Maatregel is door te rekenen met een metamodel van het LWKM dat is ingezet in het onderzoek brede beekdalen (van der Bolt et al. in prep). Voor het doorrekenen is de definitie van de begrenzing van een bufferzone in een beekdal nodig en welk land- en waterbeheer wordt verondersteld.
31	Stimuleren strorijke mest	WOGWOD *ANIMO* FARMDYN	**WOGWOD →** Maatregel is door te rekenen met het WOGWOD-model **ANIMO →** Het effect op de waterkwaliteit is mogelijk te bepalen op basis van modelresultaten van ANIMO met **expert-judgement**. **FARMDYN →** Verplicht gebruik, of substitutie met andere mest kan doorgerekend worden. Optioneel gebruikt niet.
32	Differentiatie uitrijperiode dierlijke mest	-	Geen berekening met procesmodellen, maar een analyse aan de hand van risico's op basis van neerslag- en temperatuurpatronen over een reeks van ca 50 jaar (**expert- judgement**).
33	Aanpassen N-gebruiksnorm van een hoofdgewas volgend op een vanggewas	INITIATOR ANIMO FARMDYN	**INITIATOR/ANIMO →** maatregel is door te rekenen **FARMDYN →** maatregel is door te rekenen. Er moeten aannames gemaakt worden over het verschil in N-beschikbaarheid voor het hoofdgewas.
34	Fosfaatgebruiksnorm compost	INITIATOR *ANIMO* FARMDYN	**INITIATOR →** Maatregel is door te rekenen. **ANIMO →** perceelsmodel in plaats van het landelijke toepassingsmodel (LWKM). **FARMDYN →** Maatregel is door te rekenen, De kosten zijn o.a. afhankelijk van prijs van compost.

35	Aanpassen N-gebruiksnorm natuurgronden	-	Maatregel is niet door te rekenen
36	Beperken startgift o.b.v. N-mineraal	WOGWOD	**WOGWOD** → Maatregel is lastig om door te rekenen met WOGWOD. Het is alleen mogelijk indien bekend c.q. ingeschat kan worden hoeveel er kan worden bespaard t.o.v. het niet uitvoeren van de maatregel (= vaste bemesting).
37	Aanpassen bouwland (gewasrotatie)	FARMDYN	**FARMDYN** → Uitvoeren van scenario analyses van rotatie met 1;3 verplichting versus met 2;6 verplichting.
38	Aanpassen bemesting en inzaai gras en maisteelt	*ANIMO*	**ANIMO** → perceelsmodel in plaats van het landelijke toepassingsmodel.
39	Aanpassen uitrijperiode voor grasland	*ANIMO*	**ANIMO** → perceelsmodel in plaats van het landelijke toepassingsmodel.
40	Aanpassen N-gebruiksnorm na scheuren grasland	*ANIMO* FARMDYN	**ANIMO** → perceelsmodel in plaats van het landelijke toepassingsmodel. **FARMDYN** → maatregel is door te rekenen in de nieuwe N-gebruiksnorm bekend is.
41	Aanleg peilgestuurde drainage	ANIMO FARMDYN	**ANIMO** → perceelsmodel in plaats van het landelijke toepassingsmodel. **FARMDYN** → maatregel is door te rekken door een analyse van kostenverschillen tussen huidig en peilgestuurde systemen.
42	Niet kerende grondbewerking	FARMDYN	**FARMDYN** → Verschillende kosten tussen ploegen versus NKG kunnen in kaart gebracht worden maar volledig doorrekenen lastig omdat de impact op de opbrengst onbekend is en zal bedrijfsspecifiek zijn.
43	Bedrijfsspecifieke doelsturing in NV-gebied	-	Modellen voor waterkwaliteit (ANIMO) berekenen wel Nmin (en N-bodemoverschot), maar zijn niet gevalideerd voor dit doel.
44	Evenwichtsbemesting voor stikstof	INITIATOR ANIMO FARMDYN	**INITIATOR** → Maatregel is redelijk goed te implementeren door de mestgift gelijk te stellen aan opname. **ANIMO** → maatregel is door te rekenen door de INITIATOR resultaten aan het model op te leggen. **FARMDYN** → maatregel is door te rekenen.
45	Stimuleren gebruik aardappelrassen	WOGWOD ANIMO FARMDYN	**WOGWOD** → De maatregel is alleen door te rekenen als bekend is hoeveel de N-bemesting kan worden verlaagd. **ANIMO** → perceelsmodel in plaats van het landelijke toepassingsmodel. **FARMDYN** → Voor het doorrekenen is de impact op de prijs en de gewasopbrengst noodzakelijk. Indien bekend kan het vergeleken worden met huidige gebruikte rassen maar enkel kosten/baten analyse. Daarnaast is de vorm van stimulering ook belangrijk.
46	Opvullen gebruiksnorm dierlijke mest	INITIATOR ANIMO FARMDYN	**INITIATOR, ANIMO** en **FARMDYN** → maatregel is door te rekenen
47	Verwerkingscapaciteit vergroten	ANIMO FARMDYN	**ANIMO** → maatregel is door te rekenen **FARMDYN** → afhankelijk van de kosten van de mestverwerking en moeten de producten in beeld zijn.
48	Meer mestplaatsingsruimte creëren	INITIATOR	**INITIATOR** → Maatregel is redelijk goed te implementeren indien meer plaatsingsruimte wordt gecreëerd door het aanpassen van de gebruiksnorm. De uitdaging zit in het vaststellen van de 'nieuwe' gebruiksnorm en het borgen van de maatregel. **ANIMO** → Maatregel is goed door te rekenen voor de nitraatconcentraties in grondwater en de N- en P-belasting van oppervlaktewater door de INITIATOR resultaten aan het model op te leggen.
49	Geen kalenderlandbouw	ANIMO FARMDYN	**ANIMO** en **FARMDYN** → maatregel is in principe door te rekenen, maar duidelijk moet worden welke voorwaarden komen te vervallen.
50	druppelbemesting	FARMDYN	**FARMDYN** → Er kan een analyse gemaakt worden van de kosten.
51	Rijenbemesting	WOGWOD ANIMO FARMDYN	**WOGWOD** en **ANIMO** → De maatregel is door te rekenen. **FARMDYN** → Maatregel is lastig door te rekenen.

7 Resulterende beoordeling

In tabel 7.1 is een overzicht gegeven van de kwalitatieve beoordeling van de maatregelen op de nitraatconcentratie in het grondwater, stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater, economische effecten op bedrijfsniveau, inpasbaarheid op bedrijfsniveau en doorrekenbaarheid van de maatregelen. De scores zijn in voorgaande hoofdstukken 3-6 toegelicht.

De scores in tabel 7.1 kunnen als volgt worden geïnterpreteerd:

++	maatregel heeft een sterk positief effect
+	maatregel heeft een positief effect
0/+	maatregel heeft geen effect, indien er wel een effect is, zal deze positief zijn
0	maatregel heeft geen effect
-/+	maatregel kan zowel een negatief als positief effect hebben, afhankelijk van de lokale situatie
-/0	maatregel heeft geen effect, indien er wel een effect is, zal deze negatief zijn
-	maatregel heeft een negatief effect
--	maatregel heeft een sterk negatief effect

Het is belangrijk om in ogenschouw te houden dat het ook hier niet mogelijk is om de beoordeling van de individuele maatregelen onderling te vergelijken. Dit betekent dat een + bij maatregel *x* niet altijd dezelfde orde van grootte heeft als een + bij maatregel *y*. De tabel kan daarom alleen horizontaal geïnterpreteerd worden.
Daarnaast is de beoordeling sterk afhankelijk welke uitgangspunten gekozen zijn voor de beoordeling (o.a. de referentiesituatie) en is het effect van de maatregel afhankelijk van lokale omstandigheden (grondsoort, hydrologische situatie, gewas, beheer door boeren).

Bij de tabel kunnen de volgende opmerkingen gemaakt worden:

- Voor alle maatregelen is een kwalitatieve beoordeling te geven van de diverse indicatoren. Hierbij moet echter de kanttekening gemaakt worden dat de omschrijving van de (oorspronkelijke) maatregelen niet altijd even concreet is geformuleerd. Hierdoor zijn er aannames gedaan bij de beoordeling en die de beoordeling mede bepalen.
- Het is niet mogelijk om de maatregelen onderling te vergelijken. De tabel moet dan ook horizontaal gelezen worden.
- De scores in de tabel geeft een inschatting van de effecten van maatregelen t.o.v. van de huidige wetgeving met daarin de verplichtende voorwaarden uit het generieke beleid. De voorwaarden uit de Uitvoeringsregeling GLB 2023 zijn niet als uitgangspunt opgenomen, omdat deze niet verplicht zijn. Het mogelijke effect van de maatregelen zegt dus niets over de effecten in een specifiek gebieden of voor een bepaalde bedrijfssituatie.
- De scores voor waterkwaliteit, bedrijfseconomisch effect en inpasbaarheid op bedrijfsniveau in de tabel zijn specifiek bedoeld als input voor de volgende fase van het ex-ante onderzoek waarin maatregelpakketten worden samengesteld. De scores voor doorrekenbaarheid zijn bedoeld als input voor een mogelijke doorrekening van maatregelpakketten.

Tabel 7.1 *Overzicht van de kwalitatieve beoordeling van mogelijke maatregelen die door het Rijk zijn aangeleverd. De scores kunnen alleen horizontaal met elkaar vergeleken worden. Het is niet mogelijk om de scores van de maatregelen onderling te vergelijken.*

Nr.	Afkorting maatregel	grondwater	oppervlaktewater		Bedrijfs-economisch	Inpas baarheid	doorrekenbaarheid [1]			
		Nitraat (NO_3^-)	N-totaal	(P-totaal)			INITIATOR	WOGWOD	ANIMO	Farmdyn[2]
1	Actualisatie N-gebruiksnorm	++	+	-/+	--	+	+	+	+	+
2	Vervallen 20% korting N-gebruiksnorm in NV-gebieden	--	-	-/+	+	++	+	+	+	+
3	Actualisatie P-gebruiksnorm	0/+	0/+	+	-	+	+	-	+	+
4	N-gebruiksnorm voor groenbemesters op nul	+	+	0	-/0	-	+	-	+	+
5	Vervroegen uitrijperiode voor grasland	-/+	-/+	-/+	0/+	++	n.v.t.	-	-/+	-
6	Verlengen periode voor scheuren grasland	-/0	-/0	-/0	0	+	n.v.t.	-	-/+	-
7	Aanleg randdammetjes op een perceel	0	+	++	-	-/+	n.v.t.	-	-	+
8	Gebruik van gitterrollen in de ruggenteelt	0/+	0/+	0/+	-	-/+	n.v.t.	-	-	+
9	Bufferstroken: minimaal 0,5 meter	-	-	-	+	++	+	-	-/+	+
10	Bufferstroken: minimaal 3 meter	-/+	-/+	-/+	-/+	+	+	-	-/+	+
11	Bufferstroken: minimaal 3 meter met calcium en kalium bemesting	-/+	-/+	-/+	-/+	+	+	-	-/+	+
12	Aanleg van een infiltratiegreppel	0	+	++	-	-/+	n.v.t.	-	-/+	+
13	Verplichte inzaai vanggewasssen	-/+	-/+	-/+	-/0	-/+	n.v.t.	+	-/+	+
14	Aanpassen bouwplan (75% beteeld in winterperiode)	+	+	+	-	-/+	n.v.t.	+	+	+
15	Strokenteelt in Limburg	0	+	+	-	-	n.v.t.	-	-	+
16	Aanpassen bouwplan (40% niet uitspoelingsgevoelige gewassen) in de Zand- en Lössregio	+	0/+	0/+	-/0	-/0	+	+	+	+
17	Aanpassen bouwplan (1:3 rotatie bouwlandpercelen) op zand- en Lössgronden	+	0/+	0/+	-/0	+	+	+	+	+
18	Aanpassen bouwplan (1:2 rotatie diepwortelende gewassen) in het Lössgebied	0/+	0/+	0/+	-/0	+	-/+	-/+	-/+	+
19a	stikstofgebruiksnormen en groenbemester	--	-	-	0/+	++	n.v.t.		-	-
19b	Vervallen van maatregelen omtrent stimulering vanggewassen	--	-	-	0/+	++	n.v.t.		+	-/+
19c	Vervallen van maatregelen omtrent maisteelt op zand- en lössgrond	--	-	-	+	++	+		+	+
19d	Vervallen van maatregelen omtrent (korte) groene teelt rustgewas	--	-	-	+	++	n.v.t.		+	-
19e	Vervallen maatregelen omtrent het scheuren van weidegrond	--	-	-	+	++	n.v.t.		-	-
20	Afvoeren van gewasresten van suikerbieten en granen	+	+	0	-	-/+	n.v.t.	+	+	+
21	houtige materialen toevoegen	0/+	0/+	0	-	-/+	n.v.t.	-	-	-

22	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 1)[3]	0/+	0/+	0/+	-/0	0/+	-/+	+	+	+
23	Invoeren van een graslandnorm, variërend van 0,15 tot 0,40 (variant 2)[3]	0/+	0/+	0/+	-/0 [4]	0/+	-/+	+	+	+
24	Verbod uitspoelingsgevoelige teelten	++	+	0/+	--	+	+	+	+	+
25	Aanleg van met ijzerzand omhulde drains	0	0	+	-	+	n.v.t.	-	+	+
26	Beperken najaarsbeweiding voor de melkveehouderij	+	+	+	-	+	n.v.t.	-	-/+	+
27	Doelsturing (N-residu) na de oogst	-/+	-/+	-/+	-/+	+	-	-	-	-/+
28	Doelsturing (N-bodemoverschot)	-/+	-/+	-/+	-/+	+	-	-	-	-/+
29	Uitrijperiode vast mest op bouwland zonder inwerkplicht	-/+	-/+	-/+	0/+	0/+	n.v.t	-/+	-	-
30	Brede beekdalen	+	++	++	-/0	--	n.v.t		-/+	-
31	Stimuleren gebruik strorijke mest	-/+	-/+	-/+	-/0	-/0	n.v.t.	+	-/+	-/+
32	Differentiatie uitrijperiode dierlijke mest	-/+	-/+	-/+	0/+	+	n.v.t.		-/+	-
33	Aanpassen N-gebruiksnorm van een hoofdgewas volgend op vanggewas	+	+	0	-	+	+		+	+
34	Fosfaatgebruiksnorm compost	-/0	-/0	-/0	0	++	+		-/+	+
35	Aanpassen N-gebruiksnorm natuurgronden	+	+	0	0	+	+		-	
36	Beperken startgift o.b.v. N-mineraal	+	+	0	-	-	-	-/+	-	-
37	Aanpassen bouwland (gewasrotatie)	-/0	-/0	0	+	+	-		-	+
38	Aanpassen bemesting en inzaai gras en maisteelt	+	0/+	0/+	0	0	n.v.t.		-/+	-
39	Aanpassen uitrijperiode voor grasland	-/+	-/+	-/+	+	+	n.v.t.		-/+	-
40	Aanpassen N-gebruiksnorm na scheuren grasland	+	+	0	-/0	+	-		-/+	-/+
41	Aanleg peilgestuurde drainage	-/+	-/+	-/+	-	-/+	n.v.t.		-/+	+
42	Niet kerende grondbewerking	0/+	0/+	0/+	0	0/+	n.v.t.	-	-	-/+
43	Bedrijfsspecifieke doelsturing in NV-gebied	-/+	-/+	-/+	-/+	+	-		-	
44	Evenwichtsbemesting voor stikstof	++	+	-/+	-	-/+	+		+	+
45	Stimuleren gebruik aardappelrassen	+	+	0/+	-/+	0	n.v.t.	-/+	-/+	-/+
46	Opvullen gebruiksnorm dierlijke mest	0	0	0	0	0	+		+	+
47	Verwerkingscapaciteit vergroten	0	0	0	-/+	0	-		+	+
48	Meer mestplaatsingsruimte creëren	0	0	0	-/+	+	+		+	-
49	Geen kalenderlandbouw	-	-	-	0	+	n.v.t.		+	-/+
50	druppelbemesting	0/+	0/+	0/+	-	-	n.v.t.		-	+
51	Rijenbemesting	0/+	0/+	0	0	0/+	n.v.t.	+	+	-/+

1) *Als er een plus)(+) staat bij de verschillende modellen wil dit **niet** altijd betekenen dat de maatregel ook met dat specifieke model doorgerekend kan worden, maar er kan dan ook sprake zijn van (aanvullend) expert judgement. In hoofdstuk 6 is dit nader toegelicht.*

2) *Inclusief mogelijke economische kosten- en opbrengstberekeningen op bedrijfsniveau op basis van BedrijvenInformatieNet (BIN) en aanvullende data, maar buiten FARMDYN om.*

3) *Het effect is sterk afhankelijk van de graslandnorm die gekozen wordt en zal per melkveebedrijf verschillen. Op basis van de resultaten van een onderzoek van WEcR, waarin een verkenning is uitgevoerd van verschillende varianten van een graslandnorm, is geconcludeerd dat met een oplopende graslandnorm meer bedrijven maatregelen moeten nemen. Vanaf een graslandnorm van 0,25 ha/GVE moet meer dan 10% van de bedrijven maatregelen nemen, bij een norm van 0,4 ha/GVE is dat meer dan de helft van de bedrijven.*
4) *Voor specifieke bedrijven kan de maatregel ook sterk negatief (--) zijn.*

De tabel leidt tot de volgende inzichten/conclusies:

- Het algemene beeld is dat er geen individuele maatregelen zijn die voor alle onderdelen een positief effect laten zien. Maatregelen die overwegend een positief effect op de waterkwaliteit laten zien, hebben overwegend een negatief effect op de bedrijfseconomie. Ten aanzien van de inpasbaarheid op bedrijfsniveau (dus zonder de economische component) is dit wisselend.

- Er zijn in totaal tussen de 15 en 25 maatregelen die positief scoren t.a.v. waterkwaliteit, waarbij het aantal dat een positief effect heeft op stikstof groter is dan voor fosfor.

- Voor 25 maatregelen wordt een negatief effect verwacht op de bedrijfseconomie en voor 12 maatregelen een positief effect.

- Ruim 30 van de 51 voorgestelde maatregelen zijn redelijk tot goed inpasbaar in de bedrijfsvoering (de kosten hierbij niet meegerekend).

- Ten aanzien van de doorrekenbaarheid van maatregelen met de modellen is er een duidelijk verschil tussen de modellen die ingezet worden voor het effect op de waterkwaliteit en het model dat ingezet kan worden voor het berekenen van de effecten op de bedrijfseconomie. Voor ca. 30 maatregelen is het mogelijk om een inschatting te maken van het economisch effect op bedrijfsniveau, terwijl ca. 20 maatregelen kunnen worden doorgerekend om het effect op de waterkwaliteit te berekenen. Hierbij dient vermeld te worden dat voor het bepalen van het effect van de maatregelen niet altijd de genoemde modellen gebruikt hoeven te worden, maar het effect ook kan worden ingeschat op basis van expert judgement.

- Op basis van literatuur en expert judgement is een kwalitatieve beoordeling gemaakt van het effect van de maatregelen op de verschillende indicatoren, waardoor er een zekere mate van onzekerheid in de scores zit. Met het doorrekenen van het (kwantitatieve) effect van de maatregelen wordt meer inzicht gegeven in welke mate de maatregelen bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit en het economisch effect op bedrijfsniveau.

8 Literatuur

Groenendijk, P., G.L. Velthof, J.J. Schröder, T.J. de Koeijer en H.H. Luesink, 2017. *Milieueffectrapportage van maatregelen zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn; Op Planniveau*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2842.

Minister van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, Zesde Nederlandse Actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2018-2021), Zesde actieprogramma Nitraatrichtlijn (2018-2021) | Tweede Kamer der Staten-Generaal.

Minister van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, Zevende Nederlandse Actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2022-2025), Zesde actieprogramma Nitraatrichtlijn (2018-2021) | Tweede Kamer der Staten-Generaal

O.F. Schoumans, J.J. Schröder, P. Groenendijk, T.J. de Koeijer, L.V. Renaud, H.H. Luesink en G. Kruseman, 2013. *Beknopte milieueffectrapportage op planniveau; In het kader van het Vijfde Actieprogramma Nitraatrichtlijn*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research Centre), Alterra-rapport 2461.

Staatssecretaris van Economische Zaken, 5e Nederlandse AP betreffende de Nitraatrichtlijn (2014 - 2017), https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2014/12/02/5e-nederlandse-apbetreffende-de-nitraatrichtlijn-2014-20.

Van Boekel, E.M.P.M, P. Groenendijk, J. Kros, L.V. Renaud, J.C. Voogd, G.H. Ros, Y. Fujita, G.J. Noij en W. van Dijk, 2021. *Effecten van maatregelen in het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Milieueffectrapportage op planniveau.* Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3108.

Van Dijk, W. en De Boer, H., 2024. *Het effect van tijdstip en methode van vernietigen van gras op de hergroei van gras en wortelonkruiden, gewasproductie en de risico's van N-verliezen bij de teelt van het volggewas pootaardappelen*. Wageningen Research, Rapport WPR-1337

Bijlage 1 Groslijst met maatregelen

Tabel B.1 *Overzicht van de mogelijke maatregelen die zijn aangeleverd door het Rijk.*

Nr.	Omschrijving maatregel
1	Actualisatie totaal N-gebruiksnorm herzien t.b.v. doel Nitraatrichtlijn 50 mg nitraat/l in grondwater (zand, löss, klei en veen).
2	Vervallen van 20% korting op N-gebruiksnorm in aangewezen NV-gebieden.
3	Voor percelen met een ruime tot hoge P-toestand gewasgroep-specifieke P-gebruiksnorm invoeren.
4	Stikstoftotaalnorm voor alle groenbemesters op de nul, geen bemestingsruimte meer voor de teelt van een groenbemester.
5	Aan de voorkant verlengen van de uitrijdperiode voor grasland met twee weken. Dus 2 weken eerder beginnen met bemesting in voorjaar.
6	Scheuren grasland alle grondsoorten ook mogelijk in januari inclusief vermindering 65 kg stikstofgebruiksnorm voor zand- en lössgrond en direct aansluitend teelt maïs of aardappelen.
7 + 8	Aanleg van randdammetjes of het gebruik van gitterrollen in de ruggenteelt op klei, zand en lössgrond.
9	Minimale breedte bufferstroken (0,5m) voor mest voor alle gronden en alle teelten, maar wel begroeid (minimaal grasland).
10	Bredere bufferstrook (overal 3m), maar wel begroeid (minimaal grasland).
11	Bredere bufferstrook (overal 3m), maar wel begroeit (minimaal grasland) wel bemesting met kalium en calcium mogelijk.
12	Infiltratiegreppel parallel langs sloot.
13	Verplichting inzaai vanggewas uiterlijk 2 weken na de oogst, dient te blijven staan tot 4 weken voorafgaand aan de opvolgende hoofdteelt. Zand, klei/veen en löss. Alle teelten (ook mais).
14	Minimaal 75% areaal bedrijf moet beteeld zijn in winter (na 1/10) voor alle teelten. Zand, klei, veen en löss. (alle teelten, ook mais, onderzaai toepassen kan wel).
15	Strokenteelt in Zuid Limburg (steilere hellingen) ter vermindering van afspoeling (zorg voor jaar rond een strook, dus gewaskeuze zo dat er op elk moment van het jaar een gewas staat).
16	Op bedrijfsniveau tenminste 40% niet-uitspoelingsgevoelige gewassen (incl. suikerbieten en chicorei) op zand en löss.
17	Voor bouwland een 1:3 rotatie met rustgewassen op zand en löss per 2027
18	Bouwplan in lössgebied met 1:2 afwisseling van diepwortelende gewassen (rustgewassen + diepwortelende rooigewassen) en overige teelten
19	Vervallen maatregelen met verplichte inzaai- of oogstdatum: - stikstofgebruiksnormen en groenbemester vernietiging Graszaadstoppel ter vernietiging in najaar of vroege voorjaar (artikel 28, 1b Urm) - stimulering vanggewas (artikel 28d Urm) - voorwaarden teelt maïs op zand- en lössgronden (artikel 4.1193 en 4.1211 Bal) - (korte) groente teelt rustgewas 1:4 rotatie (artikel 4.12h Omgevingsregeling - voorwaarden teelt na scheuren grasland weidegrond (artikel 4.1215 Bal)
20	Verplicht afvoeren gewasresten na oogst.
21	Toevoegen houtige materialen op bouwland op zuidelijk zand- en lössgrond.
22a	Een graslandnorm van 0,15 hectare grasland per GVE voor de melkveehouderij (areaal alleen invullen met alle vormen van grasland).
22b	Zoals 21a, maar dan 0,20 hectare.
22c	Zoals 21a, maar dan 0,25 hectare.
22d	Zoals 21a, maar dan 0,30 hectare.
22e	Zoals 21a, maar dan 0,35 hectare.
22f	Zoals 21a, maar dan 0,40 hectare.

23a	Een graslandnorm van 0,15 hectare grasland per GVE voor de melkveehouderij (areaal invullen met alle vormen van grasland of niet-uitspoelingsgevoelige teelten met vergelijkbaar effect op de nitraatuitspoeling als grasland) alleen granen).
23b	Zoals 22a, maar dan 0,20 hectare.
23c	Zoals 22a, maar dan 0,25 hectare.
23d	Zoals 22a, maar dan 0,30 hectare.
23e	Zoals 22a, maar dan 0,35 hectare.
23f	Zoals 22a, maar dan 0,40 hectare.
24	Uitspoelingsgevoelige teelten verbieden op uitspoelingsgevoelige gronden (droog zand (grondwatertrap 7 en 8) en löss).
25	IJzerdrains toepassen
26	Beperken najaarsbeweiding
27	Doelsturing op basis van N-residu meting na de oogst (al dan niet in combinatie met 27)
28	Doelsturing op basis van stikstofbodemoverschot (al dan niet in combinatie met 26)
29	Uitrijden vaste mest op bouwland met een staand gewas (wintertarwe in het voorjaar) zonder inwerkplicht
30	Brede beekdalen zoals benoemd in het addendum bij het 7e actieprogramma met een begrenzing tussen de 100-250 meter in de zandgebieden van Centraal Nederland, Oost Nederland en Zuid Nederland.
31	Groter gebruik van vaste strorijke mest stimuleren
32	Differentiatie uitrijdperiode dierlijke mest
33	Verlaging N gebruiksnorm na onderzaaien van vanggewas
34	Compost vrijstellen van de fosfaatgebruiksnorm
35	Totaal stikstofgebruiksnorm op natuurgronden verlagen naar 80 N/ha/per jaar
36	Beperken startgift op basis van N-mineraal meting, alleen en zoveel (bij)bemesten o.b.v. monitor als nodig is
37	Gewasrotatie 2:6 i.p.v. 1:3 voor grasland
38	Bij gras- en maisteelt de momenten van bemesting en inzaai dichter bij elkaar brengen
39	Uitbreiden uitrijdperiodes voor grasland: 2 weken langer door in najaar en 2 weken eerder beginnen in voorjaar
40	Na scheuren grasland een lagere stikstofgebruiksnorm voor alle vervolgteelten
41	Drainage en peil gestuurde drainage
42	Niet kerende grondbewerking
43	Verwacht effect maatregelenpakket bedrijfsspecifieke doelsturing NV-gebied
44	Evenwichtsbemesting
45	Aardappel met efficiënte n-benutting stimuleren via Convenant duurzame teelt en duurzame rassen
46	Verplichting eerste 170 kg stikstofgebruiksnorm opvullen met dierlijke mest
47	Meer mestverwerkings-capaciteit om mestproducten op maat te maken en bemesting af te stemmen op behoefte van het gewas
48	Meer mestplaatsingsruimte creëren
49	Geen kalenderlandbouw
50	Drainage en buizenstelsel voor water en mest (druppelbemesting)
51	Rijenbemesting

Bijlage 2 Overzicht van de modellen

B2.1 INITIATOR: mestproductie, mesttoediening en emissies

Modelbeschrijving
Mineralenbalansen op gebiedsniveau kunnen worden berekend met het model INITIATOR (Integrated Nitrogen Impact Assessment Tool on a Regional Scale) (Kros et al., 2019). Dit model simuleert de verdeling van mest en houdt rekening met aanvoer van dierlijke mest (van het eigen bedrijf of via mesttransport) en kunstmest, wettelijke gebruiksnormen, het gewastype en de bodemeigenschappen. Dit model wordt gebruikt voor het berekenen van de ruimtelijke verdeling van mest en ammoniakemissie ten behoeve het LWKM 1.2-model (mestverdeling), AERIUS-model (ammoniakemissie), OPS-model (ammoniakemissie) en de Emissie Registratie (ruimtelijke verdeling van ammoniakemissie).

INITIATOR is een relatief eenvoudig en flexibel model dat alle belangrijke N- en P-fluxen op regionale schaal berekent, waaronder de aanvoer van N en P in de vorm van kunstmest, dierlijke mest en depositie en daarnaast nog N-binding en emissie van stikstofgassen, te weten ammoniak (NH3), lachgas (N2O) en stikstofoxiden (NOx) en het broeikasgas methaan naar de atmosfeer. (zie bijv. De Vries et al., 2003; Kros et al., 2011). Optioneel kunnen bodemprocessen worden gesimuleerd.

De N- en P-excretie worden berekend door een vermenigvuldiging van het aantal dieren (in verschillende categorieën) met zogenoemde excretiefactoren die aangeven hoeveel mest elk dier in een jaar produceert. De stal- en opslagemissies van gasvormige N-verliezen worden berekend door de N- excretie te vermenigvuldigen met N-emissiefracties, waarbij rekening wordt gehouden met dier- en staltype. Een mestverdelingsmodule berekent vervolgens het transport van dierlijke mest op gemeenteniveau en de aanvoer van mest en kunstmest naar de bodem.

Het model maakt gebruik van gedetailleerde ruimtelijke gegevens die grotendeels afkomstig zijn uit beschikbare nationale GIS-datasets zoals de geografisch expliciete landbouwtellinggegevens, met het aantal dieren per vestiging (GIAB; Van Os et al., 2016). Door deze koppeling kan op een hoge ruimtelijke resolutie de N- en P-excretie, stal- en opslagemissies, mest- en kunstmest- verdeling en bodememissies in kaart worden gebracht. Voor de ruimtelijke verdeling binnen het bedrijf wordt rekening gehouden met de P-toestand van de bodem als ook het landgebruik. De kunstmestgift wordt berekend door de gewasspecifieke gebruiksnorm voor werkzame stikstof op te vullen, daarbij rekening houdend met de werkzame N-aanvoer vanuit dierlijke mest en compost.

Referenties

De Vries, W, Kros, J., Oenema, O. & de Klein, J. J. M., 2003. *Uncertainties in the fate of nitrogen: II. a quantitative assessment of the uncertainties in major nitrogen fluxes in the Netherlands*. In Nutrient Cycling *in Agroecosystems*.

Kros, J., & de Vries, W., 2011. *Evaluation of the impact of low versus high resolution data on nitrous oxide emissions from a rural landscape.*

Kros, J H., J. van Os, J.C. Voogd, P. Groenendijk, C. van Bruggen, R. te Molder en G. Ros. *Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie; beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5.* Wageningen Environmental Research, 2019.

Van Os, J., Jeurissen, L. J. J. & Naeff, H. S. D., 2016. *Geografisch informatiesysteem voor de Emissieregistratie van landbouwbedrijven (GIAB): GIABplus-bestand 2013 – Status A*. WOT Natuur & Milieu. (WOt-technical report; no. 66).

B2.2 WOG-WOD: Nitraatconcentraties in relatie tot gebruiksnormen

Modelbeschrijving

Voor het berekenen van N-gebruiksnormen heeft de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG)/ Werkgroep Onderbouwing Derogatie (WOD) in 2004 een model gebouwd (Schröder et al., 2004; Schröder et al., 2005; Schröder et al., 2009; Van Dijk & Schröder, 2007). Daarvoor leverden RIVM en de toenmalige instellingen van Wageningen UR (PRI, PPO, LR, LEI en Alterra) de bouwstenen. Overigens beperkte de WOD zich niet tot de onderbouwing van de derogatie voor melkveebedrijven, maar richtte zich ook op het onderbouwen van de bijbehorende N-gebruiksnormen voor gras en maïs. Het WOG-WOD model berekent op basis van de verdeling van grondsoorten, grondwatertrappen en bouwplannen in de regio enerzijds, en anderzijds bemesting (hoeveelheid, samenstelling, toedieningswijze en –tijdstip,) en teelt (oogstwijze, vanggewassen), het N- en P-bodemoverschot, de N-concentratie in het bovenste grondwater. Dit gebeurt in twee stappen: 1) berekening van het N-bodemoverschot en 2) berekening van de N-concentratie in het uitspoelend water uit het bodemoverschot via uitspoelfracties en neerslagoverschot zoals afgeleid uit het landelijke Landelijk Meetnet Mestbeleid (LMM). Het model kan ook gebruikt worden om vanuit een gegeven N-concentratiedoelstelling terug te rekenen wat een toelaatbare combinatie van mest en kunstmest bij een gegeven bouwplan zou kunnen zijn. Naast berekeningen op regionaal bouwplanniveau kunnen ook afzonderlijke berekeningen worden gedaan voor gras en snijmais.

De opgenomen aan- en afvoertermen van de N-bodembalans zijn afgestemd op de eisen van de Europese Commissie. De relaties tussen N-bemesting en N-afvoer met geoogst product in het model zijn ontleend aan resultaten van veldproeven (Schröder et al., 2005; Van Dijk et al., 2007). De relatie tussen het N-bodemoverschot en de N-uitspoeling is gebaseerd op de gegevens van het LMM. Op basis van de waargenomen N-concentraties en het berekende N-bodemoverschot van deelnemende bedrijven in LMM is een relatie afgeleid tussen overschot en concentratie (Fraters et al., 2012; Baumann et al., 2012). De factor die beide verbindt is gelijk aan het quotiënt van de uitspoelfractie UF (-) en het neerslagoverschot NO in mm jr^{-1} (NO3 concentratie (mg L^{-1}) = 443* UF/NO). Hoewel de beide termen binnen LMM niet afzonderlijk worden gemeten, kan het wel gemeten quotiënt worden gebruikt om het N-bodemoverschot te vertalen naar nitraatconcentratie.

Het WOG-WOD model is uitgebreid gedocumenteerd en intensief gebruikt bij het onderbouwen van Nitraatrichtlijn Actieprogramma's en derogaties (Schröder et al., 2007, 2009, 2011). Uitgangspunt bij de berekening is dat er evenwicht bestaat tussen de jaarlijkse aanvoer van organische stof in de vorm van gewasresten en mest, en de jaarlijkse afbraak hiervan. Alleen in geval van veengrond wordt een jaarlijkse constante netto N-mineralisatie verondersteld. De gewasrespons op stikstof is afgeleid voor een gemiddeld jaar. Het WOG-WOD model houdt dus geen rekening met verschillen tussen jaren en geeft een gemiddeld, weersonafhankelijk beeld van de gevolgen van bepaalde N-gebruiksnormen op de langere termijn. Gewasopbrengsten profiteren daarbij niet van de nawerking van bodemvruchtbaarheid die in het verleden is opgebouwd en emissies worden evenmin beïnvloed door nawerking van voordien hogere bemestingsniveaus. Het model houdt echter wel rekening met de bemestende waarde van jaarlijks ondergeploegde vanggewassen.

Berekeningen met WOG-WOD zijn veelal gericht op het verkennen van de consequenties van maximale benutting van de toegelaten N-gebruiksnormen gegeven het organische mestgebruik (milieukundige 'worst case'). De input van organische mest is een instelwaarde van het model en op basis daarvan wordt de maximale kunstmest-N-ruimte berekend passend binnen de gebruiksnorm en/of een na te streven nitraatgehalte (bijvoorbeeld van 50 mg L^{-1}). Het model heeft de mogelijkheid een mix van verschillende organische mestsoorten mee te nemen.

Het WOG-WOD model heeft informatie nodig over de arealen gras, maïs en akkerbouwgewassen, en data van de verdeling van zandgronden over de grondwatertrappen binnen de zandregio's en het Lössgebied.

Referenties

Baumann, R.A., A.E.J. Hooijboer, A. Vrijhoef, B. Fraters, M. Kotte, C.H.G. Daatselaar, C.S.M. Olsthoorn en J. Bosma, 2012. *Agricultural practice and water quality in the Netherlands in the period 1992- 2010.* Bilthoven, RIVM rapport 680716008.

Fraters, B.J., T.C. van Leeuwen, A. Hooijboer, M.W. Hoogeveen, L.J.M. Boumans en J.W. Reijs (2012) *De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. Herberekening van uitspoelfracties*. Bilthoven, RIVM, RIVM Rapport 680716006/2012.

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof en W.J. Willems. 2004. *Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten.* Wageningen, Plant Research International, Rapport 79.

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters & W.J. Willems. 2005. *Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production in the Netherlands with special reference to the EU Nitrates Directive*. PRI rapport 93. WUR/RIVM, Wageningen/De Bilt.

Schröder J.J., Aarts H.F.M., van Middelkoop J.C., Velthof G.L., Reijs J.W., Fraters B., 2009. *Nitrates Directive requires limited inputs of manure and mineral fertilizer in dairy farming systems*. Plant Research International, report 222, Wageningen, The Netherlands.

Schröder, J.J., W. Van Dijk, en H. Hoek. 2011. *Modelmatige verkenningen naar de relaties tussen stikstofgebruiksnormen en de waterkwaliteit van landbouwbedrijven. Onderzoek in het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2011*. Wageningen, Plant Research International, Rapport 415.

Van Dijk, W. & J.J. Schröder. 2007. *Adviezen voor stikstofgebruiksnormen voor akker- en tuinbouwgewassen op zand- en lössgrond bij verschillende uitgangspunten*. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, publicatie nr. 371.

Van Dijk, W., ten Berge, H. F. M., van Dam, A. M., van Geel, W. C. A. & van der Schoot, J. R., 2007. *Effecten van een verlaagde stikstofbemesting op marktbare opbrengst en stikstofopname van akker- en tuinbouwgewassen*, Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. PPO-rapport 366.

B2.3 ANIMO/LWKM: Bodemprocessen en uit- en afspoeling van stikstof en fosfor

Modelbeschrijving

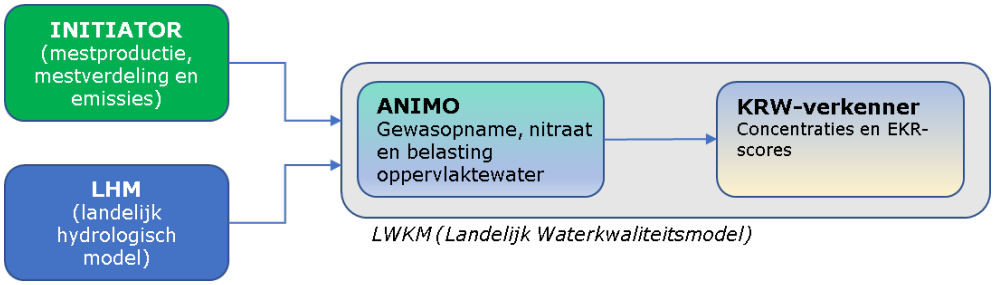
Het Landelijk Waterkwaliteitsmodel (LWKM) is een onderdeel van het Nationaal Watermodel en bestaat uit de modelketen ANIMO en DELWAQ (Van der Bolt et al, 2020 en van der Bolt et al., 2022). De ANIMO-module wordt gebruikt om nitraatconcentraties in het grondwater en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouw- en natuurgronden te berekenen. Het ANIMO-model berekent zelf geen waterbalanstermen, maar de benodigde hydrologische informatie wordt aangeleverd met de rekenresultaten van hydrologische modellen (Groenendijk et al, 2005).

Het ANIMO-model onderscheidt zich van andere dynamische simulatiemodellen met 1) een module voor het transport en omzetting van opgeloste organische stof en opgeloste organisch gebonden stikstof en fosfor en 2) een module waarin biologisch-chemische processen en transportprocessen in het topsysteem van het grondwater worden beschreven. Het model berekent hiermee concentraties en vrachten van DOC, ammonium, nitraat, opgeloste organische gebonden stikstof, ortho-fosfaat en opgeloste organisch gebonden fosfor. Met de beschrijving van de organische stofkringloop in de bodemmodule in combinatie van de beschrijving van het transport van opgeloste organische componenten zijn effecten van maatregelen ter verhoging het koolstofgehalte van de bodem op waterkwaliteit te evalueren.

De opname van stikstof en fosfor uit de bodem door gewassen wordt berekend in een procedure waarin eerst een berekening wordt gemaakt met de QUADMOD- en MEBOT-module (Ten Berge et al, 2000; De Ruijter en Conijn, 2010; Schreuder et al, 2008) van de potentiële opname en vervolgens aan de hand van de beschikbaarheid van mineraal stikstof en mineraal fosfor de uiteindelijke opname vast te stellen.

Bij het berekenen van de potentiële opname wordt uitgegaan van 1) de aanvoer van (voor gewasopname) werkzame stikstof en fosfor, 2) het N-leverend vermogen en het P-leverend vermogen van de bodem; 3) trendlijnen van de droge stofproductie van verschillende gewassen zoals deze is af te leiden van jaarlijkse CBS-cijfers voor verschillende regio's en 4) regio-specifieke parameters van de QUADMOD en MEBOT-module. De waterhuishouding van landbouwpercelen heeft indirect invloed op de gewasopname door de definitie van de diepte van de wortelzone en de met het LHM-model berekende gewastranspiratie.

Afhankelijk van de wijze waarop de modelinvoer is samengesteld is het ANIMO-model toe te passen op perceelschaal, de schaal van stroomgebieden en de landelijke schaal. Voor de toepassing binnen het Landelijk Waterkwaliteitsmodel wordt uitgegaan van een landelijke schematisering van bodemprofielen, gewassen en hydrologische informatie. De keten van deelmodellen van het Landelijk Waterkwaliteitsmodel is weergegeven in Figuur B3.1. De hydrologische informatie voor ANIMO wordt berekend met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM-model) en binnen het LWKM verwerkt naar een schematisering van Hydrological Respons Units (HRU's).



Figuur B2.1 *Schema van gekoppelde modellen in het Landelijk Waterkwaliteitsmodel*

Door de koppeling aan INITIATOR kan het ANIMO-model de effecten van diverse scenario's ten aanzien van de intensiteit van de veestapel, de aanwending van dierlijke mest en kunstmest en de verandering van landgebruik doorrekenen.

Referenties

De Ruijter, F.J. en J.G. Conijn, 2010. *Quadmod parameterisatie van de P respons van grasland, akkerbouw- en groentegewassen in Nederland*. Wageningen, Plant Research International, Rapport 370.

Groenendijk, P., L.V. Renaud and J. Roelsma, 2005. *Prediction of Nitrogen and Phosphorus leaching to groundwater and surface waters; Process descriptions of the ANIMO4.0 model*. Wageningen, Alterra–Report 983.

Van der Bolt, F.J.E., T. Kroon, P. Groenendijk, L.V. Renaud, J. van den Roovaart, C.M.C.M. Janssen, S. Loos, P. Cleij, A. van den Linden & A. Marsman, 2020. *Het Landelijk Waterkwaliteitsmodel*. *Uitbreiding van het Nationaal Water Model met waterkwaliteit ten behoeve van berekeningen voor nutriënten*, Wageningen, Wageningen Environmental Research. https://edepot.wur.nl/524769

Van der Bolt, F.J.E., E.M.P.M. van Boekel, W. Kuindertsma, L. V. Renaud, P. Groenendijk, H. Kros, J. van de Roovaart, A. Marsman. 20222. *Het landelijk waterkwaliteitsmodel. Versie 1.2*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3148.

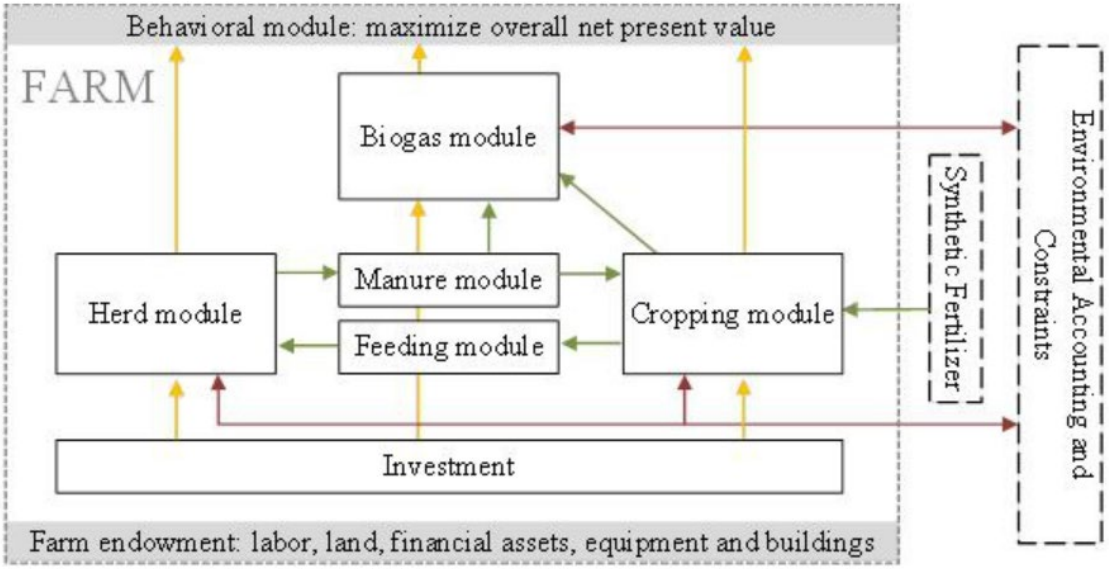
Schreuder, R.; Dijk, W. van; Asperen, P. van; Boer, J.A. de; Schoot, J.R. van der, 2008. *MEBOT 1.01 Beschrijving van Milieu- en bedrijfsmodel voor de Open Teelten*. Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO-rapport nr. 373.

Ten Berge, H.F.M., J.C.M. Withagen, F.J. de Ruijter, M.J.W. Jansen, H.G. van der Meer, 2000. *Nitrogen responses in grass and selected field crops: QUAD-MOD parameterisation and extension for STONE-application.* Wageningen, Plant Research International, Report 45.

B2.4 FARMDYN

FARMDYN is een bio-economisch optimalisatiemodel op het niveau van individuele bedrijven of gemiddelden van groepen (standaard)bedrijven. FARMDYN modelleert bestaande melkveehouderij, akkerbouw en groentebedrijven uit het BIN met een gedetailleerde weergave van de bedrijfsvoering (keuze uit activiteiten, technieken en managementopties). Het model optimaliseert het inkomen per individueel bedrijf en houdt daarbij rekening met aanpassingen in het gedrag van de boer, die hij/zij zal doen om zo goed mogelijk om te gaan met de gestelde beperkingen. Het is realistisch om rekening te houden met dergelijke aanpassingen, zeker bij grondgebonden bedrijven (melkvee en akkerbouw) waar de ondernemer een geschakeerde variatie aan operationele, tactische en strategische keuze opties heeft, bijvoorbeeld om het effect van vastgestelde maatregelen op zijn inkomen zo klein mogelijk te laten zijn. Voor het melkveebedrijf kunnen verschillende aanpassingen tegen elkaar worden afgewogen wat betreft het effect op het inkomen, zoals bijvoorbeeld aanpassingen in voederrantsoen, omvang en samenstelling veestapel, bemesting, grondgebruik (intensief, extensief, kruidenrijk), uren beweiding, mestafzet buiten het eigen bedrijf en mestbewerking op het bedrijf. Voor de akkerbouw gaat het met name om mogelijke aanpassingen in het bouwplan, omvang en type bemesting, verdeling meststoffen over de gewassen, investeringen in machines en gebruik van overige input zoals gewasbeschermingsmiddelen. Afhankelijk van de complexiteit en beschikbare data kunnen andere maatregelen en eventueel bijbehorende investeringen aan het bedrijfsmodel worden toegevoegd, zoals bijvoorbeeld stalaanpassingen in de melkveehouderij en precisiebemesting in de akkerbouw (Jongeneel e.a., 2024).

FARMDYN maximaliseert de winst op jaarbasis gegeven de mogelijke productieactiviteiten op het bedrijf zoals melkproductie, de teelt van gewassen en veevoeraankopen. Beperkingen die hierbij gelden hebben betrekking op het bedrijf (bijvoorbeeld aantal koeien, grondsoort, areaal, gewassen), beleid (bijvoorbeeld mestwetgeving, GLB) en prijzen. Bij het doorrekenen van scenario's kunnen deze beperkingen wijzigen, komen vervallen of kunnen er aanvullende beperkingen bijkomen. Het model houdt rekening met de schaalopbrengsten van investeringen (machines, gebouwen) en ondeelbaarheden in het gebruik van (gezins)arbeid. Ook diverse management managementbeslissingen zijn separaat gemodelleerd (bijvoorbeeld voedering, mestbeheer en arbeidsgebruik) waarbij een verfijnde tijdsresolutie wordt gebruikt (gedeeltelijk tweewekelijks), bijvoorbeeld om rekening te houden met de voor agrarische productie kenmerkende seizoenscyclus.



Het model wordt geparametriseerd met behulp van zeer gedetailleerde planningsgegevens van landbouwbedrijven, door economische en milieutechnische informatie vanuit het BIN-boekhoudnet en LMM, in combinatie met structurele statistieken van landbouwbedrijven. Akkerbouwgewassen kunnen worden gedifferentieerd naar systeem (conventioneel of biologisch), grondbewerkingstype en intensiteit. Voor de melkveehouderij houdt het model rekening met de opbouw van de veestapel, zowel met betrekking tot het aantal lactaties als de lactatiefase van dieren. Het model heef een gedetailleerde representatie van graslandbeheer (houdt rekening met onder meer bemesting, aantal sneden, balen/silo/hooi). Zie voor meer details en modeldocumentatie https://farmdyn.github.io/documentation/ met daarin ook een overzicht van toepassingen en wetenschappelijke publicaties. Voor Nederlandse toepassingen zie bijvoorbeeld Helming et al. (2023).

Referenties

Jongeneel, Roel, Marcel van Asseldonk, Co Daatselaar, Auke Greijdanus, John Helming, Luuk Vissers, 2024. *Uitwerking bedrijfstypen voor duurzame landbouw: melkveehouderij en akkerbouw.* Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2024-001. 138 blz.; 4 fig.; 68 tab.; 27 ref.

Helming, John, C. Daatselaar, W. van Dijk, H. Mollenhorst, en S. H. Pishgar-Komleh (2023). *'Model Collaboration between Farm Level Models with Application on Dutch Dairy and Arable Farms Regarding Circular Agricultural Policy' Sustainability* 15, no. 6: 5020. https://doi.org/10.3390/su15065020f.

Bijlage 3 Samenstelling werkgroep

Tabel B3 *Samenstelling van de werkgroep 'maatregelen voor het verlagen van de fosforbelasting van het oppervlaktewater in NV-gebieden' die een bijdrage hebben geleverd aan het advies.*

Organisatie	**Leden Werkgroep**
Wageningen Environmental Research (WENR)	Erwin van Boekel
Wageningen Environmental Research (WENR)	Twan Cals
Wageningen Environmental Research (WENR)	Piet Groenendijk
Wageningen Environmental Research (WENR)	Hans Kros
Wageningen Plant Research (WPR)	Wim van Dijk
Wageningen Livestock Research (WLR)	Jantine van Middelkoop
Wageningen Economic Research (WEcR)	Mark Manshanden
Wageningen Economic Research (WEcR)	Marit Tonkens
Business unit Open teelten van Wageningen University & Research (WUROT)	Johan Specken

Ministerie van Landbouw, Visserij,
Voedselzekerheid en Natuur

Aan de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

Directoraat-generaal Agro
Directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit

Auteur
[redacted]

TER BESLISSING
Datum
8 juli 2025

Kenmerk
DGA-PAV / 99878930

Kopie aan

Bijlage(n)
9

nota
TER BESLISSING

publicatie kamerbrieven concept 8e AP en start zienswijzeprocedure/internetconsultatie

Parafenroute

[redacted]

Aanleiding

Op 1 januari 2026 gaat het 8e actieprogramma Nitraatrichtlijn (8e actieprogramma) gelden. Hiervoor is het nodig dat het 8e actieprogramma wordt aangeboden voor internetconsultatie, opengesteld voor zienswijzen en voor advisering naar de Commissie voor de milieueffectrapportage (MER) wordt gestuurd. Bijgevoegd documenten over het concept 8e actieprogramma en de bekendmaking van de start van de zienswijzeprocedure (publicatie in de Staatscourant) strekken hiertoe. Daarnaast bevat de bijlage kamerbrieven naar de Tweede- en Eerste Kamer over het concept 8e actieprogramma en de onderliggende rapporten. In de brief naar de Eerste Kamer is, naar aanleiding van hun (herhaalde) verzoek om het actieprogramma vóór 1 november 2025 te ontvangen, ook een passage opgenomen dat u verwacht in december 2025 het 8e actieprogramma te publiceren.
Op 9 juli is de doorrekening door Wageningen University & Research (WUR) van mogelijke maatregelpakketten voor het 8e actieprogramma opgeleverd. De maatregelpakketten zijn doorgerekend op het effect op de waterkwaliteit, de bedrijfseconomische effecten, de mate van inpasbaarheid in de bedrijfspraktijk en andere milieueffecten.

Geadviseerd besluit

- U wordt geadviseerd in te stemmen met bijgevoegde kamerbrieven (Tweede Kamer en Eerste Kamer) en die met het concept 8e actieprogramma en de onderliggende rapportages (5 onderzoeksrapporten en een link naar RIVM-website) te versturen naar Tweede- en Eerste Kamer.
- U wordt geadviseerd bijgevoegde bekendmaking van de start van de zienswijzeprocedure te ondertekenen voor publicatie in de Staatscourant. De zienswijzeprocedure loopt gelijktijdig met de internetconsultatie.

Kernpunten

Directoraat-generaal Agro
Directie Plantaardige Agroketens
en Voedselkwaliteit

Kenmerk
DGA-PAV / 99878930

- In voorbereidende nota's en gesprekken bent u geïnformeerd over de voorgenomen invulling van het concept 8e actieprogramma.
- Dit betreft een invulling van het concept 8e actieprogramma in lijn met de hoofdlijnen van het 8e actieprogramma die u op 11 april jl. in een brief naar de Tweede Kamer heeft gestuurd.
- In bijgevoegde kamerbrieven en het concept 8e actieprogramma wordt de door u gekozen invulling uiteengezet.
- De voorgenomen invulling van het 8e actieprogramma zal in de periode 14 juli tot 25 augustus voor internetconsultatie worden aangeboden, eenieder heeft de gelegeheid om op het concept 8e actieprogramma te reageren.
- Gedurende dezelfde periode loopt de zienswijzeprocedure, waarvoor bijgevoegde bekendmaking van de start van de zienswijzeprocedure in de Staatscourant gepubliceerd wordt.
- Gelijktijdig zal ook het concept 8e actieprogramma en de onderliggende onderzoeksrapporten aan de Commissie MER voor advies worden aangeboden.
- Mede op basis van de inbreng in de internetconsultatie en de zienswijzeprocedure, en het advies van de Commissie MER, zal het 8e actieprogramma verder worden vormgegeven en aan u ter besluitvorming worden voorgelegd. Hierover wordt u te zijner tijd geïnformeerd.

Toelichting

- Het doel van het 8e actieprogramma is om, conform de Nitraatrichtlijn, waterverontreiniging van grond- en oppervlaktewater door nutriënten afkomstig van de landbouw te voorkomen en te verminderen, te voldoen aan de norm van 50 mg/l nitraat in het bovenste grondwater en eutrofiëring van het oppervlaktewater tegen te gaan. Daarmee wordt bijgedragen aan het halen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water, waar het nutriënten afkomstig van de landbouw betreft.
- In de kamerbrief van 11 april jl. zijn de hoofdlijnen van het 8e actieprogramma beschreven. Mede naar aanleiding van de resultaten van doorrekening van mogelijke maatregelpakketten voor het 8e actieprogramma zijn de hoofdlijnen verder uitgewerkt en ingevuld in het concept 8e actieprogramma.
- Het concept 8e actieprogramma bevat naast een pakket met voorgenomen generieke maatregelen een ingroeipad voor bedrijfsgerichte doelsturing (in lijn met Hoofdlijnenakkoord) gericht op verbetering van de grondwaterkwaliteit. Dit betreft een alternatief systeem waaraan agrariërs kunnen deelnemen, gebaseerd op N-mineraalmetingen en het stikstofbodemoverschot dat naast het generieke beleid staat en een vergelijkbaar effect heeft op de waterkwaliteit.