Report

PlanMER
Programma Integraal Riviermanagement

Definitief

Client: Ministerie I&W

Reference: BH8949-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001
Status: S0/P01.01
Date: 14 November 2023

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Document title:	PlanMER Programma Integraal Riviermanagement
Subtitle:	Definitief
Reference:	BH8949-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001
Status:	P01.01/S0
Date:	14 November 2023
Project name:	IRM
Project number:	BH8949

Classification
Open

Unless otherwise agreed with the Client, no part of this document may be reproduced or made public or used for any purpose other than that for which the document was produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability whatsoever for this document other than towards the Client.

Please note: this document contains personal data of employees of HaskoningDHV Nederland B.V.. Before publication or any other way of disclosing, this report needs to be anonymized, unless anonymisation of this document is prohibited by legislation.

Royal HaskoningDHV

Contents

1	**Inleiding**	**21**
1.1	Integraal Riviermanagement	21
1.2	Bestuurlijke opdracht	22
1.3	Waarom een milieueffectrapport	22
1.4	De m.e.r.-procedure	23
1.5	Leeswijzer	25
2	**Integraal Programma Riviermanagement**	**26**
2.1	De rol van het programma onder de Omgevingswet	26
2.2	Het plan- en studiegebied	28
2.3	Probleemanalyse	31
2.4	Van ambitie naar doelen en beleidskeuzes	36
2.5	Faciliteren opgaven	40
3	**Welke alternatieven zijn onderzocht?**	**42**
3.1	Inleiding	42
3.2	Referentiesituatie	47
3.3	Alternatief 1 ‘Accent op laagwaterproblematiek’	47
3.4	Alternatief 2 ’Accent op hoogwaterproblematiek’	52
3.5	Alternatief 3 ‘Accent op laag- en hoogwaterproblematiek met maximale ambities’	56
3.6	Wet- en regelgeving en (ander) beleid	60
4	**Wijze beoordeling**	**61**
4.1	Beoordelingskader	61
4.2	Wijze van beoordelen	65
4.3	Cumulatie	66
4.4	Mitigerende maatregelen en/of aanbevelingen voor het vervolg	66
4.5	Monitoring en evaluatie	66
5	**Huidige- en referentiesituatie**	**67**
5.1	Inleiding	67
5.2	Hoogwaterafvoer	68
5.3	Zoetwaterbeschikbaarheid	74
5.4	Rivierysteem met riviernatuur	80
5.5	Transport over water	88
5.6	Regionale economische ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit	95
5.7	Natuur	98

5.8 Landschap, cultuurhistorie en archeologie 111
5.9 Bodem en zout-indringing 116
5.10 Overige scheepvaart 119
5.11 Gebruiksfuncties rivierengebied 126
5.12 Duurzaamheid 142

6 Beoordeling doelbereik alternatieven 145
6.1 Veilige afvoer en berging van hoogwater 145
6.2 Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid 152
6.3 Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur 158
6.4 Vlot en veilig transport over water 169
6.5 Regionale economische ontwikkeling met versterking van de ruimtelijke kwaliteit 174

7 Beoordeling milieueffecten alternatieven 181
7.1 Natuur 181
7.2 Landschap, cultuurhistorie en archeologie 190
7.3 Bodem en zout-indringing 193
7.4 Overige scheepvaart 197
7.5 Gebruiksfuncties rivierengebied 200
7.6 Duurzaamheid 213
7.7 Doorkijk effecten 2100 217
7.8 Gevoeligheidsanalyse klimaatscenario's 218

8 Proces om te komen tot een (richtinggevend) voorkeursalternatief 221
8.1 Conclusies beoordeling huidige en referentiesituatie 221
8.2 Conclusies effectbeoordeling alternatieven 224
8.3 Het (richtinggevend) voorkeursalternatief 232

9 Beoordeling (richtinggevend) voorkeursalternatief 240
9.1 Beoordeling doelbereik (richtinggevend) voorkeursalternatief 240
9.2 Beoordeling milieueffecten (richtinggevend) VKA 255

10 Conclusies en vervolg 268
10.1 Conclusies en uitvoerbaarheid van het voorgenomen beleid 268
10.2 Cumulerende effecten 277
10.3 Grensoverschrijdende effecten 277
10.4 Aandachtspunten voor het vervolg 278

11 Verklarende woordenlijst 287

12 Referenties 296

Bijlage 1: Passende beoordeling 300

Bijlage 2: Beleidskeuzes bodem en afvoercapaciteit 301

Bijlage 3: Indeling Maas en Rijntrajecten op basis van rivierkarakteristieken 304

Bijlage 4: Beoordelingsschalen huidige en referentiesituatie 306

Bijlage 5: (Rivierverruimende) maatregelen die deel uitmaken van de referentiesituatie IRM 317

Bijlage 6: Wet- en regelgeving en beleid 318

Samenvatting planMER IRM

S.1 Aanleiding

Het Rijk werkt samen met provincies, waterschappen en gemeenten aan een veilig, bevaarbaar, watersysteem met voldoende natuur, goede waterkwaliteit en ruimtelijke ontwikkeling. Deze rivierfuncties zijn niet los van elkaar te zien of op te lossen. De urgentie is groot doordat er nu al krapte is om alle rivierfuncties te faciliteren en de wetenschap dat klimaatverandering de opgave verder vergroot. De in 2023 uitgebrachte update van de klimaatscenario's van het KNMI bevestigen de urgentie. Daarvoor wordt het rivierengebied in zijn geheel bezien en worden uitdagingen samen en in samenhang aangepakt. Dat is de achterliggende gedachte van Integraal Riviermanagement. Het Programma Integraal Riviermanagement (IRM) richt zich op de opgaven en kansen in het rivierengebied (bestaande uit de Maas en Rijntakken, zie Figuur S-1) in de periode tot 2050. Met een doorkijk naar 2100.

De centrale opgave is om te komen tot een toekomstbestendig rivierengebied door keuzes over de systeemkenmerken die leiden tot aanpassingen in de inrichting van de rivier.

Het streven is het Programma Integraal Riviermanagement in 2023 vast te stellen. Het Programma zoekt de verbinding met andere programma's in het rivierengebied. Gekoppeld aan IRM is dit Milieueffectrapport (planMER) opgesteld waarin de effecten van beleidskeuzes in het programma zijn onderzocht. Omdat op voorhand significante negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000 gebieden niet kunnen worden uitgesloten, is hierbij ook een passende beoordeling opgesteld. Tenslotte is ook een Kengetallen Kosten Baten Analyse (KKBA)[1] uitgevoerd.

Figuur S.1 Plangebied IRM

S.2 Ambitie en doelen

De ambitie van IRM is om te komen tot een toekomstbestendig rivierengebied dat als systeem goed functioneert en meervoudig bruikbaar.

Er zijn 5 IRM doelen:

1. Voor **rivierafvoer bij hoogwater** is het doel een veilige afvoer en berging van hoogwater.
2. Voor **zoetwaterbeschikbaarheid en drinkwatervoorziening** is het doel een robuuste zoetwaterbeschikbaarheid in periodes van droogte en lage afvoeren door middel van een

[1] *Dit is een vorm van een Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse waarin wel alle effecten voorkomen, maar deze effecten op een snelle en ruwere manier zijn ingeschat/gewaardeerd*

hoofdwatersysteem dat bestand is tegen een droogte die in 2050 gemiddeld eens per 20 jaar voorkomt in het Stoomscenario.

3. **Voor natuur en ecologische waterkwaliteit** is het doel een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur, waarmee ook de instandhouding van de in het kader van de KRW en N2000 gerealiseerde of nog te realiseren doelen is geborgd.
4. **Voor bevaarbaarheid** is het doel om de bevaarbaarheid te behouden voor de huidige scheepvaartklassen en het behouden en ontwikkelen van toegankelijke en bereikbare (overnachtings)havens en sluizen.
5. **Voor regionale economische ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit** is het doel om ruimte te creëren voor en het stimuleren van regionale ontwikkelingen passend bij de kenmerken en identiteit van het gebied.

S.3 Beoordeling alternatieven

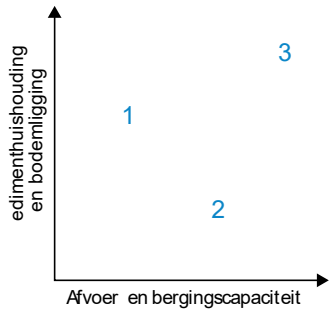
Om invulling te geven aan de genoemde doelen worden in het IRM keuzes gemaakt over de beoogde afvoer- & bergingscapaciteit, bodemligging & sedimenthuishouding en natuurontwikkeling. Deze keuzes dienen de verschillende negatieve trends te keren op het gebied van veilige afvoer van hoog water, rivierdynamiek met robuuste natuur, zoetwaterbeschikbaarheid, scheepvaart en ruimtelijke kwaliteit. Het realiseren van de beleidskeuzes kan direct of indirect leiden tot het in meerdere of mindere mate bereiken van de IRM-doelen, maar kan daarnaast ook leiden tot andere milieueffecten.

De beleidskeuzes kunnen gerealiseerd worden met diverse maatregelen, zoals het verruimen van het winterbed, het aanpassen van het zomerbed en/of het suppleren van sediment. Welke maatregelen precies genomen gaan worden is nog onbekend. Om inzicht te geven in zowel de mate van doelbereik als potentiële (milieu)effecten is gewerkt met indicatieve pakketten van maatregelen. Er zijn drie alternatieve combinaties van de beleidskeuzes samengesteld:

- Alternatief 1: accent op laagwaterproblematiek
- Alternatief 2: accent op hoogwaterproblemantiek
- Alternatief 3: accent op laag- en hoogwaterproblematiek.

De alternatieven zijn onderscheidend, zoals verbeeld in figuur S.2, in het ‘speelveld’ van bodemligging & sedimenthuishouding en afvoer- & bergingscapaciteit. Er is gevarieerd in bodemligging (uit te drukken in centimeters bodemverhoging of verlaging) en afvoercapaciteit (uit te drukken in centimeters waterstandsverlaging of verhoging bij een indicatieve toename van de piekafvoer van 16.000 m^3/s naar 17.000 m^3/s bij Lobith), met differentiatie op riviertrajectniveau. De PAGW opgave[2] is onderdeel van alle alternatieven.

[2] *PAGW staat voor Programmatische Aanpak Grote Wateren en heeft tot doel de waterkwaliteit (morfo-ecologische kwaliteit) te verbeteren en de natuur te versterken in de grote wateren. De PAGW-opgave voor het rivierengebied is beschreven in de ecologische systeemopgave PAGW-Rivieren en betreft o.a. het realiseren van 28.300 ha ecotoopverandering.*



Figuur S.2 Positionering alternatieven 1, 2 en 3 (0 staat voor de referentiesituatie)

Voor elk alternatief is beoordeeld in hoeverre deze in positieve of negatieve zin bijdraagt aan de vijf IRM-doelen, ten opzichte van de (negatieve) trends die zichtbaar zijn in de referentiesituatie.

De resultaten van de beoordeling van doelbereik is zichtbaar in tabel S.1 ten S2. Hierbij is onderscheid gemaakt in de beoordeling voor drie Rijn takken en de Maas. Ook is beoordeeld welke milieueffecten de alternatieven met zich meebrengen. De resultaten hiervan zijn zichtbaar in tabel S3 en S4.

Beiden beoordelingen zijn uitgevoerd door middel van expert judgement. Hierbij is gebruik gemaakt van beschikbare informatie en diverse studies, zoals de doorrekening van het Nulalternatief [Asselman et al., 2022], Systeembeschouwing IRM en sectoraal uitgevoerde studies, denk aan Klimaatbestendige Netwerken – Bevaarbaarheid, DP Zoetwater, Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). De beoordeling heeft plaatsgevonden aan de hand van een zevenpuntsschaal met plussen en minnen.

Tabel S.1 Samenvatting effectbeoordeling doelbereik Rijntakken (incl. PAGW)

IRM doelen	**Aspect**	**Alternatief 1** ***Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding***			**Alternatief 2** ***Accent op afvoer- en bergings-capaciteit***			**Alternatief 3** ***Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes***			**(richtinggevend) VKA**		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	0	0	0	+	0	+	++	0	++	++	0	++
	Waterbergings-capaciteit	0	0	0	0/+	0	0/+	0/+	0	+	0/+	0	0/+

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*			Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*			Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*			(richtinggevend) VKA		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++	0/+	++
	Morfodynamiek	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++	+	++
	Ruimte voor natuur-ontwikkeling	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Robuuste zoet-waterbeschikbaar	Zoetwatervoorziening	0/-	0	+	0	0	0/+	-	0/+	++	0/-	0	+
	Laagwaterstanden	+	0	+	0/+	0	0/+	++	0/+	++	+	0	+
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laag water	0/+	+	+	0/+	0/+	0/+	0/-	+	+	0	+	+
Regionale economische ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	0/+	0	0/+	+	0/+	+	++	+	++	++	0	++
	Ruimtelijke kwaliteit	+	0	+	0/+	0/+	0/+	+	0/+	+	+	0/+	+

Tabel S.2 Samenvatting effectbeoordeling doelbereik Maas (incl. PAGW)

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*	Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*	Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*	(richtinggevend) VKA
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	0	+	++	++
	Waterbergings-capaciteit	0	+	++	++
Robuuste zoet-waterbeschikbaar	Zoetwatervoorziening	0	0	0	0
	Laagwaterstanden	0/+	0/+	+	0/+

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*	Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*	Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*	(richtinggevend) VKA
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	+	+	+	+
	Morfodynamiek	+	+	++	++
	Ruimte voor natuurontwikkeling	++	++	++	++
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen	0	0	0	0
Regionale economische ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	0/+	+	+ +	++
	Ruimtelijke kwaliteit	0	0/+	+	+

S.3 Samenvatting effectbeoordeling milieueffecten Rijn (incl. PAGW)

Aspect		Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*	Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*	Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*	(richtinggevend) VKA
Natuur	Natura 2000- gebieden	0/+	++	++	++
	Natuurnetwerk Nederland	++	++	++	++
	Kaderrichtlijn Water	+	+	++	++
	Beschermde soorten	++	++	++	++
Landschap en cultuurhistorie	Effect op landschappelijke waarden	+	+	++	++
	Effect op cultuurhistorische waarden	0/-	-	- -	-
	Effect op archeologische waarden	0/-	-	- -	- -

Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	0	0	0	0
	Zout-indringing	0/-	0	-	0/-
Scheepvaart	Nautische veiligheid	0	0/-	-	0/-
	Scheepvaarteffecten bij hoog water	0	0	0/+	0/+
Gebruiks-functies	Wonen en werken	0/-	-	- -	-
	Recreëren	0/+	+	++	++
	Landbouw	0/+	-	0	-
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	+	0/+	++	+
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	+	0/+	++	0/+
	Delfstoffenwinning	0/+	+	++	++
	Kabels en leidingen	+	0/+	++	+
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	0/+	+	++	+
	Energie- en grondstofgebruik	0/-	-	- -	- -

S.4. Samenvatting effectbeoordeling milieueffecten Maas (incl. PAGW)

Aspect		Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*	Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*	Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*	(richtinggevend) VKA
Natuur	Natura 2000 gebieden	++	++	++	++
	Natuurnetwerk Nederland	0/+	+	++	++
	Kaderrichtlijn Water	+	+	++	++
	Beschermde soorten	++	++	++	++
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Effect op landschappelijke waarden	+	+	++	++
	Effect op cultuurhistorische waarden	0/-	-	- -	-
	Effect op archeologische waarden	0/-	-	- -	- -
Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	0	0	0	0
	Zout-indringing	0/-	0	-	0/-

Scheep-vaart	Nautische veiligheid	0	0	0/-	0/-
	Scheepvaarteffecten bij hoog water	0	0	0/+	0/+
Gebruiks-functies	Wonen en werken	0/-	-	- -	-
	Recreëren	0/+	+	++	+
	Landbouw	0/-	-	--	--
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	0	0	0/+	0
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	0/+	0/+	++	0/+
	Delfstoffenwinning	0/+	+	++	++
	Kabels en leidingen	0/+	0/+	++	0/+
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	0/+	+	++	+
	Energie- en grondstofgebruik	0/-	-	- -	- -

S.4 Het (richtinggevend) voorkeursalternatief

Mede op basis van de eerste resultaten van het MER (de beoordeling van de alternatieven), alsmede de KKBA (voor de alternatieven), is men gekomen tot een (richtinggevend) voorkeursalternatief. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief bestaat uit een combinatie van de drie alternatieven.

Het (richtinggevend) VKA voor ‘bodemligging en sedimenthuishouding’ bestaat uit een combinatie van alternatief 1 en 2. Voor de ‘afvoer- & bergingscapaciteit’ zit het (richtinggevend) VKA tussen alternatief 2 en 3 in.

Het besluit dat uiteindelijk genomen wordt in het Programma IRM past binnen de bandbreedte van hetgeen onderzocht is in dit planMER. Het detailniveau van het besluit is echter minder concreet dan het (richtinggevend) VKA. Bij de verdere uitwerking van het Programma IRM is het VKA uit dit planMER leidend. Mochten vervolgbesluiten buiten het kader van het VKA liggen, dan is aanvullende milieueffectbeoordeling nodig.

In het (richtinggevend) voorkeursalternatief mag de rivierbodem niet verder eroderen dan de situatie in 2020. Aanvullend wordt op diverse trajecten ingezet op een nog hoger rivierbodemniveau; het niveau van het jaar 2000. Hiertoe worden ontgrondingen in het zomerbed beëindigd en kunnen maatregelen getroffen worden (zoals suppleties, kribverlaging, aanleg van langsdammen en rivierverruimende maatregelen) om de erosieve kracht uit de stroming te halen en daarmee verdere erosie te voorkomen. Daarnaast zorgt het (richtinggevend) VKA voor voldoende afvoer- en bergingscapaciteit om hogere afvoeren die in de loop van deze eeuw verwacht worden (voor en na 2050) op te kunnen vangen en ruimtelijke ontwikkelingen (zoals natuur, bodemligging en overige opgaven) te kunnen faciliteren. Dit wordt gedaan met rivierverruimende maatregelen, zoals de aanleg van nevengeulen, maar ook de inzet van (nieuwe) Barro-reserveringen binnendijks. Deze maatregelen zorgen voor het verlagen van de waterstanden, variërend van 0 tot 80 cm ten opzichte van de huidige situatie[3]. Tot slot wordt in het (richtinggevend) VKA ingezet op behoud en versterking van de Natura 2000, KRW en NNN-gebieden en het realiseren van circa 28.300 ha

[3] *Doordat het alternatief ook invulling geeft aan verschillende opgaven (zoals bijvoorbeeld het omhoog brengen van de bodem of het uitvoeren van de natuuropgave) wordt een deel van deze waterstandverlaging weer teniet gedaan.*

ecotoopverandering in het rivierengebied (waarvan ca 21.000 ha functieverandering, zie systeemopgave PAGW).

Het (richtinggevend) VKA is in de figuren S.2, S.3 en S.4 gevisualiseerd. Hierin is zichtbaar hoeveel centimeter bodemverhoging plaats vindt per traject (figuur S.2), de mate van rivierverruiming die nodig is om invulling te geven aan de verschillende opgaven zoals klimaat (figuur S.3) en ruimte in areaal die benodigd is (figuur S.4).

S.5 Beoordeling (richtinggevend) VKA

S.5.1 Algehele conclusies

Overwegend draagt het (richtinggevend) VKA in meer of mindere mate bij aan de vijf doelen (zie S.1 en S2). Gezien de onzekerheden in de benodigde waterstanddaling en mogelijke maatregelen in het (richtinggevend) VKA is het echter nog erg onzeker wat de daadwerkelijk effecten zullen zijn. Veel is afhankelijk van vervolgkeuzes die gemaakt worden bij bijvoorbeeld het uitwerken van de urgente opgaven in concrete maatregelen per gebied. Het is dan ook belangrijk om bij nadere uitwerking van het beleid ook op concreter niveau een ''vinger aan de pols'' te houden (bv middels een besluitMER) en aandachtspunten en aanbevelingen voor het vervolg (zie paragraaf S.8) goed te verankeren in dit proces.

Het (richtinggevend) VKA biedt veel kansen om aan de doelen te voldoen, maar vraagt wel om heel veel ruimte, met name op een aantal riviertrajecten langs de Waal, IJssel en de Maas. Het gaat daarbij om benodigde ruimte voor (zeer) grootschalige rivierverruiming, waaronder meerdere binnendijkse ingrepen (zie Figuur S.5). Er is nader gedetailleerder onderzoek nodig om te bepalen of hier voldoende ruimte beschikbaar is. Ook is er nadere uitwerking nodig om ter hoogte van de PAGW-hotspots (Biesbosch, IJssel-Vechtdelta en Gemeenschappelijke Maas) te bepalen of de natuuropgave geheel buitendijks past. Waar dat niet het geval is zal binnendijkse ruimte nodig zijn of moet de opgave anders/elders gerealiseerd worden. Binnen de hotspot Gelderse Poort is nu al duidelijk dat er te weinig ruimte beschikbaar is en dat er ook deels binnendijks gezocht moet worden.

Binnendijkse ruimte ligt veelal buiten de Natura 2000-begrenzing, maar draagt indirect wel bij aan een robuust systeem.

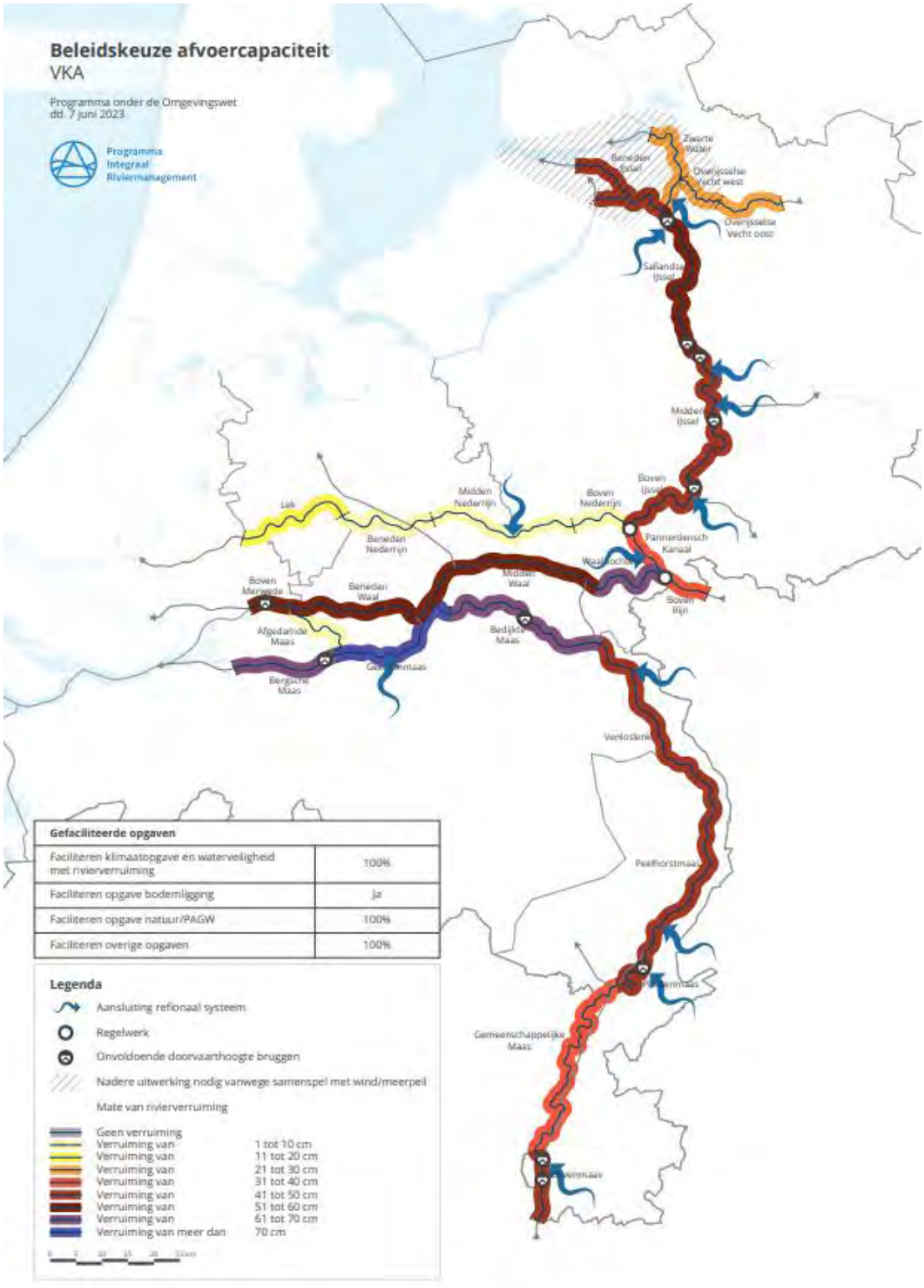
Het richtinggevende VKA is in principe technisch maakbaar. Er kan immers geput worden uit een set aan eerder geïmplementeerde maatregelen (bijv. vanuit de programma's als Ruimte voor de Rivier, Maaswerken, KRW, N2000, HWBP en PAGW). Actief en grootschalig rivierbodembeheer is echter iets nieuws. Dat is nog niet eerder zo omvangrijk en grootschalig gedaan. Hiervoor is kennis en innovatie nodig ook met betrekking tot uitvoerbaarheid en maakbaarheid. Rijkswaterstaat voert in opdracht van het Ministerie van IenW haalbaarheidstoetsen uit met betrekking tot het rivierbodembeleid. Dit betreft o.a. een analyse naar (het mogelijk beschikbaar maken van) sediment aanbod vanuit het riviersysteem, vanuit beheer en onderhoud, vanuit uitvoering van nieuwe rivierprojecten en vanuit derden. Ook is een beperkte onderbouwing gemaakt van de haalbaarheid en uitvoerbaarheid van een besluit om de bodemerosie van de Waal te stoppen, de afvoerverdeling over de Rijntakken bij laagwater te herstellen en de rivierbodem van de Waal omhoog te brengen [Deltares, 2023]. De conclusie van de studie is dat mogelijke maatregelen om deze keuzes te realiseren niet los van elkaar zijn uit te werken. Maatregelen op het gebied van sedimentmanagement kunnen sneller uitgevoerd worden dan de maatregelen gericht op herinrichting van een gebied (zoals bijvoorbeeld het maken van een meerdere stroomgeulen-systeem). De totale benodigde tijd tot en met de uitvoering van herinrichtingsmaatregelen wordt geschat op 10 tot 20 jaar. Het advies is daarom om eerst de vereiste leerervaring met beide type maatregelen op doen: op korte termijn projecten starten, inclusief de monitoring ervan. Zo kan er zicht komen op haalbaarheid, betaalbaarheid, beheerbaarheid, maakbaarheid en uitvoerbaarheid, en gebouwd worden aan een fundament aan kennis en

ervaring om later te beslissen over de concrete na te streven bodemligging. In het Programma IRM wordt voorgesteld om een adaptieve aanpak te volgen, waarbij in nationale en regionale uitvoeringsstrategieën benodigde (vervolg)onderzoeken worden uitgevoerd, maatregelen uitgewerkt en middels pilots en projecten ervaring wordt opgedaan die gebruikt kan worden om de beleidskeuzen indien nodig te herijken.

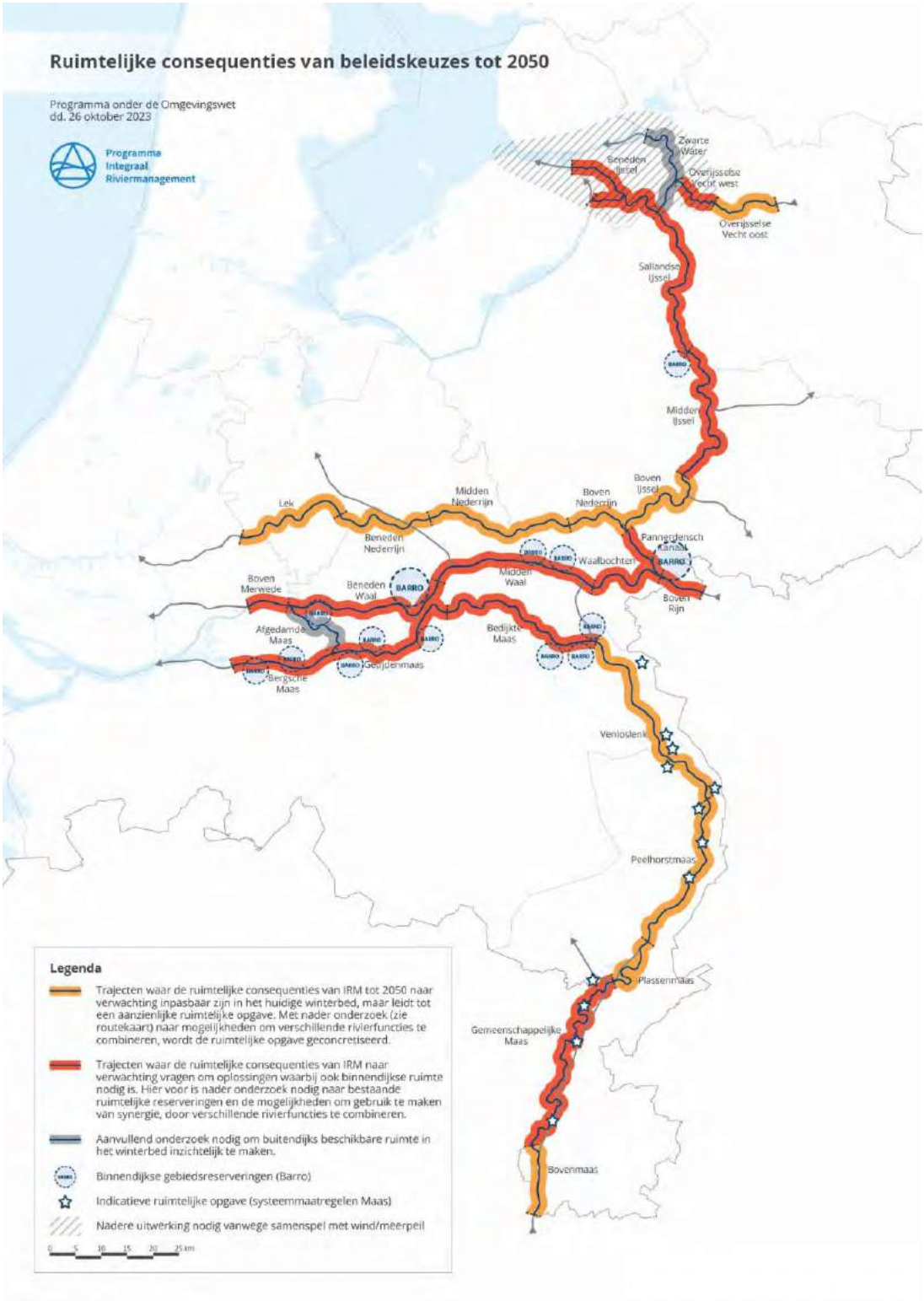
Daarnaast hebben deze ingrepen negatieve milieueffecten op bestaande waarden en gebruiksfuncties (bijvoorbeeld op cultuurhistorisch waardevolle landschappen, landbouwgebied of woonfuncties). Het (richtinggevend) VKA genereert tussen de 4,4 en 13,3 miljard aan kosten. Het behoort tot de mogelijkheden om op trajecten waar de ruimte té beperkt is voor de opgaven een keuze te maken welke opgaven prioriteit hebben en/of om een deel van de klimaatopgave toch op te vangen met dijkverhoging.

Uit het planMER en de Passende Beoordeling blijkt dat het resultaat van de beoordeling van het doelbereik, de milieueffecten en de gevolgen voor Natura 2000- doelstellingen de uitvoerbaarheid van het programma niet in de weg staan. De conclusies die hieraan ten grondslag liggen zijn hierna toegelicht.

Figuur S.3 Opgave rivierbodemligging beschouwd ten opzichte van de huidige situatie (in paragraaf 8.3.2 is tevens een kaart opgenomen waarin de verandering ten opzichte van de referentiesituatie in beeld is gebracht)



Figuur S.4 Mate van rivierverruiming (richtinggevend) voorkeursalternatief



Figuur S5. Indicatieve ruimtelijke opgave 2050

S.5.2 Mate van doelbereik

Uit de beoordeling is op te maken dat het (richtinggevend) VKA van de beleidskeuzes overwegend positief bijdraagt aan de IRM doelen voor zowel de Rijntakken als de Maas (zie tabellen S.1 en S.2). Geen van de beleidskeuzes van het (richtinggevend) voorkeursalternatief heeft een nadelig effect op het doelbereik. De volgende overwegingen illustreren deze conclusie:

- Het (richtinggevend) VKA draagt bij aan een veilige afvoer en berging van hoogwater door het vergroten van de afvoer- en bergingscapaciteit van de rivieren en het verdelen van de hoogwaterafvoer over de Rijntakken conform de afgesproken verdeling. Dit wordt bereikt doormiddel van rivierverruiming. Als gevolg hiervan daalt de hoogwaterstand met maximaal 40 centimeter ten opzichte van de referentiesituatie[4]. Deze verlagingen zorgen potentieel voor een reductie op de benodigde dijkversterking (bij een hoogteopgave van de dijken) tot 2050 en verlengt het de levensduur van overige dijken.
- Het (richtinggevend) VKA draagt bij aan een robuuste zoetwaterbeschikbaarheid en voldoende grond- en oppervlaktewater in periodes van droogte en lage afvoeren. Dit wordt gerealiseerd door het vasthouden en (in delen van de Rijntakken) omhoog brengen van de bodemligging (en daarmee ook de laagwaterstanden) waardoor er minder beperkingen ontstaan bij inlaatpunten. Ook zorgt de verhoogde bodemligging ervoor dat de afvoerverdeling over de Rijntakken verbetert: er gaat bij laagwater iets meer afvoer richting de IJssel (nationale zoetwaterbuffer). De verminderde afvoer naar de Waal zorgt aan de andere kant voor een kleine afname van de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied van de Waal. Doordat de Waal enkele malen groter is dan de IJssel, is het effect van de verminderde afvoer kleiner. De mate van verzilting blijft praktisch gelijk, en is onafhankelijk van de rivierbodemligging (Asselman et al., 2022b). Het (richtinggevend) VKA heeft nauwelijks effect op de zoetwatervoorziening van de Maas, omdat deze grotendeels gestuwd is en meer afhankelijk van een ‘regenregime’ en de afvoeren die bovenstrooms ons land binnenkomen.
- Het (richtinggevend) VKA draagt bij aan een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur door het realiseren van een natuurlijke hydro- en morfodynamiek, een goede ecologische waterkwaliteit en het borgen van voldoende ruimte voor natuur. Dit is voornamelijk het gevolg van de uitvoering van de PAGW-opgave. Om de natte ecotopen te realiseren en duurzaam in stand te houden, is verbetering van de hydrodynamische condities en verhoging van de (voorjaars)grondwaterstanden nodig. Dit geldt met name voor de drogere uiterwaarden in de hotspot-gebieden Gelderse Poort en Gemeenschappelijke Maas. Door de uitvoering van de PAGW-opgave, in combinatie met de beleidskeuzes is het de verwachting dat het (richtinggevend) VKA een sterke bijdrage heeft aan het doelbereik voor ecologie en waterkwaliteit.
- Het (richtinggevend) VKA draagt door het vasthouden van de bodem bij aan het bevaarbaar houden van vaarwegen en het behouden en ontwikkelen van toegankelijke en bereikbare (overnachtings)havens en sluizen. Doordat de bodem van de eroderende Rijntakken omhoog wordt gebracht, betekent dit een vermindering in de hoogte van bestaande drempels in de rivier, waardoor er sprake is van een meer constante waterdiepte. Dit verlaagt het aantal dagen dat niet wordt voldaan aan de norm (waterdiepte bij OLA) en verbetert de bereikbaarheid van havens en sluizen ten opzichte van de referentiesituatie. Door de ongelijke verhoging van de rivierbodem rond het splitsingspunt Pannerden gaat er met het (richtinggevend) VKA bij laagwater minder afvoer naar de Waal en meer naar de IJssel. Met het (richtinggevend) VKA verbetert de bevaarbaarheid langs de IJssel en de Nederrijn-Lek. De afname van de afvoer naar de Waal zorgt voor een kleine afname in de beschikbare waterdieptes bij laagwater. Afhankelijk van de uitwerking van maatregelen, zal de optelsom voor de Waal positief danwel (licht) negatief kunnen worden. Door grootschalige werkzaamheden kan er (tijdelijke) hinder voor de scheepvaart ontstaan. Wegens haar gestuwde karakter en parallelle kanalen heeft het (richtinggevend) VKA weinig invloed op de Maas.

[4] Dit betreft het deel dat wordt gebruikt ter compensatie van de klimaatopgave, niet ter compensatie van andere opgaven (waterstandsneutraal uitvoeren van verhoging bodem, PAGW, etc.).

- Het (richtinggevend) VKA draagt bij aan het creëren van ruimte voor en het stimuleren van regionale economische ontwikkelingen passend bij de kernkwaliteiten van het gebied. Dit is het resultaat van de beoogde rivierverruimende maatregelen en natuurontwikkeling die mogelijkheden bieden voor nieuwe en slimme combinaties van functies op het gebied van b.v. riviergebonden bedrijvigheid, natuur-inclusieve landbouw en (water)recreatie. Ook kan hierdoor de belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarden van het gebied toenemen.

S.5.3 Milieueffecten VKA

Onderstaand volgen per thema de belangrijkste conclusies:

Natuur: Het (richtinggevend) VKA met daarin 100% realisatie van de 28.300 ha natuuropgave leidt tot een klimaatbestendig rivierecosysteem waarin alle belangrijke habitats en kenmerkende soorten een plaats vinden. Buitendijkse rivierverruimingsmaatregelen biedt kansen om voor Natura 2000-waarden die nu te versnipperd voorkomen (zoals ooibossen en stroomdalgraslanden) robuuste eenheden te creëren. Door het omhoog brengen van de rivierbodem neemt de rivierdynamiek, sedimentuitwisseling en de inundatieduur van de uiterwaarden toe. Dit is gunstig voor droge habitattypen die profiteren van zandafzetting als stroomdalgraslanden en voor natte habitattypen die verdrogingsgevoelig zijn, zoals zachthoutooibos. Het (richtinggevend) VKA biedt ook kansen voor Natuurnetwerk Nederland (NNN) door het verbeteren van de connectiviteit in het rivierengebied en klimaatrobuust maken. Door onder meer het creëren van extra paaigronden voor vis, leefgebied voor macrofauna en groeiplaatsen voor watervegetatie wordt ook bijgedragen aan het KRW doelbereik. Ook realiseert het (richtinggevend) VKA voldoende ruimte voor duurzame populaties van (beschermde) soorten die thuishoren in het rivierengebied zoals de meervleermuis, otter, bever, rivierrombout, houting en steur. Het (richtinggevend) VKA leidt tot een positieve bijdrage (++) op de Natura 2000 gebieden, NNN, beschermde soorten en KRW.

Landschap en cultuurhistorie; Het (richtinggevende) voorkeursalternatief zorgt doormiddel van het tegengaan van verdroging dat aanwezige landschappelijke en cultuurhistorische waarden behouden blijven. Ook de rivierverruimende maatregelen (zowel binnen- als buitendijks) bieden kansen voor het versterken van het landschap. Voorwaarde is dat bij de nieuwe inrichting rekening wordt gehouden met de identiteiten van het rivierenlandschap. Ook kunnen cultuurhistorische waarden en structuren zoals nevengeulen worden geaccentueerd of teruggebracht. Daar staat tegenover dat rivierverruimende maatregelen of natuurontwikkeling ook een risico vormen op de aanwezige cultuurhistorische waarden van het rivierengebied zoals verkavelingen, paden en groenstructuren. Een aandachtspunt vormt daarnaast het verlagen van de zomerkades. Dit heeft een negatief effect op de landschappelijke en cultuurhistorische waarden, doordat de routing en het uitzicht aangetast worden. Voor het (richtinggevend) VKA worden grote delen van het rivierengebied vergraven wat een negatief effect kan hebben op de archeologische waarden in de ondergrond. Voor de impact op de landschappelijke en cultuurhistorische waarden scoort het (richtinggevend) VKA respectievelijk zeer positief (++) en licht negatief (-). Voor impact op de archeologische waarde scoort het (richtinggevend) VKA (- -).

Bodem en zoutindringing: Het (richtinggevend) VKA scoort neutraal op de bodemkwaliteit, omdat deze volgens regelgeving niet mag verslechteren als gevolg van werkzaamheden. Volgens deze regelgeving moet de kwaliteit van de bodem gelijk blijven of verbeteren (bijvoorbeeld als gevolg van saneringen). De mate van zoutindringing wordt in het (richtinggevend) VKA licht negatief beïnvloed. Doordat er in dit alternatief sprake is van een vermindering van afvoer naar de Waal, is er ook een verslechtering van de mate van zoutindringing te verwachten bij de Rijn-Maasmonding. Aan de andere kant is er dan wel sprake van een lichte afname van zoutindringing ter hoogte van het IJsselmeer (door toename afvoer IJssel). Dit speelt echter in mindere mate.

Overige scheepvaart: De bodemverhoging in het (richtinggevend) VKA zorgt ervoor dat met name bij vaste lagen en aansluitingen met havens de kans op incidenten (aanvaring met de bodem) afneemt: de drempelvorming is namelijk minder en de waterdiepte boven de drempels groter (bijv. bij de vaste laag van Nijmegen waar frequent incidenten voorvallen). De hogere laagwaterstanden kan ook de congestie bij sluizen in enige mate verminderen doordat deze vaker en langer kunnen opereren. Ook kan er met een grotere beladingsgraad worden gevaren en neemt de scheepvaartintensiteit enigszins af t.o.v. de referentiesituatie. Ook dit is gunstig voor de nautische veiligheid. Daartegenover staat dat de uitvoerings- en onderhoudswerkzaamheden voor de bodem voor veel varend materieel in de vaarweg zorgen. Ook kunnen er door de rivierverruimingen meer locaties komen waar er hinderlijke dwarsstroming ontstaat. De doorvaarthoogte bij bruggen zullen met het (richtinggevend) VKA iets groter worden door het creëren van extra afvoercapaciteit en de daarmee gepaarde lagere waterstanden bij hoge afvoeren. In bepaalde situaties kan dit ertoe leiden dat schepen extra lading mee kunnen nemen (een extra laag containers).

Gebruiksfuncties: Qua gebruiksfuncties worden er in het (richtinggevend) VKA risico's voorzien voor landbouw en wonen & werken. Dit is het gevolg de van de grootschalige binnen- en buitendijkse rivierverruimende maatregelen en de realisatie van de PAGW, die beiden veel ruimte vragen. Er geldt dat op sommige plekken voor de waterstandsverlaging meer ruimte nodig is dan alleen buitendijkse ruimte. Voor de Bedijkte Maas, Midden Waal, Waalbochten, Boven Merwede, Beneden Waal en Middel IJssel zijn er naar verwachting naast buitendijkse ruimte ook barro-reserveringen nodig. Bij de Bergsche Maas, Getijdenmaas, Sallandse IJssel, Beneden-IJssel en de Overijsselse Vecht is de opgave zo groot dat er naast buitendijkse ruimte en barro-reserveringen mogelijk ook aanvullende binnendijkse ruimte nodig is. Anderzijds biedt het (richtinggevend) VKA voor een aantal gebruiksfuncties veel kansen, zoals voor het stabiel houden van oevers en kades, het veiligstellen van kabels en leidingen en delfstofwinning. Daarnaast wordt in de Rijntakken de kans op een goede beschikbaarheid van drink en industriewater vergroot en biedt het (richtinggevend) VKA mogelijkheden tot het geven van een impuls aan recreatie.

Duurzaamheid: De mate van adaptiviteit is afhankelijk van of er gewerkt gaat worden met harde of zachte inrichtingsmaatregelen. Rivierverruimende maatregelen en bodemophoging zijn over het algemeen zachte inrichtingsmaatregelen, en daarmee zeer adaptief. Rivierverruimende maatregelen hebben blijvend positieve effecten richting 2100 en zijn in die periode ook nog aanpasbaar (doordat dijkversterking dan nog wel een optie is, aangezien dit eerder nog niet noodzakelijk hoeft te zijn). Anderzijds zijn werkzaamheden in de uiterwaarden vaak onomkeerbaar, wat het alternatief minder adaptief maakt. Doordat het (richtinggevend) voorkeursalternatief geleidelijk wordt uitgevoerd worden er voldoende kansen geboden om het alternatief gedurende het proces nog aan te passen. Qua energie- en grondstofgebruik scoort het (richtinggevend) VKA negatief, omdat hier forse ingrepen zijn voorzien in het rivierengebied om de gewenste situatie te bereiken.

S.5.4 Passende beoordeling

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat maatregelen in het kader van bodemligging en sedimenthuishouding een positieve bijdrage hebben op de Natura 2000-doelen en in de eindfase geen risico heeft op significant negatieve gevolgen op de Natura 2000-gebieden. Erosie in het zomerbed, de dalende rivierbodem en de daarmee samenhangende lagere grondwaterstanden in de uiterwaarden en daarbuiten leiden tot verdroging van uiterwaarden. Het verhogen van het zomerbed is daarmee een belangrijke maatregel om het knelpunt van verdroging in de uiterwaarden tegen te gaan. Het draagt bij aan herstel van de verstoorde rivierdynamiek en vergroot de potentie voor realisatie van natte riviernatuur. Dat is nodig om uiteindelijk het knelpunt van te kleine arealen en versnipperde leefgebieden in de Natura 2000-gebieden op te kunnen lossen met meer ruimtelijke maatregelen in de uiterwaarden.
Daarnaast zijn maatregelen ten behoeve van de afvoer- en bergingscapaciteit nodig om de Natura 2000-opgave te realiseren, ook voor de toekomst wanneer klimaateffecten een steeds grotere impact hebben op de natuuropgave. Belangrijke voorwaarden (condities) voor het herstel van de natuurlijke dynamiek zijn het

voorkomen van verdere bodemerosie, verhoging van de bodemligging van de rivier en verlaging van uiterwaarden en zomerkades, aansluitend bij de DNA van de rivier.

Rivierverruimende ingrepen die mogelijk onderdeel zijn van de uitwerking van het programma IRM, zijn belangrijk om de rivierbodemerosie te beperken, en de daaraan gerelateerde knelpunten in de Natura 2000-opgave, waaronder de verstoorde rivierdynamiek, verdroging, versnippering en te kleine arealen aan te pakken. Daarmee zijn de beleidskeuzes vanuit IRM uitvoerbaar vanuit de Wet natuurbescherming.

S.5.5 Kosten en Baten

Ter ondersteuning van de beleidskeuzes in het Programma IRM is er naast het PlanMER een kengetallen kosten-batenanalyse (KKBA) opgesteld. De KKBA is gericht op een globale raming van de kosten en baten van drie binnen IRM ontwikkelde 3 beleidsalternatieven alsmede die van het (richtinggevend) voorkeursalternatief. Met de term ‘kengetallen’ wordt aangegeven dat zowel kosten als baten merendeels bepaald zijn op basis van beschikbare, globale kengetallen. Geconcludeerd is dat voor de Maas de kosten van het (richtinggevend) VKA ca. € 4,9 miljard betreffen. Voor de Rijn is dit ca. € 8,4 miljard. De baten voor de Rijn zijn ingeschat op ca. € 1,6 miljard en voor de Maas € 1,7 miljard.

S.6 Cumulerende effecten

In dit planMER zijn de beleidskeuzes voor bodemligging & sedimenthuishouding, afvoer- & bergingscapaciteit en natuurontwikkeling integraal beschouwd en beoordeeld. Daarnaast zijn de opstuwende effecten van natuurmaatregelen, het omhoog brengen van de bodemligging en het realiseren van overige ruimtelijke opgaven binnen de alternatieven reeds gecompenseerd (zie onderstaande tabel). Daardoor hoeven de afzonderlijke maatregelen die onderdeel uitmaken van IRM niet meer cumulatief beschouwd te worden.

Tabel S.5 Afvoercapaciteit in de alternatieven

	Faciliteren klimaatopgave en waterveiligheid	Faciliteren opgave bodemligging	Faciliteren opgave natuur/PAGW	Faciliteren overige opgaven
Referentiesituatie	Nee	n.v.t.	Nee	Nee
Alternatief 1	Nee	Ja	100%	Nee
Alternatief 2	50%	n.v.t	100%	50%
Alternatief 3	100%	ja	100%	100%
(richtinggevend) voorkeursalternatief	100%	Ja	100%	100%

Bij de nadere uitwerking van het beleid, bijvoorbeeld bij het oppakken van specifieke opgaven, kunnen zich op maatregelniveau wel cumulatieve effecten voordoen indien de integrale IRM maatregelen samen vallen met sectorale ingrepen. Deze sectorale ingrepen zijn echter nog niet bekend, maar kunnen uiteindelijk wel van invloed zijn als ze in ruimte én tijd samenvallen. Zo kan er bijvoorbeeld sprake zijn van cumulatieve verstoring tijdens uitvoering, wanneer op te veel locaties tegelijkertijd uitvoering plaats vindt. Bij de regionale uitwerking van het beleid zullen daarom eventuele cumulatieve effecten op maatregelenniveau in die gebieden steeds moeten worden bezien.

S.7 Grensoverschrijdende effecten

Uit de keuzes over de bodemligging & sedimenthuishouding, afvoer & bergingscapaciteit en natuurontwikkeling in Nederland vloeien naar verwachting geen grensoverschrijdende milieueffecten voort in België of Duitsland die de uitvoerbaarheid van het ontwerp Programma IRM in de weg staan. Dit komt me de doordat geen sprake is grootschalige (negatieve) milieueffecten en alles minimaal waterstandneutraal wordt uitgevoerd. Hierdoor zijn er naar verwachting geen waterstandseffecten richting België of Duitsland. Wel kunnen de beoogde ingrepen op de Gemeenschappelijke Maas een positief effect hebben op de grondwaterstanden in België. Een ander aandachtspunt betreft stikstof in de uitvoeringsfase. Bij de nadere uitwerking van het beleid dient rekening gehouden te worden hiermee.

S.8 Aandachtspunten voor het vervolg

Hierna zijn de belangrijkste aandachtspunten voor het vervolg toegelicht. Dit zijn de aanbevelingen die op basis van de uitkomsten van dit planMER worden meegegeven voor de vervolgstappen en uitvoering van het beleid, optimalisatie en mitigatie, onzekerheden en leemten in kennis, én monitoring en evaluatie. Dit is hierna toegelicht.

Mogelijkheden voor optimalisatie en mitigatie
Tijdens het proces van nadere uitwerking van beleidskeuzes en de voorbereiding van maatregelen in de regio, kunnen mogelijkheden voor optimalisatie en mitigatie aan de orde komen. Dan worden pas de precieze maatregelen bekend en is het mogelijk om vast te stellen wat eventuele effecten zijn. Op dat moment kunnen de benoemde kansen voor milieu worden verzilverd, en waar nodig maatregelen worden bepaald om eventuele risico's te mitigeren. Er wordt aanbevolen om bij uitwerking van beleidskeuzes de doelen ook gebiedsspecifiek te maken. Hierna zijn achtereenvolgens de belangrijkste mogelijkheden voor optimalisatie en te mitigeren risico's toegelicht.

Kansen voor optimalisatie doelbereik
In de komende jaren zal duidelijkheid ontstaan over de invulling van de nationale en regionale urgente opgaven, waarna duidelijkheid zal ontstaan over eventuele gevolgen die dit heeft voor het doelbereik. De volgende kansen voor optimalisatie liggen het meest voor de hand:

- In de Rijntakken is de afvoerverdeling bij hoogwater belangrijk voor de hoogwaterstanden. Bij een voortzetting van het beleid "Lek ontzien" voor een afvoer bij Lobith van 17. m3/s blijven de hoogwaterstanden langs de Nederrijn-Lek met het (richtinggevend) VKA ongewijzigd. Voor de uitvoerbaarheid van dit beleid is het van belang dat de regelwerken bij de splitsingspunten voldoende regelbereik hebben. Doordat in het (richtinggevend) VKA is voorzien dat er maatregelen worden getroffen om de hogere bodemligging te compenseren, verandert de afvoerverdeling niet t.o.v. de referentiesituatie en behouden de regelwerken voldoende regelbereik. Tijdens de realisatiefase is het voldoen aan de beleidsmatige afvoerverdeling een belangrijk aandachtspunt.
- Er liggen ook kansen voor meer sectorale maatregelen. Bijv. het creëren van extra aanvoer- en regelmogelijkheden voor de zoetwatervoorziening naar nationale zoetwaterbuffers en dan in het bijzonder het IJsselmeer.
- Voor de vaarwegfunctie is het belangrijk dat minimaal de internationaal overeengekomen vaargeuldimensies bij OLR worden in standgehouden. Hierbij zijn lokale optimalisaties mogelijk door frequente en kritische knelpunten weg te nemen.
- Kansen voor het optimaliseren van het doelbereik liggen ook in de uitwerking van de beleidskeuzes in maatregelen. Bijvoorbeeld, het vergroten van de afvoercapaciteit en een hogere bodemligging kunnen (deels) gerealiseerd worden door het langsdammen- of meergeulenconcept. Dit geeft

kansen voor de bevaarbaarheid bij laagwater, lagere hoogwaterstanden en het creëren van ruimte voor natuurlijke hydro- en morfodynamiek in de oeverzone.

Kansen voor optimalisatie en mitigatie van risico's voor het milieu
Bij de uitwerking van nationale en regionale urgente opgaven doen zich verschillende mogelijkheden voor optimalisatie voor ten gunste van het milieu. De volgende kansen voor optimalisatie en eventueel te mitigeren risico's zullen bij vervolgbesluiten nadrukkelijk moeten worden afgewogen:

Natuur:
Aandachtspunten voor vervolgbesluiten: Het beleid uit het programma IRM is nog niet zo concreet uitgewerkt dat de effecten al volledig in beeld gebracht kunnen worden. Uit deze passende beoordeling zijn wel aandachtspunten voor vervolgbesluiten naar voren gekomen. Deze aandachtspunten leiden niet tot conflicterende doelen waardoor beleidsaanpassing van IRM nodig zou zijn, maar moeten in de vervolgfase ook niet uit beeld raken.

- Herinrichting van het rivierengebied gaat ten koste van landbouwgronden wat met name in de Rijntakken tot gevolg zal hebben dat de draagkracht voor grasetende watervogels zal veranderen. Bij de nadere uitwerking van dit beleid in integrale gebiedsontwikkelingen moet hier aandacht voor zijn, waarbij ook binnendijkse gebieden die buiten de Natura 2000-begrenzing vallen betrokken moeten worden. Grasetende watervogels zijn immers gebonden aan voedselrijke graslanden, maar dergelijke foerageergebieden zijn ook buiten het rivierengebied aanwezig.
- Herinrichting heeft ook tot gevolg van de rivier meer invloed krijgt in de uiterwaarden waardoor de rivierdynamiek zal toenemen. Vanuit PAGW is ook het doel om laagdynamische hotspots te behouden en verder te versterken, deze zijn belangrijk voor de samenhang. De aandacht moet dan ook vooral gaan naar de kleinere en tussenliggende laagdynamische gebieden. Soorten als kamsalamander en grote modderkruiper komen hier bijvoorbeeld voor. Bij de verdere uitwerking van de rivierverruiming moet er aandacht zijn voor voldoende laagdynamische milieus die zowel onderling als met binnendijkse gebieden verbonden zijn.

Dat maatregelen ten behoeve van een ecologisch robuust riviersysteem ook negatieve gevolgen hebben voor bepaalde Natura 2000-doelen wordt in het kader van PAGW ook onderkend en hiervoor is aandacht in het Natuurwinstplan en de verdere uitwerking van dit beleid.

Aandachtspunten voor aanlegfase: Ook voor de aanlegfase zijn risico's voorzien, met name wanneer maatregelen op grote schaal en tegelijkertijd worden uitgevoerd. In de praktijk zal dit niet zo snel aan de orde zijn omdat de gevolgen tijdelijk zijn en de uitwerking van het beleid en de uiteindelijke uitvoering gefaseerd zal plaatsvinden.

- Tot de mogelijke maatregelen om de beleidskeuze voor bodemligging en sedimenthuishouding te realiseren behoren suppleties in de hoofdstroom van de rivieren. Dit is het leefgebied van habitatrichtlijnsoorten als zeeprik, rivierprik, elft en zalm. Het is van belang om bij uitvoering van de suppleties te voorkomen dat op te grote schaal sprake is van verstoring of andere vorm van aantasting van dit leefgebied.
- Geluid, licht en menselijke aanwezigheid zijn vormen van verstoring die optreden tijdens de uitvoering van de werkzaamheden en die gevolgen kunnen hebben voor verstoringsgevoelige soorten als vogels. In hoeverre er sprake is van negatieve gevolgen is geheel afhankelijk van de wijze van uitvoering en de periode van uitvoering. Ook het tegelijkertijd uitvoeren van verschillende werkzaamheden in het rivierengebied kan hierbij een rol spelen, met name als alternatieve leefgebieden niet voldoende beschikbaar zijn en als soorten geen ruimte hebben om hun leefgebied tijdens de werkzaamheden tijdelijk te ontvluchten.
- Rivierverruimende maatregelen die mogelijk onderdeel zijn van de uitwerking van het programma IRM zullen (ook) plaatsvinden op landbouwgronden. Het stopzetten van het landbouwkundig gebruik leidt tot een permanente afname van stikstofdepositie. Naar verwachting is deze permanente afname ruim voldoende om de gevolgen van tijdelijke en beperkte toename door de inzet van materieel op te heffen.

Landschap en cultuurhistorie

- Afhankelijk van de exacte locatiekeuzes en wijze van inrichting en uitvoering van concrete maatregelen (zoals bijvoorbeeld rivierverruiming of zandsuppleties) kunnen archeologische waarden in de bodem worden bedreigd. De Monumentenwet - die doorwerkt naar de Wet ruimtelijke ordening en de Wet milieubeheer - stelt dat bij planvorming moet worden aangegeven hoe met archeologische waarden en verwachtingswaarden moet worden omgegaan. Uitgangspunt is dat archeologische waarden behouden blijven of dat maatregelen worden getroffen om archeologische waarden (in situ) te conserveren. Daarom is voor concrete plan- en projectbesluiten archeologisch vooronderzoek voorgeschreven op basis van de Wet op de archeologische monumentenzorg. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij alle concrete vervolgbesluiten.
- Het is belangrijk om cultuurhistorie, archeologie en landschap zo vroeg mogelijk mee te nemen in het ontwerpproces. Op deze wijze kunnen risico's op negatieve effecten beperkt worden, dan wel positieve effecten op deze waarden ontstaan.

Nautische veiligheid: Rivierverruiming kan substantiële negatieve effecten hebben op de vaarwegfunctie in de vorm van aanzanding van de vaargeul en/of te hoge dwarsstroomsnelheden. Bij het concreter uitwerken van maatregelen dient dit meegenomen te worden.

Stabiliteit oevers en kunstwerken: Als er rivierverruimende maatregelen getroffen gaan worden, dan dient rekening gehouden te worden met de beschermingszone die waterschappen minimaal hanteren. De in het voorland aanwezige weerstand is benodigd voor de waterveiligheid (piping). Graven in deze zone is in principe niet toegestaan, omdat daar de waterveiligheidsopgaven groter kunnen worden. Rivierverruiming in de vorm van geulen kan daarnaast ook bijdragen aan drainerende werking van de gebieden binnendijks en zijn om die reden af te raden, als daar in het ontwerp niet rekening mee gehouden wordt.

Wonen en werken: Bij de nadere uitwerking van binnen- en buitendijkse rivierverruimende maatregelen en de realisatie van de PAGW is het belangrijk om rekening te houden met de ruimte voor wonen en werken. Naast ruimtebeslag zijn hierbij ook indirecte effecten, zoals grondwaterstanden en visuele impact van belang.

Landbouw: De rivierverruimende maatregelen en de realisatie van de PAGW-opgave kan ten koste gaan van agrarisch gebied. Om de impact op de landbouw te beperken kan gezocht worden naar meer natuurinclusieve vormen van landbouw, die gepaard kunnen gaan met goede kansen voor natuur en landschap.

Energie en grondstof gebruik: Gezien de grote opgave en de benodigde onderhoudsinspanning is het energie- en grondstoffengebruik groot. Het ministerie van I&W heeft de ambitie uitgesproken om in uiterlijk 2030 volledig klimaatneutraal te zijn en circulair te werken. Dit betekent 100% CO_2-reductie, hoogwaardig hergebruik van materialen en halvering van het gebruik van primaire grondstoffen. Om het energie- en grondstoffengebruik te beperken is het belangrijk hier zo veel als mogelijk invulling aan te geven.

S.9 Onzekerheden, leemten in kennis en aandachtspunten voor monitoring en evaluatie

Het ontwerp Programma IRM heeft een agenderend karakter en kent een hoog schaal- en abstractieniveau. Dit milieueffectrapport heeft daarom ook een agenderend karakter en een hoog schaal- en abstractieniveau. Een effectbeoordeling met dit karakter en bovendien gericht op effecten die zich op de lange termijn voordoen, is per definitie omgeven met de nodige onzekerheden en kennisleemten. Bij de effectbeoordeling in dit milieueffectrapport kunnen twee typen leemten in kennis worden aangeduid. Ten eerste bestaat er onduidelijkheid over de daadwerkelijke uitwerking van de voorgestelde keuzes, aangezien de te nemen maatregelen nog niet bekend zijn en de concrete uitwerking hiervan afhankelijk is van nog te nemen

vervolgstappen. Ten tweede ontbreekt in veel gevallen kennis en informatie over de situatie in de toekomst, waardoor de uitwerking van effecten op dit moment lastig te duiden is. Voor de daadwerkelijke uitvoering van het Programma IRM is daarom meer specifieke kennis nodig die van belang is om bij de verdere uitwerking er van milieugevolgen te voorkomen.

Een programmatische aanpak biedt de mogelijkheid om de langetermijn doelen te stellen en gaandeweg via projecten en andere inspanningen aan deze doelen te werken. Rijk en regionale partners werken samen en monitoren samen de voortgang. Door zowel doelbereik als voortgang op de systeemkeuzes op te nemen in een dashboard kan adaptief worden bijgestuurd op beide aspecten.

1 Inleiding

1.1 Integraal Riviermanagement

Het huidige Nederlandse rivierlandschap is na de laatste ijstijd (zo'n tienduizend jaar terug) ontstaan. De invloed van de mens op de rivieren begon in de Romeinse tijd en werd met elke ingreep groter. Met gereguleerde rivieren en afwaterende kanalen zijn kunstmatige riviersystemen gerealiseerd. De afgelopen decennia werd duidelijk dat we vanwege doorlopende menselijke ingrepen in het riviersysteem tegen de grenzen van onze rivieren aanlopen, die door klimaatveranderingen verergerd worden. We krijgen steeds meer te maken met extreme wateroverlast én langere droogteperiodes en daardoor knelpunten in waterafvoer, voor scheepvaart en andere economische functies. De kwaliteit en de kwantiteit van het water en de natuur zijn onvoldoende op orde. Als het riviersysteem niet beter gaat functioneren dan zijn de effecten voor mens, natuur, economie en ruimte negatief en mogelijk zelfs bedreigend voor het welzijn en de welvaart in Nederland.

Daarom werken Rijk, provincies, waterschappen en gemeenten samen aan een veilig, bevaarbaar, watersysteem met voldoende natuur, goede waterkwaliteit en ruimtelijke ontwikkeling. Deze rivierfuncties zijn niet los van elkaar te zien of op te lossen. De urgentie is groot doordat er nu al krapte is om alle rivierfuncties te faciliteren en omdat is geconstateerd dat de reeds vergevorderde rivierbodemerosie en klimaatverandering de opgave verder vergroten. De in 2023 uitgebrachte update van de klimaatscenario's van het KNMI bevestigen deze urgentie. Daarvoor wordt het rivierengebied in zijn geheel bezien en worden uitdagingen samen en in samenhang aangepakt. Dat is de achterliggende gedachte van Integraal Riviermanagement (IRM). Het Programma Integraal Riviermanagement richt zich op de opgaven en kansen in het rivierengebied (bestaande uit de Maas en Rijntakken, zie Figuur 1-1) in de periode tot 2050. Met een doorkijk naar 2100.

De centrale opgave is om te komen tot een toekomstbestendig rivierengebied door keuzes over de systeemkenmerken die leiden tot aanpassingen in de inrichting van de rivier.

Het streven is het Programma Integraal Riviermanagement in 2023 vast te stellen. Het Programma zoekt de verbinding met andere programma's in het rivierengebied zoals het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW), de Kaderrichtlijn Water (KRW), het Programma Goederenvervoercorridors, het Nationaal Water Programma (NWP) en het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG).

Figuur 1-1 Scope IRM: Maas en Rijntakken

Gekoppeld aan het Programma IRM is een Milieueffectrapport (planMER) opgesteld waarin de effecten van beleidskeuzes in het programma zijn onderzocht. Omdat op voorhand significante negatieve effecten op de

instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000 gebieden niet kunnen worden uitgesloten, is hierbij ook een passende beoordeling opgesteld. Tenslotte is ook een Kengetallen Kosten Baten Analyse (KKBA)[5] uitgevoerd.

1.2 Bestuurlijke opdracht

Op 4 juli 2019 is door het Bestuurlijk Overleg IRM (BO IRM) een bestuurlijke opdracht gegeven aan de Stuurgroep IRM (SG IRM), met daarin de producten die de SG IRM oplevert, de wijze van besluitvorming en de governance die daarvoor nodig is. Sindsdien zijn diverse IRM-bouwstenen ontwikkeld, is een aanpak voor het IRM-proces uitgewerkt én is -in een IRM-oefentraject- deze aanpak voor twee riviertrajecten toegepast. In december 2021 is, mede op basis van de evaluatie van het IRM-oefentraject, in de SG IRM geconcludeerd dat een herijking van de bestuurlijke opdracht aan de Stuurgroep IRM nodig is.

Herijking opdracht en wijziging ten opzichte van NRD
Begin 2022 is de opdracht voor IRM herijkt door de stuurgroep, waarbij het duidelijk werd dat de besluiten in het Programma IRM enkel keuzes zouden omvatten over de afvoer- en bergingscapaciteit en bodemligging & sedimenthuishouding[6], zonder uitspraken te doen over welke maatregelen of maatregelpakketten op welke plek uitgewerkt moeten gaan worden (zoals bijvoorbeeld de aanleg van nevengeulen of kribverlaging op een bepaald traject). Wel wordt op hoofdlijnen aangegeven hoe moet worden omgegaan met de afvoer- en bergingscapaciteit voor de lange termijn en de bodemligging en sedimenthuishouding van de riviersystemen Rijn en Maas. Dit wijkt af van wat oorspronkelijk in de notitie reikwijdte en detailniveau (NRD) was opgenomen. In paragraaf 1.4 is een nadere verantwoording opgenomen van deze wijzigingen. Deze herijkte, aangepaste opdracht sluit meer aan bij de grotere lijn van IRM om op systeemniveau het gesprek te voeren over de balans tussen rivierfuncties en vervolgens pas op weg naar uitvoering in gebieden gebiedsgerichte afwegingen te maken. Er worden uitvoeringsstrategieën opgesteld die gedetailleerder ingaan op de uitvoering in de riviersystemen Rijn en Maas. Daarin komen maatregelen aan de orde op basis waarvan concrete projecten geprogrammeerd kunnen worden richting uitvoering (zie ook paragraaf 10.4).

1.3 Waarom een milieueffectrapport

Een milieueffectrapportage (m.e.r.) brengt de milieugevolgen van een programma in beeld voordat er een besluit over wordt genomen. M.e.r. is gebaseerd op Europese regelgeving. Het doel van m.e.r. is het bieden van voldoende informatie op basis waarvan het bevoegd gezag het milieubelang volwaardig en vroegtijdig in de plan- en besluitvorming over het programma kan betrekken.

Het Programma onder de Omgevingswet Integraal Rivier Management (Programma IRM) is voor de ruimtelijke aspecten onder de huidige regelgeving een structuurvisie in de zin van de Wet ruimtelijke ordening[7]. De Wet milieubeheer schrijft voor dat voor een (ruimtelijk) plan de mer-procedure moet worden doorlopen indien dit plan kaderstellend is voor toekomstige m.e.r.-plichtige activiteiten of voor toekomstige m.e.r.-beoordelingsplichtige activiteiten. Dit betreffen activiteiten die opgenomen zijn in onderdeel C respectievelijk D van de bijlage bij het Besluit milieueffectrapportage en die voldoen aan de daarin opgenomen drempelwaarden. Het Programma IRM is kaderstellend voor verschillende toekomstige m.e.r.-plichtige en m.e.r.-beoordelingsplichtige activiteiten. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het aanpassen van primaire keringen of het uitvoeren van ontgrondingen van meer dan 25 ha.

[5] Dit is een vorm van een Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse waarin wel alle effecten voorkomen, maar deze effecten op een snelle en ruwere manier zijn ingeschat/gewaardeerd
[6] met uitzondering van het wegbaggeren van verontdiepingen in de vaargeul.
[7] dit geldt tot de Omgevingswet in werking treedt.

Om deze reden moet voor het Programma IRM een (plan)-m.e.r.-procedure worden doorlopen. Indien de voorziene ingrepen uit het Programma IRM kunnen leiden tot significante nadelige gevolgen voor Natura 2000-gebieden, gelet op de instandhoudingsdoelen die voor deze gebieden gelden, dan moet er een Passende beoordeling volgens de Wet natuurbescherming worden opgesteld. Wettelijke plannen en programma's, waarvoor een Passende beoordeling nodig is, zijn m.e.r.-plichtig (artikel 7.2a Wet milieubeheer eerste lid). Voor het Programma IRM moet een Passende beoordeling worden opgesteld. Ook om deze reden is er sprake van mer-plicht.

De Omgevingswet is in maart 2016 aangenomen door de Eerste Kamer en zal per 1 januari 2024 van kracht zijn. Een plan-m.e.r. is dan, net als nu, verplicht als het programma kaderstellend is voor m.e.r.-(beoordelings)-plichtige besluiten of als een Passende beoordeling moet worden gemaakt op grond van de Wet natuurbescherming.

1.4 De m.e.r.-procedure

De m.e.r.-procedure is verlopen in lijn met de wettelijke vereisten, deze is als volgt:

1. Kennisgeving en raadgeving
De eerste stap bestond uit het kennisgeven van het voornemen een Programma onder de Omgevingswet Integraal Rivier Management (Programma IRM) te maken en het opstellen en publiceren van een Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD). Hierin is op hoofdlijnen beschreven wat de opgave is, hoe deze wordt aangepakt, welke effecten in het plan-MER worden onderzocht en met welk detailniveau.

De openbare kennisgeving vormt de formele start van de plan-m.e.r. procedure; in de kennisgeving is aangegeven dat de plan-m.e.r. procedure wordt doorlopen. Ieder die een zienswijze indient krijgt daarop een reactie. Met de bekendmaking van deze notitie in de Staatscourant en een aantal regionale bladen is een ieder in de gelegenheid gesteld om tussen 23 januari en 19 februari 2020 te reageren op deze notitie. Ook is er advies gevraagd aan de onafhankelijke Commissie voor de milieueffectrapportage over het op te stellen plan-MER. In totaal hebben 47 organisaties van de gelegenheid gebruikgemaakt om te reageren op de inhoud van de NRD. Daarnaast zijn de wettelijke adviseurs en betrokken bestuursorganen geraadpleegd over de reikwijdte en het detailniveau van de te onderzoeken effecten. Omdat het programma mogelijk milieugevolgen kan hebben voor Duitsland en België, zijn ook de relevante bestuursorganen over de grens in Duitsland en België geraadpleegd.

2. *Opstellen plan-MER, Passende Beoordeling, KKBA [aug 2022-september 2023]*
Zoals reeds in paragraaf 1.2 is beschreven is na het opstellen van de NRD de opdracht herijkt. De herijkte opdracht sloot meer aan bij de grotere lijn van IRM om op systeemniveau het gesprek te voeren over de balans tussen functies, om vervolgens na vaststelling van het Programma IRM op weg naar de uitvoering in gebieden gebiedsgerichte afwegingen te kunnen maken. De keuze voor een Programma op hoofdlijnen sluit nog steeds goed aan bij de inhoudelijke koers van de NRD die begin 2020 ter inzage heeft gelegen. Het verschil is dat de in de NRD aangekondigde 'globale locatie en type maatregelen waarmee de toekomstvisie kan worden bereikt' niet in het Programma IRM zijn opgenomen. Dit heeft consequenties voor zowel de alternatieven die zijn beoordeeld als het detailniveau van het onderzoek van het planMER. Hieronder wordt op de gevolgen hiervan voor het planMER ingegaan.

Alternatieven
Er zijn als onderdeel van het planMER geen locatie specifieke maatregelen of concrete maatregelpakketten onderzocht. In het Programma IRM wordt immers geen keuze gemaakt over maatregelen. In de alternatieven is er gevarieerd in bodemligging (uit te drukken in centimeters bodemverhoging of verlaging) en afvoercapaciteit (uit te drukken in centimeters waterstandsverlaging of verhoging bij een referentieafvoer), met differentiatie op riviertrajectniveau. Om toch een inschatting te kunnen maken van

doelbereik en milieueffecten is op basis van expert judgement een globaal pakket aan mogelijke maatregelen samengesteld, waarmee naar verwachting invulling gegeven kan worden aan de verschillende ambitieniveaus voor bodemligging en afvoercapaciteit. Hierbij is het nog niet bekend welke maatregelen precies genomen gaan worden en waar deze gaan neerslaan. Wel is globaal uitgerekend of de gestelde doelen voor bodemligging en afvoercapaciteit in principe haalbaar zijn met het pakket aan maatregelen dat beschikbaar is.

Wijze van beoordelen
Het detailniveau van het onderzoek van het planMER is globaler van aard dan in de NRD werd geschetst. Het detailniveau van de effectbeoordeling moet immers aansluiten bij het detailniveau van het te beoordelen voornemen en de te maken keuzes. En juist dat detailniveau is minder concreet geworden. Het beoordelingskader uit de NRD is aangepast naar het meer abstracte niveau van de herijkte opdracht. Daarnaast is op advies van de commissie- me,r, het kader uitgewerkt en zijn de doelstellingen vertaald naar aspecten en criteria. Verschillen met het beoordelingskader uit de NRD betreffen:

- Er is onderscheid gemaakt in aspecten en criteria die samenhangen met de doelen van IRM en de milieueffecten.
- Criteria zijn geformuleerd in termen van verandering en zijn kwalitatief van aard. Er is gewerkt met kansen op positieve effecten danwel risico's op negatieve effecten. Of er daadwerkelijke negatieve of positieve effecten gaan optreden is afhankelijk van de gebiedsgerichte uitwerking in het vervolg.
- Naar aanleiding van het advies van de c-m.e.r. is ook aanvullend gekeken naar ruimtelijke kwaliteit, nautische veiligheid, drinkwaterwinning en beschermde soorten.

Voorafgaand aan het opstellen van het planMER is een nota van uitgangspunten opgesteld waarin de consequenties van de herijkte opdracht voor de aanpak van het planMER is beschreven. De nota beschreef de invulling van de alternatieven, maar ook de beoordelingssystematiek met het aangepaste beoordelingskader. Deze nota is in breed comité besproken en uiteindelijk vastgesteld door het kernteam IRM op 9 juni 2022. Ook is de secretaris van de commissie m.e.r. mondeling op de hoogte gesteld van de herijkte opdracht en aanpak van het planMER.

Vervolgens is gestart met het opstellen van het planMER, waarin onderzoek is gedaan naar de mate van doelbereik en (milieu)effecten van een drietal alternatieven en een (richtinggevend) voorkeursalternatief. Ook is een Passende Beoordeling en een KKBA opgesteld.

3. Ter inzage legging planMER, passende beoordeling en ontwerp Programma IRM [begin 2024]
Op basis van het planMER, de passende beoordeling en de KKBA is het (richtinggevend) voorkeursalternatief (VKA) bepaald en vastgelegd in het ontwerp Programma IRM. Het ontwerp Programma IRM wordt samen met het plan-MER en de Passende Beoordeling en andere beslisinformatie openbaar gemaakt en ter inzage gelegd. Eenieder kan hierop gedurende zes weken reageren. Ook België en Duitsland worden over het plan-MER en het ontwerp Programma IRM geraadpleegd. De onafhankelijke Commissie voor de milieueffectrapportage wordt gevraagd een advies te geven over het plan-MER.

4. Besluit en vervolg [medio 2024]
Na overweging van de ontvangen zienswijzen en adviezen wordt het Programma definitief gemaakt en stelt het Rijk, specifiek de minister van Infrastructuur en Waterstaat, in overeenstemming met de minister voor Natuur en Stikstof en de minister voor Binnenlandse Zaken en Koninksrijksrelaties het Programma Integraal Riviermanagement vast.
Hierbij wordt vermeld op welke wijze rekening is gehouden met het plan-MER, de zienswijzen en adviezen. Daarna wordt het openbaar gemaakt en aan de Eerste en Tweede Kamer voorgelegd. Na de besluitvorming over het definitieve Programma Integraal Riviermanagement start de uitvoering.
In bestuursovereenkomsten wordt vastgelegd welke overheid verantwoordelijk is voor de uitvoering van de

indicatieve maatregelen. In het kader van de uitwerking zal voor een groot aantal maatregelen een project-MER worden opgesteld.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van dit planMER beschrijft waarom er een Integraal Programma Riviermanagement wordt opgesteld en wat de doelen zijn. Wat er wordt onderzocht in dit planMER, waaronder de alternatieven, is beschreven in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 gaat in op de wijze van effectbeschrijving van het planMER en wordt gevolgd door een beschrijving van de huidige- en referentiesituatie in hoofdstuk 5. Dit is gevolgd door de beoordeling op doelbereik van de alternatieven (hoofdstuk 6) en milieueffecten (hoofdstuk 7). Hoofdstuk 8 beschrijft de totstandkoming van het (richtinggevend) voorkeursalternatief (VKA) en in hoofdstuk 9 wordt dit VKA beoordeeld (zowel doelbereik als milieueffecten). Hoofdstuk 10 gaat in op de conclusies en het vervolg.

2 Integraal Programma Riviermanagement

2.1 De rol van het programma onder de Omgevingswet

Het Programma Integraal Riviermanagement (Programma IRM) is gericht op het rivierengebied en is een vrijwillig Programma gebaseerd op de Omgevingswet (artikel 3.5). Het programma is geschoeid op internationale regels, beleid en normen (bijvoorbeeld over scheepvaartklassen of waterkwaliteit), nationale regels en beleid (bijvoorbeeld de Waterwet en Omgevingswet, Natura 2000 en het Nationale Waterprogramma). Het programma is een beleids- en uitvoeringsprogramma onder de NOVI en is gerelateerd aan de eerste belangrijke keuze in de NOVI[8]. De nationale ruimtelijke implicaties van de beleidskeuzes uit het programma kunnen worden opgenomen in de actualisatie van de NOVI: de nota Ruimte. De beleidskeuzes IRM worden tevens opgenomen in de actualisatie van het Nationaal Waterprogramma (NWP) waar het gehele waterbeleid in Nederland inzichtelijk wordt gemaakt. De minister van Infrastructuur en Waterstaat stelt het Programma IRM in overeenstemming met de minister voor Natuur en Stikstof en de minister van Binnenlandse Zaken en Koningrijksrelaties vast. De minister van IenW is coördinerend minister voor IRM.

Samenwerking noodzakelijk om opgave te realiseren

Vanwege de verschillende, soms tegenovergestelde of soms elkaar positief versterkende effecten van oplossingen op de verschillende losse rivierfuncties, is duidelijk dat het oplossen van knelpunten vanuit een enkele rivierfunctie niet effectief is en soms contraproductief. Het is daarom noodzakelijk om de samenwerking tussen de partijen die de verschillende rivierfuncties 'vertegenwoordigen' te versterken. Dat betekent dat er ook een combinatie- of samenwerkingsopgave in het Programma IRM besloten ligt. Dit is een samenwerkingsopgave op het nationale schaalniveau tussen de beleidsverantwoordelijken voor de verschillende sectorale programma's. En het is een samenwerkingsopgave tussen Rijk en regionale partijen bij het formuleren en realiseren van projecten waarmee systeemkenmerken worden gerealiseerd om de rivierfuncties zo goed mogelijk te bedienen. In onderstaand kader wordt nader ingegaan op de samenhang en samenwerking met andere beleids- en/of uitvoeringsprogramma's. In paragraaf 10.4.1 wordt nader ingegaan op is de uitvoeringsstrategieën.

Samenhangen en samenwerking tussen programmatische aanpak IRM en andere beleids- en/of uitvoeringsprogramma's

Het Programma IRM geeft voor het rivierengebied invulling aan de beleidsbrief Water en Bodem sturend (*IenW/BSK-2022/283041, 25 november 2022*). Daarmee levert het Programma IRM input aan de landelijke ruimtelijke puzzel die door het Rijk en regio gelegd wordt om de grote transitieopgaven klimaatadaptatie, energietransitie, de woningbouwopgave en de landbouwtransitie te kunnen inpassen.

Het realiseren van deze beleidskeuzes gebeurt met als doel om bij te dragen aan het realiseren van de beleidsdoelen en de opgaven van de vijf rivierfuncties. Hierdoor bestaat er op verschillende niveaus nauwe samenhang tussen hetgeen in te kader van de programmatische aanpak IRM gebeurt en hetgeen er binnen andere beleidsterreinen en uitvoeringsprogramma's gebeurt.

Hieronder wordt deze samenhang beschreven:

Deltaprogramma – Vanwege de werking van het hoofdwatersysteem inhoudelijke samenhang hebben diverse thema's en gebieden van het Deltaprogramma (DP-IJsselmeergebied, DP-Rijnmond-Drechtsteden en Zuid-Westelijke Delta of DP-Zoetwater) een direct belang bij de formulering en uitwerking van de beleidskeuzes IRM. Herijking in 2026, zesjaarlijkse cyclus.

[8] *Een klimaatbestendige inrichting van Nederland. Dat betekent dat we Nederland zo inrichten dat ons land de klimaatveranderingen aankan. Daarvoor is nodig dat we functies meer in evenwicht met natuurlijke systemen (bodem en water) inpassen.*

PAGW – Het bijeenbrengen van de PAGW-opgaven (– natuurontwikkeling) langs en in grote rivieren -, IRM-opgaven en HWBP-opgaven vindt plaats in integrale gebiedsuitwerkingen. Het formuleren en uitwerken van deze integrale gebiedsontwikkelingen zijn onderdeel van de uitvoeringstrategieën Rijn en Maas. In de 1e fase IRM 2024-2026 zal onder andere in de PAGW pre-verkenning Gelderse poort geëxperimenteerd worden met het bijeenbrengen van de IRM en PAGW opgaven en gekeken worden welke procescondities hiervoor vereist nodig zijn. Looptijd tot 2050.

HWBP – Het bijeenbrengen van HWBP-opgaven – dijkversterkingstrajecten langs de rivieren –en IRM-opgaven en PAGW-opgaven vindt plaats in de integrale gebiedsuitwerkingen. Het formuleren en uitwerken van deze integrale gebiedsontwikkelingen zijn onderdeel van de uitvoeringstrategieën Rijn en Maas. In de 1e fase IRM 2024-2026 zal onder andere in de MIRT-verkenning Zuidelijk Maasdal geëxperimenteerd worden met het bijeenbrengen van waterveiligheidsopgaven met andere opgaven. Looptijd tot 2050.

KRW – Vanwege de urgentie en het feit dat de besluitvorming reeds is afgerond zijn de eerste, tweede en derde tranche KRW-maatregelen een gegeven voor IRM. Eventuele vervolg maatregelen voor de KRW die vallen binnen de gebiedsafbakening van IRM zouden wellicht onderdeel kunnen worden van integrale gebiedsontwikkelingen. De besluitvorming hierover is nog niet aan de orde en nog niet voorzien. Looptijd tot en met 2027.

De **PPLG's,** als onderdelen van het **NPLG**, zijn nog in ontwikkeling. De gebiedsafbakening van het IRM omvat de buitendijkse gebieden van de bovenstroomse delen van Rijntakken en Maas. Grote wateren (w.o. de grote rivieren) vallen buiten de scope van de PPLG's. Er zijn twee situatie waarbij de PPLG's en het IRM elkaar in potentie kunnen raken.
1. Voor de realisatie van opgaven die deel uit maken van het programma IRM is wellicht fysieke ruimte binnendijks (bv. dijkverlegging) nodig. Het kan zijn dat voor deze binnendijkse ruimte ook een PPLG's-opgave geldt. In dat geval zullen de betreffende bevoegde gezagen moeten besluiten tot integrale afweging van of de IRM-opgave en of de PPLG-opgaven prevaleert of dat deze wellicht gecombineerd kunnen worden.
2. Voor de realisatie van een binnendijkse PPLG-opgave zijn wellicht interessante buitendijkse oplossingen mogelijk (bv realisatie van natuurwaarden. Looptijd tot en met 2030.

Vervangen & Renoveren (**V&R) stuwen Maas.** Vanwege het naderen van de technische levensduur van de Stuwen in de Maas, wordt de vernieuwingsopgave van de Stuwen in een planfase uitgewerkt. In het regioadvies Stuwen Maas en de aanvullingen daarop is geconcludeerd dat het huidige systeem (het aantal stuwen en de locatie ervan) toekomstvast is en een systeemsprong zou leiden tot een minder klimaatrobuust systeem in de Maas. Afstemming vindt plaats om mogelijke doelstellingen van het programma IRM voor het Maassysteem te kunnen combineren met de komende vernieuwingsopgave.

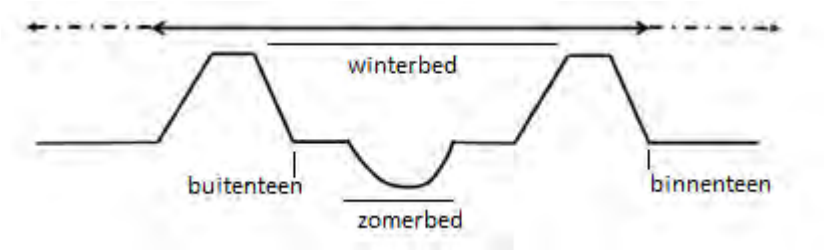
2.2 Het plan- en studiegebied

Plangebied IRM

Het plangebied is het deel van het rivierengebied waar de opgaven voor IRM liggen en waar, op basis van de gebiedsuitwerkingen, maatregelen genomen kunnen worden voor die opgaven. IRM richt zich op de *riviersystemen* Maas en Rijn en hun onderlinge samenhang. Het plangebied IRM is weergegeven in Figuur 2-2. Het Nederlandse deel van de volgende wateren vormen het plangebied van IRM:

- De Boven-Rijn, Waal en Boven-Merwede vanaf de Nederlandse grens tot aan de splitsing van de Beneden Merwede en Nieuwe Merwede bij Boven Hardinxveld-Werkendam;
- De Maas vanaf de grens tot Geertruidenberg;
- De IJssel en het Reevediep tot het Ketelmeer en Vossemeer;
- Het Pannerdensch kanaal, de Nederrijn en Lek tot Schoonhoven;
- Het Zwarte Water vanaf de Keersluis Zwolle tot het Zwarte Meer;
- De Overijsselse Vecht benedenstrooms van Varsen;
- De Afgedamde Maas

Het Programma IRM richt zich primair op het hoofdsysteem. Onder het hoofdsysteem valt het zomerbed, de oevers en uiterwaarden (zowel stroomvoerend als bergend winterbed) en de in het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) gereserveerde gebieden (binnendijks). Het gaat hierbij in principe om het gebied van binnenteen dijk tot binnenteen dijk (zie Figuur 2-1) of waar deze er niet zijn tot de grens van de hoge gronden. Binnen IRM wordt wel verkend of en in hoeverre binnendijkse ingrepen nodig zijn om de doelen te realiseren. Daarbij wordt, indien nodig, verder gekeken dan de huidige (Barro)-reserveringen.



Figuur 2-1 Schematische weergave van de geografische scope in de breedte

Indeling riviertrajecten

De Maas en Rijntakken in het plangebied van het programma Integraal Riviermanagement zijn ingedeeld in *riviertrajecten* met dezelfde rivierkarakteristieken. Rivierkarakteristieken zijn kenmerken van de rivier. Het gaat daarbij om (zie ook bijlage 3):

-	bedijkt	*of*	gedeeltelijk bedijkt en beschermd door hoge gronden
-	vrijafstromend (ongestuwde)	*of*	gestuwd
-	erosief	*of*	sedimenterend, of stabiel zomerbed
-	met	*of*	zonder invloed door zee en meren
-	alluviaal	*of*	niet alluviaal zomerbed

Deze rivierkarakteristieken spelen een belangrijke rol bij het functioneren van de rivier, gegeven de verschillende rivierfuncties. De riviertrajecten zoals die bepaald zijn op basis van deze karakteristieken zijn zichtbaar in Figuur 2-2.

Figuur 2-2 Plangebied IRM met overzicht van riviertrajecten (kleurverschil is enkel aangebracht om de grenzen tussen de trajecten beter zichtbaar te maken)

De trajectindeling is gebruikt om in de beoordeling van het planMER aan te geven wanneer er accentverschillen liggen per riviertraject. Voor de Maas gaat het om 9 trajecten, alle aangeduid met een M. De Rijn is ingedeeld in 17 trajecten, aangeduid met een R. Daarnaast zijn er vier *riviertakken* te onderscheiden.

1. Bovenrijn/Waalbochten/MiddenWaal/BenedenWaal/BovenMerwede (R1 t/m R5)
2. Nederrijn/Lek (R7 t/m R10)
3. Pannerdensch Kanaal/IJssel/Vecht/ZwarteWater (R6 + R11 t/m R17)
4. Maas (M1 t/m M9)

Voor het in beeld brengen van doelbereik is in de beoordeling onderscheid gemaakt in deze vier riviertakken. Voor de milieueffecten is onderscheid gemaakt in de beoordeling Rijn (R 1 t/m R17) en Maas (M1 t/m M9).

Studiegebied

Naast het plangebied, waar maatregelen kunnen worden genomen, wordt ook een studiegebied onderscheiden. Het studiegebied is het gebied tot waar effecten van beleidskeuzes reiken; dat kan buiten het plangebied zijn. Het studiegebied strekt zich verder uit dan het rivierengebied zelf en beslaat naast het regionale watersysteem en de kanalen ook het IJsselmeer (incl. noordelijke provincies die van de zoetwatervoorraad afhankelijk zijn) en de Hoge Zandgronden (via het grondwater).

Uitleg riviersysteem, riviertak en riviertraject:
Riviersysteem = Een rivier met alle zijtakken en zijwateren die direct door de rivier beïnvloed worden, begrensd door hoge gronden of bedijkingen die ervoor zorgen dat het achterliggende land niet overstroomt. Dit zijn de Rijn of Maas (zie Figuur 2-3).
Riviertak = Een aftakking van de rivier. Bv de Nederrijn/Lek (zie Figuur 2-4).
Riviertraject = Het laagste schaalniveau waarop in IRM het rivierengebied in beeld wordt gebracht. Riviertrajecten variëren in lengte van minder dan 10 tot meer dan 50 km. Bv: M6 Bedijkte Maas (zie Figuur 2-2).

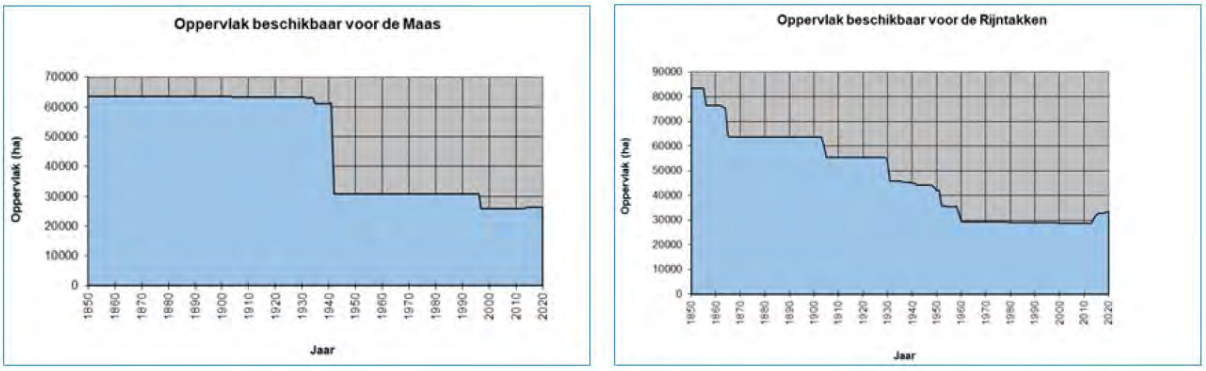
Figuur 2-3 Riviersystemen Maas en Rijn

Figuur 2-4 Riviertakken IJssel, Nederrijn, Waal en Maas

2.3 Probleemanalyse

Door klimaatverandering hebben we steeds vaker te maken met extreme weersomstandigheden en de gevolgen daarvan. Steeds vaker hebben we te maken met zeer warme, zeer natte en zeer droge perioden en met de bijbehorende extreem hoge of juist heel lage rivierafvoeren. Maar er is meer aan de hand. In de afgelopen eeuwen is van alles gedaan om de rivieren te beteugelen, om de rivieren bevaarbaar en het rivierengebied veilig bewoonbaar te houden. Hiervoor zijn constructies aangelegd, zoals dijken, kribben, strekdammen en stuwen. Deze maatregelen legden het rivierbed en de vaarweg vast. Ook zijn bochten in de rivier afgesneden en grote delen van de overstromingsvlakte bedijkt. Het regionale watersysteem is ook beteugeld, evenals het bovenstroomse delen van stroomgebieden in Duitsland en België.

Sinds de 19e eeuw is er sprake van een forse afname van de overstroombare ruimte van de rivier (zie grafieken hieronder). Door bedijking is de rivier in een steeds krapper keurslijf komen te liggen. Ook het gebruik van het buitendijkse gebied is in deze periode veranderd naar een intensievere vorm van grondgebruik voor met name de landbouw. Door de insnoering van de rivieren is er minder hydro- en morfodynamiek in het rivierengebied, terwijl deze dynamiek juist zo bepalend is voor de kwaliteit van de riviernatuur.

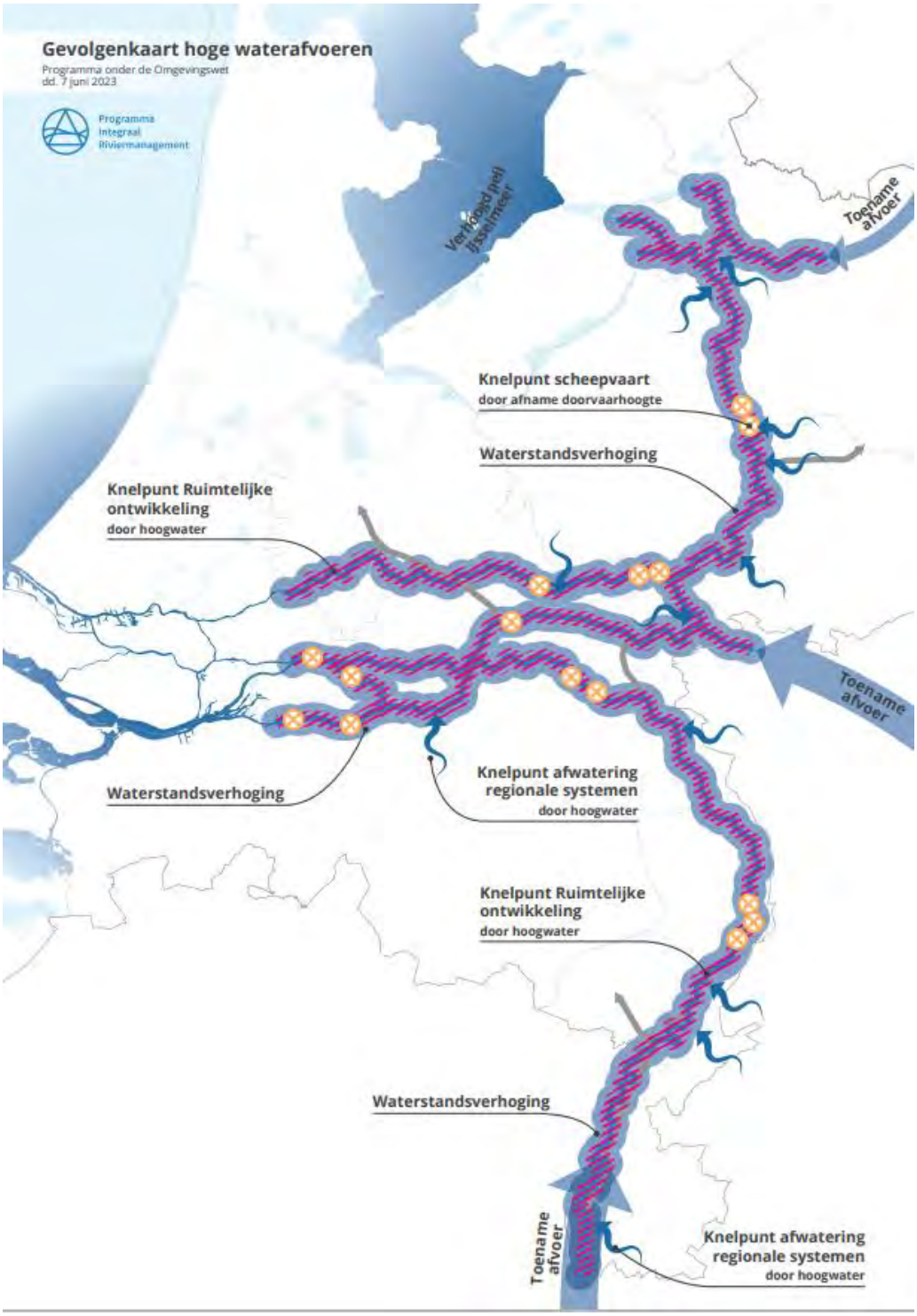


Figuur 2-5 Oppervlak overstroombare ruimte voor de Maas en de Rijntakken (Systeembeschouwing Rijn en Maas, 2022)

Deze beide oorzaken, klimaatverandering en bewuste ingrepen en constructies, leiden tot problemen in het riviersysteem.

2.3.1 Hoog water

Rivieren moeten als gevolg van klimaatverandering (nog) hogere waterafvoer verwerken in tijden van zeer natte perioden. Het vaker optreden van hoge waterafvoeren op de rivier leidt tot risico's voor hoogwaterveiligheid langs zowel het hoofdwatersysteem als het regionale watersysteem. Bij het gelijktijdig optreden van hoge afvoeren op de rivieren en piekbuien kan het regionale watersysteem mogelijk onvoldoende afwateren op het hoofdwatersysteem. Daarnaast kunnen hogere waterstanden leiden tot knelpunten voor de scheepvaart. De hoogwaterstanden worden in de toekomst steeds verder landinwaarts mede door de zeespiegel bepaald. Dat betekent dat op meer plekken en verder landinwaarts het effect van zeespiegel en het getij merkbaar is. Dit kan weer doorwerken op de bergingscapaciteit en de effectiviteit van eerder genomen rivierverruimingsmaatregelen in het benedenrivierengebied. Waterstandstoename heeft zijn weerslag op rivierfuncties in het buitendijkse gebied. Het gaat dan om de tijdelijke beperkingen in de uiterwaarden voor landbouw en recreatie en een toename van schade en overlast voor buitendijkse bebouwing waarin gewoond en gewerkt wordt. Figuur 2-7 geeft weer op welke riviertrajecten de hierboven genoemde knelpunten zich voordoen.



Figuur 2-6 Gevolgen rivierfuncties hoog water

2.3.2 Laagwater

In perioden van droogte ontstaan lage afvoeren. Door klimaatverandering wordt een toename van droogte en daarmee vaker voorkomende en langere duur van lagere afvoeren verwacht, Lagere afvoeren maken de rivier kwetsbaar voor verontreiniging en ze veroorzaken benedenstrooms een toenemende verzilting doordat er onvoldoende tegendruk is voor de zoutindringing (die door de zeespiegelstijging verder

landinwaarts komt). Dit heeft gevolgen -kwantitatief en kwalitatief- voor de natuur en ecologische waterkwaliteit, zoetwaterbeschikbaarheid en de drinkwatervoorziening. Lage afvoeren zorgen in ongestuwde trajecten voor lage (grond)waterstanden, die kunnen leiden tot instabiliteit van kunstwerken en van funderingen van bebouwing.

Figuur 2-7 Gevolgen voor rivierfuncties bij laag water

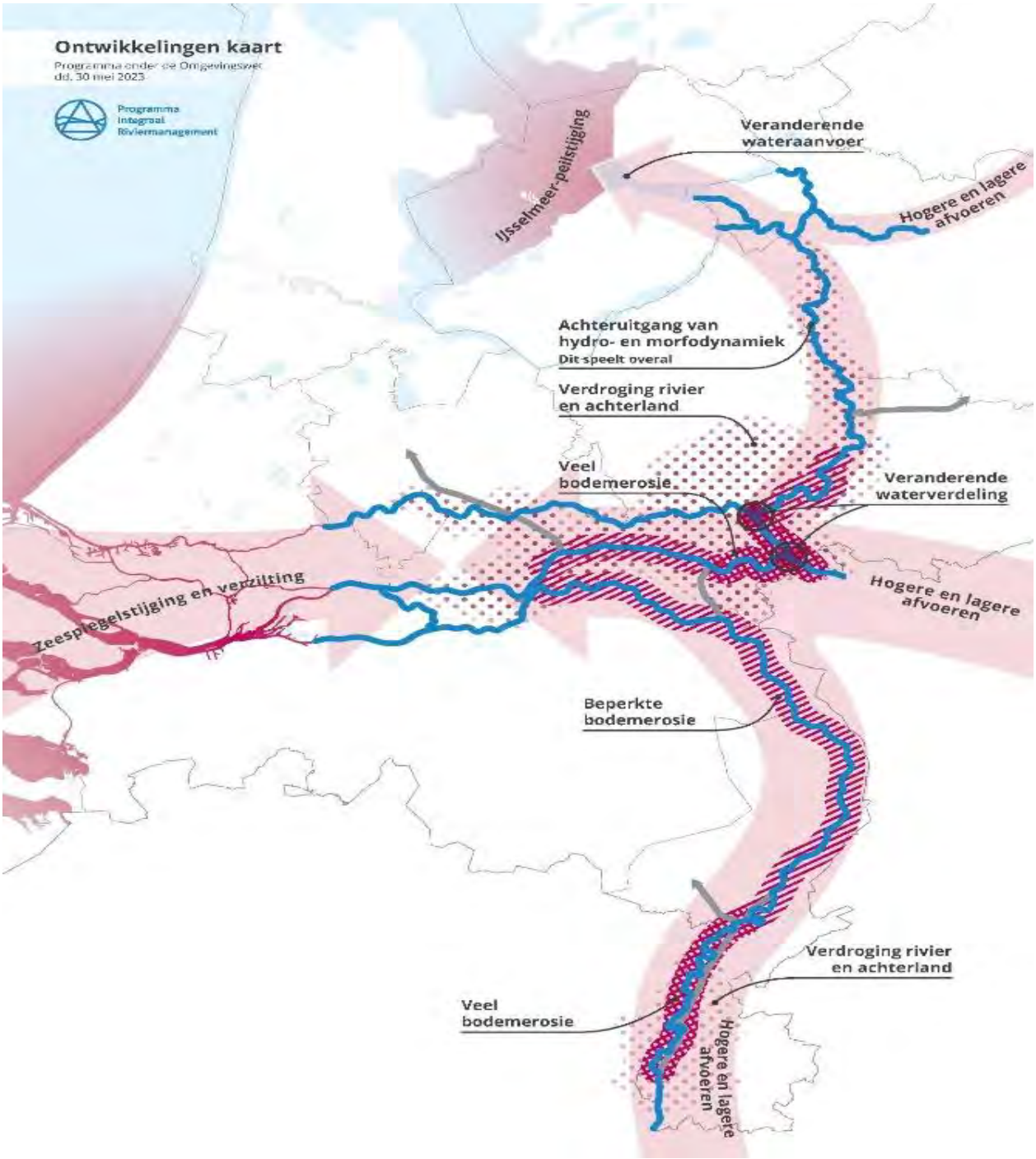
Door het steeds meer vastleggen van de rivieren erodeert de rivierbodem. Door lokale versmallingen kunnen stroomversnellingen ontstaan die het effect van uitschuren (bodemerosie) versterken. De waterstand daalt in ongestuwde trajecten mee met de eroderende bodem. De bodem erodeert niet gelijkmatig, ook omdat er op sommige plaatsen harde lagen op de bodem aanwezig zijn. Hierdoor ontstaan er drempels waar de vaardiepte minder is en aflaaddiepte voor de scheepvaart beperkt wordt. Daarbij wordt de vaargeul door de bodemerosie ook smaller bij lage rivierafvoeren. Figuur 2-8 geeft aan welke knelpunten er verwacht worden voor de verschillende rivierfuncties bij lage afvoeren. Deze Inelpunten worden door de bodemerosie verergerd.

2.3.3 Ontwikkelingen toegespitst op de Maas

Voor de Maas is er bij hoge afvoeren een belangrijke relatie tussen de benodigde afvoercapaciteit van de bedijkte Maas en de bergingscapaciteit in de Maasvallei. Omdat in het verleden veel ruimte aan de overstromingsvlakte is onttrokken, is het vermogen om afvoerpieken op te vangen afgenomen. Hoe zich dat vermogen ontwikkelt, is mede afhankelijk de systeemmaatregelen Maas. Lage rivierwaterstanden leiden op de vrij afstromende rivieren tot knelpunten voor de scheepvaart. In de gestuwde rivieren lijken er tot 2050 beperkt knelpunten te ontstaan. Het proces van bodemerosie speelt in de Maas, maar heeft vooral gevolgen op de rivierfuncties in de vrij afstromende bovenstroomse delen van de Maas, met name de Gemeenschappelijke Maas. Lage rivierafvoeren op de Maas werken door in de aanvoer van zoetwater naar het regionale systeem. Dit speelt bij de wateraanvoer vanuit de (gestuwde) Maas naar grote delen van Noord-Brabant via de Limburgse en Brabantse kanalen. Lage waterstanden hebben effect op natuur en ecologische waterkwaliteit in de vrij afstromende riviertrajecten en minder langs de gestuwde riviertrajecten van de Maas. Lage stroomsnelheden, mede veroorzaakt door verbreding en verdiepingen, zorgen voor beperking van het sedimenttransport. Hierdoor worden voor de natuur belangrijke hydro- en morfodynamische processen verstoord en ontstaat beddingerosie.

2.3.4 Ontwikkelingen toegespitst op de Rijn

Voor de Rijntakken speelt de afvoerverdeling bij hoge rivierafvoeren een belangrijke rol. De afgesproken verdeling bij extreem hoge afvoeren, waarbij de Nederrijn-Lek wordt ontzien, kan vooralsnog worden gerealiseerd conform afspraak met de huidige regelwerken. Of dat op lange termijn mogelijk blijft is de vraag. Bij lage rivierafvoeren veroorzaakt de ongelijke daling van de rivierbodem in de verschillende Rijntakken voor een verschuiving van de afvoer naar de Waal, ten koste van de andere takken. Dit heeft effect op de wateraanvoer naar het IJsselmeer en het regionale watersysteem. Via het stuwprogramma bij Driel lukt het steeds minder om de afvoerverdeling te realiseren zoals afgesproken. Maar er ontstaan ook knelpunten voor de scheepvaart. Het gaat dan om knelpunten door versmalling van de vaarweg en onderschrijding van minimale vaarwegdiepte, (sluis)drempels voor de doorvaart naar de kanalen en havens (Amsterdam-Rijnkanaal, Twentekanaal, haven Deventer, vaarweg Oude IJssel), het vrij komen liggen van kabels en leidingen en de stabiliteit van oevers en kunstwerken. Lage waterstanden hebben ook effect op de natuur en ecologische waterkwaliteit. De kwaliteit van de riviernatuur is achteruitgegaan. Verdroging heeft negatieve gevolgen voor de kwaliteit van de uiterwaardennatuur. Verzilting speelt nu (nog) aan de benedenstroomse randen van het plangebied en kan effect hebben op de innamepunten voor drinkwater.



Figuur 2-8 Ontwikkelingen Maas en Rijn

2.3.5 Gevolgen voor omliggend gebied

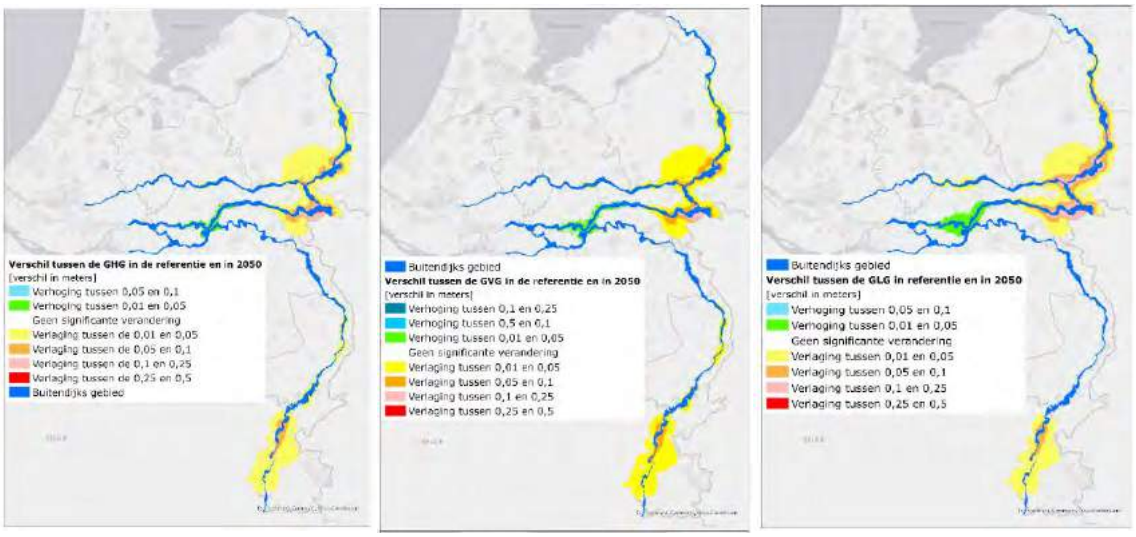
Gevolgen voor beken en regionaal watersysteem

Maatregelen die het hoofdwatersysteem beïnvloeden, kunnen in principe een effect hebben op het regionaal watersysteem, verbonden beken en inlaatpunten. De belangrijkste effecten die in deze fase beschouwd kunnen worden hebben een duidelijke relatie met hoogwaterstanden in de rivier en laagwaterstanden in de rivier. Als de laagwaterstanden (tijdens droge periodes) in de rivier omhoog gaan, zal het makkelijker worden om water in te laten op inlaatpunten, en als hoogwaterstanden omlaag gaan bij piekafvoeren zal het langer

mogelijk blijven om water af te voeren van het regionale systeem naar het hoofdwatersysteem. Hoewel de effecten op het regionaal watersysteem – en beken in het bijzonder – in dit MER niet expliciet beoordeeld worden, worden de effecten op laagwaterstand en effecten op inlaatpunten beoordeeld in paragrafen 6.2.3 en 7.5.5. Effecten op hoogwaterstanden worden beoordeeld in paragraaf 6.1.1 en 7.4.3.

Maatregelen in het regionale systeem (zoals klimaatbuffers en/of het vergroten van infiltratie naar de (diepere) ondergrond) kunnen effect hebben op het hoofdwatersysteem. Dergelijke maatregelen in het regionale systeem kunnen de afvoer naar het hoofdwatersysteem vertragen. Deze maatregelen zijn echter in het kader van IRM (nog) niet verder beschouwd.

Reikwijdte van grondwaterstandseffecten
Voorliggend MER kijkt niet expliciet naar de reikwijdte van grondwaterstandseffecten. In het nulalternatief is echter wel in beeld gebracht wat het effect is van een dalende rivierbodem op de dalende grondwaterstand alsmede de reikwijdte daarvan. Voorgestelde maatregelen binnen IRM trachten deze ontwikkeling (erosie, zakkende grondwaterstand, en verdroging) te beperken. De reikwijdte van de effecten zoals getoond in het nulalternatief kan dus beschouwd worden als een maximum reikwijdte (zie onderstaande figuren).



Figuur 2-9 Verandering in grondwaterstand (GHG,GVGen GLG) als gevolg van veranderingen in rivierbodemligging (Levelt et al., 2022)

2.4 Van ambitie naar doelen en beleidskeuzes

2.4.1 Ambitie IRM

De ambitie van IRM is om te komen tot: **een toekomstbestendig rivierengebied dat als systeem goed functioneert en meervoudig bruikbaar is.**

Toekomstbestendig, omdat er voor het riviersysteem wordt toegewerkt naar 2050 met een doorkijk met verwachte ontwikkelingen tot 2100 en vanuit het besef dat de ruimte niet onuitputtelijk is. Daarom wordt gekeken naar oplossingen die langdurig functioneel blijven (voorkomen van kapitaalvernietiging). Het is een **goed functionerend riviersysteem** als het uiteindelijk in staat is veranderingen te verwerken zonder dat het meteen tot extra maatregelen leidt. **Meervoudig bruikbaar**, doordat de beoogde doelen voor de vijf rivierfuncties waterafvoer, zoetwaterbeschikbaarheid en drinkwatervoorziening, natuur en ecologische waterkwaliteit, bevaarbaarheid, en regionale economische ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit zoveel

mogelijk worden behaald door het functioneren van het systeem zelf (en dus maar beperkt middels ingrepen), waarbij beheer op een duurzame wijze georganiseerd en gerealiseerd kan worden. De ambitie is wel dat verdere achteruitgang op de rivierfuncties wordt voorkomen en dat behoud en versterking van de rivierfuncties wordt nagestreefd.

Het Programma IRM legt vast wat nodig is om het riviersysteem zo goed mogelijk te laten functioneren om daarmee ruimte te bieden aan de functies. Het Programma IRM legt op twee inhoudelijke onderwerpen doelen vast (zie pareagraaf 2.4.2) en maakt daarin keuzes om de ambitie van IRM te gaan realiseren.

2.4.2 Doelen IRM

Door te werken aan het verbeteren van de systeemkenmerken van de rivieren draagt IRM bij aan het bereiken van huidige beleidsdoelen van verschillende rivierfuncties. In aansluiting op de Waterwet en het Nationaal Waterprogramma 2022-2027 (NWP) onderscheidt IRM vijf rivierfuncties. De huidige beleidsdoelen voor deze rivierfuncties zijn geformuleerd als te bereiken eindsituaties en onderstaand toegelicht.

Het is niet realistisch om te verwachten dat alle doelen ten volle behaald kunnen worden. Ook omdat functies soms tegenstrijdige oplossingen vragen om het doel te kunnen realiseren. Het is de ambitie van IRM om op systeemniveau tot een balans te komen tussen de functies, waarbij altijd minimaal aan de internationale afspraken en wettelijke eisen (t.a.v. waterveiligheid, bevaarbaarheid, waterkwaliteit en natuur) wordt voldaan.

Onderstaand zijn de 5 doelen opgesomd en nader toegelicht. In dit planMER is beschouwd in hoeverre de alternatieven bijdragen aan het bereiken van deze 5 doelen[9]. Er kan gezien het detailniveau van het Programma IRM niet in absolute zin gezegd worden of doelen wel of niet gehaald gaan worden. Wel kan een verwachting worden gegeven of alternatieven in meer of mindere mate bijdragen aan de doelen. Hiertoe zijn de doelen in hoofdstuk 4 vertaald in een aantal beoordelingscriteria die een inschatting geven van het doelbereik. De doelen zijn gelijkwaardig aan elkaar.

Voor **rivierafvoer bij hoogwater** is het doel een veilige afvoer en berging van hoogwater. Hiervoor zijn afspraken gemaakt over de maximale afvoer die verschillende riviertakken aan moeten kunnen. Waterkeringen, zoals dijken, dienen in 2050 te voldoen aan de normen voor waterveiligheid. Waterschappen en Rijkswaterstaat werken samen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma om op tijd aan de normen te voldoen. Zowel dijkversterking als rivierverruiming kan ingezet worden om de normen te halen, waarbij de keuze hiervoor wordt bepaald op basis van een brede maatschappelijke kosten/baten afweging.

> *Voor verschillende riviertakken is afgesproken welke hoeveelheid water zij veilig moeten kunnen afvoeren*. Dit is vastgelegd in het NWP 2022-2027.

Voor **zoetwaterbeschikbaarheid en drinkwatervoorziening** is het doel een robuuste zoetwaterbeschikbaarheid in periodes van droogte en lage afvoeren door middel van een hoofdwatersysteem dat bestand is tegen een droogte die in 2050 gemiddeld eens per 20 jaar voorkomt in het Stoomscenario.

> *Binnen genoemde frequentie is er voldoende wateraanvoer naar de nationale zoetwaterbuffers en-zones in het hoofdwatersysteem, de kanalen, innamepunten voor drinkwaterwinning en het regionale watersysteem (inclusief het grondwatersysteem).*

[9] *In het Programma IRM wordt ook gesproken over twee nieuwe beleidsdoelen voor het rivierengebied (één voor bodemligging & sedimenthuishouding en één voor afvoer- & bergingscapaciteit). Deze doelen zijn niet beschouwd in dit MER, omdat het ambities betreffen die geoperationaliseerd zijn tot beleidskeuzes. Wel zijn de beleidskeuzes onderzocht in dit MER.*

Voor natuur en ecologische waterkwaliteit is het doel een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur, waarmee ook de instandhouding van de in het kader van de KRW en N2000 gerealiseerde of nog te realiseren doelen is geborgd.

Het natuurlijk riviersysteem wordt hersteld door het creëren van een samenhangend netwerk van natuurgebieden en verbindingszones, waarin typische rivierecotopen worden versterkt en uitgebreid. Deze doelstelling is vastgelegd in een streefbeeld PAGW en waarbij ingezet wordt op herstel van de natuurlijke dynamiek van de rivieren (natuurlijke hydro- en morfodynamiek, een goede ecologische waterkwaliteit en voldoende ruimte voor natuur).

Voor bevaarbaarheid is het doel om de bevaarbaarheid te behouden voor de huidige scheepvaartklassen en het behouden en ontwikkelen van toegankelijke en bereikbare (overnachtings)havens en sluizen, zodat international afgesproken scheepvaartcorridors in stand gehouden worden.

De huidige scheepvaartklassen op de rivieren, zoals nu vastgelegd in internationale afspraken, blijven faciliteren.

Voor regionale economische ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit is het doel om ruimte te creëren voor en het stimuleren van regionale ontwikkelingen passend bij de kenmerken en identiteit van het gebied.

Inzet is meervoudig en duurzaam gebruik van het riviersysteem met specifieke aandacht voor natuur-inclusieve landbouw, riviergebonden bedrijvigheid, drinkwater(winning), bouwgrondstoffen en (water)recreatie. Nieuwe niet-rivierbonden activiteiten in de uiterwaarden worden cf. de beleidsbrief Water en Bodem sturend niet meer toegestaan.

2.4.3 Beleidskeuzes

Veel ambities en doelen voor de rivier zijn tot nu toe gerealiseerd via sectoraal beleid uitgaande van het maximaal bedienen van de verschillende gebruikswensen. Het is de verwachting dat alle functies nu en in de toekomst in toenemende mate niet meer maximaal gefaciliteerd kunnen worden. Daar komt bovenop dat sommige sectorale maatregelen negatieve gevolgen hebben voor andere functies. Een voorbeeld hiervan is dat in droge periodes knelpunten op de Waal voor de scheepvaart ontstaan. Om deze knelpunten op te lossen zou meer water over de Waal kunnen worden gestuurd. Dit heeft echter negatieve effecten op de zoetwaterbeschikbaarheid en verdroging: meer water naar de Waal betekent namelijk minder water naar de IJssel en daarmee dus minder water naar de nationale zoetwaterbuffer (het IJsselmeergebied). Ook leidt dit tot knelpunten tussen de opgave voor waterkwaliteit en natuur en de scheepvaart. Daarom is een integrale aanpak nodig waarbij maatregelen niet (meer) op zichzelf staan, maar onderdeel zijn van een logisch en samenhangend geheel.

Het Programma IRM legt vast wat nodig is om het riviersysteem zo goed mogelijk te laten functioneren om daarmee ruimte te bieden aan de functies.

In het Programma IRM worden twee beleidskeuzes gemaakt waarmee invulling gegeven moet worden aan de ambitie en de doelen zoals in de vorige paragrafen beschreven.

Gekoppeld aan het beheersen van effecten bij het vaker voorkomen van laagwaterafvoeren wordt een beleidskeuze gemaakt over **bodemligging en sedimenthuishouding**. Dit is met name relevant voor de ongestuwde (vrij afstromende) rivieren, zie Figuur 2-8. Een voldoende stabiele en beheerbare bodemligging van het zomerbed van de rivieren draagt bij aan het herstel van de natuurlijke rivierdynamiek. Ook zorgt het voor een goede bevaarbaarheid en waterverdeling over Nederland bij lage rivierafvoeren. Door het omhoog

brengen van de rivierbodem wordt bijgedragen aan hogere waterstanden bij lage waterafvoeren in de vrij afstromende en eroderende delen van de rivier.

Gekoppeld aan verminderen van effecten van grotere hoogwaterafvoeren wordt een beleidskeuze gemaakt voor de gewenste **afvoer- en bergingscapaciteit** van de rivier. Deze keuze is nodig om te zorgen voor voldoende capaciteit om de hoge rivierafvoeren die in de loop van deze eeuw verwacht worden op te vangen en om ruimtelijke ontwikkelingen, natuur, bodemligging en overige opgaven te faciliteren (waterstandsneutraal uit te kunnen voeren). In het hoofdstuk hieronder (hoofdstuk 2.5) zal verder toegelicht worden hoe het faciliteren van deze opgaven werkt.

De twee beleidskeuzes vormen de basis voor de drie alternatieven die in het planMER onderzocht zijn (zie voor nadere toelichting alternatieven hoofdstuk 3).

2.5 Faciliteren opgaven

Hieronder worden de verschillende opgaven toegelicht die IRM wil faciliteren als onderdeel van de alternatieven, alsmede de wijze waarop.

Faciliteren klimaatopgave en waterveiligheid
Toekomstige klimaatverandering leidt waarschijnlijk tot hogere afvoeren en vaker voorkomen van hoogwater, en daarmee dus ook hogere hoogwaterstanden. De afvoercapaciteit van de rivieren kan worden vergroot met rivierverruiming en/of dijkverhoging. Hoe meer de afvoercapaciteit wordt vergroot door middel van rivierverruiming, hoe minder dijkverhoging er nodig zal zijn (en vice versa). Het oplossen van de klimaatopgave is tot 2050 in principe al belegd binnen het HWBP en wordt opgelost met dijkversterkingen. Daarmee kan aanvullende rivierverruiming vanuit IRM ingezet worden om een deel van de klimaatopgave in de periode na 2050 op te vangen, of om in specifieke gevallen de opgave voor de HWBP-projecten die nog uitgevoerd moeten worden te verkleinen. Hiermee kan IRM een langere levensduur van de dijken of een vermindering van de hoogteopgaven faciliteren. Onderzoek moet uitwijzen in hoeverre dijkverhoging helemaal voorkomen kan worden met rivierverruiming. Dit zal naar verwachting (lang) niet overal kunnen. In de alternatieven die in het volgende hoofdstuk beschreven zullen worden, loopt het ambitieniveau voor de mate waarin de klimaatopgave opgevangen wordt met rivierverruiming op.

Faciliteren opgave bodem
Als de bodemligging omhoog gebracht wordt (ten gevolge van het ambitieniveau voor de beleidskeuzen bodemligging en sedimenthuishouding), zal dit leiden tot hogere waterstanden bij gelijkblijvende afvoer. De waterstanden stijgen immers mee met de bodem van het rivierbed. Om te voorkomen dat dit tot een extra opgave leidt voor de hoogwaterveiligheid, dient ook dit gecompenseerd te worden door de afvoer- en bergingscapaciteit te vergroten met rivierverruimende maatregelen. Hiervan zal sprake zijn in de alternatieven waarin de bodem omhoog gebracht wordt ten opzichte van de huidige situatie.

Faciliteren opgave natuur/PAGW
Als onderdeel van IRM moet in het rivierengebied 28.300 ha ecotopen gerealiseerd worden om de PAGW doelen te faciliteren (zie ook onderstaand kader). De PAGW staat voor ‘Programmatische Aanpak Grote Wateren' en heeft tot doel om de waterkwaliteit (morfo-ecologische kwaliteit) te verbeteren en de natuur te versterken in onze grote wateren. Voor de uiterwaarden is een toename van karakteristieke riviernatuur zoals ooibossen, nevengeulen, overstromingsgraslanden en rietmoeras voorzien en een afname van productielandbouw, droge graslanden en diepe plassen. De veranderingen in vegetatie veroorzaken ook een verandering in ruwheid van de uiterwaarden. Dat kan een opstuwend effect hebben en daarmee de afvoercapaciteit van de rivieren negatief beïnvloeden. Conform huidig beleid moet de opstuwing gecompenseerd worden met rivierverruimende maatregelen. Maatregelen als uiterwaardvergraving, nevengeulen en zomerkade verlaging dragen bij aan zowel natuurontwikkeling (omdat er veelal nattere riviernatuur nodig is), als waterstandsverlaging, waardoor ze deels extra opstuwing door de verruwing met natuur kunnen compenseren.

De realisatie van de 28.300 hectare natuur maakt onderdeel uit van het voornemen dat in dit planMER is getoetst.

Programmatische Aanpak Grote Wateren
Basis voor de uitwerking van een robuust en veerkrachtig ecologisch riviersysteem voor het rivierengebied is de ecologische systeemopgave grote rivieren. Binnen deze opgave is prioritair de realisatie van vier kerngebieden (hotspots) die onderling via de rivieren en met hun binnendijkse omgeving zijn verbonden via corridors en stapstenen (zie Figuur 2-10). De essentie is dat door het realiseren van deze vier kerngebieden flinke stappen gezet kunnen worden in het realiseren van een robuust en veerkrachtig rivier-ecosysteem kan ontstaan dat tegen een stootje kan, ruimte biedt voor verantwoord economisch gebruik van de rivieren en (klimaat)extremen kan opvangen.

Figuur 2-10 Illustratie van natuurnetwerk grote rivieren (bron ecologische systeemopgave PAGW-rivieren 2021)

De hotspots en stapstenen voor de systeemopgave (of rivieropgave) vallen deels samen met gebieden waar sprake is van een opgave voor de rivierbodemligging en de afvoercapaciteit. Door al vóór 2050 te investeren in de ecologische systeemopgave binnen de beschikbare ruimte. Synergievoordelen spelen zich af op een aantal vlakken: rivierverruiming draagt bij aan het verminderen van de erosieve kracht van de rivier en daarmee het tegengaan van verdere bodemerosie, maar is ook een belangrijke maatregel voor verdere het ecologisch goed kunnen functioneren van het riviersysteem.

Faciliteren overige opgaven

Overige opgaven bevatten in ieder geval de volgende aspecten: gebiedsontwikkelingen, buitendijkse versterkingen en beheerruimte. Deze opgaven kunnen leiden tot minder ruimte voor de rivier of verruwing van het rivierbed, waardoor dezelfde redeneerlijn als voor het faciliteren van natuur gevolgd kan worden. De mate waarin 'overige opgaven' gefaciliteerd worden in de alternatieven bepaalt dus ook de mate waarin aanvullende rivierverruiming toegepast moet worden om dit waterstandsneutraal uit te kunnen voeren.

N.B. ten aanzien van het faciliteren van opgaven

Zoals blijkt uit het voorgaande, is er voor diverse opgaven waterstandscompensatie nodig. Dat is wat we verstaan onder het 'faciliteren' van opgaven, naast het scheppen van de juiste randvoorwaarden voor diezelfde opgaven. Als er rivierverruiming plaatsvindt ten behoeve van waterstandscompensatie, leidt dat op korte termijn tot een waterstandsverlaging (omdat er meer ruimte is voor de rivier). Echter zal dit waterstandseffect tenietgedaan worden op het moment dat de bijbehorende opgave gerealiseerd is.

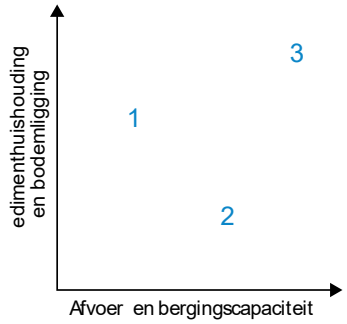
Bijvoorbeeld de toename van de bodemhoogte zal leiden tot een verhoging van de waterstand, terwijl de compenserende rivierverruiming zal leiden tot een verlaging van de waterstand. Het netto-effect van het gehele pakket zal 0 zijn voor de waterstand. Op kortere termijn kan het waterstandseffect echter afwijken, bijvoorbeeld als de rivierverruiming eerst gerealiseerd wordt.

3 Welke alternatieven zijn onderzocht?

3.1 Inleiding

In het planMER zijn drie onderzoeks alternatieven ontwikkeld en beoordeeld op doelbereik en (milieu)effecten. De alternatieven zijn beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie[10]. De alternatieven zijn onderscheidend, zoals verbeeld in Figuur 3-1, in het 'speelveld' van bodemligging & sedimenthuishouding en afvoer- & bergingscapaciteit (zie paragraaf 2.4.3 ''beleidskeuzes'). Er is gevarieerd in bodemligging (uit te drukken in centimeters bodemverhoging of verlaging) en afvoercapaciteit (uit te drukken in centimeters waterstandsverlaging of verhoging bij een indicatieve toename van de piekafvoer van 16.000 m^3/s naar 17.000 m^3/s bij Lobith), met differentiatie op riviertrajectniveau. Op deze wijze is het mogelijk om onderscheidende beslisinformatie te genereren voor het doelbereik, de (milieu-)effecten en de kosten/baten, als voorbereiding voor het trechteringsproces tot het uiteindelijke Programma IRM. De alternatieven betreffen:

- Alternatief 1: accent op laagwaterproblematiek
- Alternatief 2: accent op hoogwaterproblemantiek
- Alternatief 3: accent op laag- en hoogwaterproblematiek.



Figuur 3-1 Positionering ''Hoeken van het speelveld'' van alternatieven 1, 2 en 3 (0 staat voor de referentiesituatie)

Aandachtspunt bij de uitwerking van de alternatieven was dat de alternatieven realistisch (technisch maakbaar, betaalbaar, en in principe probleemoplossend) en voldoende onderscheidend zijn om op basis van de effectbeoordeling in het planMER te komen tot een (richtinggevend) voorkeursalternatief waarin het milieubelang goed is afgewogen. Onderstaand wordt ingegaan op de hoofdlijnen van de alternatieven (zie ook tabel 3-3). In paragraaf 3.2 t/m 3.5 worden de referentiesituatie en de alternatieven afzonderlijk toegelicht.

Bodemligging & sedimenthuishouding

Zoals bovenstaand is gesteld heeft elk alternatief een andere invulling voor wat betreft bodemligging en sedimenthuishouding. Op basis van expert judgement is een pakket aan mogelijke maatregelen samengesteld, dat naar verwachting invulling kan geven aan de verschillende ambitieniveaus voor 'bodemligging & sedimenthuishouding' (zie tabel 3-3). De toevoeging van mogelijke maatregelen is nodig om tot een beoordeling van doelbereik en milieueffecten te komen. Hierbij moet benadrukt worden dat deze maatregelen geen onderdeel uitmaken van het Programma IRM. Het planMER is dus op onderdelen concreter dan het Programma IRM.

De opgaven voor de bodemligging zijn uit te drukken in een aantal centimeters dat de bodem verhoogd dient te worden ten opzichte van de referentiesituatie. Per riviertraject is indicatief uitgewerkt om hoeveel

[10] *Dit is de situatie in 2050 zonder uitvoering van het Programma IRM, maar met autonome ontwikkelingen.*

centimeters verhoging van de bodem het gaat ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is per alternatief in beeld gebracht (zie figuren in paragraaf 3.3, 3.4 en 3.5 en bijlage 2).
Tevens is bepaald dat netto sedimentonttrekking uit het zomerbed in alle alternatieven moet stoppen. Dit betreft het ontwikkelen van beleid om te voorkomen dat sediment uit het zomerbed van de rivieren verdwijnt. In het zomerbed vinden momenteel eigenlijk alleen baggerwerkzaamheden plaats in opdracht van de overheid. Het komt hierbij echter voor dat naast bagger/slib ook de fijnste zandfractie gebaggerd wordt. Dit sediment kan vervolgens vermarkt worden. Overige sedimentwinning is in de Rijntakken al grotendeels afgebouwd (zand-, klei- en grindwinning). In de alternatieven wordt sedimentonttrekking geheel gestopt.

Op sedimenterende trajecten (zie Figuur 2-8) kan er nog steeds sprake zijn van baggerwerk om waterdiepte te handhaven, mits dit materiaal teruggebracht wordt in het systeem. Hierdoor is er geen sprake van netto sedimentonttrekking en blijft het sediment in het systeem.

Afvoer- en bergingscapaciteit
Daarnaast is voor elk alternatief sprake van een andere invulling voor wat betreft afvoer- en bergingscapaciteit. De benodigde afvoer- en bergingscapaciteit is sterk afhankelijk van de opgaven die IRM in het rivierengebied wenst te faciliteren (klimaatopgave en waterveiligheid, opgave bodemligging, opgave natuur/PAGW en overige opgaven). De opgaven worden in elk alternatief in meer of mindere mate gefaciliteerd door middel van het verlagen van de waterstand (zie Tabel 3-1). De opgaven zijn in onderstaand tekstkader nader toegelicht en zijn uit te drukken in een aantal benodigde centimeters waterstandsverlaging per riviertraject bij hoogwater. Per riviertraject is indicatief uitgewerkt om hoeveel centimeters waterstandsverlaging het gaat (zie figuren in paragraaf 3.3, 3.4 en 3.5 en bijlage 2). Het planMER is dus op onderdelen concreter dan het Programma IRM. Om invulling te kunnen geven aan de gewenste waterstandsdaling zijn per alternatief binnendijkse- en buitendijkse rivierverruimingsmaatregelen nodig. Het is nog niet bekend welke maatregelen precies genomen gaan worden.

Tabel 3-1 Afvoercapaciteit in de alternatieven

	Faciliteren klimaatopgave en waterveiligheid met rivierverruiming	Faciliteren opgave bodemligging	Faciliteren opgave natuur/PAGW	Faciliteren overige opgaven
Referentiesituatie	Nee	n.v.t.	Nee	Nee
Alternatief 1	Nee	Ja	100%	Nee
Alternatief 2	50%	n.v.t	100%	50%
Alternatief 3	100%	ja	100%	100%
(richtinggevend) voorkeursalternatief	100%	ja	100%	100%

Faciliteren opgaven
In hoofdstuk 2.5 is al uitgelegd hoe het faciliteren van de verschillende opgaven werkt. Hieronder wordt toegelicht wat dit betekent voor de drie alternatieven:

Faciliteren klimaatopgave en waterveiligheid: In de alternatieven loopt het ambitieniveau voor dit aspect op in de mate waarin de klimaatopgave opgevangen wordt met rivierverruiming: in alternatief 1 wordt de waterveiligheid alleen geborgd met HWBP, terwijl in alternatief 3 ook rivierverruiming plaatsvindt, waarmee een deel van de waterstandsdaling de benodigde (dijk)hoogteopgave kan vervangen of een deel van de klimaatopgave na 2050 opgevangen kan worden. In de alternatieven is ook de opgave voor de systeemmaatregelen in de Maasvallei, waarover nog geen besluit genomen is, meegenomen. De maatregelen waarover al wel besluitvorming heeft plaatsgevonden zijn opgenomen in de autonome ontwikkeling (referentie).

Faciliteren opgave bodem: In alternatief 1 en 3 wordt de bodemligging omhoog gebracht en dient dit dus gecompenseerd te worden met rivierverruiming.

Faciliteren opgave natuur/PAGW: Binnen IRM is ervoor gekozen om de volledige PAGW opgave in alle alternatieven (1, 2 en 3) te faciliteren. Dit leidt tot een extra opgave voor afvoer- en bergingscapaciteit. De grootte van de opgave is gebaseerd op een indicatieve doorrekening van de beoogde ecotoopverandering in 2050 ten opzichte van de huidige situatie.

Faciliteren overige opgaven:
In alternatief 1 is er geen ruimte voor het faciliteren van overige opgaven, in alternatief 2 beperkte ruimte en in alternatief 3 is de meeste ruimte beschikbaar voor het faciliteren van deze opgave. Overige opgaven bevatten in ieder geval de volgende aspecten: gebiedsontwikkelingen, buitendijkse versterkingen en beheerruimte.

Realiseren PAGW-opgave

De ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) hebben de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) gestart. De PAGW heeft tot doel waterkwaliteit (morfo-ecologische kwaliteit) te verbeteren en de natuur te versterken in de grote wateren. Waar dat kan wordt het water weer meer de ruimte gegeven, verbindingen hersteld en wordt gezorgd voor een gevarieerder leefgebied. Dit gebeurt in vier gebieden: het Waddengebied, het IJsselmeergebied, de Zuidwestelijke Delta en in het Rivierengebied. Een groot deel van het PAGW deelgebied Rivieren overlapt met het IRM-plangebied. Tabel 3-2De PAGW-opgave voor het rivierengebied is beschreven in de ecologische systeemopgave PAGW-Rivieren [van Heusden, et al., 2021] en betreft o.a. het realiseren van 28.300 ha ecotoopverandering. Deze ecotoopverandering bestaat voor een deel (circa 7.000 ha) uit verandering van bestaande natuur (zoals omvorming van droge naar natte graslanden en verondieping van plassen) en voor een deel (circa 21.000 ha) omvorming van productielandbouwgrond in natuur-inclusieve landbouw (circa 1/3de) of natuur (circa 2/3de). Voor de Biesbosch en IJssel-Vechtdelta, die deels binnen en deels buiten het IRM-plangebied vallen, is de gehele opgave toegeschreven aan het IRM-plangebied.

Het gaat hierbij om de volgende gewenste ecotopen in de volgende gebieden:

Tabel 3-2 Gewenste ecotopen PAGW

Te realiseren ecotoop	IJssel-Vechtdelta	Biesbosch	Gelderse Poort	Gemeenschappelijke maas	Stapstenen en corridors	Totale oppervlakte
Droog grasland	3.400	200	900	900		
Nat grasland	2.000	100	1.000			
Riet/moerasruigte	1.100	1.800	1.300			
Zachthoutooibos/struweel			1.400			
Hardhoutooibos/struweel	700		1.300	1.500		
Zoetwatergetijdebos		2.600				
Kale oever	100	200	600	400		
Geulen/strangen	500	2.300	700	200		
Ondiep/matig diep rivierbegeleidend water	500		200			
Totaal	**8.300 ha**	**7.200 ha**	**7.400 ha**	**3.000 ha**	**2.400 ha**	**28.300 ha**

De 28.300 ha te realiseren natuur maakt onderdeel uit van alle 3 de alternatieven[11], niet van de referentiesituatie. Het is daarmee integraal beoordeeld in dit planMER als een niet onderscheidend onderdeel van het voornemen (en daarmee van IRM). Omdat de natuuropgave vast staat, is het niet wenselijk geacht om daarmee te variëren.

[11] *Omdat in alternatief 1 geen binnendijkse ingrepen voorzien zijn, is het echter de vraag in hoeverre het realistisch is om in dit alternatief 28.300 ha PAGW natuur te realiseren.*

Royal HaskoningDHV

Tabel 3-3 Alternatieven op hoofdlijnen inclusief type maatregelen

	Referentiesituatie 2050	Alternatief 1 Accent op laagwater-problematiek	Alternatief 2 Accent op hoogwaterproblematiek	Alternatief 3 Accent op laag- en hoogwater-problematiek met maximale ambities
1. Bodemligging & sedimenthuishouding				
Wat is de ambitie voor bodemligging & sedimenthuishouding?	Bodemligging gaat op eroderende trajecten verder omlaag in de periode tot 2050.	**Rijn:** Bodemligging omhoog brengen naar het niveau van het jaar 2000 op eroderende trajecten. Bodemligging handhaven op overige trajecten. **Maas:** Huidige bodemligging handhaven door middel van suppleties in eroderende trajecten.	**Rijn en Maas:** Huidige bodemligging handhaven in eroderende trajecten.	**Rijn:** Bodemligging omhoog brengen naar niveau van het jaar 1980 in eroderende trajecten en ongedaan maken zomerbedverdieping Ruimte voor de Rivier **Maas:** Terugbrengen van het bodemniveau naar het niveau van ca. 2005 (namelijk de situatie van voor de Maaswerken en Ruimte voor de Rivier) op trajecten met zomerbedverdiepingen. Op trajecten waar geen verdiepingen zijn wordt de bodem vastgehouden.
Met welke maatregelen kan de ambitie gerealiseerd worden?	Er worden autonoom geen maatregelen genomen.	**Rijn:** met sedimentsuppleties en rivierverruimende ingrepen (zoals nevengeulen, langsdammen-concept en zomerkade- en kribverlaging). **Maas:** met suppleties in eroderende trajecten.	**Rijn en Maas:** Met sediment suppleties.	**Rijn:** met sedimentsuppleties en rivierverruimende ingrepen (zoals nevengeulen, zomerkade- en kribverlaging en, langsdammen-concept). **Maas**: via natuurlijke aanzanding. en/of suppleties
Hoe gaan we om met sediment-onttrekking?	Er is geen beleid. Hierdoor kan autonoom sediment onttrekking door blijven gaan (zand- klei- en grindwinning).	Netto sediment-onttrekking in het zomerbed stopt.	Netto sediment-onttrekking in het zomerbed stopt.	Netto sediment-onttrekking in het zomerbed stopt.
2. Afvoer- en bergingscapaciteit				
Wat is de ambitie voor afvoer- en bergingscapaciteit?	Met autonome rivierverruimende maatregelen: onvoldoende om de klimaatopgave te faciliteren, geen ruimte voor de PAGW opgave en geen ruimte voor overige opgave.	Met rivierverruimende maatregelen: de bodemopgave faciliteren, de PAGW opgave faciliteren, maar geen ruimte voor overige opgave.	Met rivierverruimende maatregelen: een deel van de klimaatopgave faciliteren, de PAGW opgave faciliteren en beperkt ruimte voor overige opgave.	Met rivierverruimende maatregelen: zo veel mogelijk de klimaatopgave faciliteren, de gehele bodemopgave faciliteren, de PAGW opgave faciliteren en voldoende ruimte om overige opgave te faciliteren.
Met welke maatregelen kan de ambitie gerealiseerd worden?	Alleen lopende projecten (enkel buitendijks) zoals Klimaatpark en Meanderende Maas worden uitgevoerd (zie bijlage 3 voor totaaloverzicht).	Uitvoering van buitendijkse rivierverruimende maatregelen zoals bijvoorbeeld nevengeulen, uiterwaardverlaging, langsdammen-concept en zomerkade verlaging.	Uitvoering van grootschalige buitendijkse rivierverruimende maatregelen zoals bijvoorbeeld nevengeulen, langdammen-concept, uiterwaardverlaging en zomerkade verlaging. Aangevuld met het gebruik van binnendijkse reserveringen waar nodig.	Uitvoering grootschalige buitendijkse rivierverruimende maatregelen zoals bijvoorbeeld uiterwaardverlaging, nevengeulen, langsdammen-concept en zomerkadeverlaging. Aangevuld met zoeklocaties voor nieuwe binnendijkse ingrepen indien nodig (naast het gebruik van bestaande binnendijkse reserveringen).
Als onderdeel van deze rivierverruimingsmaatregelen wordt invulling gegeven aan het faciliteren van de volgende opgaven. Met andere woorden: de volgende opgaven kunnen (waterstandneutraal) worden uitgevoerd door het uitvoeren van bovengenoemde rivierverruimende maatregelen:				
Faciliteren opgave bodemligging	De bodemligging gaat in de referentiesituatie niet omhoog, en daarmee de waterstand ook niet. Er zijn daarom geen ingrepen nodig om te komen tot een waterstand neutrale situatie ter compensatie.	Met de genoemde maatregelen leidt de verhoogde bodemligging niet tot een verhoogde waterstand (het blijft waterstandneutraal).	De bodemligging gaat in dit alternatief niet omhoog, en daarmee de waterstand ook niet. Er zijn daarom geen ingrepen nodig om te komen tot een waterstand neutrale situatie ter compensatie.	Met de genoemde maatregelen leidt de verhoogde bodemligging niet tot een verhoogde waterstand (het blijft waterstandneutraal).
Faciliteren klimaatopgave en waterveiligheid	Met HWBP wordt ingezet op het behalen van de mate van veiligheid die de wettelijke norm voorschrijft. Rivierverruiming is beperkt tot lopende projecten.	Waterveiligheid is geborgd met het HWBP. Rivierverruiming is beperkt tot lopende projecten.	Waterveiligheid is geborgd met het HWBP en IRM. Buitendijkse rivierverruiming vangt een deel van de klimaatopgave op (en/of kan ingezet worden voor de periode na 2050)	Waterveiligheid is geborgd met IRM en HWBP. Binnen- en buitendijkse rivierverruiming vangt zo veel mogelijk van de klimaatopgave op (en/of kan ingezet worden voor de periode na 2050).

	Referentiesituatie 2050	Alternatief 1 Accent op laagwater-problematiek	Alternatief 2 Accent op hoogwaterproblematiek	Alternatief 3 Accent op laag- en hoogwater-problematiek met maximale ambities
Faciliteren opgave natuur/PAGW	Geen compensatie van het waterstandseffect nodig voor realisatie PAGW (PAGW wordt niet uitgevoerd)	Met de genoemde maatregelen kan de PAGW opgave waterstandsneutraal worden uitgevoerd.	Met de genoemde maatregelen kan de PAGW opgave waterstandsneutraal worden uitgevoerd.	Met de genoemde maatregelen kan de PAGW opgave waterstandsneutraal worden uitgevoerd.
Overige opgaven	Geen ruimte voor faciliteren overige opgaven	Geen ruimte voor faciliteren overige opgaven	Beperkt ruimte voor faciliteren overige opgaven	Ruimte voor faciliteren overige opgaven
3. Realisatie natuur (PAGW)				
Wat is de ambitie voor natuur?	Autonome natuur ontwikkelen	Realiseren circa 28.300 ha riviernatuur (waarvan 7.000 ha omvorming van bestaande natuur en 21.000 ha functieverandering naar natuur of natuur-inclusieve landbouw)	Realiseren circa 28.300 ha riviernatuur (waarvan 7.000 ha omvorming van bestaande natuur en 21.000 ha functieverandering naar natuur of natuur-inclusieve landbouw)	Realiseren circa 28.300 ha riviernatuur (waarvan 7.000 ha omvorming van bestaande natuur en 21.000 ha functieverandering naar natuur of natuur-inclusieve landbouw)

3.2 Referentiesituatie

De referentiesituatie vormt de situatie waarmee de effecten van de alternatieven worden vergeleken in het planMER. Het is de situatie in 2050 zonder dat Integraal Riviermanagement plaatsvindt. De referentiesituatie in het planMER is grotendeels gebaseerd op het Nul-alternatief zoals dat staat beschreven in Asselman en Snoek (2021). De referentiesituatie wordt bepaald door de huidige situatie (2020) in combinatie met de zogenaamde autonome ontwikkelingen (tot 2050). Autonome ontwikkelingen betreffen het bestaande beheer en onderhoud, maatregelen die uitgevoerd worden als onderdeel van bestaand landelijk en regionaal beleid (zoals bijvoorbeeld KRW, HWBP en Erfgoedverdragen zoals het Verdrag van Valletta) en autonome trends op het gebied van bijvoorbeeld klimaatverandering, sociale economische ontwikkelingen en doorgaande ontwikkelingen zoals bodemerosie en sedimentatie. Klimaatverandering en sociale economische ontwikkelingen kunnen gevolgen hebben voor de rivierafvoer, stormopzet, watervraag en zoutindringing.

Voor de inrichtingsmaatregelen die worden meegenomen in de referentiesituatie van IRM geldt dat ze voortvloeien uit bestaand (en verankerd) beleid en beheer óf van voorgenomen beleid, waarbij besluitvorming al zodanig vergevorderd is dat het meenemen ervan het meest realistische beeld genereert voor het zichtjaar 2050. Met betrekking tot zoetwaterbeschikbaarheid is aangenomen dat het Deltaplan Zoetwater (fase 1 en2) wordt gerealiseerd. Voor waterveiligheid en natuurontwikkeling is aangenomen dat onder meer Rivierklimaatpark IJsselpoort, Stadsblokken Meinerswijk en Meanderende Maas worden gerealiseerd. Een beknopt overzicht van (rivierverruimende) maatregelen die deel uitmaken van de referentiesituatie en die zijn meegenomen in de hydraulische modellen is opgenomen in bijlage 5.

Voor ingrepen die voortkomen uit het huidige beheer geldt dat ze worden meegenomen in de referentiesituatie indien ze deel uitmaken van het huidige beheer en beleid en er geen aparte besluitvorming voor nodig is. Kleine ingrepen die een probleem deels oplossen of mitigeren, maar die niet vallen onder het huidige beheer en beleid, maken geen deel uit van de referentiesituatie. Dit heeft met name te maken met het detailniveau van IRM, aangezien het een verkenning op hoofdlijnen betreft.

De huidige situatie en referentiesituatie is per thema nader uitgeschreven en beoordeeld in hoofdstuk 5 en 6. Voor het in beeld hiervan is tevens gekeken naar studies zoals de studies klimaatbestendige netwerken, doorrekening Deltaprogramma Zoetwater, Systeembeschouwing Rijn en Maas en de ecologische systeemanalyse vanuit de PAGW.

3.3 Alternatief 1 ‘Accent op laagwaterproblematiek’

Dit alternatief focust zich op het faciliteren van rivierfuncties tijdens laagwater. Dit wordt concreet ingevuld met sedimentmanagement in combinatie met alleen buitendijkse inrichtingsmaatregelen in het rivierbed van dijk tot dijk (dus de uiterwaarden, oeverzone en het zomerbed). Het alternatief streeft naar het omhoog brengen van de bodem van het zomerbed op eroderende trajecten in de Rijn tot het niveau zoals dat in het jaar 2000 was. Dit zou kunnen gebeuren met sediment suppleties en rivierverruimende maatregelen (bij middenafvoeren) die de erosieve kracht uit het water halen en daarmee de nieuwe bodemligging in stand helpen te houden (zoals bijvoorbeeld de aanleg van langsdammen, het uitvoeren van kribverlagingen). Voor de Maas moet het huidige bodemniveau gehandhaafd blijven, waardoor er suppleties nodig zijn op eroderende trajecten. Figuur 3-2 geeft de bodemverhoging weer ten opzichte van de referentiesituatie.

Ook zijn in alternatief 1 buitendijkse nevengeulen en uiterwaardvergravingen voorzien om te komen tot een grotere afvoer en bergingscapaciteit. Figuur 3-3 geeft de mate van rivierverruiming weer uitgedrukt in benodigde centimeters waterstandsverlaging van de verschillende trajecten. Deze centimeters zijn

gebaseerd op een toename van de afvoer bij een gegeven herhalingstijd, bijvoorbeeld van 16.000 m^3/s naar 17.000 m^3/s voor de Rijntakken (zie paragraaf 5.1.1).

Ten slotte wordt in dit alternatief ingezet op de realisatie van circa 28.300 ha riviernatuur (waarvan 7.000 ha omvorming van bestaande natuur en 21.000 ha functieverandering naar natuur of natuur-inclusieve landbouw) in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW).

Figuur 3-2 Beleidskeuze bodemligging alternatief 1

Figuur 3-3 Beleidskeuze afvoercapaciteit alternatief 1

Figuur 3-4 Indicatieve ruimtelijke opgave alternatief 1

3.4 Alternatief 2 ’Accent op hoogwaterproblematiek’

Dit alternatief focust zich op het faciliteren van rivierfuncties tijdens hoogwater en het faciliteren van ruimtevragen in het rivierbed. Dit wordt concreet ingevuld met buitendijkse maatregelen (in het rivierbed tussen dijk en dijk (dus uiterwaarden, oeverzone en zomerbed) en binnendijkse inrichtingsmaatregelen (in reeds gereserveerde gebieden) in combinatie met in beperkte mate sedimentmanagement. Alternatief 2 streeft naar het handhaven van het huidige bodemniveau in eroderende trajecten met behulp van suppleties. Figuur 3-5 geeft de beoogde verandering in bodemligging aan. Dit betekent dat de bodem dus niet verder omlaag gaat als gevolg van erosie. Hierbij helpt de rivierverruiming ook om de bodem in stand te houden, doordat de erosieve kracht afneemt. Figuur 3-6 Figuur 3-3geeft de mate van rivierverruiming weer uitgedrukt in benodigde centimeters waterstandsverlaging van de verschillende trajecten. Daarnaast wordt in dit alternatief ingezet op de realisatie van circa 28.300 ha riviernatuur (waarvan 7.000 omvorming van bestaande natuur en 21.000 ha functieverandering naar natuur of natuur-inclusieve landbouw) in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW).

Figuur 3-5 Beleidskeuze bodemligging alternatief 2

Figuur 3-6 Beleidskeuze afvoercapaciteit alternatief 2

Figuur 3-7 Indicatieve ruimtelijke opgave alternatief 2

3.5 Alternatief 3 ‘Accent op laag- en hoogwaterproblematiek met maximale ambities’

Bij dit alternatief ligt de focus op het faciliteren van rivierfuncties tijdens laagwater én hoogwater, én het faciliteren van ruimtevragen in het rivierbed. Dit wordt concreet ingevuld met buitendijkse maatregelen in het rivierbed tussen dijk en dijk (dus uiterwaarden, oeverzone en zomerbed) en binnendijkse inrichtingsmaatregelen (in reeds gereserveerde én nieuwe gebieden) in combinatie met omvangrijk sedimentmanagement. Alternatief 3 streeft naar stoppen van de bodemerosie en het omhoog brengen van de bodem in eroderende trajecten van de Rijn tot het niveau zoals dat in het jaar 1980 was. Dit moet dan gebeuren met sedimentsuppleties en rivierverruimende maatregelen bij middenafvoeren. Deze ingrepen betreffen onder meer de aanleg van nevengeulen, zomerkadeverlagingen en langsdammen om de erosieve kracht uit het water halen. In de Maas wordt gestreefd naar het terugbrengen van de bodem (op trajecten met zomerbedverdiepingen) naar de situatie van voor de Maaswerken en Ruimte voor de Rivier. Dit wordt gedaan via opvullen met suppleties, zodat de effecten direct zichtbaar zijn. Figuur 3-8 geeft de bodemverhoging weer ten opzichte van de referentie. Figuur 3-9 geeft de mate van rivierverruiming weer uitgedrukt in benodigde centimeters waterstandsverlaging van de verschillende trajecten.

Daarnaast wordt in dit alternatief ingezet op de realisatie van circa 28.300 ha riviernatuur (waarvan 7.000 omvorming van bestaande natuur en 21.000 ha functieverandering naar natuur of natuur-inclusieve landbouw) in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW).

Figuur 3-8 Beleidskeuze rivierbodemligging alternatief 3

Figuur 3-9 Beleidskeuze afvoercapaciteit alternatief 3

Figuur 3-10 Indicatieve ruimtelijke opgave alternatief 3

3.6 Wet- en regelgeving en (ander) beleid

Randvoorwaarde voor alle alternatieven is het beschermen van het achterland tegen overstromingen. Deze bescherming is geborgd door de in de Waterwet vastgelegde normering waaraan alle primaire waterkeringen uiterlijk in 2050 moeten voldoen. De binnen IRM onderzochte alternatieven richten zich niet op het voldoen aan de norm (dat is de opgave voor het HWBP), maar op de vergroting van de afvoer- en bergingscapaciteit van de rivieren, wat een effect heeft op de hydraulische belastingen en daarmee een bijdrage kan leveren aan de waterveiligheid.

Daarnaast is het uitgangspunt dat de alternatieven voldoen aan de kaders van internationale afspraken, wet- en regelgeving en bestaand beleid zoals bijvoorbeeld de Akte van Mannheim, Europese Verordening over het Trans-Europese Netwerk (TEN-T) voor vervoer, Vogel- en Habitat Richtlijn Natura 2000, Wet natuurbescherming, Kaderrichtlijn Water, Richtlijn over beoordeling en beheer van overstromingsrisico's en Maasafvoerverdrag. Bestaand beleid waar de alternatieven aan moeten voldoen betreffen: Beleidslijn grote rivieren[12] en de bijbehorende beleidsregels, de beleidskeuze m.b.t. de afvoerverdeling bij hoogwater, ''Lek ontzien'', de afspraak over verdeling van water tussen de IJssel en Nederrijn bij laag water[13], de waterakkoorden en peilbesluiten voor het hoofdwatersysteem, Natuurnetwerk Nederland, Nationaal Waterprogramma, Overstromingsrisico beheerplan, Voorkeursstrategie Deltaprogramma Rivieren en Richtlijnen Vaarwegen 2020. Mocht toch blijken dat het knelt tussen bepaalde programma's, bestaand beleid en IRM, dan dient dit gesignaleerd te worden en besproken worden tussen de betrokken programma's.

Er is sprake van wet- en regelgeving en (internationaal) beleid dat relevant is voor het programma IRM. Dit betreft o.a.:

- Internationale Maascommissie
- Internationale commissie ter bescherming van de Rijn
- Internationale Centrale Commissie voor de Rijnvaart
- Kaderrichtlijn Water (KRW)
- Richtlijn overstromingsrisico's (ROR)
- Vogel en -habitatrichtlijn
- Europese Drinkwaterrichtlijn (98/83/EC)
- TEN-T
- Nationale Omgevingsvisie (NOVI)
- Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR)
- Mobiliteitsvisie 2050
- Nationale Water Programma 2022-2027
- Programmatische Aanpak Grote Wateren
- Beleidstafel Droogte
- Beleidsnota Drinkwater
- Drinkwaterwet en besluit
- Visie Erfgoed en Ruimte
- Rivierdossier Rijndelta en Maas
- Provinciale omgevingsvisies en -verordeningen
- Natuurbeheerplannen

In bijlage 6 is een toelichting gegeven van dit beleid en is de relatie met IRM toegelicht.

[12] Dit betekent in principe dat er geen niet-riviergebonden activiteiten in het stroomvoerend regime mogen plaatsvinden, en geen waterstandsverhoging plaats mag vinden zonder compensatie. N.B. als blijkt dat dit niet haalbaar is kan IRM agenderend zijn voor aanpassing van het beleid.

[13] Dit gaat over de afspraak die hoort bij het stuwprogramma van stuw Driel (minimaal 30 m^3/s via Nederrijn, zo lang mogelijk 285 m^3/s via IJssel). De beleidskeuze voor bodem heeft hier invloed op.

4 Wijze beoordeling

In dit hoofdstuk wordt de wijze van beoordeling voor zowel het doelbereik als de overige milieueffecten besproken.

4.1 Beoordelingskader

De beoordeling van de alternatieven zoals beschreven in het vorige hoofdstuk vindt plaats aan de hand van twee beoordelingskaders; één voor doelbereik en één voor milieueffecten (zie Tabel 4-1 en 4-2). De tabellen geven weer welke aspecten onderzocht worden (bijvoorbeeld zoetwatervoorziening), wat de methode daarvoor is en aan welke criteria getoetst wordt. Er is bewust gekozen om de criteria te formuleren in termen van verandering. Dat sluit aan bij het abstracte karakter van de besluiten die in dit stadium van IRM genomen worden.

De doelen van IRM zijn beschreven in paragraaf 2.4.2 en op sommige onderdelen nog weinig concreet. Daarnaast hebben de alternatieven zoals beschreven in paragraaf 3.3 t/m 3.5 een globaal karakter; het is immers nog niet duidelijk welke maatregelen precies genomen gaan worden. Daarom kan niet in absolute zin gezegd worden of doelen wel of niet gehaald gaan worden. Wel kan een verwachting worden gegeven of alternatieven in meer of mindere mate bijdragen aan de doelen. Hiervoor zijn de doelen opgehangen aan aspecten die het doelbereik het meest definiëren. Voor het zorgen van een veilige afvoer van hoogwater zijn bijvoorbeeld de effecten op de aspecten ‘hoogwaterstanden’ en ‘waterbergingskwaliteit’ beschouwd.

Daarnaast is voor de beoordeling van doelbereik onderscheid gemaakt in vier riviertakken. Voor de milieueffecten is gekeken naar de Maas en de Rijn (zie paragraaf 2.2). Dit is gedaan omdat er meer differentiatie nodig was in de effectbeschrijving en -beoordeling van de doelbereik aspecten.

Tot slot maakt de realisatie van 28.300 ha natuur in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) integraal onderdeel uit van elk alternatief. Dit is daarom bij alle aspecten mee beschouwd in de effectbeoordeling (als onderdeel van de voorgenomen activiteit). Omdat de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) zo bepalend is voor de beoordeling van natuur, is bij natuur wel onderscheid gemaakt in een beoordeling inclusief en exclusief PAGW. Dit om inzichtelijk en navolgbaar te maken hoe scores tot stand zijn gekomen, en meer specifiek hoe de maatregelen voor bodemligging en afvoercapaciteit bijdragen aan de doelen voor natuur.

Tabel 4-1 Beoordelingskader doelbereik

IRM doelen	Aspect	Criteria	Methode
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	Verandering in de hoogwaterstanden als maat voor afvoercapaciteit bij hoogwater met mogelijk een grote reductie van de dijkversterkingsopgave	Kwalitatief beoordelen op basis van de potentie voor waterstandsverlagende effecten.
	Waterbergings-capaciteit	Verandering in waterbergend vermogen/oppervlak van het rivierbed en capaciteit tot topvervlakking	Kwalitatief beoordeling op basis van waterbergend vermogen van het beoogde voornemen.
Robuuste zoetwater-beschikbaarheid	Zoetwater-voorziening	Verandering in beschikbaarheid van zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder het IJsselmeer.	Kwalitatieve beschouwing van de verandering in verdeling en beschikbaarheid van zoet water gebaseerd op de veranderingen in de ‘‘bodemligging’ van de Rijn- en IJssel takken, die bepalen hoeveel water naar het IJsselmeer gaat.

IRM doelen	Aspect	Criteria	Methode
	Laagwaterstanden	Verandering van inlaatbeperkingen ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties en verandering in de laagwaterstanden en grondwaterstanden	Kwalitatieve beschouwing van de verandering in laagwater en grondwaterstanden
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	Frequentie waarmee uiterwaard overstroomt, geschikte grondwaterstanden, en de variatie in ruimte en tijd waarin stroming plaatsvindt in de oeverzone en de uiterwaarden (zomerbed en winterbed zijn onder andere via een dynamische oeverzone met veel variërende stromingspatronen verbonden qua hydrodynamiek en dit geeft een indicatie voor het herstel van de hydrologische gradiënt tussen zomer en winterbed).	Mate waarin het zomerbed omhooggaat en de mate waarin je de kades naar uiterwaarden verlaagt en/of uiterwaarden anders inricht (kwalitatief). Doorkijk naar de mate van verbinding bij lagere rivierstanden van uiterwaarden met het zomerbed.
	Morfodynamiek	De verandering in aanbod van sediment, de mate van uitwisseling van sediment tussen en binnen het zomerbed en de uiterwaard.	Beoordeling op toename in dynamiek in het systeem (bijvoorbeeld door uitwisseling van water en sediment tussen het zomerbed en de uiterwaard, of door toevoer van sediment in het systeem).
	Ruimte voor natuurontwikkeling	Verandering in de mate waarin binnendijks gebied toegevoegd wordt en mogelijk ruimte geeft voor natuur en de mate waarin buitendijks gebied wordt (her)ingericht met ruimte voor natuur.	Beoordeling op basis van - de mate waarin grote aaneengesloten en samenhangende natuurgebieden kunnen ontstaan met ontwikkelingspotentieel voor diversiteit in leefgebieden - Beoordeling op de potentie voor natte ecotopen (zachthout ooibos, natte graslanden, rietmoerassen) met oog voor de verhouding tussen natte en droge rivierecotopen. - de potentie voor connectiviteit o.b.v. type maatregelen en wel/niet maatregelen binnendijks (aandachtspunt is de verbinding tussen binnen- en buitendijks, tussen de hotspots en steppingstones in de langsrichting van de rivier en in de dwarsrichting van de rivier door verbinding zomerbed en winterbed)
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij laag water	Verwachte toe- of afname van het aantal dagen dat bij lage afvoeren de Rijntakken en Maas niet goed bevaarbaar zijn en sluizen, havens en kanalen niet bereikbaar zijn met voldoende aflaaddiepte.	Kwalitatieve beschouwing van de verandering in het nautisch profiel en daarmee de bevaarbaarheid van het hoofdvaarwegennet en toegang tot aansluitende vaarwegen, kanalen, sluizen.

IRM doelen	Aspect	Criteria	Methode
Regionale ontwikkeling met versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	Verandering in de beschikbare ruimte voor regionale economische ontwikkelingen	Kwalitatieve beoordeling op basis van type maatregelpakket bij een alternatief (meekoppelkansen). Mate waarin het alternatief aansluit op de gewenste ruimtelijke ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit.
	Ruimtelijke Kwaliteit	Verandering in de gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde	Een kwalitatieve beschouwing van het risico op aantasting van de ruimtelijke kwaliteit en/of kansen op verbetering van de ruimtelijke kwaliteit. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde en de logische samenhang daartussen (Bron).

* Voor de beoordeling Kaderrichtlijn Water wordt verwezen naar de milieueffecten (Tabel 4-2)
** Voor de beoordeling van beschikbaarheid drink- en industriewater wordt verwezen naar de milieueffecten (Tabel 4-2)

Tabel 4-2 Beoordelingskader overige milieueffecten

Thema	Aspect	Criterium	Methode
Natuur	Natura 2000 gebieden	Verandering in de natuurlijke kenmerken van een Natura 2000-gebied in relatie tot de instandhoudingsdoelen.	Kwalitatieve analyse van alternatieven op voortoetsniveau, waarbij het detailniveau aansluit bij de beschrijving van de alternatieven (op hoofdlijnen). Hierbij ligt de focus op het leveren van een bijdrage te leveren aan het behalen van de instandhoudingsdoelen en/of het risico op het (verder) in gevaar brengen van de instandhoudingsdoelen van Natura 2000 gebieden ten opzichte van de referentiesituatie. De analyse wordt gedaan op basis van bestaande informatie uit Natura 2000-beheerplannen, gebiedsanalyses en andere bestaande bronnen (indien beschikbaar).
	Natuurnetwerk Nederland	Verandering in de kwantiteit en kwaliteit van NNN in relatie tot de wezenlijke kenmerken en waarden van dat gebied	Kwalitatieve analyse op basis van expert judgement of er sprake is van verbetering of verslechtering van het areaal en kwaliteit van de betreffende NNN-gebieden. Ook positieve gevolgen voor de NNN-gebieden worden in beschouwing genomen.
	Kaderrichtlijn water	Verandering in de ecologische toestand van het watersysteem (KRW maatlatten). Voor de KRW-oppervlaktewaterlichamen binnen de riviersystemen Rijn en Maas geldt: geen achteruitgang en doelen 2027 niet frustreren.	Kwalitatieve analyse op basis van expert judgement of de alternatieven bijdragen aan de KRW-doelen (maatlatten) voor de KRW-oppervlaktewaterlichamen binnen de riviersystemen Rijn en Maas en wat de invloed is op het bereiken van deze doelen in 2027.
	Beschermde soorten	Juiste milieucondities ten behoeve van het duurzaam instandhouden van soorten en hun leefgebieden.	Kwalitatieve beschouwing van welke beschermde soorten profiteren van de voorgestelde alternatieven en voor welke soorten er risico bestaat dat op relatief grote schaal leefgebieden verloren gaan. Hierbij wordt gebruik gemaakt van bestaande verspreidingsgegevens.

Thema	Aspect	Criterium	Methode
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Verandering in aanwezigheid en kwaliteit van waardevolle landschappen, cultuurhistorische en archeologische waarden	Een kwalitatieve beschouwing van het risico of de kansen op (de kwaliteit van) waardevolle landschappen, cultuurhistorische en archeologische waarden. Hierbij wordt in kwalitatieve zin beoordeeld in hoeverre waardevolle elementen, structuren en/of landschappen aangetast kunnen worden, danwel versterkt.
Bodem en zout-indringing	Bodemkwaliteit	Verandering in de kwaliteit en het natuurlijke systeem van de bodem en ondergrond.	Kwalitatieve analyse van de verandering in de kwaliteit van de bodem en ondergrond. Hierbij wordt gebruik gemaakt van algemene beschikbare informatie.
	Zout-indringing	Verandering in de mate van zoutindringing in de Rijn- en Maasmonding	Kwalitatieve analyse van de risico's en kansen voor zout-indringing
Overige scheepvaart	Nautische veiligheid	(tijdelijke) verandering in nautische veiligheid	Kwalitatieve beschouwing van de (tijdelijke) verandering in nautische veiligheid
	Doorvaarthoogte van hoofdvaarwegen net en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij hoog water	Mate waarin doorvaarthoogte verandert bij bruggen tijdens hoog water.	Verandering in waterstand bij hoge afvoeren.
Gebruiksfuncties	Wonen en werken	Verandering in de buitendijkse woon- en werkfunctie	Beschouwing van de kansen en risico's op de werk- en woonfunctie in buitendijks gebied en/of op de dijken. De analyse wordt gedaan op basis van een topografische kaart met ligging woongebieden, atlas van de leefomgeving, en ruimtelijke plannen en algemeen beschikbare bronnen.
	Recreëren	Verandering kansen recreatieve en toeristische voorzieningen	Kwalitatieve beschouwing van de risico's of kansen voor recreatieve en toeristische voorzieningen
	Landbouw	Verandering in oppervlak en kwaliteit landbouwkundig gebruik	Kwalitatieve beschouwing van de risico's of kansen landbouwkundig gebruik
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	Verandering in waterbeschikbaarheid voor industrie en als drinkwater	Kwalitatieve beschouwing van de risico's op afname of kansen voor toename van waterbeschikbaarheid voor industrie en als drinkwater.
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	Veranderingen in risico's voor stabiliteit van oevers en kunstwerken	Kwalitatieve beschouwing van de risico's op de stabiliteit van de bestaande oevers en kunstwerken in het plan- en studiegebied.
	Delfstoffen-winning	Verandering in mogelijkheden voor zand, klei en grindwinning	Kwalitatieve beschouwing van de risico's of kansen voor zand, klei en grondwinning.
	Kabels en leidingen	Verandering in risico's voor kabels en leidingen	Kwalitatieve beschouwing van de risico's op bestaande kabels en leidingen op basis van de knopstand ''bodemligging''. Hierbij wordt

Thema	Aspect	Criterium	Methode
			gekeken naar de ligging van de hoofdtransportleidingen ter hoogte van het plan- en studiegebied.
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaat-verandering	Verandering in de mate van adaptiviteit van het systeem	Beschouwing van de mate waarin de alternatieven adaptief zijn. Dit wordt afgeleid van de afvoercapaciteit als het gaat om mate waarin klimaatverandering opgevangen kan worden.
	Energie en grondstoffen	Verandering in (energie)gebruik en/of opbrengst (grondstoffen)	Kwalitatieve beschouwing van de kansen en of risico's voor het gebruik van energie en/of de opbrengst van energie en Gebruik en/of opbrengst van grondstoffen.

4.2 Wijze van beoordelen

IRM beschrijft de hoofdkeuzes op het gebied van bodemligging & sedimenthuishouding en afvoer- & bergingscapaciteit op systeem- en riviertakniveau. Daarom is er een beoordeling van kansen op positieve effecten en risico's op negatieve effecten gedaan. Op het detailniveau van IRM is namelijjk nog niet met zekerheid te zeggen of negatieve of positieve effecten daadwerkelijk gaan optreden. Dat is erg afhankelijk van de wijze van uitwerking in vervolg plannen en besluiten. Deze beoordeling op hoofdlijnen sluit aan bij het detailniveau van IRM.

Voor de beoordeling van de huidige situatie, de referentiesituatie en de alternatieven 1, 2 en 3 is een kwalitatieve inschatting gemaakt op basis van expert-judgement. Hierbij is gebruik gemaakt van beschikbare informatie en diverse studies, zoals de doorrekening van het Nulalternatief [Asselman et al., 2022], Systeembeschouwing IRM en sectoraal uitgevoerde studies, denk aan Klimaatbestendige Netwerken – Bevaarbaarheid, DP Zoetwater, PAGW.

De beoordeling van de huidige situatie en referentiesituatie is gedaan aan de hand van een 3 puntsbeoordelingsschaal (groen, oranje en rood), die gespecificeerd is per aspect (zie bijlage 4).

Tabel 4-3 Beoordelingsschaal huidige situatie en referentiesituatie

Beoordeling	
	De huidige situatie/referentiesituatie voor een beoordelingsaspect is overal goed. Er zijn geen knelpunten.
	De huidige situatie/referentiesituatie voor een beoordelingsaspect is matig. Er treden op momenten/locaties knelpunten op.
	De huidige situatie/referentiesituatie voor een beoordelingsaspect is slecht. Er treden knelpunten op.

De beoordeling van de alternatieven 1, 2 en 3 vindt plaats ten opzichte van de referentiesituatie[14]. Het gaat daarbij om een kwalitatieve beoordeling op basis van expert oordeel in termen van kansen op positieve effecten en risico's op negatieve effecten. De waardering van kansen en risico's is uitgevoerd door verschillende specialisten op het gebied van o.a. waterveiligheid, ecologie, scheepvaart, hydrologie, landschap en ruimte en besproken in expertsessies. Hierbij is er ingeschat of sprake is van bijvoorbeeld een grote kans op een positief effect of juist een kleine kans op een positief effect. Dit is gedaan door enerzijds te kijken naar de (omvang van de) mogelijke ingrepen die gedaan moeten worden (bv meer of minder rivierverruimende maatregelen). Anderzijds is impliciet ook gekeken naar of ingrepen een grote dan

[14] Dit betekent dat er ten opzichte van de huidige situatie een andere beoordeling toegekend kan worden. Een plus (+) ten opzichte van de referentiesituatie betekent wellicht een neutrale (0) of negatieve (-) score ten opzichte van de huidige situatie.

wel een kleine geografische- dan wel effectomvang hebben. Wordt de zoetwatervoorziening door bepaalde ingrepen bv over een groot deel van Nederland verbeterd, of alleen over een kleiner deel. Als dat over een groot deel het geval is, is daarmee de kans op een positief effect ook groter. Het referentiejaar is 2050, maar daar waar mogelijk wordt een doorkijk gemaakt naar effecten in 2100.

De beoordelingsschalen per aspect zijn opgenomen in hoofdstuk 6 en 7.

4.3 Cumulatie

Als onderdeel van het MER is tevens ingegaan op eventuele cumulatieve effecten. Dit is vooral van belang voor de effecten op de natuurwaarden en komt ook terug in de passende beoordeling (zie paragraaf 10.2).

4.4 Mitigerende maatregelen en/of aanbevelingen voor het vervolg

Een verplicht onderdeel van een MER is het in beeld brengen van mogelijke mitigerende maatregelen om effecten die zich voor kunnen doen te voorkomen en/of te beperken. Nagegaan is of de maximale negatieve effecten toelaatbaar zijn en welke mitigerende maatregelen getroffen kunnen of moeten worden om de effecten te verzachten of teniet te doen. Dit is beschreven in paragraaf 10.4). Gezien het globale karakter van het Programma IRM hebben deze maatregelen veelal de vorm gekregen van aanbevelingen, dan wel voorwaarden voor verdere uitwerking. Door rekening te houden met deze aanbevelingen kunnen eventuele risico’s worden beheerst en kansen worden verzilverd.

4.5 Monitoring en evaluatie

Als onderdeel van het MER is ook een aanzet gedaan voor monitoring en evaluatie (zie hoofdstuk 10). De beleidscyclus volgens de Omgevingswet en het adaptieve karakter van de maatregelpakketten die in het programma opgenomen zullen worden leiden er toe dat bij vaststelling van IRM veel besluiten nog genomen of verder uitgewerkt moeten worden. Waar nodig zal flexibel ingespeeld moeten worden op wisselende omstandigheden. Dat kan leiden tot periodieke herijking van het programma. Monitoring en evaluatie moeten de basis van deze periodieke herijking bieden.

5 Huidige- en referentiesituatie

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige en referentiesituatie voor alle aspecten uit onderstaande tabel. Aan alle aspecten is ook een beoordeling toegekend volgens de methodiek zoals beschreven in paragraaf 4.1.

Table 5-1 Overzicht beoordeelde aspecten

	Thema	Aspect
Thema's & aspecten gekoppeld aan doelen	Hoogwaterafvoer (par 5.2)	Hoogwaterstanden (par 5.2.1)
		Waterbergings-capaciteit (par 5.2.2)
	Zoetwaterbeschikbaarheid (par 5.3)	Zoetwater-voorziening (par 5.3.1)
		Laagwaterstanden (par 5.3.2)
	Riviersysteem met riviernatuur (par. 5.4)	Hydrodynamiek (par 5.4.1)
		Morfodynamiek (par 5.4.2)
		Ruimte voor natuurontwikkeling (par 5.4.3)
	Transport over water (par. 5.5)	Bevaarbaarheid hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij laag water (par 5.5.1)
	Regionale economische ontwikkeling & ruimtelijke kwaliteit (par 5.6)	Regionale economische ontwikkelingen (par 5.6.1)
		Ruimtelijke Kwaliteit (par 5.6.2)
Thema's en aspecten gekoppeld aan milieueffecten	Natuur (par 5.7)	Natura 2000 gebieden (par 5.7.1)
		Natuurnetwerk Nederland (par 5.7.2)
		Kaderrichtlijn water (par. 5.7.3)
		Beschermde soorten (par 5.7.4)
	Landschap, cultuurhistorie en archeologie (par 5.8)	Landschap, cultuurhistorie en archeologie (par 5.8.1)
	Bodem en zout-indringing (par 5.9)	Bodemkwaliteit (par 5.9.1)
		Zout-indringing (par. 5.9.2)
	Overige scheepvaart (par 5.10)	Nautische veiligheid (par 5.10.1)
		Doorvaarthoogte van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij hoog water (par. 5.10.2)
	Gebruiksfuncties (par 5.11)	Wonen en werken (par 5.11.1)
		Recreëren (par 5.11.2)
		Landbouw (par 5.11.3)
		Beschikbaarheid drink- en industriewater (par 5.11.4)
		Stabiliteit oevers en kunstwerken (par 5.11.5)
		Delfstoffen-winning (par 5.11.6)
		Kabels en leidingen (par 5.11.7)
	Duurzaamheid (par 5.12)	Adaptiviteit en klimaat-verandering (par 5.12.1)

	Thema	Aspect
		Energie en grondstoffen (par 5.12.2)

5.2 Hoogwaterafvoer

5.2.1 Hoogwaterstanden

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050).

Huidige situatie

Algemeen

De rivierafvoeren die Nederland binnenkomen bepalen samen met de dimensies en karakteristieken van de riviertrajecten hoe een afvoergolf zich door de rivieren verplaatst en bepalen daarmee ook de hoogwaterstanden. Het IRM-studiegebied kent ruim 1.100 km aan primaire waterkeringen langs de Rijntakken en de Maas. Deze keringen zijn essentieel om te voorkomen dat het achterliggende gebied overstroomt bij hoge rivierafvoeren. Er zijn ook locaties waar geen primaire keringen aanwezig zijn, omdat het rivierbed direct grenst aan hoge gronden. Dit is vooral in de Maasvallei het geval en op enkele locaties langs de Nederrijn en IJssel.

Rijn

Eén van de belangrijke aspecten bij hoogwater langs de Rijntakken is het verdelen van de afvoer over de Rijntakken conform de beleidsmatige afvoerverdeling bij een afvoer bij Lobith van 16,000 m^3/s. Een afwijking van deze beleidsmatige afvoerverdeling zorgt voor hoger dan verwachte waterstanden langs één of meerdere van de Rijntakken, waardoor een veilige afvoer van hoogwater langs die takken onder (grote) druk komt te staan. De regelwerken op de splitsingspunten worden voor het begin van elk hoogwaterseizoen eenmalig ingesteld om zo goed mogelijk aan de beleidsmatige afvoerverdeling te kunnen voldoen. Een andere instelling kan het gevolg zijn van veranderde condities, bijv. een rivierverruimende ingreep. Om dergelijke veranderingen op te kunnen vangen, is het belangrijk dat de regelwerken voldoende regelbereik hebben, d.w.z. dat ze niet helemaal open of helemaal dicht hoeven te staan. In de huidige situatie heeft het regelwerk Pannerden (bij de splitsing van de Boven-Rijn in de Waal en Pannerdensch Kanaal) voldoende regelbereik en heeft regelwerk Hondsbroeksche Pleij (bij de splitsing van het Pannerdensch Kanaal in de Nederrijn en IJssel) net of net niet voldoende regelbereik (Asselman et al., 2022a).

De hoogwaterstanden langs de Waal zijn relatief hoger (Figuur 5-1) dan die langs de andere takken. Dit komt doordat de Waal relatief smalle uiterwaarden heeft in verhouding tot de afvoer die via de Waal moet worden afgevoerd. Dit zorgt tevens voor opstuwing van de hoogwaterstanden richting Duitsland. Met name het traject Waalbochten en de benedenloop vanaf Sint Andries zijn relatief krap.

Daarnaast kennen de Rijntakken enkele hydraulische flessenhalzen (zie Systeembeschouwing IRM). Hier zorgt de lokale situatie (bijvoorbeeld een vernauwing door brughoofden) voor een opstuwing van de hoogwaterstanden. Met name langs de IJssel is dit zichtbaar in Figuur 5-1, waarin is te zien dat het waterstandsverhang (verloop van de waterstand als functie van afstand) op diverse locaties zeer steil is.

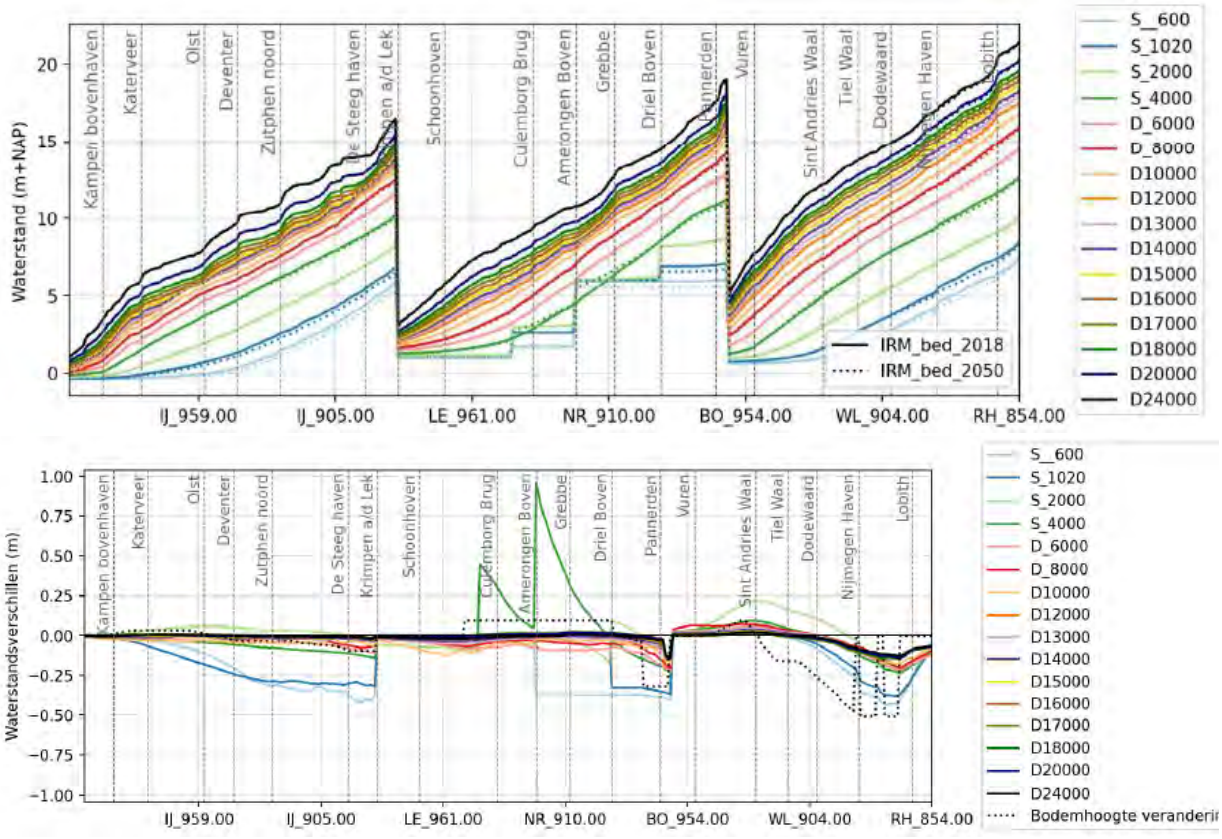
Maas

Voor de Maas is de mate van topvervlakking een belangrijk aspect dat de hoogwaterstanden bepaalt. Als een afvoergolf zich door een rivier verplaatst, zal deze vervormen. In benedenstroomse richting wordt de golf breder maar minder hoog, waardoor de piekafvoeren lager worden in benedenstroomse richting, oftewel topvervlakking. Een bredere en minder hoge hoogwatergolf is gunstig voor de hoogwaterstanden, maar kan

mogelijk nadelig zijn voor geotechnische faalmechanismen van dijken door de iets langere duur van hoogwater. De mate van topvervlakking wordt door de dimensies en karakteristieken van de rivier te maken. Brede, ruwe uiterwaarden zorgen bijvoorbeeld voor meer topvervlakking. In de Maasvallei zorgen de (lokaal) brede en diepe uiterwaarden, zoals de Maasplassen bij Roermond, voor sterke topvervlakking. Het effect is sterk voor korte, spitse afvoergolven en zwak voor brede en/of hoge afvoergolven. Netto zorgt dit ervoor dat de hoogwaterstanden lager zijn langs de Bedijkte Maas.

Beoordeling

In de huidige situatie (niet t.o.v. de norm in 2050) is sprake van een hoogtetekort van 0 tot 0,3 m voor de keringen van verschillende riviertrajecten langs de Rijn en Maas en de Vecht (Asselman et al., 2022a; berekend met OKADER). Alleen langs de Nederrijn-Lek is het hoogtetekort klein en is er met beperkte dijkversterkingen sprake van een veilige afvoer van hoogwater. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de trajecten verschillende normen kennen en dat dus de frequentie van het hebben van onvoldoende hoogte verschilt. De huidige situatie van de Nederrijn-Lek wordt '**groen**' gescoord. Voor de andere riviertakken is de huidige situatie '**oranje**' gescoord.



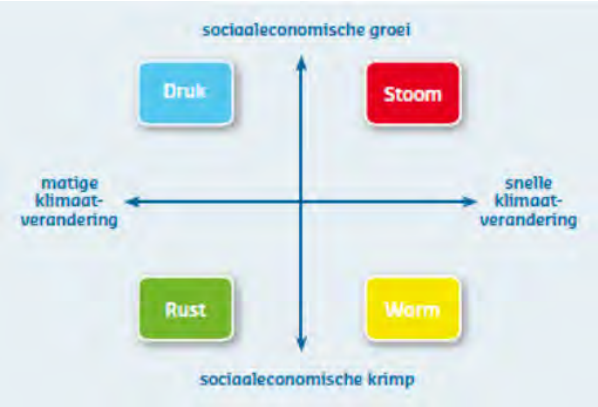
Figuur 5-1 Waterstanden (m+NAP) op de Rijntakken bij bodem 2018 en 2050 en waterstandsverschillen door overgang bodem 2018 naar 2050. Bron: Asselman et al., 2022.

Referentiesituatie

Algemeen

In de referentiesituatie veranderen de hoogwaterstanden met een bepaalde herhalingstijd met name door veranderingen in de rivierbodemligging (zie Figuur 5-1) en als gevolg van klimaatverandering. Ook lopende en reeds geplande dijkversterkingsprojecten en verruimingsprojecten in de verre planfase, bijv. Meanderende Maas en Rivierklimaatpark IJsselpoort, behoren tot de referentiesituatie en bepalen de score op het aspect hoogwaterstanden. Overig beleid wordt verondersteld gelijk te blijven (bijv. baggeren-storten in de benedenlopen van de rivieren, maaibeleid, overig beheer & onderhoud).

Om het effect van klimaatverandering in beeld te brengen, zijn deltascenario's ontwikkeld. Daarnaast geven ze ook een beeld van sociaaleconomische ontwikkelingen. Daarmee geven ze een samenhangend beeld van klimatologische en sociaaleconomische ontwikkelingen, de onzekerheden daarin en welke implicaties dit meebrengt voor waterbeheer. Hierbij is in scenario Stoom sprake van een grote sociaaleconomische groei en snelle klimaatverandering (conform de KNMI '14 scenario's), en in scenario Rust sprake van sociaaleconomische krimp en matige klimaatverandering (zie Figuur 5-2). In de referentiesituatie wordt uitgegaan van het scenario Stoom.

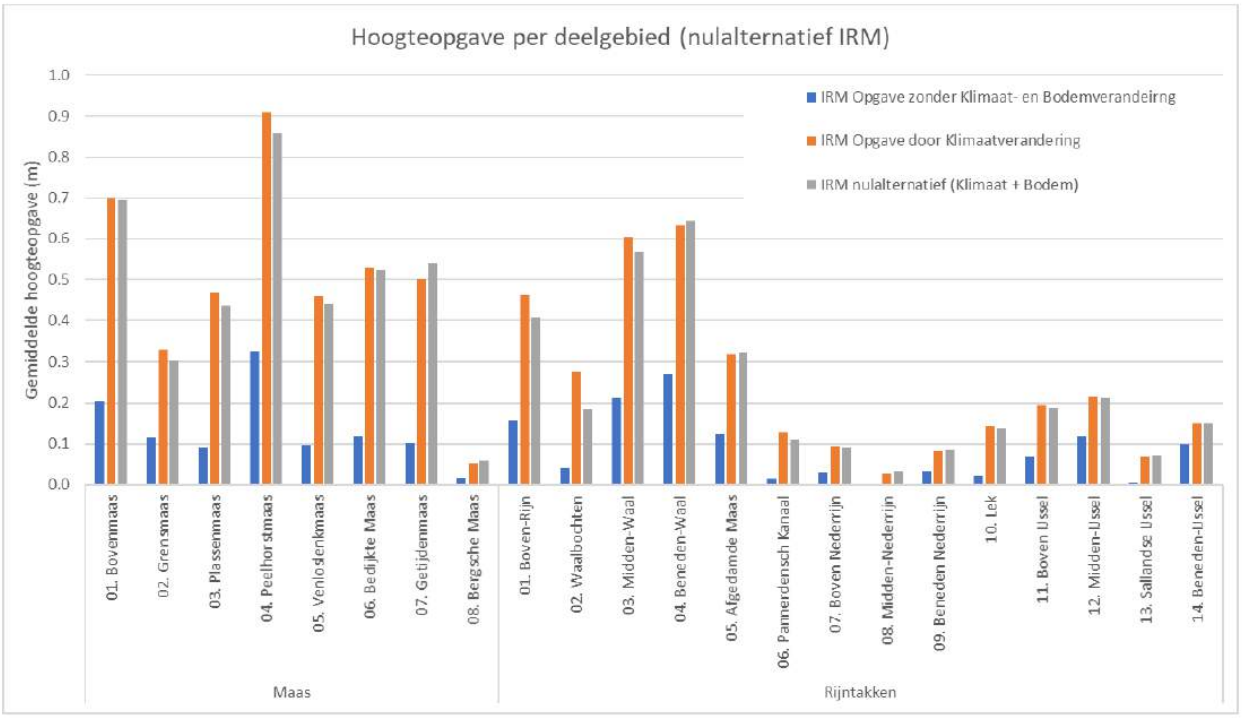


Figuur 5-2 Deltascenario's: Rust, Druk, Stoom en Warm (Wolters, Hunink, Delsman, de Lange, Schasfoort, van der Mark, van den Born, Dammers, Rijken & Reinhard, S., 2017).

Rijn

Door klimaatverandering zullen hoge afvoeren vaker voorkomen, waardoor ook hoogwaterstanden frequenter worden. Voor een bepaalde herhalingstijd (of 'terugkeertijd') neemt de afvoer toe. Voor de Rijntakken wordt in het KNMI '14 scenario (W_{Hdry}) uitgegaan van een stijging van de afvoer van 16.000 m^3/s naar 17.000 m^3/s bij Lobith bij dezelfde terugkeertijd (Asselman et al., 2022a).

Er wordt vanuit gegaan dat de beleidsmatige afvoerverdeling, met het staande beleid 'Lek ontzien', wordt gehandhaafd en daarbij wordt afgestemd op een afvoer van 17.000 m^3/s. Daarmee zou de afvoer op de Lek niet stijgen als gevolg van klimaatverandering. Langs deze tak nemen de hoogwaterstanden dan ook niet toe als gevolg van klimaatverandering. Tevens zorgt dit aangenomen beleid (afvoerverdeling op basis van 17.000 m^3/s) ervoor dat de regelwerken meer regelbereik krijgen en beiden ongeveer in de middenstand komen (Asselman et al., 2022a). Met de toegenomen hoogwaterafvoer krijgen de Waal, Pannerdensch Kanaal en IJssel te maken met hogere afvoeren. Ook langs de Vecht en in de IJssel-Vechtdelta zijn hogere afvoeren te verwachten en nemen hoogwaterstanden toe. Dit wordt uitgedrukt in het "klimaateffect": effect van een toename van hoogwaterstanden bij een vaste terugkeertijd, dus als gevolg van een toename van de afvoer van 16.000 m^3/s naar 17.000 m^3/s. Voor de Rijntakken (m.u.v. de Nederrijn-Lek) en IJssel-Vechtdelta bedraagt het klimaateffect tussen de 0,2 m en 0,4 m (zie Figuur 5-3). Dit klimaateffect is tot op zekere hoogte vergelijkbaar voor de periode 2050-2100 bij een verdere toename van de afvoer van 17.000 m^3/s naar 18.000 m^3/s. Voor de benedenlopen van de Waal en Lek (Boven-Merwede en Lek) zorgt zeespiegelstijging voor een verdere stijging van de hoogwaterstanden. Dit is met name in situaties waarin keringen gesloten worden, wat frequenter nodig is bij zeespiegelstijging.



Figuur 5-3 Gemiddelde hoogteopgave om aan de norm te voldoen in 2050 voor de IRM-trajecten in de Maas en de Rijntakken (Asselman et al., 2022a).

Doorgaande veranderingen in de rivierbodem hebben ook een invloed op de hoogwaterstanden langs de Rijntakken (Figuur 5-1). Enerzijds is dat een direct effect: veranderingen in de rivierbodemligging werken voor ongeveer 25 tot 50 procent door in de hoogwaterstanden, met een groter effect in de riviertakken met relatief smallere uiterwaarden (bijv. de Boven-Rijn) en een kleiner effect in de riviertakken met relatief brede uiterwaarden (bijv. de IJssel) (HKV, 2020). Op sedimenterende riviertrajecten (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** 2-8) nemen de hoogwaterstanden dus toe als gevolg van de veranderde bodemligging en op eroderende riviertrajecten (zie Figuur 5-1) nemen de hoogwaterstanden dus af. Met de te verwachten bodemveranderingen in 2050, blijven de veranderingen van de hoogwaterstanden beperkt tot een orde van 0,1 m (Asselman et al., 2022a). Anderzijds is er sprake van een indirect effect door een verandering van de bodemligging als de afvoerverdeling verschuift door de ongelijke rivierbodemerosie bij de splitsingspunten. Door de grotere erosie van de Boven-Waal, trekt de Waal meer afvoer. Om dit te compenseren moet de instelling van de regelwerken enigszins aangepast worden, maar dit valt binnen het regelbereik (Asselman et al., 2022a). Daardoor veranderen door dit indirecte effect de afvoeren van de Waal, Nederrijn-Lek en IJssel bij hoogwater niet. Voor de Rijntakken wordt het klimaateffect (effect van een toename van de afvoer van 16.000 m^3/s naar 17.000 m^3/s bij dezelfde terugkeertijd) bij sommige trajecten dus enigszins versterkt en bij sommige trajecten dus enigszins gedempt als gevolg van de bodemerosie en -sedimentatie.

Als gevolg van rivierverruiming kunnen in de referentiesituatie de hoogwaterstanden afnemen t.o.v. de huidige situatie. Het Rivierklimaatpark IJsselpoort zorgt bijvoorbeeld in de Boven-IJssel, Boven-Nederrijn en Pannerdensch Kanaal voor een waterstandsverlagend effect. Dergelijke ontwikkelingen in de referentiesituatie zorgen dus voor een variërend beeld van de benodigde dijkversterking om aan de norm te voldoen. Doordat de beleidsmatige afvoerverdeling wordt afgestemd op een Rijnafvoer van 17.000 m^3/s met het staand beleid ‘Lek ontzien’, worden de hoogwaterstanden langs de Nederrijn-Lek voor een gegeven herhalingstijd niet groter. Wel komen zeer hoge hoogwaterstanden bij andere afvoeren vaker voor. Door het beperkte effect van klimaatverandering krijgt de Nederrijn-Lek een ‘**groene**’ score. Langs de andere

Rijntakken nemen de hoogwaterstanden grotendeels flink toe als gevolg van klimaatverandering en ontstaan er t.o.v. de huidige situatie grotere hoogtetekorten voor de keringen (Asselman et al., 2022a) (zie Figuur 5-1). Hierdoor kunnen hoogwaters (hoogwaterstanden) langs deze takken niet veilig gekeerd worden zonder grootschalige dijkversterkingen. Voor diverse trajecten (bijvoorbeeld langs de Waal) zijn deze versterkingen reeds uitgevoerd of zijn deze in de planfase. Voor de overige trajecten zullen dijkversterkingen worden uitgevoerd in de periode tot 2050. Bij een dijkversterking wordt rekening gehouden met de klimaatopgave tot minimaal 2050 (en vaak 2085 of verder). Na uitvoering van deze dijkversterkingen is sprake van een veilige afvoer van hoogwater. Desondanks nemen de hoogwaterstanden wel toe met enkele decimeters. Derhalve krijgen deze takken een '**rode**' score. De hoogwaterveiligheid in 2 5 is niet in het geding door het uitvoeren van de dijkversterkingen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP).

Maas
Ook bij de Maas neemt de hoogwaterafvoer bij een gegeven herhalingstijd (1:300 voor de Maasvallei en 1:10.000 voor de Bedijkte Maas) toe als gevolg van klimaatverandering tot 2050. Dit resulteert in een klimaateffect (waterstandsverhoging als gevolg van de toename in afvoer) variërend tussen de 0,2 m en 0,4 m (Figuur 5-3). Dit klimaateffect is tot op zekere hoogte vergelijkbaar voor de periode 2050-2100 bij een verdere toename van de afvoer. Net als voor de Rijntakken geldt dat veranderingen in rivierbodemligging zorgen voor enige versterking dan wel demping van het klimaateffect.

Langs de Maas zijn diverse rivierverruimende ingrepen voorzien. Het project Meanderende Maas zorgt voor rivierverruiming en een verlaging van de hoogwaterstanden langs de Bedijkte Maas. In de Maasvallei zijn er 12 rivierverruimende systeemmaatregelen voorzien om te compenseren voor het laten vervallen van de overstroombaarheidseis (conform de Leidraad Rivieren) van de keringen (Asselman, Barneveld, Klijn & van der Winden, 2018). Door het overstromen van keringen in de Maasvallei bij zeer hoge afvoeren zou de rivier voldoende ruimte hebben om de afvoergolf op te vangen en daarmee de Bedijkte Maas te ontlasten (topvervlakking). Door het laten vervallen van deze afspraak, nemen de hoogwaterstanden in de Maasvallei en in de Bedijkte Maas toe. De 12 voorziene systeemmaatregelen moeten ervoor zorgen dat de mate van topvervlakking gelijk blijft, zodat de waterstanden in de Bedijkte Maas niet te ver toenemen. Het laten vervallen van de afspraak ten aanzien van overstroombaarheid in combinatie met de systeemmaatregelen zal riviertakgemiddeld een beperkt effect hebben op de hoogwaterstanden. Wel dient hierbij opgemerkt te worden dat de dijken langs de Bedijkte Maas een veel hogere norm kennen dan die van de Maasvallei, waardoor topvervlakking bij normcondities waarschijnlijk gebeurt voor de Bedijkte Maas.

Met name vanwege het klimaateffect nemen de hoogwaterstanden langs de Maas dus voornamelijk toe ten opzichte van de huidige situatie. Hierdoor kunnen hoogwaters (hoogwaterstanden) langs de Maas niet veilig gekeerd worden en zijn dijkversterkingen nodig. Deze dienen hoe dan ook in 2050 voor een veilige afvoer van hoogwater te zorgen. Echter, door de toename van de hoogwaterstanden krijgt de Maas een '**rode**' score. De hoogwaterveiligheid in 2050 is niet in het geding door het uitvoeren van de dijkversterkingen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), zodat alle primaire waterkeringen in Nederland in 2050 voldoen aan de eisen uit de Waterwet.

5.2.2 Waterbergingscapaciteit

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie ten aanzien van waterbergingscapaciteit.

Huidige situatie
Waterbergingscapaciteit is belangrijk voor een veilige afvoer van water. Het zorgt ervoor dat de piek van een hoogwater afvoergolf afgetopt en afgevlakt wordt, zogenaamde topvervlakking. Topvervlakking verlaagt de piekafvoer en piekhoogwaterstanden voor benedenstroomse riviertrajecten. Met name de topvervlakking

in de Maasvallei (voor de primaire keringen) is van belang voor de hoogwaterveiligheid in de benedenstroomse lopen van de Maas (Bedijkte Maas). De Rijntakken kennen bij hoogwatercondities slechts zeer beperkte waterberging. Enkel voor de benedenlopen waar er invloed is van het zeeniveau of het meerpeil, is waterberging relevant. Bijvoorbeeld, in de IJssel-Vechtdelta dient er voldoende waterbergingscapaciteit te zijn om de afvoer van de IJssel en Vecht tijdelijk te kunnen bergen in het geval van stormopzet vanaf het IJsselmeer. Dit gebeurt in de huidige situatie onder meer langs het Zwarte Water en op het Kampereiland.

In de huidige situatie is er op enkele trajecten geen sprake van een veilige afvoer van water, onder meer vanwege een hoogtetekort (Asselman et al., 2022a), zie ook het aspect Hoogwaterstanden. De waterbergingscapaciteit draagt in de huidige situatie dus in onvoldoende mate bij om een veilige afvoer van water overal te kunnen garanderen. Door de beperkte waterbergingscapaciteit langs de Rijntakken worden deze, m.u.v. de Nederrijn-Lek, een '**oranje**' score toegekend. Door het staande beleid Lek ontzien is waterbergingscapaciteit niet relevant langs de Nederrijn-Lek en scoort deze '**groen**' op dit aspect. De Maas scoort '**groen**' op dit aspect, omdat de waterbergingscapaciteit langs de Maas groter is.

Referentiesituatie
In de referentiesituatie is er slechts een beperkte verandering van de waterbergingscapaciteit t.o.v. de huidige situatie.

Rijn
Voor de Rijntakken is er in de referentiesituatie sprake van een veilige afvoer van hoogwater doordat het Hoogwaterbeschermingsprogramma randvoorwaardelijk is in 2050. Hoge afvoeren worden wel alleen maar frequenter en hoger t.o.v. de huidige hoge afvoeren. In de referentiesituatie zijn geen maatregelen voorzien om de waterberging grootschalig uit te breiden. Echter, langs de Rijntakken is waterberging maar beperkt relevant voor het doel. Enkel in de IJssel-Vechtdelta draagt waterberging significant bij aan een veilige afvoer van hoogwater. Met name tijdens stormcondities en stormopzet vanaf het IJsselmeer dient de afvoer van de Vecht geborgen te worden op het Kampereiland en langs het Zwarte Water. Vanwege klimaatverandering en daarmee gepaarde hogere rivierafvoeren zal deze bergingscapaciteit vaker ontoereikend zijn.

Voor de Rijntakken, m.u.v. de Nederrijn-Lek wordt wederom een '**oranje**' score toegekend. De Nederrijn-Lek wordt wederom een '**groene**' score toegekend. De hoogwaterveiligheid in 2050 is niet in het geding door het uitvoeren van de dijkversterkingen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), zodat alle primaire waterkeringen in Nederland in 2050 voldoen aan de eisen uit de Waterwet.

Maas
Voor de Maas is een belangrijke ontwikkeling het laten vervallen van de overstroombaarheidseis van de keringen en de daarmee gepaarde versterkingen, waardoor de waterbergingscapaciteit afneemt. Dit wordt (deels) gecompenseerd door de voorgenomen 12 systeemmaatregelen in de Maasvallei. Als gevolg van klimaatverandering gaat de waterbergingscapaciteit (van de Maas) vaker ontoereikend zijn, gegeven de hogere afvoeren die plaats kunnen vinden. Waterberging zorgt er niet voor dat hoogwater veilig afgevoerd kan worden. In het toekomstige klimaat, met hogere en frequentere hoogwaters, zou meer waterberging langs de Maas voor een veiliger afvoer van hoogwater kunnen zorgen.

Doordat de waterbergingscapaciteit nauwelijks verandert met de autonome ontwikkelingen en bestaand beleid, zal deze voor de Maas vaker ontoereikend zijn vanwege het effect van klimaatverandering en zijn dijkversterkingen nodig. Dit aspect scoort daarom '**oranje**' voor de Maas. De hoogwaterveiligheid in 2050 is niet in het geding door het uitvoeren van de dijkversterkingen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), zodat alle primaire waterkeringen in Nederland in 2050 voldoen aan de eisen uit de Waterwet.

5.2.3 Totaalbeoordeling

In onderstaande tabel is de beoordeling op hoogwaterstanden en waterbergingscapaciteit samengevat voor de Rijn en de Maas.

Tabel 5-2 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

IRM doelen	Aspect	HS 2020			REF2050			HS 2020	REF 2050
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	Ijssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	Ijssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Maas	
Veilige afvoer van water	Hoogwaterstanden	😐	🙂	😐	☹	😐	☹	🙂	☹
	Waterbergingscapaciteit	😐	🙂	😐	😐	🙂	😐	🙂	😐

5.3 Zoetwaterbeschikbaarheid

5.3.1 Zoetwatervoorziening

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor zoetwatervoorziening.

Huidige situatie
Tijdens droge perioden zijn de Rijn en Maas een belangrijke bron van zoetwater. Ze zorgen voor een directe aanvoer van zoetwater, vullen nationale zoetwaterbuffers en gaan verzilting door indringend zeewater tegen.

Rijn
Tijdens droge perioden zijn de rivieren een belangrijke bron van zoetwater. De aanvoer door de Rijntakken is een belangrijke toevoer van zoetwater voor Noord-, Oost en West-Nederland. De zoetwatervoorziening van Noord-Nederland gebeurt in belangrijke mate via de zoetwaterbuffers Markermeer en IJsselmeer, die gevuld worden door aanvoer via de IJssel. Voor Oost-Nederland is toevoer via de Twentekanalen een belangrijke bron van zoetwater. Het water voor de Twentekanalen wordt bij Eefde uit de IJssel ingelaten. Daarmee voorziet de IJssel een groot gedeelte van Nederland van zoetwater en is het IJsselmeer de grootste en belangrijkste zoetwaterbuffer. De afvoer van de IJssel is in de afgelopen decennia geleidelijk afgenomen door de ongelijke erosie van de Rijntakken. Als de bodem in de ene tak relatief lager komt te liggen, trekt deze meer water, waardoor de verdeling verder scheeftrekt. Doordat de bodem van de Waal meer is gezakt dan dat van het Pannerdensch Kanaal, gaat er meer afvoer naar de Waal en minder naar de IJssel. Dat betekent onder andere dat het IJsselmeer minder kan worden gevoed door de IJssel. Voor het huidige klimaat is ingeschat dat eens in de 50 jaar het IJsselmeer niet voldoende aangevuld wordt en er een watertekort van 10% van de vraag ontstaat (Asselman et al., 2022a). Kleinere watertekorten in het voorzieningsgebied van het IJsselmeer komen in het huidige klimaat ongeveer eens per 20 (Pouwels et al.,

2021) á 50 jaar (Asselman et al., 2022a) voor. Daarbij zakt het IJsselmeer peil uit tot -0,3 m+NAP. Omdat in de huidige situatie de IJssel kleine watertekorten beperkt voorkomen en grotere watertekorten (>10% van de vraag) zelden voorkomen, staat de zoetwatervoorziening via de IJssel niet onder druk, en wordt daarom een '**groene**' beoordeling toegekend aan de IJssel.

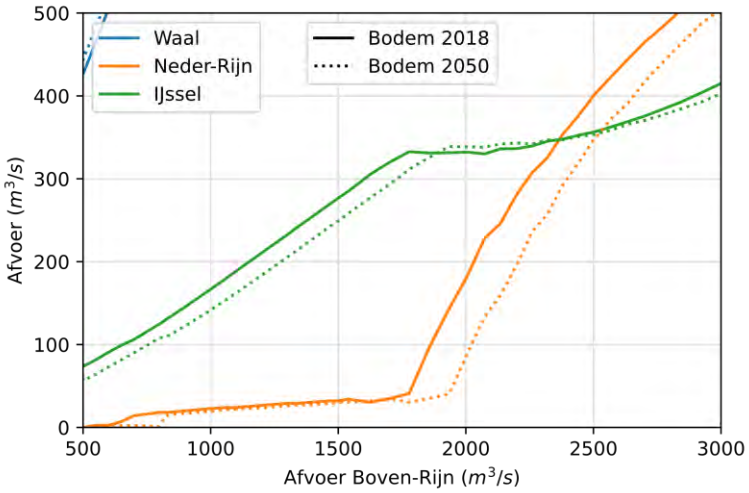
In West-Nederland is aanvoer van voldoende zoetwater via de Waal en de Nederrijn-Lek nodig om zoutindringing te kunnen tegengaan, peilen te kunnen beheren en in de zoetwatervraag te kunnen voorzien. In tijden van lage afvoeren functioneren de Waal en Nederrijn-Lek grotendeels als gezamenlijk systeem in de zoetwatervoorziening door de open verbinding via het Betuwepand van het Amsterdam-Rijnkanaal. Grote watertekorten (>10% van de watervraag) in het voorzieningsgebied van de Waal en Nederrijn-Lek komen in de huidige situatie in principe niet voor (Pouwels et al., 2021). Kleinere, nog steeds onwenselijke, watertekorten (tot 6% van de vraag) kunnen wel voorkomen en hebben voornamelijk een effect op het peilbeheer in het Beneden-Rivierengebied. Omdat in het voorzieningsgebied van de Waal en Nederrijn-Lek de zoetwatervoorziening (bijna) altijd voldoende is, is aan deze twee takken een '**groene**' beoordeling toegekend.

Maas
De Maas is een belangrijke bron voor zoetwatervoorziening voor zowel Zuid-Nederland als België. In tegenstelling tot de Rijn (waar er door bovenstroomse buffering van sneeuw, gletsjers en meren een grotere zomerafvoer is), is de Maas een regenrivier. In de zomermaanden kan de Maas dus een zeer lage afvoer (~10 m^3/s in het bovenstroomse Nederlandse deel) kennen. In het voorzieningsgebied van de Maas speelt het regionale watersysteem ook een belangrijke rol in de zoetwatervoorziening. In de stuwpanden van de Maas kan er water gebufferd worden. Bij langdurige lage afvoeren kan er niet voldoende zoetwater van voldoende kwaliteit geleverd worden door de Maas. Door de lage afvoer wordt het water in beperkte mate ververst en kunnen verontreinigingen ophopen. In dergelijke gevallen wordt het Maaswater niet meer gebruikt door drinkwaterbedrijven. Ten behoeve van de zoetwatervoorziening neemt dan de druk op het regionale watersysteem en het grondwater toe. Ernstige watertekorten treden in de huidige situatie (bijna) nooit op.

In het huidig klimaat is de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied Maas bijna altijd voldoende. Daarom wordt de zoetwatervoorziening langs de Maas een '**groene**' beoordeling toegekend.

Referentiesituatie
Algemeen
In de referentiesituatie neemt de kans op watertekorten toe voor alle riviertakken. Voor een groot deel komt dit door klimaatverandering (scenario 'stoom') met naar verwachting langduriger lage afvoeren in de Rijn en Maas. Met een gematigd klimaatscenario is het effect van klimaatverandering op lage afvoeren kleiner.

Rijntakken
Doorgaande (ongelijke) rivierbodemerosie zorgt voor de Rijntakken voor een verdere verandering van de afvoerverdeling met een steeds kleinere fractie van de Bovenrijn afvoer die richting de IJssel (en Nederrijn) gaat (zie Figuur 5-4).



Figuur 5-4 Afvoer naar de Nederrijn en Ijssel als functie van afvoer in de Boven-Rijn (uit Asselman et al., 2022a) bij de huidige bodemligging (doorgetrokken lijn) en bij de bodemligging horende bij het nul-alternatief (stippellijn). Het figuur laat zien dat er met een toekomstige bodemligging minder afvoer naar de Ijssel gaat. De Waalafvoer is niet weergegeven in dit figuur, maar neemt toe met de bodemligging in 2050.

Voor de IJssel is de verwachting dat vanwege de veranderingen in de referentiesituatie de problemen met het vullen van het IJsselmeer toenemen. Naar verwachting zal er in Noord-Nederland door klimaatverandering (scenario 'stoom') gemiddeld eens per 12 jaar sprake zijn van een watertekort van 10% van de watervraag (Asselman et al., 2022a). Het scheeftrekken van de afvoerverdeling over de Rijntakken vergroot de problemen met het vullen van het IJsselmeer. Gemiddeld eens per 8 á 10 jaar is dan naar verwachting sprake van een watertekort van 10% van de vraag (Asselman et al., 2022a). Het effect van klimaatverandering op de watertekorten is significant groter dan dat van de bodemerosie. Door deze ontwikkelingen en de grotere watertekorten die ontstaan in het voorzieningsgebied van de IJssel, wordt de referentiesituatie van de Ijssel '**rood**' beoordeeld.

Als gevolg van klimaatverandering zijn ook voor de Waal en Nederrijn-Lek langduriger perioden van lage afvoer te verwachten. Door de veranderde afvoerverdeling neemt de afvoer naar het westen van het land toe. Echter, deze toename heeft nauwelijks een positief effect op de zoetwatervoorziening daar. Het negatieve effect van klimaatverandering is veel groter. Watertekorten in West-Nederland worden daardoor groter (orde 8% met een herhalingstijd van 20 jaar) en verzilting van de Rijn-Maasmonding neemt toe (Asselman et al., 2022a). Gebruikers van het zoetwater, zoals de landbouw (zie paragraaf 6.5.4), ondervinden de gevolgen van verzilting. De zoetwatervoorziening van West-Nederland ligt in het voorzieningsgebied van de Waal en Nederrijn-Lek. Als gevolg van deze ontwikkelingen is er sprake van een verslechtering ten opzichte van de huidige situatie. De referentiesituatie is derhalve '**oranje**' beoordeeld. Dat betekent dat er niet altijd voldoende zoetwater in het voorzieningsgebied van de Waal en Nederrijn-Lek beschikbaar is.

Maas

Als gevolg van klimaatverandering is ook voor de Maas de verwachting dat langduriger perioden van lage afvoeren gaan voorkomen. Hiermee komt de zoetwatervoorziening (aanvoer van water) in het voorzieningsgebied van de Maas onder druk te staan. Ontwikkelingen in de rivierbodem hebben een nihil effect op de zoetwatervoorziening. De referentiesituatie voor de Maas wordt '**oranje**' beoordeeld.

5.3.2 Laagwaterstanden

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie en de referentiesituatie voor laagwaterstanden ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties en de laagwaterstanden en grondwaterstanden in het algemeen.

Huidige situatie

Algemeen

Ten behoeve van de waterbeschikbaarheid zijn op diverse locaties minimale waterstanden nodig om zoetwater te kunnen inlaten. Bij dergelijke inlaatpunten vindt toevoer van water naar het regionale systeem plaats. Tevens worden de grondwaterstanden langs de (boven)rivieren in belangrijke mate beïnvloed door de laagwaterstanden in de rivieren. Lage grondwaterstanden hebben daardoor gevolgen voor veel rivierfuncties (drinkwater, risico op zetting, landbouw en natuurwaarden). Door rivierbodemerosie in het verleden zijn laagwaterstanden en grondwaterstanden reeds gezakt.

Rijn

Twee belangrijke inlaatpunten van zoetwater zijn het inlaatpunt bij Eefde in de IJssel (voor de toevoer naar de Twentekanalen) en bij Tiel in de Waal. Onder andere deze inlaatpunten kennen een kritiek peil, waaronder er inlaatbeperkingen zijn. Bij Eefde is dit een minimale waterstand van 1,7 m+ NAP en bij Tiel 1,92 m+NAP. In het huidige klimaat en met de huidige bodemligging worden deze niveaus respectievelijk gemiddeld eens per 10 jaar en eens per 20 jaar niet behaald (Asselman et al., 2022a). Ook voor diverse andere inlaatpunten is een minimale waterstand nodig om zonder beperkingen water te kunnen inlaten. Bij forse onderschrijding van het kritieke peil worden de inlaatbeperkingen groter en zijn grotere inspanningen nodig om voldoende water in het regionale systeem te krijgen. Met name langs de Boven- en Midden-IJssel zijn de laagwaterstanden (te) laag (onder andere t.b.v. de Twentekanalen) en zijn er relatief frequente inlaatbeperkingen. Daarom is voor de IJssel een '**oranje**' score toegekend. De gestuwde Nederrijn-Lek kent grotendeels voldoende hoge laagwaterstanden en wordt daarom een '**groene**' score toegekend. Langs de Waal zijn de laagwaterstanden wel laag, maar zorgt dit nog niet voor grootschalige problemen met de zoetwatervoorziening (weinig inlaatbeperkingen en voldoende hoge grondwaterstanden) en wordt daarom ook een '**groene**' score toegekend.

Maas

De Maas is grotendeels gestuwd en kent daardoor relatief hoge laagwaterstanden en grondwaterstanden. Alleen de ongestuwde Gemeenschappelijke Maas kent lage laagwaterstanden en grondwaterstanden. De grinddrempels bij Meers zorgen wel voor enige opstuwing. Echter is niet zeker of deze in de referentiesituatie, met afnemende Maasafvoeren toereikend zijn. Met de nuancering dat de laagwaterstanden langs de Gemeenschappelijke Maas wel onder druk staan, wordt aan de Maas een '**groene**' score toegekend.

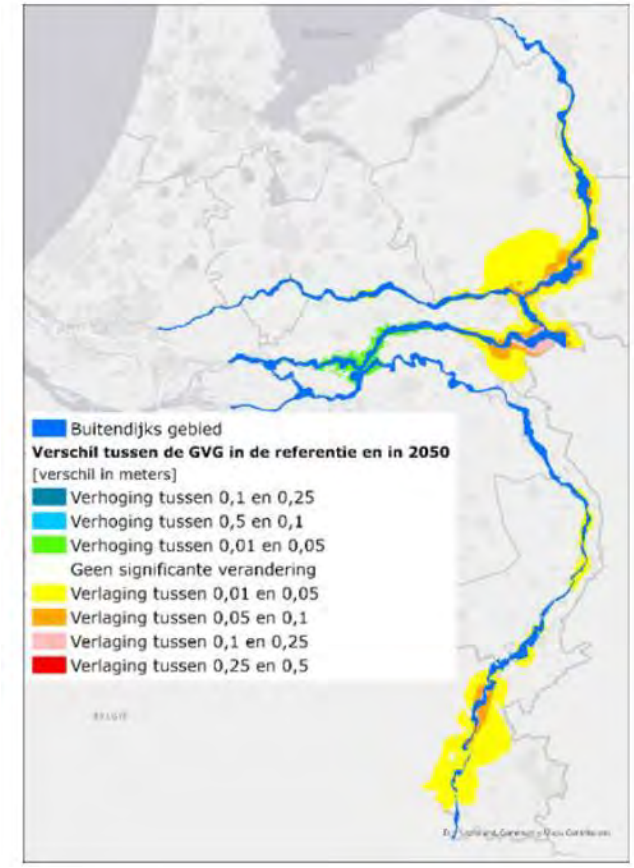
Referentiesituatie

Algemeen

Vanwege klimaatverandering worden perioden met lage afvoeren van de Rijn en Maas frequenter en langduriger. Dit zorgt ook voor langduriger en frequentere laagwaterstanden en grondwaterstanden langs de rivieren. Daar bovenop dalen de laagwaterstanden (en in iets mindere mate de grondwaterstanden) ongeveer 1 op 1 mee met de eroderende rivierbodem bij vrijafstromende trajecten. In de referentiesituatie versterkt de rivierbodemerosie dus de daling van de laagwaterstanden vanwege klimaatverandering op de eroderende trajecten. In de benedenstroomse trajecten neemt de afvoer wel af, maar zullen door zeespiegelstijging en de sedimenterende rivierbodem de laagwaterstanden toenemen.

Lagere waterstanden op de rivieren beïnvloeden ook de grondwaterstanden in de uiterwaarden en de wijdere omgeving beïnvloed (met mogelijk afgeleide effecten voor drinkwater, bebouwd gebied, natuur en

landbouw). De daling van de grondwaterstanden in de omgeving als gevolg van een lagere drainagebasis is in beeld gebracht met het Landelijk Hydrologisch Model (zie Figuur 5-5).

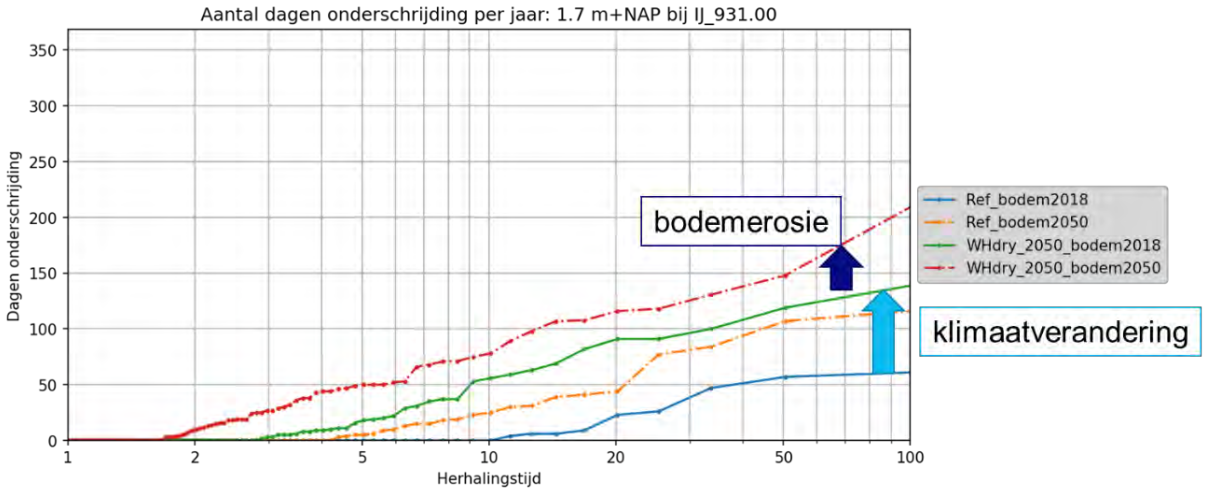


Figuur 5-5 Uitstraling van de daling van de grondwaterstand als gevolg van een lagere rivierwaterstand (berekeningen met het Landelijk Hydrologisch Model door Levelt et al.) uitgaande van doorgaande rivierbodemerosie tot 2050 op de Rijntakken en de Maas (Asselman et al., 2022b).

Hieruit blijkt dat de daling van de grondwaterstanden vooral te zien is in de zandgronden van Oost-Nederland. Langs de Maas is de daling vooralsnog beperkt doordat deze rivier grotendeels is gestuwd (behalve langs de Gemeenschappelijke Maas).

Rijn

Specifiek voor de Boven- en Midden-IJssel is een sterke afname van de laagwaterstanden te verwachten. Ter indicatie, als gevolg van de rivierbodemdaling en met name klimaatverandering zal bij inlaatpunt Eefde het kritieke peil van 1,7 m+NAP eens per 2 jaar worden onderschreden (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**5-6). Daar bovenop komt nog het effect van de verschuivende afvoerverdeling als gevolg van de ongelijke rivierbodemdaling rond het splitsingspunt, waardoor de afvoer neemt de afvoer naar de IJssel verder afneemt. Als gevolg van deze ontwikkelingen is de referentiesituatie van de IJssel een '**rode**' score toegekend. De effecten voor de Waal en Nederrijn-Lek (in de niet-gestuwde delen) zijn kleiner, maar ook hier komen met name als gevolg van klimaatverandering de laagwaterstanden en grondwaterstanden t.b.v. waterbeschikbaarheid onder druk te staan. Daarom is een '**oranje**' score toegekend.



Figuur 5-6 Herhalingstijd (horizontale as) en duur in aantal dagen (verticale as) dat het kritieke peil voor de waterinlaat naar de Twentekanalen niet gehaald wordt. Onderschrijding van dit peil betekent dat de invoer naar de Twentekanalen gelimiteerd wordt. De figuur laat het effect van klimaatverandering (van "Ref" naar "W_{Hdry}") en bodemerosie (van "bodem2018" naar "bodem2050") zien, namelijk dat het kritieke peil vaker en langduriger wordt onderschreden (Asselman et al., 2022a).

Maas

Langs de Maas (met name de Gemeenschappelijke Maas) dalen laagwaterstanden en grondwaterstanden als gevolg van klimaatverandering en bodemerosie. Hierdoor komt het doelbereik onder druk te staan. Daarom is een '**oranje**' score toegekend.

5.3.3 Totaalbeoordeling

In onderstaande tabel is de beoordeling op zoetwatervoorziening en laagwaterstanden samengevat.

Tabel 5-3 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

IRM doelen	Aspect	HS 2020			REF2050			HS 2020	REF 2050
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Maas	
Robuuste zoetwater-beschikbaarheid	Zoetwatervoorziening	😊	😊	😊	😐	😐	☹	😊	😐
	Laagwaterstanden	😊	😊	😐	😐	😐	☹	😊	😐

5.4 Rivierysteem met riviernatuur

5.4.1 Hydrodyanmiek

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor hydrodynamiek. Hierbij is specifiek gekeken naar de geschiktheid van grondwaterstanden voor nattere ecotopen, de mate waarin het zomerbed en het winterbed met elkaar verbonden zijn en hoe vaak belangrijke delen van uiterwaarden (bijvoorbeeld nevengeulen) kunnen instromen en er daarmee variërende stroming is in de oeverzones en uiterwaarden. Voor deze (ruimtelijke) variatie zijn er locaties met zowel hoge dynamiek als lage dynamiek nodig.

Huidige situatie

Algemeen

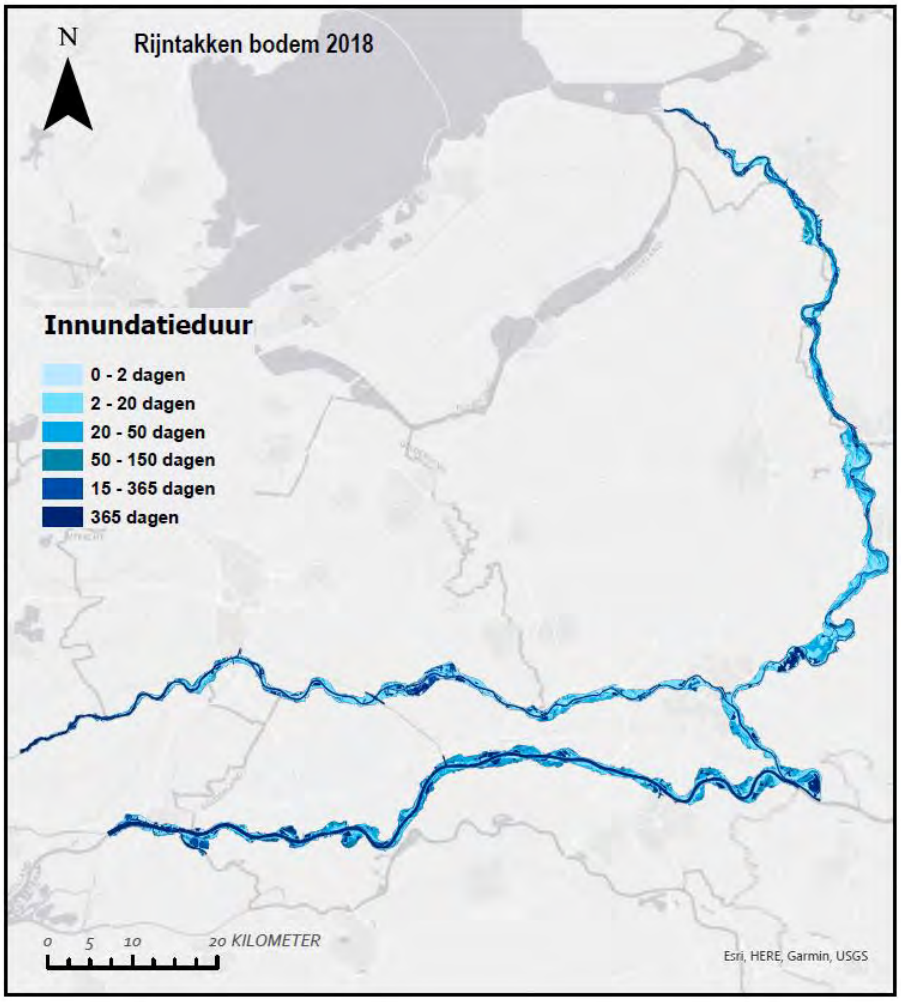
In de huidige situatie is reeds sprake van beperkte hydrodynamiek langs de Rijntakken en de Maas. Op de meeste riviertrajecten is de hydrodynamiek te beperkt voor de ontwikkeling en instandhouding van robuuste riviernatuur (Klijn, Leushuis, Treurniet, Heusden, van Vuren, 2022). Het zomerbed ligt relatief diep ten opzichte van de uiterwaarden, waardoor grondwaterstanden relatief laag liggen en de uiterwaarden vrij droog zijn.

Rijn

Bij de Rijntakken stromen de uiterwaarden pas grotendeels mee bij afvoeren van rond de 5.000 m^3/s bij Lobith (gemiddeld 12 dagen per jaar) (Klijn, Leushuis, Treurniet, Heusden, van Vuren, 2022). Hierbij is er ook sprake van een tekort aan stromend habitat aan de randen van het zomerbed en in het winterbed. Van de Rijntakken is de hydrodynamiek het laagst in de Nederrijn-Lek, omdat de stuwen zorgen voor een stabiele (relatief hoge) waterstand en een statische situatie met weinig (variatie in) stroming. Derhalve krijgt de Nederrijn-Lek een **'rode'** score.

Langs delen van de Waal is er bij hoge afvoeren juist een te sterke respons van de waterstanden op afvoerverschillen in het hogere afvoerbereik (zie Klijn, Leushuis, Treurniet, Heusden, van Vuren, 2022). Door het krappe winterbed nemen waterdiepten in de uiterwaarden en ook de stroomsnelheden snel toe, wat voor veel soorten onwenselijk is. Er is daarmee weinig ruimte voor laagdynamische riviernatuur en is er beperkte variatie in stromingspatronen en is er maar enige gradiënt in overstroomd oppervlakte. Langs andere delen van de Waal verkleinen zomerdijken inundatie van de uiterwaarden en variatie daarin. In een situatie zonder zomerdijken, zie Figuur 5-7, zou er veel meer variatie zijn. Ook de IJssel kent een matige (ruimtelijke variatie in) hydrodynamiek. De uiterwaarden inunderen zelden (vooral vanwege de aanwezigheid van zomerdijken) en er is weinig variatie van hydraulische condities in de oeverzones. In de IJssel-Vecht delta wordt de hydrodynamiek sterk negatief beïnvloed door het omgekeerde peilbeheer (hoger zomerpeil dan winterpeil) van het IJsselmeergebied en is er door de beperkte dynamiek van het IJsselmeer weinig sprake van hydrodynamiek.

Bovenal, als ook de (voorjaars)grondwaterstanden in beschouwing worden genomen, blijken deze voor het grootste gedeelte te laag te zijn langs de Rijntakken. Hierdoor zijn de uiterwaarden te droog voor de nattere ecotopen (Asselman et al., 2022a). Bij de Boven-Rijn/Waal-Boven-Merwede en Pannerdensch Kanaal/IJssel/Vecht/Zwarte Water is er sprake van een slechte hydrodynamiek, omdat de hydrodynamiek voor enkel een klein areaal geschikt is voor nattere ecotopen. Deze takken worden daarom '**rood**' gescoord.

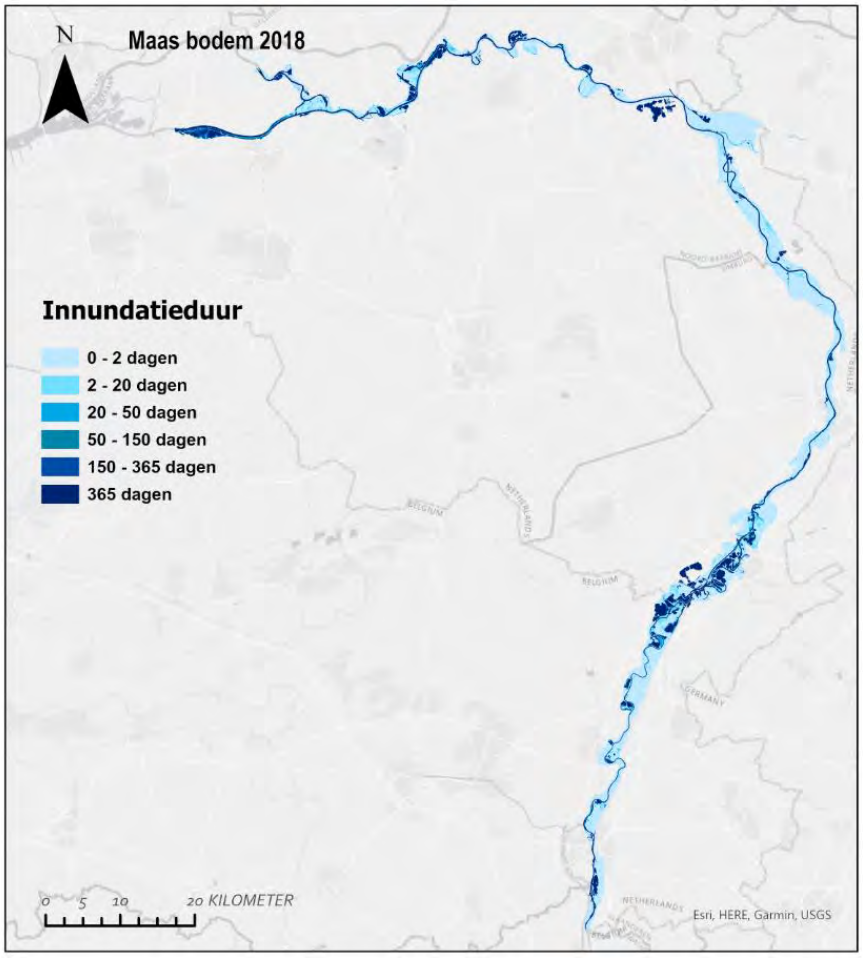


Figuur 5-7 Gemiddelde overstromingsduur in dagen per jaar langs de Rijntakken in een situatie zonder zomerdijken (Asselman et al., 2022a). De vrijafstromende Waal en IJssel kennen een matige variatie aan overstromingsduur, terwijl de gestuwde Nederrijn-Lek een (zeer) lage overstromingsduur kent.

Maas

Langs de Maas is er vooral vanwege het gestuwde karakter een beperkte hydrodynamiek (Figuur 5-8). De stuwen worden pas bij hogere afvoeren van tussen de 1.100 en 1.700 m^3/s gestreken. Dit terwijl (natuurlijke) waterstandsvariatie langs de oevers en in strangen en plassen belangrijk is voor kenmerkende riviernatuur. Bij lage afvoeren (voornamelijk in de zomerperiode) worden de stuwen bijna nooit gestreken en is er daardoor een zeer beperkte waterstandsvariatie. Bovendien zijn in de benedenlopen van de Maas de uiterwaarden dermate hoog dat deze bijna niet meer in contact met de rivier staan (Asselman et al., 2018). Onder andere zijn de grondwaterstanden (te) laag doordat het maaiveld van de uiterwaarden hoog ligt ten opzichte van het stuwpeil. Ook de niet-gestuwde Gemeenschappelijke Maas kent beperkte hydrodynamiek. Grote delen van de uiterwaarden staan (bijna) permanent droog met een jaarlijkse inundatieduur van 0 tot 2 dagen, terwijl het restant van de uiterwaarden juist (bijna) permanent nat is. Daarnaast zijn ook hier de (voorjaars)grondwaterstanden veelal te laag voor nattere ecotopen (Asselman et al., 2022a). De uiterwaarden langs de Maas zijn daardoor bijna uitsluitend geschikt voor droge ecotopen. Ten slotte, ervaart de Maas ook een onnatuurlijke afvoer- en hydrodynamiek als gevolg van hydropeaking (plotseling grotere afvoeren door het beheer van de stuwen in het Belgische deel van de Maas en waterkrachtcentrales).

Omdat in de huidige situatie in de Maas sprake is van slechte hydrodynamiek is de huidige situatie '**rood**' gescoord.



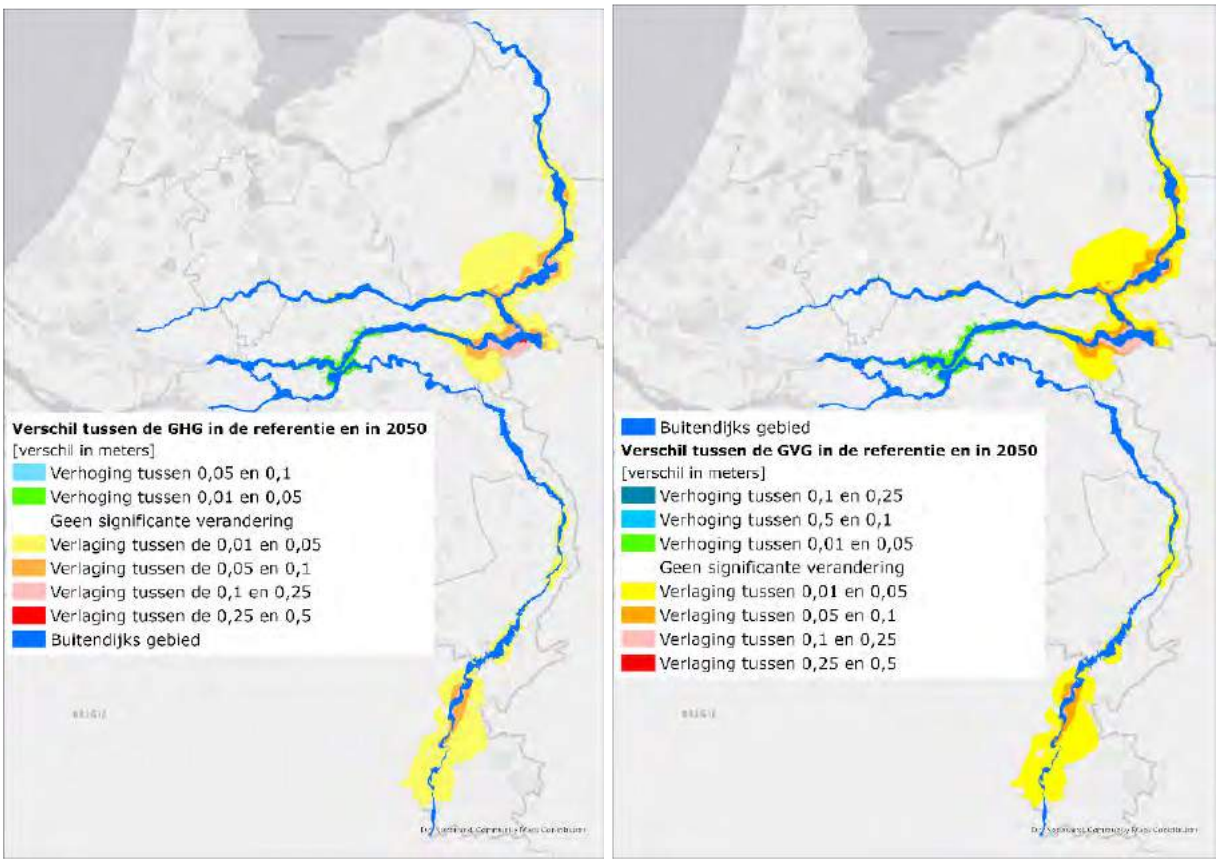
Figuur 5-8 Gemiddelde overstromingsduur in dagen per jaar langs de Maas (Asselman et al., 2022a). De vrijafstromende Gemeenschappelijke Maas kent een matige variatie aan overstromingsduur, net als de gestuwde Maastrajecten.

Referentiesituatie

Rijn en Maas

In de referentiesituatie neemt bij doorgaande erosie van de erosieve riviertrajecten het hoogteverschil tussen het zomerbed en de uiterwaarden toe. Hierdoor komt bij de uiterwaarden langs de Rijntakken en de Maas de grondwaterstand (nog) dieper te liggen t.o.v. het maaiveld (Figuur 5-9). Hierdoor neemt de geschiktheid van de grondwaterstanden voor nattere ecotopen verder af (zie paragraaf 6.3.4). Door langduriger en frequentere lage afvoeren als gevolg van klimaatverandering, gecombineerd met de doorgaande erosie van de rivierbodem valt de oeverzone vaker en langduriger droog. Tevens zorgen klimaatverandering en de rivierbodemdaling ervoor dat nevengeulen en strangen minder vaak verbonden zijn met het zomerbed en daardoor regelmatiger droogvallen. Ondanks de rivierbodemerosie blijft de verwachte jaarlijkse inundatieduur van de uiterwaarden ongeveer hetzelfde als in huidige situatie (Asselman et al., 2022a). Dit komt door een grotere kans op hoogwater als gevolg van klimaatverandering.

Het is de verwachting dat als gevolg van bovenbeschreven autonome ontwikkelingen in de toekomst een verdere afname van de hydrodynamiek plaats vindt langs alle riviertakken. De referentiesituatie is voor alle riviertakken '**rood**' gescoord.



Figuur 5-9 Verandering in Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) als gevolg van veranderingen in rivierbodemligging tot 2050 (Asselman et al., 2022a).

5.4.2 Morfodynamiek

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor morfodynamiek. Hierbij wordt gekeken naar de verandering in het aanbod van sediment en de mate van uitwisseling van sediment tussen het zomerbed, oevers, kribvakken en de uiterwaarden.

Huidige situatie

Algemeen

Het grootste gedeelte van de Rijntakken en Maas kent te weinig morfodynamiek (Van Heusden et al., 2021, Klijn et al., 2022). Dit hangt grotendeels samen met het gebrek aan hydrodynamiek. Er kan enkel bij hoge afvoeren sediment worden afgezet op of geërodeerd van de uiterwaarden. Natuurlijke sedimentatie- en erosieprocessen in het zomerbed, uiterwaarden, nevengeulen en van de oevers kan op weinig locaties plaatsvinden door te weinig stroming, hoge zomerkades, verhardingen van de bodem (bijv. vaste lagen) en verhardingen van de oevers en doordat er regelmatig onderhoud wordt uitgevoerd om scheepvaartknelpunten te verhelpen.

Rijn

Vooral langs het Pannerdensch Kanaal en de IJssel zijn veel oevers in steen vastgelegd, wat ervoor zorgt dat er nauwelijks sedimentuitwisseling tussen zomerbed en winterbed kan plaatsvinden. De morfodynamiek wordt als slecht beoordeeld (‘**rood**’) voor de Boven-Rijn/Waal/Boven-Merwede. Voor het Pannerdensch Kanaal/IJssel/Vecht/Zwarte Water wordt de morfodynamiek slecht beoordeeld (‘**rood**’). In de gestuwde

Nederrijn-Lek vindt er zeer beperkt doorgaand sedimenttransport plaats. Dit gebeurt enkel bij hoge afvoeren. Daarom krijgt de morfodynamiek van de Nederrijn-Lek ook een '**rode**' score.

Maas
In de Maas wordt er bijna geen sediment meer aangevoerd van bovenstrooms en kan er door de stuwwerking nauwelijks doorgaand transport van grover sediment plaatsvinden (Klijn et al., 2022). Dit wordt versterkt door de zomerbedverdiepingen die in het kader van Maaswerken zijn uitgevoerd. In deze verdiepingen wordt veel sediment gevangen. Daar bovenop wordt er zand en grind uit de rivier onttrokken bij baggerwerkzaamheden. Door de beperkte stroming in de Maas is de bodem het grootste deel van het jaar bedekt met slib, omdat dit het enige sediment is dat wordt getransporteerd. Dat slib is voor een deel van de aquatische natuur ongeschikt. De Gemeenschappelijke Maas kent ten opzichte van de rest van de Maas betere morfodynamiek, al is ook hier een gebrek aan grindtransport en afzettingen van zand en grind op de uiterwaarden. Omdat in de huidige situatie grotendeels sprake is van slechte morfodynamiek is de huidige situatie '**rood**' gescoord.

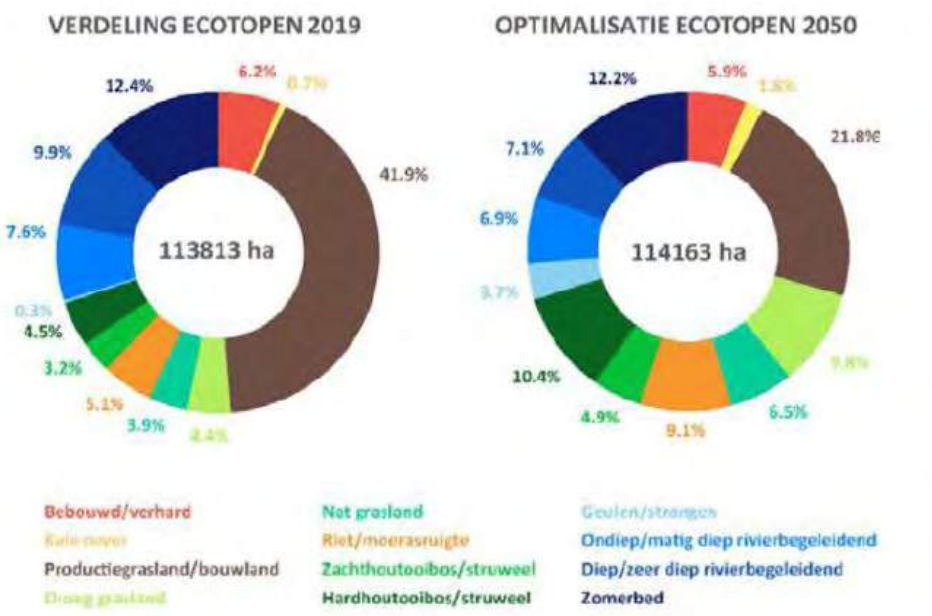
Referentiesituatie
In de referentiesituatie neemt de morfodynamiek verder af. Er vinden (zeer) beperkt aanpassingen aan het systeem plaats, terwijl de rivierbodem verder zakt. Hierdoor kanaliseert de rivier zich verder, met een diepe hoofdgeul en hoge uiterwaarden. Vanwege de bodemerosie en langduriger periodes van lage afvoer als gevolg van klimaatverandering, moeten de Maas en Nederrijn-Lek nog langduriger gestuwd worden. Tevens wordt op de Maas niet gestopt met de grootschalige onttrekking van zand en grind tijdens baggerwerkzaamheden. Als gevolg van de verdere afname van de morfodynamiek is de referentiesituatie voor alle takken '**rood**' gescoord.

5.4.3 Ruimte voor natuurontwikkeling

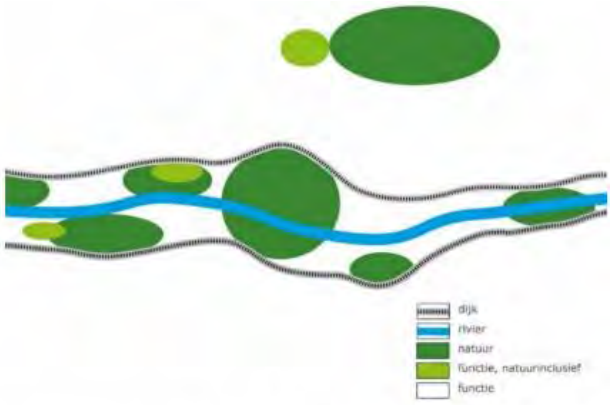
Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie voor natuurontwikkeling. Hierbij wordt gekeken in hoeverre er ruimte ontstaat voor natuurontwikkeling. Het gaat niet alleen om nieuw areaal, maar ook om maatregelen die leiden tot meer natuurlijke rivierdynamiek die bijdragen aan ontwikkeling van riviernatuur.

Huidige situatie
Door intensiever watergebruik en de aanwezigheid van vele waterstaatswerken die in de vorige eeuw zijn aangelegd, zoals, sluizen, dammen en polders gaat het niet goed met de Nederlandse waternatuur en -kwaliteit. Hierdoor is het ecologisch verbindend vermogen van de rivier beperkt, trekroutes van vissen onderbroken en is er te weinig geschikt leefgebied voor planten en dieren. Verder zorgt klimaatverandering voor extremere rivierafvoeren en grotere droogte die door het huidig ecologisch functioneren van het riviersysteem niet opgevangen kunnen worden. Kenmerkende ecotopen zoals overstromingsvlakten, ooibossen, ondiep stromend water en laagdynamische wateren zijn vrijwel afwezig of van slechte kwaliteit en staan mede door klimaatverandering steeds meer onder druk. Drogere ecotopen als stroomdalgraslanden zijn door intensief landbouwkundig gebruik grotendeels verdwenen. Vaak zijn slechts nog kleine fragmenten van deze ecotopen aanwezig waardoor niet alle ontwikkelstadia vertegenwoordigd zijn en populaties door de versnippering niet duurzaam in stand gehouden kunnen worden. Dat alles maakt dat het ecologisch kwetsbaar is (Van Heusden et al, 2021).

In onderstaande figuur is de verdeling van verschillende ecotopen in de huidige situatie en het wensbeeld voor 2050 weergegeven. De ruimte voor extra natuur wordt gezocht op huidige landbouwgronden.



Figuur 5-10 Procentuele ecotoopverdeling voor het rivierengebied in de huidige situatie en het wensbeeld voor 2050 (van der Sluijs et al., 2020).

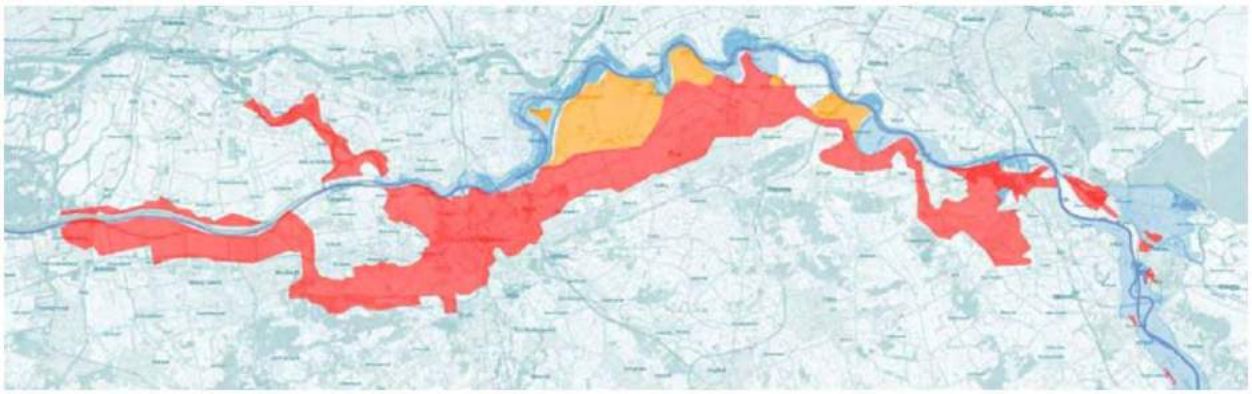


Rivierengebied, huidige situatie:
Mix van natuurgebieden en 'witte' gebieden met een andere functie.
Wanneer deze op een natuurinclusieve wijze functioneren dragen deze gebieden bij aan behoud en versterking van biodiversiteit in het rivierengebied.

Streefbeeld rivierengebied, vanuit Ecologische systeemopgave PAGW-Rivieren:
Mix van natuurgebieden ('backbone' van het systeem) en gebieden met natuurinclusieve, andere functies, die een bijdrage leveren aan natuur en biodiversiteit in het rivierengebied.
Het binnendijkse gebied vormt een wezenlijk onderdeel van het ecologisch riviersysteem.

Figuur 5-11 Huidige situatie en streefbeeld voor een dynamisch riviersysteem met robuuste natuur (Van Heusden et al, 2021).

Uit de diagnose van het huidige riviersysteem kan worden geconcludeerd dat er op het moment geen sprake is van een voldoende en veerkrachtig riviersysteem dat sterkere effecten van klimaatverandering kan opvangen, zie ook bovenstaande figuur (Van Heusden et al, 2021) en Figuur 5-12. Verlies aan rivierbed door grootschalige normalisatie (o.a. bedijking en bochtafsnijdingen) betekent ook verlies aan ruimte voor natuur, waarmee leefgebieden van die onderling met elkaar verbonden zijn (connectiviteit) in de huidige situatie ontbreken (Asselman et al., 2022). De huidige situatie scoort daarom '**rood**'.



Figuur 5-12 Verlies van overstromingsvlakte door menselijke ingrepen langs de Bedijkte Maas in de 20ste eeuw. Rood is verlies stromend oppervlak, oranje is verlies bergend vermogen (Asselman et al., 2018).

Referentiesituatie

Ook in 2050 staat het riviersysteem nog steeds in hoge mate onder menselijke invloed en zijn er door de mens gestelde randvoorwaarden waardoor bepaalde condities van het niet op volledig natuurlijke wijze tot ontwikkeling kunnen komen (Van Heusden et al, 2021). Door meer lage afvoeren als gevolg van klimaatverandering, gecombineerd met de doorgaande erosie van de rivierbodem nemen de grondwaterstanden in de uiterwaarden verder af wat zorgt voor verdere verdroging. Tevens zullen nevengeulen en strangen minder vaak verbonden zijn met het zomerbed en daardoor ook regelmatiger droogvallen. De rivier zal zich verder insnijden en kanaliseren wat ook de dynamiek verder beperkt. De kwaliteit van de riviernatuur komt verder onder druk te staan.

In het onderzoek van Van der Sluis et al (2020) is weergegeven welke kansen er in de toekomst zijn voor het verstevigen van een riviersysteem (van der Sluis et al., 2020). Plan Ooievaar en Ruimte voor de Rivier hebben in het verleden geleid tot een positieve ontwikkeling van de natuurkwaliteit. Volgens de Voortgangsrapportage Natuur 2000 (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit et al., 2021) zijn diverse natuurontwikkelingsprojecten in het kader van Ruimte voor de Rivier, Programma Maaswerken en Nadere Uitwerking Rivierengebied (NURG) reeds uitgevoerd. Hierdoor is de omvang van het rivierbed en de ruimte voor riviernatuur tegenomen. Door verdere autonome ontwikkelingen als gevolg van maatregelen die worden uitgevoerd in het kader van KRW, NNN en Natura 2000 is er in de toekomst sprake van een enige toename van riviernatuur in het rivierbed en een verbetering van de natuurkwaliteit waardoor het robuuste riviersysteem en de onderlinge connectiviteit wordt verstevigd maar van matige kwaliteit blijft. Dit komt met name door de randvoorwaarden vanuit scheepvaart en landbouw en de gevolgen van klimaatverandering (Van der Sluis, 2020). Niet alle sleutelfactoren zullen hierdoor in een gunstige uitgangssituatie gebracht kunnen worden.

De referentiesituatie in dit planMER is bij ongewijzigd beleid nog steeds ‘**rood**’ gescoord.

5.4.4 Totaalbeoordeling

In onderstaande zijn de beoordelingen op hydrodynamiek, morfodynamiek en ruimte voor natuurontwikkeling samengevat.

Tabel 5-4 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

IRM doelen	Aspect	HS 2020			REF2050			HS 2020	REF2050
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Maas	
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹
	Morfodynamiek	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹
	Ruimte voor natuur-ontwikkeling	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹

5.5 Transport over water

5.5.1 Bevaarbaarheid hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij laag water

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor bevaarbaarheid bij laag water. In de beschrijving is onderscheid gemaakt in de Rijntrajecten en Maas.

Huidige situatie

Rijn

Bij lage afvoeren (mediaan en lager) kunnen waterdieptebeperkingen ontstaan voor de scheepvaart. Volgens internationale (CCR; Akte van Mannheim) en nationale (Richtlijn Vaarwegen) afspraken mag een minimale waterdiepte van 2,8 m op de Boven-Rijn, Waal, Pannerdensch Kanaal en Nederrijn-Lek en 2,5 m op de IJssel voor maximaal 20 dagen per jaar worden onderschreden (bij de Overeengekomen lage afvoer van 1.020 m^3/s bij Lobith). Op sommige trajecten langs de Waal wordt deze diepte in de huidige situatie meer dan 20 dagen onderschreden (Asselman et al., 2022a; zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**5-13). Dit gebeurt bij een alluviale ondiepte bovenstrooms van de bodemkribben bij Erlecom (km 871) en bij een alluviale ondiepte in binnenbocht benedenstrooms van de vaste laag bij Nijmegen (km 885). Veel schepen maken gebruik van het Maas-Waalkanaal. Deze kan vanuit de Waal worden bereikt via sluis Weurt. Echter kan bij lage afvoeren wegens dieptebeperkingen bij de sluisdrempel slechts één

van de twee sluizen worden gebruikt. Hierdoor ontstaan er grote vertragingen. Bij zeer lage afvoeren kan ook de andere sluis (Westsluis) niet worden gebruikt. In de huidige situatie is dit ongeveer 17 dagen per jaar (Asselman et al. 2022a).

Langs de tak Nederrijn-Lek kent de Boven-Nederrijn (bovenstrooms van stuw Driel) ondieptes. Doordat de waterstand van dit traject gekoppeld is aan de waterstand in de vrijafstromende IJssel en de bodem relatief hoog ligt, is een groot gedeelte van dit traject te ondiep (Figuur 5-13). Tot stuw Hagestein zijn de trajecten (grotendeels) gestuwd, waardoor de waterdieptes hoger zijn. Benedenstrooms van stuw Hagestein (traject Lek) is er invloed van het getij, waardoor er tijdens laagtij (tweemaal daags) sprake is van lagere waterdieptes. Dit zorgt ter hoogte van Klaphek voor diepteknelpunten.

Langs het Pannerdensch Kanaal wordt in de huidige situatie voldaan aan de norm. Daarentegen, kent de IJssel in de huidige situatie wel scheepvaartbeperkingen. Naast een beperkende waterdiepte (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**5-13) speelt voor de IJssel, en dan met name voor de Boven-IJssel, ook mee dat de vaargeul smal is. In de afgelopen droge jaren (2018-2020) was de vaargeul vaak minder dan 40 m breed, plaatselijk zelfs slechts 15 á 20 m, waardoor eenrichtingsverkeer moest worden ingesteld. Dit terwijl een vaargeulbreedte van 50 m wordt nagestreefd. Ook de Midden-IJssel is nog relatief smal. De norm bij OLA van 2,5 m waterdiepte kan slechts redelijkerwijs worden gehaald bij een vaargeulbreedte van 50 m (ondanks dat er ook dan nog knelpunten overblijven). Dit terwijl een breedte van 60 m wordt nagestreefd. Daarnaast is de Prins Bernhardsluis in Deventer gemiddeld 34 dagen per jaar niet bereikbaar door onvoldoende waterdiepte boven de sluisdrempel (Asselman et al., 2022a).

Figuur 5-14 laat zien dat in de huidige situatie het aantal knelpunten per riviertak verschilt, maar uiteindelijk is één knelpunt al voldoende om de scheepvaart te beperken. Het zwaarste knelpunt (de locatie met de minste diepgang) bepaalt uiteindelijk de bevaarbaarheid van de netwerkschakel en van de gehele scheepvaartroute. Alle Rijntakken kennen netwerkschakels met dergelijke knelpunten (Asselman et al., 2022a).

Concluderend, de huidige situatie wordt als ‘**oranje**’ beoordeeld voor alle Rijntakken.

Figuur 5-13 Langsdoorsnede van de waterdiepte bij een afvoer van 1.020 m³/s bij Lobith bij de huidige 2018 bodem (doorgetrokken lijn) en de bodem 2050 (stippellijn). Boven: Boven-Rijn en Boven-Waal, midden: Pannerdensch Kanaal en Nederrijn, onder: Boven-IJssel (Asselman et al., 2022a).

Maas
Voor de Maas is de bevaarbaarheid in relatie tot de waterdiepte minder een probleem omdat de Maas een gestuwde rivier is. De zakkende rivierbodem in de Maas zorgt niet voor zakkende waterstanden en afnemende waterdiepte, doordat het systeem voor een groot deel gestuwd is. Daar waar sprake is van vrije afstroming zoals in de Gemeenschappelijke Maas en stroomafwaarts van de laatste stuw Lith vormt de bodemerosie minder een probleem voor de bevaarbaarheid. Dit vanwege het feit dat parallel aan Gemeenschappelijke Maas het Julianakanaal de scheepvaart faciliteert. Stroomafwaarts van Lith is er invloed vanuit de zee op waterstanden, en er is sprake van aanzanding. Ondieptes worden daar weggebaggerd.

Wat langs de Maas wel speelt is de opwaardering naar klasse Vb-vaarweg wat tot een opgave leidt voor de breedte van de rivierbochten, de doorvaarthoogte onder bruggen, de beschikbaarheid van overnachtingshavens, etc. De rivierkundige aspecten hebben hier echter nauwelijks invloed op. Op de Maas kan het ook voorkomen dat gedurende droogte er weinig aanvoer van water is. Hierdoor kan een watertekort ontstaan bij schutsluizen. Elke schutting van een sluis betekent namelijk verlies van water, waardoor het peil kan uitzakken bij een ongewijzigd schutregime. Bij lage Maasafvoeren worden in de huidige situatie daarom schutbeperkingen en/of pompen ingezet, wat onder andere leidt tot langere wachttijden voor scheepvaart.

De Maas is, behalve de langere wachttijden, goed bevaarbaar tijdens laag water condities, door het gestuwde karakter en de parallelle kanalen. Om deze reden wordt de huidige situatie als ‘**groen**’ beoordeeld voor de Maas.

Referentiesituatie
Algemeen
In de referentiesituatie wordt de bevaarbaarheid bij laagwater condities beïnvloed door klimaatverandering, rivierbodemerosie en een groei van het goederenvervoer over water (wat met name een gevolg heeft voor de nautische veiligheid, zie paragraaf 6.4.2). In de referentiesituatie wordt rekening gehouden met het W_{Hdry} klimaatscenario (vertaling van het hoge KNMI ’14 klimaatscenario), waarin lage afvoer lager, frequenter en langduriger worden. Dit zorgt voor een sterke verslechtering van de bevaarbaarheid (zowel voldoende vaardiepte als vaarbreedte). Daarnaast komen er door doorgaande bodemerosie nieuwe locaties met diepteknelpunten en worden huidige diepteknelpunten ernstiger.

Rijn
Door klimaatverandering neemt de Lobith-afvoer die gemiddeld 20 dagen per jaar wordt onderschreden van 1.020 m^3/s af tot 866 m^3/s. Als gevolg hiervan neemt de bevaarbaarheid langs alle takken af (Figuur 5-14, 5-15 en 5-16). Figuur 5-14 laat zien dat in de referentiesituatie het aantal knelpunten met name op de Waal toeneemt. Daarnaast neemt ook de ernst van de knelpunten toe (Figuur 5-15 en 5-16). Dit geldt onder andere voor het knelpunt bij de vaste laag bij Nijmegen, waar de vaste laag zelf het knelpunt wordt (i.p.v. de alluviale ondiepte benedenstrooms van de vaste laag). Voor de Waal wordt de verslechtering van de bevaarbaarheid deels gecompenseerd door een verschuiving van de afvoerverdeling. Doordat de bodem van de Boven-Waal sneller erodeert dan die van het Pannerdensch Kanaal trekt de Waal meer afvoer bij laagwater condities. Bij de huidige OLA van 1.020 m^3/s wordt ondanks de bodemerosie de waterdiepte langs een groot deel van de Waal hoger. Echter, aangezien delen van de bodem niet meezakken (waaronder de vaste laag bij Nijmegen), verslechtert de bevaarbaarheid van de Waal alsnog. Het zal steeds moeilijker worden om met het toenemend aantal knelpunten en een toenemende zwaarte van de knelpunten te baggeren. Op de IJssel, Nederrijn, Lek en het Pannerdensch Kanaal laat **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**5-14 zien dat in de referentiesituatie (scenario 2050 Warm-Hoog, met bodemerosie) het aantal knelpunten niet of nauwelijks toeneemt. De ernst van de knelpunten neemt hier echter wel sterk toe (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**5-15 en 5-16). De minste gepeilde diepte (MGD) neemt bij deze takken met ongeveer 0,5 m af. Deze MGD is bepalend voor de bevaarbaarheid van de gehele netwerkschakel en

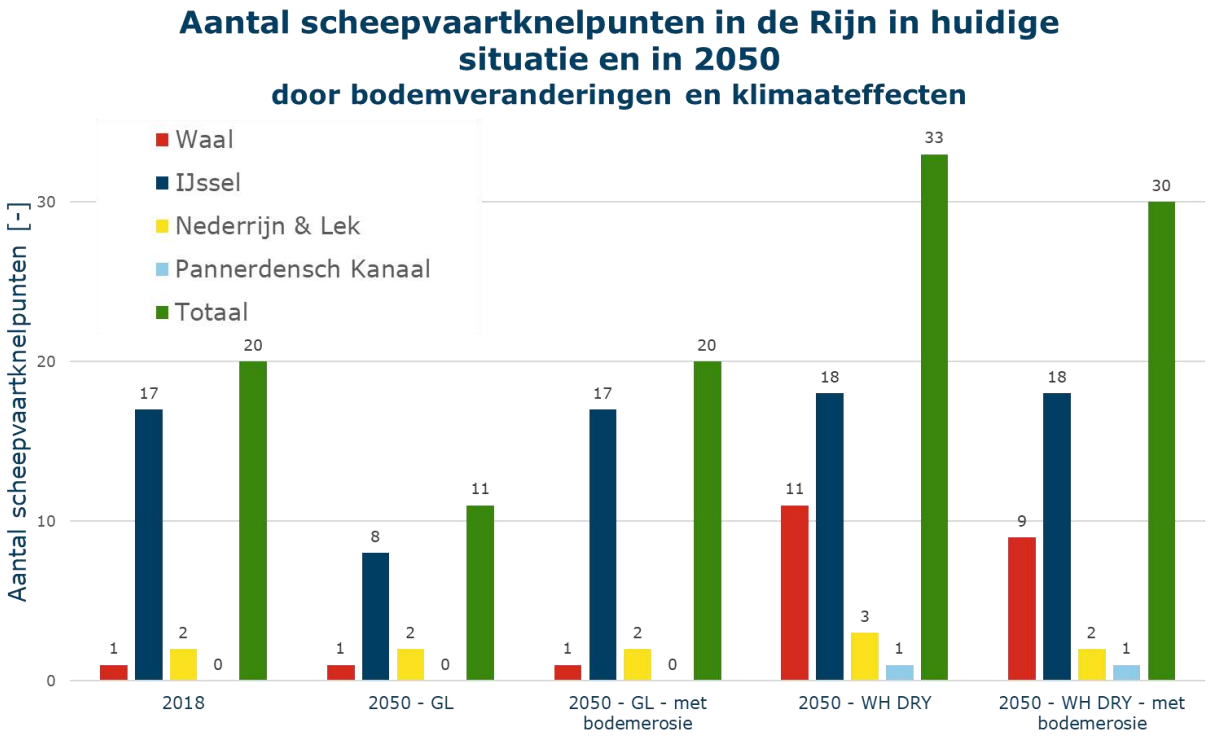
het vaartraject en bepaalt dus hoeveel lading schepen mee kunnen nemen. Deze verslechtering is met name het gevolg van klimaatverandering.

Langs alle takken wordt ook de aansluiting bij sluizen en kanalen, zoals de aansluiting Maas-Waalkanaal (Weurt), slechter in de referentiesituatie als gevolg van bodemerosie en klimaatverandering (Asselman et al., 2022a).

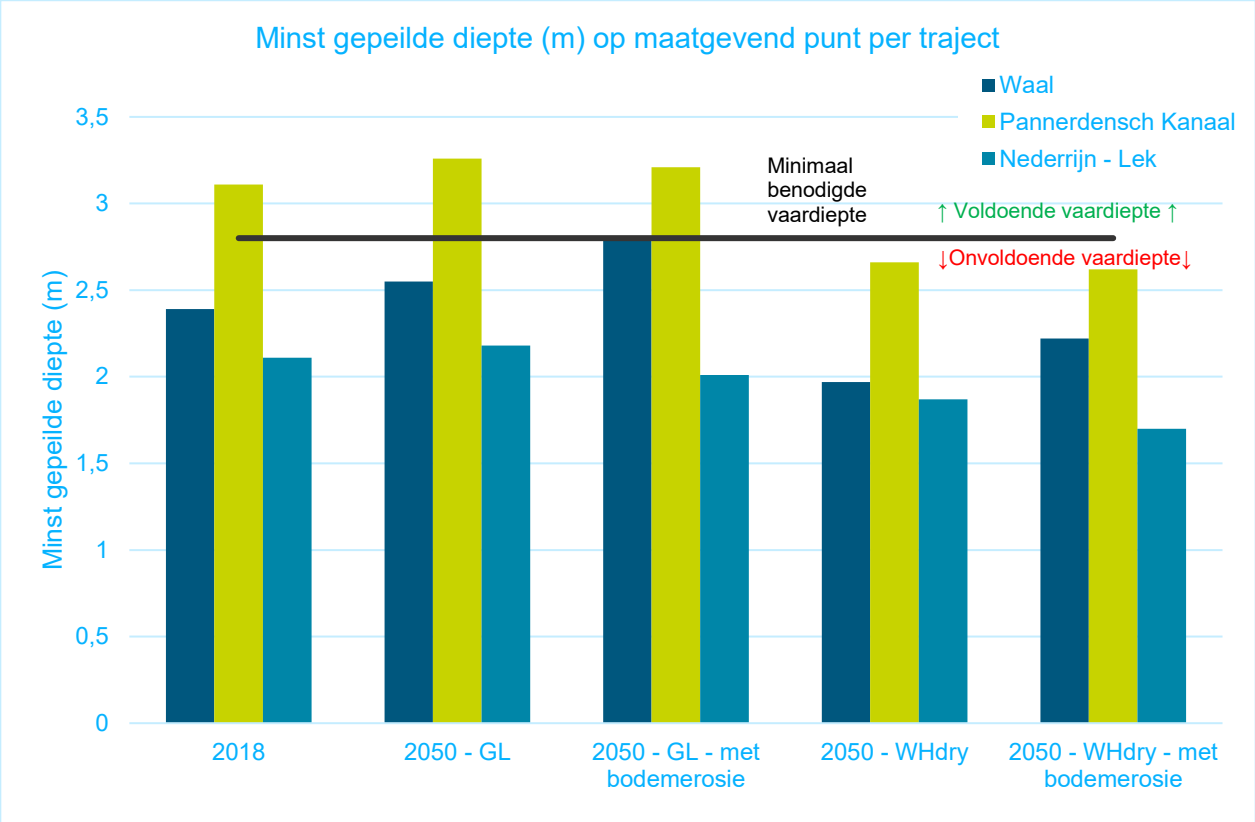
Ten gevolge van deze ontwikkelingen in de referentiesituatie zijn de vaarkosten per jaar 4% (93 mln. Euro) hoger dan in een jaar zonder droogte. Deze kosten worden vooral gemaakt op de Waal, en tijdens de droogste dagen van het jaar, waar de transportkosten toenemen van 3,35 naar 4,43 mln. Euro per dag (+32%) (Asselman et al., 2022a).

Door economische groei wordt in de referentiesituatie meer vervoerd over water. Dit wordt gerealiseerd met een grotere vloot. Hierdoor neemt het totale vrachtpotentieel (totaal te vervoeren vracht) toe. De absolute schade in droge periodes (afname vervoerbare vracht) ten gevolge van rivierbodemerosie en lage rivierafvoer neemt hierdoor toe. Op een droge dag is de afname in vrachtpotentieel veel groter (26%), en is hierdoor ook de verdere afname ten gevolge van de rivierbodemerosie (1 procentpunt) en klimaatverandering (8 procentpunt) beter merkbaar (Asselman et al., 2022a).

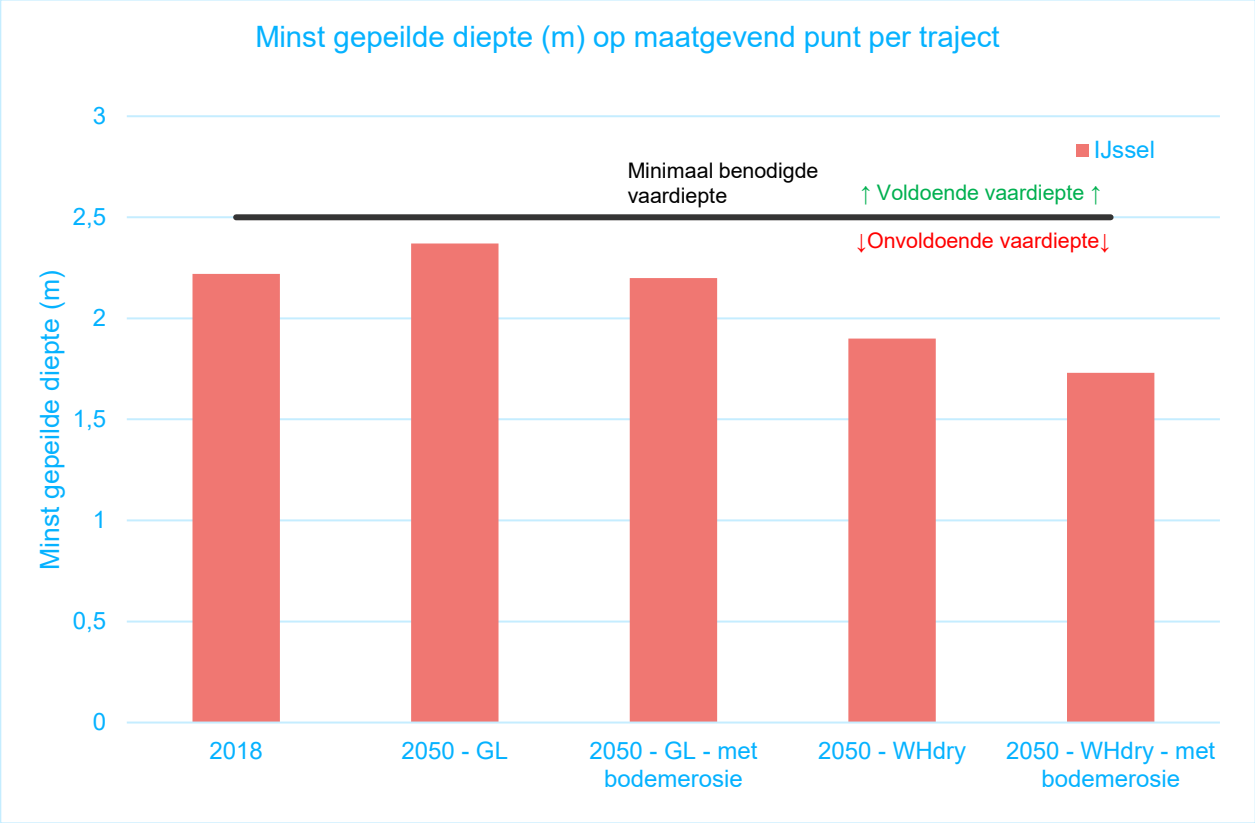
Om deze redenen wordt de referentiesituatie op alle Rijntakken als '**rood**' beoordeeld.



Figuur 5-14 Scheepvaartknelpunten in de Rijn in de huidige situatie en in 2050 (Rijkswaterstaat, 2022, op basis van het deelrapport Handelingsperspectieven Droogte). Bij een gematigde klimaatverandering (scenario GL), wat niet deel uitmaakt van de referentiesituatie neemt het aantal knelpunten af doordat de Overeengekomen Lage Afvoer met 30 m^3/s toeneemt.



Figuur 5-15 Minst gepeilde en benodigde vaardiepte bij de Overeengekomen Lage Afvoer (OLA) voor de Waal, Pannerdensch Kanaal en Nederrijn-Lek. Hierbij is 2050 het zichtjaar. GL is het gematigde klimaatscenario. WH Dry verwijst naar het klimaatscenario 'stoom'. Daarnaast worden de scenario's besproken met en zonder doorgaande bodemerosie. Het scenario WH Dry 2050 is dus gelijk aan de referentiesituatie (Rijkswaterstaat, 2022). De maatgevende knelpunten zijn: de vaste laag of de erosiekaal achter de vaste laag bij Nijmegen (Waal), Pannerdensche Kop (Pannerdensch Kanaal) en bovenstrooms van stuw Driel (Nederrijn-Lek)*



Figuur 5-16 Minst gepeilde en benodigde vaardiepte bij de Overeengekomen Lage Afvoer (OLA) voor de IJssel Hierbij is 2050 het zichtjaar. GL is het gematigde klimaatscenario. WH Dry verwijst naar het klimaatscenario 'stoom'. Daarnaast worden de scenario's besproken met en zonder doorgaande bodemerosie. Het scenario WH Dry 2050 is dus gelijk aan de referentiesituatie (Rijkswaterstaat, 2022). Het maagevende knelpunt is bij Rheden.

Maas

Op de Maas wordt de bevaarbaarheid wat betreft de beschikbare waterdiepte door de stuwen geregeld. Ondanks dat de Maas een gestuwde rivier is, zullen er in de toekomst vaker lage rivierafvoeren voorkomen met schutbeperkingen tot gevolg. Om deze reden wordt de referentiesituatie als '**oranje**' beoordeeld voor de Maas.

5.5.2 Totaalbeoordeling

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen op bevaarbaarheid bij laag water samengevat.

Tabel 5-5 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

RM doelen	Aspect	HS2020			REF2050			HS2020	REF2050
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte	Maas	
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laag water	😐	😐	😐	☹	☹	☹	☹	☹

5.6 Regionale economische ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit

5.6.1 Regionale economische ontwikkeling

Deze paragraaf beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor het onderwerp ‘’regionale economische ontwikkelingen en ruimtelijke kwaliteit’’. Per onderwerp wordt voor de verschillende rivier trajecten bekeken wat de alternatieven betekenen voor de mogelijkheden voor ruimtelijke ontwikkeling.

Huidige situatie
De huidige situatie kent een intensief gebruik in zowel rivier als uiterwaard. Ieder stukje grond in de uiterwaarden één of meerdere gebruiksfuncties. Er is beperkte ruimte voor nieuwe ontwikkelingen, dat is te vinden in slimme koppelingen en combinaties van gebruik. Bijvoorbeeld door het samengaan van (water)recreatie, waterberging en natuur. Daarmee is in de huidige situatie maar beperkte ruimte aanwezig voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen en verbetering van de aanwezige functies.

Dit is het geval voor alle vier de deeltrajecten; 1) Boven Rijn/Waal/Boven Merwede, 2) Nederrijn/Lek, 3) Pannerdensch Kanaal/IJssel//Vecht/Zwarte Water en 4) Maas. De verschillende deeltrajecten kennen allen een hoge mate van gebruik en zeer beperkte ruimte voor extra ontwikkelingen. De onderlinge verschillen tussen de trajecten is op deze schaal verwaarloosbaar.

Op basis van de bovenstaande situatie is voor het gehele rivierengebied een ‘**oranje**’ beoordeling toegekend aan de huidige situatie voor regionale economische ontwikkelingen; er is slechts beperkte ruimte voor ontwikkelingen (zoals riviergebonden bedrijvigheid, (water)recreatie, natuurinclusieve landbouw, ed) in de uiterwaarden.

Referentiesituatie
Algemeen
De toekomstige lagere bodemligging heeft negatieve invloed op de mogelijkheden voor regionale economische ontwikkelingen in het rivierengebied. Een lagere bodemligging zal leiden tot lagere grondwaterstanden en verdroging, dit legt meer druk op aanwezige functies zoals natuur en Landbouw. De extra investeringen in de dijkversterking zorgen ervoor dat ter hoogte van de dijk de ruimte voor andere ontwikkelingen achteruitgaat. De verschillende benodigde veiligheidsmaatregelen zullen een extra ruimtelijke claim op het rivierengebied leggen waardoor deze beperkte ruimte verder onder druk komt te staan. De voortgezette sedimentonttrekking uit het zomerbed (baggerwerkzaamheden) zal onderwater plaats vinden en heeft geen invloed op de mate waarin er ruimte is voor andere ontwikkelingen in het rivierengebied. Sediment onttrekking uit het winterbed kan gunstig zijn voor ruimtegebruik aangezien deze vaak gekoppeld is aan de ontwikkeling van natuur en recreatie.

Rijn
Kijkend naar de Rijn zal in de Boven Rijn/Waal/Boven Merwede de laagwaterstand door daling van de bodemligging afnemen. Dit heeft geen een negatieve invloed op de ruimte voor andere bestaande en nieuwe ontwikkelingen. Daarnaast nemen de hoogwaterstanden toe als gevolg van klimaatverandering, met negatieve gevolgen voor de ruimtelijke ontwikkeling van bijvoorbeeld campings, landbouw en andere ontwikkelingen. Ook in Pannerdensch Kanaal/IJssel//Vecht/Zwarte Water zal de laagwaterstand door daling van de bodemligging afnemen. Dit heeft een negatieve invloed op de ruimte voor bestaande en nieuwe ontwikkelingen. Ook hier nemen de hoogwaterstanden toe als gevolg van klimaatverandering, met negatieve gevolgen voor de ruimtelijke ontwikkeling van bijvoorbeeld campings, natuurinclusieve landbouw en andere ontwikkelingen op het gebied van bijvoorbeeld drinkwaterwinning of bouwgrondstoffen. Daarnaast zullen alleen lopende projecten in de rivier doorgang vinden zoals het Rivierklimaatpark IJsselpoort. Deze ontwikkeling maakt dat hier mogelijkheden liggen voor andere ontwikkelingen samen met

het Rivierklimaatpark. In Nederrijn/Lek vinden geen grote veranderingen of projecten plaats die de mogelijkheden voor ruimtelijke ontwikkeling positief of negatief beïnvloeden.

Maas
Voor de Maas zal het project Meanderende Maas uitgevoerd worden. Deze ontwikkeling maakt de koppeling met onder andere natuur en recreatie.

De verschillen voor ruimtelijke ontwikkeling in de deeltrajecten wisselen elkaar af in positieve en negatieve zin. Het totale effect is daardoor marginaal ten opzichte van de veranderingen in het gehele rivierengebied. Er is naar aanleiding van bovenstaande beschrijving een '**oranje**' beoordeling toegekend aan de referentiesituatie voor regionale economische ontwikkelingen. De mogelijkheden voor regionale economische ontwikkelingen in het rivierengebied zullen zeer beperkt afnemen.

5.6.2 Ruimtelijke kwaliteit

Deze paragraaf beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor het onderwerp ''ruimtelijke kwaliteit'. Per onderwerp wordt voor de verschillend rivier trajecten bekeken wat de bovenstaande ontwikkelingen betekenen.

Huidige situatie
De ruimtelijke kwaliteit in het rivierengebied is groot en staat onder druk. Natuurgebieden, oude kernen aan de dijk, de rivier, strangen, scheepvaart, allen zijn een onderdeel van de ruimtelijke kwaliteit van de rivier. De vele functies die plaatsvinden en het recreatieve gebruik hebben daarnaast een beperkende invloed op de ruimtelijke kwaliteit van het rivierengebied.

Dit is het geval in alle vier de deeltrajecten; 1) Boven Rijn/Waal/Boven Merwede, 2) Nederrijn/Lek, 3) Pannerdensch Kanaal/IJssel//Vecht/Zwarte Water en 4) Maas. De verschillende deeltrajecten kennen allen een hoge mate van gebruik en zeer beperkte ruimte voor extra ontwikkelingen. De onderlinge verschillen tussen de trajecten is op deze schaal verwaarloosbaar. Alle deeltrajecten kennen een duidelijke gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde.

De uiterwaarden zijn voor de recreant ontsloten met wandelpaden en fietspaden. Langs de rivier liggen soms strandjes en verspreid langs de rivieren liggen havens. Al deze elementen dragen bij aan de gebruikswaarde van het rivierengebied. Ander gebruik zoals delfstoffenwinning en bedrijvigheid zorgen dat de gebruikswaarde van de uiterwaarden kan veranderen.
Vanaf de dijken kan men de uiterwaarden en de rivier goed beleven. Ook de vele wandelpaden en fietspaden in de uiterwaarden dragen bij aan deze belevingswaarden. Grotere afgesloten natuurgebieden zorgen voor een afname van de toegankelijkheid en belevingswaarde van het rivierengebied. Daartegenover staat dat delfstoffenwinning de uiterwaarden verandert en ervoor kan zorgen dat er nieuwe functies en een nieuwe beleving wordt toegevoegd. Ook het agrarisch gebruik in de uiterwaarden draagt bij aan de beleving ervan. Het rivierengebied is door de jaren heen steeds weer aangepast op veranderende inzichten, de laatste jaren is het vizier daarbij steeds meer op de lange termijn gericht. Door de snelle mate van aanpassingen in het rivierengebied hebben waarden weinig tijd om zich goed te ontwikkelen en is de toekomstwaarde kleiner. Ook maakt de kleine maat van deze verschillende landschappen dat de toekomstwaarde van al deze verschillende landschappen kleiner is.

Op basis van bovenstaande beschrijving is voor het gehele rivierengebied een '**oranje**' beoordeling toegekend aan de huidige situatie voor ruimtelijke kwaliteit, de ruimtelijke kwaliteit (in de zin van de belevingswaarde, de gebruikswaarde en de toekomstwaarde) in de uiterwaarden.

Referentiesituatie

Algemeen

De lagere bodemligging heeft een verlaagde de bodemwaterstand tot gevolg en kan voor verdroging zorgen. Dit heeft negatieve invloed op de aanwezige natuur en landbouw en kan daarmee de belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarde verlagen. De extra investeringen in de dijkversterking zorgen ervoor dat er meer aan de dijk gewerkt wordt. Dit maakt dat de gebruikswaarde en belevingswaarde van het rivierengebied, vanaf de dijk vergroot kunnen worden door nieuwe fietspaden en duidelijke zichtpunten. De verschillende benodigde veiligheidsmaatregelen zullen zorgen voor nieuwe lokale ingrepen in het rivierengebied waarbij de belevingswaarde en gebruikswaarde vergroot kan worden.

De voortgezette sedimentonttrekking (baggerwerkzaamheden) vindt alleen in het zomerbed plaats en heeft daardoor geen invloed op de belevingswaarde en de gebruikswaarde van het rivierengebied. De toekomstwaarde van het rivierensysteem neemt af er ontstaat een minder duurzame en toekomstbestendige situatie doordat er nog steeds zand aan het systeem onttrokken wordt.

Rijn

In de Boven Rijn/Waal/Boven Merwede zal de waterstand door daling van de bodemligging afnemen. Dit zal een negatief effect hebben op de aanwezige landbouw, natuur, het landschap en cultuurhistorische elementen in het rivierengebied. De belevingswaarde van deze landschappen zal achteruitgaan. De gebruikswaarde kan een beetje omhooggaan doordat meer delen van de uiterwaarden toegankelijk kunnen worden door de waterstandsverlaging.

In de Nederrijn/Lek zijn de veranderingen in de bodemligging voor de ruimtelijke kwaliteit beperkt en daarmee neutraal.

In Pannerdensch Kanaal/IJssel//Vecht/Zwarte Water zal de waterstand door daling van de bodemligging afnemen. Met name ter hoogte van het Pannerdensch Kanaal. Dit kan door grondwaterstandsdaling een negatief effect hebben op de aanwezige landbouw en natuur. Daarnaast zullen alleen lopende projecten in de rivier doorgang vinden zoals het klimaatpark. Aanleg van dit project maakt dat de gebruikswaarde en belevingswaarde in dit gebied toe zal nemen. Ondanks dat dit deeltraject iets meer mogelijkheden voor ruimtelijke kwaliteit kent is de totale impact daarvan klein.

Maas

In de Maas zal het project Meanderende Maas uitgevoerd worden. Aanleg van dit project maakt dat de gebruikswaarde en belevingswaarde in dit gebied mogelijk toe kan nemen. Ondanks dat dit deeltraject iets meer mogelijkheden voor ruimtelijke kwaliteit kent is de totale impact daarvan klein en vindt ook hier een verdere erosie van het zomerbed plaats (met een waterstandsverlagend effect als gevolg, inclusief de negatieve gevolgen daarvan).

De impact voor ruimtelijke kwaliteit in de deeltrajecten is marginaal. Er is naar aanleiding van bovenstaande beschrijving een ‘**oranje**’ beoordeling toegekend aan de referentiesituatie voor ruimtelijke kwaliteit voor alle deeltrajecten.

5.6.3 Totaalbeoordeling

De beoordeling gerelateerd aan het doel ruimtelijke ontwikkeling van het rivierengebied is in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 5-6 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

IRM doelen	Aspect	HS 2020			REF 2050			HS 2020	REF 2050
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Maas	
Ruimtelijke economishe ontwikkeling	Ruimtelijke eco-nomische ontwikkelingen	😐	😐	😐	😐	😐	😐	😐	😐
	Ruimtelijke kwaliteit	😐	😐	😐	😐	😐	😐	😐	😐

5.7 Natuur

5.7.1 Natura 2000 gebieden

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050).

Huidige situatie
Een groot deel van de uiterwaarden in Nederland is aangewezen als Natura 2000-gebied. Deze gebieden zijn op Europees niveau belangrijk voor het in stand houden van bepaalde habitats en soorten. Nederland is verplicht om deze habitats en leefgebieden van soorten in een duurzame instandhouding te brengen en te houden. Hiervoor zijn in diverse Natura 2000-beheerplannen maatregelen opgenomen. Deels zijn deze maatregelen ook uitgevoerd.

Onderstaande Natura 2000-gebieden zijn onderdeel van de Rijn en Maas. Per gebied is op hoofdlijnen aangegeven wat op dit moment de belangrijkste knelpunten zijn om de doelstellingen te halen, conform de Natura 2000-beheerplannen. Hierbij ligt de focus op deelgebieden en doelstellingen die een relatie hebben met het riviersysteem.

Figuur 5-17 Ligging Natura 2000-gebieden (blauw: Vogelrichtlijngebied, geel: Habitatrichtlijngebied en groen: Vogel- en Habitatrichtlijngebied (Atlas van de

Rijn	Maas
Rijntakken Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem Uiterwaarden Lek Uiterwaarden Zwarte Water & Vecht	Maas bij Eijsden Grensmaas Maasduinen Oeffelter Meent Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem Biesbosch

Rijn
De maatregelen die zijn opgenomen in het Natura 2000-beheerplan zorgen ervoor dat verdere achteruitgang van habitattypen wordt gestopt. Er zijn echter nu en de komende beheerplanperioden nog wel knelpunten die een duurzame instandhouding belemmeren. Voor hardhoutooibos zijn er nog te weinig ontwikkellocaties beschikbaar, naast de Havikerwaard en Hoenwaard, om duurzame boskernen te ontwikkelen. Zachthoutooibos is op meerdere locaties verspreid aanwezig, maar door de kleine eenheden kan ook dit habitattype zich niet goed ontwikkelen.

De riviertrekvissen (zalm, elft, rivierprik en zeeprik) profiteren van de maatregelen die zijn genomen, zoals langsdammen, nevengeulen en ontstening van oevers. De instandhouding van de rivierdonderpad wordt bedreigd door exotische grondels. De laagdynamische soorten als grote modderkruiper en kamsalamander blijven onder druk staan door het verdwijnen van laagdynamische milieus. Dit is een blijvend aandachtspunt in de Rijntakken, waar veelal wordt gestuurd op een toename van de rivierdynamiek.

Voor het behalen van de doelstelling voor moerasvogels blijft de ontwikkeling van rietmoeras belangrijk. De Gelderse Poort is hiervoor het belangrijkste gebied waar reeds maatregelen zijn uitgevoerd. Verbinding met andere gebieden in de Rijntakken (Kil van Hurwenen, Amerongse Bovenpolder en Havikerwaard) en daarbuiten (Randmeren, Wieden-Weerribben, Lingegebied, Utrechtse en Zuid-Hollandse plassengebied en Bypass Kampen) zijn van belang. De zwarte stern blijft afhankelijk van nestvlotjes omdat de ontwikkeling van krabbescheervegetaties achterblijft. De omvang van het leefgebied van porseleinhoen en kwartelkoning (hooiland/moeras) is voldoende. De tijd moet uitwijzen of de populaties zich inderdaad herstellen.
Door de uitvoering van allerlei riviermaatregelen is er voldoende leefgebied (plas-dras, slikkige oevers en open water) aanwezig voor de niet-broedvogels. Het achterblijven van de populatiedoelstelling wordt veroorzaakt door factoren buiten de Rijntakken (Provincie Gelderland, 2018).

<u>Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem</u>
Voor dit planMER is alleen gekeken naar deelgebied Loevestein, dat grenst aan de Waal. De binnendijkse deelgebieden Pompveld en Kornsche Boezem liggen buiten het riviersysteem en zijn daarom buiten beschouwing gelaten. Door inrichtingsmaatregelen vanuit Ruimte voor de Rivier en het project Munnikenland is er een positieve ontwikkeling te zien voor wat betreft herstel van het riviersysteem (meer dynamiek), waarvan slikkige rivieroevers en stroomdalgrasland profiteren. De verwachting is ook dat door vernatting als gevolg van uiterwaardverlaging de kwaliteit van zachthoutooibos zal verbeteren. Belangrijkste knelpunten in dit gebied zijn nog het begrazingsbeheer dat niet optimaal is afgestemd en de onvoldoende waterkwaliteit in de Boezem van Brakel: door een stabiel peilbeheer en ganzen zijn er onvoldoende mogelijkheden voor de ontwikkeling van meren met krabbenscheer. De rivierdonderpad, die langs de stenige oevers van de Waal voorkomt, wordt vermoedelijk bedreigd door exotische grondels (Provincie Gelderland, 2022).

<u>Uiterwaarden Lek</u>
Door onvoldoende rivier-, en winddynamiek is langdurig behoud van stroomdalgraslanden lastig en is een optimaal (begrazings)beheer essentieel. Bij De Horde is sprake van zodanige erosie van de oever dat het stroomdalgrasland afkalft. Op deze locatie zijn fysieke maatregelen nodig om afkalving te voorkomen. De doelstelling voor glanshaverhooiland kan met aangepast beheer worden behaald. Voor de kamsalamander

zijn de populaties nu klein en onvoldoende met elkaar verbonden. Overwinterlocaties ontbreken geheel (de Wilde, 2016).

Uiterwaarden Zwarte Water & Vecht
In 2020 is gestart met verschillende werkzaamheden om de inundatie zoveel mogelijk terug te brengen, mede ten gunste van de kievitsbloemhooilanden. Verder wordt een nevengeul aangelegd, wordt het peilbeheer geoptimaliseerd, wordt de kwaliteit van rietlanden verbeterd en wordt hardhoutooibos uitgebreid. Met deze maatregelen moeten de bestaande knelpunten ten aanzien van hydrologie en te weinig riet van goede kwaliteit voor moerasvogels worden opgelost (Provincie Overijssel, 2017).

Maas
Maas bij Eijsden
Het Natura 2000-gebied is nog in ontwerp aangewezen voor onder andere zacht- en hardhoutooibossen en riviertrekvissen als rivierprik, zalm en rivierdonderpad. Voor dit gebied is nog geen Natura 2000-beheerplan opgesteld waardoor nog geen zicht is op de huidige knelpunten, de maatregelen en het doelbereik.

Grensmaas
In de Grensmaas zijn het Nederlandse deel van het zomerbed, de oevers en enkele weerden in het noorden van het gebied (Koningssteen, de Brandt) aangewezen als Natura 2000-gebied. In het zomerbed (en op de droogvallende oevers) is een opgave voor verbetering van de habitattypen beken en rivieren met waterplanten (met de voor de Grensmaas kenmerkende soort vlottende waterranonkel) en slikkige rivieroevers vastgesteld, de knelpunten voor deze habitattypen zijn in ieder geval de onnatuurlijke dagelijkse afvoerfluctuaties (hydro-peaking), ontbreken van de juiste grindfracties en het wegvallen van stroming bij lage (zomer) afvoeren. In de meebegrensde weerden is er een opgave voor verbetering van habitattypen vochtige alluviale bossen en ruigten en zomen, waarbij het grootste knelpunt ligt in het ontbreken van vervangend areaal binnen de begrenzing. bij natuurlijke successie. Tevens is het gebied aangewezen voor vier habitatsoorten, te weten de bever en drie vissoorten (rivierprik, rivierdonderpad en zalm – zeker voor die laatste fungeert de Grensmaas alleen als doortrekgebied). De huidige toestand voor rivierprik en rivierdonderpad is niet gunstig, de knelpunten zijn vergelijkbaar met die voor aquatische habitattypen met daarbij een negatieve impact van dominantie van invasieve ponto-kaspische grondelsoorten (op de rivierdonderpad). Inrichtingsmaatregelen uit het KRW programma (tot 2027) en uit het Natura 2000-beheerplan (2023-2029) worden ontworpen om de negatieve impact van deze knelpunten te verminderen (bijdrage M. Antheunisse, RWS).

Maasduinen
De Maasduinen betreft een groot Natura 2000-gebied gelegen bij de Maasterrassen. Een groot deel van de instandhoudingsdoelen betreft habitats en soorten van heide en vennen en hebben in die zin geen relatie met het riviersysteem. Langs de Maas komen lokaal stroomdalgraslanden en hardhoutooibos voor. Het grootste knelpunt is het kleine areaal waardoor de ontwikkeling van een goede kwaliteit nu niet mogelijk is. Vanwege het smalle gradiënt waarin deze habitattypen voorkomen, is uitbreiding lastig. Dit wordt versterkt door de ligging van de weg waardoor de Maasduinen veelal niet doorlopen tot in de uiterwaarden en een goede verbinding met het riviernatuur daarmee ontbreekt. Het doelbereik van de rivierdonderpad staat ook hier onder druk door exotische grondels. De bever kent verder geen knelpunten (Provincie Limburg, 2020).

Oeffelter Meent
Een knelpunt in dit Natura 2000-gebied is de te beperkte dynamiek (en inundatie). Dit is niet gunstig voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland dat afhankelijk is van zandafzettingen. In het verleden werd dit kunstmatig opgevangen door zand- en grindwinning, maar dit gebeurt niet meer. Verder zijn de arealen klein en geïsoleerd wat de vestiging van kenmerkende soorten bemoeilijkt en de duurzame instandhouding belemmert. Voor de instandhoudingsdoelen glanshaverhooiland, kamsalamander en kleine modderkruiper

is beheer het belangrijkste aandachtspunt (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland & Staatsbosbeheer, 2016).

Biesbosch
Een belangrijk knelpunt in de Biesbosch is het wegvallen van de getijdewerking waardoor de dynamiek grotendeels is weggevallen en successie en verlanding optreden. Er is ook sprake van ophoping van slib. Dit alles is ongunstig voor ooibossen, stroomdalgraslanden, slikkige rivieroevers, moeras en rietvelden als broedgebied voor onder andere de roerdomp en bruine kiekendief. De afsluiting van het Haringvliet heeft ook geleid tot een achteruitgang van trekvissen, terwijl het leefgebied wel op orde is maar niet bereikt kan worden. Om dit knelpunt op te lossen worden de Haringvlietsluizen regelmatig op een kier gezet. Het is nog niet bekend of dit het gewenste effect heeft op de trekvissen (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland & Staatsbosbeheer, 2017).

Er zijn nog diverse knelpunten die het halen van de instandhoudingsdoelen in de weg staan. De huidige situatie wordt voor zowel Rijn als Maas beoordeeld als '**rood**'.

Referentiesituatie
In de referentiesituatie zijn de Natura 2000-maatregelen conform de beheerplannen uitgevoerd en is de ambitie dat verdere achteruitgang van de doelstellingen is gestopt. Het is de vraag in hoeverre deze ambitie realistisch is aangezien de opgave voor een duurzame instandhouding van de Natura 2000-doelen door klimaatverandering, voortschrijdende bodemerosie en de stikstofproblematiek steeds groter wordt. Voor de gevolgen van stikstofdepositie moet conform de Wet stikstofreductie en natuurverbetering in 2035 de achtergronddepositie zover gedaald zijn dat voor 74% van het areaal van de stikstofgevoelige natuur geen sprake meer is van een overbelasting. Maatregelen uit de Natura 2000-beheerplannen zijn veelal gericht op beheer en lokale inrichting. Maatregelen in het riviersysteem vloeien grotendeels voort uit Ruimte voor de Rivier en Kaderrichtlijn Water en dragen ook bij aan de Natura 2000-doelen.

De doorgaande erosie en het stijgende hoogteverschil tussen het zomerbed en de uiterwaarden vormen een gevaar voor het duurzaam kunnen ontwikkelen en in stand houden van de Natura 2000-doelstellingen. Dit wordt versterkt door klimaatverandering. Uit onderzoek van Dorenbosch, de la Haye, van de Haterd, Huthoff, van Kleunen & Liefveld (2022) blijkt dat in grote delen van de Rijntakken en de Maas in het groeiseizoen een afname van het inundatieareaal wordt verwacht. In het (vroege) voorjaar zal er minder sprake zijn van tijdelijk overstroomde laagtes in uiterwaarden terwijl ondiepe uiterwaardplassen in de zomer vroeger of vaker zullen droogvallen. Door deze verdroging van de uiterwaarden gaan de vochtige habitats in areaal en kwaliteit achteruit. Met name de natte zachthoutooibossen in het bovenstroomse deel van de Rijntakken zullen hierdoor verder verruigen; langs de Maas is dit effect echter nauwelijks te verwachten omdat deze rivier grotendeels gestuwd is. Ook laaggelegen hooilanden (vossenstaarthooiland) worden hierdoor negatief beïnvloed. De best ontwikkelde vossenstaarthooilanden liggen echter benedenstrooms en/of in gereguleerde zomerpolders en worden dus veel minder beïnvloed. Het gewijzigde overstromingsregime heeft tot gevolg dat er in theorie meer ruimte zou komen voor relatief weinig overstroomde habitattypen, zoals stroomdalgraslanden, glanshaverhooilanden, essen-iepenbossen en hardhoutooibossen. De verwachting is dat het aandeel kleiige grond toeneemt terwijl er minder of zelfs helemaal geen zandige grond bijkomt. Dat zou betekenen dat het potentiële areaal glanshaverhooiland en essen-iepenbos toeneemt, maar het potentiële areaal stroomdalgrasland en hardhoutooibos niet of nauwelijks. Langs de Maas zijn de effecten op bestaande habitattypen veel geringer dan langs de Rijn, niet alleen omdat de verdroging hier minder is (geen bodeminsnijding), maar ook omdat er minder Natura 2000 gebieden. De zachthoutooibossen worden langs de Maas niet beïnvloed door klimaatverandering in het doorgerekende scenario. Kanttekening hierbij is dat de effecten op grondwaterstanden niet zijn meegenomen, wat met name langs de zandige en grindige Maastrajecten een invloedrijke factor kan zijn. In de graslanden langs de Zandmaas zijn wel veranderingen zichtbaar: De relatief natte delen inunderen

minder vaak en de relatief droge delen vaker. Hierdoor komt een groter deel van de habitattypen juist gunstiger te liggen omdat ze nu eigenlijk te droog liggen.
Tevens zorgen klimaatverandering en de rivierbodemdaling ervoor dat nevengeulen en strangen minder vaak verbonden zijn met het zomerbed en daardoor regelmatiger droogvallen. Om dit tegen te gaan vinden er te weinig aanpassingen aan het riviersysteem plaats, terwijl de rivierbodem verder zakt. Hierdoor kanaliseert de rivier, met name de Rijn, zich verder.

In onderstaande tabel is de Staat van Instandhouding van de Natura 2000-soorten gegroepeerd in soortgroepen (Van der Sluis et al, 2020). De situatie in 2050 is inclusief de maatregelen uit de Natuurverkenning Grote Rivieren (Rijksdienst van Ondernemend Nederland & Wageningen Environmental Research, 2019). Hieruit blijkt dat niet voor alle soortgroepen in 2050 een gunstige staat van instandhouding wordt bereikt.

Tabel 5-7 Doelstelling voor soorten in het kader van Natura 2000, de huidige (2018) Staat van instandhouding (SVI) en SVI in 2050. Groen is gunstig, oranje is matig ongunstig, rood is zeer ongunstig en grijs is onbekend (Van der Sluis et al., 2020)

Soortgroep	Gidssoort	Huidige SVI	SVI 2050
Grote zoogdieren	Otter		
Middelgrote zoogdieren			
Kleine zoogdieren			
Grote moerasvogels	Zwarte ooievaar		
Grote moerasvogels	Roerdomp		
Middelgrote moerasvogels	Grote karekiet		
Middelgrote moerasvogels	Kwartelkoning		
Kleine moerasvogels	Blauwborst		
Watervogels			
Amfibieën	Knoflookpad		
Invertebraten	Grindwolfspin		
Vissen	Barbeel		

De gidssoorten zijn tot zekere hoogte representatief voor de soortgroep waar deze toe behoort.

In de referentiesituatie zijn maatregelen uitgevoerd om de toestand in de Natura 2000-gebieden te verbeteren. Toch wordt nog niet aan alle instandhoudingsdoelen voldaan. Vanwege de grote impact van klimaatverandering scoort daarom zowel voor Rijn als Maas **'rood'**.

5.7.2 Natuurnetwerk Nederland

In deze paragraaf zijn de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) beschreven en beoordeeld.

Het Natuurnetwerk Nederland (NNN) beoogt het behoud en de verdere ontwikkeling van een samenhangend netwerk van natuurgebieden, bestaande uit kerngebieden, verbindende corridors en stapstenen. Voor het rivierengebied zijn de natuurdoelstellingen nader uitgewerkt in de Uitwerking PAGW natuuropgave (Van der Sluis et al., 2020) en die zijn vervolgens weer omgezet in een handelingsperspectief in de Ecologische systeemopgave PAGW-rivieren (Van Heusden et al., 2021). Deze PAGW-rivieren heeft bij uitstek betrekking op de (semi-)terrestrische ecosystemen.

Figuur 5-18 Ligging Natuurnetwerk Nederland (NNN) (Atlas van de Leefomgeving, 2022).

Huidige situatie

Het overgrote deel van de uiterwaarden is begrensd als NNN. Het zomerbed van de rivier maakt hier meestal geen deel vanuit. Er zijn geen specifieke gegevens bekend van de huidige situatie van het NNN in het rivierengebied. Gegevens zijn of landelijk of per provincie beschikbaar. Tussen de oogharen door kan er wel een globaal beeld worden geschetst van de huidige situatie van het Natuurnetwerk Nederland in het rivierengebied. De verwerving en inrichting van het NNN loopt landelijk drie jaar achter op schema (landelijke realisatie van 80.000 ha van 2011 - 2027) (Compendium voor de Leefomgeving, 2022a). Daarnaast zijn de ruimtelijke condities nog niet overal op orde. Hierbij zijn een gebrek aan voldoende grote leefgebieden en de mogelijkheid voor soorten om zich te kunnen verplaatsen knelpunten (Compendium van de Leefomgeving, 2022b). Volgens de Voortgangsrapportage Natuur 2020 (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Interprovinciaal Overleg & Bij12, 2020) zijn diverse natuurontwikkelingsprojecten in het kader van Ruimte voor de Rivier, Programma Maaswerken en Nadere Uitwerking Rivierengebied (NURG) reeds uitgevoerd.

Het rivierengebied is belangrijk voor een aantal karakteristieke natuurbeheertypen (Bij12, n.d.).

- N02.01 Rivier: hieronder vallen alle stromende wateren van de Rijn (met zijtakken), Maas en Overijsselse Vecht. Hierbij behoren ook de oevers en uiterwaarden, waarbij elk traject een eigen karakter heeft. De Gemeenschappelijke Maas bevat meer grind door een groter verval en hogere stroomsnelheden. Rivieren in het oosten stromen door zandige gebieden en hebben vrij hoge oeverwallen. In de Betuwe stromen rivieren door komkleigebieden en meanderen minder. In het westen zijn de rivieren breed en stromen traag en vallen onder zoetwatergetijderivieren. Knelpunten in het rivierengebied worden veroorzaakt door een versnelde afvoer, hoge piekafvoeren, mede door ontginning van de oorspronggebieden, klimaatverandering en bedijking. Sedimentatieprocessen zijn verstoord door kribben en versteende oevers, zandwinputten en grindgaten.
- N04.02 Zoete plas: dit zijn grote en kleine wateren met voedselrijk, vrij helder en nagenoeg stilstaand water met waterplanten. In het riverengebied zijn het vaak wielen, kolken, zandwinplassen en tichelputten. De variatie in de plassen hangt af van wind, diepte, helderheid en daarmee samenhangende plantengroei. Knelpunten zijn vaak troebel en te voedselrijk water door bijvoorbeeld vermesting uit landbouwgronden en het ontbreken van geleidelijke overgangen en ondieptes waar waterplanten kunnen groeien en vis kan paaien.
- N05.04 Dynamisch moeras: dit zijn moerassen met een hoge waterstand en een dynamisch waterpeil die periodiek overstromen. De moerassen komen voor langs rivieroevers en in oude rivierbeddingen op (voormalige) buitendijkse gronden. Het gaat om de laagdynamische delen in het verder hoogdynamische rivierengebied. Moeras is van groot belang voor vogels, vissen, amfibieën en enkele zoogdieren als bever, otter, noordse woelmuis en waterspitsmuis. Moerassen worden bedreigd door vermesting, verdroging, verbossing en te weinig dynamiek (natuurlijk fluctuerend waterpeil). Vaak gaat het om kleine oppervlaktes en liggen deze gebieden geïsoleerd.
- N10.02 Vochtig hooiland: vochtig hooiland is ontstaan door ontginning van moerassen en vochtige bossen en komt daarmee voor in de laagdynamische delen van het rivierengebied. Van bijzondere betekenis zijn de kievitsbloemhooilanden langs de IJssel (Scherenwelle), Zwarte Water en Vecht. Verder zijn deze graslanden, met veel microgradiënten naar hogere oeverwallen en rivierduintjes, van belang voor weidevogels als kemphaan en watersnip, vlinders, insecten en planten. Door ontginning, ontwatering en bemesting staan deze graslanden onder druk.
- N11.01 Droog schraalgrasland: in het rivierengebied omvat dit type laagproductieve, kruidenrijke en grazige vegetaties op oeverwallen en rivierduinen. De zogenaamde stroomdalgraslanden. Deze schraallanden zijn afhankelijk van voldoende basenrijkdom om verzuring tegen te gaan. De bodem levert veelal deze basen, maar kortdurende overstroming (tot in de wortelzone) of sedimentatie door rivierzand zijn noodzakelijk voor instandhouding van dit type. Ontginning, verzuring en bemesting zijn de belangrijkste knelpunten. Ook te weinig rivierdynamiek waardoor de buffering van de bodem niet op peil gehouden wordt is een bekend probleem.
- N12.03 Glanshaverhooiland: dit zijn bloemrijke hooilanden die in de uiterwaarden of op dijkhellingen voorkomen. Grote vossenstaarthooilanden horen ook bij dit natuurbeheertype en vormen overgangen naar vochtige hooilanden en komen meer in gestuwde riviertrajecten voor. Door intensiever agrarisch gebruik is veel glanshaverhooiland verloren gegaan. Het is een belangrijk leefgebied van de kwartelkoning.
- N13 Vogelgraslanden (N13.01 Vochtig weidevogelgrasland en N13.02 Wintergastenweide): dit zijn graslanden die worden beheerd ten behoeve van grote aantallen vogels (weidevogels, zwanen, ganzen en eenden). Wintergastenweide omvat voedselrijk, productief grasland als foerageergebied voor grasetende vogels. De graslanden zijn vochtig tot nat en daarom niet passend in een regulier agrarische bedrijfsvoering. Te intensief agrarisch beheer met daarbij een ongunstig maairegime en te droge omstandigheden (te lage grondwaterstand en het ontbreken van plas-dras) zijn de belangrijkste knelpunten.
- N14.014 Rivier- en beekbegeleidend bos: in het rivierengebied gaat het om hard- en zachthoutooibossen die periodiek overstromen. Ze zijn belangrijk voor broedvogels, de bever en

zeldzame mossen. Deze bossen zijn sterk achteruitgegaan door bedijking, verdroging en wijzigingen in de overstromingsdynamiek. Een ander belangrijk knelpunt is het kleine en versnipperde areaal waardoor robuuste eenheden met een bosklimaat nagenoeg verdwenen zijn in Nederland.

Grotere aaneengesloten natuurgebieden die in het rivierengebied tot ontwikkeling zijn gekomen en vaak integraal jaarrond begraasd worden, kunnen worden gerekend tot N01.03 Rivier- en moeraslandschap. Hierin komen boven beschreven natuurbeheertypen in mozaïek voor. Het voorkomen van top-predatoren als de zeearend, visarend en raaf zijn kenmerkend. De overstromingsdynamiek is een belangrijke factor. Deze is echter door allerlei ingrepen en door het verlagen van de rivierbodem verstoord.

In de huidige situatie wordt nog niet voldaan aan alle ecologische vereisten. De huidige situatie scoort daarom '**oranje**'.

Referentiesituatie
Het aantal hectares dat jaarlijks voor het NNN wordt ingericht is redelijk stabiel. Desondanks is en blijft versnelling nodig om het doel van ruim 80.000 hectare ingerichte natuur eind 2027 te behalen. Daarvoor resteert nog een periode van zes jaar. Daarom hebben provincies in 2021, in samenwerking met het ministerie van LNV, een Taskforce 'Versnelling inrichting restopgave 8 . ha extra natuur' ingesteld.
Op dit moment zijn enkele projecten, gericht op laagdynamische natuur, nog in voorbereiding: Meanderende Maas Ravenstein – Lith (500 ha) en dijkverlegging Paddenpol Zwolle-Olst (12 ha). Ook in voorbereiding is de realisatie van robuuste riviernatuur in de IJssel-Vecht Delta. Er is een onderzoeksfase gestart om te komen tot de ontwikkeling van overstromingsvlakten, ooibossen, geulen en rietmoeras (Ministerie van Lanbouw, Natuur en Voedselkwaliteit et al., 2020).

De verwachting is wel dat in 2050 het merendeel van het NNN is verworven en ingericht. Dit moet de knelpunten ten aanzien van connectiviteit verkleinen. Of de gewenste natuurkwaliteit wordt gerealiseerd is nog maar de vraag, omdat hiervoor meer complexe ingrepen in het riviersysteem nodig zijn. Doorgaande erosie van het zomerbed zal verdroging van natte natuur versterken. En de verstoorde hydro- en morfodynamiek staat ook een natuurlijker overstromingsregime, essentieel voor realisatie van riviereigen natuur, in de weg.

Zoals reeds in paragraaf 7.1.2 beschreven zal klimaatverandering deze knelpunten alleen maar versterken. De referentiesituatie scoort daarom ook '**rood**'.

PAGW
Het doel van het PAGW is het realiseren van een en klimaatbestendig rivierecosysteem waarin alle belangrijke habitats en kenmerkende soorten een plaats vinden. De ontwikkeling van vier hotspots van grootschalige samenhangende natuur langs de grote rivieren die via een 'kralensnoer' (corridors en stapstenen) met elkaar verbonden zijn resulteert een netwerk van natuurgebieden (zie ook Figuur 5-11).

De doelstelling van het PAGW sluit aan bij de realisatie en kwaliteitsverbetering van het NNN in het rivierengebied. De connectiviteit in het rivierengebied en ook met binnendijkse natuurgebieden versterkt. Aandachtspunt is wel dat de voedselbeschikbaarheid in ganzenfoerageergebieden zal afnemen wanneer agrarisch gebruik geheel zal stoppen (met name in de hotspots), wat overigens waarschijnlijk ook in de referentiesituatie zal spelen door uitvoering van de Wet stikstofreductie en natuurverbetering (extensivering van de landbouw). De kwaliteit van de uiterwaarden als slaapplaats en waterfoerageergebied voor ganzen zal juist toenemen door meer open water. De score van de alternatieven, inclusief PAGW, op de wezenlijke kenmerken en waarden is daarmee zeer positief **(++)**.

5.7.3 Kaderrichtlijn water

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050).

Huidige situatie
De huidige KRW-toestand van oppervlaktewaterlichamen wordt bepaald door de ecologische toestand (aan de hand van de biologische toestand, algemeen fysisch-chemische toestand en concentraties van specifiek verontreinigende stoffen) en de chemische toestand (concentratie van prioritaire stoffen). De indeling in KRW-oppervlaktewaterlichamen wijkt op een aantal plaatsen af van de voor het IRM gehanteerde indeling. De relatie tussen de voor de rivieren Rijn en Maas aangewezen KRW-oppervlaktewaterlichamen en de deeltrajecten is aangegeven in de onderstaande tabel:

Rijn		**Maas**	
Deeltraject	**Oppervlaktewaterlichaam**	**Deeltraject**	**Oppervlaktewaterlichaam**
1	Bovenrijn, Waal Boven- (en Beneden-)Merwede	4	Beneden Maas Bergsche Maas Bovenmaas Bedijkte Maas Grensmaas Zandmaas
2	Nederrijn, Lek		
3	IJssel Vechtdelta Groot-Salland (Vecht – Zwarte Water)		

De KRW-toestand van deze oppervlaktewaterlichamen is met tabellen weergegeven in Bijlage 2.
In de huidige situatie is de toestand voor 'overige waterflora' (water- en oeverplanten) in de Maas-waterlichamen (deeltraject 4) in het algemeen goed. De toestand voor macrofauna is daarentegen ontoereikend en voor vissen is de toestand matig tot ontoereikend. Mogelijke oorzaken voor de ontoereikende toestand voor macrofauna zijn de opkomst van exoten, het gebrek aan variatie in natuurlijk substraat en periodieke verstoring door hydrodynamiek of lozingscalamiteiten (Reeze et al., 2020). Ook vissen ondervinden problemen door de opkomst van exoten. In de Maas neemt de biomassa van vissen af; de oorzaken hiervan zijn niet onderzocht (Reeze et al., 2020).

De huidige situatie voor de Rijn-waterlichamen is niet veel beter. In Zwartewater/Vecht (deeltraject 3) en Bovenrijn/Waal (deeltraject 1) scoort de overige waterflora goed, maar in de overige oppervlaktewaterlichamen is de toestand matig. Alleen in Zwartewater/Vecht is er een goede toestand voor macrofauna, voor de andere waterlichamen is de toestand matig. De belangrijkste oorzaken zijn de aanwezigheid van exoten en de afwezigheid van voldoende natuurlijk substraat (Reeze et al, 2017). De toestand voor vis varieert: 'goed' in Boven- en Beneden-Merwede (deeltraject 1), 'm'tig' in Zwartewater/Vecht (deeltraject 3), en ontoereikend in de overige waterlichamen. Lagere scores op de vissenmaatlat zijn mogelijk veroorzaakt door de opkomst van exotische grondels, een achterblijvende ontwikkeling van waterplanten, beperkte uitwisselingsmogelijkheden met zijwateren en onttrekking door visserij (Reeze et al., 2017).
In de meeste waterlichamen, dus voor alle deeltrajecten, is de fysisch-chemische kwaliteit in het algemeen goed. Dat geldt niet voor stikstof-concentratie, die in vooral in de Maas (deeltraject 4) 'matig' scoort.

Een aantal van de specifiek verontreinigende stoffen overschrijden zowel in de Rijn als in de Maas de normen en zorgen daarmee voor een 'slechte' toestand. Het gaat onder meer om benzo(a)anthraceen, seleen en zilver.

Voor alle oppervlaktewaterlichamen in zowel Rijn als Maas (alle deeltrajecten) geldt een 'slechte' chemische toestand, omdat meerdere prioritaire stoffen de norm overschrijden. Veel waargenomen norm overschrijdende stoffen zijn benzo(a)pyreen, kwik, PBDE's fluorantheen en hexachloorbutadieen. Oorzaken zijn de (deels historische) belasting vanuit industrie en diffuse bronnen. Opkomende stoffen als medicijnresten en microplastics vormen mogelijk een toenemend probleem (Reeze et al, 2020).

Er is naar aanleiding van bovenstaande beschrijving een ‘**oranje**’ beoordeling toegekend aan de huidige situatie (voor KRW-toestand van zowel Rijn als Maas).

Referentiesituatie
Er is een aantal positieve trends gaande die in de referentiesituatie kunnen zorgen voor een betere biologische toestand dan de huidige situatie. Positief is bijvoorbeeld de (lichte) toename in de hoeveelheid waterplanten in de rivieren en de ecologische kwaliteit ervan Reeze et al, 2017; Reeze et al, 2020). Ook positief zijn de KRW-maatregelen die voor de komende KRW-planperiode van 2022-2027 zijn gepland: deze moeten ervoor zorgen dat in 2027 wordt voldaan aan het GEP (Goed Ecologisch Potentieel). Zo is voor alle KRW-oppervlaktewaterlichamen van zowel Rijn als Maas 'voorspeld’ (maar door veel experts niet verwacht) dat het doel voor alle biologische kwaliteitselementen het doel in 2027 'redelijk zeker’ of 'vrijwel zeker’ wordt bereikt. Anderzijds zijn er ook ontwikkelingen die voor een verslechtering van de toestand kunnen zorgen. Zo worden er in toenemende mate exoten waargenomen in de groepen waterplanten, macrofauna en vissen en zorgt klimaatverandering door onder meer droogval en hogere afvoeren voor extra druk op het aquatisch ecosysteem. Ook na 2027 is een achteruitgang van de KRW-toestand niet toegestaan. Voor de periode 2027-2050 zal het nastreven van de KRW-doelen daarom om (verplichte) inspanningen blijven vragen.

De fysische chemie, medebepalend voor de ecologische toestand, is in de referentiesituatie vrijwel op orde voor alle deeltrajecten. Ook het doel voor de concentratie totaal-stikstof, die in de huidige situatie met name in de Maas (deeltraject 4) nog te hoog is, zal naar verwachting 'vrijwel zeker’ voldoen. Anderzijds bestaat er wel een risico op een te hoge watertemperatuur als gevolg van de klimaatverandering. Voor een aantal van de specifiek verontreinigende stoffen en de prioritaire stoffen die in de huidige situatie de norm overschrijden is het ‘onzeker’ of deze in de toekomst wel aan de norm voldoen.

Omdat er zowel positieve als negatieve ontwikkelingen zijn met invloed op de KRW-toestand, omdat ook na 2027 de KRW-toestand niet mag verslechteren en omdat er een aantal stoffen zowel in de huidige situatie als in de referentiesituatie niet voldoet aan de norm wordt ook aan de referentiesituatie voor alle deeltrajecten een ‘**oranje**’ beoordeling toegekend voor de KRW-toestand van oppervlaktewaterlichamen van zowel Rijn als Maas.

5.7.4 Beschermde soorten

In deze paragraaf zijn de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) beschreven en beoordeeld. In deze paragraaf wordt met name aandacht besteed aan die beschermde soorten die vooral gebonden zijn aan het rivierengebied.

Soortenbescherming (het beschermen van specifieke soorten planten en dieren) is één van de hoekstenen van het natuurbeleid. Deze bescherming beperkt zich niet tot de Natura 2000-gebieden en het NNN. Het gaat ook over plant- en diersoorten die niet zijn opgenomen in de Vogel- en Habitat-richtlijnen, maar waarmee het gewoonweg niet goed gaat, zoals insecten. Soortenbescherming kan de vorm hebben van juridische maatregelen, maar ook van fysieke maatregelen om leefgebieden in stand te houden of te verbeteren. Ook kan het gaan om maatregelen die beschermde populaties kunnen versterken. De fysieke inrichtings- en herstelmaatregelen die worden uitgevoerd voor Natura 2000, de uitbreiding van het NNN en het behalen van doelstellingen voor onder andere de Kaderrichtlijn Water (KRW) en het agrarisch natuurbeheer, zijn primair gericht op de soorten van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Dat neemt niet weg dat ook grote aantallen andere soorten hier baat bij hebben.

Huidige situatie
Het rivierengebied omvat een aantal leefgebieden die van belang zijn voor beschermde soorten:

- Rivier: de rivier is een belangrijke migratieroute voor trekvis (zoals **houting**, **steur**, **kwabaal** (Ravon.nl, n.d.). Deze vissen trekken vanaf de Noordzee naar de meer binnenlands gelegen paaigronden. De stuwen, gemalen en sluizen die de vissen onderweg tegenkomen zijn hierbij barrières. In het kader van KRW zijn al veel van deze barrières vispasseerbaar gemaakt, zoals de Haringvlietsluizen. De Maas loopt hierin wat achter. Ook scheepvaart zorgt voor desoriëntatie en vormt een knelpunt in de functionaliteit van de rivieren als migratieroute. Door riviernormalisatie en visserij is leefgebied van de steur verloren gegaan. Het leefgebied van de kwabaal is daarnaast ook bedreigd door intensivering van de landbouw waardoor overstromingsvlaktes, waar de soort zich voortplant, zijn verdwenen. De rivier is belangrijk als migratieroute voor vleermuizen. De **meervleermuis** (zoogdiervereniging, 2019) trekt in het najaar onder andere via de rivieren naar de winterverblijven in bunkers, groeves en zelfs omringende gebergtes. Het rivierengebied is ook een belangrijk foerageergebied van de meervleermuis. Het foerageergebied is door rivierverruimende maatregelen verbeterd. De verbindende functie wordt bedreigd door verlichting van bruggen/sluizen en de oevers langs het water. De **rivierrombout** (de Vlinderstichting, n.d.) leeft als larve in de rivier en gebruikt de strandjes om uit te sluipen. De soort heeft zich afgelopen periode uitgebreid en is plaatselijk vrij algemeen. Verbetering van de kwaliteit van rivierwater heeft waarschijnlijk in belangrijke mate bijgedragen aan de hervestiging in Nederland. De **bataafse stroommossel** (Nature Today, 2021) is een beschermde soort die niet meer in Nederland voorkomt. Door sterke verbetering van de waterkwaliteit zou herintroductie een mogelijkheid zijn.
- Nevengeulen en plassen: de **otter** (NDFF Verspreidingsatlas Zoogdieren, n.d.) is een soort die gebonden is aan visrijke wateren met voldoende beschutting en rust. De soort wordt nu vooral aangetroffen in de Gelderse Poort, de IJssel en Zwarte Water en kent een sterk positieve trend, mede door verbetering van de waterkwaliteit. Otters kunnen grote afstanden afleggen en daardoor vormt de bestaande infrastructuur een belangrijk knelpunt voor het bereiken van een duurzame populatie.
- Ooibos: de **bever** (Bij12, 2017) heeft afgelopen decennia, nadat de soort voor het eerst is uitgezet, een enorme opmars gemaakt in Nederland, mede dankzij projecten als Ruimte voor de Rivier. De soort komt langs alle rivieren voor. Het voedsel bestaat onder andere uit houtige gewassen en de burcht wordt op een beschutte plaats gemaakt. De bever kent geen knelpunten om een duurzame instandhouding te bereiken.
- Moeras en rietlanden: dit zijn laagdynamische milieus waar de rivierdynamiek minder kans heeft. Er is minder inundatie en er zijn minder peilfluctuaties. Moeras en rietlanden kunnen hier tot ontwikkeling komen; dit is het leefgebied voor **kamsalamander** (Bij12, 2017), **grote modderkruiper** (Bij12, 2021)**, heikikker** (Bij12, 2017) en **rugstreeppad** (Bij12, 2017)**.** Het leefgebied van de kamsalamander, heikikker en de grote modderkruiper staat onder druk door verdroging waardoor moeras en rietland dichtgroeien. Verder gaat het vaak om kleine geïsoleerde populaties die hierdoor kwetsbaar zijn voor negatieve invloeden met name als gevolg van intensivering van de landbouw. Ook de rugstreeppad laat een negatieve trend zien en is sinds 1950 met 40% afgenomen.
- Oeverwallen en droge graslanden: zandige en minder voedselrijke grond zijn van nature standplaats van het **groot spiegelklokje**, **grote leeuwenklauw**, **wilde ridderspoor** en **wilde averuit** (NDFF Verspreidingsatlas Vaatplanten, 2023). Door de intensieve landbouw en gebruik van pesticiden zijn deze soorten zeldzaam in Nederland. De **knoflookpad** (Ravon.nl, n.d.) is een soort die grotendeels ondergronds leeft en daarmee afhankelijk is van zandige en goed vergraafbare grond. De soort komt dan ook vooral langs de Maas en IJssel voor. De soort plant zich voort in laagdynamische wateren. Een knelpunt is de verhoogde hydrodynamiek en de intensivering van de uiterwaarden.
- Akkers in de uiterwaarden: **akkerogentroost, akkerboterbloem, getande veldsla, naaldenkervel** en **stijve wolfsmelk** (NDFF Verspreidingsatlas Vaatplanten, 2023) zijn soorten van ruderale terreinen en extensief beheerde akkers. Door intensivering van het landbouwkundig gebruik zijn deze plantensoorten zeer zeldzaam in Nederland.

De staat van instandhouding van een soort wordt bepaald door de verspreiding en grootte van de populaties van de soort in het natuurlijke verspreidingsgebied. Van bovenstaande soorten kan alleen van de bever gezegd worden dat deze in een gunstige staat van instandhouding verkeerd. Veel van de soorten kennen wel een positieve trend door recente verbeteringen in het rivierengebied zoals de vissen en de otter. Maar er is nog geen sprake van een duurzame instandhouding. Plantensoorten hebben ondervinden grote knelpunten ten aanzien van het intensieve landgebruik en de versnipperde standplaatsen. De score is daarmee '**oranje**'. Er is hierbij geen onderscheid tussen Rijn en Maas.

Referentiesituatie
Door reeds ingezette maatregelen in het kader van rivierverruiming, KRW zullen soorten die gebonden zijn aan een dynamisch riviersysteem zoals de vissen, rivierrombout, meervleermuis en otter hier verder van profiteren. Bij rivierverruiming is ook aandacht voor behoud van laagdynamische milieus zodat het leefgebied van de amfibieën en grote modderkruiper verder verbetert. Beschermde vaatplanten in het rivierengebied zijn veelal soorten van ruderale terreinen en extensieve akkers en daarmee niet direct gebonden aan het rivierengebied. Door intensivering van de landbouw is de duurzame instandhouding van deze soorten zeer ongunstig en deze soorten zullen ook niet direct profiteren van rivierverruimende maatregelen. Maatregelen in het kader van het NNN, die ook gericht zijn op terrestrische soorten, bieden hierbij nog de beste kansen om deze soorten te behouden.

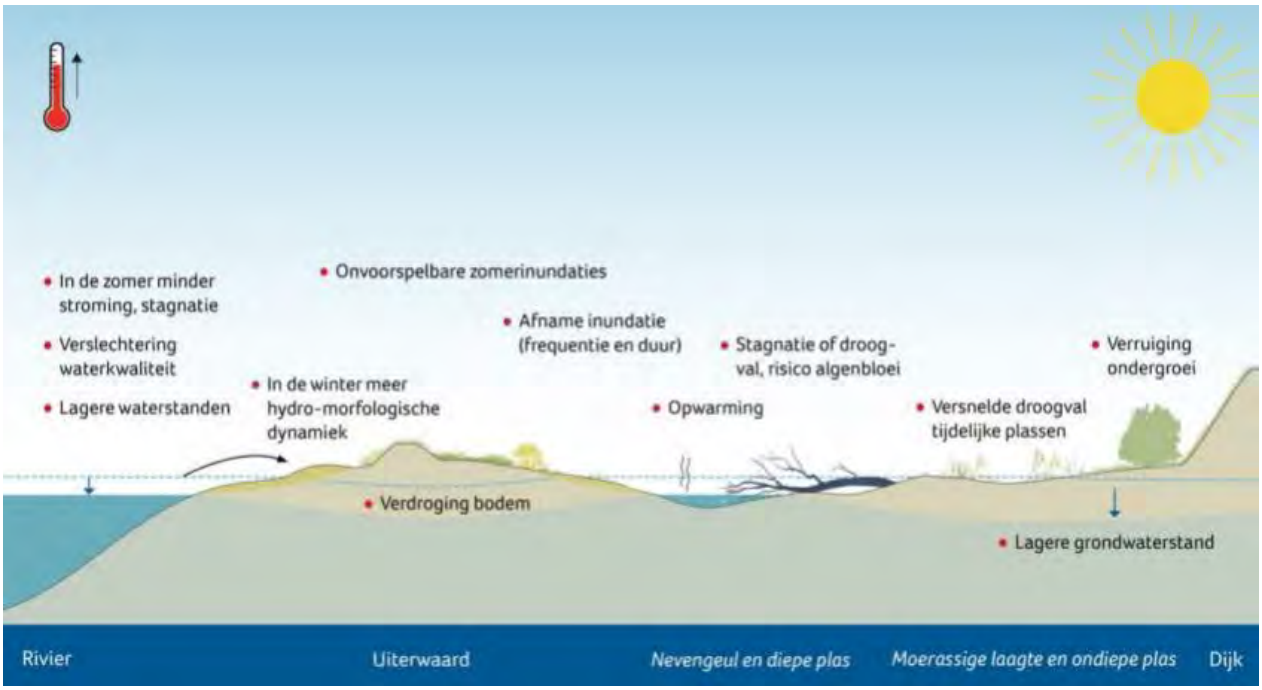
Een belangrijk knelpunt zijn de gevolgen van klimaatverandering. Uit OBN-onderzoek van Dorenbosch et al. (2022) blijkt dat klimaatverandering er voor zal zorgen dat het vroeger in het voorjaar warmer wordt en er vaker hittegolven en langere droogteperiodes zullen zijn. In combinatie met het uitblijven van voorjaarshoogwaters en rivierinsnijding ligt het in de lijn der verwachting dat ondiepe geïsoleerde plassen in uiterwaarden sneller en vaker droog gaan vallen.

Kenmerkende vispopulaties ondervinden nadeel als de voorjaarsinundaties van de uiterwaarden afnemen en de watertemperaturen toenemen, evenals de toename van de verstuwingsgraad. Dit effect van toenemende stagnatie geldt voor de gestuwde trajecten, maar ook voor de vrij afstromende riviertrajecten zoals de Gemeenschappelijke Maas, de Waal en de IJssel. Deze zullen steeds minder vaak echt stromen in de zomerperiode en daarmee minder aantrekkelijk worden voor stroomminnende soorten. Met name in de benedenlopen van de rivieren zal de stroming gemiddeld steeds verder afnemen. Vroegtijdige droogval van nevenwateren (reeds aan het begin van de zomer) is ook negatief voor de kenmerkende vissoorten die daar voorkomen. Ook soorten die in enige mate droogte resistent zijn zoals grote modderkruiper en kroeskarper kunnen extreem lange droge periodes niet lang overleven. Net als bij macrofauna geldt daarnaast dat veel kenmerkende riviervissen gevoelig zijn voor hoge temperaturen en lage zuurstofgehaltes. Kwabaal is een voorbeeld van een soort die zeer gevoelig is voor de effecten van opwarming en die zich in de toekomst waarschijnlijk niet meer kan handhaven in de Nederlandse rivieren. Maar ook stroomminnende soorten zoals zalmachtigen, rivierdonderpad en serpeling zijn relatief slecht bestand tegen hoge watertemperaturen in de zomer.

Ook van de amfibieën zijn verschillende soorten gevoelig voor klimaatverandering, vooral voor verdroging van hun leefgebieden en met name van voortplantingswateren vroeg in het jaar. Droogval van voortplantingswateren laat in de zomer is in principe gunstige voor de meeste amfibieën, prederende vissen verdwijnen uit de wateren. Versnelde droogval van ondiepe voortplantingswateren in het voorjaar of aan het begin van de zomer is echter desastreus voor het voortplantingssucces, zeker als dit meerdere jaren achter elkaar gebeurd. Dit betreffen vooral soorten met een beperkte verspreiding in het rivierengebied zoals kamsalamander, rugstreeppad en heikikker. Lokaal kan dit populaties van amfibieën (met name kamsalamander, rugstreeppad en heikikker) en vissen sterk schaden, vooral in uiterwaarden waar weinig diepte variatie in ondiepe wateren aanwezig is. Klimaatverandering zal ook resulteren in hogere watertemperaturen, met name bij plassen ondieper dan 4m. Hogere watertemperaturen zullen resulteren in

een lagere zuurstofoplosbaarheid. In stilstaande, ondiepe wateren kan in combinatie met een hoge zuurstofvraag door planten en algen 's nachts en/of door afbraakprocessen in de zomer, de zuurstofconcentratie tijdelijk sterk dalen. In sommige gevallen daalt de zuurstofconcentratie zo sterk dat vissen in acute zuurstofstress komen en kunnen sterven. Ook tweekleppigen en haften kunnen slecht tegen hoge temperaturen. Naast knelpunten door droogte en opwarming ontbreken in ondiepe plassen ook overwinteringsplekken voor vissen, waar een relatief constante watertemperatuur heerst.

Veranderingen in de samenstelling van de vogelpopulatie langs de rivieren volgen deels op de veranderingen als gevolg van verdroging van het leefgebied en afname van voedselbeschikbaarheid. Bij vogels kan de verschuiving van afvoerpatronen en de afname van voorjaarsinundaties vooral voor moerassoorten een toenemend knelpunt vormen (bijvoorbeeld porseleinhoen). Vooral in het kwetsbare broedseizoen staat de beschikbaarheid van voldoende natte zones voor de voedselvoorziening hierbij onder druk. De score in de referentiesituatie voor beide rivieren Rijn en Maas dan ook '**rood**'.



Figuur 5-19 Samenvatting effecten klimaatverandering langs rivieren (Dorenbosch et al., 2022).

5.7.5 Totaalbeoordeling natuur

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen van de huidige en referentiesituatie voor Natura 2000, Natuurnetwerk Nederland, Kaderrichtlijn soorten en beschermde soorten samengevat.

Table 5-8 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

	Aspect	HS 2020	REF2050	HS 2020	REF2050
		Rijn		Maas	
Natuur	Natura 2000 gebieden				
	Natuurnetwerk Nederland				
	Kaderrichtlijn Water				
	Beschermde soorten				

5.8 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

5.8.1 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor landschap, cultuurhistorie en archeologie.

Het Nederlandse rivierengebied kent een eeuwenoude geschiedenis. Al vroeg ontdekte men de meerwaarde van de aanwezigheid van de rivier. Zo ontstonden er al vroeg nederzettingen op de hoger gelegen oeverwallen langs de rivieren. De aanwezigheid van de rivier, van water en de aanvoer van sediment maakte de grond vruchtbaar en zeer geschikt om voedsel op te produceren. In de uiterwaarden en langs de rivieren werd het landschap dusdanig ingericht en ingeplant dat men er landbouw kon bedrijven.

De rivier zorgde ook voor een prettige vervoersmogelijkheid en handel waardoor havens en handelsteden langs de rivier ontstonden.

Om ervoor te zorgen dat de mens ook bij de rivier kon blijven wonen werd de mens steeds meer bedreven in het omgaan met water. Men bouwde dijken en waterwerken om het land veilig te houden en te beschermen tegen te hoog water.

Later zijn de rivieren ook militair van belang geworden als grenzen (zoals de Romeinse Limes) en waterlinies (zoals de Brabantse waterlinies en de Hollandse waterlinies). Dit zorgde voor vestingsteden en verdedigingswerken langs de dijken en in de uiterwaarden. Niet alleen zorgde de rivier voor vruchtbare grond maar ook voor bruikbare zand en klei. Hierdoor ontstond er in de uiterwaarden een levendige handel in zand en steen wat resulteerde in steenfabrieken en zandwinplassen. Deze zandwinplassen hebben naderhand vaak ook een ecologische en recreatieve waarde ontwikkeld.

Al deze verschillende vormen van gebruik, door de decennia heen, hebben hun sporen in het landschap achtergelaten. Sporen in de vorm van archeologische waarden in de grond, cultuurhistorische waarden in

structuren en elementen en landschappelijke waarden in de inrichting van de uiterwaarden, de dijken en het nabije achterland.

De cultuurhistorische waarde van de rivieren is groot, verspreid over zowel de maas als de Rijntakken liggen verdedigingslinies, schootsvelden, oude meanders, agrarisch cultuurlandschap, ongepercelleerd grasland, kastelen, bebouwingslint aan de dijk, monumenten aan of op de dijken in de uiterwaarden, oude verkavelingspatronen oude wegen en paden, historische stads- en dorpsgezichten, monumentale boerderijen.

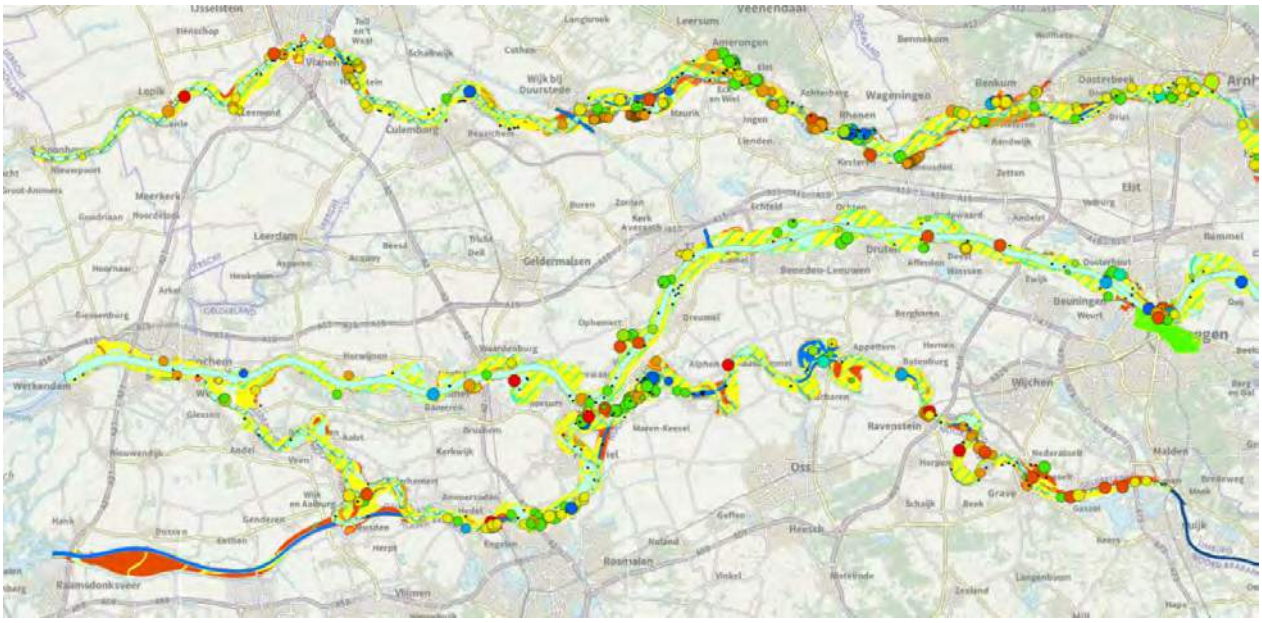
Archeologische waarden liggen verspreid over het gehele rivierengebied. Zij bestaan uit restanten van bebouwingslinten, kastelen, oude landschappelijke structuren langs de rivieren.

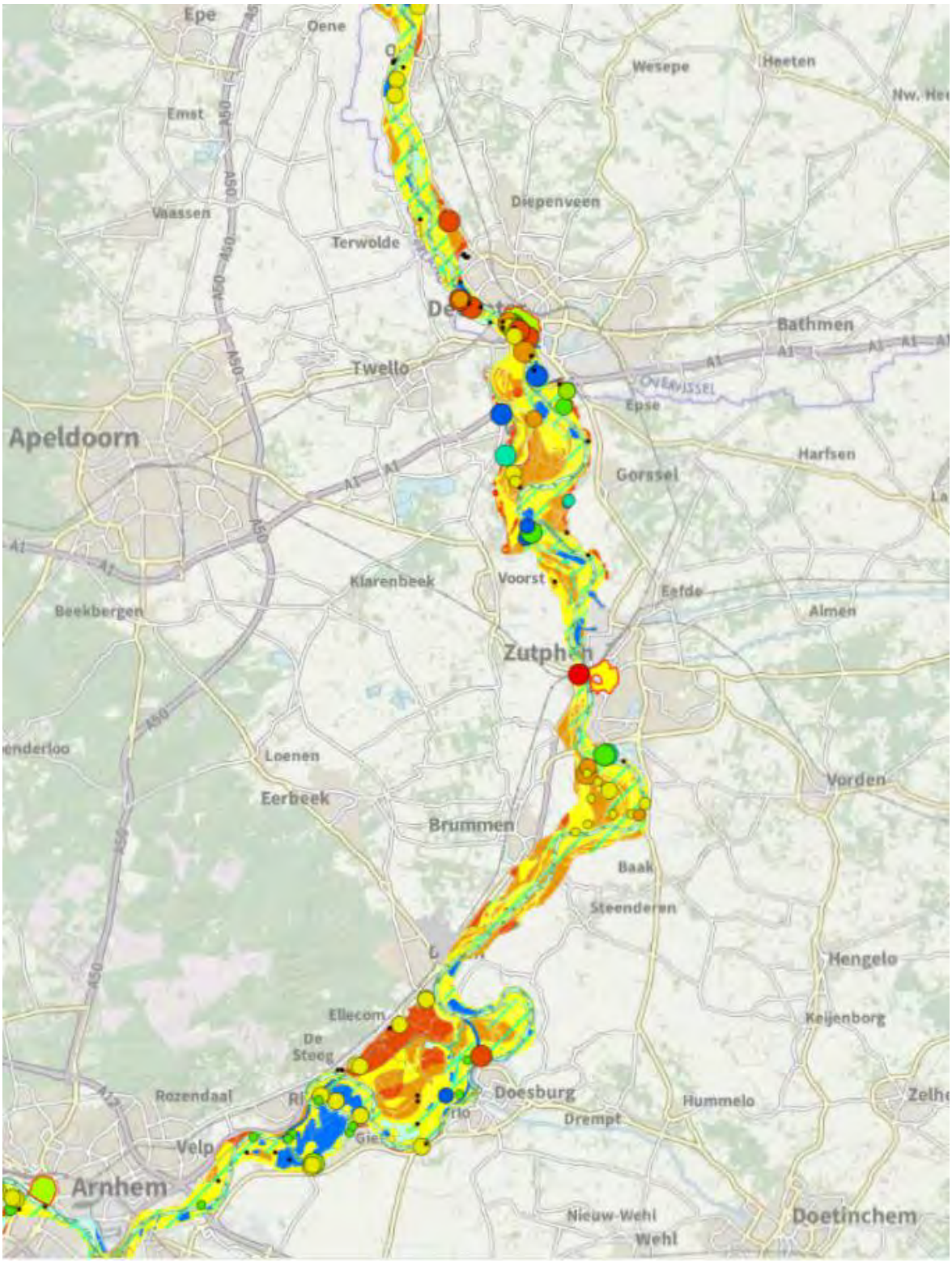
Huidige situatie
In de huidige situatie zijn de landschappen van de Rijntakken en de Maas intensief gebruikt. Dit gebruik is in het landschap ook goed terug te zien. Al deze vormen van gebruik hebben hun sporen en structuren aan het landschap toegevoegd. Sporen en structuren zoals natuurgebieden, boomstructuren, dijken, dorpen, waterpoelen, waterwerken, recreatiegebieden.
Al deze structuren geven invulling aan de landschappelijke waarden van het rivierengebied. Iedere rivier kent zijn eigen structuren, sferen en karakteristieken en is zijn eigen manier een waardevol landschap. Zo kent de IJssel een sterke meandering, Snijdt de Maas zich in Limburg in een terrassenlandschap en kent de Waal een heel brede bedding met vaak grote uiterwaarden.
Het gehele rivierengebied is verdeeld in verscheidene waardevolle landschappen waardoor de landschappelijke waarde hoog is.
Aan, langs en in de rivieren liggen veel cultuurhistorische waarden. Deze waarden zijn vaak direct verbonden met het landschap zoals maasheggen, bakenbomen, dijken en ontginningen maar kunnen ook aan het gebruik gerelateerd zijn zoals dorpsgezichten, kerken, steenfabrieken en verdedigingswerken. Al deze elementen zijn nog steeds in meer of mindere mate in het landschap zichtbaar en aanwezig waardoor de cultuurhistorische waarde van het rivierengebied hoog is [Rijksdienst voor het cultureel erfgoed, 2022]

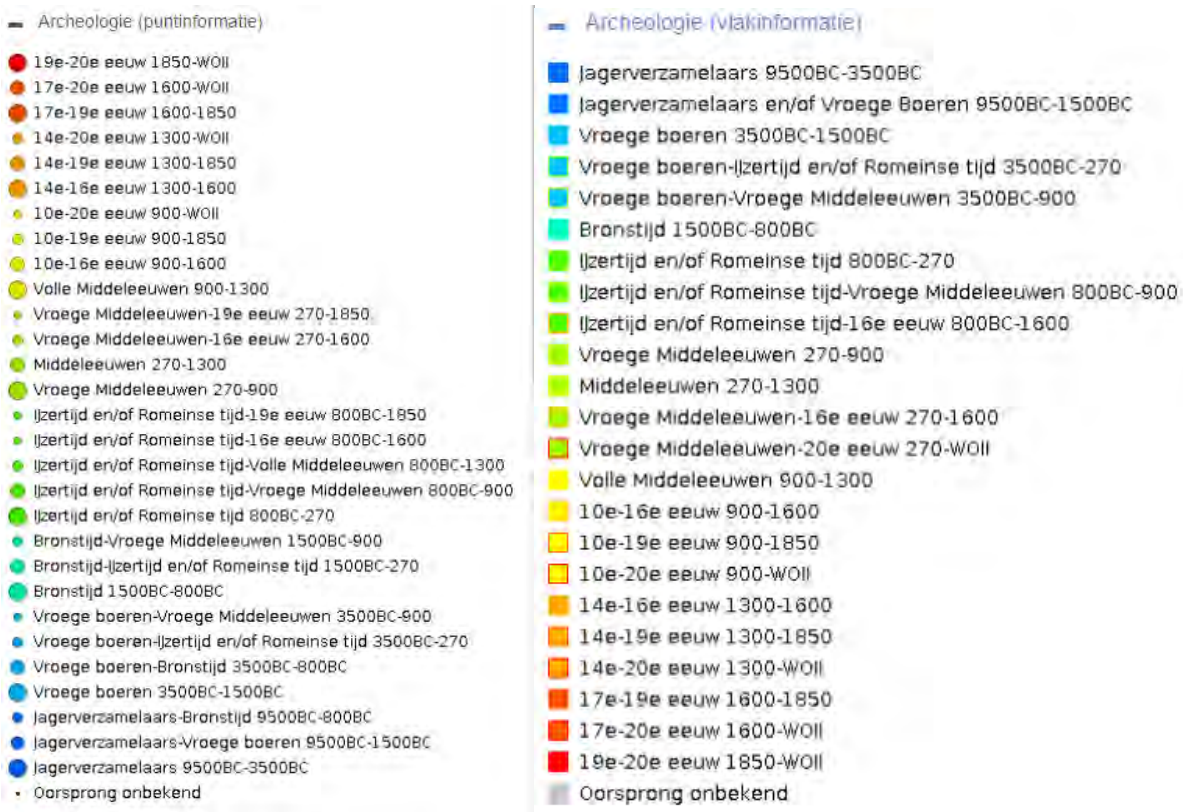
Door de jarenlange geschiedenis van bewoning aan de rivieren en de dijken is de archeologische waarden van het rivierengebied en de dijken erg hoog (zie ook onderstaand figuur).

Op basis van bovenstaande omschrijving krijgen de Rijntakken en de Maas een ‘**groene**’ beoordeling voor landschap cultuurhistorie en archeologie.

Royal HaskoningDHV


Culemborg
Geldermalsen
Wijchen
Oss
Ravenstein
Grave
Druten
Beuningen
Elst
Arnhem
Nijmegen
Tiel
Zaltbommel
Maasdonksveer
Vianen
Leerdam
Meerkerk
Werkendam
Gorinchem
Hardinxveld-Giessendam
Waardenburg
Woudrichem
Heusden
Andel
Kerkwijk
Maren-Kessel
Ophemert
Dreumel
Druten
Zetten
Wageningen
Rhenen
Amerongen
Veenendaal
Leersum
Cothen
Wijk bij Duurstede
Schalkwijk
Vianen
Lopik
Nieuwpoort
Goudriaan
Hoornaar
Arkel
Giessen
Nieuwendijk
Dussen
Asperen
Acquoy
Beesd
Tricht
Deil
Buren
Zoelen
Kerk Avezaath
Echteld
Orsten
Andelst
Rijswijk
Bemmel
Doesburg
Doetinchem
Dodewaard
Bemmel
Ochten
Lienden
Kesteren
Maurik
Ingen
Randwijk
Driel
Heteren
Bennekom
Benkum
Oosterbeek
Arnhem
Velddriel
Ammerzoden
Rossum
Zuilichem
Hedel
Kerkwijk
Brakel
Deil
Haaften
Zijderveld
Ochten
Echteld
Zetten
Randwijk
Heteren
Oosterbeek
Arnhem
Elst
Velddriel
Rossum
Zuilichem
Hedel


Epe
Oene
Wesepe
Heeten
Emst
Vaassen
Diepenveen
Terwolde
Bathmen
Twello
Apeldoorn
Gorssel
Harfsen
Klarenbeek
Voorst
Eefde
Almen
Beekbergen
Zutphen
Loenen
Eerbeek
Vorden
Brummen
Baak
Steenderen
Hengelo
Keijenborg
Ellecom
De Steeg
Rozendaal
Doesburg
Hummelo
Drempt
Velp
Arnhem
Nieuw-Wehl
Wehl
Doetinchem



Figuur 5-20 Uitsnede verwachtingskaart uiterwaarden rivierengebied: Archeologische waarden in de uiterwaarden (Rijksdienst Cultureel Erfgoed, 2022).

Referentiesituatie

De verlaging van de waterstand en grondwaterstand kan een negatieve impact hebben op de landschappelijke waarden. Deze verlaging heeft impact op de aanwezige beplantingstructuren en landschappen die in de uiterwaarden aanwezig zijn. Zij zullen een negatieve impact ondervinden van de waterstandverlaging. De sedimentonttrekking zal verder gaan waardoor meer van de uiterwaarde ontgraven zal worden, hierdoor worden landschappelijke waarden ter plaatse verder aangetast.

De huidige dijk heeft een cultuurhistorische waarde en de doorgaande dijkversterking zal deze waarde negatief beïnvloeden. Waardevolle elementen en monumenten aan de dijk zullen mogelijk moeten wijken voor de dijkversterking en zichten op historische kernen kunnen mogelijk verdwijnen doordat de dijk hoger wordt. De verlaging van de grondwaterstand kan ervoor zorgen dat cultuurhistorisch waardevolle beplantingsstructuren verdwijnen en er kan paalrot ontstaan bij monumenten nabij de rivier.

De waterstandsverlaging kan een negatieve impact op de archeologische waarden in de bodem hebben. Doordat de grondwaterstand verandert, veranderen ook de ondergrondse condities waardoor zij mogelijk niet meer behouden blijven.

Zowel in de Rijntakken als in de Maas vinden lopende projecten doorgang zoals Meanderende Maas en het Klimaatpark. Dit zorgt ervoor dat hier landschappelijke waarden kunnen worden toegevoegd en cultuurhistorische waarden kunnen worden behouden. Deze ingrepen hebben (door hun kleinere oppervlakte) een beperkte positieve impact op de beoordeling.

Op basis van bovenstaande omschrijving krijgen de Rijntakken en de Maas een '**oranje**' beoordeling voor landschap, cultuurhistorie en archeologie.

5.8.2 Totaalbeoordeling landschap, cultuurhistorie en archeologie

In onderstaande tabellen is de beoordeling op landschap, cultuurhistorie en archeologie samengevat. Het verdient de aanbeveling dat in elk stadium van de realisatie rekening gehouden dient te worden met cultuurhistorie, archeologie en landschap.

Tabel 5-9 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

	Aspect	HS 2020	REF 2050	HS 2020	REF 2050
		Rijn		Maas	
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Effect op landschappelijke waarden	😐	😐	😐	😐
	Effect op cultuurhistorische waarden	😐	😐	😐	😐
	Effect op archeologische waarden	😐	😐	😐	😐

5.9 Bodem en zout-indringing

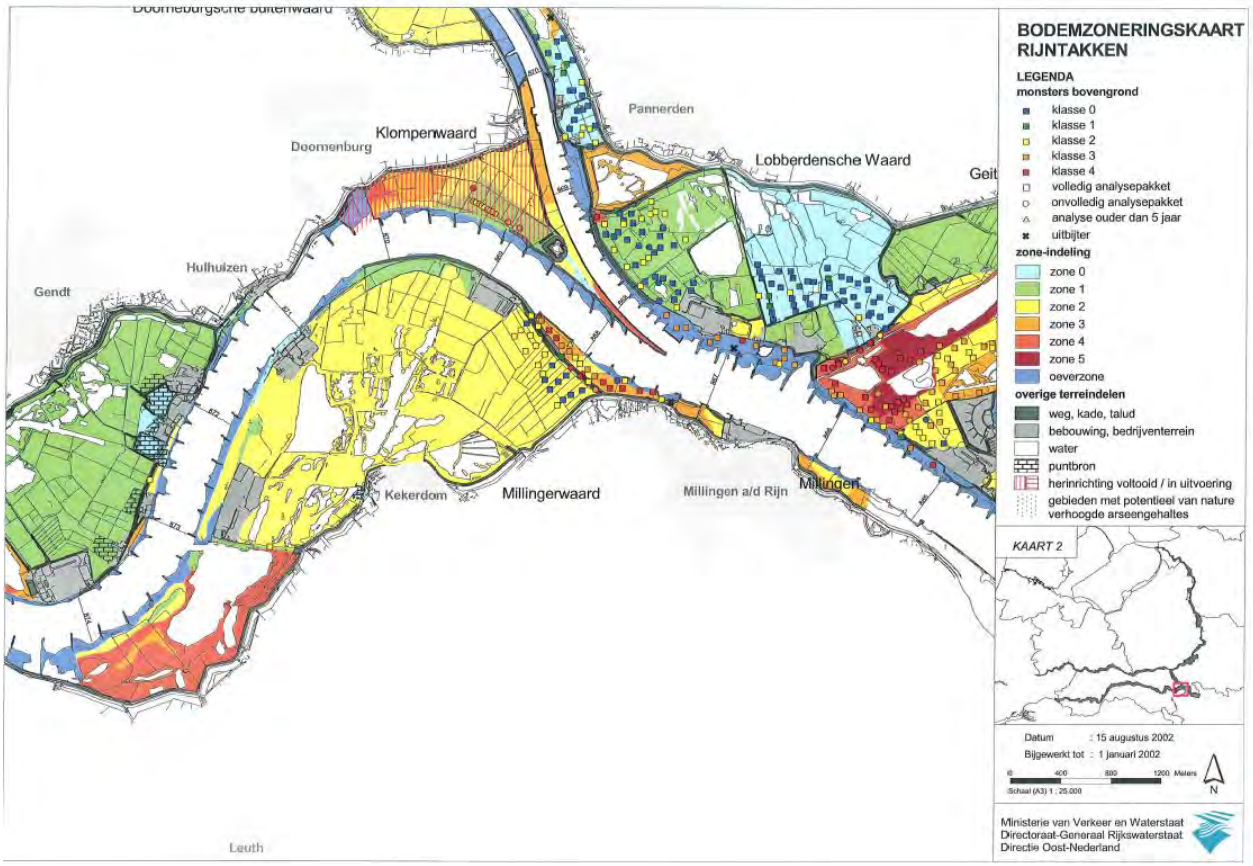
5.9.1 Bodemkwaliteit

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor bodemkwaliteit.

Huidige situatie

De bodemkwaliteit in Nederland is er momenteel slecht aan toe, doordat een groot deel van de boerengrond verdicht is geraakt door zware landbouwmachines die eroverheen rijden. De landbouwgebieden in de uiterwaarden worden doorgaans extensiever gebruikt dan binnendijkse gebieden, vanwege het risico op inundatie. Uiterwaarden zijn vooral in gebruik als productiegrasland en weidegrond. Hoogproductieve gewassen worden hier nauwelijks verbouwd. De bewerking door zware machines is in de uiterwaarden daardoor ook een stuk minder intensief dan bij binnendijkse gronden. Daarnaast hebben verkeerd gebruik van de bodem en intensieve landbouw een nadelig effect op omliggende bos- en natuurgronden (Hotse Smit, 2020). Aangezien er veel landbouwgronden langs het rivierengebied liggen, is het aannemelijk dat de nadelige effecten voor de bodem doorwerken in de omliggende gronden.

Verspreid over het rivierengebied zijn er daarnaast locaties met een verhoogde kans op de aanwezigheid van bodemverontreinigingen, namelijk; stortplaatsen, baggerdepots, locaties waar bedrijfsactiviteiten plaatsvinden met een hoog risico op bodemverontreinigingen en niet gesaneerde locaties waar al een sterke verontreiniging is aangetoond



Figuur 5-21 Voorbeeld verschillen in bodemkwaliteit in de Rijntakken

Om de kwaliteit van de bodem te beschermen zijn er voor het werken in de bodem verschillende besluiten en regelingen opgesteld. Hierbij is de Wet bodembescherming de grondslag voor een aantal besluiten en regelingen. Voor het bepalen van de bodemkwaliteit zijn in het Besluit Bodemkwaliteit verschillende klassen opgenomen: landbouw/natuur, wonen, industrie, matig verontreinigd en sterk verontreinigd.

Aangezien er verspreid in het rivierengebied verontreinigingen aanwezig zijn van de bodem, scoort deze '**oranje**' voor zowel de Rijntakken als de Maas. Door de sterke lokale verschillen is het niet mogelijk om een onderscheid te maken tussen beide riviertakken.

Referentiesituatie

Als gevolg van klimaatverandering kan de bodemproblematiek verergeren, doordat de bodemtemperatuur verhoogt en daarmee de afbraak van organische stof versnelt. Dit heeft gevolgen voor het de kwaliteit van de bodem. Het watervasthoudend vermogen en de vruchtbaarheid van de bodem nemen af. De hevigere buien en langere periodes van droogte als gevolg van klimaatverandering, eisen juist en hogere vitaliteit van de bodem terwijl de bodemkwaliteit achteruitgaat.

Vanwege de verwachte toenemende druk op de bodem in de toekomst, scoort de referentiesituatie '**rood**' voor zowel de Rijntakken als de Maas.

5.9.2 Zout-indringing

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor zout-indringing bij de grote rivieren.

Huidige situatie
Rivierwater is in Nederland naast een bron voor drinkwater, ook belangrijk voor landbouw en industrie. Om deze functies te waarborgen dient het water zeer lage concentraties in natrium en chloride te hebben. Grenswaardes met betrekking tot het zoutgehaltes in water voor verschillende toepassingen zijn zeer laag. Zeewater langs de Nederlandse kust bevat ongeveer 15.000 – 19.000 mg/l Cl (afhankelijk van de invloed van rivierwater). De grens voor drinkwatergebruik ligt op 150 mg/l Cl. De zoutconcentratie van de rivier de Rijn is ongeveer 100 mg/l Cl (afhankelijk van het debiet). Slechts een zeer beperkte hoeveelheid zeewater in een zoet bekken kan daarmee het water al ongeschikt maken voor gebruik als drinkwater.

Verzilting is het proces van het zout(er) worden van rivieren en zoete binnenwateren en wordt bepaald door de balans tussen zoutlast/zoutindringing aan de ene kant, en tegendruk/uitspoeling aan de andere kant. Deze balans is voor het merendeel van de tijd in de huidige situatie beheersbaar, en leidt slechts zelden tot ongewenste zoutconcentraties (Stowa, 2022, Deltafact zoutindringing). In tijden van droogte neemt de rivierafvoer af, en wordt de afvoer over de verschillende Rijntakken (Waal, Nederrijn/Lek, IJssel) gestuurd door stuwen in de Nederrijn waardoor water hoofdzakelijk via de Waal en deels via de IJssel (via het IJsselmeer) naar zee stroomt. De Lek en de Hollandse IJssel zijn in die situatie “dode takken” die slechts beperkt vanuit bovenstrooms worden gevoed met zoet water. De mondingen van deze takken kunnen echter wel verzilt raken, doordat zoutindringing vanuit de Nieuwe Waterweg verder stroomopwaarts voorbij de Nieuwe Maas en Oude Maas kan indringen. Het gevolg van het verziltingsproces verschuift de zoet-zout overgang naar andere locaties waarbij zich problemen met de zoetwatervoorziening kunnen voordoen (bijvoorbeeld voor inname van drinkwater). In de huidige situatie is deze verandering tijdelijk in perioden van droogte.

Het is van belang te realiseren dat verzilting primair een waterverdelingsvraagstuk is en dat een afweging gemaakt moet worden tussen de inzet van schaars “zoet” water voor het tegengaan van verzilting of het inzetten voor andere doeleinden zoals landbouw, natuur, drinkwater en scheepvaart (zie ook par 5.3).

Er is naar aanleiding van bovenstaande beschrijving een ‘**oranje**’ beoordeling toegekend aan de huidige situatie. Er is geen onderscheid tussen de Maas en de Rijn qua beoordeling.

Referentiesituatie
Als gevolg van klimaatverandering zullen langduriger en frequenter periodes van droogtes en lage afvoeren voordoen waardoor lage rivierwaterstanden voorkomen. Naar verwachting zal er door klimaatverandering gemiddeld eens per 12 jaar sprake zijn van een watertekort (10% van de watervraag) (Asselman et al., 2022a). Daarnaast geldt dat als gevolg van bodemdaling er een veranderde afvoerverdeling ontstaat waardoor de afvoer naar het westen van het land toeneemt. Echter, deze toename heeft nauwelijks een positief effect op de zoetwatervoorziening daar. Het negatieve effect van klimaatverandering is veel groter (in lijn met de beschrijving van effecten bij zoetwaterwatervoorziening). Als gevolg van het langduriger en frequenter optreden van droogtes en lage afvoeren zal daarom dus ook de balans tussen zoutindringing en tegendruk / uitspoeling met zoetwater verschuiven met een verplaatsing van de zoet-zout overgang tot gevolg. Hierdoor zullen zich verhoudingsgewijs vaker problemen met de zoetwatervoorziening kunnen voordoen (bijvoorbeeld voor inname van drinkwater).

Als gevolg van deze neerwaartse trend is er sprake van een verslechtering ten opzichte van de huidige situatie. De referentiesituatie is daarom ‘**rood**’ beoordeeld. Er is geen onderscheid tussen de Maas en de Rijn qua beoordeling.

5.9.3 Totaalbeoordeling bodem en zout-indringing

In onderstaande tabellen is de beoordeling op bodem en zout-indringing samengevat.

Tabel 5-10 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

	Aspect	HS 2020	REF 2050	HS 2020	REF 2050
		Rijn		Maas	
Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	😐	☹	😐	☹
	Zout-indringing	😐	☹	😐	☹

5.10 Overige scheepvaart

5.10.1 Nautische veiligheid

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor nautische veiligheid.

Inleiding
De nautische veiligheid betreft de mate waarin de risico's voor scheepsongevallen beheerst worden tot een acceptabel en bij voorkeur verwaarloosbaar niveau. Relevant voor het beoordelen van de nautische veiligheid is de verhouding tussen de scheepsvaartintensiteit en de capaciteit van de vaarweg.

Uit het rapport 'Monitor Nautische Veiligheid Binnenwateren' blijkt dat de scheepvaartintensiteit over een periode van 2009-2018 vrijwel gelijk is gebleven. Er is sprake van schaalvergroting bij de binnenvaart waardoor er meer grotere schepen en minder kleine binnenvaartschepen over de Nederlandse binnenwateren varen. Er zijn minder vaarbewegingen van schepen kleiner dan de CEMT-klasse Va, en meer schepen groter dan CEMT-klasse Va. Deze schaalvergroting is vooral te zien op de grote corridors Rotterdam-Duitsland, Amsterdam-Rijn en Westerschelde-Rijn. Op de overige corridors op de Nederlandse binnenwateren is de verdeling tussen de scheepsklassen meer stabiel.

Het optimistische scenario voor de economie suggereert voor 2050 een groei van 50% (WLO2050H). Naar verwachting is het effect van economische groei en daarmee de groei van de scheepvaartintensiteit voor nautische veiligheid groter dan het effect van klimaatverandering en rivierbodemerosie(Asselman et al., 2022a).

De laagwater beperkingen zijn reeds besproken bij de beoordeling van het doelbereik (5.4) en omvatten afname van de capaciteit omdat deze dan minder diep wordt. In laagwater periodes worden door de kleinere waterdieptes schepen minder beladen en neemt de scheepvaartintensiteit toe. Dit gebeurde in de droge zomers van 2018-2020. De drukte op de vaarweg nam hierdoor toe in een smallere vaarweg, waardoor ook de wachttijden bij sluizen toenam. Dit alles zorgt ervoor dat de nautische veiligheid afneemt. Er zit wel een grens aan de economisch rendabiliteit en fysieke mogelijkheden om alle soorten vracht over de vaarweg te

blijven vervoeren zoals in 2018 bleek bij de zeer lage afvoeren, lading schuift dan naar andere transportmodaliteiten.

Bij middelhoge en hoge afvoeren speelt ook het effect van variaties in stroomsnelheden. Met name dwarsstromingen bij in- en uitstroompunten van geulen en kanalen kunnen hinderlijk zijn en de nautische veiligheid verkleinen.

Beoordeling huidige en referentiesituatie
Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022), de referentiesituatie (anno 2050) en de alternatieven op de nautische veiligheid.

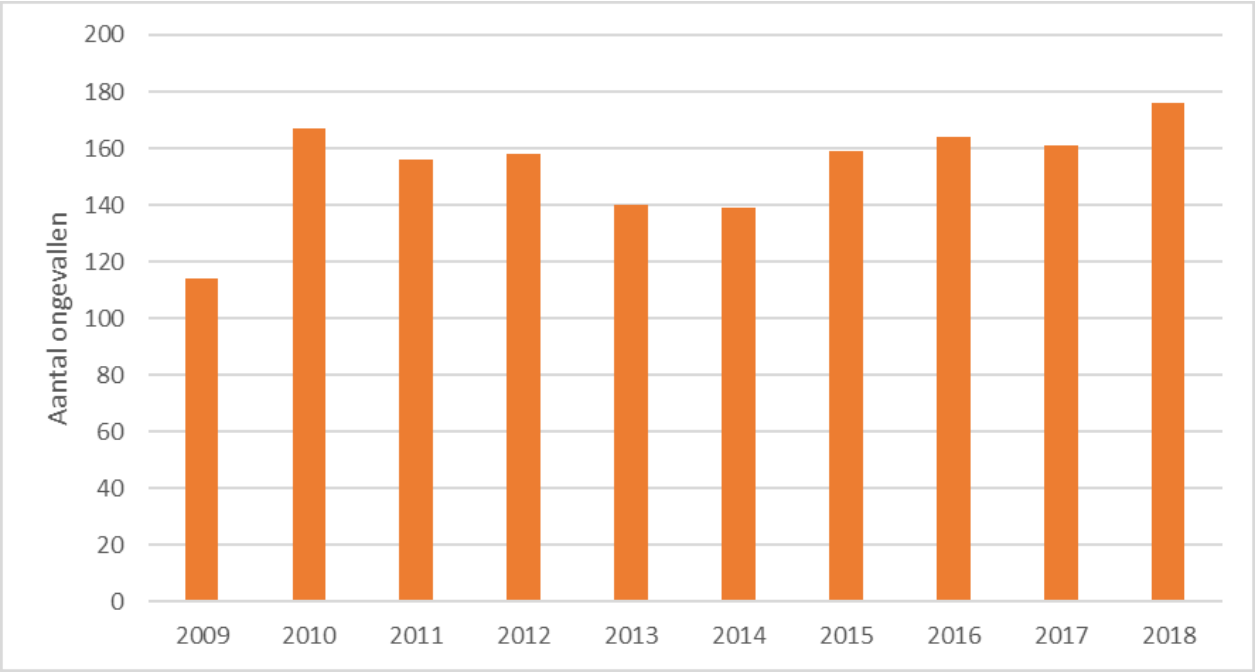
Huidige situatie
Onderstaand wordt achtereenvolgens ingegaan op de huidige situatie van de Rijn en de Maas voor wat betreft nautische veiligheid.

In de huidige situatie gebeuren incidenten op de Rijn voornamelijk bij de Waalbocht bij Nijmegen (C in figuur 5-9). Hier is de situatie onoverzichtelijk. Dit komt mede door de onvoorspelbare diepgang en inzinking bij de vaste laag tijdens lage afvoeren. Er zijn hier diverse situaties bekend van aanvaringen en grondingen. Bij hoogwater is de situatie op de IJssel bij de Oude IJsselbrug nabij Zutphen (C in figuur 5-22) relatief gevaarlijk. Hier moeten schepen bij hoge waterstanden door de krappe doorvaart van het beweegbare gedeelte varen.

Figuur 5-22 Heatmap met scheepvaartsongevallen op de Waal (Monitor nautische veiligheid binnenwateren 2009-2018 datarapport en risicoanalyserapport) (C – Waalbochten). Het figuur omvat alle scheepvaartongevallen en deze zijn niet zomaar te koppelen aan de staat van de rivier (Rijkswaterstaat, 2019).

Figuur 5-23 Heatmap met scheepvaartsongevallen op de IJssel (Monitor nautische veiligheid binnenwateren 2009-2018 datarapport en risicoanalyserapport) (C - –ude IJsselbrug nabij Zutphen). Het figuur omvat alle scheepvaartongevallen en deze zijn niet zomaar te koppelen aan de staat van de rivier. Knelpunt A ligt op de Twentekanalen en valt buiten het plangebied van IRM (Rijkswaterstaat, 2019).

Het aantal significante scheepsongevallen (aanvaringen met verschillende vormen van infrastructuur, zoals wal, brug, steigers en palen) in de Nederlandse havens en binnenwateren is bij een gelijkblijvende scheepvaartintensiteit over de periode van 2009-2018 toch toegenomen (Figuur 5-24) (Rijkswaterstaat, 2019). Het grootste aantal ongevallen gebeurt met varende schepen, waarbij het type schip-infrastructuur het meeste voorkomt (52%), gevolgd door schip-schip (22%) ongevallen. Bij het grootste deel van de ongevallen is de oorzaak onbekend. Waar de oorzaken bekend zijn komt de bedieningsfout (van de schipper) het vaakst voor. Andere oorzaken zijn omgevingsfout (bijvoorbeeld weer en golven) en een voorziening- of materiaalfout (bijvoorbeeld motor of roer falen). In de categorie bedieningsfout is onoplettendheid het meest benoemd. Deze wordt gevolgd door inschattingsfouten, menselijk falen en navigatiefouten. Er is een mogelijkheid dat de toename van ongevallen over de afgelopen periode ook deels te wijten is aan de veranderingen van de rivier, bijvoorbeeld het vormen van een knelpunt in de waterdiepte (zoals bij de vaste laag van Nijmegen).



Figuur 5-24 Aantal significant scheepsongevallen in Nederland (Rijkswaterstaat, 2019).

Hoewel het altijd beter kan, wordt de nautische veiligheid op de Rijntakken als voldoende veilig gezien: de huidige situatie is '**groen**' beoordeeld.

Op de Maas is het aantal incidenten beperkt en nauwelijks te relateren aan de vaarweg (zie ook onderstaand Figuur). Wel zijn er locaties met hinderlijke dwarsstroming bij middelhoge en hoge rivierafvoeren. De nautische veiligheid op de Maas wordt in de huidige situatie daarom ook als '**groen**' beoordeeld.

Figuur 5-25 Heatmap met scheepvaartsongevallen op de Maas (Rijkswaterstaat, 2019). Het figuur omvat alle scheepvaartongevallen en deze zijn niet te koppelen aan de staat van de rivier.

Referentiesituatie

Onderstaand wordt achtereenvolgens ingegaan op de referentiesituatie van de Rijn en de Maas voor wat betreft nautische veiligheid.

Als gevolg van economische ontwikkelingen neemt het verwachte transport over water via de Rijn toe. Dit gaat gepaard met een grotere scheepvaartintensiteit. Daarnaast neemt door klimaatverandering de periode met lage rivierafvoeren toe. In deze periode neemt de waterdiepte af en is ook de bevaarbare breedte kleiner. Door de kleinere waterdiepte neemt de scheepvaartintensiteit (tot op zekere hoogte) toe. Door de afname in capaciteit verslechtert de verhouding tussen scheepvaartintensiteit en de capaciteit van de vaarweg. Ook nemen de wachttijden en daarmee de drukte bij sluizen toe.

Door de toename van de scheepvaartintensiteit en de slechtere bevaarbaarheid bij lage afvoeren is de verwachting dat de nautische veiligheid op de Rijntakken in de referentiesituatie meer onder druk komt te staan dan in de huidige situatie. De score voor de referentiesituatie is daarom ‘**oranje**’.

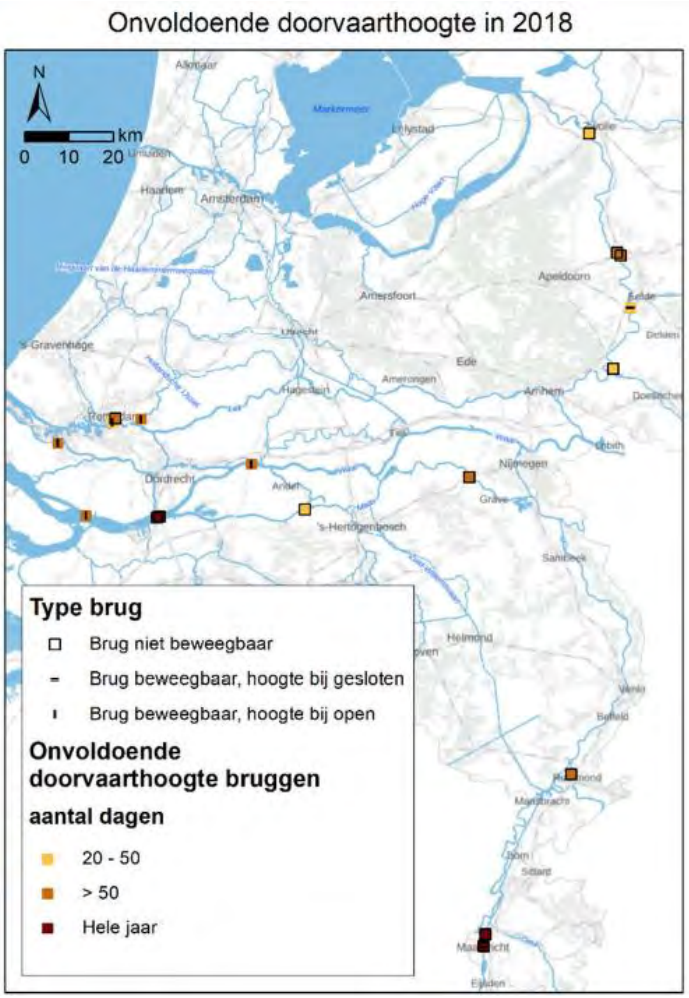
De scheepvaartintensiteit zal in de referentiesituatie toenemen voor de Maas. Dit komt enerzijds door economische ontwikkelingen. Daarnaast neemt de intensiteit toe doordat de Maas (met name op de Oost-westcorridor) als betrouwbaardere omvaarroute gebruikt kan worden. Door toenemende schutbeperkingen als gevolg van een beperkte aanvoer van water nemen de wachttijden bij de schutsluizen toe. Hierdoor kan een tekort aan ligplaatsen ontstaan. Als gevolg van deze ontwikkelingen kan de nautische veiligheid op de Maas afnemen. Vanwege deze ontwikkelingen wordt de referentiesituatie ‘**oranje**’ beoordeeld.

5.10.2 Doorvaarthoogte van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij hoog water

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor de scheepvaart bij hoog water.

Huidige situatie

Op de Rijntakken zijn de meeste bruggen vaste bruggen met hun brughoogtes ontworpen afhankelijk van de vaarwegklasse en de (voorheen) maatgevende hoogwaterstand op het betreffende traject. Beperkingen van de doorvaarthoogte zorgt ervoor dat containerschepen één of meerdere lagen minder containers vervoeren. De brug met de minste doorvaarthoogte is bepalend voor het gehele traject. Voor de Waal is dit de Prins Willem-Alexanderbrug (de Rijn-Maasmonding niet meegerekend), voor de IJssel is dit de stadsbrug bij Deventer en voor de Nederrijn-Lek is dit de spoorbrug bij Oosterbeek. Van deze drie takken zorgt de IJssel het vaakst voor beperkingen voor de containervaart (Figuur 5-26).



Figuur 5-26 Knelpunten in doorvaarthoogte in de huidige situatie. Bron: Klimaatbestendige Netwerken: Stresstest Hoofdvaarwegennet - Deelrapport Hoogwater (doorvaarthoogte).

Door de lagere scheepvaartklassen en de kleinere ontwerphoogte komen beperkingen hier in de huidige situatie relatief vaak voor (eens per 2 jaar voor een periode van gemiddeld 10 dagen voor een doorvaarthoogte van 7,0 m (Rijkwaterstaat, 2022), of voor langere periodes bij hogere gewenste doorvaarthoogtes). Voor de andere twee Rijntakken zijn de doorvaarthoogtes niet beperkend tot afvoeren

van meer dan 10.000 m^3/s bij Lobith (alleen de hoge type containers worden bij 4-laags transport beperkt bij afvoeren hoger dan 5.000 m^3/s). Het gemiddelde verlies aan vervoerde containers is daardoor beperkt dat doorvaarthoogtes nauwelijks een belemmering voor de scheepvaart zijn.

De huidige situatie wordt voor de Rijn als '**groen**' beoordeeld.

De Maas kent enkele bruggen die een bottleneck voor de doorvaarthoogte vormen. Dit zijn de stadsbrug bij Venlo (voor de Maasroute) en de spoorbrug bij Ravenstein (voor de oost-westcorridor). De bruggen zijn ontworpen op stuwpeil, waarbij er minimaal 7,0 m doorvaarthoogte beschikbaar is. Voor hogere containers is een doorvaarthoogte van 8,65 m nodig. Dit wordt op diverse trajecten niet gehaald. Als bij hoogwater het waterpeil stijgt, dan neemt de doorvaarthoogte onder bruggen af. Dit levert hoogtebeperkingen op voor de containerscheepvaart. Daarom wordt de huidige situatie wordt voor de Maas als '**oranje**' beoordeeld.

Referentiesituatie
Door klimaatverandering zullen hoge afvoeren vaker voorkomen en langer aanhouden. Ook leidt zeespiegelstijging tot een verkleining van de doorvaarthoogtes in de benedenstroomse lopen van de Rijn. Dit leidt tot een kleine toename van de scheepvaartbeperkingen (tot 1% minder vervoer in een jaar met hoge afvoeren. Doordat beweegbare bruggen vaker geopend moeten worden, kan er ook vaker hinder voor wegverkeer voorkomen. Doordat de veranderingen t.o.v. de huidige situatie klein zijn, wordt de referentiesituatie als '**groen**' beoordeeld.

Door klimaatverandering zullen hoge afvoeren vaker voorkomen en langer aanhouden op de Maas. Dit leidt tot een kleine toename van scheepvaartbeperkingen als gevolg van een te kleine doorvaarthoogte. Door de kleine verandering t.o.v. de huidige situatie en de relatief kleine hoeveelheid containervervoer kan de referentiesituatie voor de Maas als '**oranje**' worden beoordeeld.

5.10.3 Totaalbeoordeling overige scheepvaart

In onderstaande tabellen is de beoordeling op scheepvaart samengevat.

Tabel 5-11 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

	Aspect	HS 2020	REF 2050	HS 2020	REF 2050
		Rijn		Maas	
Scheep-vaart	Nautische veiligheid	😊	😐	😊	😊
	Scheepvaarteffecten bij hoog water	😊	😊	😐	😐

5.11 Gebruiksfuncties rivierengebied

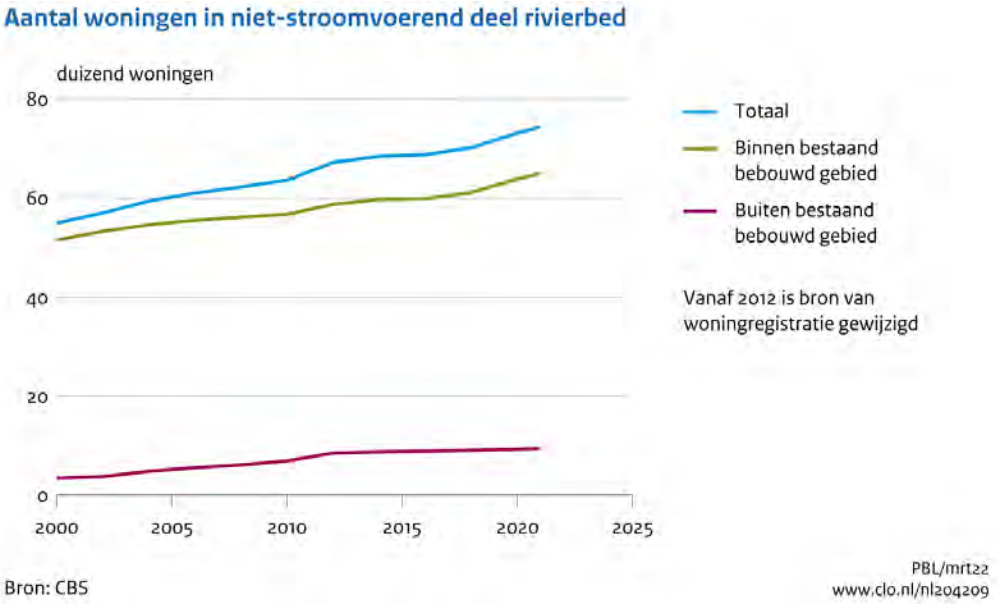
5.11.1 Wonen en werken

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor wonen en werken. Hierbij wordt er gekeken naar de mate van verandering voor de buitendijkse woon en werk functie.

Huidige situatie
Langs de rivier zijn op veel plekken woonkernen te vinden. De woonkernen bevinden zich over het algemeen binnendijks. Slechts op een paar plekken zijn woonfuncties buitendijks gelegen. De grafiek in figuur 5-27 laat zien dat er in 2019 in totaal ongeveer 140.000 buitendijkse woningen aanwezig waren. Daarnaast blijkt uit figuur 5-28 dat de bebouwing buitendijks in de laatste jaren nog steeds toeneemt. Bedrijvigheid is op meer plekken buitendijks te vinden, maar over het algemeen beperkt. Veel riviergebonden bedrijvigheid is afhankelijk van de buitendijkse ligging, zoals overslag, scheepswerven en steenfabrieken (zie voorbeeld 5-29).

Langs de Maas wordt bij zowel Gennep, Maasgouw, Maastricht als Roermond in het rivierbed van de Maas gebouwd. Langs de Rijn wordt er in veel mindere mate in het rivierbed gebouwd. Dit komt omdat er bij de Rijn veel minder niet-stroomvoerende delen in het rivierbed zijn dan bij de Maas en in de Rijn-Maasmonding. Voor woningbouw gelden in de stroomvoerende delen van de rivier strikte regels vanuit de beleidslijn Grote Rivieren. Het beeld wordt daardoor deels vertekend. Zowel de Rijn als in mindere mate de Maas kennen ook stroomvoerend gebied, waarin mondjesmaat wordt gebouw, met sporadisch een groter bouwplan (zoals Stadsblokken Meinerswijk Arnhem). Hier worden in totaal meer dan 1000 woningen gebouwd in de komende jaren. Veel buitendijkse bebouwing vindt plaats in de regio Rijnmond-Drechtseden, maar dit gebied ligt buiten de scope van IRM. In Figuur 5-30 is te zien dat er langs het stroomgebied van de Rijn ook minder woonkernen aanwezig zijn dan in de regio Rijnmond-Drechtsteden en langs de Maas.

In de huidige situatie zijn er voor zowel de Rijntakken als de Maas nog geen problemen geconstateerd voor de binnendijkse en buitendijkse woon- en werkfunctie, en scoren beide trajecten ‘**groen**’.



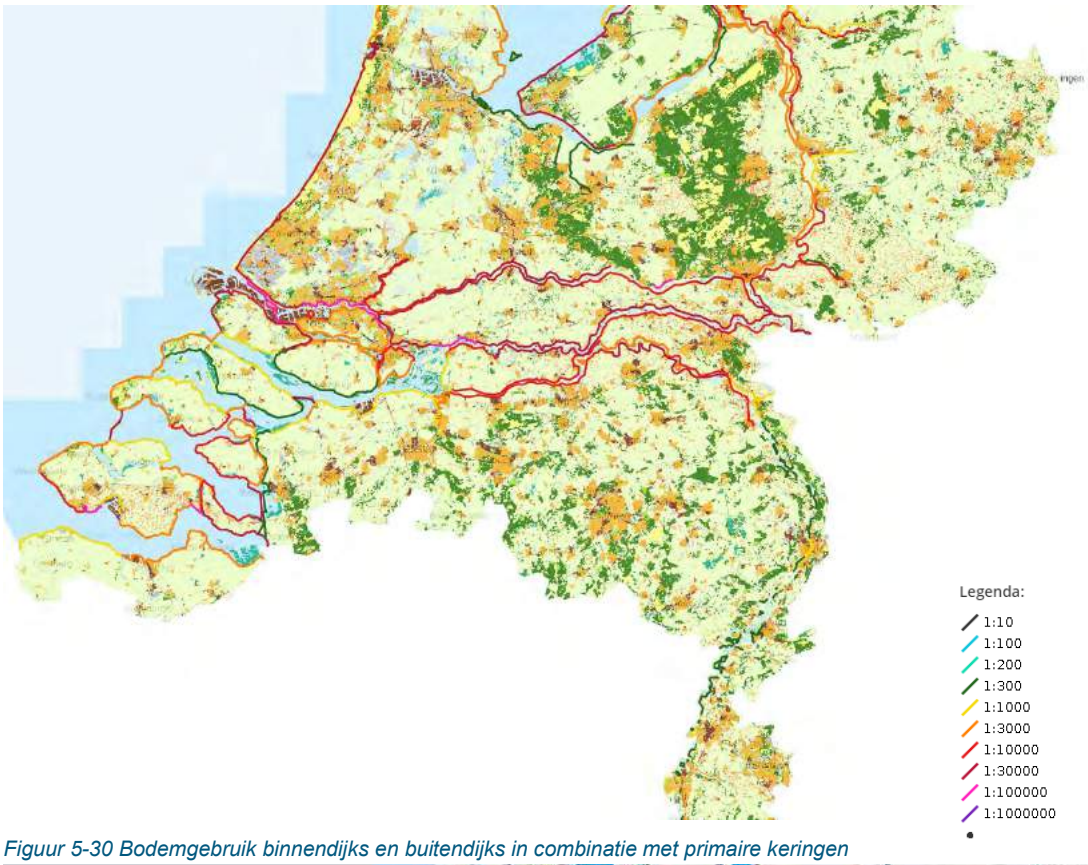
Figuur 5-27 Aantal woningen in het niet-stromende deel van het rivierbed (Ruimtelijke ontwikkelingen in het rivierbed van grote rivieren, 2000 - –021 | Compendium voor de Leefomgeving (clo.nl))

Tabel 1. Toename van het aantal woningen in het niet-stroomvoerende deel van het rivierbed in de periode 2000-2021

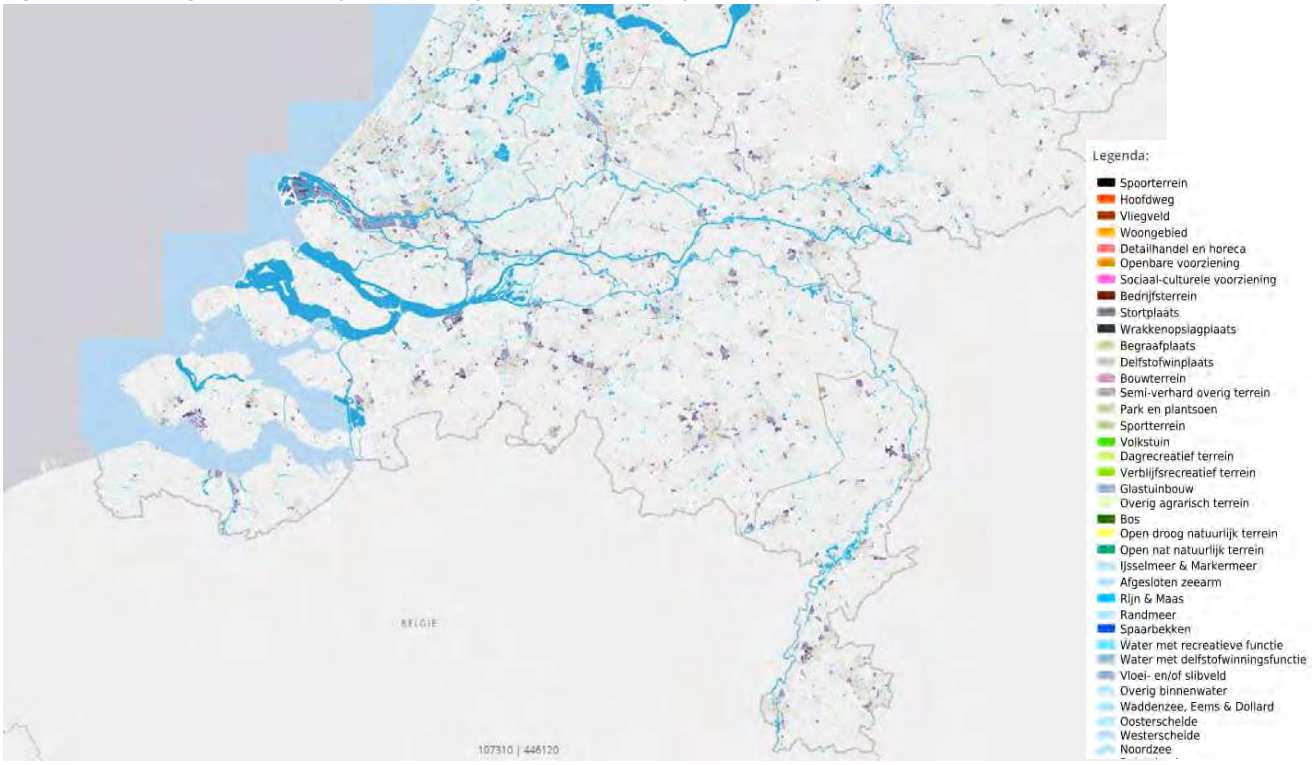
	Binnen bebouwd gebied			Buiten bebouwd gebied		
	WRG 2000 - 2012	BAG 2012 - 2021	Totaal	WRG 2000 - 2012	BAG 2012 - 2021	Totaal
Rotterdam	3114	3009	6123	1836	34	1870
Venlo	884	395	1279	630	25	655
Maastricht	614	331	945	409	28	437
Roermond	307	348	655	471	199	670
Maassluis	9	-1	8	337	367	704
Dordrecht	296	269	565	129	8	137
Gennep	205	186	391	137	50	187
Nijmegen	0	526	526	-7	-4	-11
Ridderkerk	94	369	463	0	4	4
Alblasserdam	317	74	391	0	0	0
Voorst	0	0	0	2	337	339
Zwijndrecht	271	63	334	-1	2	1
Maasgouw	54	132	186	65	39	104
Capelle aan de IJssel	169	1	270	73	0	73
Hellevoetsluis	120	87	207	0	1	1
Krimpenerwaard	96	69	165	1	11	12

Figuur 5-28 Toename aantal woningen in het niet-stroomvoerende deel van het rivierbed in de periode 2000-2021 Ruimtelijke ontwikkelingen in het rivierbed van grote rivieren, 2000 - –021 | Compendium voor de Leefomgeving (clo.nl))

Figuur 5-29 Voorbeeld buitendijkse bedrijvigheid Wijchen (Nijmegen).



Figuur 5-30 Bodemgebruik binnendijks en buitendijks in combinatie met primaire keringen



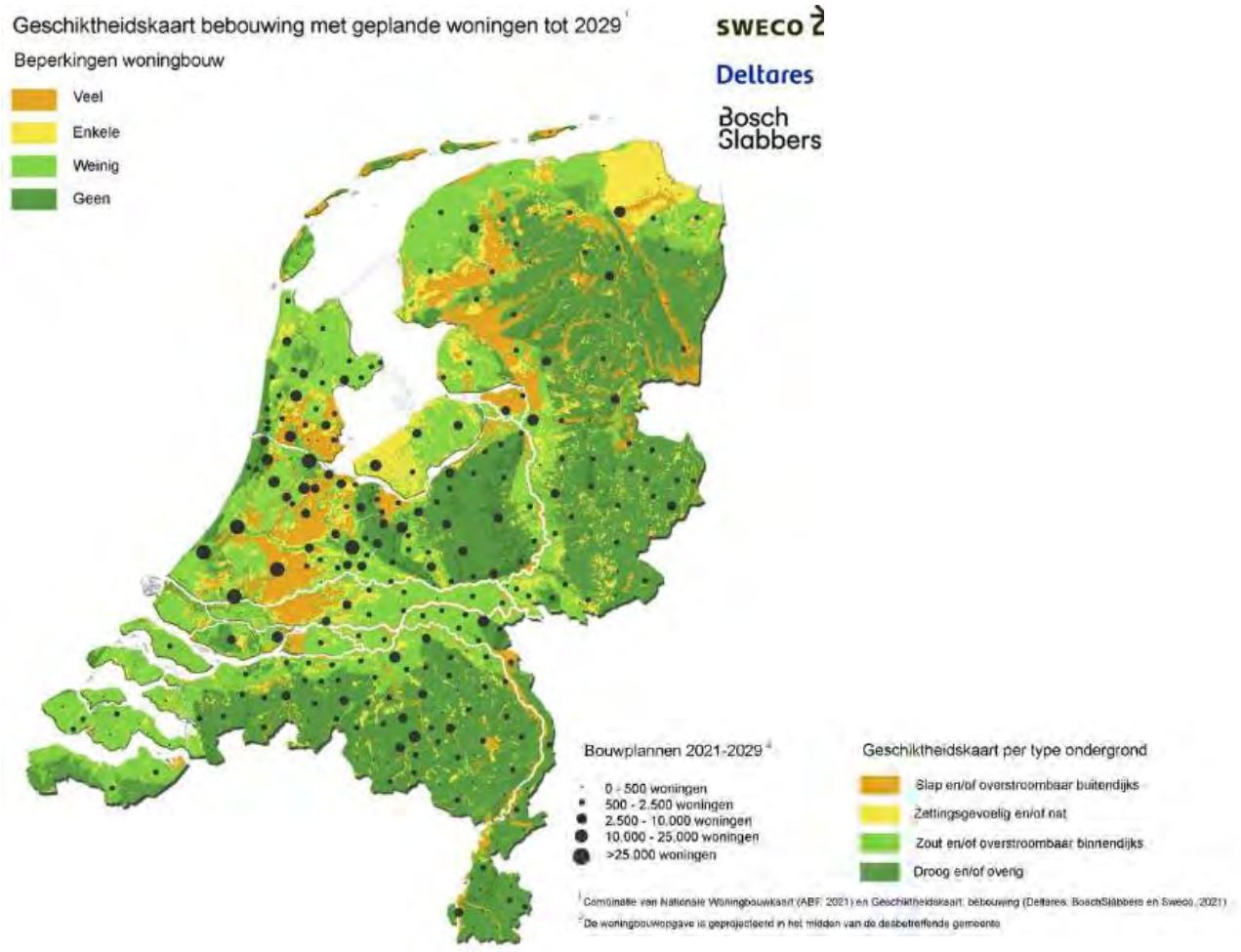
Figuur 5-31 Werkgebieden (Atlas van de Regio, n.d.) Kaarten - Atlas van de Regio | PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Referentiesituatie
Door toename van de bevolkingsdruk zal de vraag naar woningen blijven stijgen. Als gevolg daarvan zal de vraag naar bebouwing in het rivierbed naar verwachting ook toenemen (zie Figuur 5-27 en 5-28). De deltacommissaris adviseert dat er in de toekomst voorkomen moet worden dat er woningen gebouwd worden die de doorstroming van het water en de ruimte voor waterberging inperken. Dit heeft nog geen effect op bestaande bouwplannen, maar mogelijk wel voor toekomstige bouwplannen. Bestaande bebouwing die in de toekomst een beperking oplevert, moet eventueel worden aangepast of geleidelijk verplaatst worden (Deltaprogramma, 2021).

Naar verwachting zullen door klimaatverandering hoge en zeer hoge afvoeren vaker voorkomen, waardoor ook hoogwaterstanden frequenter worden. Voor de toekomstige situatie in 2050 wordt voor de stroomgebieden van de Maas en de Rijn verwacht dat zij een grote overstromingskans hebben (>1/30 jaar) (Klimaateffectatlas, n.d.). In de referentiesituatie worden deze hoogwaterstanden opgevangen met dijkversterkingen, waardoor binnendijkse woningen beschermd blijven. Voor buitendijkse woningen en bedrijven betekent dit echter dat er in de toekomst knelpunten kunnen optreden ten aanzien van bijvoorbeeld bereikbaarheid, waterschade en veiligheid. Wanneer er meer gebouwd wordt in buitendijkse gebieden neemt dit risico verder toe.

De effecten voor buitendijks wonen en bedrijvigheid zullen het grootst zijn langs de Maas, waar meer woon- en werkfuncties buitendijks liggen dan langs de Rijntakken.

De referentiesituatie scoort voor zowel de Rijntakken als de Maas ‘**oranje**’ vanwege de verwachte knelpunten in de toekomst.



Figuur 5-32 Geschiktheidskaart bebouwing met geplande woningen tot 2029 (https://www.deltaprogramma.nl/nieuws/nieuws/2021/12/06/advies-deltacommissaris-houd-bij-woningbouw-rekening-met-het-klimaat-van-de-toekomst)

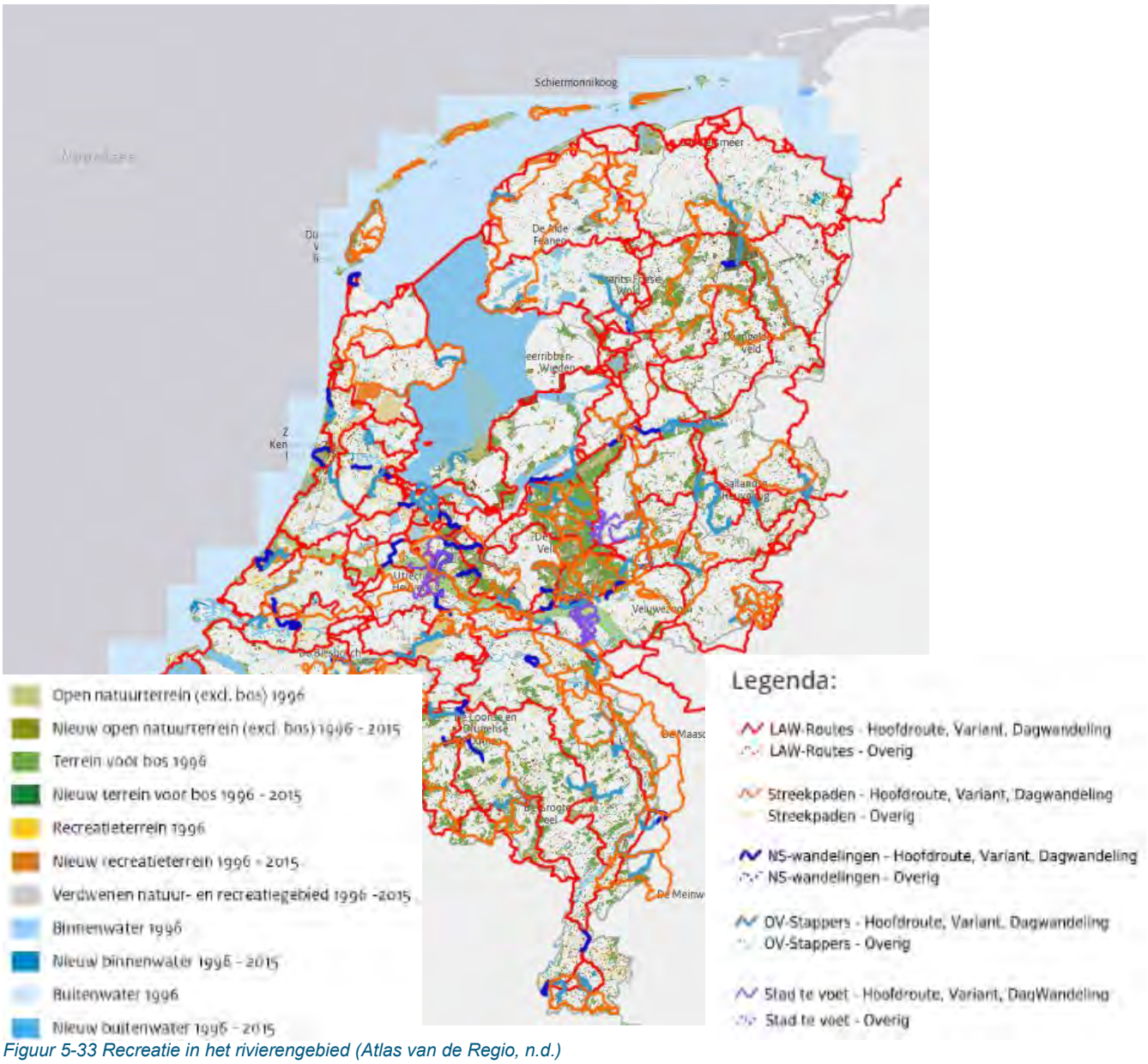
5.11.2 Recreëren

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor recreatie.

Huidige situatie

In de huidige situatie vindt er op verschillende manieren recreatie plaats in en rondom het rivierengebied, zoals: wandelen, struinen en fietsen op de dijk of in de uiterwaarden, vaarrecreatie, watersport (kanoën, (sport) vissen, pleziervaart), zwemrecreatie, pootjebaden of verblijven op één van de campings of vakantieparken. Langs de rivieren bevinden zich diverse wandel, fiets en struinpaden, havens, vogelkijkhutten, uitzichtpunten, zwemplassen, horecavoorzieningen, en dergelijke, om in de recreatiebehoeftes te voorzien (zie Figuur 5-33).

In de huidige situatie scoort recreatie daarom '**groen**'.



Figuur 5-33 Recreatie in het rivierengebied (Atlas van de Regio, n.d.)

Referentiesituatie

In de nabije toekomst wordt een forse verstedelijkingsopgave verwacht voor Nederland. Een deel van deze verstedelijking zal plaatsvinden in het rivierengebied. De toename van verstedelijking leidt tot een toenemende vraag van recreatieve mogelijkheden, zowel in de uiterwaarden als in de rivieren zelf. Daarnaast zal de toename van recreatiemogelijkheden de vraag naar vakantieparken en campings in het rivierengebied ook doen toenemen.

Naar verwachting komen er als gevolg van klimaatverandering meer zomerse dagen, waardoor de recreatie in het rivierengebied zal toenemen. Daarnaast bieden de plannen zoals bijvoorbeeld ‘ tadsblokken Meinerswijk’, ‘Rivierklimaatpark IJsselpoort’ en ‘Meanderende Maas’ een impuls aan de recreatie.

De toename in waterrecreatie als gevolg van meer zomerse dagen kan een negatief effect hebben op de waterkwaliteit, door een toename in PPCP's (pharmaceuticals & personal care products) en nutriënten in het water. Ook zullen droogtes langduriger worden, wat eutrofiëring van het oppervlaktewater als gevolg heeft. Hierdoor is de kans groter dat het water troebeler wordt. Daarnaast neemt de aanwezigheid van ziekteverwekkers en andere bacteriën toe. Ook kunnen in het geval van hoogwater er in extreme situaties beperkingen of stremmingen worden opgelegd. In juni 2021 zorgden hoogwatergolven voor gevaarlijke situaties voor de recreatievaart, als gevolg van hoge stroomsnelheden en moeilijke manoeuvreerbaarheid. Tot slot zorgt drijfvuil voor gevaarlijke situaties voor de recreatievaart (Deltares, 2021). Deze effecten zijn echter alleen nadelig voor vormen van recreatie die in de rivier plaatsvinden, zoals zwemmen en recreatievaart.

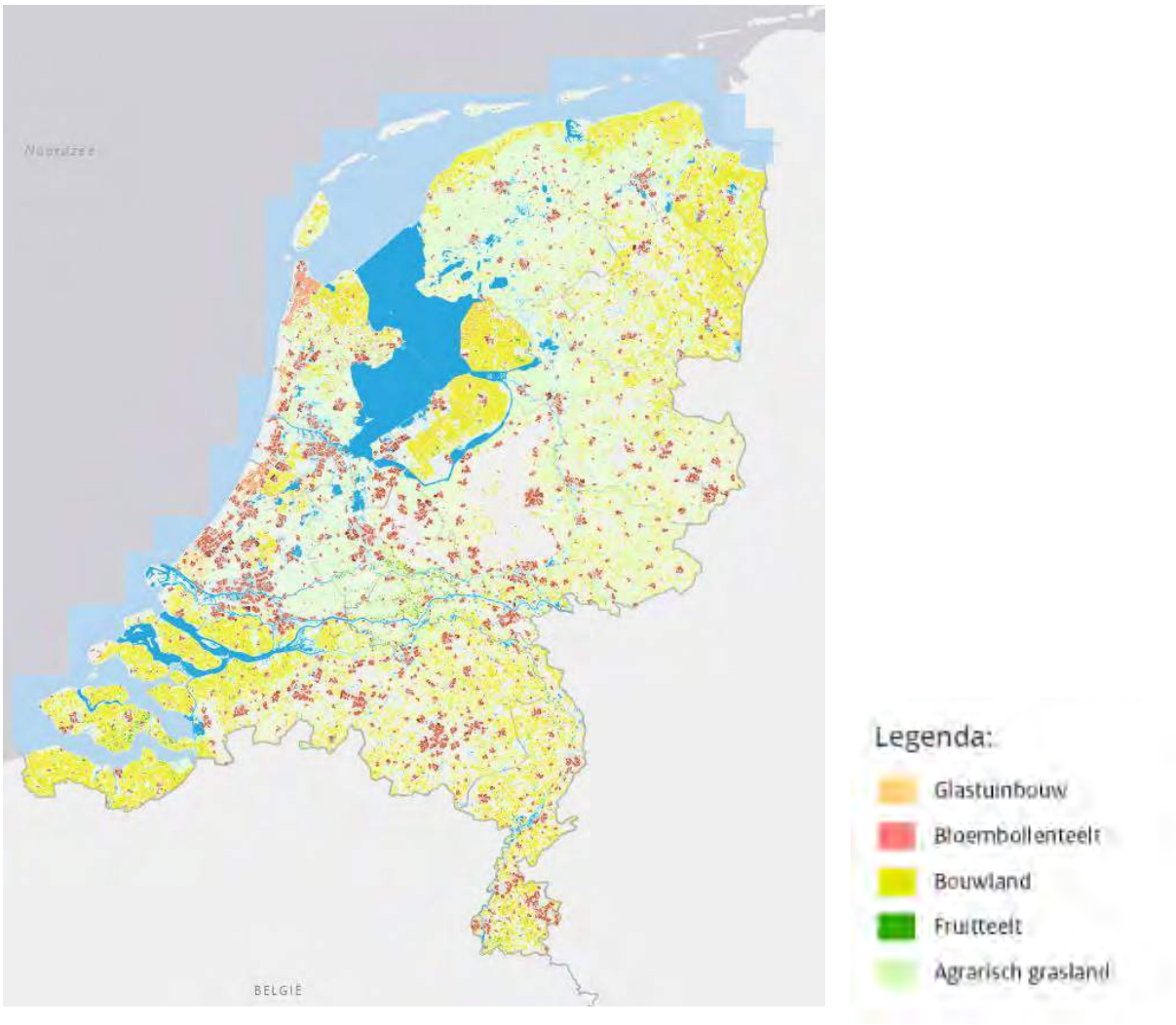
Aangezien de mogelijkheid tot recreatie over het algemeen toeneemt door de combinatie van meer zomerse dagen en meer recreatieve maatregelen als gevolg van uitgevoerde plannen, scoort de referentiesituatie voor zowel de Rijntakken als de Maas '**groen**'.

5.11.3 Landbouw

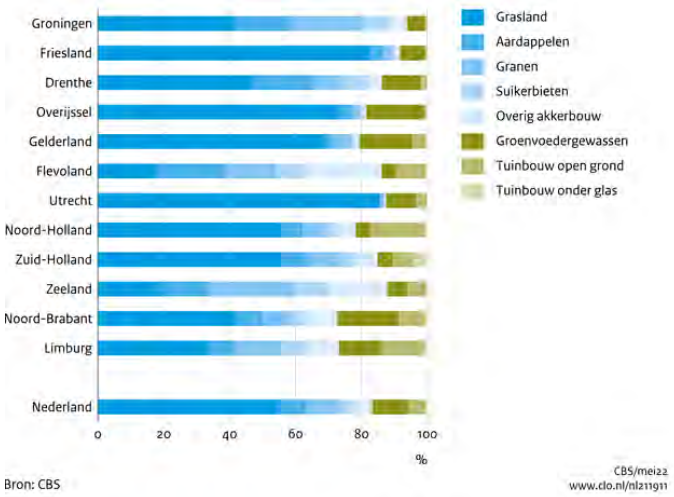
Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor landbouw.

Huidige situatie
In 2015 werd van de totale oppervlakte ongeveer 54% (2,2 miljoen hectare) in gebruik als landbouwterrein. In de periode 1980-2018 heeft er in de land- en tuinbouw in Nederland een flinke schaalvergroting plaatsgevonden. Terwijl het aantal bedrijven met 63% afnam, nam de oppervlakte landbouwgrond met maar 12% af. Sinds 2000 is er ook een daling in de hoeveelheid landbouwgrond te zien. Langs de Maas en de IJssel is voor het grootste deel bouwland aanwezig (WSP et al., 2021). Langs de Nederrijn en het begin van de Lek vindt op een aantal plekken ook fruitteelt plaats. Verder bestaat het gebied langs de Nederrijn en Lek vooral uit agrarisch grasland. Het gebied rondom de Bergsche Maas en Boven-Merwede bestaat voor het grootste deel uit agrarisch grasland en bouwland. Buitendijks is de landbouw over het algemeen extensiever, vanwege het risico op (zomer)inundatie. Buitendijkse landbouwgrond wordt daarom vooral gebruikt als productiegrasland of weidegrond. Mais en hoogproductieve gewassen worden vaak niet buitendijks verbouwd, omdat het risico op verlies van de oogst te groot is. Figuur 5-5-35 geeft inzicht in het percentage van de soorten gewassen die in deze gebieden worden verbouwd.
In Nederland is ongeveer 19% van de graasdier-, akkerbouw- en gemengde bedrijven aan te merken als extensief. Dit betreft 25% van de graasdierbedrijven, 7% van de akkerbouwbedrijven en 5% van de gemengde bedrijven (Agricola et al., 2021).

In de huidige situatie staat de (intensieve) landbouw onder druk als gevolg van o.a. de stikstofcrisis en verslechterende waterkwaliteit. Deze crisis heeft met name een negatief effect op de bestaande (intensieve) landbouw. Vanuit de Rijksoverheid worden verschillende maatregelen getroffen om de stikstofuitstoot van de landbouw te verminderen. In de stikstofwet die per 1 juli 2021 is ingegaan staat beschreven dat in 2025 minimaal 40% van het areaal van de stikstofgevoelige natuur in beschermde Natura 2000-gebieden een gezond stikstofniveau hebben; in 2030 minimaal de helft en in 2035 minimaal 74% (Aanpak Stikstof, n.d.). Andere maatregelen zijn de omslag naar toekomstbestendige (kringloop)landbouw met zo min mogelijk emissie. De negatieve effecten zijn dus met name voelbaar voor de intensieve landbouw, wat het grootste percentage in Nederland bedraagt. Voor zowel de Rijntakken als de Maas staat de landbouw in de huidige situatie onder druk, om deze reden scoort de huidige situatie '**oranje**'.



Figuur 5-34 Agrarisch ruimtegebruik Nederland



Figuur 5-35 Agrarisch ruimtegebruik per provincie

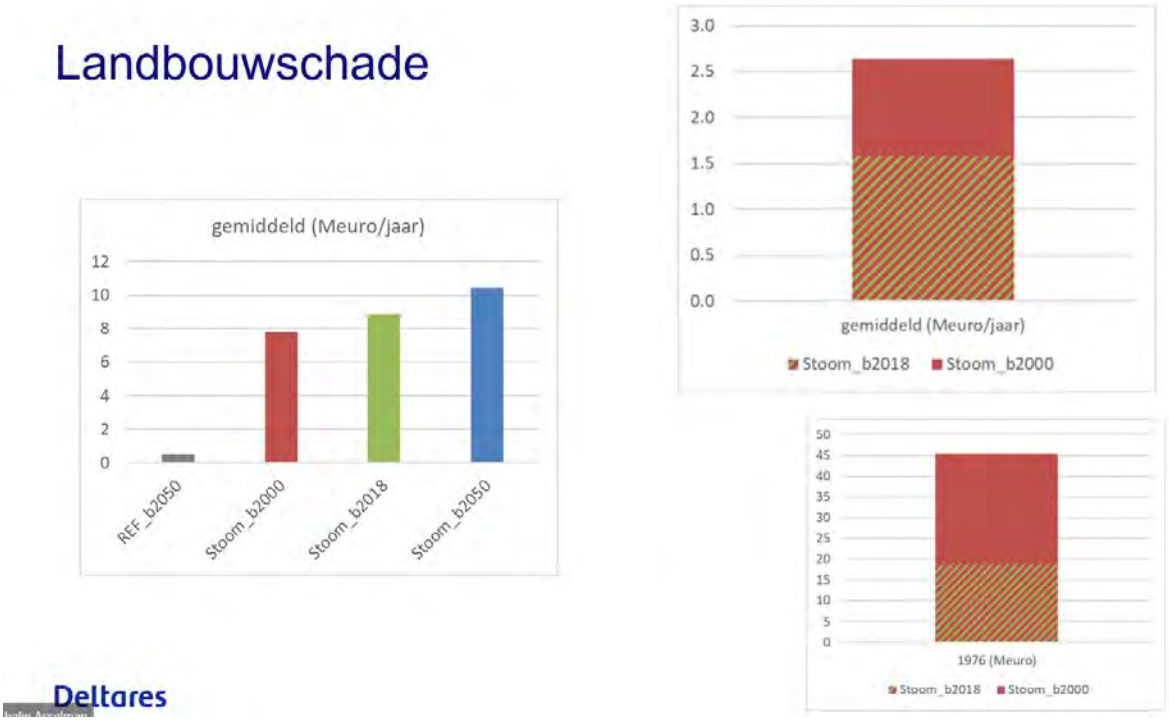
Referentiesituatie

De verdergaande gevolgen van klimaatverandering hebben Voornamelijk negatieve effecten op de landbouw. De toenemende kans op extreem weer heeft als gevolg dat er te natte, te droge of te zoute omstandigheden kunnen ontstaan voor de landbouw. Natte omstandigheden resulteren in onvoldoende zuurstof voor het gewas. Wanneer de gasuitwisseling tussen zuurstof en CO_2 wordt belemmerd tussen bodem en atmosfeer, kunnen wortels niet goed meer functioneren of zelfs afsterven. Daarnaast kan er schade ontstaan als gevolg van hagel of wateroverlast (STOWA, 2021).

Voor een groot deel is de landbouw voor de zoetwatervoorziening afhankelijk van de rivieren. Langere periodes van droogte hebben directe gevolgen voor de gewasopbrengsten en/of de kwaliteit van het gewas. De langere periodes van droogte kunnen leiden tot onvoldoende watervoorziening voor de gewassen, en verminderde fotosynthese. Deze combinatie leidt tot een vermindering in de gewasgroei (STOWA, 2021). Daarnaast zorgt de daling van de grondwaterstand ervoor dat wortels van landbouwgewassen minder goed water opnemen.

Vervolgens hebben te zoute omstandigheden nadelige effecten op de landbouw. Als gevolg van droogte kan de waterstand dalen in de rivieren, waardoor zoutindringing vanuit zee ontstaat, en de omgeving verzilt (zie paragraaf 5.9.2). Landbouwgewassen hebben een beperkte tolerantie voor verhoogde zoutgehaltes in de bodem. Dit zal vooral plaatsvinden in de gebieden aan de kust: de uitmonding van de rivier in zee.

Economisch gezien resulteert doorgaande bodemerosie in het huidige klimaat in een kleine toename in het netto landbouwrisico (in miljoen euro per jaar) als gevolg van de toename van watertekorten: circa een half miljoen euro per jaar (Asselman et al., 2022). In het scenario ‘stoom’ neemt het landbouwrisico door klimaatverandering toe met 8,9 miljoen euro per jaar. Verandert de bodem mee dan komt hier nog 1,58 miljoen euro per jaar bij. Dit betekent dat circa 18% van het landbouwrisico toe te schrijven is aan bodemerosie.



Figuur 5-36 Landbouwschade

Tot slot zal als gevolg van autonome plannen zoals bijvoorbeeld Klimaatpark IJsselpoort of Meanderende Maas de omvang van agrarisch buitendijks gebied afnemen. Agrarische gronden worden ingezet voor o.a. rivierverruimende maatregelen en natuurontwikkeling. Als gevolg hiervan zal de omvang van agrarisch areaal autonoom afnemen. Ook de bestaande stikstofcrisis en aanvullende eisen voor waterkwaliteit zullen de druk op de landbouw verder vergroten.

De verwachte impact van de autonome ontwikkelen op met name de intensieve landbouw is groot, als gevolg scoort de referentiesituatie daarom '**rood**'.

5.11.4 Beschikbaarheid drink- en industriewater

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor beschikbaarheid drink- en industriewater.

Huidige situatie
Grote watertekorten (meer dan 10% van de vraag) voor drinkwaterproductie en voor gebruik in de industrie hebben in de huidige situatie in het voorzieningsgebied van de Rijn en Maas een (zeer) kleine kans van voorkomen (Asselman et al., 2022, Pouwels et al., 2021). Het IJsselmeer is daarvoor de belangrijkste zoetwaterbuffer van Nederland en voorziet grote delen van Noord- en Oost-Nederland van zoetwater. Ook langs de andere riviertakken zijn er dergelijke zoetwaterbuffers. Deze dienen voldoende gevuld (met water van voldoende kwaliteit) te zijn om zoetwatertekorten te voorkomen of in lange perioden van lage rivierafvoeren, te beperken. In enkele gevallen zijn noodgrepen, zoals het plaatsen van noodpompen, nodig om dit voor elkaar te krijgen. Doorgaans zijn de zoetwaterbuffers voldoende gevuld.

De huidige situatie voor de Rijn en Maas wordt '**groen**' gescoord.

Referentiesituatie
Als gevolg van klimaatverandering worden er langduriger perioden van lage afvoeren in de Rijn en Maas verwacht. Dit zorgt ervoor dat de vulling van zoetwaterbuffers en de drinkwatervoorziening onder druk kan komen te staan. In combinatie met de eroderende rivierbodem worden kritieke peilen van inlaatpunten van zoetwater vaker onderschreden. Door ongelijke rivierbodemdaling bij de splitsingspunten van de Rijn gaat er over tijd steeds minder afvoer naar de IJssel. Dit zet de vulling van het IJsselmeer als belangrijkste zoetwaterbuffer verder onder druk. Lagere afvoeren door de Waal en Nederrijn-Lek zorgen voor een afname van de tegendruk tegen zout water, waardoor verzilting verder kan doordringen en kritieke concentraties (150 mg/l) op innamelocaties van drinkwaterbedrijven, landbouw en industrie (vaker) overschreden kunnen worden. Zoetwatertekorten in het voorzieningsgebied van de Rijn, zowel Noord- en Oost-Nederland als West-Nederland() komen in de referentiesituatie veel frequenter voor. Met oog op klimaatverandering en frequentere droogte is er een beweging gaande om drinkwaterwinningen te verplaatsen van de hogere zandgronden naar de rivieren (oeverinfiltratie). Vanwege de toenemende druk op de drinkwatervoorziening scoort de referentiesituatie voor de Rijn '**rood**' gescoord. Voor de Maas zijn de langduriger perioden van lage afvoeren bepalend voor de beschikbaarheid van drink- en industriewater. De Maas kent net als de Rijntakken een groot voorzieningsgebied. Doordat de periodes van lage afvoeren toenemen en langduriger worden, komt de beschikbaarheid van drink- en industriewater onder druk te staan. De referentiesituatie voor de Maas is daarom '**oranje**' gescoord.

5.11.5 Stabiliteit oevers en kunstwerken

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie voor stabiliteit van oevers en kunstwerken.

Huidige situatie
Stabiliteit van oevers en kunstwerken is essentieel voor een veilige situatie in, op en rondom de rivier. Het betreft o.a. de stabiliteit van rivieroevers, kribben, stuwen, kademuren en brugpijlers. De stabiliteit van dergelijke constructies wordt bepaald door de combinatie van gronddruk en waterdruk. Constructies zijn (met veiligheidsmarges) ontworpen op de rivierkundige condities in het verleden. Onder de huidige condities kan de constructieve stabiliteit daardoor onvoldoende zijn bij een veranderde gronddruk (bijv. als gevolg van rivierbodemerosie) of veranderde waterdruk. Instabiliteit van kunstwerken, zover deze voorkomen, zijn nu veelal veroorzaakt door lokale omstandigheden en volgen niet/beperkt uit de rivierkundige condities. Derhalve wordt de huidige situatie voor zowel de Rijn als de Maas '**groen**' beoordeeld.

Referentiesituatie
De stabiliteit van (individuele) oevers, kribben, stuwen, kademuren en brugpijlers kunnen in de referentiesituatie onder druk komen te staan als gevolg van een verminderde gronddruk en een verminderde waterdruk. De verminderde gronddruk ontstaat vanwege doorgaande bodemerosie. Hierdoor kan bijvoorbeeld de inbedding van kunstwerken afnemen of kan het talud van een krib of oever te steil worden. Met name langs de trajecten met een grote bodemerosie (zoals de Waalbochten, het Pannerdensch Kanaal en de Gemeenschappelijke Maas) kan daardoor het risico van instabiele kunstwerken toenemen. Een afnemende waterdruk is het gevolg van lagere afvoeren die langdurig kunnen voorkomen als gevolg van klimaatverandering. Dit verhoogt het risico van instabiliteit (bijv. het omvallen van kademuren) langs alle ongestuwde en vrij-afstromende riviertrajecten langs de Rijn en Maas. Grote afnames van de waterdruk zijn bijvoorbeeld te verwachten langs de Waalbochten, het Pannerdensch Kanaal, de Boven-IJssel en de Nederrijn bovenstrooms van stuw Driel (Asselman et al., 2022).

Door een afnemende gronddruk en waterdruk neemt het risico op instabiliteit van kunstwerken toe.
Derhalve wordt de referentiesituatie voor de Rijn en de Maas '**oranje**' beoordeeld.

5.11.6 Delfstofwinning

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor delfstofwinning.

Huidige situatie
De delfstofwinning in Nederland voorziet in grote mate in de behoefte aan primaire grondstoffen, met name voor industriezand in de bouw, maar ook voor grind en klei. Deze grondstoffen zijn overwegend in het bovenstroomse deel van de rivieren in Nederland te vinden. Grondstofwinning is daarnaast een belangrijke motor geweest voor de realisatie van hoogwaterveiligheid, in combinatie met natuurontwikkeling. Nieuwe ontwikkelingen vormen het koppelen van winning aan dijkversterkingen en actief sedimentbeheer, waarbij rivierbeheer aan delfstoffenwinning wordt gekoppeld en zo gebruikt wordt gemaakt van natuurlijke processen.

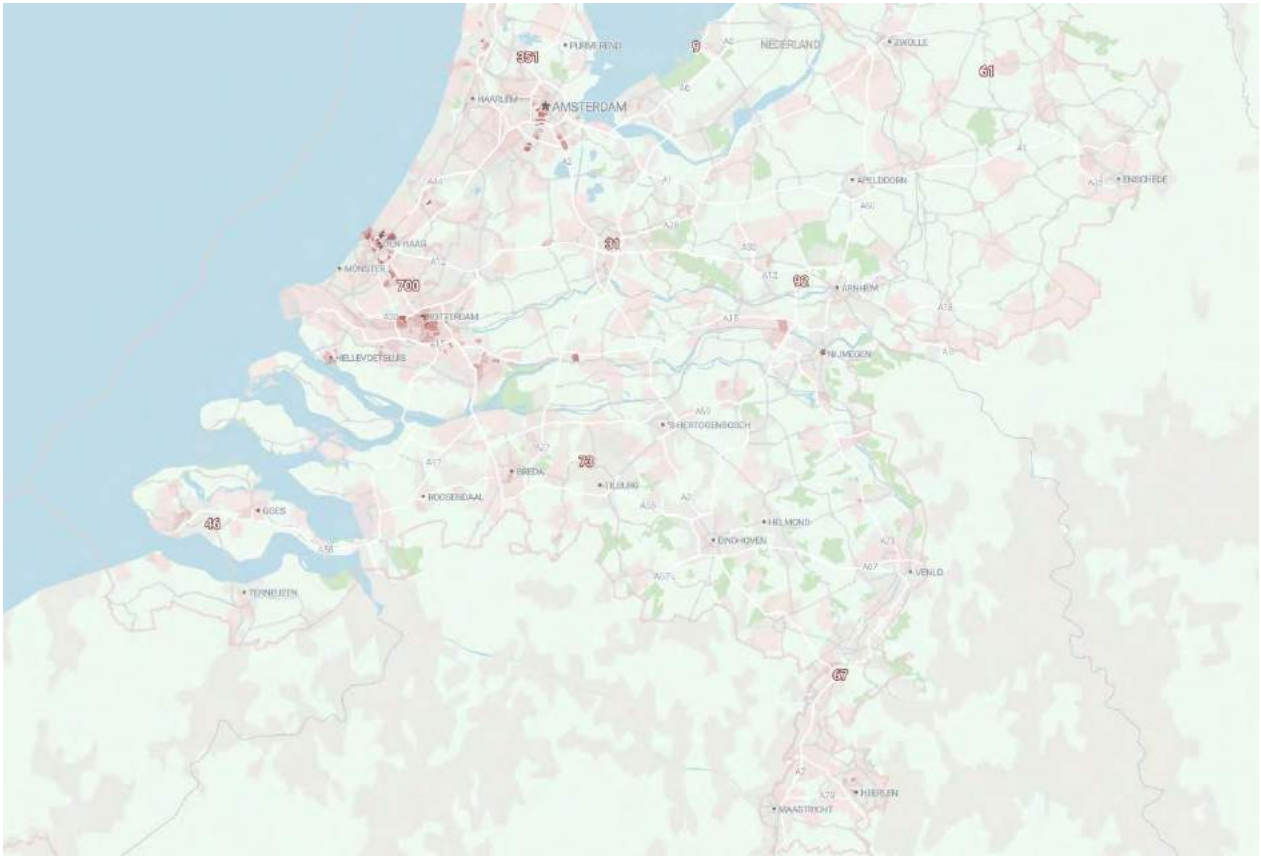
Delfstofwinning in de rivieren wordt vooral gedaan voor de winning van zand/grind en klei. Het winnen van deze delfstoffen is principe een duurzaam proces, omdat het hernieuwbare grondstoffen zijn. Echter, in de huidige situatie ligt de snelheid van de hernieuwbaarheid een stuk lager dan de snelheid van de winning. In de huidige situatie kan de grote hoeveelheid zandwinning leiden tot significante milieu impact, zoals erosie in rivieren, verandering in landgebruik, luchtvervuiling, verzilting etc. (UNEP, 2022). In het rivierengebied vindt op een aantal locaties delfstoffenwinning plaats.

Langs de Maas tussen Maastricht en Roermond vindt veel primaire ontgronding (ontgronding die gericht is op het winnen van oppervlaktedelfstoffen) plaats, waardoor grote diepe plassen ontstaan (zoals bij Roermond). De Maas heeft als gevolg van onttrekkingen uit het zomerbed van de rivier door de mens

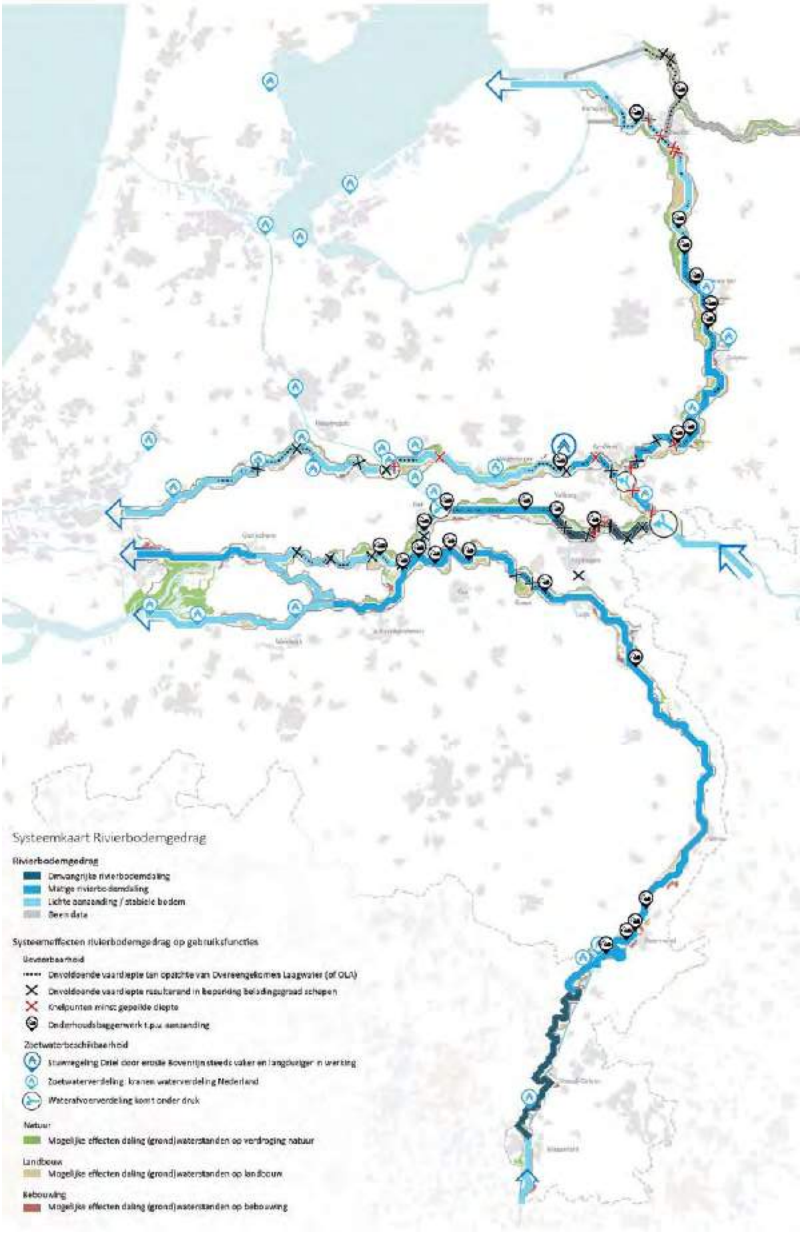
(eerste helft 20e eeuw) voor het grootste deel van haar loop last van daling van de rivierbodem (WSP et al., 2021).

Daarnaast vindt er aan de Midden-Waal en de Lek op verschillende plekken primaire ontgronding plaats. In Figuur 5-38 is te zien dat er in de Rijntakken op veel plekken baggerwerkzaamheden en lokaal aanzanding plaatsvindt, vaak in bochten of rond vaste lagen.

In de huidige situatie doen zich nog geen problemen voor op het gebied van zandwinning. De huidige situatie scoort daarom voor zowel de Rijntakken als de Maas '**groen**'.



Figuur 5-37 Bedrijven Delfstofwinning



Figuur 5-38 Rivierbodemgedrag, aanzanding en baggerwerkzaamheden

Referentiesituatie

Het Economisch Instituut voor de Bouw heeft berekend dat er tot 2050 een grote vraag blijft naar bouwgrondstoffen, waarbij onder andere een tekort is aan industriezand. Naar verwachting is in 2050 de bouw voor grondstoffen nog steeds voor 80% afhankelijk van primaire bouwgrondstoffen. Door toename van bevolkingsdruk zal een uitbreiding plaatsvinden van infrastructuur en woningen, waardoor de vraag naar delfstoffen blijft stijgen en het aanbod van secundaire bouwstoffen afkomstig van sloop niet toereikend zal zijn. Het belang van de delfstofwinning uit de rivieren blijft daarom van groot belang in de komende 30 jaar. Delfstofwinning is gebaat bij natuur- en recreatieprojecten, vanwege het maatschappelijk belang. Het is namelijk niet toegestaan om zonder aanleiding in de uiterwaarden te graven. In de referentiesituatie is in beperkte mate (bijvoorbeeld vanuit projecten als de Meanderende Maas) aanleiding om in de uiterwaarden grondstoffen te winnen, waardoor de referentiesituatie voor de Rijntakken – ongeacht de hoge vraag naar primaire bouwstoffen – ‘**oranje**’ scoort.

Voor de Maas geldt dat, net als voor de Rijn, er in beperkte mate aanleiding is om in de uiterwaarden/weerden grondstoffen te winnen. Wel blijft sedimentonttrekking uit het zomerbed blijft doorgaan. De Maas is '**oranje**' gescoord.

5.11.7 Kabels en leidingen

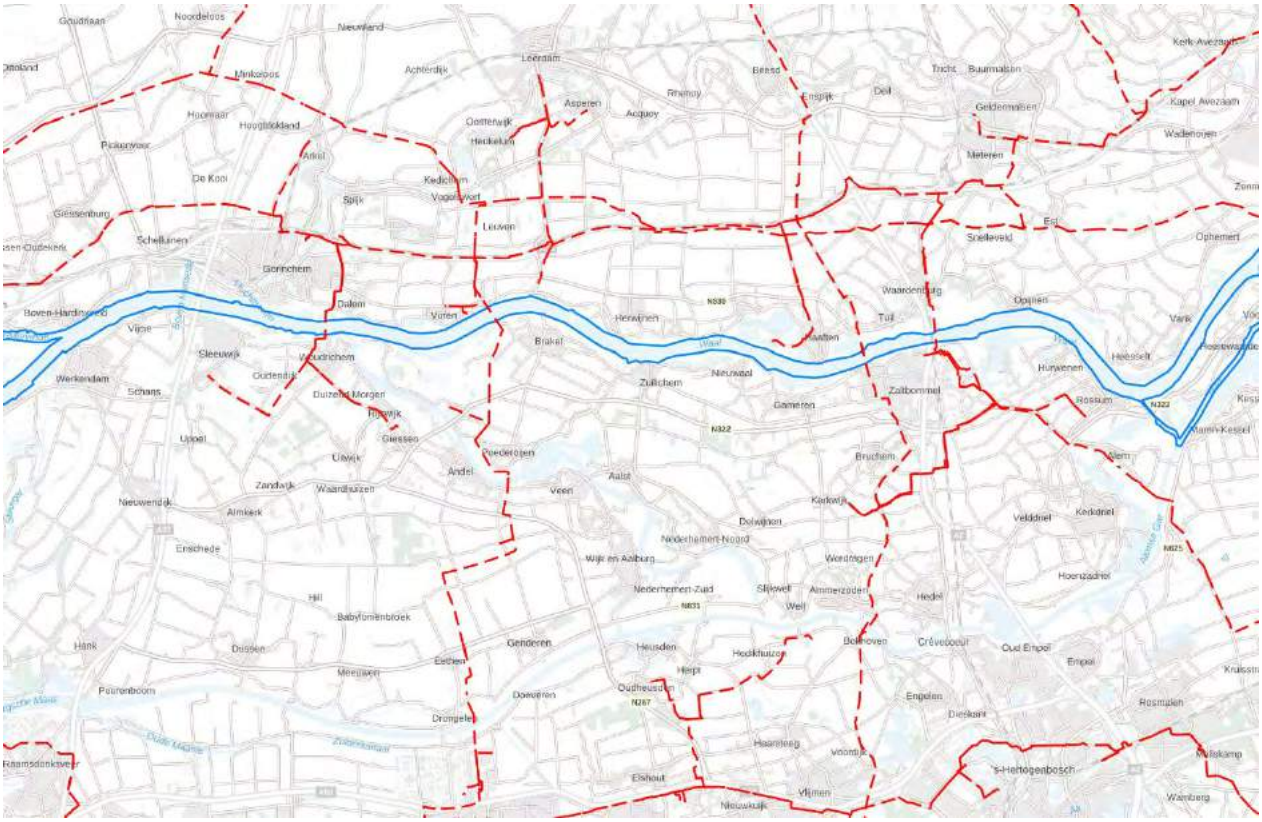
Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor kabels en leidingen.

Huidige situatie

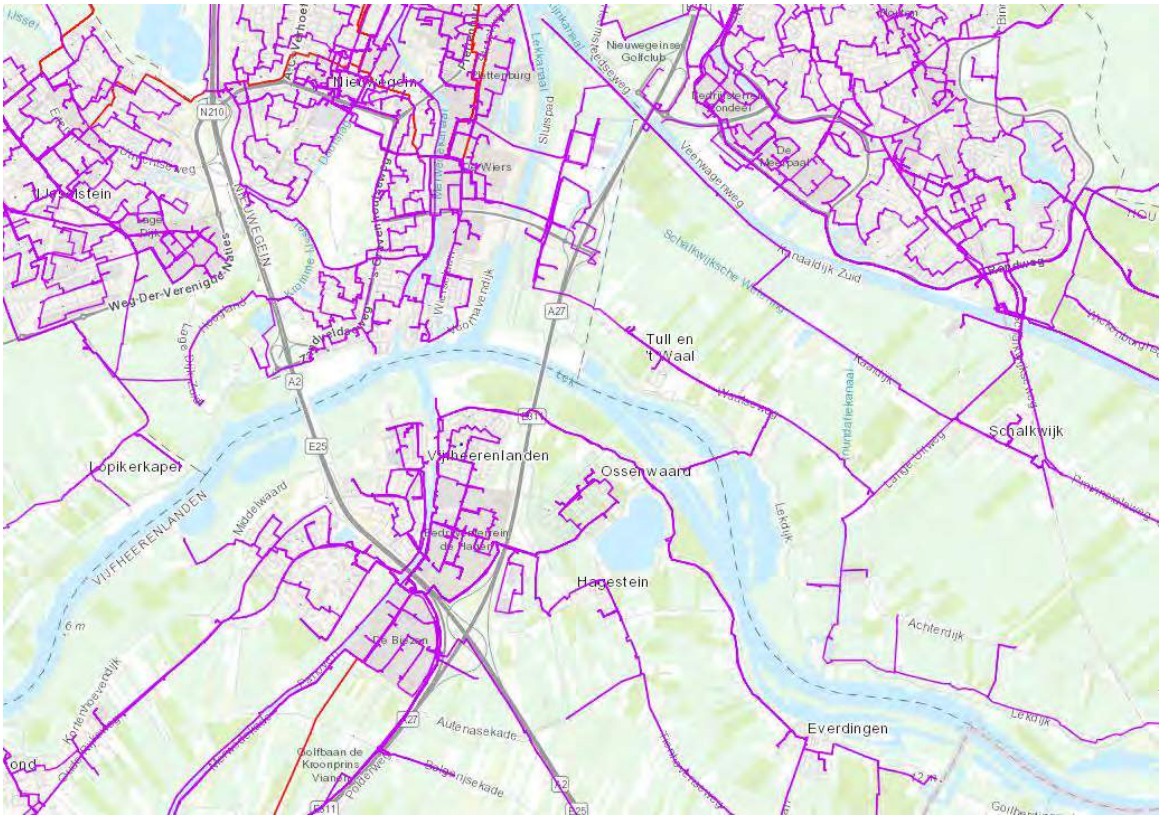
Het uitschuren van de rivierbodem kan tot gevolg hebben dat kabels en leidingen die de rivier oversteken (zie voorbeeld in Figuur 5-40) bloot komen te liggen en daardoor worden beschadigd. Veel van de kabels en leidingen die de rivier kruisen hebben niet meer dan 1,0 m gronddekking, terwijl veelal een minimale gronddekking van tenminste 2,5 meter wordt gehanteerd. Deze gronddekking is nu te klein, en zal door bodemerosie steeds verder afnemen[6].

Daarnaast vormen graafwerkzaamheden (bijvoorbeeld bij dijkversterkingen) een risico voor de aanwezigheid van kabels en leidingen. Door werkzaamheden in de grond kan het voorkomen dat kabels en/of leidingen verlegd moeten worden. De verlegging is moeizamer wanneer het gaat om cruciale leidingen, zoals gasunileidingen, olieleidingen of effluentleidingen.
Uit de studie klimaatbestendige netwerken blijkt dat op een aantal plekken kabels en leidingen al een probleem vormen (op de Waal en de Boven-IJssel), waardoor de huidige situatie '**oranje**' scoort.

Figuur 5-39 Overzicht grote (min. 16 bar en 50 mm dik) buisleidingen (paars) en gewone buisleidingen (rood)



Figuur 5-40 Voorbeeld waar buisleidingen de Waal oversteken (Atlas van de Leefomgeving, n.d.).



Figuur 5-41 Voorbeeld ligging kabels nabij/in de dijk bij de Lek Gasvervangingsdata (arcgis.com)

Referentiesituatie
De toekomstige verder doorgaande bodemerosie vergroot het risico dat kabels en leidingen op de rivierbodem bloot komen te liggen, waardoor ze beschadigd kunnen raken. Daarnaast nemen door klimaatverandering de risico's'op schade aan kabels en leidingen toe ten opzichte van de huidige situatie. Omwaaiende bomen als gevolg van toename aan extreem weer (en stormen), zorgen voor een groter risico op de beschadiging van kabels en leidingen. Daarnaast kunnen overstromingen de ondergrondse infrastructuur dusdanig beschadigen, waardoor installaties en voorzieningen uitvallen (zie bijvoorbeeld de ontgrondingskuilen van het zomerhoogwater in de Maas in 2021. Toen kwamen ook kabels en leidingen bloot te liggen).

De referentiesituatie scoort door de toenemende risico's voor kabels en leidingen voor zowel de Rijntakken als de Maas '**rood**'.

5.11.8 Totaalbeoordeling gebruiksfuncties

In onderstaande tabellen is de beoordeling op gebruiksfuncties in het rivierengebied samengevat.

Tabel 5-12 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

	Aspect	HS 2020	REF 2050	HS 2020	REF 2050
		Rijn		Maas	
Gebruiksfuncties	Wonen en werken	😊	😐	😊	😐
	Recreëren	😊	😊	😊	😊
	Landbouw	😐	☹	😐	☹
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	😊	☹	😊	😐
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	😊	😐	😊	😐
	Delfstoffenwinning	😊	😐	😊	😐
	Kabels en leidingen	😐	☹	😐	☹

5.12 Duurzaamheid

5.12.1 Adaptiviteit en klimaatverandering

De adaptiviteit is voor de huidige en referentiesituatie niet te beoordelen, en wordt daarom niet beschreven.

5.12.2 Energie en grondstoffengebruik

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de huidige situatie (anno 2022) en de referentiesituatie (anno 2050) voor energie en grondstoffen. Hierbij wordt gekeken naar het energie- en grondstofgebruik in het rivierengebied.

Huidige situatie
In het Nationale Klimaatakkoord is afgesproken dat Nederland in 2050 95% minder CO_2 zal uitstoten, ten opzichte van 1990. Dit betekent dat in allerlei sectoren het energieverbruik moet worden verminderd en zo veel als mogelijk verduurzaamd.

Het huidige waterbeheer in Nederland gaat ook gepaard met een hoog energieverbruik. Waterbeheer bestaat niet alleen uit de zorg voor het watersysteem als zodanig, maar ook uit het voorkomen en tegengaan van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste (Rijkswaterstaat, n.d). Daarnaast spelen (vracht)schepen een groot aandeel in het energieverbruik van het rivierengebied bij het transporteren van goederen.

Daarnaast is vanwege permanente lokale aanzanding in de vaargeul een continue baggerinspanning nodig om de vaargeulen op de juiste diepte te houden. Baggerwerkzaamheden (zowel kustsuppletie als vaarwegonderhoud) zorgen momenteel voor circa 40-50% van de broeikasgasemissies van Rijkswaterstaat (Raadgever et al., 2020).

Waterschap Rivierenland hanteert het uitgangspunt dat bij ieder dijkversterkingsproces in 2027 minimaal 80% van de broeikasgas-uitstoot gereduceerd dient te worden ten opzichte van het peiljaar 2020, dat is gesteld op 25% emissiereductie. Daarnaast hanteren ze het uitgangspunt dat ieder dijkversterkingsproject uiterlijk in 2027 voor 80% circulair werkt. De HWBP projecten vallen in de alliantie ook deels onder het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en hebben als doelstelling om 100% reductie te behalen in 2030. De ambitie daarbij is om in 2030 volledig klimaatneutraal en circulair te zijn. Om aan deze ambitie te voldoen worden HWBP projecten nu al klimaatneutraal aanbesteed. Hierbij wordt het volgende stappenplan gehanteerd:

1. Voorkomen: emissiearm ontwerpen, waar mogelijk gebiedseigen grond te gebruiken en een efficiënte en daardoor emissiearme uitvoeringslogistiek, in combinatie met de keuze van emmissie-arme materialen.
2. Beperken/mitigeren: het zoveel mogelijk beperken van emissies die vrijkomen door het toepassen van het principe van een emissieloze bouwplaats, zoals het inzetten van emissieloze voertuigen en niet onnodig motoren laten lopen.
3. Compenseren: de rest-emissies moeten gecompenseerd worden door opname CO2 middels natuurontwikkeling in het project zelf.

Het energie- en grondstofgebruik is in de huidige situatie al zeer hoog, wat nadelige consequenties heeft voor het klimaat en milieu. Momenteel wordt nog niet voldaan aan de ambitie om volledig klimaatneutraal en circulair te zijn. De huidige situatie scoort ‘**oranje**’.

Referentiesituatie
Door economische groei in de toekomstige situatie neemt de intensiteit op de vaarweg toe. In het huidige scenario (WLO2050H) is deze groei ongeveer 50%. De toename van intensiteit op de vaarweg gaat gepaard met een toename in energieverbruik. In de Rijntakken blijkt dat de bevaarbaarheid en aflaaddiepte op de Rijntakken 'negatief' wordt beïnvloed. Dit betekent concreet dat schepen minder vracht kunnen meenemen en dus meer moeten (om)varen om dezelfde hoeveelheid vracht te leveren. Dit leidt tot hogere kosten en energieverbruik voor de beroepsbinnenvaart en voor de sectoren die van de beroepsbinnenvaart afhankelijk zijn. In de Maas zijn deze zaken een minder groot probleem.

Om Nederland te beschermen tegen hoogwater, wordt er als onderdeel van het Hoogwater Beschermings Programma (HWBP) 1.500 kilometer dijk versterkt. Hiervan is inmiddels al 157 kilometer gerealiseerd. De overige 1.330 wordt de aankomende jaren (tot 2050) gerealiseerd. De versterkingen van primaire keringen brengt veel energieverbruik met zich mee. Daarnaast vinden er in de Rijntakken veel baggerwerkzaamheden plaats om de rivieren bevaarbaar te houden, wat veel inspanning vereist.

In 2050 zou Nederland al moeten voldoen aan het klimaatakkoord en daarmee 95% minder CO_2 uit moeten stoten dan in 1990. Dit betekent dat er voor 2050 een omschakeling moet zijn geweest naar duurzame energie die ook in de watersector heeft plaatsgevonden. Er zullen allerlei innovaties zijn, zoals elektrisch aangedreven materieel. Ook zijn er enkele kansen voor energiewinning in het rivierengebied. In het plan van Klimaatpark IJsselpoort wordt beschreven dat, wegens de grote transitieopgave naar duurzame energiewinning, het kan voorkomen dat het projectgebied van het Rivierklimaatpark wordt aangewezen voor de ontwikkeling van grootschalige windmolen- en zonneparken. Verder zullen in de toekomst wegens restricties weinig kansen zijn voor de ontwikkeling van windenergie. De grootste potentie bestaat voor Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO). Zowel uit stromend water als uit diepe plassen. Uit onderzoek van onderzoeksinstituut TNO (n.d.) blijkt wel dat dijken een grote potentie bieden voor de opwek van zonne-energie. Dijken zouden goed kunnen zijn voor de opwek van 3 GW aan zonne-energie (momenteel bevindt zich 8 GW aan zonne-energie in Nederland). Echter, het is nog de vraag of dit in de praktijk potentie heeft. Rivierdijken zijn vaak voorzien van grasbekleding en hebben daarnaast een natuurfunctie/bestemming. Daarnaast is de schaduwwerking van de zonnepanelen nadelig voor de grasmat, wat de mogelijkheden bij groene dijken sterk beperkt.

Ingrepen, beheer en onderhoud in het rivierengebied vinden deels klimaatneutraal en circulair plaats. De referentiesituatie scoort daarmee '**oranje**'. Er zijn nog grote hoeveelheiden energie nodig voor het waterbeheer in de toekomst en er zijn weinig kansen voor de opwek van duurzame energie wegens restricties. Wel wordt er duurzame innovatie verwacht en is het beleid gericht op verduurzaming en klimaatneutraliteit, dat zorgt voor minder uitstoot. Afgezien van de benodigde baggerinspanning is er weinig onderscheid tussen Maas en Rijn. Beide hebben dezelfde score toegekend gekregen.

5.12.3 Totaalbeoordeling duurzaamheid

In onderstaande tabellen is de beoordeling op duurzaamheid samengevat.

Tabel 5-13 Totaalbeoordeling Rijntakken en Maas

	Aspect	HS 2020	REF 2050	HS 2020	REF 2050
		Rijn		Maas	
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	X	X	X	X
	Energie- en grondstofgebruik	😐	😐	😐	😐

6 Beoordeling doelbereik alternatieven

In dit hoofdstuk worden de effecten en beoordeling van het doelbereik beschreven. Voor elk van de vijf doelen is voor de drie alternatieven een inschatting gemaakt van de kansen en risico's gerelateerd aan doelbereik.

6.1 Veilige afvoer en berging van hoogwater

Inleiding

Eén van de vijf doelen van IRM is een **veilige afvoer en berging van hoogwater**. Het betreft het zorgen voor een veilige afvoer van hoogwater door het vergroten van de afvoer- en bergingscapaciteit van de rivieren. Belangrijke aspecten hierbij zijn het voorkomen van (lokale) hydraulische knelpunten waar de waterstand hinderlijk opgestuwd wordt, het verdelen van de afvoer over de Rijntakken conform de afgesproken verdeling uit de PKB Ruimte voor de Rivier (2006) en het hebben van voldoende topvervlakking van afvoergolven in het riviersysteem van de Maas. Waterberging draagt bij aan het verlagen van de hoogwaterstanden, voor de Maas mede doordat het zorgt voor het afvlakken van de hoogwaterafvoergolven in de Maasvallei. Uitdrukkelijk zijn ook voldoende sterke dijken nodig om hoogwater veilig te kunnen afvoeren. Dit aspect wordt niet beoordeeld, omdat de wettelijke waterveiligheidsopgave is belegd bij het HWBP. Om te komen tot een beoordeling van de mate van doelbereik is gewerkt met onderstaand beoordelingskader met twee aspecten, ''hoogwaterstanden'' en "waterbergingscapaciteit":

Tabel 6-1 Beoordelingscriteria veilige afvoer en berging van hoogwater

IRM doelen	Aspect	Criteria
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	Verandering in de hoogwaterstanden als maat voor afvoercapaciteit bij hoogwater met mogelijk een grote reductie van de dijkversterkingsopgave
	Waterbergings-capaciteit	Verandering in waterbergend vermogen/oppervlak van het rivierbed en capaciteit tot topvervlakking

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van twee beoordelingsschalen. Deze zijn onderstaand opgenomen.

	Beoordelingsschaal alternatieven: hoogwaterstanden
++	Grote kans op het verlagen van de waterstanden bij hoogwater ten opzichte van de referentiesituatie met mogelijk een grote reductie van de dijkversterkingsopgave
+	Kans op het verlagen van de waterstanden bij hoogwater ten opzichte van de referentiesituatie met mogelijk een reductie van de dijkversterkingsopgave
0/+	Kleine kans op het verlagen van de waterstanden bij hoogwater ten opzichte van de referentiesituatie met mogelijk een kleine reductie van de dijkversterkingsopgave
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van hoogwaterstanden en dijkversterkingsopgave
0/-	Klein risico op het verhogen van de waterstanden bij hoogwater ten opzichte van de referentiesituatie met mogelijk een kleine toename van de dijkversterkingsopgave
-	Risico op het verhogen van de waterstanden bij hoogwater ten opzichte van de referentiesituatie met mogelijk een toename van de dijkversterkingsopgave
--	Groot risico op het verhogen van de waterstanden bij hoogwater ten opzichte van de referentiesituatie met mogelijk een grote toename van de dijkversterkingsopgave

	Beoordelingsschaal alternatieven: waterbergingscapaciteit
++	Grote kans op het vergroten van het waterbergend vermogen/oppervlak van het rivierbed en capaciteit tot topvervlakking ten opzichte van de referentiesituatie
+	Kans op het vergroten van het waterbergend vermogen/oppervlak van het rivierbed en capaciteit tot topvervlakking ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Kleine kans op het vergroten van het waterbergend vermogen/oppervlak van het rivierbed en capaciteit tot topvervlakking ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van waterbergingscapaciteit en capaciteit tot topvervlakking
0/-	Klein risico op het verkleinen van het waterbergend vermogen/oppervlak van het rivierbed en capaciteit tot topvervlakking ten opzichte van de referentiesituatie
-	Risico op het verkleinen van het waterbergend vermogen/oppervlak van het rivierbed en capaciteit tot topvervlakking ten opzichte van de referentiesituatie
--	Groot risico op het verkleinen van het waterbergend vermogen/oppervlak van het rivierbed en capaciteit tot topvervlakking ten opzichte van de referentiesituatie

6.1.1 Hoogwaterstanden

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie. Figuur 6-1 en 6-2 geven de waterstandsopgaven per alternatief voor respectievelijk de Rijntakken en Maas. Er is hierbij een uitsplitsing gemaakt naar het opvangen van het klimaateffect, waarbij de dijkversterkingsopgave gereduceerd wordt, en het ruimte geven aan andere ontwikkelingen, waardoor deze waterstandsneutraal kunnen worden uitgevoerd (bijv. bodemligging, PAGW, gebiedsontwikkelingen) maar waarbij de benodigde dijkversterkingsopgave onveranderd blijft.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Algemeen

De hoogwaterstanden zijn in alternatief 1 min of meer gelijk aan de referentiesituatie. In dit alternatief is rivierverruiming voorzien die ontwikkelingen faciliteert, zodat deze waterstandsneutraal kunnen worden uitgevoerd. De rivierverruiming compenseert dus de stijging van de hoogwaterstanden als gevolg van de hogere rivierbodem en PAGW (i.e. waterstandsneutraal). Deze ontwikkelingen zijn het: terugbrengen van de bodemligging van de Rijntakken naar het niveau van 2000, het vasthouden van de huidige bodemligging voor de Maas en de uitvoering van de PAGW.

Rijn

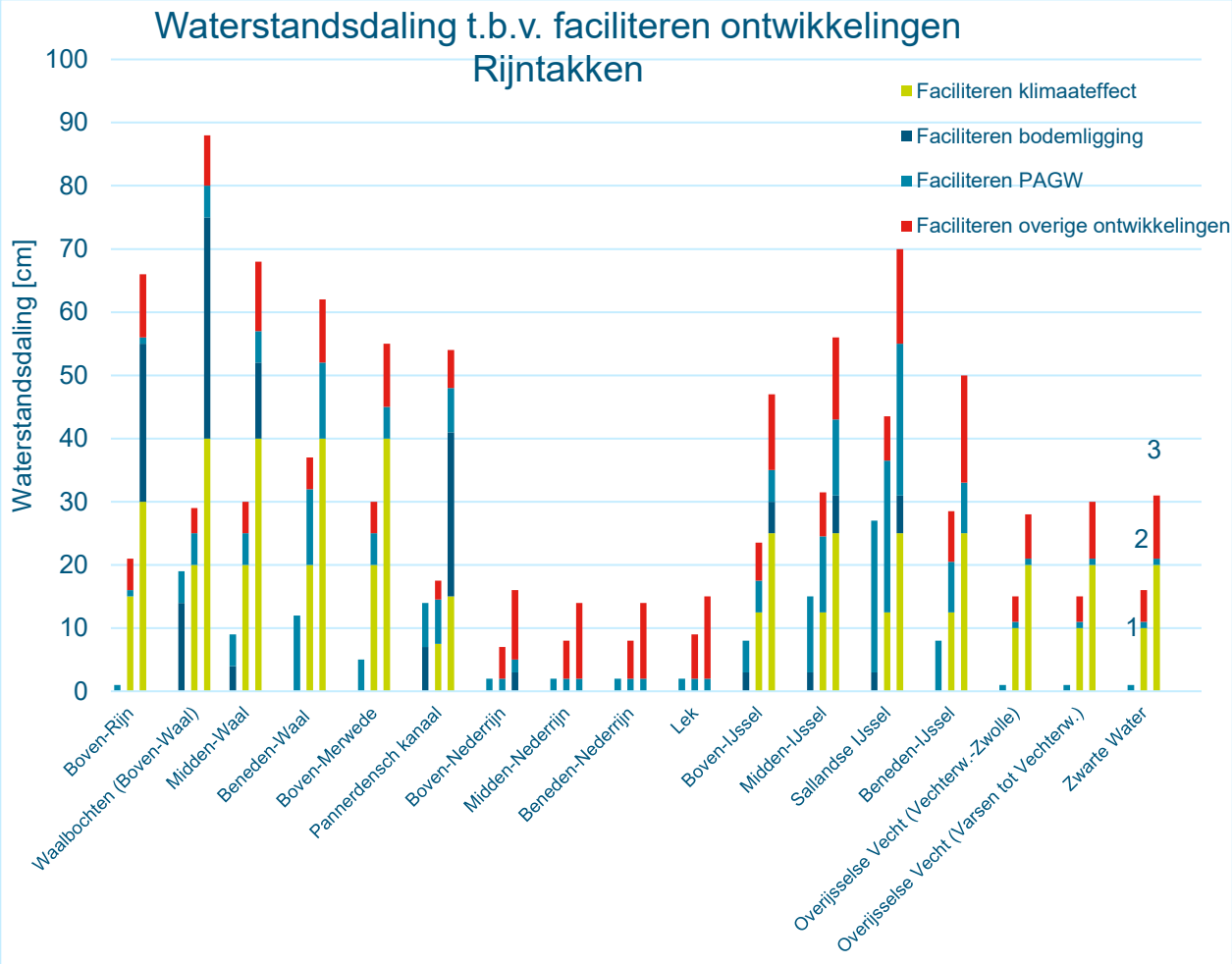
Zonder compenserende maatregelen zorgt de teruglegging van de bodemligging in eroderende trajecten (zie Figuur 3-2 voor een visuele weergave van de ontwikkelingen van de bodemligging) naar het niveau van 2000 voor een toename van de hoogwaterstanden tot een maximum orde van 0,3 m ten opzichte van de referentiesituatie (met bijvoorbeeld voor de Waal uitgaande van een 1 op 3 relatie tussen de veranderingen van de hoogwaterstanden en de bodemverandering, (Voortman, 2022)). Rivierverruiming in dit alternatief zorgt ervoor dat deze bodemverandering met gelijkblijvende hoogwaterstand t.o.v. de huidige situatie kan worden uitgevoerd. Ten opzichte van de referentiesituatie, waarbij de hoogwaterstanden langs eroderende riviertrajecten licht zouden dalen als gevolg van rivierbodemerosie, zijn de hoogwaterstanden dus iets hoger door het terugbrengen van de bodem van de Rijntakken naar het historische niveau van 2000.

Om de bodem van de Rijntakken te kunnen handhaven op het niveau van 2000, zodat deze niet gelijk erodeert, zijn aanvullende maatregelen nodig. Deels zorgen de rivierverruimende maatregelen daar al voor, die benodigd zijn voor het bereiken van een waterstandsneutrale uitvoering van de verhoging van de rivierbodem. Rivierverruiming (in de vorm van nevengeulen en uiterwaardverlaging) zorgt namelijk voor een onttrekking van afvoer uit de hoofdgeul en daarmee een verkleining van de sedimenttransportcapaciteit en de erosieviteit van de rivier. Aanvullend zullen extra maatregelen nodig zijn om de bodemligging op het

niveau van 2000 te handhaven. Dit alternatief voorziet daar in via één of meerdere van de volgende maatregelen: sedimentsuppleties, langsdammen-concept, nevengeulen, kribverlaging, etc. Er bestaat daarmee de kans dat er netto meer ruimte ontstaat in de rivier, waardoor de hoogwaterstanden (licht) dalen ten opzichte van de huidige situatie.

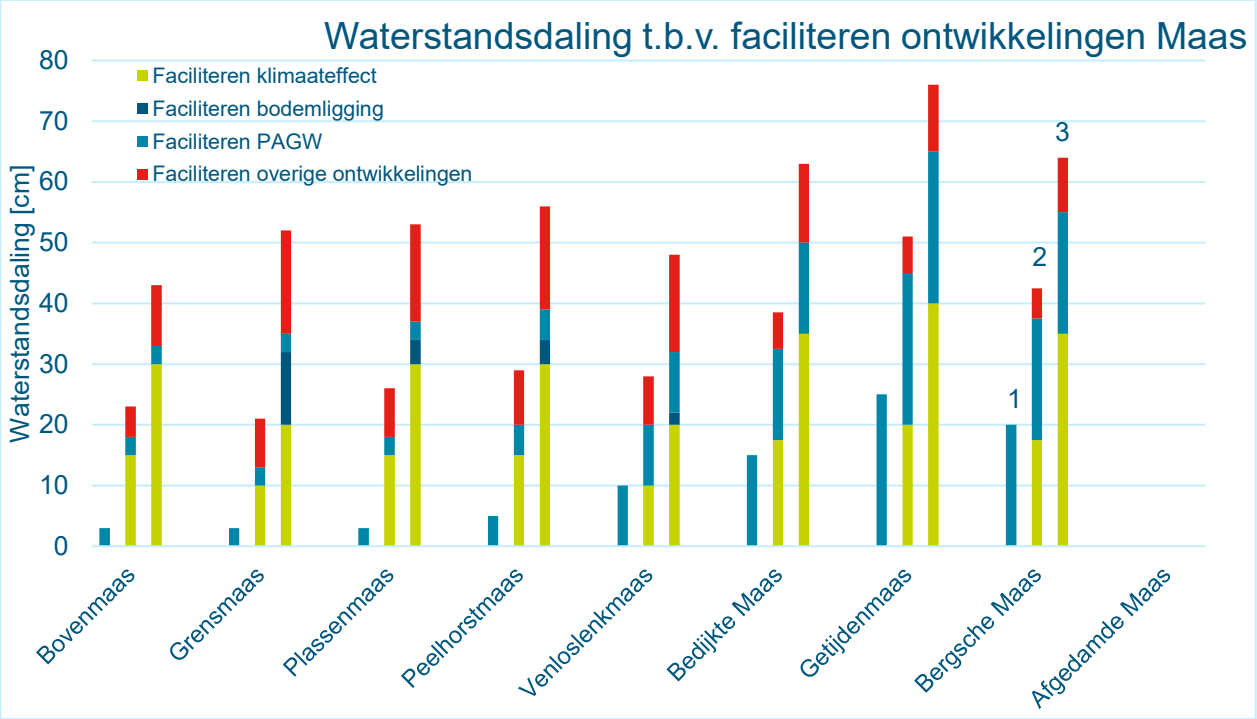
Een aandachtspunt voor de Rijntakken is het realiseren van de beleidsmatige afvoerverdeling uitgaande van een afvoer bij Lobith van 17.000 m^3/s. Doordat in dit alternatief de bodem van de Waal verder wordt verhoogd dan dat van het Pannerdensch Kanaal, is de compensatie van de (ongelijke) waterstandsstijgingen essentieel om de beleidsmatige afvoerverdeling te realiseren en tevens voldoende regelbereik op de regelwerken te behouden/verkrijgen. Ook in de tussenliggende periode (tijdens de realisatiefase) dient voldaan te worden aan de beleidsmatige afvoerverdeling, evenals het hebben van regelbereik op de regelwerken. In de gebiedsuitwerkingen moet hier rekening mee worden gehouden.

Concluderend, voor de Rijntakken is er zowel een kleine kans op het verlagen van de hoogwaterstanden als hele kleine risico's op het verhogen van de hoogwaterstanden t.o.v. de referentiesituatie. Derhalve wordt een neutrale score **(0)** toegekend voor alle takken.



Figuur 6-1 Te faciliteren waterstandseffecten middels rivierverruiming per riviertraject per alternatief (drie kolommen per riviertraject; linker kolom is alternatief 1, middelste kolom is alternatief 2 en rechterkolom is alternatief 3) voor de Rijntrajecten. Deze effecten zijn uitgedrukt in het aantal cm's hoogwaterstandsdaling dat gerealiseerd moet worden om invulling te geven aan de ontwikkelingen. Enerzijds is dat het klimaateffect (tot 2050 of voor de periode daarna bij versterkte trajecten) waarmee de dijkversterkingsopgave

gereduceerd kan worden tot 2050 of voor de periode daarna (groene balkjes) en anderzijds is dat het faciliteren van andere ontwikkelingen zodat deze waterstandsneutraal kunnen worden uitgevoerd (blauwe en rode balkjes) (HKV, 2022b).



Figuur 6-2 Te faciliteren waterstandseffecten middels rivierverruiming per riviertraject per alternatief (drie kolommen per riviertraject; linker kolom is alternatief 1, middelste kolom is alternatief 2 en rechterkolom is alternatief 3) voor de Maastrajecten. Deze effecten zijn uitgedrukt in het aantal cm's hoogwaterstandsdaling dat gerealiseerd moet worden om invulling te geven aan de opgaven. Enerzijds is dat het klimaateffect (tot 2050 of voor de periode daarna bij versterkte trajecten) waarmee de dijkversterkingsopgave gereduceerd kan worden tot 2050 of voor de periode daarna (groene balkjes) en anderzijds is dat het faciliteren van andere ontwikkelingen zodat deze waterstandsneutraal kunnen worden uitgevoerd (blauwe en rode balkjes). De Afgedamde Maas is een waterbergende riviertak en kent daarom geen opgave tot waterstandsdaling (HKV, 2022a).

Maas

In dit alternatief wordt de huidige bodemligging van de Maas gehandhaafd. Deze ligt daarmee hoger in de eroderende trajecten dan in de referentiesituatie, wat zorgt voor een lichte stijging van de hoogwaterstanden t.o.v. de referentie. Daarnaast, krijgt de Maas in dit alternatief iets meer topvervlakkingscapaciteit door het verruwen van de uiterwaarden in het kader van PAGW. Waar ter plaatse van de PAGW maatregelen er gecompenseerd moet worden om deze waterstandsneutraal uit te voeren, zorgt de verruwing in de uiterwaarden er mogelijk wel voor dat de afvoergolf vertraagt en dat de demping enigszins toeneemt. Hierdoor is er een kleine kans dat de hoogwaterstanden voor de Bedijkte Maas (licht) afnemen.

Concluderend, voor de Maas zijn er zowel hele kleine kansen op het verlagen van de hoogwaterstanden als hele kleine risico's op het verhogen van de hoogwaterstanden t.o.v. de referentiesituatie. Derhalve wordt een neutrale score **(0)** toegekend.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit

Algemeen

In alternatief 2 wordt extra afvoer- en bergingscapaciteit gecreëerd en dat zorgt in het algemeen voor een verlaging van de hoogwaterstanden op alle riviertakken met het deels faciliteren van de klimaatopgave. Dit verkleint de hoogteopgave bij (toekomstige) dijkversterkingsprojecten. Het alternatief faciliteert tegelijkertijd andere opgaven (deels), zoals het uitvoeren van PAGW en andere gebiedsontwikkelingen.

Het alternatief voorziet voor zowel de Rijntakken als de Maas plusminus de helft in het opvangen van het klimaateffect (de waterstandsverhoging horende bij de verwachte toename van de hoogwaterafvoer). Dit gebeurt middels rivierverruiming. Door deze verruiming zullen de hoogwaterstanden over het algemeen lager worden dan in de referentiesituatie. Belangrijke locaties die een rol spelen bij rivierverruiming zijn de hydraulische knelpunten. Dit zijn locaties die zorgen voor veel opstuwing van de (hoog)waterstanden vanwege een kleiner doorstroomoppervlak, zoals trajecten langs steden en onderdoorgangen bij bruggen. Door zeespiegelstijging is rivierverruiming minder effectief in de benedenlopen met invloed van het zeeniveau (bijv. Boven-Merwede, Lek, Bergsche Maas en Getijdenmaas).

Rijn
Het vasthouden van de huidige rivierbodemligging heeft geen effect op de hoogwaterstanden t.o.v. de huidige situatie. Zonder de maatregelen voor het vergroten van de afvoercapaciteit zijn ten opzichte van de referentiesituatie in alternatief 2 de hoogwaterstanden hoger in de eroderende trajecten. Het vasthouden van de bodem betekent namelijk een hogere rivierbodemligging ten opzichte van de referentiesituatie waarin de bodemerosie wel doorgaat. Door de vergroting van de afvoercapaciteit t.b.v. het opvangen van het klimaateffect nemen de hoogwaterstanden alsnog af.

Met de huidige rivierbodemligging en de voorziene rivierverruimingen is het mogelijk om de beleidsmatige afvoerverdeling bij 17.000 m^3/s te realiseren met de huidige regelwerken. Hierdoor veranderen de hoogwaterstanden langs de Nederrijn-Lek niet en wordt daarom een neutrale score **(0)** toegekend. Dit alternatief zorgt bij de Boven-Rijn/Waal/Boven-Merwede, Pannerdensch Kanaal/IJssel/Vecht/Zwarte Water voor een kans op het verlagen van de waterstanden bij hoog water **(+)**.

Maas
Voor de Maas is met name de voorziene rivierverruiming in de Maasvallei een belangrijke factor in dit alternatief. Deze rivierverruiming (alsmede de verruwing van de uiterwaarden in het kader van PAGW) zorgt ervoor dat er meer topvervlakking van de afvoergolf kan plaatsvinden in de Maasvallei. Dit resulteert bij spitse afvoergolven in lagere hoogwaterstanden langs de Bedijkte Maas. Echter, voor bredere afvoergolven zijn de effecten van topvervlakking beperkt. Om de (helft van de volledige) klimaatopgave te faciliteren met rivierverruiming zijn daarom ook langs de Bedijkte Maas zelf rivierverruimingen nodig. Dit alternatief zorgt bij de Maas voor een kans op het verlagen van de waterstanden bij hoog water **(+)**.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Algemeen
In alternatief 3 wordt zowel de rivierbodem verhoogd en wordt rivierverruiming grootschalig toegepast om de rivierbodem op dat gewenste niveau te handhaven en om veel extra afvoercapaciteit te creëren. Het doel van dit alternatief is ambitieus, namelijk om de te verwachten waterstandsverhoging vanuit alle opgaven in het rivierengebied te compenseren: klimaat, bodem, natuur, buitendijkse versterkingen, gebiedsontwikkeling en beheerruimte. Voor de meeste ontwikkelingen geldt dat met de voorziene compensatie deze waterstandsneutraal kunnen worden uitgevoerd (bijv. PAGW). Het voorzien in de klimaatopgave (het compenseren van de waterstandsverhoging als gevolg van hogere afvoeren) door middel van het toevoegen van afvoercapaciteit zorgt wel voor een waterstandverlaging ten opzichte van de referentiesituatie in 2050, ter grootte van de klimaatopgave zelf (zie Figuur 3-9).

Om in alle ontwikkelingen te kunnen faciliteren en daarmee een (grote) waterstandsverlaging te realiseren, is (zeer) grootschalige rivierverruiming nodig. Een aandachtspunt hierbij is dat door zeespiegelstijging rivierverruiming minder effectief is in de benedenlopen van de Maas, Waal (en Boven-Merwede) en Lek met invloed van het zeeniveau. De te faciliteren waterstandsdaling varieert tussen de riviertrajecten, zie Figuur

3-9. Voor de riviertrajecten langs de Waal (en dan met name de Waalbochten), IJssel en diverse trajecten langs de Maas, is de opgave zeer fors, orde 60 cm tot 100 cm, zie de figuren.

Rijn

Voor de Rijntakken is de afvoerverdeling over beide splitsingspunten een belangrijk aandachtspunt. Zonder compensatie verschuift door het terugbrengen van de bodem naar het niveau van 1980 de afvoerverdeling en gaat er minder afvoer naar de Waal en meer richting het Pannerdensch Kanaal, Nederrijn-Lek en IJssel. Om aan de beleidsmatige afvoerverdeling te blijven voldoen, is compensatie middels rivierverruimingen dus essentieel (en voorzien in het alternatief). Dit zorgt (mede) voor een grotere opgave voor rivierverruiming in het traject Waalbochten, die niet overal haalbaar zou kunnen zijn. In dat geval is er een risico op een ongewenste verschuiving van de afvoerverdeling en/of het onvoldoende hebben van regelbereik met de huidige regelwerken.

Maas

Voor de Maas wordt een grote waterstandsdaling gerealiseerd door het realiseren van meer topvervlakking van de afvoergolven in de Maasvallei. Grootschalige rivierverruiming en de verruwing van uiterwaarden (i.h.k.v. PAGW) dragen hier in belangrijke mate bij aan de topvervlakking. Dit reduceert (in beperkte mate) de opgaven voor rivierverruiming (en/of dijkversterking) langs de Bedijkte Maas.

Beoordeling

Samengevat, alternatief 3 heeft een grote kans op het verlagen van de waterstanden bij hoogwater ten opzichte van de referentiesituatie (met mogelijk een reductie van de dijkversterkingsopgave) voor alle riviertakken **(++)**, behalve voor de Nederrijn-Lek dat gegeven de uitgangspunten van dit alternatief en dat het staande beleid ‘Lek ontzien’ behaald kan worden, een **(0)** scoort, met de kanttekening dat in de realisatiefase van deze grote ambitie de afvoerverdeling een aandachtspunt is.

6.1.2 Waterbergingscapaciteit

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Rijn en Maas

In alternatief 1 zijn geen specifieke ingrepen voorzien om de waterbergingscapaciteit te vergroten langs de Rijntakken en de Maas. De rivierverruimende maatregelen die genomen worden, zijn bedoeld om te compenseren voor de uitvoering van PAGW en te compenseren voor de verhoging van de rivierbodem. Hierdoor voegen de rivierverruimende maatregelen in (zeer) beperkte mate waterbergingscapaciteit toe. Alternatief 1 heeft naar verwachting geen effect op de waterbergingscapaciteit en draagt daarmee niet bij aan het doel ‘veiligere afvoer van water’, en scoort daarom neutraal **(0)** voor alle riviertakken.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit

Rijn

In alternatief 2 wordt ingezet op een vergroting van de waterbergingscapaciteit om in opgaven voor waterstandsverlaging te voorzien, waaronder deels die voor klimaatverandering. Voor de Rijntakken kan de reservering van het Rijnstrangengebied bij het splitsingspunt Pannerdensche Kop deels of volledig worden gebruikt in dit alternatief. Hiermee is er een kans om retentie te creëren in het bovenstroomse deel van de Rijntakken. Hiervan profiteren met name de Waal, Pannerdensch Kanaal en de IJssel, waar de piekafvoeren zullen afnemen. In de IJssel-Vechtdelta kan retentie worden gecreëerd om afvoer tijdelijk te kunnen bergen, met name relevant in stormcondities. Bij deze twee takken neemt de veiligheid van de afvoer van hoogwater naar verwachting toe door de kleine kans op het vergroten van de waterbergingscapaciteit **(0/+)**. Voor de Nederrijn-Lek is er geen verandering te verwachten als de afvoerverdeling gehandhaafd wordt, daarom scoort dit alternatief neutraal als het gaat om doelbereik **(0)**.

Maas
Met name langs de Maas is er de kans op het vergoten van de waterbergingscapaciteit en daarmee een bijdrage leverend aan een veiligere afvoer van hoogwater. Nieuwe waterbergingsgebieden of uitbreiding van bestaande gebieden in de Maasvallei zullen naast het bergen van afvoer ook zorgen voor topvervlakking. Hierdoor nemen de hoogwaterstanden langs de Maasvallei en in beperkte mate langs de Bedijkte Maas af. Dit alternatief scoort daarom een positief **(+)** voor de Maas. Er wordt bijgedragen aan het doel van ‘’veilige afvoer en berging van hoogwater’.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
In alternatief 3 zorgen de voorziene grootschalige maatregelen voor een grote toename van de waterbergingscapaciteit. Het gebruik maken van bestaande binnendijkse reserveringen en het mogelijk vinden van nieuwe binnendijkse locaties voor ingrepen zorgt voor een grote toename van de waterbergingscapaciteit.

Rijn
Langs de Rijntakken is er de kans om binnendijkse maatregelen (bij reserveringen en nieuwe zoeklocaties) te treffen om de waterbergingscapaciteit te vergroten. Dit leidt met name langs de IJssel en in de IJssel-Vechtdelta tot een positieve beoordeling **(+)**, zie HKV (2020). Voor de Boven-Rijn, Waal en Boven-Merwede is de kans op het vergroten van het waterbergend vermogen/oppervlak kleiner **(0/+)**. Voor de Nederrijn-Lek is bij het staand beleid ‘Lek ontzien’, waardoor de afvoer naar de Nederrijn-Lek niet zou toenemen, waarschijnlijk geen belangrijke rol voor waterberging te realiseren **(0)**.

Maas
Door het belang voor topvervlakkingscapaciteit in de Maas kan de vergroting van de waterbergingscapaciteit in dit alternatief een bijdrage leveren aan het doel ‘veilige afvoer en berging van hoogwater’ **(++)**.

6.1.3 Totaalbeoordeling veilige afvoer en berging van hoogwater

In onderstaande tabellen zijn de beoordelingen op hoogwaterstanden en waterbergingscapaciteit samengevat voor de Rijn en de Maas.

Tabel 6-2 Totaalbeoordeling Rijntakken

IRM doelen	Aspect	REF2050			Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht, Zwarte Water	Bovenrijn, Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht, Zwarte Water
Veilige afvoer van water	Hoogwater-standen	0	0	0	0	0	0	+	0	+	++	0	++
	Waterbergings-capaciteit	0	0	0	0	0	0	0/+	0	0/+	0/+	0	+

Tabel 6-3 Totaalbeoordeling Maas

IRM doelen	Aspect	REF2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Veilige afvoer van water	Hoogwater-standen	0	0	+	++
	Waterbergings-capaciteit	0	0	+	++

6.2 Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid

6.2.1 Inleiding

Een van de doelen van IRM is het realiseren van **robuuste zoetwaterbeschikbaarheid:** Het betreft het zorgen voor een robuuste zoetwaterbeschikbaarheid in periodes van droogte en lage afvoeren doormiddel van een hoofdwatersysteem dat bestand is tegen een droogte die in 2050 gemiddeld eens per 20 jaar voorkomt in het Stoomscenario. Voldoende wateraanvoer naar de nationale zoetwaterbuffers en – zones in het hoofdwatersysteem, de kanalen, innamepunten voor drinkwaterwinning en het regionale watersysteem (incl. grondwatersysteem) wordt geborgd. De effecten op drinkwatervoorziening worden besproken in paragraaf 7.5.5.

Om te komen tot een beoordeling van de mate van doelbereik wordt gewerkt met onderstaand beoordelingskader met twee aspecten, ‘’zoetwatervoorziening’’ en ‘’laagwaterstanden. Voor de beoordeling van beschikbaarheid drink- en industriewater wordt verwezen naar paragraaf 7.5.5.

Tabel 6-4 Beoordelingskader Robuuste waterbeschikbaarheid en (drink)watervoorziening

IRM doelen	Aspect	Criteria
Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid	Zoetwatervoorziening	Verandering in beschikbaarheid van zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder het IJsselmeer.
	Laagwaterstanden	Verandering van inlaatbeperkingen ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties en verandering in de laagwaterstanden en grondwaterstanden

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van twee beoordelingsschalen. Deze zijn onderstaand opgenomen.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Zoetwatervoorziening
++	Grote kans op het vergroten van de beschikbaarheid van zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder het IJsselmeer ten opzichte van de referentiesituatie
+	Kans op het vergroten van de beschikbaarheid van zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder het IJsselmeer ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Kleine kans op het vergroten van de beschikbaarheid van zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder het IJsselmeer ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van zoetwatervoorziening
0/-	Klein risico op het verkleinen van de beschikbaarheid van zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder het IJsselmeer ten opzichte van de referentiesituatie
-	Risico op het verkleinen van de beschikbaarheid van zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder het IJsselmeer ten opzichte van de referentiesituatie
--	Groot risico op het verkleinen van de beschikbaarheid van zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder het IJsselmeer ten opzichte van de referentiesituatie

	Beoordelingsschaal alternatieven: laagwaterstanden
++	Grote kans op het afnemen van inlaatbeperkingen ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties en het verhogen van laagwaterstanden en grondwaterstanden.
+	Kans op het afnemen van inlaatbeperkingen ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties en het verhogen van laagwaterstanden en grondwaterstanden.
0/+	Kleine kans op het afnemen van inlaatbeperkingen ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties en het verhogen van laagwaterstanden en grondwaterstanden.
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van laagwaterstanden en grondwaterstanden
0/-	Klein risico op het toenemen van inlaatbeperkingen ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties en het verlagen van laagwaterstanden en grondwaterstanden.
-	Risico op het toenemen van inlaatbeperkingen ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties en het verlagen van laagwaterstanden en grondwaterstanden.
--	Groot risico op het toenemen van inlaatbeperkingen ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties en het verlagen van laagwaterstanden en grondwaterstanden.

6.2.2 Zoetwatervoorziening

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Rijn

In alternatief 1 komt de rivierbodem van met name de Boven-Waal een stuk hoger te liggen ten opzichte van de referentiesituatie. Dit zorgt ervoor dat er minder afvoer naar de Waal gaat (bij lage afvoer ongeveer 15 m^3/s, zie Asselman et al., 2022b) en juist meer naar de IJssel. Het IJsselmeer wordt hierdoor bij lage afvoeren beter gevuld. Dit zorgt voor een verbetering van de zoetwatervoorziening voor Noord- en Oost-Nederland, waardoor dit alternatief positief scoort **(+)** voor de IJssel. Anderzijds zorgt de verminderde aanvoer van afvoer naar de Waal voor een kleine afname van de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied van de Waal. Verhoudingsgewijs (procentuele verandering) t.o.v. de toename van de IJsselafvoer is de afname van de afvoer naar de Waal beperkt. Tevens staat in de referentiesituatie de zoetwatervoorziening via de Waal minder onder druk dan die van de IJssel. Daarom is voor de Waal een licht negatief oordeel **(0/-)** toegekend. De afvoer naar de Nederrijn-Lek neemt licht toe in alternatief 1. In het

bovenstroomse deel is er daardoor meer zoetwater beschikbaar. Benedenstrooms staat bij deze condities de Lek in open verbinding met de Waal. Door de toename van de afvoer via de Nederrijn zelf hoeft er minder afvoer uit de Waal onttrokken te worden via het Betuwepand. De hoeveelheid afvoer in de Lek verandert daardoor nauwelijks t.o.v. de referentiesituatie. Daarom wordt voor de Nederrijn-Lek een neutraal **(0)** toegekend als het gaat om het doel ‘’robuuste waterbeschikbaarheid’. De druk op de zoetwatervoorziening van West-Nederland (voorzieningsgebied Waal en Nederrijn-Lek gezamenlijk) neemt iets toe met dit alternatief.

Maas
De druk op de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied van de Maas wordt niet of nauwelijks verkleind met dit alternatief t.o.v. de referentiesituatie in 2050. Deze druk wordt voornamelijk veroorzaakt door de beperkte afvoer van bovenstrooms. De Maas wordt dus een neutraal oordeel **(0)** toegekend. Er is nauwelijks bijdrage aan een robuuste zoetwaterbeschikbaarheid.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
In alternatief 2 ligt, doordat wordt ingezet op het vasthouden van de huidige bodemligging, de bodem hoger dan in de referentiesituatie.

Rijn
In alternatief 2 ligt, doordat wordt ingezet op het vasthouden van de huidige bodemligging, de bodem hoger dan in de referentiesituatie. Dit zorgt ervoor dat de afvoerverdeling over de Rijntakken ten behoeve van de zoetwatervoorziening voor Noord- en Oost-Nederland beter is dan in de referentiesituatie, omdat er iets meer afvoer richting de IJssel gaat. Tevens zorgt het ook voor een (zeer) kleine verslechtering van de zoetwatervoorziening van West-Nederland (via de Waal en Nederrijn-Lek). In dit alternatief wordt vooral ingezet op een vergroting van de afvoer- en bergingscapaciteit. Deze geeft ook meekoppelkansen voor het realiseren van waterberging tijdens hogere afvoeren ten behoeve van de waterbeschikbaarheid in droge perioden. Dit kan voor een (zeer) kleine verbetering van de zoetwatervoorziening zorgen langs de Waal, IJssel en Maas (n.b. langs de Nederrijn-Lek wordt in verhouding tot de andere takken minder bergingscapaciteit gecreëerd). Dit effect is ondergeschikt aan het belang van de afvoerverdeling over de Rijntakken in de zoetwatervoorziening. Samengevat, voor alternatief 2 is er een kleine kans op het vergroten van de beschikbaarheid van zoetwater in het voorzieningsgebied van de IJssel **(0/+)** en niet of nauwelijks effect in het voorzieningsgebied van de Nederrijn-Lek en Waal **(0)**.

Maas
De druk op de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied van de Maas wordt niet of nauwelijks verkleind met dit alternatief t.o.v. de referentiesituatie in 2050. Deze druk wordt voornamelijk veroorzaakt door de beperkte afvoer van bovenstrooms. De Maas wordt dus een neutraal oordeel **(0)** toegekend. Er is nauwelijks bijdrage aan een robuuste zoetwaterbeschikbaarheid.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn
In alternatief 3 wordt de rivierbodem in (voormalig) eroderende trajecten opgehoogd tot het niveau van 1980. Deze bodemligging en bijbehorende beleidskeuze afvoercapaciteit is optimaal voor de verdeling van zoetwater over de Rijntakken (volgens de PAWN-studie; Pulles, 1985). De voorziene grootschalige rivierverruiming geeft ook de meeste kansen voor meer waterberging tijdens hogere afvoeren ten behoeve van de waterbeschikbaarheid in droge perioden. Landelijke watertekorten nemen daardoor af ten opzichte van de referentiesituatie. Het alternatief zorgt er met name voor dat de afvoer van de IJssel toeneemt en dat daardoor de zoetwatervoorziening voor Noord- en Oost-Nederland sterk wordt verbeterd **(++)**. In het voorzieningsgebied van de Waal (relatief kleine afname van de afvoer) en Nederrijn-Lek (kleine toename

van de afvoer) neemt de druk op de zoetwatervoorziening in dit alternatief toe. De druk op de zoetwatervoorziening is hier echter kleiner dan dat van het gebied dat door de IJssel van zoetwater wordt voorzien. Dit komt mede omdat verhoudingsgewijs de afname van de afvoer door de Waal veel kleiner is dan de toename van de afvoer door de IJssel. Dit geeft voor de Waal een negatieve **(-)** score. De kleine toename van de afvoer door de Nederrijn-Lek geeft een licht positieve score **(0/+)**. Gezamenlijk is er voor het voorzieningsgebied van de deze twee takken dus wel een verslechtering van de zoetwatervoorziening.

Maas
De druk op de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied van de Maas wordt niet of nauwelijks verkleind met dit alternatief t.o.v. de referentiesituatie in 2050. Deze druk wordt voornamelijk veroorzaakt door de beperkte afvoer van bovenstrooms. Het realiseren van waterbergingscapaciteit met aanvullende maatregelen voor het bergen van afvoer t.b.v. droge perioden kan in beperkte mate de zoetwatervoorziening verbeteren (HKV, 2021). Deze potentie is er op locaties langs de Maasvallei met slecht doorlatende ondergronden. Door de relatief kleine impact (en mogelijk grote kosten) van dergelijke waterberging wordt dit alternatief voor de Maas een neutraal oordeel **(0)** toegekend als het gaat om het doelbereik.

6.2.3 Laagwaterstanden

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Algemeen
In alternatief 1 wordt de rivierbodem van de Rijntakken verhoogd tot het niveau van 2000. Laagwaterstanden (en in iets mindere mate de grondwaterstanden langs de rivieren) zijn ongeveer 1 op 1 gekoppeld aan de bodemligging, waardoor de laagwaterstanden en grondwaterstanden dus hoger komen in dit alternatief. Hierdoor komen beperkingen bij inlaatpunten minder frequent voor. Lokale of grootschalige toepassing van hoofdgeulversmalling, bijvoorbeeld door het toepassen van langsdammen, kan zorgen voor een verdere verhoging van de laagwaterstanden.

Rijn
Voor de IJssel wordt de stijging van de laagwaterstanden en grondwaterstanden versterkt door de veranderde afvoerverdeling, met meer afvoer naar de IJssel. Daarentegen dempt dit enigszins de stijging van de laagwaterstanden in de Waal. Het ophogen van de rivierbodem heeft wel een veel groter effect op de laagwaterstanden, dus ook langs de Waal gaan de laagwaterstanden omhoog. Langs de Nederrijn-Lek worden de waterstanden alleen hoger op de trajecten waar de waterstanden niet volledig worden bepaald door de stuwen (bijv. bovenstrooms van stuw Driel). Voor de drie Rijntakken worden de volgende scores toegekend: **(+)** voor de Waal, **(0)** voor de Nederrijn-Lek en **(+)** voor de IJssel.

Maas
Langs de Maas blijft de huidige bodem gehandhaafd. In de ongestuwde Gemeenschappelijke Maas, dat ook een erosieve trend kent, ligt de bodem in alternatief 1 dus ook hoger dan in de referentiesituatie. Hier zorgt alternatief 1 dus voor hogere laagwaterstanden en grondwaterstanden. Dit traject is echter binnen het gehele voorzieningsgebied van de Maas beperkt bepalend voor de waterbeschikbaarheid. Derhalve wordt een licht positieve score **(0/+)** toegekend.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Algemeen
In alternatief 2 wordt de bodem op het huidige niveau gehandhaafd, waardoor deze op eroderende trajecten hoger ligt ten opzichte van de referentiesituatie. Dit draagt bij aan ietwat hogere laagwaterstanden langs de

erosieve en vrijafstromende riviertrajecten van de Rijn en Maas, voor de IJssel mede door de iets andere afvoerverdeling over de Rijntakken.

Rijn
De lichte stijging van de laagwaterstanden ten opzichte van de referentiesituatie gebeurt onder de redelijke aanname dat rivierverruiming geen effect heeft tijdens (zeer) lage afvoercondities. Voor de Waal en IJssel wordt een licht positief **(0/+)** oordeel toegekend. Bij de grotendeels niet vrij-afstromende Nederrijn-Lek wordt een neutraal oordeel **(0)** toegekend.

Maas
Net als in alternatief 1 blijft langs de Maas blijft de huidige bodem gehandhaafd. In de ongestuwde Gemeenschappelijke Maas, dat ook een erosieve trend kent, ligt de bodem in dit alternatief dus hoger dan in de referentiesituatie. Hier zorgt alternatief 2 dus voor hogere laagwaterstanden en grondwaterstanden. Derhalve wordt voor de Maas een licht positieve score **(0/+)** toegekend

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn
In alternatief 3 wordt de rivierbodem in erosieve trajecten opgehoogd tot het niveau van 1980. Dit zorgt voor een flinke stijging van de laagwaterstanden. Langs de IJssel gebeurt dit mede door het verschuiven van de afvoerverdeling over de Rijntakken, met meer afvoer richting de IJssel. Daarnaast kan de eventuele toepassing van langsdammen zorgen voor een verdere verhoging van de laagwaterstanden. De hogere laagwaterstanden zorgen voor (veel) minder frequente inlaatbeperkingen bij de inlaatpunten langs de Rijntakken ten opzichte van de referentiesituatie. Voor de Waal en IJssel wordt een zeer positieve score **(++)** toegekend. Voor de grotendeels gestuwde Nederrijn-Lek nemen de laagwaterstanden enkel toe in de trajecten waarvan de waterstanden niet volledig bepaald worden door de stuwen (bijv. bovenstrooms van Driel). Aan de Nederrijn-Lek wordt daarom een licht positieve score **(0/+)** toegekend.

Maas
Ook op vele trajecten langs de Maas wordt de rivierbodem verhoogd. Dit zorgt in de gestuwde delen voor een (zeer) beperkte toename van de laagwaterstanden en in de ongestuwde delen voor een grotere toename van de laagwaterstanden en grondwaterstanden. Dit is het voornaamst langs de Gemeenschappelijke Maas. Voor de Maas is een positieve score **(+)** toegekend.

6.2.4 Totaalbeoordeling robuuste zoetwaterbeschikbaarheid

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen op zoetwatervoorziening en laagwaterstanden samengevat. Afgeleide effecten van zoetwatervoorziening (zoals beschikbaarheid drink- en industriewater, landbouw en zoutindringing) zijn beschouwd in hoofdstuk 7 (milieueffecten).

Tabel 6-5 Totaalbeoordeling Rijntakken

IRM doelen	Aspect	REF2050			Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Robuuste zoetwater-beschikbaarheid	Zoetwater-voorziening	0	0	0	0/-	0	+	0	0	0/+	-	0/+	++
	Laagwater-standen	0	0	0	+	0	+	0/+	0	0/+	++	0/+	++

Tabel 6-6 Totaalbeoordeling Maas

IRM doelen	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Robuuste zoetwater-beschikbaarheid	Zoetwatervoorziening	0	0	0	0
	Laagwaterstanden	0	0/+	0/+	+

6.3 Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur

6.3.1 Inleiding

Een van de doelen van IRM is het realiseren van een **dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur.** Dit betreft het zorgen voor een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur door het realiseren van een natuurlijke hydro- en morfodynamiek, een goede ecologische waterkwaliteit en het borgen van voldoende ruimte voor natuur.

Om te komen tot een beoordeling van de mate van doelbereik wordt gewerkt met onderstaand beoordelingskader met drie aspecten, ‘’hydrodynamiek’’, ‘’morfodynamiek’’ en ‘’ruimte voor natuurontwikkeling’. Voor de beoordeling van een goede ecologische waterkwaliteit wordt verwezen naar de beoordeling bij het aspect Kaderrichtlijn Water (zie paragraaf 7.1.4):

Tabel 6-7 Beoordelingskader Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur

IRM doelen	Aspect	Criteria
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	Frequentie waarmee uiterwaard overstroomt, geschikte grondwaterstanden, en de variatie in ruimte en tijd waarin stroming plaatsvindt in de oeverzone en de uiterwaarden (zomerbed en winterbed zijn onder andere via een dynamische oeverzone met veel variërende stromingspatronen verbonden qua hydrodynamiek en dit geeft een indicatie voor het herstel van de hydrologische gradiënt tussen zomer en winterbed).
	Morfodynamiek	De verandering in aanbod van sediment, de mate van uitwisseling van sediment tussen en binnen het zomerbed en de uiterwaard.
	Ruimte voor natuurontwikkeling	Verandering in de mate waarin binnendijks gebied toegevoegd wordt en mogelijk ruimte geeft voor natuurontwikkeling en verbetering van de kwaliteit en daarmee een versterkte connectiviteit. En de mate waarin buitendijks gebied wordt (her)ingericht met ruimte voor natuur(kwaliteit) en een versterkte connectiviteit.

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van drie beoordelingsschalen. Deze zijn onderstaand opgenomen.

	Beoordelingsschaal alternatieven: hydrodynamiek
++	Grote kans op het vergroten van de frequentie van overstroming van de uiterwaarden en variatie in oppervlakte en stromingspatronen langs oevers en in de uiterwaarden ten opzichte van de referentiesituatie
+	Kans op het vergroten van de frequentie van overstroming van de uiterwaarden en variatie in oppervlakte en stromingspatronen langs oevers en in de uiterwaarden ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Kleine kans op het vergroten van de frequentie van overstroming van de uiterwaarden en variatie in oppervlakte en stromingspatronen langs oevers en in de uiterwaarden ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van hydrodynamiek
0/-	Klein risico op het verkleinen van de frequentie van overstroming van de uiterwaarden en variatie in oppervlakte en stromingspatronen langs oevers en in de uiterwaarden ten opzichte van de referentiesituatie
-	Risico op het verkleinen van de frequentie van overstroming van de uiterwaarden en variatie in oppervlakte en stromingspatronen langs oevers en in de uiterwaarden ten opzichte van de referentiesituatie
--	Groot risico op het verkleinen van de frequentie van overstroming van de uiterwaarden en variatie in oppervlakte en stromingspatronen langs oevers en in de uiterwaarden ten opzichte van de referentiesituatie

	Beoordelingsschaal alternatieven: morfodynamiek
++	Grote kans op het vergroten van het aanbod van sediment en uitwisseling van sediment tussen en binnen het zomerbed en de uiterwaard ten opzichte van de referentiesituatie
+	Kans op het vergroten van het aanbod van sediment en uitwisseling van sediment tussen en binnen het zomerbed en de uiterwaard ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Kleine kans op het vergroten van het aanbod van sediment en uitwisseling van sediment tussen en binnen het zomerbed en de uiterwaard ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van morfodynamiek
0/-	Klein risico op het verkleinen van het aanbod van sediment en uitwisseling van sediment tussen en binnen het zomerbed en de uiterwaard ten opzichte van de referentiesituatie tussen de hoofdgeul, oevers en winterbed ten opzichte van de referentiesituatie
-	Risico op het verkleinen van het aanbod van sediment en uitwisseling van sediment tussen en binnen het zomerbed en de uiterwaard ten opzichte van de referentiesituatie
--	Groot risico op het verkleinen van het aanbod van sediment en uitwisseling van sediment tussen en binnen het zomerbed en de uiterwaard ten opzichte van de referentiesituatie

	Beoordelingsschaal alternatieven: natuurontwikkeling
++	Een grote bijdrage aan de sleutelfactoren van een ecologisch robuust en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) waardoor aaneengesloten natuurgebieden ontstaan met voldoende ruimte voor natuurontwikkeling gericht op een goede balans tussen droge en natte ecotopen.
+	Een bijdrage aan de sleutelfactoren van een ecologisch robuust en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit
0/+	Een beperkte bijdrage aan de sleutelfactoren van een ecologisch robuust en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit).
0	Geen bijdrage aan de sleutelfactoren van een ecologisch robuust en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) waardoor geen bijdrage wordt geleverd aan aaneengesloten natuurgebieden met voldoende ruimte voor natuurontwikkeling gericht op een goede balans tussen droge en natte ecotopen.
0/-	Enige negatieve invloed op de sleutelfactoren van een ecologisch robuust en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) waardoor er een beperkt risico is voor aantasting van aaneengesloten natuurgebieden.
-	Een negatieve invloed op de sleutelfactoren van een ecologisch robuust en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) waardoor er een risico is voor aantasting van aaneengesloten natuurgebieden.
--	Een grote negatieve invloed op de sleutelfactoren van een ecologisch robuust en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) waardoor er een groot risico is voor aantasting van aaneengesloten natuurgebieden.

6.3.2 Hydrodynamiek

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie. De uitvoering van PAGW is voorzien in elk alternatief. De alternatieven kennen een verschillende mate van synergie met PAGW. Derhalve is eerst PAGW apart beschouwd en wordt bij de beoordeling van de alternatieven voor de twee beleidskeuzes ingegaan op de synergie met PAGW.

PAGW

De uitvoering van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) is voorzien in elk alternatief. De PAGW heeft tot doel morfo-ecologische kwaliteit te verbeteren en de natuur te versterken in onze grote wateren. Waar dat kan wordt het water weer meer de ruimte gegeven, verbindingen hersteld en wordt gezorgd voor een gevarieerder leefgebied. Om de natte ecotopen te realiseren en duurzaam in stand te houden, is verbetering van de hydrodynamische condities en verhoging van de (voorjaars)grondwaterstanden nodig. Dit geldt met name voor de drogere uiterwaarden in de hotspot-gebieden Gelderse Poort en Gemeenschappelijke Maas. Deze zijn nu met name geschikt voor de droge ecotopen ‘droog grasland’ en ‘hardhoutooibos’. Met de uitvoering van PAGW worden stromingscondities,

inundatiefrequenties en grondwaterstanden (veel) beter geschikt voor de gewenste ecotopen. Maatregelen als uiterwaardvergravingen, aanleg van stromende geulen en kadeverlagingen zijn hierbij passend. Deze kennen mogelijk synergie met de alternatieven voor rivierbodemligging & sedimenthuishouding en afvoercapaciteit. Door de uitvoering van PAGW is er voor de meeste trajecten, vooral geconcentreerd in de hotspots, een grote kans op het vergroten van de frequentie van overstromen van de uiterwaarden en variatie in oppervlakte en stromingspatronen langs de oevers en in de uiterwaarden ten opzichte van de referentiesituatie, score (**++**). Voor de gestuwde Nederrijn-Lek en Maas is de bijdrage van PAGW (op takniveau) minder groot en wordt een score '**+**' toegekend. Omdat de uitvoering van PAGW in alle alternatieven is voorzien, gelden deze scores in principe voor alle alternatieven. Om onderscheid in de mate doelbereik van de alternatieven voor rivierbodemligging & sedimenthuishouding en afvoercapaciteit zonder PAGW inzichtelijk te maken, zijn de alternatieven hieronder ook beschouwd zonder PAGW en aangegeven waar synergie/overlap mogelijk is.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Rijn

In alternatief 1 wordt de rivierbodemligging in de Waal en IJssel van de eroderende trajecten verhoogd ten opzichte van de huidige situatie en de referentiesituatie. Hierdoor wordt langs deze trajecten het hoogteverschil tussen het zomerbed en de uiterwaarden verkleind. Dit heeft diverse effecten op de hydrodynamiek, met positieve effecten op de natte riviernatuur t.o.v. de referentiesituatie. Door de verhoogde rivierbodem nemen ten opzichte van de referentiesituatie de waterstanden horende bij lage en middelhoge afvoeren toe. Dit zorgt tevens voor hogere grondwaterstanden, een betere connectiviteit van nevengeulen en strangen (minder droogval) en een kleine toename van de inundatiefrequentie en -duur. De waterstanden nemen het sterkst toe langs de IJssel, door de verandering in de afvoerverdeling bij laagwater die het alternatief veroorzaakt. De uiterwaarden blijven echter te droog voor nattere ecotopen (Asselman et al., 2022b). De hogere waterstanden in de Waal en Pannerdensch Kanaal werken ook door op de Boven-Rijn. Omdat de stuwen in de Nederrijn-Lek zijn afgeregeld op de waterstand bij Lobith, staan ze jaarlijks vaker en langduriger deels of volledig open. Dit zorgt ook voor enige toename van hydrodynamiek langs de Nederrijn-Lek, omdat er langere periodes met stroming plaatsvinden **(0/+)**.

Afhankelijk van het type maatregelen om de bodem te verhogen (verminderen erosiviteit door uiterwaardmaatregelen tegenover sedimentsuppleties) kan er aanvullende hydrodynamiek in de uiterwaarden worden gecreëerd. Voor de niet-eroderende delen van de Waal, IJssel en IJssel-Vechtdelta (zie Figuur 2-8) verandert de hydrodynamiek beperkt. Samengevat, verbetert de hydrodynamiek langs de Waal en IJssel t.o.v. de referentiesituatie en scoren deze takken positief **(+)**. De beschreven ontwikkelingen zijn ook voorzien met de uitvoering van PAGW. Daarmee is er sprake van enige synergie tussen de beleidskeuze voor bodemligging en PAGW. In dit alternatief is echter t.o.v. de andere twee alternatieven geen grote vergroting van de afvoercapaciteit t.b.v. het compenseren van het klimaateffect voorzien. Door het realiseren van PAGW verbetert de hydrodynamiek veel meer t.o.v. de referentiesituatie.

Maas

In alternatief 1 voor de Maas wordt de huidige rivierbodemligging gehandhaafd. Daardoor ligt de bodem in alternatief 1 hoger t.o.v. de referentiesituatie in de eroderende trajecten. Met name voor de Gemeenschappelijke Maas, die van groot ecologisch belang is en tevens ook een sterke erosietrend kent, zorgt dit ervoor dat de hydrodynamiek niet nog verder afneemt en dus licht verbeterd t.o.v. de referentiesituatie. Alternatief 1 scoort daarom voor de Maas positief **(0/+)**. Ook voor de Maas is er sprake van enige synergie met de uitvoering van PAGW.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit

Algemeen

In alternatief 2 wordt de hydrodynamiek ten behoeve van een dynamische en robuuste riviernatuur beïnvloed door zowel het handhaven van de bodemligging als de rivierverruimende maatregelen. Het effect van de rivierverruimende maatregelen verbetert de hydrodynamiek afhankelijk van de type maatregelen en de locaties. Er kan bijvoorbeeld meer stabiel stromend habitat worden gecreëerd in de vorm van nevengeulen en parallele geulen achter langsdammen. In dit alternatief wordt de bodemligging gehandhaafd op het huidige niveau van de Rijntakken en de Maas, wat op de eroderende trajecten een hoger niveau is dan in de referentiesituatie. Dit zorgt in deze gebieden voor een (ietwat) hogere inundatieduur van de uiterwaarden, hogere grondwaterstanden en connectiviteit van nevengeulen en strangen in vergelijking met de referentiesituatie.

De inundatiefrequentie en -duur van uiterwaarden wordt (verder) verhoogd door (grootschalige) uiterwaardvergravingen en zomerkadeverlagingen langs de Rijntakken en Maas. Ook grondwaterstanden komen door deze maatregelen dichter onder het maaiveld te liggen. Met name de combinatie van uiterwaardvergravingen en zomerkadeverlagingen verhoogt de grondwaterstanden (dichterbij het maaiveld) en vergroot de inundatiefrequentie en -duur van de uiterwaarden. Hierbij is er ook sprake van synergie met de uitvoering van PAGW, waarin gelijksoortige maatregelen zijn voorzien.

Rijn

Een uitzondering is er voor de Nederrijn-Lek. Hier wordt weinig afvoer- en bergingscapaciteit toegevoegd, omdat met het staand beleid ‘Lek ontzien’ de klimaatopgave voor de Nederrijn-Lek afwezig is. Omdat de laagwaterstanden en de waterstanden bij mediane afvoeren (rond de 2.000 m^3/s) in de Boven-Rijn slechts beperkt toenemen als gevolg van het handhaven van de bodemligging, blijft de Nederrijn-Lek zijn huidige gestuwde karakter een groot deel van het jaar behouden. Alternatief 2 heeft daarom voor de Nederrijn-Lek een nihil effect op de hydrodynamiek t.b.v. een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur (score **0**). De andere Rijntakken krijgen een positieve score **(+)**, omdat ze een kans hebben de hydrodynamiek te vergroten t.b.v. een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur.

Maas

Net als de Nederrijn-Lek, blijft ook de Maas grotendeels gestuwd bij lagere en middelhoge afvoeren. Met name de hydrodynamiek van de Gemeenschappelijke Maas kan verbeteren in dit alternatief. Daarbij is er ook sprake van synergie met PAGW in de hotspot Gemeenschappelijke Maas. Door de (geringe) verbetering van de hydrodynamiek scoort de Maas licht positief **(0/+)**, aangetekend dat de verbetering t.o.v. de referentiesituatie wel groter is dan in alternatief 1.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen

Rijn en Maas

In alternatief 3 neemt de hydrodynamiek ten behoeve van een dynamische en robuuste riviernatuur het meest toe ten opzichte van de referentiesituatie voor alle Rijntakken en voor de Maas. Allereerst wordt de bodem van de erosieve (en voormalig erosieve) Rijn- en Maastrajecten fors verhoogd, waardoor het hoogteverschil tussen het zomerbed en de uiterwaarden verkleind wordt. De laagwaterstanden en de grondwaterstanden komen daardoor omhoog en nemen toe ten opzichte van de referentiesituatie. Tevens is er meer connectiviteit tussen zomerbed en uiterwaarden middels de nieuwe geulen. Aanvullend worden grootschalige uiterwaardvergravingen in combinatie met zomerkadeverlagingen uitgevoerd. Het effect van deze maatregelen verbetert de hydrodynamiek afhankelijk van de type maatregelen en de locaties. Er kan bijvoorbeeld meer stabiel stromend habitat worden gecreëerd in de vorm van nevengeulen en parallele geulen achter langsdammen. Tezamen met de verhoging van de rivierbodem zorgen de uiterwaardmaatregelen ervoor dat de grondwaterstanden dichterbij het maaiveld komen en dat de jaarlijkse inundatieduur van de uiterwaarden sterk toeneemt. Daarnaast geven binnendijkse maatregelen (t.b.v. het

vergroten van de afvoercapaciteit) meekoppelkansen voor laagdynamische riviernatuur. Door dit alternatief ontstaat er meer hydrodynamiek en diversiteit in stroombeelden, waardoor verschillende (natte) ecotopen kunnen ontstaan. De ontwikkelingen in hydrodynamiek die worden gerealiseerd in dit alternatief kennen een grote synergie met de gewenste ontwikkelingen binnen PAGW.

Een uitzondering is er voor de Nederrijn-Lek. Hier wordt de rivierbodemligging grotendeels niet aangepast en is uiterwaardvergraving enkel voorzien voor het realiseren van de waterstandsopgave voor natuur en overige opgaven. Wel kunnen de stuwen vaker gestreken worden, doordat de waterstanden in de Boven-Rijn stijgen. Hierdoor is de Nederrijn-Lek vaker vrijafstromend en neemt de hydrodynamiek toe **(+)**. Langs de Maas neemt met name de hydrodynamiek van de Gemeenschappelijke Maas toe, die van groot ecologisch belang is. Derhalve krijgt deze tak een positieve score **(+)**. Voor de andere takken heeft dit alternatief een grote kans op een positieve bijdrage aan een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur **(++)**.

6.3.3 Morfodynamiek

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van PAGW en de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten van PAGW zijn apart uitgelicht en zijn voorzien in elk van de alternatieven.

PAGW

De uitvoering van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) is voorzien in elk alternatief. De PAGW heeft tot doel morfo-ecologische kwaliteit te verbeteren en de natuur te versterken in onze grote wateren. Waar dat kan wordt het water weer meer de ruimte gegeven, verbindingen hersteld en wordt gezorgd voor een gevarieerder leefgebied. Herstel van natuurlijke sedimentatie- en erosieprocessen in de oeverzones en in de uiterwaarden wordt hierbij beoogd (Van Heusden et al., 2021). Maatregelen als uiterwaardvergravingen, oeverontsteningen en kadeverlagingen zijn hierbij passend. Hierdoor kan er meer uitwisseling van sediment tussen het zomerbed, de oeverzones en het winterbed plaatsvinden. De maatregelen kennen mogelijk synergie met de alternatieven voor rivierbodemligging & sedimenthuishouding en afvoercapaciteit. Door de uitvoering van PAGW is er een grote kans op positieve bijdrage aan doelbereik ten opzichte van de referentiesituatie, score (**++**). Voor de gestuwde Nederrijn-Lek en Maas is de positieve bijdrage van PAGW kleiner en wordt daarom een score '**+**' toegekend. Omdat de uitvoering van PAGW in alle alternatieven is voorzien, geldt deze score in principe voor alle alternatieven. Om het doelbereik van de alternatieven voor rivierbodemligging & sedimenthuishouding en afvoercapaciteit zonder PAGW inzichtelijk te maken, zijn de alternatieven hieronder ook beschouwd zonder PAGW en aangegeven waar synergie/overlap mogelijk is.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Rijn en Maas

In alternatief 1 worden maatregelen genomen om de bodem van de eroderende riviertrajecten omhoog te krijgen en daar te handhaven die tegelijkertijd ook een effect hebben op de morfodynamiek. Er is een onderscheid tussen de type maatregelen en het effect op de morfodynamiek. Enerzijds kunnen sedimentsuppleties voor een groter aanbod zorgen. Het is afhankelijk van het gesuppleerde sediment in welke mate de gewenste morfodynamiek zich herstelt. Fijner sediment zorgt meer sedimenttransport en mogelijkheid om afzettingen te krijgen in de uiterwaarden. Tegelijkertijd kan daardoor het fijne sediment te snel uit het riviertraject verdwijnen, waardoor de gewenste morfodynamiek weer snel verdwijnt. Grover sediment blijft langer immobiel op de rivierbodem liggen, waardoor er ook sprake kan zijn van te beperkte dynamiek. Per riviertraject kan de meest gewenste sedimentfractie bepaald worden. Anderzijds kunnen eenmalige, structurele maatregelen als kadeverlagingen, oeverontsteningen en uiterwaardvergravingen voor een toename van de morfodynamiek zorgen, omdat de beschikbaarheid van sediment toeneemt en uitwisseling van sediment tussen zomerbed, oeverzone en winterbed gemakkelijker wordt. Dergelijke verruimingen kunnen ook bijdragen aan het verhogen van de rivierbodemligging, dat beoogd wordt in dit

alternatief. Hiervoor is een zorgvuldige dimensionering nodig om geen ongewenste/onregelmatige bodemveranderingen te veroorzaken. Ook is er synergie in de type maatregelen die met de uitvoering van PAGW zijn voorzien.

Door het verhogen (of handhaven in de Maas) van de rivierbodem wordt het hoogteverschil tussen het zomer- en winterbed verkleind ten opzichte van de referentiesituatie en neemt de hydrodynamiek toe. Hierdoor neemt de mate van uitwisseling van sediment tussen het zomerbed en de uiterwaard toe. Mogelijke maatregelen als kribverlaging en langsdammen in de Rijntakken zorgen voor meer stroming door de kribvakken en langs de oevers, wat ervoor zorgt dat er meer morfodynamiek langs de oever plaatsvindt. Een andere maatregel als oeverontsteningen kan hier een sterke bijdrage aan leveren. Hiermee ontstaan milieus die bijdragen aan de riviernatuur.

In dit alternatief blijven de zomerbedverdiepingen in de Maas en in de IJssel-Vechtdelta in stand. Ook blijft het gestuwde karakter van de Maas in stand. Hierdoor wordt het doorgaande sedimenttransport beperkt. Het positieve effect van dit alternatief op de morfodynamiek is derhalve ook beperkt in de gestuwde trajecten en bij de zomerbedverdiepingen. Voor de Maas is er met name (enige) verbetering van de morfodynamiek bij de Gemeenschappelijke Maas mogelijk.

Als gevolg van het in grote mate inbrengen van sediment in het systeem en een toename van sedimentuitwisseling ten opzichte van de referentie draagt alternatief 1 positief **(+)** bij aan een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur voor de Rijntakken, m.u.v. de Nederrijn-Lek **(0)**. Doordat het verschil met de referentiesituatie in de Maas klein is in dit alternatief, krijgt de Maas een score '**0/+**'.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
In alternatief 2 wordt in de Rijn en Maas de rivierbodem gehandhaafd door middel van suppleties. Door deze suppleties nemen de aanvoer van sediment en het sedimenttransport toe. Op erosieve riviertrajecten zal de rivierbodem met het volgen van dit alternatief hoger liggen dan in de referentiesituatie, omdat daar in de referentiesituatie de erosie niet gestopt zou worden. Dit zorgt voor een beperkte toename van de hydrodynamiek en daarmee de morfodynamiek. De uiterwaard- en zomerkadeverlagingen zorgen ervoor dat er vaker sediment wordt afgezet in de uiterwaarden. Hierbij is er synergie met de maatregelen die bij de uitvoering van PAGW zijn voorzien. Met de maatregelen sprake van een toename in zowel de toevoer van sediment als toename van sedimentuitwisseling tussen zomerbed, oeverzone en winterbed. Dit zorgt ervoor dat alternatief 2 voor alle Rijntakken, m.u.v. de Nederrijn-Lek een kans heeft op een positieve bijdrage aan het doel: 'een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur' via een verbetering **(+)** van de morfodynamiek. Langs de Nederrijn-Lek verbetert de morfodynamiek nauwelijks en scoort daarom neutraal **(0)**. De Maas blijft grotendeels gestuwd en de zomerbedverdiepingen blijven in stand. Door de uiterwaard- en zomerkadeverlagingen kan de morfodynamiek licht verbeteren **(0/+).**

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
In alternatief 3 wordt voor bijna alle riviertrajecten van de Rijn en Maas een hogere bodemligging en extra afvoercapaciteit gerealiseerd. Het hoogteverschil tussen het zomer- en winterbed neemt hierdoor sterk af (ten opzichte van alternatief 1 nu ook veel meer voor de Maas). Bovendien worden de zomerbedverdiepingen in de Maas en in de IJsseldelta opgevuld, waardoor er meer doorgaand sedimenttransport en morfodynamiek kan ontstaan.

Door de toename van de hydrodynamiek, neemt ook de morfodynamiek (uitwisseling van sediment binnen en tussen het zomer- en winterbed) sterk toe. Uiterwaarden kunnen (veel) vaker inunderen door bijvoorbeeld uiterwaardvergravingen en kadeverlagingen. Hierdoor kan er vaker sediment worden afgezet

in de uiterwaarden. Specifiek voor rivierverruiming is ook meer morfodynamiek te verwachten bij instromen en uitstromen (bijv. bij nevengeulen). Hier kunnen natuurlijker sedimentatie en erosie plaatsvinden. Bij dergelijke maatregelen is er sprake van een grote synergie met de maatregelen die bij de uitvoering van PAGW worden voorzien. Ten slotte, zorgen de voorziene suppleties voor een groter aanbod van sediment. Voor de Boven-Rijn/Waal/Boven-Merwede, Pannerdensch Kanaal/IJssel/Vecht/Zwarte Water en de Maas neemt de morfodynamiek daarom sterk **(++)** toe in alternatief 3**.** Door de veranderde rivierbodemligging en de hogere waterstanden bij mediane afvoeren op de Boven-Rijn, kunnen de stuwen in de Nederrijn-Lek vaker gestreken worden. Daardoor kan sedimenttransport meer continu plaatsvinden. Alternatief 3 zorgt daarmee ook voor een toename **(+)** van de morfodynamiek langs de Nederrijn-Lek.

6.3.4 Ruimte voor natuurontwikkeling

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie. In de beoordeling is er gekeken in hoeverre een bijdrage wordt geleverd aan de sleutelfactoren van een ecologisch en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) waardoor aaneengesloten natuurgebieden kunnen ontstaan met voldoende ruimte voor natuurontwikkeling gericht op een goede balans tussen droge en natte ecotopen. De uitvoering van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) is onderdeel van elk alternatief. Omdat het doel van PAGW het realiseren van een rivierecosysteem is, is deze zeer gunstige ontwikkeling voor het criterium ‘ruimte voor natuurontwikkeling’ niet onderscheidend voor de verschillende alternatieven. Om ervoor te zorgen dat de beoordeling van de invloed van PAGW niet te veel de beoordeling van de alternatieven bepaalt, is de beoordeling van de PAGW afzonderlijk beschouwd en is per alternatief aangegeven in hoeverre deze bijdraagt aan de opgave vanuit PAGW.

PAGW

Het doel van het PAGW is het realiseren van een en klimaatbestendig rivierecosysteem waarin alle belangrijke habitats en kenmerkende soorten een plaats vinden. Hiermee wordt voor een belangrijk deel voldaan aan de opgave vanuit Natura 2000 en KRW. Ook bij toekomstige ontwikkelingen en in situaties met (economisch) medegebruik moet deze standhouden. Hierbij ligt de focus op de ontwikkeling van vier hotspots van grootschalige samenhangende natuur langs de grote rivieren, waar voldoende leefgebied is voor duurzame populaties en daarmee ook als brongebied voor verspreiding naar delen van het rivierengebied en achterland kunnen fungeren: Gelderse Poort, Biesbosch, IJssel-Vechtdelta en Grensmaas. Deze verspreiding moet mogelijk worden via een ‘kralensnoer’ (corridors en stapstenen) van natuurgebieden langs de grote rivieren.

Om voldoende ruimte te creëren voor de ontwikkeling van een en klimaatbestendig rivierecosysteem worden in het streefbeeld alle buitendijkse landbouwgronden in de hotspots omgezet in natuur of natuur-inclusieve landbouw. In de Gelderse Poort wordt aanvullend ook binnendijkse gebieden (Rijnstrangen en Groenlanden) toegevoegd om hier specifiek laagdynamische riviernatuur te ontwikkelen. In de IJssel-Vechtdelta is ook binnendijks gebied meegenomen (Reeve-Abbertbos), maar dat ligt in het merengebied buiten de IRM-plangrens en valt daarmee buiten de scope van dit MER.

De doelstelling van het PAGW sluit naadloos aan op de opgave vanuit ‘ruimte voor natuurontwikkeling’ en levert bij alternatief 2 en 3 een grote positieve bijdrage **(++)** aan de sleutelfactoren van een ecologisch en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) ten opzichte van de referentiesituatie. Bij alternatief 1, waar binnendijks geen ruimte is gereserveerd, is in de hotspot Gelderse Poort onvoldoende ruimte beschikbaar om de PAGW-opgave te realiseren. Een belangrijk deel van de PAGW-opgave moet hier namelijk binnendijks (Rijnstrangen) gerealiseerd worden. De positieve bijdrage is daarmee beperkter voor het riviertraject Nederrijn-Lek **(+)**. De andere twee Rijntakken (IJssel en Waal) omvatten namelijk nog andere hotspots (IJssel-Vechtdelta en Biesbosch) waar wel voldoende ruimte beschikbaar is.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging en sedimenthuishouding

Rijn

In alternatief 1 wordt in de eroderende trajecten van de Waal en IJssel, door veel sediment in het systeem te brengen, de rivierbodemligging verhoogd ten opzichte van de referentiesituatie (zie Figuur 3-2 voor locatie). In de Maas wordt ter hoogte van de eroderende trajecten de rivierbodem gehandhaafd ten opzichte van de referentiesituatie. Buiten de eroderende trajecten vindt enkel inrichting en compensatie voor natuurontwikkeling plaats. Door de verhoogde bodemligging in de Waal en IJssel zal de inundatieduur van de uiterwaarden toenemen en de grondwaterstand enigszins verhogen (zie ook paragraaf 5.3.2 en 5.3.3), maar dit is niet voldoende om het verdrogingsprobleem op te lossen en de kwaliteit van natte ecotopen te verbeteren en verder ontwikkelen.

Maas

In de Maas wordt ter hoogte van de eroderende trajecten de huidige rivierbodem gehandhaafd. Hierdoor ligt de rivierbodem dus hoger dan in de referentiesituatie. Het handhaven van de rivierbodem zorgt voor een verhoogde grondwaterstand in de uiterwaarden ten opzichte van de referentiesituatie. Dit levert een beperkte bijdrage aan het verminderen van verdroging in de uiterwaarden. Omdat de verdrogingsproblematiek groot is, zal dit alleen echter niet genoeg zijn om verdroging voldoende op te heffen en droge ecotopen om te vormen naar natte ecotopen ten behoeve van robuuste riviernatuur. In de gestuwde Maastrajecten is het stuwpeil bepalend voor de grondwaterstand in de uiterwaarden en heeft het verhogen van rivierbodem hier geen effect op, met uitzondering van extreem lage waterstanden wanneer het stuwpeil niet gehandhaafd kan worden.

Om de verhoging van de rivierbodem te compenseren worden om de afvoer- en bergingscapaciteit te vergroten enkel buitendijks nevengeulen aangelegd en uiterwaarden verlaagd. Dit vergroot de afvoercapaciteit. Ook neemt hierdoor de rivierdynamiek toe en zal door de uiterwaardverlaging de grondwaterstanden bij het maaiveld komen. Dit draagt wel bij aan de ontwikkeling van natte ecotopen, ook op bestaande locaties waar een beperkte dynamiek en/of verdroging een knelpunt is. Dit draagt ruimtelijk bij aan de connectiviteit in het rivierengebied. Door de verhoging van de bodemligging en daarmee de waterstandsverhoging verbetert de connectiviteit van nevengeulen en strangen met het zomerbed, omdat deze minder snel droogvallen. Rivierverruiming ten behoeve van de klimaatopgave is in dit alternatief beperkt tot lopende projecten. De negatieve gevolgen van de klimaateffecten op riviernatuur wordt daarmee slechts beperkt opgevangen.

Kribverlaging en langsdammen in de Rijntakken zorgen voor meer stroming door de kribvakken en langs de oevers, wat ervoor zorgt dat de dynamiek langs de oever enigszins toeneemt.

Dit alternatief heeft daarmee een beperkt gunstige invloed op de ontwikkeling natte ecotopen **(0/+)** wat betreft de sleutelfactoren schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit. De rivierverruimende maatregelen zijn qua schaal beperkt ten opzichte van de andere alternatieven en vinden uitsluitend buitendijks en niet binnendijks plaats. Tevens wordt de klimaatopgave uitsluitend met lopende projecten ingevuld en wordt hiervoor geen extra inspanning geleverd. De maatregelen zijn ook voorzien met de uitvoering van PAGW, maar gaan minder ver omdat rivierverruimende maatregelen (zoals uiterwaardverlaging, nevengeulen en maatregelen om de klimaatopgave in te vullen) beperkt zijn.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit

Algemeen

In alternatief 2 wordt de robuuste riviernatuur beïnvloed door zowel het handhaven van de bodemligging (op het huidige niveau van de Rijntakken en Maas, dus op de eroderende trajecten hoger dan de referentiesituatie) en de rivierverruimende maatregelen. Het effect van rivierverruimende maatregelen zoals uiterwaard- en kadeverlaging heeft in een groter gebied invloed op de inundatiefrequentie dan het verhogen

van de bodemligging (zoals in alternatief 1). Dat komt omdat rivierverruimende maatregelen in alle riviertakken worden gerealiseerd en bodemverhoging alleen plaats vindt in eroderende trajecten. Een combinatie van verhoging van de bodemligging en rivierverruiming heeft vervolgens de grootste invloed op de inundatiefrequentie en -duur. En wanneer de rivierverruiming bestaat uit uiterwaardverlagingen, heeft de combinatie ook de grootste invloed op het verkleinen van de afstand tussen grondwaterstand en maaiveld, wat gunstig is voor verdroogde gebieden en ruimte voor de ontwikkeling van natte ecotopen.
In het traject Nederrijn-Lek zijn geen maatregelen voorzien om de afvoer- en bergingscapaciteit te vergroten door van uiterwaardverlaging en/of zomerkadeverlaging. In dit traject ontstaat daarmee geen ruimte voor natuurontwikkeling.

Rijn en Maas
Alternatief 2 zorgt, met uitzondering van het traject Nederrijn-Lek, voor een enigszins hogere inundatieduur van de uiterwaarden, hogere grondwaterstanden door uiterwaardverlagingen en betere connectiviteit van nevengeulen en strangen. Dit vermindert de verdroging en verbetert de kwaliteit van natte ecotopen. In tegenstelling tot alternatief 1 biedt dit alternatief ruimte voor grootschalige buitendijkse uiterwaard- en zomerkadeverlagingen. De rivierverruiming zorgt ervoor dat er extra stroming en daarmee hydrodynamiek ontstaat in de uiterwaarden, waardoor er meer diverse habitats kunnen ontstaan. Dit leidt tot een schaalvergroting van het riviersysteem wat ook gunstig is voor de connectiviteit en habitatdiversiteit in het rivierbed. Hierdoor ontstaat meer ruimte voor het rivierbed en riviernatuur ten opzichte van alternatief 1. Aanvullend worden bestaande binnendijkse reserveringen, waarvoor geen concrete plannen bestaan, ingezet om de afvoer- en bergingscapaciteit te vergroten. Dit biedt kansen voor natuurontwikkeling en om de binnen- en buitendijkse connectiviteit te verbeteren.

Alternatief 2 levert een positieve bijdrage **(+)** aan de sleutelfactoren van een ecologisch en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) waardoor meer aaneengesloten natuurgebieden ontstaan. De rivierverruimende maatregelen vinden grootschalig en zowel binnen- als buitendijks plaats. Dit sluit meer aan op de opgave vanuit PAGW, waarin soortgelijke maatregelen zijn voorzien, dan alternatief 1. Op het traject Nederrijn-Lek is vanwege de gestuwde situatie geen sprake van een verbetering van de hydro- en morfodynamiek en is de ruimte voor natuurontwikkeling beperkt. De score voor dit traject is **(0/+).**

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
In dit alternatief wordt de rivierbodem fors verhoogd, waardoor het hoogteverschil tussen het zomerbed en de uiterwaarden nog meer verkleind wordt dan in alternatief 1 en 2. De hoeveelheid sediment en de mate van uitwisseling van sediment tussen het zomerbed en de uiterwaard neemt verder toe wat gunstig is voor de kwaliteit en diversiteit van natte ecotopen. De grondwaterstanden in de uiterwaarden komen door verhoging van de bodemligging ook verder omhoog wat, in combinatie met uiterwaardverlaging, een belangrijke positieve bijdrage levert aan de ontwikkeling van natte ecotopen.

Daarnaast zorgen de grootschalige uiterwaardvergravingen in de vorm van buitendijkse uiterwaardverlaging, nevengeulen, langsdammen, zomerkadeverlagingen in combinatie met bestaande en nieuwe binnendijkse locaties voor het vergroten van de afvoer- en bergingscapaciteit voor een belangrijke schaalvergroting van het riviersysteem en de connectiviteit. Hierdoor ontstaat ruimte voor het realiseren van een veerkrachtig riviersysteem. Ook neemt door deze grootschalige rivierverruiming de inundatiefrequentie toe en komt de grondwaterstand relatief ondieper te liggen ten opzichte van het maaiveld. Dit levert daarom een grote bijdrage aan een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur' **(++)**. Dit alternatief levert daarmee de grootste synergie met de opgave vanuit PAGW.

Een uitzondering is het traject Nederrijn-Lek. Hier ontstaat minder ruimte voor uiterwaardverlaging dan in de andere riviertrajecten wat direct gevolgen heeft voor de mogelijkheid van de realisatie van robuuste riviernatuur **(+)**.

6.3.5 Totaalbeoordeling dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur

In onderstaande zijn de beoordelingen op hydrodynamiek, morfodynamiek en ruimte voor natuurontwikkeling samengevat. Omdat de Programmatische Aanpak Wateren (PAGW) zo bepalend is voor de beoordeling van dit IRM doel is er onderscheid gemaakt in een beoordeling inclusief en exclusief PAGW. Er is sprake van een verschillende mate van synergie tussen PAGW en de alternatieven voor bodemligging & sedimenthuishouding en afvoercapaciteit.

Tabel 6-8 Totaalbeoordeling Rijntakken (exclusief PAGW)

IRM doelen	Aspect	REF2050*			Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	0	0	0	+	0/+	+	+	0	+	++	+	++
	Morfodynamiek	0	0	0	+	0	+	+	0	+	++	+	++
	Ruimte voor natuur-ontwikkeling	0	0	0	0/+	0/+	0/+	+	0/+	+	++	+	++

Tabel 6-9 Totaalbeoordeling Rijntakken (incl. PAGW)

IRM doelen	Aspect	REF2050*			Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	0	0	0	++	+	++	++	+	++	++	+	++
	Morfodynamiek	0	0	0	++	+	++	++	+	++	++	+	++
	Ruimte voor natuur-ontwikkeling	0	0	0	++	+	++	++	++	++	++	++	++

Tabel 6-9 Totaalbeoordeling Maas (excl. PAGW)

IRM doelen	Aspect	REF 2050*	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	0	0/+	0/+	+
	Morfodynamiek	0	0/+	0/+	++
	Ruimte voor natuurontwikkeling	0	0/+	+	++

Tabel 6-10 Totaalbeoordeling Maas (incl. PAGW)

IRM doelen	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	0	+	+	+
	Morfodynamiek	0	+	+	++
	Ruimte voor natuurontwikkeling	0	++	++	++

6.4 Vlot en veilig transport over water

6.4.1 Inleiding

Een van de doelen van IRM is het realiseren van **vlot en veilig transport over water**. Het betreft het zorgen voor het bevaarbaar houden voor de huidige scheepvaartklassen en het behouden en ontwikkelen van toegankelijke- en bereikbare (overnachtings)havens en sluizen.

Volgens internationale afspraken moet bij overeengekomen lage afvoer (OLA) en overeengekomen lage rivierwaterstand (OLR) een minimale waterdiepte voor de scheepvaart beschikbaar zijn. Tevens geldt er een streefbreedte van de vaarweg. Bij een daling van de bodem door erosie daalt ook het waterpeil maar blijft de waterdiepte bij eenzelfde afvoer min of meer gelijk. Echter, niet overal daalt de bodem gelijk waardoor er voor de scheepvaart drempels (verontdiepingen) ontstaan bij vaste lagen, kribben, kabels en leidingen, toegangen tot havens en sluizen (bijvoorbeeld: vaste laag bij Nijmegen, St. Andries, bodemkribben in bochten Erlecom en de Gendtse Waard). Eén knelpunt op een route is in principe al voldoende om de doorgaande scheepvaart te beperken.

Door de ongelijkmatige rivierbodemerosie is in de afgelopen decennia ook de afvoerverdeling tussen de Waal en het Pannerdensch Kanaal veranderd. De Waal krijgt hierdoor meer afvoer dan voorheen (bij gelijke bovenstroomse afvoer bij Lobith), wat het effect van de drempelvorming in de Waal op de scheepvaart enigszins beperkt. De IJssel heeft ook last van rivierbodemerosie en daarmee gepaard gaande problemen, maar krijgt ook minder afvoer waardoor de problemen daar dubbel opspelen. Dit lijkt geen ongunstige ontwikkeling omdat over de Waal ongeveer 10x zoveel lading wordt vervoerd dan over de IJssel, maar het benadeelt wel de gebruikers van de IJssel en komen de eisen aan de vaarweg van de IJssel in de knel (Asselman et al., 2022a).

Scheepvaartknelpunten doen zich voornamelijk voor op locaties die niet meezakken met de rivierbodem, zoals havens, sluizen en kabels & leiding-straten. Het verdiepen van de bodem in de havens zal gelijke trend moeten houden met de bodemdaling op de vaarweg om de toegankelijkheid van de havens te handhaven. Uitbaggeren van havens zou een oplossing kunnen bieden, maar hierbij moet echter rekening worden gehouden met de stabiliteit van taluds en kades waardoor dit een eindig proces is. Bovendien, zakken kades zelf niet mee, waardoor met doorgaande rivierbodemerosie er een groter verschil met de kadehoogte ontstaat. Ook sluisdrempels zakken niet mee met de rivierbodem. Daling van de omringende rivierbodem en de daarbij horende daling van de laagwaterstanden zal bij sluizen naar verwachting tot steeds meer beperkingen voor de diepgang leiden, met een steeds lagere vervoerscapaciteit tot gevolg. De betonnen sluisdrempel van o.a. de aansluiting Maas-Waalkanaal (Weurt), die de Waal via het Maaswaalkanaal met de Maas verbindt, vormt bijvoorbeeld voor de scheepvaart een steeds moeilijker te passeren drempel naarmate de rivierbodem verder zakt en het kanaal en de betonnen drempel van de schutsluis uiteraard niet mee zakt. In de zomer van 2022 was het daardoor een periode niet mogelijk de schutsluis te gebruiken. De kabels & leidingen-straten die onder de rivierbodem liggen zakken niet mee met de rivierbodem en kunnen uiteindelijk vrij komen te liggen. Daarnaast daalt de bodem in het aangrenzende scheepvaartnetwerk niet noodzakelijkerwijs gelijk mee. Bijvoorbeeld de invaart naar de Oude IJssel is bij laag water beperkt door de drempel bij Doesburg. Ook zijn er drempels/verontdiepingen die optreden in de vaargeul door sedimentatie, deze zijn vaak een tijdelijk maar terugkerend probleem en worden middels baggerbeheer aangepakt.

In periodes met waterstanden waarbij drempels/verontdiepingen beperkingen geven zullen schepen met een kleinere diepgang en dus kleinere lading gaan varen. Er zijn dan dus meer schepen nodig om eenzelfde volume aan lading te transporteren. Dit levert hogere transportkosten, een hogere scheepvaartintensiteit en meer emissies op. Een groter aantal gedeeltelijk geladen schepen zorgt voor meer drukte op de vaarwegen en voor (meer) congestie bij sluizen. Er zit hier wel een maximum aan. Bij zeer lage afvoeren is het economisch minder of niet rendabel om via water te transporteren. Ook zijn er beperkingen m.b.t. de laadcapaciteit en een tekort aan schepen, hetgeen in 2018 leidde tot 3,2 miljard economische schade.

Om te komen tot een beoordeling van de mate van doelbereik wordt gewerkt met onderstaand beoordelingskader:

Tabel 6-11 Beoordelingskader vlot en veilig transport over water

IRM doelen	Aspect	Criteria
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij laag water	Verwachte toe- of afname van het aantal dagen dat bij lage afvoeren de Rijntakken* en Maas niet goed bevaarbaar zijn en sluizen, havens en kanalen niet bereikbaar zijn met voldoende aflaaddiepte.

* Voor de Rijntakken is dit geconcretiseerd in de norm voor waterdiepte bij OLR: Overeengekomen Lage Rivierstand. De OLR is een peil gebaseerd op de Overeengekomen Lage Afvoer (OLA). De OLA is de afvoer die gemiddeld 20 dagen per jaar wordt onderschreden. Voor de Rijntakken is deze afvoer momenteel 1020 m^3/s[15] bij Lobith. De OLR vormt dus een referentievlak ten opzichte waarvan diepten worden aangegeven t.b.v. scheepvaart. De normen volgen uit de afspraken met de CCR (Centrale Commissie voor de Rijnvaart) en per 2030 met TEN-T (Trans-European Transport Network). Volgens de TEN-T afspraken moet er vanaf 2030 ten minste 2,5 m aflaaddiepte gegarandeerd worden, waarbij een herziening in de maak is voor rivieren waarbij de aflaaddiepte van 2,5 m maximaal 20 dagen per jaar mag worden onderschreden.

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van één beoordelingsschaal. Deze zijn onderstaand opgenomen.

	Beoordelingsschaal alternatieven: bevaarbaarheid bij laagwater
++	Grote kans op het verlagen van het aantal dagen dat de rivier niet goed bevaarbaar is bij laagwater en dat aansluitende sluizen, havens en kanalen met onvoldoende aflaaddiepte bereikt kunnen worden en dat voor de Rijntakken niet wordt voldaan aan (inter)nationale normen en beleid ten opzichte van de referentiesituatie
+	Kans op het verlagen van het aantal dagen dat de rivier niet goed bevaarbaar is bij laagwater en dat aansluitende sluizen, havens en kanalen met onvoldoende aflaaddiepte bereikt kunnen worden en dat voor de Rijntakken niet wordt voldaan aan (inter)nationale normen en beleid ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Kleine kans op het verlagen van het aantal dagen de rivier niet goed bevaarbaar is bij laagwater en dat aansluitende sluizen, havens en kanalen met onvoldoende aflaaddiepte bereikt kunnen worden en dat voor de Rijntakken niet wordt voldaan aan (inter)nationale normen en beleid ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van bevaarbaarheid bij laag water
0/-	Klein risico op het verhogen van het aantal dagen dat de rivier niet goed bevaarbaar is bij laagwater en dat aansluitende sluizen, havens en kanalen met onvoldoende aflaaddiepte bereikt kunnen worden en dat voor de Rijntakken niet wordt voldaan aan (inter)nationale normen en beleid ten opzichte van de referentiesituatie
-	Risico op het verhogen van het aantal dagen dat de rivier niet goed bevaarbaar is bij laagwater en dat aansluitende sluizen, havens en kanalen met onvoldoende aflaaddiepte bereikt kunnen worden en dat voor de Rijntakken niet wordt voldaan aan (inter)nationale normen en beleid ten opzichte van de referentiesituatie
--	Groot risico op het verhogen van het aantal dagen dat de rivier niet goed bevaarbaar is bij laagwater en dat aansluitende sluizen, havens en kanalen met onvoldoende aflaaddiepte bereikt kunnen worden en dat voor de Rijntakken niet wordt voldaan aan (inter)nationale normen en beleid ten opzichte van de referentiesituatie

6.4.2 Bevaarbaarheid van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij laag water

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Rijn

Als het bodemniveau op de eroderende plaatsen van de Rijn wordt teruggebracht naar het niveau van 2000 zullen naar verwachting de vaardieptes bij de lokale drempels/verontdiepingen ter plaatse van vaste lagen in de rivier toenemen en een vlotte en veilige doorvaart verbeteren.

[15] rivierkundig beoordelingskader_versie_5_0 (5).pdf

Door het ophogen van de rivierbodem in erosieve trajecten nemen de dieptebeperkingen op diverse locaties af. Doordat de laagwaterstanden meestijgen met de hogere bodem, neemt de waterdiepte toe boven de vaste laag bij Nijmegen (Asselman et al., 2022b). Ook nemen de dieptebeperkingen bij de invaarten van schutsluizen, die de rivier met de kanalensystemen verbinden (o.a. aansluiting Maas-Waalkanaal (Weurt), stroomafwaarts van Nijmegen), af ten opzichte van de referentiesituatie. Hetzelfde geldt voor de invaart van havens langs de rivier. Daarnaast kan het toepassen van langsdammen de waterdieptes vergroten. Langsdammen versmallen de hoofdgeul (waarbij er wel voldoende vaarwegbreedte overblijft), waardoor laagwaterstanden worden opgestuwd en waterdieptes vergroten.

Het ongelijk omhoog brengen van de rivierbodem (meer in het traject Boven-Waal t.o.v. het Pannerdensch Kanaal) doet de afvoerverdeling op de splitsingspunten verschuiven en zal de afvoer naar de Waal bij laagwater afnemen. Dat verkleint de waterdieptes en betekent dus een verslechtering van de bevaarbaarheid van de Waal. Verwacht wordt dat de netto optelsom van beide (toename waterdiepte bij lokale drempels in de rivier, eventuele toepassing van langsdammen en de afname waterdiepte als gevolg van een verminderde afvoer) de maatgevende (minst gepeilde) diepte doet toenemen en dus een verbetering van de bevaarbaarheid oplevert (Asselman et al., 2022b). Hiervoor is een zorgvuldige uitwerking van maatregelen op lokaal niveau (buiten de scope van deze PlanMER) nodig.

De waterdiepte langs de IJssel en in de Nederrijn-Lek bovenstrooms van stuw Driel zal groter worden door de verschoven afvoerverdeling en de daarmee gepaarde toename van de afvoer in de IJssel. Daarnaast worden door de ophoging van de bodem de drempels minder dominant. Hierdoor zal de bevaarbaarheid aldaar verbeteren.

Het ophogen van de bodem in erosieve trajecten met als mogelijke maatregel suppleties gaat veelal gepaard met extra morfodynamiek. Ook met rivierverruimingen ontstaat er extra (plaatsgebonden) morfodynamiek. Of hier werkelijk sprake van is hangt af van de type maatregelen en de lokale hydro- en morfodnamische condities. Als gevolg van de optredende morfodynamiek kunnen er ongewenste (en mogelijk onverwachte) aanzanding plaatsvinden die zorgen voor een lokale (en tijdelijke) afname van de waterdiepte. Tevens zorgen de dan benodigde baggerwerkzaamheden voor hinder voor de scheepvaart.

De verwachting is dat Alternatief 1 een kans **(+)** geeft op verbetering van de bevaarbaarheid van de Nederrijn-Lek en IJssel bij lage tot mediane afvoer en dat het aantal dagen dat niet wordt voldaan aan de norm (waterdiepte bij OLA) afneemt en dat de bereikbaarheid van aansluitende sluizen en havens toeneemt ten opzichte van de referentiesituatie. Voor de Waal is een lichte verbetering **(0/+)** van de bevaarbaarheid bij lage tot mediane afvoeren mogelijk door de betere bereikbaarheid van sluizen, kanalen en havens en het verminderen van de drempelvorming bij vaste lagen en niet-baggerlocaties.

Maas

Het bodemniveau van de Maas handhaven op het huidige niveau zal naar verwachting geen invloed **(0)** hebben op het doel ‘vlot en veilig transport over water’.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit

Rijn

Bij dit alternatief wordt de rivierbodem van de erosieve Rijntrajecten op zijn huidige niveau gehandhaafd. Dit geeft een kans op een iets vlottere en veiligere doorvaart ten opzichte van de referentiesituatie. De bodem rond drempels bij vaste lagen, niet-baggerlocaties en bij aansluitingen met havens en sluizen zal niet verder dalen. Dit verhoogt de waterdieptes op deze locaties enigszins t.o.v de referentiesituatie. Door een verschuiving van de afvoerverdeling gaat er ten opzichte van de referentiesituatie minder afvoer naar de Waal en meer naar de IJssel. Dit heeft een positief effect op de bevaarbaarheid op de IJssel, en een licht negatief effect voor de bevaarbaarheid op de Waal. Voor de Waal is de optelsom positief (Asselman et

al., 2022b): het knelpunt rondom de vaste laag bij Nijmegen verschuift in de referentiesituatie naar de vaste laag zelf, waar deze met de huidige bodem iets benedenstrooms daarvan ligt. Boven de vaste laag is voor de nautische veiligheid extra kielspeling nodig. Het handhaven van de huidige bodemligging zorgt dus voor een betere bevaarbaarheid (voor de Waal beter dan Alternatief 1, alleen kijkend naar de bodemligging en de verschuiving van de afvoerverdeling).

De vergroting van de afvoercapaciteit met rivierverruimende maatregelen zullen bij in- en uitstroompunten vanuit de uiterwaarden zorgen voor meer variatie in stroomsnelheden in de hoofdgeul. Dit zorgt voor meer (plaatsgebonden) morfodynamiek ter hoogte van de ingrepen en kan er hinderlijke aanzanding en ondieptevorming voorkomen. Dit heeft negatieve gevolgen voor de bevaarbaarheid, direct, en indirect als gevolg van extra onderhoudswerkzaamheden. Afhankelijk van de extra morfodynamiek en de uitvoering van de werkzaamheden om de vaargeul op diepte te houden, geeft dit hinder voor de scheepvaart. Dit is wel zeer afhankelijk van de locatie. Scheepvaart kan met name hinder ervaren in en rond aanzandingsgebieden bij in- en uitstroompunten van maatregelen.

De verwachting is dat Alternatief 2 een kleine kans **(0/+)** geeft op een verbetering van de bevaarbaarheid bij lage tot mediane afvoeren van de Nederrijn-Lek en de IJssel. Het verlaagt voor deze takken het aantal dagen dat niet wordt voldaan aan de norm (waterdiepte bij OLA) en verbetert de bereikbaarheid van havens en sluizen ten opzichte van de referentiesituatie. Voor de Waal verbetert de bereikbaarheid van havens en sluizen en nemen diepteknelpunten bij lage tot mediane afvoeren af ten opzichte van de referentiesituatie, zorgt extra morfodynamiek mogelijk voor hinder. Hierdoor krijgt alternatief 2 voor de Waal de score **(0/+)**.

Maas

Het bodemniveau van de Maas handhaven op het huidige niveau zal naar verwachting geen invloed **(0)** hebben op het doel ‘’vlot en veilig transport over water’.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen

Rijn

In alternatief 3 wordt de rivierbodem van de Rijn teruggebracht naar het niveau van 1980. Dit zorgt enerzijds voor hogere laagwaterstanden, maar anderzijds voor een verschuiving van de afvoerverdeling met meer afvoer naar de IJssel en minder afvoer naar de Waal.

Langs de Waal worden knelpunten in waterdiepte bij vaste lagen verkleind door de verhoging van de rivierbodem. Ook neemt de bereikbaarheid van havens en sluizen toe, waaronder die van sluis Weert voor de toegang tot het Maas-Waalkanaal. Door de afname van de afvoer door de Waal nemen de waterdieptes over het algemeen af. Van belang is wel dat het zwaarste knelpunt de bevaarbaarheid van de hele tak (netwerkschakel) bepaalt. In de referentiesituatie is dit de vaste laag bij Nijmegen. Afhankelijk van de uitvoering van maatregelen rondom de vaste laag kan dit lokale knelpunt verminderd worden. De waterdieptes bij lage afvoeren kunnen ook verhoogd worden met langsdammen. Langsdammen versmallen de hoofdgeul en zorgen daarmee voor een verhoging van de laagwaterstanden en de waterdieptes.

Langs de IJssel en de Nederrijn-Lek (bovenstrooms van stuw Driel) nemen de laagwaterstanden en waterdieptes toe. Enerzijds komt dit door de verhoging van de rivierbodem waardoor drempels afnemen. Anderzijds komt dit door de toename van de afvoer door de IJssel. Hierdoor neemt de bevaarbaarheid toe en zijn ook havens en sluizen beter bereikbaar. Ook kunnen de stuwen in de Nederrijn-Lek vaker gestreken worden.

De grootschalige ingrepen die nodig zijn om de rivierbodem te verhogen, zoals sedimentsuppleties en rivierverruiming, zorgen voor extra morfodynamiek. Ook het vergroten van de afvoercapaciteit met rivierverruiming dat onderdeel uitmaakt van dit alternatief kan voor extra (plaatsgebonden) dynamiek

zorgen. De lokale ondieptes die hierdoor ontstaan dienen weggebaggerd te worden, wat voor scheepvaarthinder kan zorgen. Daarnaast dienen ingrepen zo ontworpen te worden dat dwarsstroming en daarmee hinder voor de scheepvaart beperkt worden.

De netto optelsom van al deze ontwikkelingen geeft voor de Waal zowel kansen op een verbetering van de bevaarbaarheid bij lage tot mediane afvoeren als een risico op een verslechtering van de bevaarbaarheid bij lage tot mediane afvoeren. Vanwege het risico op een verslechtering wordt een score **0/-** toegekend. Doordat de Nederrijn-Lek en in grotere mate de vrijafstromende IJssel te maken krijgen met extra morfodynamiek en dwarsstroming bij rivierverruimende ingrepen en de daarmee mogelijk gepaard gaande scheepvaarthinder, wordt voor deze takken dit alternatief geen maximale score toegekend. In plaats daarvan wordt een positieve score **(+)** toegekend. Het verlaagt voor deze takken het aantal dagen dat niet wordt voldaan aan de norm (waterdiepte bij OLA) en verbetert de bereikbaarheid van havens en sluizen ten opzichte van de referentiesituatie. Daarmee wordt er bijgedragen aan het doel vlot en veilig transport over water.

Maas

Het bodemniveau van de Maas terugbrengen naar het niveau van voor de uitvoering van Maaswerken zal naar verwachting geen invloed **(0)** hebben op het doel vlotte en veilige doorvaart. Dit vanwege het gestuwde karakter van de Maas en omdat grote bodemveranderingen met name bij zomerbedverdiepingen en in de Gemeenschappelijke Maas plaatsvinden.

6.4.3 Totaalbeoordeling vlot en veilig transport over water

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen op bevaarbaarheid bij laag water samengevat.

Tabel 6-12 Totaalbeoordeling Rijntakken

IRM doelen	Aspect	REF2050			Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & zwarte Water
Vlot en veilig transport over water	Bevaar-baarheid bij laag water	0	0	0	0/+	+	+	0/+	0/+	0/+	0/-	+	+

Tabel 6-13 Totaalbeoordeling Maas

IRM doelen	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laag water	0	0	0	0

6.5 Regionale economische ontwikkeling met versterking van de ruimtelijke kwaliteit

6.5.1 Inleiding

Een van de doelen van IRM is het realiseren van **regionale economische ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit**. Het betreft het creëren van ruimte voor en het stimuleren van regionale ontwikkelingen passend bij de kenmerken en identiteit van het gebied.
Om te komen tot een beoordeling van de mate van doelbereik wordt gewerkt met onderstaand beoordelingskader met twee aspecten, ‘’regionale economische ontwikkelingen’’ en ‘’ruimtelijke kwaliteit’.

Tabel 6-14 Beoordelingskader Ruimtelijke ontwikkeling van het rivierengebied

IRM doelen	Aspect	Criteria
Regionale economische ontwikkeling met versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	Verandering in de beschikbare ruimte voor regionale economische ontwikkelingen.
	Ruimtelijke Kwaliteit	Verandering in de gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde.

Bij de beoordeling van de **regionale economische ontwikkeling** wordt gekeken in hoeverre de mogelijkheden voor nieuwe ontwikkelingen in het rivierengebied veranderen door het type ingrepen in de alternatieven. Het rivierengebied wordt gebruikt voor meer dan de rivier en het water. Er vindt bijvoorbeeld bedrijvigheid, recreatie, natuur, wonen, landbouw en zandwinning plaats. Bij de ruimtelijke ontwikkeling wordt bekeken in hoeverre de mogelijkheden voor ontwikkelingen in het rivierengebied veranderen ten opzichte van de referentiesituatie. Voor de mate van deze verandering wordt gekeken naar het waterniveau in de rivier en de uiterwaarden. Dit waterniveau heeft invloed op de gebruiksmogelijkheden. Ook wordt er gekeken naar de mate waarin oppervlakte in de uiterwaarden nodig is in het alternatief, bijvoorbeeld om rivierverruiming te realiseren. Naarmate er meer oppervlak nodig is, veranderen de mogelijkheden voor toekomstige ontwikkelingen.

De **ruimtelijke kwaliteit** van het rivierengebied is onderverdeeld in de gebruikswaarde, de belevingswaarde en de toekomstwaarde. Bij de gebruikswaarde wordt gekeken naar de gebruikswaarde die bijdraagt aan de landschappelijke waarde van het rivierengebied. Hierbij wordt gekeken naar het typerend agrarisch gebruik, recreatieve mogelijkheden zoals wandelen, fietsen, varen en natuur. Bij de belevingswaarde wordt gekeken naar de mogelijkheid van beleving van het landschap. Hiervoor wordt gekeken naar de mogelijkheden voor recreatieve routes, beleving van natuur en beleving van de rivier. Bij de toekomstwaarde wordt gekeken naar de mogelijkheden voor landschappelijke waarden voor de toekomst en de landschappelijke toekomstbestendigheid van het rivierengebied. Het gaat daarbij niet over mogelijkheden voor extra ontwikkelingen in de toekomst maar over de mate waarin een duurzaam landschap gemaakt wordt in het rivierengebied dat ook de mogelijkheid heeft zich verder als landschap te ontwikkelen naar de toekomst.

De beoordeling van de alternatieven vindt plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van de twee beoordelingsschalen. Deze zijn onderstaand opgenomen.

Beoordelingsschaal alternatieven: regionale economische ontwikkelingen	
++	Grote kans op het vergroten van de beschikbaarheid voor gewenste regionale economische ontwikkelingen ten opzichte van de referentiesituatie
+	Kans op het vergroten van de beschikbaarheid voor gewenste regionale economische ontwikkelingen ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Kleine kans op het vergroten van de beschikbaarheid voor gewenste regionale economische ontwikkelingen ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van regionale economische ontwikkelingen
0/-	Klein risico op het verkleinen van de beschikbaarheid voor gewenste regionale economische ontwikkelingen ten opzichte van de referentiesituatie
-	Risico op het verkleinen van de beschikbaarheid voor gewenste regionale economische ontwikkelingen ten opzichte van de referentiesituatie
--	Groot risico op het verkleinen van de beschikbaarheid voor gewenste regionale economische ontwikkelingen ten opzichte van de referentiesituatie

Beoordelingsschaal alternatieven: ruimtelijke kwaliteit	
++	Grote kans op het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit (gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde) ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit (gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde) ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit (gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde) ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van ruimtelijke kwaliteit
0/-	Klein risico op aantasting van de ruimtelijke kwaliteit (gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde) ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op aantasting van de ruimtelijke kwaliteit (gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde) ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op aantasting van de ruimtelijke kwaliteit (gebruikswaarde, belevingswaarde en toekomstwaarde) ten opzichte van de referentiesituatie.

6.5.2 Regionale economische ontwikkeling

Deze paragraaf beoordeelt de effecten van de drie alternatieven voor ruimtelijke ontwikkeling ten opzichte van de referentiesituatie. Indien van toepassing wordt een onderscheid gemaakt in de verschillende deeltrajecten.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Algemeen

Dit alternatief faciliteert geen extra ruimte voor overige opgaven, zoals nieuwe gebiedsontwikkelingen. Wel zijn er rivierverruimende maatregelen voorzien om invulling te geven aan de klimaatopgave, verhoging van de bodem en de PAGW-opgave. Het gaat dan om de aanleg van nevengeulen en de verlaging van de uiterwaarden. Dit biedt mogelijkheden voor herontwikkeling van de uiterwaarden. De ontwikkelingen creëren mogelijkheden voor nieuwe en slimme combinaties van functies. Zo ontstaan er bijvoorbeeld mogelijkheden voor de ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden en kunnen recreatieve waarden worden toegevoegd aan de uiterwaarden.

De nevengeulen kunnen mogelijk bijdragen aan de ontwikkeling van rivier-gebonden bedrijfsontwikkeling, of het verkrijgen van bouwgrondstoffen. Daarnaast wordt als onderdeel van dit alternatief ingezet op de

realisatie en omvorming van 28.300 ha natuur in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Dit biedt ook kansen voor de ontwikkeling van recreatieve waarden en landschappelijke waarden, maar ook een bedreiging voor andere functies zoals landbouw

Rijn en Maas
In de Boven Rijn/Waal/Boven Merwede, Maas en Pannerdensch Kanaal/IJssel//Vecht/Zwarte Water is rivierverruiming voorzien om invulling te kunnen gaven aan de opgaven. Dit heeft een kleine kans op het vergroten van de beschikbaarheid voor gewenste regionale economische ontwikkelingen **(0/+)** in een deel van deeltrajecten 1, 3 en 4.

In de Nederrijn/Lek vinden geen grote ruimtelijke ingrepen plaats die impact hebben op de regionale economische ontwikkeling van het rivierengebied van dit deeltraject, de buitendijkse ruimte voor nieuwe natuur is hier gering. De score **(0)** is toegekend.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Algemeen
De maatregelen in alternatief 2 hebben mogelijk een positieve impact op de mogelijkheden voor ontwikkelingen in de uiterwaarden. Ook het gebruik maken van bestaande reserveringen heeft mogelijk een positieve impact op ruimtelijke ontwikkeling in het rivierengebied.

Rijn en Maas
In alle deeltrajecten zorgen de extra buitendijkse rivierverruiming, de aanleg van nevengeulen en de grootschalige uiterwaardverlaging voor een positieve impact op de mogelijkheden voor economische ontwikkelingen in de uiterwaarden zoals riviergebonden bedrijvigheid, natuurinclusieve landbouw, drinkwater(winning) en water(recreatie). Dit biedt mogelijkheden voor herontwikkeling van de uiterwaarden en de ontwikkeling van recreatiegebieden. De nevengeulen kunnen mogelijk bijdragen aan de ontwikkeling van rivier-gebonden bedrijfsontwikkeling. Daarnaast wordt als onderdeel van dit alternatief ingezet op de realisatie van 28.300 ha natuur in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Dit biedt ook kansen voor de ontwikkeling van recreatieve waarden en landschappelijke waarden, maar ook een bedreiging voor andere functies zoals landbouw. Net als de benodigde rivierverruimende maatregelen die nodig zijn om het opstuwend effect van de nieuwe natuur te compenseren.

Dit zorgt voor een kans **(+)** op het vergroten van de beschikbaarheid voor gewenste regionale economische ontwikkelingen in alternatief 2. Omdat in de Nederrijn/Lek minder grote ruimtelijke ingrepen plaats vinden die impact hebben op de regionale economische ontwikkeling van het rivierengebied van dit deeltraject, is dit alternatief licht positief **(0/+)** gescoord.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Algemeen
Dit alternatief faciliteert ruimte voor overige opgaven zoals nieuwe gebiedsontwikkelingen. Daarnaast worden grote delen van de uiterwaarden verlaagd en worden nieuwe nevengeulen gegraven. Ook bestaande en nieuwe binnendijkse reserveringen zullen voor rivierverruiming ingezet worden. Dit biedt mogelijkheden voor herontwikkeling van deze gebieden. Deze ontwikkelingen creëren mogelijkheden voor nieuwe en slimme combinaties van functies. Zo ontstaan er bijvoorbeeld mogelijkheden voor de ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden en kunnen recreatieve waarden worden toegevoegd aan de uiterwaarden. De nevengeulen kunnen mogelijk bijdragen aan de ontwikkeling van rivier-gebonden bedrijfsontwikkeling en het verkrijgen van bouwstoffen. Daarnaast wordt als onderdeel van dit alternatief ingezet op de realisatie en omvorming van 28.300 ha natuur in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Dit biedt ook kansen voor de ontwikkeling van recreatieve en landschappelijke waarden, maar ook een bedreiging voor andere functies zoals landbouw. Net als de benodigde

rivierverruimende maatregelen die nodig zijn om het opstuwend effect van de nieuwe natuur te compenseren.

Rijn en Maas
De positieve impact op de mogelijkheden voor regionale economische ontwikkeling is groter in deeltrajecten 1, 3 en 4 **(++)**, omdat in de Nederrijn/Lek minder grote ruimtelijke ingrepen plaats vinden die impact hebben op de ruimtelijke ontwikkeling van het rivierengebied van dit deeltraject, is dit alternatief ook **(+)** gescoord.

6.5.3 Ruimtelijke kwaliteit

Deze paragraaf beoordeelt de effecten van de drie alternatieven voor ruimtelijke kwaliteit ten opzichte van de referentiesituatie. Indien van toepassing wordt een onderscheid gemaakt in de verschillende deeltrajecten.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Algemeen
Aanleg van nevengeulen en verlaging van de uiterwaarden heeft impact op de ruimtelijke kwaliteit in het rivierengebied.

Daarnaast wordt als onderdeel van dit alternatief ingezet op de realisatie en omvorming van 28.300 ha natuur in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Dit biedt ook kansen voor het toevoegen van ruimtelijke kwaliteit aan het gebied. De sterke afname van het cultuurlandschap dat hiermee echter ook gepaard gaat is beoordeeld onder ‘’cultuurhistorie’’ (zie paragraaf 7.2.2).

Rijn en Maas
In deeltraject 1, 3 en 4 zullen in delen van de rivieren in dit alternatief heel beperkt de uiterwaarden verlaagd worden en nevengeulen gegraven worden. Bij deze locaties ontstaan mogelijk nieuwe natuurgebieden met recreatiemogelijkheden. Hier kan de belevingswaarde van de rivier toenemen door de aanleg van wandelpaden, zichten op de rivier en beleving van de rivier.

De uiterwaardverlaging in deeltrajecten 1, 3 en 4 kan mogelijk negatieve impact hebben op aanwezige landbouwgronden waardoor de gebruikswaarde van deze gronden achteruit kan gaan. Deze negatieve impact wordt deels verminderd doordat deze gronden voor andere functies (zoals natuur, waterberging, recreatie) gebruikt kunnen worden.

Met de voorgestelde maatregelen wordt een meer toekomstbestendige ingreep gedaan in het riviersysteem. Op de locaties waar uiterwaarden verlaagd worden en nevengeulen gegraven worden zullen landschappelijke structuren mogelijk moeten wijken, maar hier kunnen nieuwe structuren voor teruggebracht worden. Deze ingrepen kunnen meer voorsorteren op de ontwikkeling van het rivierengebied waardoor de toekomstwaarde van deeltrajecten 1, 3 en 4 toenemen.

In de deeltrajecten 1, 3 en 4 gaat de belevingswaarde omhoog. De gebruikswaarde neemt hier mogelijk beperkt af. De toekomstwaarde van het rivierengebied kent een positieve impact. Dit alles geeft een kans op het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit van de deeltrajecten 1, 3 en 4 **(+).** In deeltraject 2 (Nederrijn) zullen de maatregelen niet tot nauwelijks extra impact hebben op de gebruikswaarde, belevingswaarde of toekomstwaarde. De beoordeling van de impact is daarom **(0)**.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit

Algemeen

In alle deeltrajecten zullen de extra buitendijkse rivierverruiming, de aanleg, van nevengeulen en de grootschalige uiterwaardverlaging een groot deel van het bestaande gebied omvormen. Bij deze locaties ontstaan mogelijk nieuwe natuurgebieden met recreatiemogelijkheden. Hier kan de belevingswaarde van de rivier toenemen door de aanleg van wandelpaden, zichten op en beleving van de rivier. Ook bij de buitendijkse reserveringen ontstaat een nieuwe inrichting waardoor de belevingswaarde toe kan nemen. Verlaging van de zomerkades kan een negatieve impact op de belevingswaarde hebben. Deze kades zijn vaak onderdeel van recreatieve routes door het rivierengebied. Verlaging van deze kades maakt dat de belevingswaarde van het rivierengebied afneemt. De uiterwaardverlaging, rivierverruiming en nevengeulen zullen een negatieve impact hebben op aanwezige landbouwgronden. Ook de gebieden waar een reservering op rust zullen ingezet worden voor rivierverruiming, wat eveneens een negatief effect op de gebruikswaarde heeft. Deze negatieve impact wordt beperkt verminderd doordat deze gronden na herinrichting voor andere functies (zoals natuur, waterberging, recreatie) gebruikt kunnen worden.

Daarnaast wordt als onderdeel van dit alternatief ingezet op de realisatie van 28.300 ha natuur in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Dit biedt ook kansen voor het toevoegen van ruimtelijke kwaliteit aan het gebied. De sterke afname van het cultuurlandschap dat hiermee echter ook gepaard gaat is beoordeeld onder ‘’cultuurhistorie’’ (zie paragraaf 7.2.2).
Met deze maatregelen wordt een meer toekomstbestendige ingreep gedaan in het riviersysteem. Op de locaties waar uiterwaarden verlaagd worden en nevengeulen gegraven worden zullen landschappelijke structuren mogelijk moeten wijken, maar hier kunnen nieuwe structuren voor teruggebracht worden. Deze ingrepen kunnen meer voorsorteren op de ontwikkeling van het rivierengebied waardoor de toekomstwaarde van deeltraject 1 toeneemt.

Rijn en Maas

In de deeltrajecten gaat de belevingswaarde beperkt omlaag. De gebruikswaarde neemt beperkt toe doordat ook een groot deel van het rivierengebied ingezet zal worden voor de klimaatingrepen. De toekomstwaarde van het rivierengebied kent een positieve impact. Bovenstaande beoordelingen van het gehele traject en de deeltrajecten zorgt voor een kleine kans op het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit **(0/+)** voor alternatief 2.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen

Algemeen

In deeltraject 1, 3 en 4 zullen de extra buitendijkse rivierverruiming, de aanleg van nevengeulen en de grootschalige uiterwaardverlaging een groot deel van het bestaande gebied omvormen. Bij deze locaties ontstaan mogelijk nieuwe natuurgebieden met recreatiemogelijkheden. Hier kan de belevingswaarde van de rivier toenemen door de aanleg van wandelpaden en zichten en beleving van de rivier. Ook bij de buitendijkse reserveringen ontstaat een nieuwe inrichting waardoor de belevingswaarde toe kan nemen. Verlaging van de zomerkades kan een negatieve impact op de belevingswaarde hebben. Deze kades zijn vaak onderdeel van recreatieve routes door het rivierengebied. Verlaging van deze kades maakt dat de belevingswaarde van het rivierengebied afneemt. Daarnaast wordt als onderdeel van dit alternatief ingezet op de realisatie en omvorming van 28.300 ha natuur in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Dit biedt ook kansen voor het toevoegen van ruimtelijke kwaliteit aan het gebied. De sterke afname van het cultuurlandschap dat hiermee echter ook gepaard gaat is beoordeeld onder ‘’cultuurhistorie’’ (zie paragraaf 7.2.2).

Rijn en Maas

De uiterwaardverlaging, rivierverruiming en nevengeulen zullen een negatieve impact hebben op aanwezige landbouwgronden. Ook inzet van de gebieden met een bestaande en nieuwe reservering zal een negatief

effect op de gebruikswaarde hebben. Deze negatieve impact wordt beperkt verminderd doordat deze gronden na herinrichting voor andere functies (zoals natuur, waterberging, recreatie) gebruikt kunnen worden.
Met deze maatregelen wordt de meest toekomstbestendige ingreep gedaan in het riviersysteem. Op de locaties waar uiterwaarden verlaagd worden, reserveringen worden ingevuld en nevengeulen gegraven worden zullen landschappelijke structuren mogelijk moeten wijken, maar hier kunnen nieuwe structuren voor teruggebracht worden. Deze ingrepen kunnen meer voorsorteren op de ontwikkeling van het rivierengebied waardoor de toekomstwaarde toeneemt. In de deeltrajecten 1, 3 en 4 gaat de belevingswaarde beperkt omhoog. De gebruikswaarde neemt beperkt af doordat ook een groot deel van het rivierengebied ingezet zal moeten worden voor de klimaatingrepen. De toekomstwaarde van het rivierengebied kent een positieve impact. Voor de ruimtelijke kwaliteit is de beoordeling van deeltraject 1, 3 en 4 daardoor samengevat positief **(+)** in alternatief 3.

In de Nederrijn/Lek is de impact minder groot doordat de bodem hier minder omhoogkomt en daardoor minder rivierverruimingsmaatregelen benodigd zijn. Toch zullen er ruimtelijke ingrepen gedaan worden in de uiterwaarden in de vorm van nevengeulen, verlagingen en verruiming die ervoor zorgen dat het bestaande rivierengebied een andere inrichting krijgt. Op deze locaties ontstaan mogelijk nieuwe natuurgebieden met recreatiemogelijkheden. Hier kan de belevingswaarde van de rivier toenemen door de aanleg van wandelpaden en zichten en beleving van de rivier. In deeltraject 2 gaat de belevingswaarde beperkt omhoog. De gebruikswaarde neemt beperkt toe doordat ook een groot deel van het rivierengebied ingezet zal moeten worden voor de klimaatingrepen. De toekomstwaarde van het rivierengebied kent een matige positieve impact. Voor de ruimtelijke kwaliteit is de beoordeling van Nederrijn/Lek **(0/+).**

6.5.4 Totaalbeoordeling ruimtelijke ontwikkeling

De beoordeling gerelateerd aan het doel ruimtelijke ontwikkeling van het rivierengebied is in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 6-15 Totaalbeoordeling Rijntakken

IRM doelen	Aspect	REF 2050			Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Ruimtelijke economishe ontwikkeling	Ruimtelijke economische ontwikkelingen	0	0	0	0/+	0	0/+	+	0/+	+	++	+	++
	Ruimtelijke kwaliteit	0	0	0	+	0	+	0/+	0/+	0/+	+	0/+	+

Tabel 6-16 Totaalbeoordeling Maas

IRM doelen	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Ruimtelijke economishe ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Ruimtelijke economische ontwikkelingen	0	0/+	+	- -
	Ruimtelijke kwaliteit	0	0	0/+	+

7 Beoordeling milieueffecten alternatieven

In dit hoofdstuk wordt de effecten en beoordeling van de overige effecten beschreven. Voor de drie alternatieven wordt een inschatting gemaakt van de kansen en risico's gerelateerd aan het milieuthema.

7.1 Natuur

7.1.1 Inleiding

Om te komen tot een beoordeling van de effecten op natuur is gewerkt met onderstaand beoordelingskader met vier aspecten, ''Natura 2 ' ', 'Natuurnetwerk Nederland'', 'Kaderrichtlijn water' en ''beschermde soorten':

Tabel 7-1 Beoordelingskader milieueffecten

Thema	Aspect	Criterium
Natuur	Natura 2000 gebieden	Verandering in de natuurlijke kenmerken van een Natura 2000-gebied in relatie tot de instandhoudingsdoelen
	Natuurnetwerk Nederland	Verandering in de kwantiteit en kwaliteit van NNN in relatie tot de wezenlijke kenmerken en waarden van dat gebied
	Kaderrichtlijn water	Verandering in de ecologische toestand van het watersysteem (KRW maatlatten). Voor de KRW-oppervlaktewaterlichamen binnen de riviersystemen Rijn en Maas geldt: geen achteruitgang en doelen 2027 niet frustreren.
	Beschermde soorten	Juiste milieucondities ten behoeve van het duurzaam instandhouden van soorten en hun leefgebieden.

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van vier beoordelingsschalen. Deze zijn opgenomen op de volgende pagina.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Natura 2000 gebieden
++	Grote kans op het leveren van een bijdrage aan de instandhoudingsdoelen en/of verbeteropgaven van Natura 2000 gebieden ten opzichte van de referentiesituatie
+	Kans op het leveren van een bijdrage aan de instandhoudingsdoelen en/of verbeteropgaven van Natura 2000 gebieden ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Kleine kans op het leveren van een bijdrage aan de instandhoudingsdoelen en/of verbeteropgaven van Natura 2000 gebieden ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effecten verwacht op Natura 2000 gebieden.
0/-	Klein risico op het (verder) in gevaar brengen van de instandhoudingsdoelen en/of verbeteropgaven van Natura 2000 gebieden ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op het (verder) in gevaar brengen van de instandhoudingsdoelen en/of verbeteropgaven van Natura 2000 gebieden ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op het (verder) in gevaar brengen van de instandhoudingsdoelen en/of verbeteropgaven van Natura 2000 gebieden ten opzichte van de referentiesituatie.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Natuurnetwerk Nederland
++	Grote kans op het verbeteren van de kwantiteit en kwaliteit van het Natuurnetwerk Nederland ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het verbeteren van de kwantiteit en kwaliteit van het Natuurnetwerk Nederland ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het verbeteren van de kwantiteit en kwaliteit van het Natuurnetwerk Nederland ten opzichte van de referentiesituatie.

0	Geen effecten verwacht op Natuurnetwerk Nederland
0/-	Klein risico op afname van de kwantiteit en kwaliteit van het Natuurnetwerk Nederland ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op afname van de kwantiteit en kwaliteit van het Natuurnetwerk Nederland ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op afname van de kwantiteit en kwaliteit van het Natuurnetwerk Nederland ten opzichte van de referentiesituatie.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Kaderrichtlijn Water
++	Grote kans op het verbeteren v.d. kwaliteit van oppervlaktewater en daarmee het voldoen aan de normen van de Kaderrichtlijn water.
+	Kans op het verbeteren v.d. kwaliteit van oppervlaktewater en daarmee het voldoen aan de normen van de Kaderrichtlijn water.
0/+	Kleine kans op het verbeteren v.d. kwaliteit van oppervlaktewater en daarmee het voldoen aan de normen van de Kaderrichtlijn water.
0	Geen effecten verwacht op Kaderrichtlijn water
0/-	Klein risico op het verslechteren v. d. kwaliteit van oppervlaktewater en daarmee het voldoen aan de normen van de Kaderrichtlijn water.
-	Risico op het verslechteren v. d. kwaliteit van oppervlaktewater en daarmee het voldoen aan de normen van de Kaderrichtlijn water.
--	Groot risico op het verslechteren v. d. kwaliteit van oppervlaktewater en daarmee het voldoen aan de normen van de Kaderrichtlijn water.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Beschermde soorten
++	Grote kans op verbetering en/of toename van leefgebieden van beschermde soorten ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op verbetering en/of toename van leefgebieden van beschermde soorten ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op verbetering en/of toename van leefgebieden van beschermde soorten ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effecten verwacht op beschermde soorten.
0/-	Klein risico op aantasting en/of verdwijning van leefgebieden van beschermde soorten ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op aantasting en/of verdwijning van leefgebieden van beschermde soorten ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op aantasting en/of verdwijning van leefgebieden van beschermde soorten ten opzichte van de referentiesituatie.

7.1.2 Natura 2000-gebieden

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

PAGW

Het doel van het PAGW is het realiseren van een en klimaatbestendig rivierecosysteem waarin alle belangrijke habitats en kenmerkende soorten een plaats vinden. Hierbij ligt de focus op de ontwikkeling van vier hotspots van grootschalige samenhangende natuur langs de grote rivieren, waar voldoende leefgebied is voor duurzame populaties en daarmee ook als brongebied voor verspreiding naar delen van het rivierengebied en achterland kunnen fungeren: Gelderse Poort, Biesbosch, IJssel-Vechtdelta en Grensmaas. Deze verspreiding moet mogelijk worden via een ‘kralensnoer’ (corridors en stapstenen) van natuurgebieden langs de grote rivieren. De PAGW-opgave wordt ook ingevuld vanuit de opgave vanuit Natura 2000, KRW en NNN en aangevuld met een extra opgave om klimaateffecten op te vangen (en de grote wateren economisch te kunnen blijven gebruiken).

Om voldoende ruimte te creëren voor de ontwikkeling van een en klimaatbestendig rivierecosysteem worden in het streefbeeld alle buitendijkse landbouwgronden in de hotspots omgezet in natuur of natuur-inclusieve landbouw. In de Gelderse Poort wordt aanvullend ook binnendijkse gebieden (Rijnstranden en Groenlanden) toegevoegd om hier specifiek laagdynamische riviernatuur te ontwikkelen. In de IJssel-

Vechtdelta is ook binnendijks gebied meegenomen (Reeve-Abbertbos), maar dat ligt in het merengebied buiten de IRM-plangrens en valt daarmee buiten de scope van dit MER.

De realisatie van een ecologisch en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) vanuit de PAGW is aanvullend op de opgave vanuit Natura 2000. De score van de alternatieven 2 en 3, inclusief PAGW, op de Natura 2000-doelstellingen is daarmee zeer positief **(++)**. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is het spanningsveld tussen de Natura 2000-doelstellingen die afhankelijk zijn van landbouwgronden zoals de grasetende watervogels en de ambitie om alle landbouwgronden om te vormen naar natuur of natuurinclusieve landbouw. Een en ander is afhankelijk hoe de natuurinclusieve landbouw vorm gaat krijgen en op welke schaal dit zal zijn. Mogelijk dat er een tekort aan foerageergebieden voor grasetende watervogels ontstaat, die wellicht ook buiten de Natura 2000-gebieden gezocht moet worden. De keerzijde is ook dat door omvormen van landbouwgrond wel een belangrijke bijdrage wordt geleverd aan de opgave om de stikstofdepositie te verlagen. In alternatief 1 is geen binnendijkse reservering voor rivierverruiming opgenomen. De PAGW-opgave binnen de hotspot Gelderse Poort moet voor een belangrijk deel binnendijks gerealiseerd worden (Rijnstrangen) en daarvoor is dan onvoldoende ruimte beschikbaar, met name voor laagdynamische natuur. Natura 2000-doelen die afhankelijk zijn van laagdynamische gebieden staan juist onder druk en uit het Natura 2000-beheerplan van de Rijntakken is op te maken dat hiervoor extra inspanningen nodig zijn. Deze worden in alternatief niet voldoende geboden door PAGW. PAGW scoort voor dit alternatief voor de Rijntakken een **(0/+)**.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Rijn

Door het omhoog brengen van de rivierbodem in de Rijn wordt het hoogteverschil tussen het zomer- en winterbed verkleind. Hierdoor neemt de rivierdynamiek, sedimentuitwisseling en de inundatieduur van de uiterwaarden toe. De kribverlaging en langsdammen zorgen eveneens voor meer dynamiek langs de oevers. Dit is gunstig voor droge habitattypen die profiteren van zandafzetting als stroomdalgraslanden en voor natte habitattypen die verdrogingsgevoelig zijn, zoals zachthoutooibos.

De verbinding tussen de rivier en nevengeulen verbetert ook, omdat er minder snel sprake is van droogval. Dit is gunstig voor de ontwikkeling van overstromingsvlaktes en maakt de uiterwaarden beter bereikbaar voor vis en beter geschikt als foerageergebied voor bijvoorbeeld vogels.

Buitendijkse rivierverruimingsmaatregelen biedt kansen om voor Natura 2000-waarden die nu te versnipperd voorkomen (zoals ooibossen en stroomdalgraslanden) robuuste eenheden te creëren. De vraag is of deze maatregelen voldoende zijn om de klimaateffecten, zoals eerder en vaker lagere afvoeren en dus droogval, op kunnen heffen omdat hiervoor geen extra maatregelen voorzien zijn. De synergie met de PAGW-opgave is beperkt door de beperkte beschikbare ruimte voor natuurontwikkeling. De score ten opzichte van de referentiesituatie is licht positief **(0/+)**.

Maas

In de Maas wordt niet zozeer de bodem verhoogd, maar wordt deze gehandhaafd op plekken waar sprake is van erosie. Dit betekent enige verbetering ten opzichte van de referentiesituatie waar bodemerosie niet wordt tegengegaan. Dit leidt tot enige verbetering ten aanzien van rivierdynamiek. De vraag is of dit genoeg zal zijn om de knelpunten die nu in de Natura 2000-gebieden langs de Maas spelen, zoals de Oeffelter Meent, op te heffen. De buitendijkse rivierverruimingsmaatregelen biedt ook hier kansen om meer robuuste eenheden te realiseren. Klimaateffecten, met name ten aanzien van vaker lagere afvoeren worden ook hier niet voldoende opgevangen. De score ten opzichte van de referentiesituatie is licht positief **(0/+)**. De synergie met de PAGW-opgave is ook beperkt.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
Zowel in de Rijn als Maas wordt de huidige bodemligging gehandhaafd ten opzichte van de referentiesituatie, wat betekent dat verdere bodemdaling wordt tegengegaan.

Buitendijks worden grootschalige uiterwaardverlaging en zomerkadeverlaging toegepast. Hierdoor zal de rivierdynamiek toenemen wat gunstig is voor habitattypen die horen bij hoge rivierdynamiek. Dit kan wel een knelpunt zijn voor Natura 2000-doelen die juist voorkomen in laagdynamische systemen als moerasvogels en amfibieën. De mogelijkheid om buitendijkse deze leefgebieden uit te breiden of de kwaliteit van te verbeteren wordt beperkter, alhoewel er door de grootschalige uiterwaardverlaging er ook meer ruimte ontstaat om speciaal laagdynamische delen te ontwikkelen. In dit alternatief zijn ook bestaande binnendijkse reserveringen meegenomen. Verbinding tussen laagdynamische leefgebieden buitendijks en binnendijks biedt hier kansen. De klimaateffecten worden niet alleen opgevangen met lopende projecten, ook de grootschalige uiterwaardverlaging zal hieraan bijdragen. Er zal bijvoorbeeld minder sprake zijn van droogval. De score is **(+)** en hierbij is er geen onderscheid tussen Maas en Rijn. Er is bij dit alternatief een synergie met de PAGW-opgave.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
De rivierbodem wordt hier fors verhoogd wat maximaal ten gunste komt aan de rivierdynamiek. Daarnaast zorgen de grootschalige uiterwaardvergravingen in de vorm van buitendijkse uiterwaardverlaging, nevengeulen, langsdammen, zomerkadeverlagingen in combinatie met bestaande en nieuwe binnendijkse locaties voor vergroten van de afvoer- en bergingscapaciteit voor een belangrijke schaalvergroting van het riviersysteem. Hardnekkige knelpunten, zoals het realiseren van robuuste eenheden ooibos kunnen hierdoor opgelost worden. Op voorhand lijkt hier voldoende ruimte te zijn om ook aaneengesloten laagdynamische leefgebieden als rietmoerassen en overstromingsvlaktes te realiseren. Hier is sprake van grote synergie met de PAGW-opgave. Ook klimaateffecten als meer piekafvoeren en droogval dat vaker en eerder optreedt kan beter opgevangen worden. De score is **(++)** ten opzichte van de referentiesituatie.

7.1.3 Natuurnetwerk Nederland

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Algemeen
De verhoging (terugbrengen) van de rivierdynamiek als gevolg van het omhoogbrengen van de rivierbodem is gunstig voor de rivier zelf die te maken heeft met verstoorde sedimentatieprocessen. Maar ook knelpunten van natuurbeheertypen als stroomdalgrasland (sedimentatie), dynamisch moeras (natuurlijke fluctuaties) en ooibos (inundatie) worden hiermee verminderd of opgeheven.
Buitendijkse rivierverruimende maatregelen zal grotendeels plaatsvinden ter hoogte van agrarische gronden. Intensief agrarisch gebruik is één van de belangrijkste knelpunten voor de ontwikkeling van natuurbeheertypen. Knelpunten ten aanzien van verdroging, vermesting en versnippering kunnen hiermee opgeheven worden. Het verliezen van agrarische gronden kan conflicteren met de ambities ten aanzien van vogelgraslanden (weidevogels en ganzen). Met name ganzen zijn afhankelijk van enigszins bemeste agrarische graslanden die deels zullen verdwijnen. Weidevogels foerageren met name tijdens de trek op plas-drasgraslanden en langs oevers van nevengeulen en broeden dan bijvoorbeeld in de Krimpenerwaard (de Lange et al., 2013). Deze soorten profiteren qua foerageergebied van de rivierverruiming. Het broedhabitat van weidevogels staat in de uiterwaarden mede door ten intensief agrarisch gebruik en

verdroging onder druk. Vernatting als gevolg van het omhoogbrengen van de rivierbodem in combinatie met uiterwaardverlaging kan dus ook gunstig zijn voor broedende weidevogels.
Bij buitendijkse rivierverruiming liggen kansen om de verbinding met beekmondingen te versterken en ook passeerbaar te maken.

Rijn en Maas
Evenals bij Natura 2000 is ook hier de vraag is of deze maatregelen voldoende zijn om de klimaateffecten, zoals eerder en vaker lagere afvoeren en dus droogval, op te heffen omdat hiervoor geen extra maatregelen voorzien zijn. De score is licht positief **(0/+)** voor zowel de Rijntakken als de Maas. Vanwege de beperkte ruimte voor natuurontwikkeling is er beperkte synergie met de PAGW-opgave.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Zowel in de Rijn als Maas wordt de huidige bodemligging gehandhaafd ten opzichte van het nul-alternatief, wat betekent dat verdere bodemdaling wordt tegengegaan. In de Rijn vindt geen verdere bodemverhoging plaats, zoals bij alternatief 1. Buitendijks worden grootschalige uiterwaardverlaging en zomerkadeverlaging toegepast.

Rijn en Maas
In dit alternatief ontstaat meer ruimte voor rivierdynamiek in de uiterwaarden en natuurontwikkeling door omvorming van landbouwgronden naar natuur als gevolg van de rivierverruimende maatregelen. De verdrogende werking van de rivier wordt enigszins verminderd door de huidige bodemligging te handhaven, waardoor de drainerende werking van de rivier niet verder toeneemt en door maaiveld in de uiterwaarden te verlagen. De onderbouwing van de score van dit alternatief is vergelijkbaar met alternatief 1, met als grootste verschil dat er meer areaal natuur ontwikkeld kan worden, waarbij ook verbinding met binnendijkse natuur mogelijk is en daarmee de klimaatopgave ook deels opgevangen kan worden. De morfodynamiek in de Rijn neemt wel minder toe dan bij alternatief 1 waar de rivierbodem verhoogd wordt (in plaats van gehandhaafd bij dit alternatief). Voor het beheertype wintergasenweide is minder ruimte, omdat landbouwgrond wordt omgevormd naar natuur. Desondanks is ten opzichte van alternatief 1 de score positief **(+)**, vanwege het grotere areaal natuurontwikkeling en het deels opvangen van de klimaatopgave. De synergie met de PAGW-opgave is daarmee ook groter dan bij alternatief 1.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
Evenals bij Natura 2000 draagt dit alternatief maximaal bij aan het realiseren van een zo natuurlijk mogelijk riviersysteem waar ruimte is voor robuuste eenheden van zowel hoog- als laagdynamische natuur, goede ecologische verbinding met binnendijks gebied en waar de klimaatopgave grotendeels in opgevangen kan worden. Het agrarisch gebruik in rivierengebied wordt in dit alternatief sterk verminderd waardoor hoogproductief grasland zal verdwijnen. Foerageergebied voor ganzen zal deels terugkomen in de vorm van open water, plas-dras gebieden, nevengeulen en vochtige graslanden. Wintergastenweides moeten dan vooral grenzend aan de uiterwaarden en in het laagveen- en zeekleigebied gerealiseerd worden. De score is zeer positief **(++)** en er is grote synergie met de PAGW-opgave.

7.1.4 Kaderrichtlijn water

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Voor het beoordelen van de effecten is per alternatief gekeken naar mogelijke maatregelpakketten die van toepassing zijn per alternatief, en welke van deze maatregelen effect hebben op de KRW-toestand. Voor de effectbeoordeling is per alternatief gekeken naar de maatregelen die binnen- en of buitendijks worden

voorzien. Daarbij is gekeken of deze maatregelen in lijn zijn met voorgenomen KRW-maatregelen en of zij (positieve én negatieve) ontwikkelingen met effect op de KRW-toestand beïnvloeden.

De PAGW maakt deel uit van alle alternatieven. De PAGW-opgave en de KRW-opgave overlappen grotendeels. PAGW draagt bij aan meer natuurlijke dynamiek, stromend habitat, zoveel mogelijk in synergie en aanvulling op de KRW-ontwikkelingen. Het realiseren van een klimaatbestendig rivierecosysteem waarin alle belangrijke habitats en kenmerkende soorten een plaats vinden werkt voor alle alternatieven dan ook positief door op het behalen van de KRW-doelen (+).

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Algemeen
De rivierbodem wordt met sedimentsuppleties en langsdammen/kribverlaging omhoog gebracht naar het niveau van 2000 in eroderende trajecten van de Rijn en Maas. Dit niveau van 2000 wordt ook gehandhaafd. Ter compensatie van de rivierbodemverhoging vindt buitendijks uiterwaardverlaging plaats en worden nevengeulen aangelegd. Onttrekking van sediment in de rivieren in de vorm van bijvoorbeeld zandwinning of grindwinning zal niet verder plaatsvinden.

Rijn en Maas
Sedimentonttrekkingen door zandwinning en grindwinning in de rivier hebben (al dan niet tijdelijk) negatieve effecten op met name macrofauna en (in mindere mate) vis in zowel Rijntakken als Maas. Stopzetting daarvan is dus positief voor deze soortgroepen. Sedimentwinning zal overigens niet helemaal worden stopgezet, want vaarwegonderhoud blijft nodig. De aanleg van nevengeulen (bovenop de in het kader van de KRW al geplande aanleg van nevengeulen) zorgt voor een grotere variatie in stroomsnelheid en diepte en daardoor voor een toename van de variatie in leefomstandigheden voor waterplanten, macrofauna en vis. Ook langsdammen zorgen voor meer luwte en daarnaast voor vermindering van de invloed van scheepvaart op macrofauna en vis. Tegenover deze positieve effecten staat voor zowel Rijntakken als Maas het (tijdelijke) negatieve effect van sedimentsuppletie op macrofauna (als gevolg van bedelving) en het tijdelijke negatieve effect op vis (als gevolg van vertroebeling). Daarnaast hebben kribverlaging en langsdammen een (beperkt) negatief effect op macrofauna door het (beperkte) ruimtebeslag.

De maatregelen uit alternatief 1 hebben in beginsel geen effect op de fysisch-chemische kwaliteit of op verontreinigende/prioritaire stoffen.

Tegenover de (permanente) positieve effecten van met name nevengeulen staan de tijdelijke negatieve effecten door sedimentsuppletie en het ruimtebeslag als gevolg van kribverlaging en aanleg van langsdammen. Daarmee biedt alternatief 1 kleine kansen op het verbeteren v.d. kwaliteit van (biologische) KRW-toestand. Daarom scoort alternatief 1 (in combinatie met het realiseren van de PAGW opgave) voor zowel de Rijntakken als de Maas positief **(+)** ten opzichte van de referentiesituatie op het aspect Kaderrichtlijn Water.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Algemeen
In alternatief 2 wordt ingezet op extra buitendijkse rivierverruiming om een deel van de klimaatopgave op te vangen. Dit betreft ook grootschalige uiterwaardverlaging en zomerkadeverlaging buitendijks. Waar nodig wordt dit aangevuld met het gebruik van bestaande binnendijkse reserveringen. De huidige bodemdiepte wordt gehandhaafd.

Rijn en Maas
Alternatief 2 zorgt door uiterwaardverlaging voor het ontstaan van extra paai- en foerageerhabitat voor diverse vissoorten. Daarnaast profiteren ook waterplanten en macrofaunasoorten van uiterwaardverlaging

als daarin is voorzien van permanent natte leefgebieden zoals geïsoleerde geulen of ondiepe plassen. In de zoetwatergetijderivieren (zoals Benedenmaas en Bergsche Maas) kunnen ook oeverplanten zoals biezen zich beter ontwikkelen (Liefveld et al, 2016). Ook stopzetting van de sedimentonttrekking is positief (zie alternatief 1).

Tegenover deze positieve effecten staat (net als bij alternatief 1) voor zowel Rijntakken als Maas het (tijdelijke) negatieve effect van sedimentsuppletie op macrofauna (als gevolg van bedelving) en het tijdelijke negatieve effect op vis (als gevolg van vertroebeling).

De maatregelen uit alternatief 2 hebben in beginsel geen effect op de fysisch-chemische kwaliteit of op verontreinigende/prioritaire stoffen.

Tegenover de (permanente) positieve effecten van de uiterwaardverlaging staan de tijdelijke negatieve effecten door sedimentsuppletie. Daarmee biedt alternatief 2 kleine kansen op het verbeteren v.d. kwaliteit van (biologische) KRW-toestand. Daarom scoort alternatief 2 (in combinatie met het realiseren van de PAGW opgave) positief **(+)** ten opzichte van de referentiesituatie op het aspect Kaderrichtlijn Water voor zowel Rijntakken als Maas.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Algemeen
In dit alternatief wordt ingezet op zowel de sedimenthuishouding en rivierbodemligging als de afvoer- en bergingscapaciteit om zoveel mogelijk van de klimaatopgave op te vangen. Dit betreft grootschalige uiterwaardverlaging, rivierverruiming met de aanleg van nevengeulen, langsdammen, en zomerkaderverlaging. Indien nodig dient er binnendijks gezocht te worden naar nieuwe ruimte voor oplossingen. Daarnaast wordt de bodem omhoog gebracht naar het niveau van 1980 (in plaats van 2000) en daar gehouden.

Rijn en Maas
De aanleg van nevengeulen en de verlaging van de uiterwaarden zorgen beiden voor positieve effecten op diverse soortengroepen. Waterplanten, macrofauna en vis profiteren van de grotere variatie in leefomstandigheden als gevolg van de aanleg van nevengeulen en door de uiterwaardverlaging. Deze positieve effecten wegen voor zowel Rijntakken als Maas veel zwaarder dan het tijdelijke negatieve effect op macrofauna door sedimentsuppletie.

Om bovenstaande redenen biedt alternatief 3 goede kansen op het verbeteren van de kwaliteit van (biologische) KRW-toestand. Daarom scoort alternatief 3 (in combinatie met het realiseren van de PAGW opgave) voor zowel Rijntakken als Maas sterk positief **(++)** ten opzichte van de referentiesituatie op het aspect Kaderrichtlijn Water.

7.1.5 Beschermde soorten

In deze paragraaf zijn de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie beschreven en beoordeeld.

PAGW
Het doel van het PAGW is het realiseren van een en klimaatbestendig rivierecosysteem waarin alle belangrijke habitats en kenmerkende soorten een plaats vinden. Om voldoende ruimte te creëren voor de ontwikkeling van een en klimaatbestendig rivierecosysteem worden in het streefbeeld alle buitendijkse landbouwgronden in de hotspots omgezet in natuur of natuur-inclusieve landbouw. De realisatie van een ecologisch en veerkrachtig riviersysteem (schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit) biedt voldoende ruimte voor duurzame populaties van (beschermde) soorten die thuishoren

in het rivierengebied. Aandachtspunt is dat er wel voldoende laagdynamische delen in de uiterwaarden beschikbaar blijven voor soorten die hiervoor afhankelijk zijn, zoals amfibieën en moerasvogels. De standplaatsen van beschermde plantensoorten die gebonden zijn aan agrarisch gebruik kunnen behouden blijven bij natuur-inclusieve landbouw. De score van de alternatieven, inclusief PAGW, op de leefgebieden van beschermde soorten is daarmee zeer positief **(++)**.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
De beoordeling van dit alternatief sluit aan op eerdere beoordelingen van Natura 2000 en NNN. Er is enige ruimte voor natuurontwikkeling en toename van dynamiek in het rivierengebied waardoor ook het areaal en de kwaliteit leefgebied van beschermde soorten zal toenemen. Dit geldt met name voor de houting, steur en rivierrombout. Standplaats van beschermde plantensoorten die gebonden zijn aan agrarisch gebruik en ruderale terreinen verdwijnen mogelijk. Er is beperkte synergie met de PAGW-opgave omdat hiervoor in dit alternatief niet voldoende ruimte beschikbaar is.

Belangrijk aandachtspunt is verder dat bij de rivierverruimende maatregelen wel aandacht is voor behoud van de aanwezige soorten van laagdynamische milieus zoals rietmoerassen en overstromingsvlaktes voor amfibieën, kwabaal en grote modderkruiper. Verbinding met het binnendijks gebied wordt voor deze soorten belangrijker en daar is in dit alternatief geen ruimte voor opgenomen. Dit geldt ook voor maatregelen om de negatieve gevolgen van klimaatverandering tegen te gaan. De score is voor zowel de Rijn als de Maas licht positief **(0/+)** ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
In dit alternatief is meer ruimte voor natuurontwikkeling en verbinding met binnendijks gebied dan alternatief 1. De grootschalige uiterwaardverlaging en zomerkade verlaging heffen deels de verdrogende effecten van klimaatverandering op. Er is ook meer ruimte om diversiteit in habitats te ontwikkelen, bijvoorbeeld ook meer diepe delen waar vissen zowel tijdens hoge temperaturen als voor overwintering kunnen verblijven. Verbinding via beekmondingen is belangrijk voor vissen zoals de beek- en rivierprik (weliswaar niet wettelijk beschermd) en vormen kouderefugia. De score is voor zowel de Rijn als de Maas positief **(+)**. De synergie met de PAGW-opgave is groter dan bij alternatief 1.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
De rivierbodem wordt hier fors verhoogd wat maximaal ten gunste komt aan de rivierdynamiek. Daarnaast zorgen de grootschalige uiterwaardvergravingen in de vorm van buitendijkse uiterwaardverlaging, nevengeulen, langsdammen, zomerkadeverlagingen in combinatie met bestaande en nieuwe binnendijkse locaties voor een belangrijke schaalvergroting van het riviersysteem. Er is ruimte om robuuste aaneengesloten leefgebieden te realiseren en zo invulling te geven aan de PAGW-opgave. Op voorhand lijkt hiermee voldoende ruimte te zijn om ook aaneengesloten laagdynamische leefgebieden als rietmoerassen en overstromingsvlaktes te realiseren. Ook klimaateffecten als meer piekafvoeren en droogval dat vaker en eerder optreedt kan beter opgevangen worden. De score is voor zowel de Rijn als de Maas zeer positief **(++)**.

7.1.6 Totaalbeoordeling natuur

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen op Natura 2000, Natuurnetwerk Nederland, Kaderrichtlijn soorten en beschermde soorten samengevat.

Tabel 7-2 Totaalbeoordeling Rijntakken (excl en incl. PAGW)

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
		Exclusief PAGW			Inclusief PAGW		
Natuur	Natura 2000 gebieden	0/+	+	++	0/+	++	++
	Natuurnetwerk Nederland	0/+	+	++	++	++	++
	Kaderrichtlijn Water	0/+	0/+	+	+	+	++
	Beschermde soorten	0/+	+	++	++	++	++

Tabel 7-3 Totaalbeoordeling Maas (excl. en incl PAGW)

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
		Exclusief PAGW			Inclusief PAGW		
Natuur	Natura 2000 gebieden	0/+	+	++	++	++	++
	Natuurnetwerk Nederland	0/+	+	++	++	++	++
	Kaderrichtlijn Water	0/+	0/+	+	+	+	++
	Beschermde soorten	+	+	++	++	++	++

7.2 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

7.2.1 Inleiding

Om te komen tot deze beoordeling van het landschap, de cultuurhistorie en de archeologie wordt gewerkt met onderstaand beoordelingskader:

Tabel 7-4 Beoordelingskader landschap, cultuurhistorie en archeologie

Thema	Aspect	Criterium
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Verandering in aanwezigheid en kwaliteit van waardevolle landschappen, cultuurhistorische en archeologische waarden

Per alternatief wordt de impact op de waardevolle landschappen op de cultuurhistorische waarden en op de archeologie beschreven, indien relevant, onderverdeeld in de impact op de Rijntakken en de impact op de Maas.

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van één beoordelingsschaal. Die is onderstaand opgenomen.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Landschap, cultuurhistorie en archeologie
++	Grote kans op het behouden en versterken van de landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het behouden en versterken van de landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het behouden en versterken van de landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden
0/-	Klein risico op aantasting van de landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op aantasting van de landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op aantasting van de landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden ten opzichte van de referentiesituatie.

7.2.2 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Rijn en Maas

Voor beide deeltrajecten geldt dat de uiterwaardverlaging mogelijk impact heeft op de landschappelijke structuren in het rivierengebied. Verlaging zorgt voor mogelijke aantasting van aanwezige landschappelijke structuren en waardevolle landschappen. Het graven van nevengeulen zorgt er daarnaast voor dat oude landschappelijk waardevolle structuren teruggebracht kunnen worden in het landschap. Verhoging van de bodemligging zorgt voor een verhoging van de waterstand en bodemwaterstand. Deze waterstandverhoging brengt het waterstandsniveau van het jaar 2000 terug en behoud zo waardevolle beplantingsstructuren (zoals bakenbomen) en landschappen. Voor impact op de landschappelijke waarde scoort dit alternatief

voor zowel de Rijn als de Maas matig positief **(+)**, ingegeven door enerzijds de beperkte impact die de ontwikkelingen hebben op het bestaande landschap en anderzijds de landschappelijke kansen die ontstaan bij de ontwikkeling van nieuwe gebieden.

De uiterwaardverlaging heeft mogelijk een negatieve impact op de cultuurhistorie doordat er cultuurhistorische waarden zoals oude verkavelingen, paden en groenstructuren zullen moeten wijken. Bij de aanleg van nevengeulen kan dat anders zijn doordat nevengeulen zelf ook cultuurhistorisch waardevol kunnen zijn. Door bij de aanleg oude structuren terug te brengen kan een oude structuur nieuwe zeggingskracht gegeven worden. De waterstandsverhoging door verhoging van de bodemligging kan een positief effect hebben op cultuurhistorische waarden doordat oude cultuurhistorische elementen of structuren behouden kunnen blijven. Samengevat is er voor cultuurhistorie een neutrale beoordeling toegekend **(0).**

Uiterwaardverlaging en het graven van nevengeulen kan een negatief effect hebben op archeologische waarden in de ondergrond. Des te meer er gegraven dient te worden, des te groter de negatieve impact op de archeologische waarden. De grondwaterstandsverhoging als gevolg van de verhoogde bodemligging brengt de waterstand van het jaar 2000 terug en heeft geen effect op de archeologische waarden die zich in de grond bevinden.

Het stopzetten van de sedimentonttrekking zorgt ervoor dat er daar niet meer in de grond gegraven wordt, dit heeft een positief effect op de archeologische waarden, ook als deze onderwater liggen, in het zomerbed. Dit heeft een positief effect op de archeologische waarde ter plaatse. Samengevat is er voor archeologie voor zowel de Rijn als de Maas een neutraal beoordeling toegekend **(0).**

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
Voor zowel de Maas als de Rijn geldt dat de uiterwaardverlaging impact heeft op de landschappelijke structuren in het rivierengebied. Verlaging zorgt voor mogelijke aantasting van aanwezige landschappelijke structuren en waardevolle landschappen. Het graven van nevengeulen zorgt ervoor dat oude landschappelijk waardevolle structuren teruggebracht kunnen worden in het landschap. De zomerkade is een belangrijke landschappelijke structuur, verlaging van deze kade tast de landschappelijke en heeft daardoor een negatief effect. Het in gebruik nemen van bestaande reserveringen langs de rivier voor de klimaatopgave biedt als kans dat deze gebieden ingericht worden met nieuwe landschappelijke waarden en waar mogelijk oude landschappelijke structuren teruggebracht kunnen worden. Dit heeft een positief effect op de landschappelijke waarde van het rivierengebied. Voor impact op de landschappelijke waarde scoort dit alternatief voor zowel de Rijn als de Maas positief **(+)**, ingegeven door enerzijds de beperkte impact die de ontwikkelingen hebben op het bestaande landschap en anderzijds de landschappelijke kansen die ontstaan bij de ontwikkeling van nieuwe gebieden.

De uiterwaardverlaging heeft mogelijk een negatieve impact op de cultuurhistorische waarde doordat er cultuurhistorische waarden zoals oude verkavelingen, paden en groenstructuren zullen moeten wijken. Bij de aanleg van nevengeulen kan dat anders zijn doordat nevengeulen zelf ook cultuurhistorisch waardevol kunnen zijn. Door bij de aanleg oude structuren terug te brengen kan een oude structuur nieuwe zeggingskracht gegeven worden. De zomerkade is eveneens van hoge cultuurhistorische waarde. Verlaging van deze kade heeft een direct negatief effect op de cultuurhistorische waarde van de zomerkade. Het in gebruik nemen van bestaande reserveringen langs de rivier voor de klimaatopgave kan een positief effect hebben op de aanwezige cultuurhistorische waarden. Deze kunnen in de nieuwe inrichting versterkt en vernieuwd worden. Voor impact op de cultuurhistorische waarde scoort dit alternatief voor zowel de Rijn als de Maas negatief **(-)**, ingegeven door de extra impact die de ontwikkelingen hebben op bestaande cultuurhistorische waarden.

Uiterwaardverlaging en het graven van nevengeulen kan een negatief effect hebben op archeologische waarden in de ondergrond. Naarmate er meer gegraven dient te worden, des te groter de negatieve impact op de archeologische waarden. Het stopzetten van de sedimentonttrekking zorgt ervoor dat er daar niet meer in de grond gegraven wordt. Dit heeft een positief effect op de archeologische waarde ter plaatse.
Het in gebruik nemen van bestaande reserveringen langs de rivier voor de klimaatopgave kan een negatief effect hebben op de aanwezige archeologische waarden doordat bij een nieuwe inrichting de bodem mogelijk geroerd zal worden. Voor impact op de archeologische waarde scoort dit alternatief voor zowel de Rijn als de Maas negatief **(-)**.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
Voor beide deeltrajecten geldt dat de grootschalige uiterwaardverlaging een grotere impact heeft op de landschappelijke structuren in het rivierengebied. Verlaging zorgt voor mogelijke aantasting van aanwezige landschappelijke structuren en waardevolle landschappen. Het graven van nevengeulen zorgt ervoor dat oude landschappelijk waardevolle structuren teruggebracht kunnen worden in het landschap. Verhoging van de bodemligging zorgt voor een verhoging van de waterstand. Deze waterstandverhoging kan waardevolle beplantingsstructuren en landschappen behouden.

De zomerkade is een belangrijke landschappelijke structuur, verlaging van deze kade tast de landschappelijke waarde aan en heeft daardoor een negatief effect. Het in gebruik nemen van bestaande en nieuwe reserveringen langs de rivier voor de klimaatopgave biedt als kans dat deze gebieden ingericht worden met nieuwe landschappelijke waarden en waar mogelijk oude landschappelijke structuren teruggebracht kunnen worden. Dit heeft een positief effect op de landschappelijke waarde van het rivierengebied. Voor impact op de landschappelijke waarde scoort dit alternatief voor zowel de Rijn als de Maas zeer positief **(++)**, ingegeven door enerzijds de impact die de ontwikkelingen hebben op het bestaande landschap en anderzijds de landschappelijke kansen die ontstaan bij de ontwikkeling van nieuwe gebieden.

De grootschalige uiterwaardverlaging heeft een mogelijke grotere negatieve impact op de cultuurhistorische waarde doordat er mogelijk cultuurhistorische waarden zoals oude verkavelingen, paden en groenstructuren zullen moeten wijken. Bij de aanleg van nevengeulen kan dat anders zijn doordat nevengeulen zelf ook cultuurhistorisch waardevol zijn. Door bij de aanleg oude structuren terug te brengen kan een oude structuur nieuwe zeggingskracht gegeven worden.

De zomerkade is van hoge cultuurhistorische waarde. Verlaging van deze kade heeft een negatief effect op de cultuurhistorische waarde van de zomerkade. Het in gebruik nemen van bestaande en nieuwe reserveringen langs de rivier voor de klimaatopgave kan een groter positief effect hebben op de aanwezige cultuurhistorische waarden. Deze kunnen in de nieuwe inrichting versterkt en vernieuwd worden.
Voor impact op de cultuurhistorische waarde scoort dit alternatief voor zowel de Rijn als de Maas negatief **(-)**.

Grootschalige uiterwaardverlaging en het graven van nevengeulen kan een groter negatief effect **(--)** hebben op archeologische waarden in de ondergrond bij zowel de Rijn als de Maas. Omdat er in dit alternatief sprake is van een grotere omvang van benodigde rivierverruimende maatregelen dan in alternatief 2, scoort deze negatiever. Naarmate er namelijk meer gegraven dient te worden, des te groter de negatieve impact op de archeologische waarden. Het stopzetten van de sedimentonttrekking zorgt ervoor dat er daar niet meer in de grond gegraven wordt. Dit heeft een positief effect op de archeologische waarde ter plaatse.

Verlaging van de zomerkade kan een negatief effect hebben op de archeologische waarden die zich in deze kade bevinden. Het in gebruik nemen van bestaande en nieuwe reserveringen langs de rivier voor de klimaatopgave kan een groter negatief effect hebben op de aanwezige archeologische waarden doordat bij een nieuwe inrichting de bodem mogelijk geroerd zal worden. Voor impact op de archeologische waarde scoort dit alternatief voor zowel de Rijn als de Maas zeer negatief **(--)**.

7.2.3 Totaalbeoordeling landschap, cultuurhistorie en archeologie

In onderstaande tabellen is de beoordeling op landschap, cultuurhistorie en archeologie samengevat. Het verdient de aanbeveling dat in elk stadium van de realisatie rekening gehouden dient te worden met cultuurhistorie, archeologie en landschap.

Tabel 7-5 Totaalbeoordeling Rijntakken

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Effect op landschappelijke waarden	0	+	+	++
	Effect op cultuurhistorische waarden	0	0	-	-
	Effect op archeologische waarden	0	0	-	- -

Table 7-6 Totaalbeoordeling Maas

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Effect op landschappelijke waarden	0	+	+	++
	Effect op cultuurhistorische waarden	0	0	-	-
	Effect op archeologische waarden	0	0	-	- -

7.3 Bodem en zout-indringing

7.3.1 Inleiding

Om te komen tot een beoordeling van de effecten op bodem en zout-indringing wordt gewerkt met onderstaand beoordelingskader met twee aspecten:

Tabel 7-7 Beoordelingskader Bodem en zout-indringing

Thema	Aspect	Criterium	Methode
Bodem en zout-indringing	Bodemkwaliteit	Verandering in de kwaliteit en het natuurlijke systeem van de bodem en ondergrond.	Kwalitatieve analyse van de verandering in de kwaliteit van de bodem en ondergrond. Hierbij wordt gebruik gemaakt van algemene beschikbare informatie.
	Zout-indringing	Verandering in de mate van zoutindringing in de Rijn- en Maasmonding	Kwalitatieve analyse van de risico's' en kansen voor zout-indringing

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van twee beoordelingsschalen. Deze zijn onderstaand opgenomen.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Bodemkwaliteit
++	Grote kans op het verbeteren van de bodemkwaliteit in het rivierengebied ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het verbeteren van de bodemkwaliteit in het rivierengebied ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het verbeteren van de bodemkwaliteit in het rivierengebied ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effecten verwacht op de bodemkwaliteit
0/-	Klein risico op het verslechteren van de bodemkwaliteit in het rivierengebied ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op het verslechteren van de bodemkwaliteit in het rivierengebied ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op het verslechteren van de bodemkwaliteit in het rivierengebied ten opzichte van de referentiesituatie.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Zout-indringing
++	Grote kans op afname van de mate van zout-indringing in de Rijn- en Maasmonding ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op afname van de mate van zout-indringing in de Rijn- en Maasmonding ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op afname van de mate van zout-indringing in de Rijn- en Maasmonding ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effecten verwacht.
0/-	Klein risico op toename van de mate van zout-indringing in de Rijn- en Maasmonding ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op toename van de mate van zout-indringing in de Rijn- en Maasmonding ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op toename van de mate van zout-indringing in de Rijn- en Maasmonding ten opzichte van de referentiesituatie.

7.3.2 Bodemkwaliteit

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Rijn en Maas

In alternatief 1 vinden er weinig werkzaamheden in de grond plaats, maar wordt er op veel plekken grond toegepast (voor o.a. de aanleg van dijken). Voor het ophogen van de bodem in erosieve trajecten moet deze toegepaste grond aan een bepaalde kwaliteit voldoen. Het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) geeft regels voor de toepassing van grond. Hiermee wordt gewaarborgd dat de kwaliteit van het oppervlaktewater en het grondwater als gevolg van de toepassing voldoende wordt beschermd. Door het bestaan van deze regelgeving blijft de kwaliteit van de grond hetzelfde, of wordt verbeterd. In het slechtste geval scoort

alternatief 1 daarom ten opzichte van de referentiesituatie neutraal voor zowel de Rijn als de Maas **(0)**. Er is geen risico op verslechtering van de bodemkwaliteit.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
In alternatief 2 vinden er grootschalige werkzaamheden plaats in de uiterwaarden. Daarnaast wordt er een relatief kleine hoeveelheid grond toegepast voor het behouden van de bodem op het huidige niveau. Voor de graafwerkzaamheden geldt dat de bodemkwaliteit niet mag verslechteren door grondverzet. Dit is het zogenaamde stand-still beginsel. Wanneer er te weinig (of te oude) informatie beschikbaar is of als de locatie als verdacht is aangemerkt, moet er veldonderzoek worden uitgevoerd. Wanneer er dan veel vervuiling aanwezig is, moet de grond worden gesaneerd of worden er eisen gesteld aan het gebruik van de grond. Deze maatregelen moeten vervolgens worden goedgekeurd door de gemeente. Door het bestaan van deze regelgeving blijft de kwaliteit van de grond hetzelfde, of wordt verbeterd. Alternatief 2 scoort daarom voor zowel de Rijn als de Maas (slechtste geval) neutraal **(0)**. Er is geen risico op verslechtering van de bodemkwaliteit.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
In alternatief 2 vinden zowel grootschalige werkzaamheden plaats in de uiterwaarden, als grootschalige toepassing van grond om de bodem terug te brengen naar het niveau van 1980. Door het bestaan van verschillende regelgeving (zie bovenstaande paragrafen), blijft de kwaliteit van de grond hetzelfde, of wordt verbeterd. Alternatief 3 scoort daarom in het slechtste geval voor zowel de Rijn als de Maas neutraal **(0)**. Er is geen risico op verslechtering van de bodemkwaliteit.

7.3.3 Zout-indringing

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
In alternatief 1 komt de rivierbodem van met name de Boven-Waal een stuk hoger te liggen ten opzichte van de referentiesituatie. Dit zorgt ervoor dat er minder afvoer naar de Waal gaat en juist meer naar de IJssel. Het IJsselmeer wordt hierdoor bij lage afvoeren beter gevuld, waardoor ter hoogte van het IJsselmeer sprake is van iets mindere mate van verzilting. Omdat er sprake is van een geringe vermindering van de afvoer naar de Waal wordt bij dit alternatief aan de andere kant ook een verslechtering van de mate van zoutindringing verwacht bij de Rijn-Maasmonding. Samengevat is er een licht negatieve beoordeling toegekend voor zowel de Maas als de Rijn **(0/-).**

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
In alternatief 2 ligt, doordat wordt ingezet op het vasthouden van de huidige bodemligging, de bodem iets hoger dan in de referentiesituatie. Dit zorgt ervoor dat er iets minder afvoer naar de Waal gaat (en iets meer naar de IJssel) ten opzichte van de referentiesituatie. Omdat er sprake is van een zeer geringe vermindering van de afvoer naar de Waal is er bij dit alternatief een heel lichte verslechtering van de mate van zoutindringing te verwachten bij de Rijn-Maasmonding. De voorziene rivierverruimingen hebben nauwelijks tot geen effect op verzilting in de Rijn-Maasmonding, evenals ter hoogte van het IJsselmeer. Doordat de verslechtering van de mate van zoutindringing zeer klein is, wordt dit als verwaarloosbaar klein gezien en wordt er een neutrale score **(0)** toegekend voor de mate van zoutindringing in de Maas en de Rijn.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen

Rijn en Maas

In alternatief 3 wordt de rivierbodem in de erosieve trajecten opgehoogd tot het niveau van 1980 voor de Rijntakken. Voor de Maas wordt de bodem opgehoogd naar het niveau van voor de Maaswerken. Door de verschuiving van de afvoerverdeling gaat er aanzienlijk minder afvoer naar de Waal en meer naar de IJssel. Omdat er sprake is van een aanzienlijke vermindering van de afvoer naar de Waal is er bij dit alternatief een verslechtering te verwachten van de mate van zoutindringing bij de Rijn-Maasmonding. Ter hoogte van het IJsselmeer treedt dan een lichte verbetering op van de zoutindringing. De voorziene rivierverruimingen hebben nauwelijks tot geen effect op verzilting in de Rijn-Maasmonding. Doordat de mate van zoutindringing ter hoogte van de Rijn-Maasmonding verslechtert, wordt er samengevat voor dit alternatief een negatieve score **(-)** toegekend voor zowel de Rijn als de Maas.

7.3.4 Totaalbeoordeling bodem en zout-indringing

In onderstaande tabellen is de beoordeling op bodem en zout-indringing samengevat.

Tabel 7-8 Totaalbeoordeling Rijntakken

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	0	0	0	0
	Zout-indringing	0	0/-	0	-

Tabel 7-9 Totaalbeoordeling Maas

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	0	0	0	0
	Zout-indringing	0	0/-	0	-

7.4 Overige scheepvaart

7.4.1 Inleiding

Om te komen tot een beoordeling van de overige effecten op scheepvaart (naast de effecten benoemd onder ‘’vlot en veilig transport over water’’ (zie paragraaf 6.4) wordt gewerkt met onderstaand beoordelingskader met twee aspecten, ‘’nautische veiligheid’’ en ‘’scheepvaarteffecten bij hoog water’.

Tabel 7-10 Beoordelingskader scheepvaart

IRM doelen	Aspect	Criteria
Overige scheepvaart	Nautische veiligheid	(tijdelijke) verandering in nautische veiligheid
	Bevaarbaarheid van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij hoog water	Mate waarin doorvaarhoogte verandert bij bruggen tijdens hoog water.

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van twee beoordelingsschalen. Deze zijn onderstaand opgenomen.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Nautische veiligheid
++	Grote kans op verbeteren nautische veiligheid ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op verbeteren nautische veiligheid ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Kleine kans op verbeteren nautische veiligheid ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen effecten verwacht op nautische veiligheid
0/-	Klein risico op verslechteren nautische veiligheid ten opzichte van de referentiesituatie
-	Risico op verslechteren nautische veiligheid ten opzichte van de referentiesituatie
--	Groot risico op verslechteren nautische veiligheid ten opzichte van de referentiesituatie

	Beoordelingsschaal alternatieven: bevaarbaarheid bij hoog water
++	Grote kans op het verhogen van de doorvaarthoogte bij bruggen tijdens hoog water ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het verhogen van de doorvaarthoogte bij bruggen tijdens hoog water ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het verhogen van de doorvaarthoogte bij bruggen tijdens hoog water ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effecten te verwachten ten aanzien van bevaarbaarheid bij hoog water.
0/-	Klein risico op het verlagen van de doorvaarthoogte bij bruggen tijdens hoog water ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op het verlagen van de doorvaarthoogte bij bruggen tijdens hoog water ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op het verlagen van de doorvaarthoogte bij bruggen tijdens hoog water ten opzichte van de referentiesituatie.

7.4.2 Nautische veiligheid

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Algemeen
Het terugbrengen van de bodemligging naar het niveau van 2000 kan bij drempels bij vaste lagen en aansluitingen met havens en sluizen de nautische veiligheid vergroten, zie paragraaf 5.4. Met een hoger omliggende bodem is de drempelvorming minder en de waterdiepte boven de drempels groter (bijv. bij de vaste laag van Nijmegen waar frequent incidenten voorvallen). De hogere laagwaterstanden kan ook de congestie bij sluizen in enige mate verminderen (doordat deze vaker kunnen opereren). Met een hogere minst gepeilde diepte, die maatgevend is voor de bevaarbaarheid bij laagwater, kan er ook met een grotere beladingsgraad worden gevaren en neemt de scheepvaartintensiteit enigszins af t.o.v. de referentiesituatie.

Rijn
De werkzaamheden die nodig zijn voor het ophogen en onderhouden van de bodemligging zullen een grote en continue inspanning vragen. Als deze werkzaamheden met varend materieel in de vaarweg worden uitgevoerd zal dit hinder voor de scheepvaart geven en daarmee een potentiële bron van incidenten zijn. Deze ontwikkelingen hebben mogelijk effect op de nautische veiligheid. Deze zijn echter zo klein ingeschat, dat een score **(0)** wordt toegekend voor de Rijntakken.

Maas
De scheepvaartintensiteit op de Maas kan (zeer) licht afnemen t.o.v. de referentiesituatie door de iets betere bevaarbaarheid van de Waal bij lage afvoeren (zie paragraaf 6.4.2). In de huidige en de referentiesituatie wordt de Oost-westcorridor van de Maas gebruikt als omvaarroute. Deze potentieel lichte afname van de scheepvaartintensiteit kan de congestie bij de schutsluizen licht doen afnemen en daarmee een lichte verbetering van de nautische veiligheid opleveren.

Op de Maas worden suppleties uitgevoerd op eroderende plekken wat een toename geeft van werkzaamheden en het materieel op de rivier. Als deze werkzaamheden met varend materieel in de vaarweg worden uitgevoerd zal dit hinder voor de scheepvaart geven en daarmee een potentiële bron van incidenten zijn

Er worden met dit alternatief geen grote effecten op de nautische veiligheid van de Maas verwacht **(0).**

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn
Het vasthouden van de bodem in dit alternatief kan voor een zeer beperkte toename van de nautische veiligheid zorgen bij drempels in de rivier of aansluitende havens en sluizen. T.o.v. de referentiesituatie neemt de drempelvorming namelijk iets af. Dit kan het aantal incidenten bij bijvoorbeeld de vaste laag in Nijmegen licht reduceren t.o.v. de referentiesituatie.

Grootschalige werkzaamheden in de uiterwaarden en binnendijkse gebieden zorgen bij hoogwater voor nieuwe instroom- en uitstroomlocaties. Dwarsstroming kan hier voor scheepvaarthinder leiden en in uiterste situaties voor incidenten zorgen. Dergelijke dwarsstromingen dienen geminimaliseerd te worden bij het ontwerp van maatregelen, zodat de nautische veiligheid gegarandeerd blijft. Aan de andere kant zorgen verruimingen van de rivier bij een hoge afvoer voor een kleine afname van de stroomsnelheid, wat een gunstige invloed heeft op nautische veiligheid.

Deze ontwikkelingen hebben mogelijk een klein negatief effect op de nautische veiligheid. Hierom wordt een score **(0/-)** toegekend voor de Rijntakken.

Maas
Er worden met dit alternatief geen grote effecten op de nautische veiligheid van de Maas verwacht (**0**).

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Door het ophogen van de rivierbodem in erosieve trajecten tot het niveau van 1980, zorgt alternatief 3 voor een flinke verhoging van de laagwaterstanden. Dit zorgt voor een positieve impact op de capaciteit van de vaarwegen tijdens lage afvoeren. Drempels en inzinking ter plaatse van deze drempels kunnen verminderen. Hierdoor kunnen het aantal incidenten, zoals bij de vaste laag van Nijmegen, afnemen. De werkzaamheden, zowel tijdens de realisatie als bij onderhoud, kunnen voor scheepvaarthinder en een afname van de nautische veiligheid zorgen.

Door de uiterwaardmaatregelen ontstaan er nieuwe instroom- en uitstroomlocaties. Hier kan hinderlijke dwarsstroming ontstaan. Ook kan de vaarweg minder zichtbaar worden. Dwarsstromingen dienen geminimaliseerd te worden bij het ontwerp van maatregelen, zodat de nautische veiligheid gegarandeerd blijft.

Rijn
Deze ontwikkelingen vormen een risico dat de nautische veiligheid verlechterd, resulterend in een negatieve score voor de Rijn **(-)**.

Maas
Door het verhogen van de rivierbodem naar het niveau van voor Maaswerken kunnen de stuwen (iets) vaker gestreken worden. Dit vermindert de congestie bij stuwen en kan voor een beperkte toename van de nautische veiligheid zorgen. De werkzaamheden tijdens realisatie en onderhoud kunnen wel voor scheepvaarthinder zorgen. Door de uiterwaardmaatregelen ontstaan er nieuwe instroom- en uitstroomlocaties. Hier kan hinderlijke dwarsstroming ontstaan. Ook kan de vaarweg minder zichtbaar worden. Dit kan voor een afname van de nautische veiligheid zorgen. Deze ontwikkelingen zorgen mogelijk voor een verslechtering van de nautische veiligheid, resulterend in een licht negatieve score **(0/-)** voor de Maas.

7.4.3 Doorvaarthoogte van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij hoog water

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
In dit alternatief wordt de bodemligging teruggebracht naar het niveau van het jaar 2000 en worden er geen grootschalige rivierverruimende maatregelen genomen. De hoogwaterstanden en daarmee ook de doorvaarthoogtes blijven ongewijzigd. Het alternatief kan derhalve een neutrale score **(0)** worden toegekend voor de Rijntakken en de Maas.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
Door rivierverruiming en het faciliteren van de klimaatopgave worden de hoogwaterstanden maximaal enkele decimeters lager. Hierdoor neemt de doorvaarthoogte bij de bruggen bij hoogwater enigszins toe. Het aantal dagen per jaar dat er beperkingen zijn, neemt daardoor iets af. Dit heeft echter weinig positieve

invloed op de scheepvaart omdat de hoge schepen veelal containerschepen zijn en de verschillen niet gelijk een extra laag containers toelaten ten opzichte van de referentie situatie. Er zijn geen effecten te verwachten ten aanzien van scheepvaarteffecten bij hoog water ten opzichte van de referentiesituatie, daarom soort alternatief 2 neutraal **(0)**.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
-Door rivierverruiming en het faciliteren van de klimaatopgave worden de hoogwaterstanden decimeters lager. De doorvaarthoogte neemt hierdoor beperkt toe. Door de kleine verbetering kan dit alternatief een licht positieve score **(0/+)** worden toegekend.

7.4.4 Totaalbeoordeling overige scheepvaart

In onderstaande tabellen is de beoordeling op scheepvaart samengevat.

Tabel 7-61 Totaalbeoordeling Rijntakken

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Scheep-vaart	Nautische veiligheid	0	0	0/-	-
	Scheepvaarteffecten bij hoog water	0	0	0	0/+

Tabel 7-72 Totaalbeoordeling Maas

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Scheep-vaart	Nautische veiligheid	0	0	0	0/-
	Scheepvaarteffecten bij hoog water	0	0	0	0/+

7.5 Gebruiksfuncties rivierengebied

7.5.1 Inleiding

Om te komen tot een beoordeling van effecten wordt gewerkt met onderstaand beoordelingskader voor gebruiksfuncties in het rivierengebied.

Tabel 7-13 Beoordelingskader gebruiksfuncties rivierengebied

IRM doelen	Aspect	Criteria
Gebruiksfuncties	Wonen en werken	Verandering in de binnendijkse en buitendijkse woon- en werkfunctie
	Recreëren	Verandering kansen recreatieve en toeristische voorzieningen
	Landbouw	Verandering in oppervlak en kwaliteit landbouwkundig gebruik

	Beschikbaarheid drink- en industriewater	Verandering in waterbeschikbaarheid voor industrie en drinkwater, en mate waarin zoutindringing in het mondinggebied verandert.
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	Veranderingen in risico's' voor stabiliteit van oevers en kunstwerken
	Delfstoffen-winning	Verandering in kans dat er in de periode tot 2050 (veel) grond vrij komt die herbestemd kan worden.
	Kabels en leidingen	Verandering in risico's voor kabels en leidingen

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van zeven beoordelingsschalen. Deze zijn onderstaand opgenomen.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Wonen en werken
++	Grote kans op het verbeteren van de buitendijkse woon- en werkfunctie ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het verbeteren van de buitendijkse woon- en werkfunctie ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het verbeteren van de buitendijkse woon- en werkfunctie ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Naar verwachting geen effect op de buitendijkse woon- en werkfunctie.
0/-	Klein risico op aantasting/verslechtering van de buitendijkse woon- en werkfunctie ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op aantasting/verslechtering van de buitendijkse woon- en werkfunctie ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op aantasting/verslechtering van de buitendijkse woon- en werkfunctie ten opzichte van de referentiesituatie.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Recreëren
++	Grote kans op het verbeteren van de (kwaliteit van) riviergebonden recreatieve en toeristische voorzieningen ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het verbeteren van de (kwaliteit van) riviergebonden recreatieve en toeristische voorzieningen ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het verbeteren van de (kwaliteit van) riviergebonden recreatieve en toeristische voorzieningen ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Naar verwachting geen effect op de (kwaliteit van) riviergebonden recreatieve en toeristische voorzieningen ten opzichte van de referentiesituatie.
0/-	Klein risico op aantasting van de (kwaliteit van) riviergebonden recreatieve en toeristische voorzieningen ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op aantasting van de (kwaliteit van) riviergebonden recreatieve en toeristische voorzieningen ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op aantasting van de (kwaliteit van) riviergebonden recreatieve en toeristische voorzieningen ten opzichte van de referentiesituatie.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Landbouw
++	Grote kans op het vergroten van het oppervlak agrarische gronden en/of de kwaliteit van landbouwkundig gebruik ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het vergroten van het oppervlak agrarische gronden en/of de kwaliteit van landbouwkundig gebruik ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het vergroten van het oppervlak agrarische gronden en/of de kwaliteit van landbouwkundig gebruik ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Naar verwachting geen effect op landbouw.
0/-	Klein risico op verkleinen van het oppervlak agrarische gronden en/of de kwaliteit van landbouwkundig gebruik ten opzichte van de referentiesituatie.

-	Risico op verkleinen van het oppervlak agrarische gronden en/of kwaliteit landbouwkundig gebruik ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op verkleinen van het oppervlak agrarische gronden en/of kwaliteit van landbouwkundig gebruik ten opzichte van de referentiesituatie.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Beschikbaarheid drink- en industriewater
++	Grote kans op het verbeteren van waterbeschikbaarheid voor industrie en drinkwater.
+	Kans op het verbeteren van waterbeschikbaarheid voor industrie en drinkwater.
0/+	Kleine kans op het verbeteren van waterbeschikbaarheid voor industrie en drinkwater.
0	Naar verwachting geen effect op waterbeschikbaarheid voor industrie en drinkwater .
0/-	Klein risico op aantasting van waterbeschikbaarheid voor industrie en drinkwater.
-	Risico op aantasting van waterbeschikbaarheid voor industrie en voor drinkwater.
--	Groot risico op aantasting van waterbeschikbaarheid voor industrie en voor drinkwater.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Stabiliteit oevers en kunstwerken
++	Grote kans op het verminderen van risico's voor stabiliteit van oevers en kunstwerken ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het verminderen van risico's voor stabiliteit van oevers en kunstwerken ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het verminderen van risico's voor stabiliteit van oevers en kunstwerken ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effect op de risico's voor stabiliteit van oevers en kunstwerken ten opzichte van de referentiesituatie.
0/-	Klein risico op het vergroten van risico's voor stabiliteit van oevers en kunstwerken ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op het vergroten van risico's voor stabiliteit van oevers en kunstwerken ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op het vergroten van risico's voor stabiliteit van oevers en kunstwerken ten opzichte van de referentiesituatie.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Delfstoffenwinning
++	Grote kans op het vergroten van herbestemmen vrijgekomen grond.
+	Kans op het vergroten van herbestemmen vrijgekomen grond.
0/+	Kleine kans op het vergroten van herbestemmen vrijgekomen grond.
0	Geen effect op van vergroten van herbestemmen vrijgekomen grond.
0/-	Klein risico op afname van mogelijkheden voor herbestemmen vrijgekomen grond.
-	Risico op afname van mogelijkheden voor herbestemmen vrijgekomen grond.
--	Groot risico op afname van mogelijkheden voor herbestemmen vrijgekomen grond.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Kabels en leidingen
++	Grote kans op het afnemen van schade aan bestaande kabels en leidingen ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Kans op het afnemen van schade aan bestaande kabels en leidingen ten opzichte van de referentiesituatie.
0/+	Kleine kans op het afnemen van schade aan bestaande kabels en leidingen ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Geen effect verwacht op kabels en leidingen.
0/-	Klein risico op toename schade aan bestaande kabels en leidingen ten opzichte van de referentiesituatie.
-	Risico op toename schade aan bestaande kabels en leidingen ten opzichte van de referentiesituatie.
--	Groot risico op toename schade aan bestaande kabels en leidingen ten opzichte van de referentiesituatie.

7.5.2 Wonen en werken

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
Dit alternatief faciliteert met rivierverruimingen de verhoging van de bodemligging en ontwikkeling van natuur. De risico's op waterschade blijven dus ongewijzigd. Door de rivierverruimende maatregelen kunnen op sommige plekken knelpunten ontstaan met bestaande woningen en bedrijvigheid door de vraag naar ruimte. Mogelijk dienen als gevolg van maatregelen bestaande woningen en/of bedrijven te worden geamoveerd of worden deze op een andere wijze nadelig beïnvloed (bijvoorbeeld door toename van binnendijkse kwel als gevolg van het graven van nevengeulen, tijdelijke hinder als gevolg van aanleg of afname van het uitzicht). Aangezien het in alternatief 1 maar om een beperkt aantal rivierverruimende maatregelen gaat, wordt er hier geen groot risico verwacht voor het ruimtegebruik. Echter, voor het realiseren van de PAGW-opgave is 28.300 ha nieuwe ecotopen nodig, wat vraagt om nieuwe ruimte of het omzetten van bestaande ruimte. Deze ontwikkelingen vinden met name in buitendijks landbouwgebied plaats, waarbij alle bebouwing in tact wordt gelaten. Het effect van de PAGW op het ruimtegebruik van wonen en werken is dus minimaal. Daarnaast draagt de realisatie van de PAGW positief bij aan de kwaliteit van wonen en de economische waarden van onroerend goed.

Voor zowel de Maas en de Rijn scoort dit alternatief licht negatief **(0/-)**.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
Door grootschalige rivierverruimende maatregelen, zoals uiterwaardverlaging en zomerkadeverlaging in alternatief 2, wordt de afvoer- en bergingscapaciteit van het rivierengebied verbeterd. Hierdoor wordt de waterveiligheid voor binnendijkse woningen versterkt. Anderzijds kunnen de ingrepen een negatief effect hebben op bestaande woningen, omdat de rivierverruimende maatregelen ertoe kunnen leiden dat bestaande buitendijkse woningen of bedrijven verwijderd of verplaatst moeten worden (zie ook alternatief 1).

Daarnaast wordt in alternatief 2 gebruik gemaakt van binnendijkse reserveringen. Hierbij komen woningen en/of bedrijven die nu nog binnendijks liggen in de toekomst mogelijk buitendijks te liggen. Daarnaast kan het voorkomen dat er woningen en/of bedrijven verplaatst, verwijderd of verhoogd moeten worden. Dit brengt een groot risico met zich mee voor deze woningen en/of bedrijven. Dit risico wordt beschouwd als negatief, aangezien de waterveiligheid voor deze woningen en/of bedrijven sterk achteruitgaat. Tot slot, voor het realiseren van de PAGW-opgave is 28.300 ha nieuwe ecotopen nodig, wat vraagt om nieuwe ruimte of het omzetten van bestaande ruimte. Deze ontwikkelingen vinden met name in buitendijks landbouwgebied plaats, waarbij alle bebouwing in tact wordt gelaten. Het effect van de PAGW op het ruimtegebruik van wonen en werken is dus minimaal. Daarnaast draagt de realisatie van de PAGW positief bij aan de kwaliteit van wonen en de economische waarden van onroerend goed.

Voor zowel de Maas en de Rijn scoort dit alternatief negatief **(-)**, wegens het risico op aantasting/verslechtering van de buitendijkse woon- en werkfunctie door de rivierverruimende maatregelen.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
In alternatief 3 zijn de genomen maatregelen nog grootschaliger dan in alternatief 1 en 2. Enerzijds hebben de verbeterde afvoer- en bergingscapaciteit een positief effect op de waterveiligheid van binnendijkse woningen. Anderzijds kunnen de rivierverruimende maatregelen ertoe leiden dat bestaande buitendijkse

woningen verwijderd, verplaatst of aangepast moeten worden en/of er andere negatieve effecten op wonen en werken ontstaat (bijvoorbeeld ongewenste kwel, tijdelijke hinder door uitvoering, afname uitzicht van woningen).

In alternatief 3 worden de huidige bestaande binnendijkse reserveringen (indien nodig) aangevuld met zoeklocaties voor nieuwe binnendijkse gebieden om toe te voegen aan het rivierengebied. Wanneer er meer binnendijkse ingrepen gaan plaatsvinden, heeft dit mogelijk sterk negatief effect op de woningen binnendijks, aangezien deze woningen en/of bedrijven met betrekking op waterveiligheid sterk achteruitgaan en mogelijk moeten wijken. Het precieze effect zal afhangen van de gebieden die hiervoor gekozen worden. Tot slot, voor het realiseren van de PAGW-opgave is 28.300 ha nieuwe ecotopen nodig, wat vraagt om nieuwe ruimte of het omzetten van bestaande ruimte. Deze ontwikkelingen vinden met name in buitendijks landbouwgebied plaats, waarbij alle bebouwing in tact wordt gelaten. Het effect van de PAGW op het ruimtegebruik van wonen en werken is dus minimaal. Daarnaast draagt de realisatie van de PAGW positief bij aan de kwaliteit van wonen en de economische waarden van onroerend goed.
Voor zowel de Maas en de Rijn scoort dit alternatief zeer negatief, wegens het grote risico op aantasting/verslechtering van de buitendijkse woon- en werkfunctie door de rivierverruimende maatregelen **(--).**

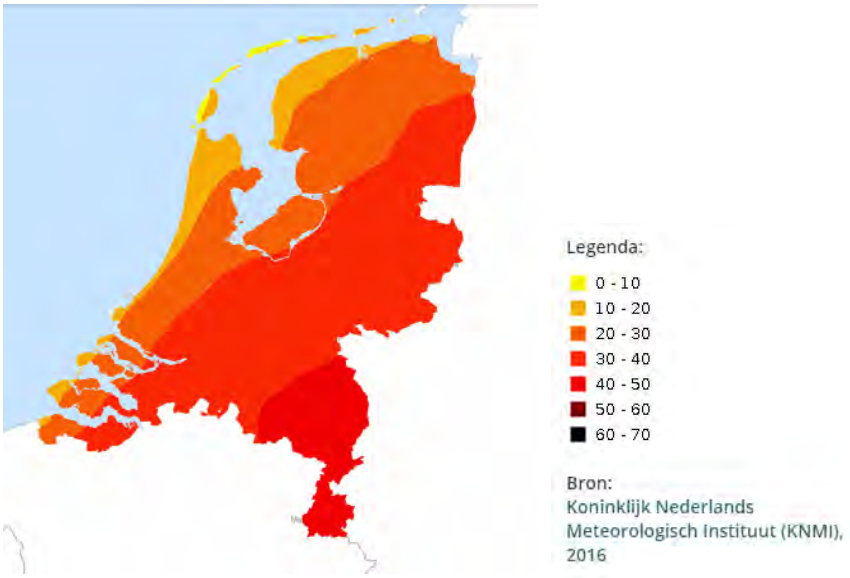
7.5.3 Recreëren

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
In alternatief 1 is er een kleine impact op de uiterwaarden door uiterwaardverlaging, dit kan tot gevolg hebben dat buitendijkse wandelpaden of struinpaden verdwijnen of verplaatst moeten worden. De herinrichting van de uiterwaarden bieden echter mogelijkheden tot het geven van een impuls voor recreatie. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de aanleg van wandel- en of struinpaden in een gebied of het bieden van de mogelijkheid tot pootjebaden of (sport)vis of vaarrecreatie in de zomer. Ook zorgt de realisatie van de PAGW lokaal voor een toename van natuur, wat benut kan worden voor recreatie. Aan de andere kant is er in alternatief 1 een kleine impact op de uiterwaarden door uiterwaardverlaging. Dit kan tot gevolg hebben dat buitendijkse wandelpaden of struinpaden verdwijnen of verplaatst moeten worden.

Door de kleine impuls die de maatregelen in alternatief 1 geven aan recreatie ten opzichte van de referentiesituatie, wordt dit alternatief voor zowel de Rijntakken als de Maas licht positief **(0/+)** gescoord.

Figuur 7-1 Verwachtte aantal zomerse dagen max (≥25 °C) in de huidige situatie met klimaatscenario 'laag' (Kaartviewer - –limaateffectatlas)



Figuur 7-2 Verwachtte aantal zomerse dagen max (≥25 °C) in 2050 met klimaatscenario 'laag' (Kaartviewer Kllimaateffectatlas)

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit

Rijn en Maas

In alternatief 2 ligt de focus meer op rivierverruimende maatregelen. Deze maatregelen hebben een grote impact op het gebied, maar de aanpassingen bieden ook kansen voor grootschalige herinrichting die een impuls kunnen geven aan de recreatie. Het opnemen van nieuwe havens, wandel- en fietspaden, vogelkijkhuisjes en dergelijke bieden extra kansen voor recreatie. Het project IJsseldelta, waarbij een nevengeul is gegraven, kan hierbij dienen als voorbeeld. Er heeft herinrichting plaatsgevonden in het gebied, waarbij recreatie een centrale rol heeft gekregen. Tot slot zorgt de realisatie van de PAGW lokaal voor een toename aan natuur, wat benut kan worden voor recreatie.

Figuur 7-3 IJsseldelta (Tauw, n.d.)

Wegens de kansen voor recreatie die alternatief 2 met zich meebrengt scoort dit alternatief voor zowel de Rijntakken als de Maas positief **(+)**.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
In alternatief 3 zijn de aanpassingen in het rivierengebied nog grootschaliger dan in alternatief 2, simpelweg doordat er meer maatregelen worden genomen. De grootschalige aanpassingen zorgen ervoor dat er functies verdwijnen, maar bieden daarnaast ook kansen voor grootschalige herinrichting, zowel binnen als buitendijks. Deze herinrichting biedt kansen om een impuls te geven aan de recreatie in het gebied. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de aanleg van wandel-, struin of fietspaden, uitkijkpunten of het bieden van de mogelijkheid tot vis- en vaarrecreatie of pootjebaden in de zomer. Ook zorgt de realisatie van de PAGW lokaal voor een toename van natuur, wat benut kan worden voor recreatie.

Aangezien de aanpassingen in alternatief 3 grootschaliger zijn, en daarmee ook de kansen voor recreatie in het rivierengebied, scoort dit alternatief voor zowel de Rijntakken als de Maas zeer positief **(++)**.

7.5.4 Landbouw

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
Een positief aspect in alternatief 1 is dat door het verhogen van de bodem naar het niveau van het jaar 2000 in eroderende trajecten, de grondwaterstand hoger wordt en de zoetwatervoorziening aanzienlijk wordt verbeterd. Dit geeft een positieve impuls aan het gehele gebied rondom de Rijntakken. Door een hogere grondwaterstand kan voorkomen worden dat landbouwgewassen en andere natuur verdrogen, doordat de wortels geen water meer kunnen onttrekken (Kennisportaal klimaatadaptatie, n.d.). Daarnaast helpt een hogere grondwaterstand om op meer punten water in te laten, waardoor boeren makkelijker kunnen

irrigeren. Dit positieve effect geldt alleen voor de Rijntakken. De druk op de zoetwatervoorziening in het verzoeningsgebied van de Maas wordt niet of nauwelijks verkleind met dit alternatief t.o.v. de referentiesituatie in 2050. Deze druk wordt namelijk veroorzaakt door de beperkte afvoer van bovenstrooms.

In alternatief 1 vinden daarnaast aanpassingen (verlaging) in de uiterwaarden plaats om de afvoer- en bergingscapaciteit van de rivier te vergroten. Deze werkzaamheden kunnen ten kosten gaan van het areaal landbouw. Daarnaast heeft de realisatie van de PAGW waarbij 28.300 ha areaal wordt omgezet in ecotopen een grote negatieve impact op de landbouw. Een deel van de landbouwgronden in het rivierengebied zal omgezet worden in natuurgebied of natuurinclusieve landbouw. Een deel van de natuurrealisatie kan mogelijk vormgegeven worden door te kiezen voor minder intensieve vormen van veeteelt, teelt van gewassen passend bij het gebied of combinaties van verdienmodellen die gepaard kunnen gaan met goede kansen voor natuur en landschap. Hierdoor zou een deel van de landbouw kunnen blijven bestaan.

In alternatief 1 komt er een grotere druk op het ruimtegebruik van de landbouw als gevolg van de realisatie van de PAGW, maar neemt de situatie voor de overblijvende landbouw aanzienlijk toe. Om deze reden scoort dit alternatief voor de Rijntakken licht positief **(0/+)**. Voor de Maas wordt de zoetwatervoorziening niet of nauwelijks verbeterd en is er alleen een negatief effect op het ruimtegebruik van de landbouw als gevolg van de PAGW. Alternatief 1 scoort voor de Maas daarom licht negatief **(0/-)**.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
In alternatief 2 ligt de focus op de afvoer- en bergingscapaciteit, wat gepaard gaat met grootschalige aanpassingen aan de uiterwaarden. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de binnendijks gereserveerde gebieden waar dat nodig is. Rivierkundige maatregelen gaan niet samen met landbouwkundig gebruik, en vormen daarmee een groot risico.

In dit alternatief wordt de bodem niet opgehoogd, maar de huidige bodemligging gehandhaafd. Er is daarom een lichte verbetering van de grondwaterstand in de Rijntakken ten opzichte van de referentiesituatie. De druk op de zoetwatervoorziening in het verzoeningsgebied van de Maas wordt niet of nauwelijks verkleind met dit alternatief t.o.v. de referentiesituatie in 2050. Deze druk wordt namelijk veroorzaakt door de beperkte afvoer van bovenstrooms. Daarnaast worden er in dit alternatief grootschalige rivierverruimende maatregelen genomen, die een negatief effect hebben op zowel het buitendijkse als het binnendijkse ruimtegebruik van de landbouw. Daarnaast heeft de realisatie van de PAGW waarbij 28.300 ha areaal wordt omgezet in ecotopen een grote negatieve impact op de landbouw. Een deel van de landbouwgronden zal omgezet worden in natuurgebied of natuurinclusieve landbouw. Een deel van de natuurrealisatie kan mogelijk vormgegeven worden door te kiezen voor minder intensieve vormen van veeteelt, teelt van gewassen passend bij het gebied of combinaties van verdienmodellen die gepaard kunnen gaan met goede kansen voor natuur en landschap. Hierdoor zou een deel van de landbouw kunnen blijven bestaan.

Wegens de kleine verbetering van de zoetwatervoorziening op de Rijntakken en het grote negatieve effect op het ruimtegebruik voor de landbouw scoort alternatief 2 voor zowel de Rijntakken als de Maas negatief **(-)** ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
Ten opzichte van alternatief 2, worden de grootschalige uiterwaardverlagingen, nevengeulen, langsdammen aangevuld met zoeklocaties voor nieuwe binnendijkse ingrepen (naast het gebruik van bestaande binnendijkse reservering). Deze grootschalige rivierverruimende maatregelen hebben een negatief effect op het ruimtegebruik van de landbouw. Daarnaast heeft de realisatie van de PAGW waarbij 28.300 ha areaal wordt omgezet in ecotopen een grote negatieve impact op de landbouw. Een deel van de

landbouwgronden in het rivierengebied zal omgezet worden in natuurgebied of natuurinclusieve landbouw. Een deel van de natuurrealisatie kan mogelijk vormgegeven worden door te kiezen voor minder intensieve vormen van veeteelt, teelt van gewassen passend bij het gebied of combinaties van verdienmodellen die gepaard kunnen gaan met goede kansen voor natuur en landschap. Hierdoor zou een deel van de landbouw kunnen blijven bestaan.

Door het terugbrengen van de bodem naar het niveau van 1980 in eroderende trajecten, wordt de grondwaterstand hoger. Dit heeft een zeer positief effect op de zoetwatervoorziening voor het gehele gebied rondom de Rijntakken, en heeft tot gevolg dat de landbouw in geheel Noord- en Oost-Nederland veel minder vaak zoetwatertekorten kent. De druk op de zoetwatervoorziening in het verzoeningsgebied van de Maas wordt niet of nauwelijks verkleind met dit alternatief t.o.v. de referentiesituatie in 2050. Deze druk wordt namelijk veroorzaakt door de beperkte afvoer van bovenstrooms.

In alternatief 3 verliest de landbouw in het rivierengebied zowel binnen- als buitendijks een grote hoeveelheid grond door de grootschalige werkzaamheden, maar wordt de zoetwatervoorziening voor de blijvende landbouw sterk verbeterd. Binnen de dijken zal er weinig landbouw over blijven, maar de landbouw in geheel Noord- en Oost-Nederland kent veel minder vaak zoetwatertekorten. In de Rijntakken wegen de voordelen op tegen de nadelen, waardoor er een neutrale score **(0)** wordt toegekend. Langs de Maas wordt de zoetwatervoorziening niet verbeterd, en gaan de rivierverruimende maatregelen ten koste van binnen- en buitendijkse landbouw. Alternatief 3 scoort voor de Maas daarom zeer negatief **(--)**.

7.5.5 Beschikbaarheid drink- en industriewater

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding

Rijn

In alternatief 1 wordt de rivierbodemligging van de Rijn teruggebracht naar het niveau van 2000. Dit zorgt voor een verschuiving van de afvoerverdeling op de splitsingspunten met meer afvoer naar de IJssel. Hierdoor wordt het IJsselmeer als belangrijkste zoetwaterbuffer beter gevuld en is deze vaker toereikend dan in de referentiesituatie [16] . Daarnaast nemen ook de laagwaterstanden toe door de hogere rivierbodemligging. Hierdoor worden de kritieke peilen bij inlaatpunten minder vaak onderschreden. In alternatief 1 verbetert daardoor de beschikbaarheid van drink- en industriewater in het voorzieningsgebied van de Rijn en wordt daarom positief **(+)** gescoord.

Maas

Bij de Maas is de beperkte beschikbaarheid van drink- en industriewater gerelateerd aan de te kleine afvoer. Inrichtingsmaatregelen kunnen de situatie niet/zeer beperkt verbeteren (Klijn et al., 2022) en eventuele maatregelen zijn in dit alternatief niet voorzien. De Maas krijgt daarom een neutrale score **(0)**.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit

Rijn

In alternatief 2 wordt de huidige rivierbodemligging van de Rijn gehandhaafd. Dat geeft een iets gunstiger situatie t.b.v. waterbeschikbaarheid t.o.v. de referentiesituatie waarin de rivierbodemerosie doorgaat. Hierdoor gaat er ook iets meer afvoer naar de IJssel en het IJsselmeer dan in de referentiesituatie. Ook worden de kritieke peilen bij inlaatpunten (iets) minder vaak onderschreden. Dit zorgt daarmee voor een

[16] *Een toename van afvoer naar het IJsselmeer betekent aan de andere kant echter ook een afname van water via de Waal naar West-Nederland (met risico's op verzilting). Zie hiervoor paragraaf 6.3.3.*

kleine verbetering van de beschikbaarheid van drink- en industriewater in het voorzieningsgebied van de Rijn. De score **(0/+)** is toegekend.

Maas
Langs de Maas zijn er geen ingrepen voorzien die de beschikbaarheid van drink- en industriewater significant verbeteren. De Maas krijgt daarom een neutrale score **(0)**.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn
In alternatief 3 wordt de rivierbodemligging van de Rijntakken teruggebracht naar het niveau van 1980. Dit zorgt voor hogere laagwaterstanden en betere zoetwatervoorziening in de Rijntakken (zie H**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Dit komt onder meer door een verschuiving van de afvoerverdeling met meer afvoer naar de IJssel en het IJsselmeer. Ook de laagwaterstanden bij de inlaatpunten stijgen, zodat er minder frequent inlaatbeperkingen optreden. Dit verbetert sterk de beschikbaarheid van drink- en industriewater **(++)**.

Maas
Langs de Maas nemen de laagwaterstanden toe in de ongestuwde delen (Gemeenschappelijke Maas). Tevens kunnen de stuwen (iets) vaker gestreken worden vanwege de hogere waterstanden. Dit zorgt ervoor dat het water in de Maas (iets) vaker ververst kan worden en dat de concentraties vervuilingen lager worden. Dat betekent dat er minder vaak inlaatbeperkingen zijn vanwege de waterkwaliteit. Vanwege deze kleine verbeteringen neemt de beschikbaarheid van drink- en industriewater iets toe **(0/+)**.

7.5.6 Stabiliteit oevers en kunstwerken

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
Doordat de rivierbodemligging wordt verhoogd langs de Rijntakken en wordt gestabiliseerd langs de Maas neemt de gronddruk toe. Daardoor neemt het risico op instabiliteit van kunstwerken af. Dit leidt tot een positieve score **(+)** voor de Rijn en een licht positieve score **(0/+)** voor de Maas.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
In dit alternatief wordt de rivierbodemligging op het huidige niveau gehouden in zowel de Rijn als de Maas. Dit zorgt voor (beperkte) extra gronddruk t.o.v. de referentiesituatie. Zowel de Rijn als de Maas wordt daarom een licht positieve **(0/+)** score toegekend.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
In alternatief 3 wordt de rivierbodem van zowel de Rijn als de Maas (sterk) verhoogd. Dit zorgt voor extra inbedding van constructies. Tevens nemen de (laag)waterstanden sterk toe, waardoor er ook meer waterdruk ontstaat. Dit zorgt er voor dat de stabiliteit van kunstwerken toeneemt, bijvoorbeeld het verkleint

het risico op omvallende kademuren. Aan zowel de Rijn als de Maas wordt een positieve score **(++)** toegekend.

7.5.7 Delfstoffenwinning

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
In alternatief 1 wordt er in het zomerbed geen sediment meer onttrokken als gevolg van baggerwerkzaamheden. Het komt voor dat naast bagger/slib ook de fijnste zandfractie ophoogzand meekomt. Dit kan vermarkt worden. Echter vindt delfstofwinning met name plaats in het winterbed, waardoor deze maatregel weinig effect heeft op deze industrie. Doordat er in alternatief 1 weinig rivierverruimende maatregelen plaatsvinden zijn er weinig kansen voor nieuwe natuur- en recreatieprojecten. Daarnaast komt er relatief weinig grond vrij die ergens anders kan worden toegepast. Er zal daarom slechts een lichte verbetering plaatsvinden voor delfstoffenwinning ten opzichte van de referentiesituatie voor zowel de Rijntakken als de Maas **(0/+)**.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
Ook in alternatief 2 wordt er gestopt met het onttrekken van zand in het zomerbed. Omdat delfstofwinning met name plaats vindt in het winterbed, heeft dit weinig effect op deze industrie. De grootschalige uiterwaardverlaging en zomerkadeverlaging bieden kansen voor natuur- en recreatieprojecten. De delfstofwinning in het rivierbed is gebaat bij natuur- en recreatieprojecten, vanwege het maatschappelijk belang (er mag niet zomaar gegraven worden in een uiterwaard). In de referentiesituatie is er nauwelijks aanleiding om te graven in de uiterwaarden, waardoor hier de delfstofwinning tot stilstand komt. Het uitvoeren van de rivierverruimende maatregelen biedt dus kansen veel kansen voor de delfstofwinning ten opzichte van de referentiesituatie. Rivierverruimende maatregelen worden beter betaalbaar als de grond herbestemd kan worden. Hierbij moet wel genuanceerd worden dat gewonnen sediment bij uiterwaardvergravingen en nevengeulen mogelijk ook nodig is om de rivierbodem op te hogen.

Alternatief 2 scoort daarom voor zowel de Rijntakken als de Maas positief **(+)**.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
De maatregelen zijn in dit alternatief nog uitgebreider dan in alternatief 2. Naast de grootschalige uiterwaardverlaging, worden er nevengeulen gegraven, langsdammen geplaatst, zomerkadeverlagingen en worden de zoeklocaties voor nieuwe binnendijkse ingrepen, naast het gebruik van bestaande binnendijkse reserveringen, (indien nodig) aangevuld. Daarnaast is er veel sediment nodig voor het uitvoeren van de suppleties. De delfstofwinning in het rivierbed is gebaat bij natuur- en recreatieprojecten, vanwege het maatschappelijk belang (er mag niet zomaar gegraven worden in een uiterwaard). In de referentiesituatie is er nauwelijks aanleiding om te graven in de uiterwaarden, waardoor hier de delfstofwinning tot stilstand komt. Het uitvoeren van de rivierverruimende maatregelen biedt dus kansen veel kansen voor de

delfstofwinning ten opzichte van de referentiesituatie. Het is echter nog wel onduidelijk of de grond geschikt is om te hergebruiken, en waarvoor.

De grootschalige werkzaamheden gaan gepaard met een grote hoeveelheid grond die vrijkomt, en mogelijk ergens anders kan worden toegepast. Alternatief 3 scoort daarom zeer positief **(++)** voor zowel de Riintakken als de Maas.

7.5.8 Kabels en leidingen

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
Door het omhoog brengen van de rivierbodem naar het niveau van 2000 in de Rijntakken, worden bestaande kabels en leidingen die de rivier kruisen beter afgedekt door grond. Dit zorgt voor een aanzienlijke verbetering ten opzichte van de referentiesituatie. In de Maas wordt de huidige bodemligging gehandhaafd door middel van suppleties en wordt de situatie maar licht verbeterd. Aan de andere kant dient bij de beperkte graafwerkzaamheden ten behoeve van de beoogde rivierverruimende maatregelen en natuur opgave in de uiterwaarden wel rekening gehouden te worden met de ligging van kabels en leidingen.

Dit alternatief scoort voor de Rijntakken positief **(+)** en voor de Maas licht positief **(0/+)**.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
In alternatief 2 ligt de focus op rivierverruimende maatregelen, en wordt de bodem behouden op hetzelfde niveau. Er is dus een lichte verbetering ten opzichte van de referentiesituatie, waarin de bodem steeds verder zakt en kabels en leidingen bloot komen te liggen. Uitgangspunt aan de andere kant is dat bij de graafwerkzaamheden ten behoeve van de beoogde rivierverruimende maatregelen en natuur opgave rekening gehouden wordt met de ligging van kabels en leidingen.

Alternatief 2 scoort voor zowel de Rijntakken als de Maas licht positief **(0/+)**.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
In alternatief 3 wordt de bodem in de Rijntakken teruggebracht naar het niveau van 1980, en wordt er dus nog meer bescherming geboden dan in alternatief 1. In de Maas wordt het bodemniveau teruggebracht naar de situatie van voor de Maaswerken en Ruimte voor de Rivier. Door het ophogen van de bodem in erosieve trajecten is er nog minder kans op beschadigingen aan kabels en leidingen. Uitgangspunt aan de andere kant is dat bij de graafwerkzaamheden ten behoeve van de beoogde rivierverruimende maatregelen en natuur opgave rekening gehouden wordt met de ligging van kabels en leidingen.

Dit alternatief scoort daarom voor zowel de Rijntakken als de Maas zeer positief **(++)**.

7.5.9 Totaalbeoordeling gebruiksfuncties rivierengebied

In onderstaande tabellen is de beoordeling op gebruiksfuncties in het rivierengebied samengevat.

Tabel 7-14 Totaalbeoordeling Rijntakken

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Gebruiksfuncties	Wonen en werken	0	0/-	-	- -
	Recreëren	0	0/+	+	++
	Landbouw	0	0/+	-	0
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	0	+	0/+	++
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	0	+	0/+	++
	Delfstoffenwinning	0	0/+	+	++
	Kabels en leidingen	0	+	0/+	++

Tabel 7-15 Totaalbeoordeling Maas

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Gebruiksfuncties	Wonen en werken	0	0/-	-	- -
	Recreëren	0	0/+	+	++
	Landbouw	0	0/-	-	- -
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	0	0	0	0/+
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	0	0/+	0/+	++
	Delfstoffenwinning	0	0/+	+	++
	Kabels en leidingen	0	0/+	0/+	++

7.6 Duurzaamheid

7.6.1 Inleiding

Om te komen tot een beoordeling van effecten voor duurzaamheid wordt gewerkt met onderstaand beoordelingskader met twee aspecten, ‘adaptiviteit en klimaatverandering’ en ‘energie en grondstoffen’.

Tabel 7-16 Beoordelingskader duurzaamheid

IRM doelen	Aspect	Criteria
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaat-verandering	Verandering in de mate van adaptiviteit van het systeem.
	Energie en grondstoffen	Verandering in (energie)gebruik en/of opbrengst (grondstoffen)

De beoordeling van de alternatieven vond plaats ten opzichte van de referentiesituatie aan de hand van twee beoordelingsschalen. Deze zijn onderstaand opgenomen.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Adaptiviteit en klimaatverandering
++	Grote kans op het verbeteren van de mate van adaptiviteit van het systeem.
+	Kans op het verbeteren van de mate van adaptiviteit van het systeem.
0/+	Kleine kans op het verbeteren van de mate van adaptiviteit van het systeem.
0	Geen effect op de mate van adaptiviteit van het systeem.
0/-	Klein risico op aantasting van de mate van adaptiviteit van het systeem.
-	Risico op aantasting van de mate van adaptiviteit van het systeem.
--	Groot risico op aantasting van de mate van adaptiviteit van het systeem.

	Beoordelingsschaal alternatieven: Energie en grondstoffen
++	Grote kans op het verminderen van energieverbruik en grondstofgebruik.
+	Kans op het verminderen van energieverbruik en grondstofgebruik.
0/+	Kleine kans op het verminderen van energieverbruik en grondstofgebruik.
0	Geen effect energieverbruik en grondstofgebruik.
0/-	Klein risico op het verhogen van energieverbruik en grondstofgebruik.
-	Risico op het verhogen van energieverbruik en grondstofgebruik.
--	Groot risico op het verhogen van energieverbruik en grondstofgebruik.

7.6.2 Adaptiviteit en klimaatverandering

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie voor adaptiviteit en klimaatverandering.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
In alternatief 1 worden relatief gezien de minste maatregelen uitgevoerd, gericht op het zomerbed, en verandert er ten opzichte van de referentiesituatie het minst. De mate van adaptiviteit is afhankelijk van of er gewerkt gaat worden met harde of zachte inrichtingsmaatregelen. Gebruik van harde inrichtingsmaatregelen zoals dammen, stuwen en sluizen, vaste oevers, bodems of dijken zijn minder adaptief, omdat deze moeilijker aan te passen zijn.

De uitbreidbaarheid van de maatregelen verschilt. Het ophogen van de bodem in erosieve trajecten is een uitbreidbaar alternatief, en kan altijd plaatsvinden. Echter is dit wel afhankelijk van de manier waarop de ophoging wordt gedaan. Als dit door middel van suppleties wordt gedaan is de maatregel uitbreidbaar. Wanneer dit wordt gedaan met harde maatregelen (zoals langsdammen), zijn dit behoorlijk definitieve ingrepen en niet eenvoudig aanpasbaar of uitbreidbaar. Het graven van meer nevengeulen is ook uitbreidbaar, maar kan op den duur een knelpunt vormen met ruimtegebruik.

Aangezien het alternatief over het algemeen adaptief is, scoort het alternatief voor zowel de Rijntakken als de Maas licht positief **(0/+)**.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
Ten opzichte van alternatief 1, worden er in alternatief 2 meer maatregelen uitgevoerd, gericht op het winterbed. De mate van adaptiviteit is afhankelijk van of er gewerkt gaat worden met harde of zachte inrichtingsmaatregelen. Harde inrichtingsmaatregelen zijn minder adaptief want deze zijn moeilijker aan te passen.. Het accent op afvoer- en bergingscapaciteit uit alternatief 2 is zeer adaptief, doordat rivierverruimende maatregelen blijvend positieve effecten hebben richting 2100 en de afvoercapaciteit in die periode ook nog aanpasbaar is (doordat dijkverhoging een optie blijft, aangezien dit eerder nog niet noodzakelijk hoeft te zijn). Anderzijds zijn de werkzaamheden in de uiterwaarden vaak onomkeerbaar, wat negatief is voor de adaptiviteit van het alternatief als de maatregel eenmaal is uitgevoerd.
Het alternatief scoort voor zowel de Rijntakken als de Maas positief **(+)**.

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
In alternatief 3 vinden de meeste maatregelen plaats, gericht op zowel het zomerbed als het winterbed. De mate van adaptiviteit is afhankelijk van of er gewerkt gaat worden met harde of zachte inrichtingsmaatregelen. Harde inrichtingsmaatregelen zijn minder adaptief want deze zijn moeilijker aan te passenHet uitvoeren van rivierverruimende maatregelen is positief voor de adaptiviteit, doordat deze een blijvend positief effect hebben richting 2100 en de afvoercapaciteit in die periode ook nog aanpasbaar is (doordat dijkverhoging een optie blijft, aangezien dit eerder nog niet noodzakelijk hoeft te zijn). Anderzijds zijn de werkzaamheden van werkzaamheden in de uiterwaarden vaak onomkeerbaar, wat negatief is voor de adaptiviteit van het alternatief als maatregelen eenmaal zijn uitgevoerd.

Wegens de hoge adaptiviteit van alternatief 3 wordt een zeer positieve score **(++)** toegekend voor zowel de Rijntakken als de Maas.

7.6.3 Energie- en grondstofgebruik

Deze paragraaf beschrijft en beoordeelt de effecten van de drie alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie.

Alternatief 1: accent op rivierbodemligging & sedimenthuishouding
Rijn en Maas
In alternatief 1 vinden relatief weinig maatregelen plaats, waardoor er in vergelijking met de andere alternatieven weinig energie- en grondstofgebruik nodig is. Echter wordt in alternatief 1 de volledige PAGW opgave gerealiseerd, wat gepaard gaat met intensieve werkzaamheden. Ten opzichte van de referentiesituatie neemt het energie- en grondstofgebruik dus toe.

Door het ophogen van de bodem in erosieve trajecten wordt de bevaarbaarheid positief beïnvloed, wat de problemen voor scheepvaart in de referentiesituatie verhelpt. Als gevolg neemt het energie- en grondstofgebruik voor de scheepvaart af ten opzichte van de referentiesituatie. Anderzijds vraagt het ophogen van de bodem grote hoeveelheden die gesuppleerd moeten worden, wat gepaard gaat met een groot energieverbruik.

Alternatief 1 scoort daarom voor zowel de Rijntakken als de Maas licht negatief **(0/-)**.

Alternatief 2: accent op afvoer- & bergingscapaciteit
Rijn en Maas
In alternatief 2 vinden veel rivierverruimende maatregelen plaats die intensieve werkzaamheden vereisen met een hoog energie- en grondstofgebruik. Daarnaast vraagt het onderhoud van de rivierverruimende maatregelen een hoge onderhoudsinspanning. Ook het realiseren van de PAGW opgave gaat gepaard met een intensieve werkzaamheden. In alternatief 2 de hoogte van de bodem enkel gehandhaafd, waardoor de situatie voor scheepvaart maar licht wordt verbeterd en er minder schepen nodig zijn voor het vervoeren van eenzelfde vracht dan in de referentiesituatie. Anderzijds biedt de herinrichting van de uiterwaarden kansen voor duurzame energie opwek. Momenteel gebeurt het opwekken van energie op rijksgronden nog weinig vanwege risico's[47]. Doordat in de huidige situatie nog niet in beeld gebracht kan worden wat de kansen zijn voor duurzame energie tijdens de herinrichting, wegen deze kansen niet mee in de score. Alternatief 2 scoort vanwege de intensieve werkzaamheden met een hoog energie- en grondstofgebruik daarom negatief voor zowel de Rijntakken als de Maas **(-).**

Alternatief 3: maximale ambitie voor beide beleidskeuzen
Rijn en Maas
In alternatief 3 vinden de meeste ingrepen plaats, wat gepaard gaat met een hoog energieverbruik. Door het terugbrengen van de bodem naar het niveau van het jaar 1980, wordt de situatie voor scheepvaart flink verbeterd, waardoor er minder schepen nodig zijn voor het vervoeren van eenzelfde vracht dan in de referentiesituatie. Als gevolg neemt het energie- en grondstofgebruik voor de scheepvaart ten opzichte van de referentiesituatie af.

Daarnaast bieden de grootschalige werkzaamheden bieden kansen voor herinrichting van de uiterwaarden en voor duurzame opwek (zoals ook beschreven in alternatief 2). Doordat in de huidige situatie nog niet in beeld gebracht kan worden wat de kansen zijn voor duurzame energie tijdens de herinrichting, wegen deze kansen niet mee in de score.

Alternatief 3 scoort voor zowel de Rijntakken als de Maas zeer negatief **(- -)**.

7.6.4 Totaalbeoordeling duurzaamheid

In onderstaande tabellen is de beoordeling op duurzaamheid samengevat.

Tabel 7-17 Totaalbeoordeling Rijntakken

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	0	0/+	+	++
	Energie- en grondstofgebruik	0	0/-	-	- -

Tabel 7-88 Totaalbeoordeling Maas

	Aspect	REF 2050	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	0	0/+	+	++
	Energie- en grondstofgebruik	0	0/-	-	- -

7.7 Doorkijk effecten 2100

De bestaande situatie is het vertrekpunt voor het beschrijven van de verwachte autonome trends. Het jaar 2020 is het basisjaar voor de bestaande situatie. In het Programma IRM wordt een tijdshorizon tot 2050 gehanteerd en wordt een doorkijk gegeven richting 2100. In het planMER zijn de effecten beschouwd ten opzichte van de referentiesituatie in 2050. De effectbepaling van de referentiesituatie heeft ook plaatsgevonden voor het jaar 2050. Hoewel er al een grote mate van onzekerheid bestaat over autonome trends en ontwikkelingen over de periode tot aan 2050, zijn de onzekerheden over autonome trends en ontwikkelingen op de lange termijn – richting 2100 – zowaar nog groter. Dit heeft onder andere te maken met onzekerheid in klimaatverandering en het effect daarvan op de afvoercapaciteit van het riviersysteem. Andere onzekerheden zijn die van economische ontwikkeling en transities naar o.a. duurzame landbouw, circulaire economie en CO2 neutraliteit. Toch wordt er hier gepoogd een doorkijk te geven naar de effecten in 2100.

Er kan worden verwacht dat er een wezenlijk verschil zit in de effecten tussen 2050 en 2100. Door klimaatverandering zal de druk op de riviertrajecten van de Maas en de Rijn verder toenemen, met als gevolg dat de problemen in het nul-alternatief in 2100 waarschijnlijk nog groter en/of urgenter worden wanneer er geen maatregelen genomen zouden worden. Hierbij wordt met name verwacht dat de extremen nog extremer zullen worden: hogere hoogwaters, lagere laagwaters, extremere droogte en zeespiegelstijging aan de zeewaartse rand van ca. 1 meter in 100 jaar. De verwachting is dat hiermee de problemen en urgentie zullen toenemen voor alle besproken thema's, en dat deze redenering doorgetrokken kan worden naar de effectbeoordeling voor de alternatieven. Alternatieven die positief scoren voor het zichtjaar 2050, zullen in principe ook positief scoren voor het zichtjaar 2100. Wanneer de toestand uit deze zichtjaren precies bereikt wordt, is en blijft onzeker, maar de richting van het effect, of de kans op een positief of negatief effect zal hetzelfde blijven, voor zover dat nu in te schatten is. Effecten van zeespiegelstijging aan de zeewaartse rand, inclusief effecten op het bovenstroomse riviersysteem worden op dit moment in kaart gebracht binnen het kennisprogramma zeespiegelstijging en zullen bij een herijking van het programma IRM meegenomen in de verdere ontwikkeling van maatregelen en implementatie.

De jaartallen 2050 en 2100 zijn slechts twee punten op een ontwikkelpad. Als de klimaatverandering en bodemontwikkeling langzamer blijkt te gaan, wordt de beschreven toestand in de referentiesituatie misschien pas in 2100 behaald. Tegelijkertijd zouden de ontwikkelingen ook sneller kunnen gaan.

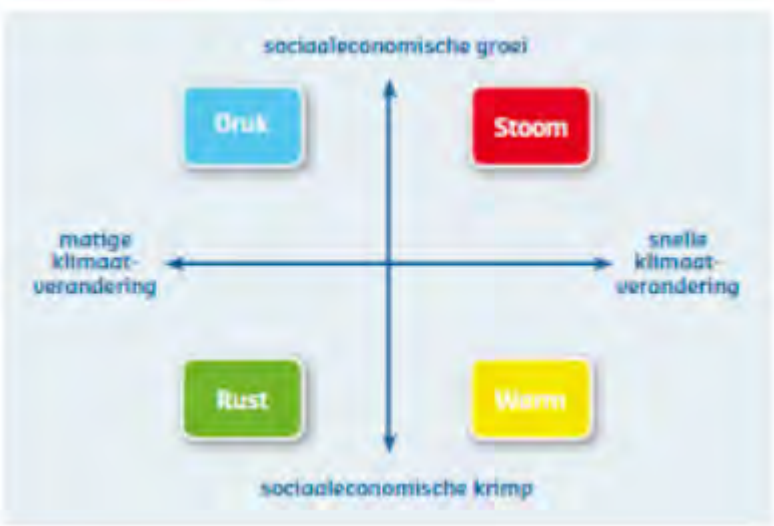
Adaptiviteit
In IRM zijn de alternatieven met ambities gedefinieerd op basis van klimaatscenario Stoom. Hierbij bestaat de kans dat de alternatieven die worden gebaseerd op het scenario ‘ toom’ een overshoot kunnen veroorzaken in het scenario ‘Rust’. Dit kan echter ook worden bezien als een langere levensduur van de alternatieven. Men voorziet in een zesjaarlijkse herijking van het programma. Hieruit zal blijken of dit mee of tegenvalt. Als het meevalt, dan zijn de maatregelen bestendiger voor de toekomst. Als het tegenvalt, moet er versneld worden of zijn aanvullende maatregelen nodig. In dat geval is het goed dat men vast is begonnen.

Om tot een adaptieve strategie te komen, wordt er nu dus eerst een keuze gemaakt op hoofdlijnen. Vervolgens worden er in het Programma IRM prioritaire gebieden aangewezen. Deze gebieden komen als eerste aan de beurt. Dit wordt geëvalueerd en daarnaast zal er een zesjaarlijkse herijking plaatsvinden om de adaptieve strategie bij te sturen. De keuze die wordt gemaakt wordt op hoofdlijnen gemaakt op basis van alternatieven die gebaseerd zijn op scenario ‘ toom’. Hoewel de effecten dus met enige onzekerheid gemoed zijn, geeft dit wel een inschatting van de richting van effecten, op basis waarvan de hoofdkeuze tot stand kan komen.

Om beter inzicht te krijgen in wat consequenties zijn indien voor scenario ‘’Rust’’ wordt gekozen in plaats van ‘’ toom’’ is door Deltares een aanvullende gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. In de volgende paragraaf zijn deze conclusies samengevat.

7.8 Gevoeligheidsanalyse klimaatscenario’s

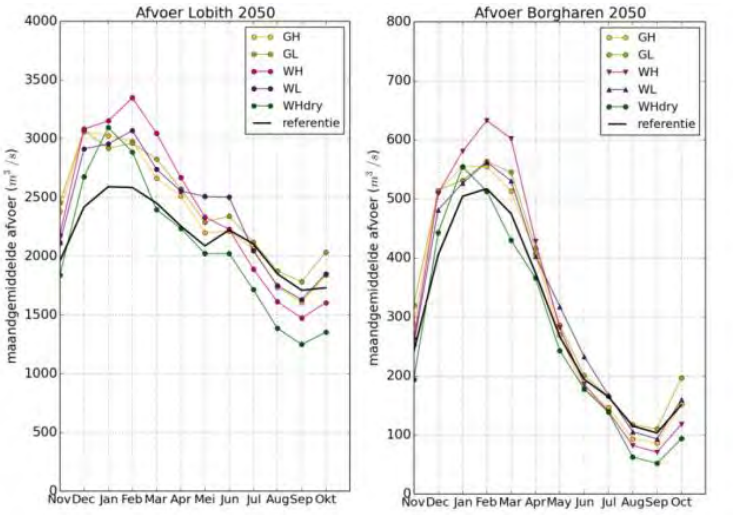
Voor het in beeld brengen van de effecten van de referentiesituatie is gebruik gemaakt van het Nulalternatief zoals dat door Deltares is doorgerekend (zie ook paragraaf 3.2). Om een juiste inschatting te kunnen maken van de autonome trends is voor het Nulalternatief gewerkt met klimaatscenario’s. De klimaatscenario’s moeten plausibel zijn en bij voorkeur aansluiten bij de scenario’s die gebruikt worden in vergelijkbare studies en projecten, zoals Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) en Klimbaatbestendige Netwerken (KBN). Besloten is daarom om gebruik te maken van de Deltascenario’s (Wolters et al, 2 18). Hierin wordt gewerkt met vier scenario’s: Druk, toom, Rust en Warm (zie Figuur 7-5). Voor IRM is gekozen om bij de effectbepaling voor IRM gebruikt te maken van het Deltascenario Stoom. Het Deltascenario Stoom (WHdry) gaat uit van snelle klimaatverandering in combinatie met sterke economische groei. Het betreft daarmee dus een worstcase aanname. Aanvullend is door Deltares ook een kwalitatieve inschatting gemaakt van de effecten bij het meest gematigde scenario: Rust (GL) [Nulalternatief,Deltares 2022]. Onderstaand volgt een samenvatting van de belangrijkste conclusies. Voor de gehele analyse wordt verwezen naar betreffend onderzoek.



Figuur 7-4 Schematische weergave van de Deltascenario’s

Rivierafvoer, afvoerverdeling en waterstanden

Figuur 7-5 laat de effecten zien van alle klimaatscenario’s op de gemiddelde rivierafvoeren (maandgemiddelden). Zichtbaar is dat de gemiddelde afvoer in de winter bij alle scenario’s hoger wordt, maar de kans op zeer hoge maandgemiddelde afvoeren is bij ‘ toom’ (WHdry) iets kleiner dan bij het gematigde klimaatscenario ‘Rust’ (GL). Daarnaast verandert de voorjaarsafvoer (en daarmee de voorjaarswaterstanden) bij scenario ‘ toom’ nauwelijks, bij scenario ‘Rust’ (GL) is met name op de Rijn een toename te zien. Tenslotte neemt aan het einde van de zomer de afvoer bij scenario ‘Stroom’ sterk af, terwijl bij ‘Rust’ geen afname te zien is, of zelfs een zeer beperkte toename. Het klimaatscenario ‘Rust’ heeft geen invloed op de berekende afvoerverdeling en waterstanden. Onderstaand is beschreven wat de consequenties van scenario ‘Rust’ zijn voor de effectbeoordelingen “veilige afvoer en berging van hoog water’’, “natuur”, “zoetwaterbeschikbaarheid” en “bevaarbaarheid”.



Figuur 7-5 Afvoerregime van de Rijn (links) en de Maas (rechts) in de KNMI'14 scenario's in vergelijking met het huidige afvoerregime (in zwart). Bron: Klijn et al. (2015)

Veilige afvoer en berging van hoogwater

Uit eerdere analyses voor het Deltaprogramma Rivieren is gebleken dat de benodigde dijkverhoging als gevolg van klimaatverandering bij het scenario Rust (GL) ongeveer de helft bedraagt ten opzichte van de opgave bij het scenario Stoom (WHdry). Een gematigder klimaatscenario heeft nauwelijks effect op de dijkversterkingsopgave voor piping en macrostabiliteit. De dijkversterkingskosten zullen naar verwachting enkele honderden miljoenen (minder dan 10%) lager uitvallen bij scenario Rust dan bij scenario Stoom.

Natuur

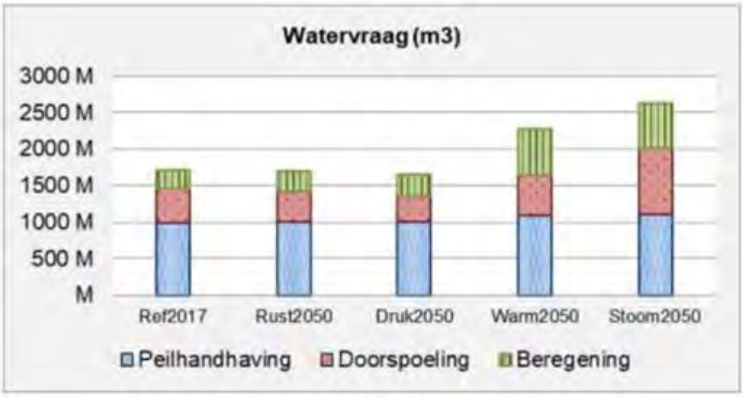
Bij de KNMI'14 scenario's is de verandering in overstromingsduur bij scenario Rust nog iets groter dan bij scenario Stoom. Ofwel: wanneer voor natuur gebruik zou worden gemaakt van het gematigdere klimaatscenario, dan zou dat kunnen resulteren in een beperkte toename van de overstromingsduur en daarmee tot een beperkte toename van het areaal zachthoutooibos. De kans op laagwater is bij scenario Rust veel kleiner dan bij scenario Stoom. De laagste 7-daagse afvoer neemt bij het scenario Stoom af met 20% op de Rijn en zelfs met 45% op de Maas. Bij scenario Rust neemt de laagste 7-daagse afvoer op beide rivieren juist met 5% toe. Dit heeft vooral effect op de lage grondwaterstanden aan het einde van de zomer en alleen langs ongestuwde riviertrajecten. Bij klimaatscenario Rust zijn de voorjaarsafvoeren en -rivierwaterstanden hoger dan bij klimaatscenario Stoom. Dit zou betekenen dat de voorjaarsgrondwaterstanden bij het scenario Rust omhoog gaan. Dit kan het effect van de doorgaande rivierbodemerosie compenseren. Op trajecten waar geen rivierbodemerosie plaatsvindt gaan de grondwaterstanden zelfs omhoog. Dit is gunstig voor de nattere ecotopen. Echter, volgens de gebruikte grondwatermodellen en de beschikbare grondwaterstandsregels zal een veel grotere stijging van het grondwater nodig zijn om de grondwaterstanden in het optimale bereik te krijgen voor de nattere ecotoop typen. Met andere woorden: de verwachting is dat de uiterwaarden ook bij het scenario Rust vooral geschikt zijn voor de drogere ecotoop typen (hardhoutooibos en droog grasland). Met betrekking tot de doorstroming van bestaande nevengeulen wordt opgemerkt dat de negatieve effecten van rivierbodemerosie iets worden gecompenseerd door een toename van de laagste afvoeren. De verslechtering van de doorstroming zal bij scenario Rust dus minder groot zijn dan bij scenario Stoom.

Zoetwaterbeschikbaarheid

Voor de effectbepaling op de functie zoetwaterbeschikbaarheid is voornamelijk gekeken naar de kans op watertekorten in Noord, Oost- en West-Nederland. Bij de Maas wordt de zoetwaterbeschikbaarheid

grotendeels bepaald door de aanvoer van water van bovenstrooms. Bij (langdurig) lage afvoeren kunnen daardoor in het voorzieningsgebied van de Maas watertekorten ontstaan.

De kans op een watertekort is niet alleen afhankelijk van de wateraanvoer, maar ook van de watervraag. De watervraag in het IJsselmeergebied (regio Noord en Oost) is te zien in figuur 7-7. In scenario Rust blijft de kans op een watertekort in Noord-Nederland van 10% van de watervraag ongeveer gelijk aan de huidige kans, ongeveer 1:50 per jaar. Door rivierbodemerosie kan dit toenemen tot ongeveer 1:25 per jaar. Ook de kans op een watertekort van 2,5% van de watervraag in West-Nederland blijft ook gelijk aan de kans in de huidige situatie (1:100 per jaar). Tenslotte blijft ook de kans dat de chloridenorm van 200 mg/l in Krimpen a/d IJssel wordt overschreden eveneens gelijk (ongeveer 1:10 per jaar). Geconcludeerd kan worden dat bij scenario Stoom de kans op een watertekort in zowel Noord-, Oost- als West-Nederland fors toeneemt. Bij scenario Rust neemt de kans op watertekorten niet toe. Dit komt deels door het gematigde klimaatscenario, maar ook door de gelijkblijvende watervraag. Bij zowel scenario Rust als Stoom, leidt doorgaande rivierbodemerosie tot een toename van de kans op een watertekort in Noord-Nederland.



Figuur 7-7 Watervraag IJsselmeergebied in miljoen m^3 in het zomerhalfjaar voor peilbeheer, doorspoeling en beregening uit het oppervlaktewater. Deze watervragen zijn weergegeven voor een T=50 jaar (1976) voor de Referentie 2017 en de scenario's'Rust, Druk, Warm en Stoom voor het zichtjaar 2050. Bron: Mens et al. (2020b)

Bevaarbaarheid

Bij scenario Rust blijft het aantal dagen waarop een waterdiepte van 2,8 m wordt onderschreden ongeveer gelijk aan de huidige situatie. Dit in tegenstelling tot scenario Stoom, waarbij een waterdiepte van 2,8 m gedurende 85 dagen per jaar wordt onderschreden. De vaarkosten blijven daardoor ook gelijk. Dit blijkt ook uit de analyses die zijn uitgevoerd voor het project Klimaatbestendig Netwerken (Rijkswaterstaat, 2022): het aantal dagen onderschrijding van de waterdiepte van 2,8 m en de vaarkosten zijn bij scenario Rust gelijk aan de huidige situatie. Doorgaande rivierbodemerosie zal bij scenario Rust leiden tot een beperkte toename van de waterdiepte op de Waal. Het aantal dagen waarop een waterdiepte van 2,8 m wordt onderschreden neemt iets af ten opzichte van de huidige situatie.

8 Proces om te komen tot een (richtinggevend) voorkeursalternatief

Dit hoofdstuk beschrijft hoe gekomen is tot een (richtinggevend) voorkeursalternatief (VKA). Hiertoe is eerst een conclusie gegeven van de beoordeling van de huidige en referentiesituatie (paragraaf 8.1) gevolgd door de conclusies van de beoordeling van de alternatieven (paragraaf 8.2). Daarin is onderscheid gemaakt in mate van doelbereik (paragraaf 8.2.1), milieueffecten (paragraaf 8.2.2) en kosten en baten (paragraaf 8.2.3). Vervolgens is een toelichting gegeven van het (richtinggevend) voorkeursalternatief (paragraaf 8.3).

8.1 Conclusies beoordeling huidige en referentiesituatie

Hoe ziet het rivierengebied er in de toekomst uit zonder het programma IRM?
In onderstaande tabel is zichtbaar dat in de huidige situatie de meeste doelen onder druk staan (er is voornamelijk een '**oranje**' beoordeling toegekend). In de toekomst (2050) wordt autonoom een verdere verslechtering verwacht (er is bijna overal een '**oranje**' of '**rode**' beoordeling toegekend). Dit wordt onder andere veroorzaakt door klimaatverandering (met meer extremen in afvoer van water (voor zowel laag- als hoogwater) en autonome trends op het gebied van bijvoorbeeld de rivierbodemligging. De beoordeling van de referentiesituatie is gebaseerd op de 'Effectbeoordeling Nulalternatief', studie klimaatbestendige netwerken en de systeembeschouwing.

Tabel 8-1 Beoordeling huidige en referentiesituatie gerelateerd aan doelen

IRM doelen	Aspect	Huidige situatie 2020			Referentie-situatie 2050		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Veilige afvoer van water	Hoogwaterstanden	😐	🙂	😐	☹	🙂	☹
	Waterbergingscapaciteit	😐	🙂	😐	😐	🙂	😐
Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid	Zoetwatervoorziening	🙂	🙂	🙂	😐	😐	☹
	Laagwaterstanden	🙂	🙂	😐	😐	😐	☹
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	☹	☹	☹	☹	☹	☹
	Morfodynamiek	☹	☹	☹	☹	☹	☹
	Ruimte voor natuurontwikkeling	☹	☹	☹	☹	☹	☹
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laag water	😐	😐	😐	☹	☹	☹
Ruimtelijke economische ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Ruimtelijke economische ontwikkelingen	😐	😐	😐	😐	😐	😐
	Ruimtelijke kwaliteit	😐	😐	😐	😐	😐	😐

Tussen de riviertakken zijn ook verschillen te constateren voor zowel de huidige situatie als de referentiesituatie:

- **Veilig afvoer en berging van hoogwater:** Het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) zorgt ervoor dat alle primaire keringen in 2050 voldoen aan de normen zoals vastgelegd in de Waterwet. De veiligheid op basis van de waterveiligheidsnormering is nadrukkelijk niet in het geding. Als gevolg van autonome ontwikkelingen wordt echter verwacht dat het steeds moeilijker zal worden om de hoge waterstanden goed te keren, doordat er onvoldoende waterafvoer- en waterbergingscapaciteit is. IRM richt zich dus met name op het verbeteren van de veilige afvoer van water. Voor het doel 'Veilige afvoer en berging van hoogwater' valt op dat de Nederrijn/Lek een afwijkende score heeft ten opzichte van de andere riviertakken in zowel de huidige situatie als in de referentiesituatie. Dit is te verklaren door het huidige beleid 'Lek ontzien', waarin er geen hogere afvoeren worden toegelaten in de Lek. De andere riviertakken zullen meer effecten van klimaatverandering ondervinden op dit vlak. De Nederrijn/Lek toont ook een afwijkende score voor de waterbergingscapaciteit, omdat er op dit deeltraject al sprake zal zijn van een veilige afvoer van hoogwater in relatie tot hoogwaterstanden en waterbergingscapaciteit, in tegenstelling tot bij de andere riviertrajecten. In de huidige en in de referentiesituatie kennen de Rijntakken zeer beperkte waterbergingscapaciteit en draagt het niet bij bijdraagt aan het veilig afvoeren van hoogwater. Langs met name de Maas en in mindere mate langs de IJssel, Pannerdensch Kanaal, Vecht en Zwarte Water is er wel een bijdrage, omdat hier waterberging significant bijdraagt aan het veilig afvoeren van hoogwater. Een oranje score is toegekend in de referentiesituatie omdat vanwege klimaatverandering en daarmee gepaarde hogere rivierafvoeren deze bergingscapaciteit vaker ontoereikend zal zijn.
- **Dynamisch riviersysteem met robuust riviernatuur:** Naar verwachting zal de hydro- en morfodynamiek in 2050 slecht zijn. Er is geen sprake van een ecologisch robuust en veerkrachtig riviersysteem dat de effecten van klimaatverandering kan opvangen en waar voldoende ruimte is voor natuurontwikkeling. De sleutelfactoren: schaal, dynamiek, habitatkwaliteit, habitatdiversiteit en connectiviteit zijn dan niet op orde. In zowel de huidige als de referentiesituatie scoren alle riviertrajecten rood op zowel hydrodynamiek, morfodynamiek en ruimte voor natuuronwikkeling. In de referentiesituatie zorgen autonome ontwikkelingen als klimaatverandering voor een rode beoordeling. De situatie wordt als gevolg van autonome ontwikkelingen slechter voor hydro- en morfodynamiek en daarmee ook voor de riviernatuur
- **Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid:** In de huidige situatie zijn er weinig problemen voor de waterbeschikbaarheid en (drink)watervoorziening ten aanzien van grote watertekorten. Als gevolg van autonome ontwikkelingen (klimaatverandering) is er in 2050 niet altijd voldoende zoet water beschikbaar in de belangrijkst zoetwaterbuffers en dan vooral in het IJsselmeer. Daarnaast zijn de waterstanden ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties vaak onvoldoende hoog. Hierdoor kan men niet spreken van een robuuste waterbeschikbaarheid en (drink)watervoorziening. Naar verwachting verslechtert de situatie het meest in het riviertraject van de IJssel/Pannerdensch kanaal/Vecht/Zwarte water. Doordat de bodem van de Waal meer is gezakt dan dat van het Pannerdensch Kanaal, gaat er meer afvoer naar de Waal en minder naar de IJssel. Hierdoor ontvangt de IJssel via het Pannerdensch Kanaal steeds minder water bij laagwater. Hierdoor verwacht men dat de problemen voor het vullen van het IJsselmeer zullen toenemen.
- **Vlot en veilig transport over water:** In de huidige situatie vindt er voor alle Rijntrajecten een verslechtering plaats voor de bevaarbaarheid, omdat er al op verschillende plaatsen knelpunten ontstaan. De Maas ondervindt als gevolg van haar gestuwde karakter en parallelle kanalen nog weinig problemen. Naar verwachting wordt er in 2050 op de Waal en IJssel vaak niet meer voldaan aan de normen ten aanzien van de vaarweg. In de referentiesituatie zullen knelpunten ontstaan bij verharde structuren (zoals sluizen). Op deze plekken daalt de bodem niet mee, waardoor drempels ontstaan. Dit heeft een nadelig effect op de laaddiepte van schepen. Voor de Maas worden er weinig

problemen verwacht voor vlot en veilig transport over water, vanwege het gestuwde karakter van de Maas. Hierdoor kunnen de waterstanden beter worden gereguleerd.

- **Regionale economische ontwikkeling:** De ruimtelijke ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit staan in zowel de huidige situatie als 2050 onder druk. De vele functies die er plaatsvinden en het recreatieve gebruik hebben een beperkende invloed op de ruimtelijke kwaliteit. In de huidige situatie is nog maar weinig ruimte beschikbaar voor nieuwe ontwikkelingen. In de referentiesituatie bieden de geplande dijkversterkingen kansen voor nieuwe ontwikkelingen en het toevoegen van belevingswaarde en gebruikswaarde. Op plekken waar de waterstand daalt als gevolg van een dalende bodem zijn negatieve effecten te verwachten op landschappelijke en cultuurhistorische elementen. De uitvoering van enkele autonome plannen, zoals Meanderende Maas en Klimaatpark IJsselpoort, bieden kansen voor het toevoegen van gebruikswaarde en belevingswaarde.

Conclusies milieueffecten

De beoordeling van de huidige en referentiesituatie van de milieuthema's zijn weergeven in onderstaande tabel.

Tabel 8-2 Beoordeling huidige en referentiesituatie

Thema	Aspect	Huidige situatie 2020		Referentie-situatie 2050	
		Rijntakken	Maas	Rijntakken	Maas
Natuur	Natura 2000 gebieden				
	Natuurnetwerk Nederland				
	Kaderrichtlijn water				
	Beschermde soorten				
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Landschappelijke waarden				
	Cultuurhistorische waarden				
	Archeologische waarden				
Bodem en water	Bodemkwaliteit				
	Zoutindringing				
Scheepvaart	Nautische veiligheid				
	Scheepvaarteffecten bij hoog water				
Gebruiksfuncties	Wonen en werken				
	Recreëren				
	Landbouw				
	Beschikbaarheid drink- en industriewater				
	Stabiliteit oevers en kunstwerken				
	Delfstoffen-winning				
	Kabels en leidingen				
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	X	X	X	X
	Energie- en grondstofgebruik				

In de beoordeling van de huidige situatie is zichtbaar dat deze er voor veel aspecten goed voor staat. Wel is het minder gesteld met de natuurwaarden in zowel de Rijn en de Maas, de bodemkwaliteit, mate van zout-indringing, de scheepvaarteffecten bij hoog water in de Maas en het energie en grondstoffengebruik. Autonoom treedt er over het algemeen een verslechtering op: Natuurnetwetwerk Nederland, beschermde soorten, landschappelijke-, cultuurhistorische- en archeologische waarden komen nog meer onder druk te staan. Ook verslechtert autonoom de bodemkwaliteit, neemt de zoutindringing toe, neemt de bevaarbaarheid van de Maas bij hoogwater verder af, neemt ook de nautische veiligheid in de Rijn af en ontstaat er meer druk op de gebruiksfuncties. Denk hierbij aan het bloot komen liggen van kabels en leidingen, het afnemen van de stabiliteit van oevers en kunstwerken, afname van de beschikbaarheid van drink- en industriewater en risico's voor landbouw en de woon- en werkfuncties.

8.2 Conclusies effectbeoordeling alternatieven

8.2.1 Beoordeling mate van doelbereik

In onderstaande tabel is samengevat inzicht gegeven in de mate van doelbereik voor de drie alternatieven. In de beoordeling is onderscheid gemaakt in vier hoofd riviertakken (zie ook Figuur 3-1):

1. Bovenrijn/Waalbochten/MiddenWaal/BenedenWaal/BovenMerwede
2. Nederrijn/Lek
3. Pannerdensch Kanaal/IJssel/Vecht/ZwarteWater
4. Maas

De beoordeling van de drie alternatieven voor de Rijntakken is weergegeven in tabel 8-1. De resultaten voor de Maas zijn weergegeven in tabel 8-2. Onderstaand wordt de beoordeling nader toegelicht.

Tabel 8-3 Samenvatting beoordeling doelbereik Rijntakken (incl. PAGW)

IRM doelen	**Aspect**	**Referentie-situatie 2050**			**Alternatief 1** ***Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding***			**Alternatief 2** ***Accent op afvoer- en bergings-capaciteit***			**Alternatief 3** ***Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes***		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	0	0	0	0	0	0	+	0	+	++	0	++
	Waterbergingscapaciteit	0	0	0	0	0	0	0/+	0	0/+	0/+	0	+
Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid	Zoetwatervoorziening	0	0	0	0/-	0	+	0	0	0/+	-	0/+	++
	Laagwaterstanden	0	0	0	+	0	+	0/+	0	0/+	++	0/+	++
	Hydrodynamiek	0	0	0	++	+	++	++	+	++	++	+	++

IRM doelen	Aspect	Referentie-situatie 2050			Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*			Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*			Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Morfodynamiek	0	0	0	++	+	++	++	+	++	++	+	++
	Ruimte voor natuur-ontwikkeling	0	0	0	++	+	++	++	++	++	++	++	++
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laag water	0	0	0	0/+	+	+	0/+	0/+	0/+	0/-	+	+
Ruimtelijke economishe ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	0	0	0	0/+	0	0/+	+	0/+	+	++	+	++
	Ruimtelijke kwaliteit	0	0	0	+	0	+	0/+	0/+	0/+	+	0/+	+

Tabel 8-4 Samenvatting doelbereik Maas (incl PAGW)

IRM doelen	Aspect	Referentie-situatie 2050	Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*	Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*	Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	0	0	+	++
	Waterbergings-capaciteit	0	0	+	++
Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid	Zoetwatervoorziening	0	0	0	0
	Laagwaterstanden	0	0/+	0/+	+
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	0	+	+	+
	Morfodynamiek	0	+	+	++
	Ruimte voor natuurontwikkeling	0	++	++	++
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen	0	0	0	0

IRM doelen	Aspect	Referentie-situatie 2050	Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*	Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*	Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*
Regionale economische ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	0	0/+	+	+ +
	Ruimtelijke kwaliteit	0	0	0/+	+

Tabel 8-5 Samenvatting beoordeling doelbereik Rijntakken (excl. PAGW)

IRM doelen	Aspect	Referentie-situatie 2050			Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*			Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*			Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	0	0	0	+	0/+	+	+	0	+	++	+	++
	Morfodynamiek	0	0	0	+	0	+	+	0	+	++	+	++
	Ruimte voor natuurontwikkeling	0	0	0	0/+	0/+	0/+	+	0/+	+	++	+	++

Tabel 8-6 Samenvatting doelbereik Maas (excl. PAGW)

IRM doelen	Aspect	Referentie-situatie 2050	Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*	Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*	Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	0	0/+	0/+	+
	Morfodynamiek	0	0/+	0/+	++
	Ruimte voor natuurontwikkeling	0	0/+	+	++

In hoeverre dragen de alternatieven bij aan de gestelde doelen?
In bovenstaande tabellen is zichtbaar dat alternatief 1 aan meer doelen positiever bijdraagt dan alternatief 2. Alternatief 1 draagt meer bij aan de doelen 'robuuste waterbeschikbaarheid' en 'vlot en veilig transport over water'. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat het alternatief inzet op het verhogen van de rivierbodem en verbeteren van de sedimenthuishouding. Wanneer het accent meer ligt op de afvoer- en bergingscapaciteit (zoals in alternatief 2) wordt juist – meer dan in alternatief 1 – bijgedragen aan de doelen voor 'water veilig afvoeren' en wordt meer ruimte gegenereerd voor natuurontwikkeling. Dit hangt ermee samen dat in alternatief 2 meer ingrepen voorzien zijn, die tot een lagere waterstand leiden, een grotere waterbergingscapaciteit hebben of kansen bieden voor natuurontwikkeling (zoals bijvoorbeeld het invullen van binnendijkse reserveringen). Alternatief 3 scoort over het algemeen op hoofdlijnen het beste, maar zal door het grote maatregelenpakket naar alle waarschijnlijkheid ook het duurste zijn.

Verder zijn er de volgende verschillen tussen de alternatieven te constateren per doel:

- *Veilige afvoer en berging van hoogwater:* Alternatief 3 draagt het meeste bij aan het genereren van een veilige afvoer, gevolgd door alternatief 2. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de beoogde grootschalige rivierverruimingsmaatregelen in alternatief 3, waarbij bijvoorbeeld ook nieuwe binnendijkse zoeklocaties worden bekeken. Als gevolg hiervan nemen hoogwaterstanden af en neemt de waterbergingscapaciteit fors toe. Bij het doel 'veilige afvoer en berging van hoogwater' valt op dat de alternatieven voor de Nederrijn/Lek iets minder positief scoren dan voor de andere Rijntakken. Dit heeft ermee te maken dat in de Nederrijn/Lek de hoogwaterstanden nauwelijks verbeteren en soms iets hoger worden, en er vanwege het beleidsuitgangspunt 'Lek ontzien' geen reden is om de afvoer- en waterbergingscapaciteit te vergroten ten behoeve van het verlagen van hoogwaterstanden. Voor de andere Rijntakken en de Maas hebben de alternatieven over het algemeen een positieve bijdrage aan het doel.
- *Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur:* De hydro- en morfodynamiek worden sterk verbeterd in alle drie de alternatieven. Deze sterke verbetering is voornamelijk het gevolg van de uitvoering van de PAGW. Om de natte ecotopen te realiseren en duurzaam in stand te houden, is verbetering van de hydrodynamische condities en verhoging van de (voorjaars)grondwaterstanden nodig. Dit geldt met name voor de drogere uiterwaarden in de hotspot-gebieden Gelderse Poort en Grensmaas. Door de uitvoering van de PAGW is de verwachting dat dit een sterke bijdrage heeft aan het doelbereik. De beleidskeuzes voor bodemligging & sedimenthuishouding en afvoercapaciteit kennen in verschillende mate synergie met de uitvoering van PAGW. Deze is het grootst in alternatief 3, in alternatief 1 voornamelijk via een hogere bodemligging en in alternatief 2 voornamelijk via uiterwaardmaatregelen t.b.v. afvoercapaciteit.
- *Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid*: Alternatief 3 genereert de meeste kansen voor een robuuste waterbeschikbaarheid, gevolgd door alternatief 1. Dit hangt er mee samen dat beide alternatieven (en 3 in meerdere mate) de bodemligging omhoog brengt (en daarmee ook de laagwaterstanden). Hierdoor ontstaan er minder beperkingen bij inlaatpunten. Daarnaast zorgt een verhoogde bodemligging ervoor dat de afvoerverdeling over de Rijntakken ten behoeve van de zoetwatervoorziening beter is dan in de referentiesituatie; er gaat bij laagwater meer afvoer richting de IJssel. De alternatieven hebben over het algemeen een positieve bijdrage aan het doel, met uitzondering van de zoetwatervoorziening in de Bovenrijn/Waal & Boven-Merwede. Het ophogen van de bodem in alternatief 1 en 3 heeft als gevolg dat er meer water naar de IJssel stroomt, waardoor de zoetwatervoorziening in de Waal afneemt door een grotere kans op verzilting in periodes van lage afvoeren. De alternatieven hebben nauwelijks effect op de zoetwatervoorziening van de Maas, omdat deze meer afhankelijk is van een 'regenregime' en de afvoeren die bovenstrooms ons land binnenkomen. Tot slot scoren de alternatieven minder positief voor de Nederrijn/Lek op laagwaterstanden, als gevolg van het gestuwde karakter van de Nederrijn/Lek.

- *Vlot en veilig transport:* Ook de bevaarbaarheid van de rivieren verbetert bij het vasthouden en (afhankelijk van de riviertak) omhoog brengen van de bodem. Doordat de bodem omhoog wordt gebracht, betekent dit minder drempels in de rivier, waardoor er sprake is van een meer constante waterdiepte. Daarbij is het in tegenstelling tot natuur voor scheepvaart van belang dat er sprake is van een statisch systeem zonder al te veel fluctuaties in de waterstand. Doordat met de verandering van de bodemligging de afvoerverdeling verschuift, kent de Waal een risico op een mindere bevaarbaarheid in alternatief 3 door de afname van de afvoer door de Waal. In alternatief 1 en 2 is er een kans op een betere bevaarbaarheid van de Waal door de vermindering van de drempelwerking bij havens en sluizen. Voor de IJssel is juist alternatief 3 het meest gunstig voor de bevaarbaarheid, gevolgd door alternatief 1 en 2. Daarnaast kunnen intensieve werkzaamheden een negatief effect hebben op de scheepvaart. De mate van invloed van de realisatie- en onderhoudswerkzaamheden is afhankelijk van hoe deze wordt uitgevoerd. Wegens haar gestuwde karakter en parallelle kanalen hebben de alternatieven weinig invloed op de bevaarbaarheid van de Maas bij laagwater.
- *Regionale economische ontwikkeling:* De alternatieven dragen in algemene zin bij aan het doelbereik. Alternatief 3 biedt de meeste kansen voor nieuwe riviergerelateerde regionale economische ontwikkelingen, gevolgd door alternatief 2. De ontwikkelingen creëren mogelijkheden voor nieuwe en slimme combinaties van functies. Zo ontstaan er bijvoorbeeld mogelijkheden voor de ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden en kunnen recreatieve waarden worden toegevoegd aan de uiterwaarden. De grootschaligheid van de beoogde ingrepen (uiterwaardverlaging, nevengeulen, rivierverruiming) is bepalend voor de kansen. Voor ruimtelijke kwaliteit is alternatief 1 het meest positief beoordeeld, gevolgd door alternatief 3 en daarna 2. In de alternatieven is er enerzijds sprake van mogelijk verlies van reeds aanwezige kwaliteiten (landschappelijk, recreatief, natuurwaarden), anderzijds biedt herontwikkeling de mogelijkheid tot het toevoegen van nieuwe kwaliteiten. De alternatieven scoren iets minder positief voor de Nederrijn/Lek ten opzichte van de andere Rijntakken. Dit komt doordat er minder ingrepen verwacht worden in de Nederrijn/Lek, waardoor er minder kansen zijn voor ruimtelijke ontwikkeling en minder kansen zijn om de ruimtelijke kwaliteit te verbeteren.

8.2.2 Beoordeling milieueffecten

In onderstaande tabel is samengevat inzicht gegeven in de milieueffecten voor de drie alternatieven. In de beoordeling is onderscheid gemaakt in de Rijntakken en de Maas. Onder de tabel wordt de beoordeling nader toegelicht.

Tabel 8-7 Samenvatting beoordeling milieueffecten

Thema	**Aspect**	**Referentie-situatie 2050**		**Alternatief 1** ***Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding***		**Alternatief 2** ***Accent op afvoer- en bergings-capaciteit***		**Alternatief 3** ***Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes***	
		Rijntakken	Maas	Rijntakken	Maas	Rijntakken	Maas	Rijntakken	Maas
Natuur*	Natura 2000 gebieden	0	0	0/+ (0/+)	+ (++)	+ (++)	+ (++)	++ (++)	++ (++)

Thema	Aspect	Referentie-situatie 2050		Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*		Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*		Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*	
		Rijntakken	Maas	Rijntakken	Maas	Rijntakken	Maas	Rijntakken	Maas
	Natuurnetwerk Nederland	0	0	0/+ (++)	+ (++)	+ (++)	+ (++)	++ (++)	++ (++)
	Kaderrichtlijn water	0	0	0/+ (+)	0/+ (+)	0/+ (+)	0/+ (+)	+ (++)	+ (++)
	Beschermde soorten	0	0	0/+ (++)	+ (++)	+ (++)	+ (++)	++ (++)	++ (++)
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Landschappelijke waarden	0	0	+	+	+	+	++	++
	Cultuurhistorische waarden	0	0	0	0	-	-	-	-
	Archeologische waarden	0	0	0	0	-	-	- -	- -
Bodem en water	Bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zoutindringing	0	0	0/-	0/-	0	0	-	-
Scheepvaart	Nautische veiligheid	0	0	0	0	0	0	-	0/-
	Scheepvaarteffecten bij hoog water	0	0	0	0	0	0	0/+	0/+
Gebruiksfuncties	Wonen en werken	0	0	0/-	0/-	-	-	- -	- -
	Recreëren	0	0	0/+	0/+	+	+	++	++
	Landbouw	**0**	**0**	0/+	0/-	-	-	0	- -
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	0	0	+	0	0/+	0	++	0/+
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	0	0	+	0/+	0/+	0/+	++	++
	Delfstoffen-winning	0	0	0/+	0/+	+	+	++	++
	Kabels en leidingen	0	0	+	0/+	0/+	0/+	++	++
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaat-verandering	0	0	0/+	0/+	+	+	++	++
	Energie- en grondstofgebruik	0	0	0/-	0/-	-	-	- -	- -

*Bij de beoordeling van natuur is het wel of niet meenemen van de PAGW opgave bepalend voor de beoordeling. Is er is daarom voor dit thema onderscheid gemaakt in een beoordeling exclusief PAGW en inclusief realisatie van de PAGW (inclusief is de score tussen haakjes).

Welke milieueffecten hebben de alternatieven?

In Tabel 8-7 is zichtbaar dat de alternatieven tot onderscheidende milieueffecten leiden. Ook zijn er verschillen tussen de effecten op de Maas en de Rijn. Onderstaand volgen per thema de belangrijkste conclusies:

- **Natuur:** Alternatief 3 genereert de meeste kansen voor natuur en is daarmee grotendeels in synergie met de PAGW-opgave, gevolgd door alternatief 2. Alternatief 1 bevat te weinig ruimte voor de PAGW-opgave, met name in de hotspot Gelderse Poort waardoor de bijdrage van PAGW in de Rijntakken voor dit alternatief beperkt scoort. Door het omhoog brengen van de rivierbodem in alternatief 3, wordt het verschil tussen het zomer- en het winterbed verkleind en neemt de rivierdynamiek toe. Daarnaast is er door het toevoegen van geulen minder sprake van droogval en komt er meer variatie in de stroomsnelheden, wat een positief effect heeft op Natura 2000-gebieden en KRW-doelstellingen. Ook hebben de rivierverruimende maatregelen tot gevolg dat er agrarische gronden verdwijnen. Intensief gebruikte agrarische gronden vormen in de huidige situatie één van de belangrijkste knelpunten voor natuur. Het omvormen van agrarische gronden tot natuur heeft een positief effect op NNN, Natura 2000 en de beschermde soorten. De benodigde suppleties in alternatief 1 en 3 hebben tijdelijk een negatief effect op de macrofauna, door bedelving. Alternatief 3 scoort beter dan alternatief 2, wegens de combinatie van grootschalige rivierverruimende maatregelen en het ophogen van de bodem naar het niveau 2000. In alternatief 2 wordt de bodem gehandhaafd op de huidige hoogte, waardoor dit minder positieve effecten meebrengt dan alternatief 3.
- **Landschap, cultuurhistorie en archeologie;** Alternatief 3 geeft de meeste kansen voor het versterken van de landschappelijke waarden, gevolgd door alternatief 1 en daarna alternatief 2. Echter, alternatief 3 heeft de meeste risico's voor het aantasten van cultuurhistorische en archeologische waarden. Voor het gehele thema 'landschap, cultuurhistorie en archeologie' biedt alternatief 1 de beste oplossing. Dit alternatief gepaard gaat met een positief effect voor landschappelijke structuren en weinig negatieve impact voor cultuurhistorische en archeologische waarden. Doordat de graafwerkzaamheden in alternatief 1 beperkt zijn, worden er weinig landschappelijke waarden aangetast. Rivierverruimende maatregelen zoals de aanleg van nevengeulen en strangen kunnen ook een impuls geven aan het landschap, omdat dit historische landschappelijke waarden terug kan brengen. De (graaf)werkzaamheden in alternatief 2 en 3, en het ophogen van de bodem in alternatief 3, hebben als gevolg dat er mogelijk cultuurhistorische of archeologische waarden verdwijnen. In zowel alternatief 2 als 3 is de impact op bestaande cultuurhistorische en archeologische waarden groter dan de kansen die worden geboden om nieuwe waarden te ontwikkelen, en zijn daarom minder geschikt.
- **Bodem en water:** De alternatieven scoren neutraal op de bodemkwaliteit, omdat deze volgens regelgeving niet mag verslechteren als gevolg van werkzaamheden. Volgens deze regelgeving moet de kwaliteit van de bodem gelijk blijven of verbeteren (bijvoorbeeld als gevolg van saneringen). De mate van zoutindringing wordt in zowel alternatief 1 als 3 negatief beïnvloed. Doordat er in dit alternatief sprake is van een vermindering van afvoer naar de Waal, is er ook een verslechtering van de mate van zoutindringing te verwachten bij de Rijn-Maasmonding. Aan de andere kant is er dan wel sprake van een lichte afname van zoutindringing in het IJsselmeer (door toename afvoer IJssel). Dit speelt echter in mindere mate.
- **Scheepvaart:** Zowel alternatief 2 als alternatief 3 genereren risico's voor de nautische veiligheid als gevolg van grootschalige werkzaamheden en een toename van de morfodynamiek. Als deze werkzaamheden met varend materieel in de vaarweg worden uitgevoerd zal dit hinder voor de scheepvaart geven en daarmee een potentiële bron van incidenten zijn. Als er alternatieve methodes mogelijk zijn, kan de invloed gereduceerd worden. Alternatief 3 heeft voor de Rijntakken en de Maas een licht positief effect op de bevaarbaarheid bij hoogwater.
- **Gebruiksfuncties:** Qua gebruiksfuncties worden er met name in alternatief 3 grote risico's voorzien voor landbouw **en** wonen & werken. Dit is het gevolg de van de grootschalige binnen- en buitendijkse rivierverruimende maatregelen en de realisatie van de PAGW, die beiden veel ruimte vragen. Ook is er grote mate van energie en grondstoffengebruik voor dit alternatief. Alternatief 3 draagt voor de overige gebruiksfuncties echter in sterke mate bij aan het doelbereik. Anderzijds biedt alternatief 3 voor een aantal gebruiksfuncties veel kansen, zoals voor het stabiel houden van oevers en kades, het veiligstellen van kabels en leidingen en delfstofwinning. Daarnaast wordt in de Rijntakken de kans op

een goede beschikbaarheid van drink en industriewater vergroot. Ook alternatief 1 geeft kansen op verbeteren van deze beschikbaarheid.

- **Duurzaamheid:** Alternatief 3 is het meest adaptief, gevolgd door alternatief 2 en 1. De mate van adaptiviteit is afhankelijk van of er gewerkt wordt met zachte of harde inrichtingsmaatregelen. Harde inrichtingsmaatregelen zijn minder adaptief, want deze zijn moeilijker aan te passen. Alternatief 3 en 2 scoren het meest positief, doordat hier veel rivierverruimende maatregelen worden genomen, die positief zijn voor de adaptiviteit. Deze hebben een blijvend positief effect richting 2100 en zijn in die periode ook nog aanpasbaar. Qua energie- en grondstofgebruik scoren de alternatieven 3 en 2 echter het slechtst, omdat hier forse ingrepen zijn voorzien in het rivierengebied om de gewenste situatie te bereiken.

8.2.3 Kosten en baten

Ter ondersteuning van de beleidskeuzes in het Programma IRM is er naast het PlanMER een kengetallen kosten-batenanalyse (KKBA) opgesteld. De KKBA is gericht op een globale raming van de kosten en baten van drie binnen IRM ontwikkelde 3 beleidsalternatieven alsmede die van het (richtinggevend) voorkeursalternatief (VKA). Met de term ‘kengetallen’ wordt aangegeven dat zowel kosten als baten meerendeels bepaald zijn op basis van beschikbare, globale kengetallen.

In de analyse is onderscheid gemaakt in de Rijn en de Maas. Onderdelen die als kosten in beeld zijn gebracht betreffen afvoercapaciteit, bodemherstel, PAGW, Milieukosten en synergie. De baten betroffen reductie in scheepvaartkosten, droogteschade, overstromingsrisico, kosten dijkversterking HBWP en zelfrealisatie.

Geconcludeerd is dat voor de Rijn de totale kosten voor de alternatieven varieert tussen de ca. 4,5 en ca. 10 miljard. De kosten zijn het hoogst voor alternatief 3 en het laagst voor alternatief 1. De baten voor de Rijn varieerde tussen de 0,2 en 2,2 miljard. De baten zijn het hoogst voor alternatief 2 en 3 en het laagst voor alternatief 1. De totale kosten voor de Maas ligt tussen de ca. 2 en 5 miljard. Hierbij zijn de kosten het hoogst voor alternatief 3 en het laagst voor alternatief 1. De baten van de Maas varieerde tussen 0,1 en 1,8 miljard. Ook hiervoor zijn de baten het hoogst voor alternatief 3 en het laagst voor alternatief 1.

8.2.4 Slotbeschouwing beoordeling alternatieven

In het Programma IRM worden keuzes gemaakt over de beoogde afvoer- & bergingscapaciteit, bodemligging & sedimenthuishouding en natuurontwikkeling. Deze keuzes dienen de verschillende negatieve trends te keren op het gebied van veilige afvoer van hoog water, rivierdynamiek met robuuste natuur, zoetwaterbeschikbaarheid, scheepvaart en ruimtelijke kwaliteit. Het realiseren van de beleidskeuzes kan direct of indirect leiden tot het in meerdere of mindere mate bereiken van de IRM-doelen (zie paragraaf 8.2.1), maar kan daarnaast ook leiden tot andere milieueffecten (zie paragraaf 8.2.2).

De beleidskeuzes kunnen gerealiseerd worden met diverse maatregelen, zoals het verruimen van het winterbed, het aanpassen van het zomerbed en/of het suppleren van sediment. Welke maatregelen precies genomen gaan worden is nog onbekend. Om inzicht te geven in zowel de mate van doelbereik als potentiële (milieu)effecten is gewerkt met indicatieve pakketten van maatregelen. Er zijn drie alternatieve combinaties van de beleidskeuzes samengesteld (alternatief 1, 2 en 3; zie hoofdstuk 3 voor nadere toelichting). Voor elk alternatief is beoordeeld in hoeverre deze in positieve of negatieve zin bijdraagt aan de vijf IRM-doelen, ten opzichte van de (negatieve) trends die zichtbaar zijn in de referentiesituatie. Ook is beoordeeld welke milieueffecten de alternatieven met zich meebrengen.

Overwegend dragen bijna alle alternatieven in meer of mindere mate bij aan de vijf doelen (zie Tabel 8-3 tot en met 8-6). Alternatief 3 biedt de meeste kansen[17] om aan de doelen te voldoen, maar vraagt wel om heel veel ruimte, met name op een aantal riviertrajecten langs de Waal, IJssel en de Maas. Het gaat daarbij om benodigde ruimte voor (zeer) grootschalige rivierverruiming, waaronder meerdere binnendijkse ingrepen. In principe zijn deze maatregelen technisch maakbaar. Wel hebben deze ingrepen negatieve milieueffecten op bestaande waarden en gebruiksfuncties (bijvoorbeeld op cultuurhistorisch waardevolle landschappen, landbouwgebied of woonfuncties). Ook is voor het realiseren van een historische bodemligging heel veel sediment nodig (Van der Deijl, 2021). Het transporteren en verspreiden van dit sediment genereert risico's voor de scheepvaart (nautische veiligheid) en kost veel energie. Ook is het de vraag of dergelijke hoeveelheden sediment beschikbaar zijn.

8.3 Het (richtinggevend) voorkeursalternatief

8.3.1 Totstandkoming (richtinggevend) voorkeursalternatief

Mede op basis van de eerste resultaten van het MER (de beoordeling van de alternatieven), alsmede de KKBA (voor de alternatieven), is men gekomen tot een (richtinggevend) voorkeursalternatief. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief bestaat uit een combinatie van de drie. Uit de beoordeling van de alternatieven blijkt dat deze verschillen op doelbereik en effecten voor de verschillende opgaven (waterveiligheid, natuur, waterkwaliteit, bevaarbaarheid, zoetwaterbeschikbaarheid en regionale ruimtelijke ontwikkeling). Alle opgaven maximaal faciliteren (alternatief 3) vergt een forse (financiële) inspanning en kent ook negatieve effecten, waardoor er keuzes gemaakt moeten worden.

Voor het (richtinggevend) voorkeursalternatief wordt het leidende principe 'water en bodem sturend' gehanteerd. Dit principe komt ook terug in de ambitie van IRM: *'komen tot een toekomstbestendig rivierengebied dat als systeem goed functioneert en meervoudig bruikbaar is*'. Twee beleidskeuzes dragen substantieel bij aan het realiseren van deze ambitie.

Als middel om de negatieve effecten bij het vaker voorkomen van laagwaterafvoeren te beheersen wordt een beleidskeuze gemaakt over **bodemligging & sedimenthuishouding.** Dit is met name relevant voor de ongestuwde (vrij afstromende rivieren). Als middel om de negatieve effecten van het vaker voorkomen van hoogwaterafvoeren te voorkomen wordt een beleidskeuze gemaakt voor de gewenste **afvoer- & bergingscapaciteit** van de rivier. Beide kunnen overigens niet geheel los van elkaar worden gezien. Zo vergt bijvoorbeeld het terugdringen van de erosieve kracht en het ophogen van de rivierbodem ook een bepaalde vergroting van de afvoercapaciteit.

Het (richtinggevend) VKA voor 'bodemligging en sedimenthuishouding' bestaat uit een combinatie van alternatief 1 en 2. Voor de 'afvoer- & bergingscapaciteit' zit het (richtinggevend) VKA tussen alternatief 2 en 3 in.

Gedurende het proces is het (richtinggevend) VKA voorbereid door de inhoudelijke teams, en achtereenvolgens ter review voorgelegd aan het kernteam en de stuurgroep. In dit proces is het VKA steeds verder aangescherpt tot het (richtinggevend) VKA dat beoordeeld is in dit PlanMER. Het besluit dat uiteindelijk genomen wordt in het Programma IRM past binnen de bandbreedte van hetgeen onderzocht is in dit planMER. Het detailniveau van het besluit is echter minder concreet dan het (richtinggevend) VKA. Bij de verdere uitwerking van het Programma IRM is het VKA uit dit planMER leidend. Mochten vervolgbesluiten buiten het kader van het VKA liggen, dan is aanvullende milieueffectbeoordeling nodig.

[17] *Een uitzondering hierop betreft 'Vlot en veilig transport over water'.*

In het de volgende paragraaf wordt nader toegelicht hoe het (richtinggevend) VKA eruitziet en hoe dit zich vertaalt in de kaartbeelden.

8.3.2 Hoe ziet het (richtinggevend) voorkeursalternatief eruit?

Het (richtinggevend) voorkeursalternatief wordt onderstaand beschreven aan de hand van de beoogde ingrepen gerelateerd aan (1) bodemligging & sedimenthuishouding, (2) afvoer- & bergingscapaciteit en (3) natuurontwikkeling.

8.3.2.1 Beleidskeuze bodemligging & sedimenthuishouding

De beleidskeuze voor de bodemligging & sedimenthuishouding is gevisualiseerd in Figuur 8-1. In het figuur is de verandering van de rivierbodemligging ten opzichte van de referentiesituatie in beeld gebracht. Figuur 8-2 geeft de opgave weer ten opzichte van de huidige situatie. De onderliggende data is opgenomen in bijlage 2.

De meest urgente opgave is het stoppen van de erosie van de rivierbodem van Maas en Rijntakken en waar nodig en haalbaar weer omhoog brengen van de eroderende delen van de Rijntakken. Daarom wordt voor de Maas bovenstrooms van Lith en voor de Rijntakken ingezet op het stoppen van bodemerosie. Hiertoe worden ontgrondingen in het zomerbed zo snel mogelijk beëindigd, tenzij een (zwaarwegend) algemeen belang zoals vaargeulverdieping zich daarentegen verzet. Voor de Gemeenschappelijke Maas is het streven om, aanvullend op het beëindigen van ontgrondingen, sediment toe te voegen (zie omhoogbrengen rivierbodem in Figuur 8-1 bij Gemeenschappelijke Maas). Op deze wijze kan verdere daling van de bodem in het rivierbed stoppen. Voor het stoppen van de erosie in de Rijntakken worden aanvullend op het beëindigen van ontgrondingen in het zomerbed, maatregelen uitgewerkt (waar onder het toevoegen van sediment in de eroderende trajecten, zie Figuur 8-1) vanwege de grootschalige opgave langs de Waal, Pannerdensch Kanaal en IJssel. Aanvullend wordt voor de Rijntakken, waar dit nodig en haalbaar is, ingezet op het op termijn weer verhogen van de rivierbodem. Ook hiervoor worden maatregelen nader uitgewerkt. Het Rijk zal voor de lopende ontgrondingen in het zomerbed bezien wanneer deze concreet gestopt kunnen worden.

Dit draagt bij aan een betere verdeling van zoetwater over de riviertakken, betere systeemkenmerken voor natuur en landbouw en het oplossen van knelpunten voor scheepvaart. De maatregelen zijn naar verwachting een mix van technische/infrastructurele ingrepen, rivierverruiming en sedimentsuppleties en worden in het vervolg uitgewerkt (en beoordeeld op effecten).

Om een duurzame sedimenthuishouding en betere beheerbaarheid van de rivierbodem te bereiken, wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de natuurlijke morfodynamiek van de rivier. Het streven is dat het doorgaand sedimenttransport wordt behouden en de rivieren zodanig ingericht worden dat de baggerinspanning voor de instandhouding van de vaarweg zo beperkt mogelijk is. Ontgrondingen in het zomerbed worden beëindigd. Sediment wat voor vaarwegonderhoud wordt gebaggerd, wordt op een locatie met voldoende diepte teruggestort. Er worden geen nieuwe zomerbedverdiepingen aangelegd en lange termijn instandhouding van de in het verleden aangebrachte zomerbedverdiepingen wordt nader onderzocht. Ingrepen in het winterbed worden zodanig gedimensioneerd dat ze bijdragen aan het beperken van bodemerosie.

Figuur 8-1 Beleidskeuze rivierbodemligging ten opzichte van referentiesituatie

Figuur 8-2 Beleidskeuze rivierbodemligging ten opzichte van huidige situatie

8.3.2.2 Afvoer- & bergingscapaciteit

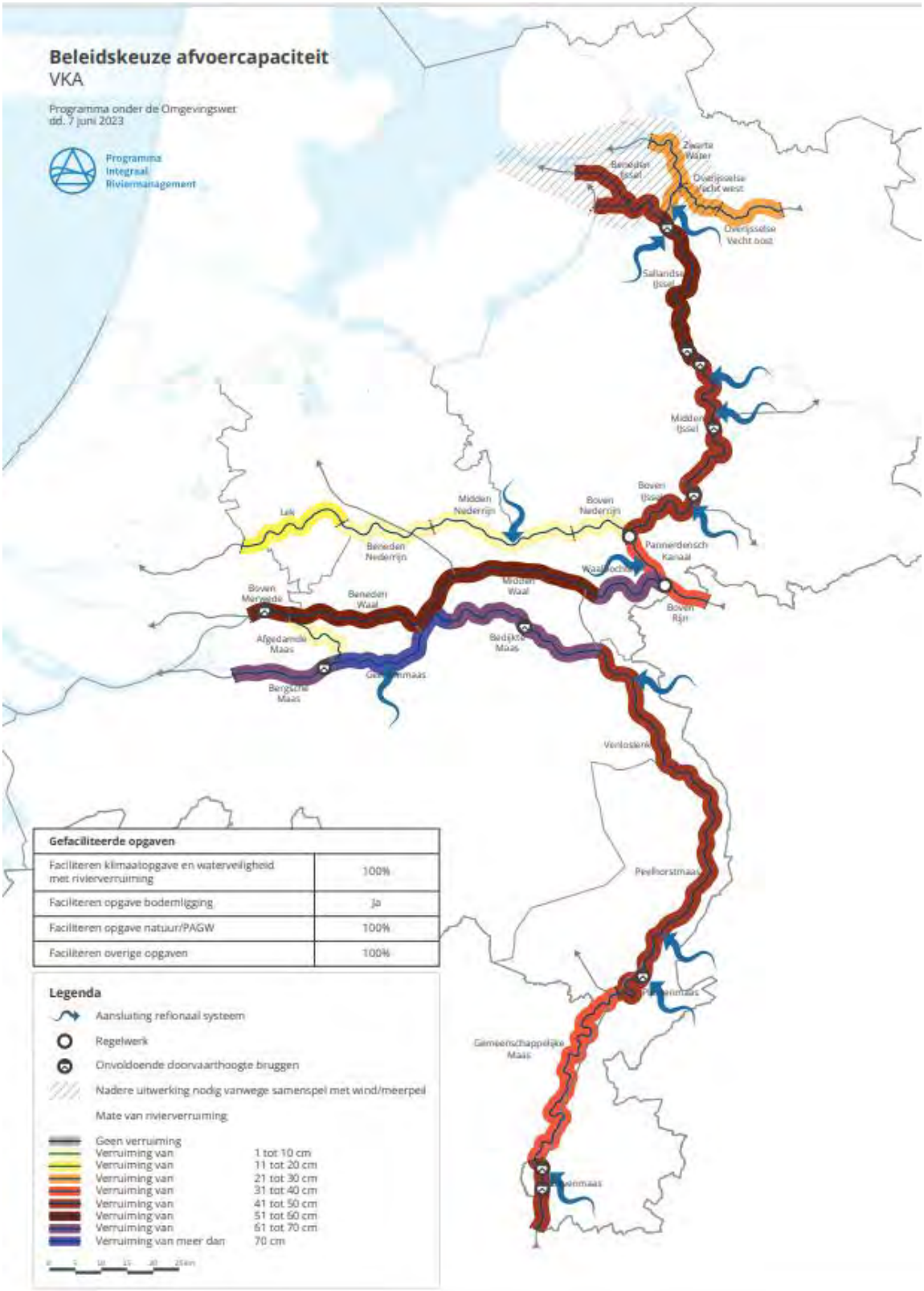
Figuur 8-3 geeft de mate van rivierverruiming weer uitgedrukt in benodigde centimeters waterstandsverlaging voor het (richtinggevend) voorkeursalternatief (zie ook bijlage 2). Zichtbaar is dat voor veel trajecten 20 tot 70 cm waterstandsverlaging nodig is om invulling te kunnen geven aan de verschillende opgaven. De onzekerheid over de benodigde hoeveelheid waterstandsverlaging is echter groot en het vergt nadere uitwerking om tot een concrete opgave op trajectniveau te komen. Na vaststelling van het Programma IRM wordt nader onderzoek gestart dat moet uitwijzen wat vanuit de vijf rivierfuncties op de lange termijn de noodzakelijk en/of gewenste afvoer- en bergingscapaciteit van de rivieren is en met welke combinatie van ingrepen (dijkverhoging, binnen- en buitendijkse rivierverruiming) deze gerealiseerd wordt.

Om invulling te kunnen geven aan de gewenste waterstandsdaling zijn binnendijkse- en buitendijkse rivierverruimingsmaatregelen nodig. Het is nog niet bekend welke maatregelen precies genomen gaan worden. Bij de uitwerking van rivierverruimende maatregelen wordt onderzocht wat het effect van het regionale systeem op het hoofdwatersysteem is en wat de doorwerking van de waterstandsverlaging in het hoofdwatersysteem betekent voor het regionale watersysteem. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief voorziet met de waterstandsdaling doormiddel van deze maatregelen in:

- **Faciliteren klimaatopgave 2050 (100%):** Ruimte voor het opvangen van de klimaatopgave (waterstandsverhoging als gevolg van een hogere rivierafvoer (15-40 cm);
- **Natuuropgave (100%):** De opgave voor natuur en ecologische waterkwaliteit, zowel het realiseren van de gewenste ecotopen, de waterstandsverlaging die dit met zich meebrengt en het compenseren van eventuele waterstandsverhoging die het gevolg is van de ecotoopverandering (2-25 cm);
- **Bodem (100%):** Compensatie van het hoogwaterstandseffect van een verhoogde rivierbodemligging in het splitsingspuntengebied van de Rijntakken (3-14 cm)
- **Systeemmaatregelen Maas (100%):** Het deel van de systeemopgave Maas wat nog moet worden gerealiseerd (0-7 cm);
- **Buitendijkse versterking (100%):** compensatie van buitendijkse versterkingen (2 cm);
- **Gebiedsontwikkeling bestaand en nieuw (100%):** Compensatie van riviergebonden gebiedsontwikkelingen (0-2 cm);
- **Beheerruimte (100%):** ten behoeve van beheer (1-5 cm).

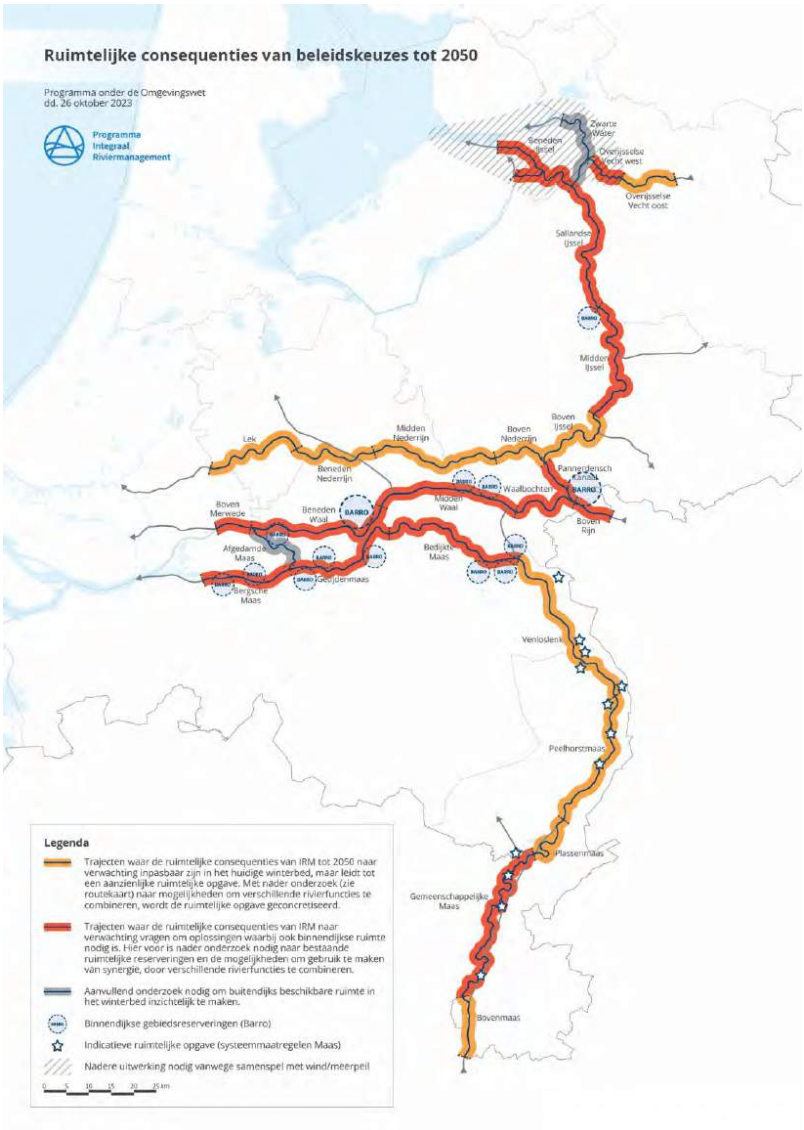
Tabel 8-8 Ambitie waterstandsverlaging ten behoeve van de compensatieopgave

(richtinggevend) VKA
Faciliteren klimaatopgave 2050 (100%) Faciliteren opgave bodemligging (100%) Faciliteren opgave natuur/PAGW (100%) Faciliteren overige opgaven: - Systeemmaatregelen Maas (100%) - Buitendijkse versterking (100%) - Beheerruimte (100%) - Gebiedsontwikkeling bestaand (100%) - Gebiedsontwikkeling nieuw (100%)



Figuur 8-3 Beleidskeuze afvoercapaciteit (richtinggevend) VKA

Onderstaande kaart laat zien op welke trajecten de ruimtelijke consequenties van IRM tot 2050 buitendijks inpasbaar zijn of binnendijkse ruimte vragen. De binnendijkse ruimtevraag (aangegeven met rood) is het meest urgent langs de Getijdenmaas, Bergsche Maas, Sallandse IJssel, Beneden-IJssel en het splitsingspuntengebied van de Rijntakken (met de ruimtelijke reservering Rijnstrangen). Daar is deze opgave zo groot dat tot 2050 ook binnendijkse ruimte nodig kan zijn. Dit geldt ook, maar in mindere mate voor de overige trajecten van de IJssel en de Waal/Boven Merwede, de Gemeenschappelijke Maas en Bedijkte Maas en het benedenstroomse deel van de Overijsselse Vecht. Voor de oranje rivierdelen geldt dat de benodigde buitendijkse ruimte weliswaar voldoet maar leidt tot een aanzienlijke ruimtelijke opgave in het rivierbed. Het signaal dat van deze kaart uit gaat, is dat er een gezamenlijke verantwoordelijkheid ligt om een toekomstbestendig rivierengebied in te richten, zonder de effecten van die inrichting af te wentelen op de toekomst. Nadere keuzes hierover worden in een integrale ruimtelijke afweging gemaakt, in nauwe samenwerking met de totstandkoming van de nieuwe Nota Ruimte.



Figuur 8-4 Indicatieve ruimtelijke opgave 2050

8.3.2.3 Natuurontwikkeling

Tot slot is het stimuleren van robuuste en veerkrachtige natuurontwikkeling in het rivierengebied een belangrijk onderdeel van IRM. Belangrijke voorwaarden (condities) voor het herstel van de natuurlijke dynamiek zijn het voorkomen van verdere bodemerosie, verhoging van de bodemligging van de rivier en verlaging van uiterwaarden en zomerkades.

Hiernaast is er ook veel fysieke ruimte (areaal) nodig om leefgebieden van formaat te realiseren. Ingezet wordt op behoud en versterking van de Natura 2000, KRW en NNN-gebieden en het realiseren van circa 28.300 ha ecotoopverandering waarvan ca 21.000 ha functieverandering in het rivierengebied (zie systeemopgave PAGW). De essentie is dat door het realiseren van grote eenheden in onderlinge samenhang robuuste en veerkrachtige natuur kan ontstaan die tegen een stootje kan en waarvoor niet te snel ingegrepen hoeft te worden. Dit vraagt een zekere mate van overdimensionering met robuuste no-regret ingrepen.

Er wordt ingezet op een natuurnetwerk bestaande uit vier kerngebieden (hotspots) (zie Figuur 8-5, waarvan er twee geheel en twee gedeeltelijk binnen IRM-plangebied liggen. De kerngebieden zijn onderling via de rivieren met elkaar verbonden (corridors en stapstenen).

Figuur 8-5 illustratie van natuurnetwerk grote rivieren (bron ecologische systeemopgave PAGW-rivieren 2021

Door al voor 2050 te investeren in rivierverruiming en natuurontwikkeling kunnen synergiemogelijkheden worden benut en wordt voorkomen dat de opgave na 2050 te groot wordt in relatie tot de beschikbare ruimte. Synergievoordelen spelen zich af op een aantal vlakken: rivierverruiming draagt bij aan het verminderen van de erosieve kracht van de rivier en daarmee het tegengaan van verdere bodemerosie, maar is ook een belangrijke maatregel voor verdere natuurontwikkeling.

9 Beoordeling (richtinggevend) voorkeursalternatief

9.1 Beoordeling doelbereik (richtinggevend) voorkeursalternatief

In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in de mate van doelbereik van het (richtinggevend) voorkeursalternatief. Hierbij is onderscheid gemaakt in de doelen ‘’veilige afvoer en berging van hoogwater (par. 9.1.1), dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur (par 9.1.2), robuuste waterbeschikbaarheid en drink(water)voorziening (par 9.1.3), vlot en veilig transport over water (par 9.1.4) en ruimtelijke ontwikkeling van het rivierengebied (par 9.1.5).

9.1.1 Veilige afvoer en berging van hoogwater

Hoogwaterstanden

Door klimaatverandering zullen hoge afvoeren vaker voorkomen, waardoor ook hoogwaterstanden frequenter en hoger worden. Zonder het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) zijn de primaire keringen van de meeste trajecten langs de Rijntakken en de Maas onvoldoende hoog en/of sterk om aan de veiligheidsnormen te voldoen (Asselman et al., 2022a). Grootschalige dijkversterkingen zijn derhalve nodig.

In het (richtinggevend) voorkeursalternatief worden de hoogwaterstanden lager door middel van rivierverruimingen. Het alternatief voorziet een vergroting van de afvoercapaciteit en voorziet daarmee 100% van de klimaatopgave. Deze klimaatopgave is de mate van waterstandsverhoging langs de riviertakken door een toename van de afvoer bij een vaste terugkeertijd en bij het vasthouden aan het vigerend beleid "Lek Ontzien". Door reeds voor 2050 te verruimen en waterstanden te verlagen wordt geanticipeerd op de toename van de afvoer in de periode na 2050. In het (richtinggevend) voorkeursalternatief wordt uitgegaan van hoogwaterstandsverlagingen met een maximum van 40 centimeter ten opzichte van de referentiesituatie. Naast het anticiperen op de toekomst, geven deze verlagingen potentieel een reductie op de benodigde dijkversterking (bij een hoogteopgave van de dijken) tot 2050 en verlengt het de levensduur van overige dijken.

Het (richtinggevend) VKA voorziet in het waterstandsneutraal uitvoeren van een verhoging van de rivierbodemligging van de Rijntakken en het handhaven van de huidige rivierbodemligging in de Maas. De natuuropgave (areaal; grotendeels PAGW) wordt voor 100% gefaciliteerd. Dit percentage werkt ook door in het waterstandsneutraal (oftewel het compenseren van de waterstandsverhoging als gevolg van de PAGW-maatregelen) uitvoeren van de opgave. Daarnaast faciliteert extra rivierverruiming in het (richtinggevend) VKA beheerruimte, gebiedsontwikkelingen en buitendijks versterken van keringen.

Voor de Rijntakken is de afvoerverdeling bij hoogwater belangrijk voor de hoogwaterstanden. Bij een voortzetting van het beleid “Lek ontzien” voor een afvoer bij Lobith van 17. m^3/s blijven de hoogwaterstanden langs de Nederrijn-Lek met het (richtinggevend) VKA ongewijzigd. Voor de uitvoerbaarheid van dit beleid is het van belang dat de regelwerken bij de splitsingspunten voldoende regelbereik hebben. Met het realiseren van de bodemligging uit 2000 verschuift de afvoerverdeling bij hoogwater. Zonder aanvullende maatregelen is het regelbereik van regelwerk Pannerden onvoldoende om dit te compenseren (Asselman et al., 2022b). Het regelwerk komt volledig dicht te staan en dan nog gaat er te veel afvoer naar het Pannerdensch Kanaal. Echter is in het (richtinggevend) VKA ook voorzien dat er maatregelen worden getroffen om de hogere bodemligging te compenseren, waardoor de afvoerverdeling niet verandert t.o.v. de referentiesituatie. In de realisatiefase is het voldoen aan de beleidsmatige afvoerverdeling een belangrijk aandachtspunt. Door een gelijkblijvende afvoerverdeling, krijgt het (richtinggevend) VKA voor de Nederrijn-Lek een neutrale score **(0)**. Voor de twee andere Rijntakken, Boven-Rijn/Waal/Boven-Merwede en Pannerdensch Kanaal/IJssel/Vecht/Zwarte Water heeft het (richtinggevend)

VKA een grote kans op een positieve bijdrage aan het realiseren van een veilige afvoer en berging van hoogwater. Dit geeft een zeer positieve score **(++)**.

Het (richtinggevend) VKA voorziet voor de Maas grotendeels dezelfde ambities voor rivierverruiming als voor de Rijn. In de Maas wordt ook geanticipeerd op de klimaatopgave na 2050, met 100%. De PAGW-opgave gaat uit van 100% compensatie van het voorziene areaal. Om deze opgaves waterstandsneutraal te kunnen uitvoeren (oftewel het waterstandsverhogende effect van de PAGW-maatregelen compenseren) wordt rivierverruiming toegepast. In centimeters waterstandsverlaging wordt ook uitgegaan van de 100%. Ten slotte, wordt ook rekening gehouden met overige opgaven (bijv. beheerruimte). Naast deze ambities voor waterstandsverlaging, speelt voor de Maas nog mee dat de piek van de afvoergolf gereduceerd wordt voor de Bedijkte Maas door de topvervlakking in de Maasvallei. Door waterbergingsgebieden en de ruwe uiterwaarden wordt de afvoergolf lager en breder in benedenstroomse richting. Dit effect is zeer sterk voor spitse afvoergolven (zoals bij het zomerhoogwater van 2021) en zwakker voor brede afvoergolven. De 12 systeemmaatregelen in de Maasvallei, die ook in de referentiesituatie zijn voorzien, zorgen voor enige topvervlakkingscapaciteit. Daarbovenop zou extra afvoercapaciteit, waterbergingscapaciteit en de verruwing van de uiterwaarden (bijvoorbeeld in het kader van PAGW) de topvervlakkingscapaciteit kunnen handhaven of vergroten t.o.v. de huidige situatie. Dit resulteert voor specifieke hoogwatercondities (bijv. een spitse afvoergolf) in lagere hoogwaterstanden langs de Bedijkte Maas. Echter, voor bredere en zeer hoge afvoergolven is de reductie (zeer) beperkt. Bovenal resulteert een bredere afvoergolf niet per definitie in een veiliger afvoer van hoogwater. Het vergroot immers de kans op geotechnisch falen van keringen (bijv. via piping en macro-stabiliteit). Voor het verlagen van de hoogwaterstanden en een veiliger afvoer van hoogwater is daarom ook rivierverruiming langs de Bedijkte Maas zelf nodig. Daarmee kan met het (richtinggevend) VKA een reductie op de dijkversterkingsopgave tot 2050 worden bereikt bij parallelle uitvoering en kan de levensduur van andere dijken worden verlengd. Al met al resulteert het (richtinggevend) VKA in een positieve bijdrage **(++)** aan het doel veilig afvoeren van hoogwater.

Waterbergingscapaciteit
In het (richtinggevend) VKA wordt ingezet op het vergroten van de waterbergingscapaciteit ten behoeve van het doel veilige afvoer en berging van hoogwater.

Voor de Rijntakken ligt waterberging/retentie niet voorhanden, vanwege de beperkte effectiviteit. Waterberging is namelijk voornamelijk in de bovenstroomse delen van de Rijntakken zinvol, aangezien het dan de afvoer van alle Rijntakken kan reduceren. Enkel het binnendijks gelegen Rijnstrangengebied (met Barro-reservering) kan daardoor zorgen voor enige retentie. De afname van de afvoer zorgt voor een iets veiliger afvoer van hoogwater langs de Waal, Pannerdensch Kanaal en de IJssel, waar de piekafvoeren licht zullen afnemen: '**0/+**'. Voor de Nederrijn-Lek wordt het beleid "Lek ontzien" voortgezet, waardoor de piekafvoeren voor de Nederrijn-Lek niet veranderen (deze worden namelijk al beperkt door het staande beleid), een neutrale score **(0)**.

Het uitbreiden van de waterbergingscapaciteit, door uitbreiding van de huidige gebieden en/of het creëren van nieuwe waterbergingsgebieden, in de Maasvallei kunnen voor topafvlakking zorgen. Daarmee nemen piekafvoeren voor de Bedijkte Maas af. Dit is met name relevant voor de spitse afvoergolven (zoals die van het zomerhoogwater van 2021). Voor zeer hoge en/of brede afvoergolven is waterberging minder effectief en draagt waterberging (zeer) beperkt bij aan een veiliger afvoer van hoogwater. Het (richtinggevend) VKA is een zeer positieve score (**++**) toegekend.

Beoordeling veilige afvoer en berging van hoogwater
De beoordeling gerelateerd aan het doel ''veilige afvoer en berging van hoogwater'' is in onderstaande tabellen samengevat.

Tabel 9-1 Totaalbeoordeling Rijntakken

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3			(richtinggevend) VKA		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht, Zwarte Water	Bovenrijn, Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht, Zwarte Water	Bovenrijn, Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht, Zwarte Water
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	0	0	0	+	0	+	++	0	++	++	0	++
	Waterbergings-capaciteit	0	0	0	0/+	0	0/+	0/+	0	+	0/+	0	0/+

Tabel 9-2 Totaalbeoordeling Maas

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	0	+	++	++
	Waterbergings-capaciteit	0	+	++	++

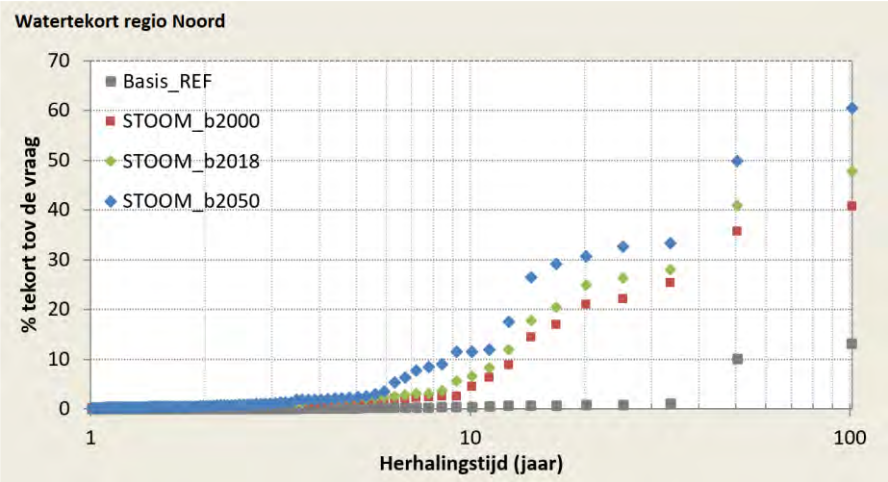
9.1.2 Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid

Zoetwatervoorziening

In het (richtinggevend) voorkeursalternatief wordt de bodemligging van de eroderende Rijntrajecten, en dat is met name in het splitsingspuntengebied, hersteld naar het niveau van 2000. De bodem van het traject Waalbochten wordt sterker verhoogd dan van het Pannerdensch Kanaal, waardoor er met het (richtinggevend) VKA bij lage afvoeren procentueel meer afvoer richting het Pannerdensch Kanaal en vervolgens de IJssel gaat. Ook wordt met het (richtinggevend) VKA de afvoer- en bergingscapaciteit vergroot van alle riviertakken, met uitzondering van de Nederrijn-Lek. Dit geeft meekoppelkansen voor het realiseren van waterberging tijdens hogere afvoeren ten behoeve van de waterbeschikbaarheid in droge perioden. Dit kan voor een (zeer) kleine verbetering van de zoetwatervoorziening zorgen langs de Waal, IJssel en Maas.

De belangrijkste ontwikkeling in het (richtinggevend) VKA ten aanzien van zoetwatervoorziening is de toename van de IJsselafvoer. Tot een afvoer van 1.700 m^3/s bij Lobith is dit ongeveer 1% van de Lobith-afvoer. Met deze extra afvoer wordt het IJsselmeer bij lage afvoeren beter gevuld. Dit zorgt voor een verbetering van de zoetwatervoorziening voor Noord- en Oost-Nederland. Een watertekort van 10% in de regio Noord komt in de referentiesituatie eens per 8 jaar voor, terwijl dit reduceert tot eens per 14 jaar met het (richtinggevend) VKA (Asselman et al., 2022b; zie figuur 9-1). Daarnaast worden zeer grote

watertekorten ook verminderd. In zeer droge jaren (eens per 50 jaar) is het verwachte watertekort 15% kleiner (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Hierdoor scoort het (richtinggevend) VKA positief **(+)** voor de riviertak IJssel.



Figuur 9-1 Jaarlijkse berekende watertekorten in Noord-Nederland, nu (Basis_REF) en bij veranderend klimaat en economische groei in 2050 bij verschillende bodemliggingen (Stoom_b20xx). Bron: Asselman et al., 2022b

Anderzijds zorgt de verminderde aanvoer van afvoer naar de Waal voor een kleine afname van de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied van de Waal. Doordat de Waal enkele malen groter is dan de IJssel, is het effect van de verminderde afvoer kleiner. De mate van verzilting blijft praktisch gelijk, onafhankelijk van de rivierbodemligging (Asselman et al., 2022b). Vanwege de iets lagere afvoer is voor de Waal een score **(0/-)** toegekend. Met een hogere rivierbodemligging en veranderde afvoerverdeling bij laag water, neemt de afvoer naar de Nederrijn-Lek licht toe met het (richtinggevend) VKA Bij lage afvoeren staat de Nederrijn-Lek echter in open verbinding met de Waal. De hoeveelheid afvoer in de Lek verandert daardoor nauwelijks t.o.v. de referentiesituatie. Daarom wordt voor de Nederrijn-Lek een neutraal oordeel **(0)** toegekend.

De druk op de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied van de Maas wordt niet of nauwelijks verkleind met het (richtinggevend) VKA t.o.v. de referentiesituatie in 2050. Deze druk wordt voornamelijk veroorzaakt door de beperkte afvoer van bovenstrooms en kan niet of slechts beperkt beïnvloed worden door inrichtingsmaatregelen. De Maas wordt dus een neutraal oordeel **(0)** toegekend.

Laagwaterstanden

Met het (richtinggevend) VKA wordt de rivierbodem van de Rijntakken (in de eroderende trajecten) verhoogd tot het niveau van 2000 en wordt de huidige rivierbodemligging van de Maas gehandhaafd. De laagwaterstanden (en in iets mindere mate de grondwaterstanden langs de rivieren) nemen hierdoor toe ten opzichte van de referentiesituatie, doordat deze bijna 1 op 1 gekoppeld zijn aan de bodemligging. Daarnaast kan met de inzet van maatregelen als langsdammen (of een dergelijk concept) en (lokale) hoofdgeulversmallingen de laagwaterstanden verder omhoog gestuwd worden.

Voor de IJssel geldt specifiek dat de laagwaterstanden de grondwaterstanden verder opgestuwd worden door de veranderde afvoerverdeling (zie de paragraaf ‘zoetwatervoorziening’). Langs de IJssel kent het belangrijke inlaatpunt bij Eefde met de toevoer naar de Twentekanalen een kritisch peil van 1,7 m+NAP. Als de waterstand onder dat niveau zakt, wordt de toevoer beperkt. In de referentiesituatie is er eens per 6 á 7 jaar sprake van een lange onderschrijding (van meer dan 50 dagen) van het kritieke peil (Deltares 2022b). Met het (richtinggevend) VKA wordt dit eens per 10 á 20 jaar.

Voor de Waal geldt dat de kleine afname van de afvoer de toename van de laagwaterstanden iets vermindert. Echter is dit effect veel kleiner dan het effect van het ophogen van de rivierbodemligging, waardoor met het (richtinggevend) VKA de laagwaterstanden langs de Waal toenemen. Langs de Nederrijn-Lek neemt de laagwaterstand enkel bovenstrooms van stuw Driel toe, doordat deze is gekoppeld aan de waterstand in de Boven-IJssel. Voor de overige trajecten wordt de laagwaterstand bepaald door het stuwpeil en verandert er dus niets met het (richtinggevend) VKA. Voor de drie Rijntakken worden daarom de volgende scores toegekend: **(+)** voor de Waal, **(0)** voor de Nederrijn-Lek en **(+)** voor de IJssel.

Langs de Maas blijft in het (richtinggevend) VKA de huidige bodem gehandhaafd. In de ongestuwde Gemeenschappelijke Maas, dat ook een erosieve trend kent, ligt de bodem t.o.v. de referentie dus iets hoger. Hier zorgt het (richtinggevend) VKA dus voor hogere laagwaterstanden en grondwaterstanden. Daarom wordt een licht positieve score **(0/+)** toegekend.

Beoordeling robuuste zoetwaterbeschikbaarheid

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen op zoetwatervoorziening en laagwaterstanden samengevat.

Tabel 9-3 Totaalbeoordeling Rijntakken

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3			(richtinggevend) VKA		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Robuuste waterbeschik-baarheid en (drink)water voorziening	Zoetwater-voorziening	0/-	0	+	0	0	0/+	-	0/+	++	0/-	0	+
	Laagwater-standen	+	0	+	0/+	0	0/+	++	0/+	++	+	0	+

Tabel 9-4 Totaalbeoordeling Maas

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Robuuste waterbeschikbaarheid en (drink)water voorziening	Zoetwatervoor ziening	0	0	0	0
	Laagwatersta nden	0/+	0/+	+	0/+

9.1.3 Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur

Hydrodynamiek

Met het (richtinggevend) voorkeursalternatief neemt de hydrodynamiek toe voor zowel de Rijntakken als de Maas. Met de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) worden nattere ecotopen en de juiste condities, waaronder hydrodynamiek, gerealiseerd. Dit gebeurt met name in de hotspots: Gelderse Poort, Gemeenschappelijke Maas, IJssel-Vechtdelta en de Biesbosch. Door maatregelen als uiterwaardvergravingen en kadeverlagingen (al dan niet met regelbare kunstwerken) neemt de inundatiefrequentie- en duur van uiterwaarden toe. Ook komen grondwaterstanden hoger en dichter bij het maaiveld te liggen. De bijbehorende areaalopgave betreft 28.300 hectare.

De maatregelen in het kader van PAGW, gekoppeld aan de areaalopgave voor nieuwe natuur, kennen een sterke synergie met de beleidskeuzes voor bodemligging & sedimenthuishouding en afvoercapaciteit. Door een hogere bodemligging in eroderende riviertrajecten t.o.v. de referentiesituatie nemen grondwaterstanden en inundatiefrequenties toe. Het vergroten van de afvoercapaciteit (met maatregelen als uiterwaardvergravingen en kadeverlagingen) dragen ook bij aan betere hydrodynamische condities (grondwaterstanden dichterbij het maaiveld en hogere inundatiefrequenties en -duren). Het creëren van diversiteit in hydrodynamische condities met onder andere voldoende stromend habitat is daarbij een aandachtspunt voor gebiedsuitwerkingen.

Bij een uitsplitsing naar riviertakken kan worden gesteld dat de hydrodynamiek vooral verbetert voor de Bovenrijn–Waal–Boven-Merwede en het Pannerdensch Kanaal–IJssel–Vecht–Zwarte Water. Deze takken vallen binnen de PAGW-hotspots Gelderse Poort (beide takken), Biesbosch (Boven-Merwede) en IJssel-Vechtdelta. Met de voorziene connectiviteit tussen de hotspots, middels ‘stapstenen’, worden ook in de tussenliggende riviertrajecten hydrodynamische verbeteringen beoogd. Dit is positief beoordeeld **(++)**. De andere Rijntak, de Nederrijn-Lek is anders van aard. De hydrodynamiek van de Nederrijn-Lek blijft met name beperkt doordat de rivier een groot gedeelte van het jaar gestuwd blijft. Door de hogere waterstanden in de Bovenrijn (door de hogere bodemligging in de Boven-Waal en Pannerdensch Kanaal) kunnen de stuwen wel vaker gestreken worden. Hierdoor is er sprake van enige verbetering van de hydrodynamiek in de Nederrijn-Lek **(0/+)**.

Langs de Maas zorgt het (richtinggevend) VKA (inclusief PAGW) met name voor verbeterde hydrodynamiek in de Gemeenschappelijke Maas en in de benedenstroomse Maastrajecten bij de Biesbosch, doordat deze in de PAGW-hotspots liggen. PAGW voorziet een verbetering van de fysische hydro- en morfodynamiek.. De beleidskeuzes voor bodemligging& sedimenthuishouding (vasthouden van de bodem van de Maas) en afvoercapaciteit (grootschalige uitbreiding) kennen een synergie met PAGW. Het vasthouden van de rivierbodem zorgt ervoor dat de grondwaterstanden niet verder uitzakken (dus een verbetering t.o.v. de referentiesituatie). Het vergroten van het areaal natuur in de hotspot Gemeenschappelijke Maas kent een effect op de hydrodynamiek. Het vergroten van de afvoercapaciteit kan ervoor zorgen dat grondwaterstanden dichter bij het maaiveld komen te liggen en dat inundatiefrequenties en -duren toenemen. Hiermee kan ook een diversiteit in hydrodynamische condities ontstaan, waarbij met name de toevoeging van stromend habitat (bijv. nevengeulen) belangrijk is. De overige Maastrajecten blijven gestuwd en neemt de stuwwerking ook niet af ten opzichte van de referentiesituatie. Zonder de aanleg van regelbare kunstwerken zorgt de stuwwerking ervoor dat gebieden ofwel permanent nat of juist (vrijwel) permanent droog zijn. Samengevat kent de Maas op enkele trajecten een verbeterde hydrodynamiek, waaronder in de Gemeenschappelijk Maas, die van groot ecologisch belang is. Deze verbeterde dynamiek is positief gescoord (**+**).

Morfodynamiek

Met het (richtinggevend) voorkeursalternatief neemt de morfodynamiek toe voor zowel de Rijntakken als de Maas. Met de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) worden nattere ecotopen en de juiste

condities, waaronder morfodynamiek, gerealiseerd. Dit gebeurt met name in de hotspots: Gelderse Poort, Grensmaas, IJssel-Vechtdelta en de Biesbosch. De PAGW geeft meer ruimte aan water en aan natuurlijke sedimentatie- en erosieprocessen in de oeverzones en in de uiterwaarden. Een kleiner areaal waarin natuurlijke morfologische processen kunnen plaatsvinden, zorgt zeker op lokaal niveau voor een beperktere verbetering van de morfodynamiek, wat geaggregeerd naar takniveau ook nog onderscheidend is.

De maatregelen die nodig zijn binnen de PAGW kennen een grote synergie met de maatregelen in het (richtinggevend) VKA t.b.v. de sedimenthuishouding & rivierbodemligging en afvoercapaciteit. Het gaat bijvoorbeeld om maatregelen als uiterwaardvergravingen, oeverontsteningen en kadeverlagingen. Hierdoor kan er meer uitwisseling van sediment tussen het zomerbed, de oeverzones en het winterbed plaatsvinden.

Het verhogen van de rivierbodemligging in eroderende riviertrajecten en het vergroten van de afvoercapaciteit (geven kansen voor het) verbeteren van de morfodynamiek. Enerzijds kan dit door de maatregelen die hiervoor nodig zijn, zoals sedimentsuppleties, uiterwaardverlagingen, kadeverlagingen en oeverontstening. Anderzijds zorgen de hogere rivierbodemligging en/of de lagere uiterwaarden ook voor betere sedimentconnectiviteit. Uitwisseling van sediment kan namelijk eenvoudiger plaatsvinden tussen de hoofdgeul, oeverzones en uiterwaarden doordat oevers en uiterwaarden frequenter inunderen en er meer stroming door plaatsvindt.
Er is sprake van een synergie tussen morfodynamiek en de beleidskeuze voor de afvoercapaciteit. Hoe groter de opgave voor de afvoercapaciteit, hoe groter de verbetering van de morfodynamiek.

Voor de gestuwde riviertakken, de Nederrijn-Lek en het grootste deel van de Maas, neemt de morfodynamiek slechts beperkt toe. De stuwen zorgen hier namelijk hoe dan ook voor een beperkt doorgaand sedimenttransport en uitwisseling van sediment tussen de hoofdgeul, oevers en uiterwaarden. Er is met het (richtinggevend) VKA wel sprake van verbetering van de morfodynamiek. De stuwen langs de Nederrijn-Lek kunnen (iets) vaker gestreken worden doordat de waterstanden in de Bovenrijn stijgen. In de vrij afstromende Gemeenschappelijke Maas zorgt het vasthouden van de huidige rivierbodemligging voor een verbetering t.o.v. de referentiesituatie in 2050. De maatregelen die hiervoor en voor het vergroten van de afvoercapaciteit nodig zijn kunnen langs dit riviertraject voor een significante verbetering van de morfodynamiek zorgen.

Samengevat, voor de Boven-Rijn/Waal/Boven-Merwede en Pannerdensch Kanaal/IJssel/Vecht/Zwarte Water neemt de morfodynamiek sterk **(++)** toe in het (richtinggevend) VKA. Voor de Nederrijn-Lek en de Maas zorgt het (richtinggevend) VKA voor een verbetering van de morfodynamiek, een positieve score **(+)**.

Ruimte voor natuurontwikkeling
Het (richtinggevend) VKA streeft ernaar om de bodem vast te houden naar de situatie 2020 met de huidige maatregelen (baggeren en terugstorten). Ter hoogte van de Grensmaas zijn door de optredende erosie aanvullende maatregelen nodig om het niveau van 2020 te behouden. Ter hoogte van het splitsingspuntengebied zijn door vergaande erosie ook aanvullende maatregelen nodig om zo de bodem verder te verhogen naar de situatie 2000. Hierdoor wordt verdere achteruitgang van de natuur door verdergaande verdroging als gevolg van zomerbedverlaging stopgezet.
De bodemverhoging leidt tot een hogere inundatiefrequentie en -duur en verbetert de rivierdynamiek in de uiterwaarden. Dit is gunstig voor de ontwikkeling van natte ecotopen. Ook zal de grondwaterstand enigszins toenemen, maar naar verwachting zal dit onvoldoende zijn om de verdrogingsknelpunten van natte ecotopen volledig op te lossen. Alleen bodemverhoging draagt daarmee maar beperkt bij aan de opgave voor het realiseren van een robuust en klimaatbestendig rivierecosysteem. Als de bodemverhoging wordt gerealiseerd middels rivierverruimende maatregelen om de erosiviteit te verminderen (tegenover sedimentsuppleties), kunnen deze verruimingen bijdragen aan de opgave.

Om extreme afvoeren als gevolg van klimaatverandering op te kunnen vangen, evenals compensatie van de bodemverhoging, wordt de afvoer- en bergingscapaciteit van het rivierbed vergroot door rivierverruiming. Ook wordt gekeken op welke wijze de rivierverruimende maatregelen verdere erosie kunnen helpen verminderen. Rivierverruimende maatregelen als uiterwaardverlaging, zomerkade verlaging en aanleg van geulen biedt ruimte aan rivierdynamiek en natte ecotopen en draagt daarmee in belangrijke mate bij aan de opgave van het realiseren van een robuust en klimaatbestendig rivierecoysteem. Uiterwaardverlaging zorgt er daarnaast voor dat het grondwater dichter op het maaiveld komt te staan en is daarmee belangrijk om verdrogingsknelpunten op te lossen. Uit een eerste analyse blijkt dat niet overal voldoende buitendijks gebied aanwezig te zijn om de benodigde rivierverruiming te realiseren. Dit knelt met name in de Bergsche Maas en Getijdenmaas, waar ook binnendijks ruimte nodig is. Ook op de trajecten van de Beneden-IJssel, Sallandse IJssel en Overijsselse Vecht is mogelijk binnendijks extra ruimte nodig.

Rivierverruiming is essentieel voor de realisatie van de PAGW-opgave waarvan 100% van de 28.300 ha is meegenomen. Vanuit de maximale invulling van het PAGW wordt ingezet op het realiseren van 28.300 ha ecotoopverandering onder andere door omvorming van landbouwgronden (21.000 ha). Hierbij ligt de focus op de vier hotspots (25.900 ha in Biesbosch, Grensmaas, Gelderse Poort en IJssel-Vechtdelta) waar alle buitendijkse landbouwgronden worden omgevormd naar natuur die vervolgens door verschillende stapstenen met elkaar verbonden worden (totaal 2.400 ha). In de Gelderse Poort wordt aanvullend ook binnendijkse gebieden (Rijnstrangen en Groenlanden) toegevoegd om hier specifiek laagdynamische riviernatuur te ontwikkelen. In de IJssel-Vechtdelta is ook binnendijks gebied meegenomen (Reeve-Abbertbos), maar dat ligt in het merengebied buiten de IRM-plangrens en valt daarmee buiten de scope van dit MER. In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is te zien dat deze maximale ruimtebehoefte nu in geen enkele hotspot beschikbaar is en dat hiervoor aanvullend Barro-reserveringen en/of aanvullend binnendijks ruimte nodig is.

De volledige invulling van de PAGW-opgave leidt tot robuuste eenheden en versterkt het ecologisch verbindend vermogen van de rivier en kunnen de gevolgen van klimaatverandering door extremere rivierafvoeren en grotere droogte opgevangen worden. Kenmerkende ecotopen zoals overstromingsvlakten, ooibossen, ondiep stromend water en laagdynamische wateren krijgen meer ruimte. Drogere ecotopen als stroomdalgraslanden kunnen ontwikkeld worden op oeverwallen waar landbouwkundig gebruik stopt. Het (richtinggevend) VKA draagt daarmee in grote mate bij aan de realisatie van een robuust en veerkrachtig riviersysteem **(++)**.

Beoordeling dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen op hydrodynamiek, morfodynamiek en ruimte voor natuurontwikkeling samengevat.

Tabel 9-5 Totaalbeoordeling Rijntakken (bij alternatieven is incl. PAGW gescoord)

IRM doel	Aspect	Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3			(richtinggevend) VKA		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	Ijssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	Ijssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	Ijssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	Ijssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
	Hydrodynamiek	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++	0/+	++

Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur *	Morfodynamiek	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++	+	++
	Ruimte voor natuur-ontwikkeling	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

*Voor de beoordeling van een goede ecologische waterkwaliteit wordt verwezen naar de beoordeling bij het aspect Kaderrichtlijn Water (zie paragraaf 8.2.1):

IRM doel	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur*	Hydrodynamiek	+	+	+	+
	Morfodynamiek	+	+	++	++
	Ruimte voor natuurontwikkeling	++	++	++	++

Tabel 9-6 Totaalbeoordeling Maas (bij alternatieven is incl. PAGW gescoord)
*Voor de beoordeling van een goede ecologische waterkwaliteit wordt verwezen naar de beoordeling bij het aspect Kaderrichtlijn Water (zie paragraaf 8.2.1):

9.1.4 Vlot en veilig transport over water

Bevaarbaarheid van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij laag water

Met het (richtinggevend) VKA wordt de rivierbodemligging van de Rijn verhoogd tot het niveau van 2000 en voor de Maas gehandhaafd op het huidige niveau (dat hoger ligt dan de referentiesituatie in 2050). Voor de Maas heeft dit geen effect op de bevaarbaarheid bij laagwater, doordat de Maas dan gestuwd is of er gevaren kan worden over parallelle kanalen **(0).**

Door de hogere bodemligging in eroderende Rijntrajecten worden drempels bij vaste lagen minder dominant in de bevaarbaarheid van laagwater. De waterdiepte neemt toe bij deze drempels doordat de omliggende bodem hoger ligt en de drempel daardoor minder uitsteekt. Ook de aansluiting met havens en sluizen verbetert door de hogere laagwaterstanden. Door grootschalige werkzaamheden voor het vergroten van de afvoercapaciteit en de benodigde werkzaamheden om plaatsgebonden morfodynamiek (onregelmatige bodemligging) te beheren, kan er scheepvaarthinder ontstaan.

Door de ongelijke verhoging van de rivierbodem rond het splitsingspunt Pannerden gaat er met het (richtinggevend) VKA minder afvoer naar de Waal en meer naar de IJssel. De bevaarbaarheid verbetert hierdoor langs de IJssel. Omdat de waterstand in het traject bovenstrooms van stuw Driel gekoppeld is aan de waterstand in de Boven-IJssel, neemt ook de bevaarbaarheid van de Nederrijn-Lek toe. De afname van de afvoer naar de Waal zorgt voor een kleine afname in de beschikbare waterdieptes bij laagwater. De optelsom tussen de hogere waterdieptes bij drempels, havens en sluizen en de afname van de afvoer door

de Waal is licht positief (Asselman et al., 2022b). Daarbovenop kan een mogelijke toepassing van langsdammen de waterdieptes doen toenemen. De uitwerking van de maatregelen bepalen het uiteindelijke effect op de bevaarbaarheid van de Waal bij laagwater. Vanwege deze onzekerheden (en de grotere hinder door werkzaamheden t.o.v. alternatief 1), kan de optelsom van de effecten op de Waal zowel positief als (licht) negatief uitpakken, waarbij opgemerkt wordt dat de bevaarbaarheid toeneemt bij drempels en er een betere aansluiting is bij sluizen en havens.

Voor de Waal wordt een neutrale score **(0)** toegekend. Voor de Nederrijn-Lek en de IJssel neemt de bevaarbaarheid toe door de verlaging van het aantal dagen dat niet wordt voldaan aan de norm (waterdiepte bij OLA) en het verbeteren van de bereikbaarheid van havens en sluizen. Er is een positieve score **(+)** toegekend.

Beoordeling vlot en veilig transport over water

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen op bevaarbaarheid bij laag water samengevat.

Tabel 9-7 Totaalbeoordeling Rijntakken

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3			(richtinggevend) VKA		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & zwarte Water
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laagwater	0/+	+	+	0/+	0/+	0/+	0/-	+	+	0	+	+

Tabel 9-8 Totaalbeoordeling Maas

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laagwater	0	0	0	0

9.1.5 Regionale economische ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit

Ruimtelijke ontwikkeling

Deze paragraaf beoordeelt de effecten van het (richtinggevend) voorkeursalternatief voor ruimtelijke ontwikkeling ten opzichte van de referentiesituatie. Indien van toepassing wordt ook een onderscheid gemaakt in de verschillende deeltrajecten.

Het (richtinggevend) voorkeursalternatief zorgt voor verhoging van het bodemniveau in het zomerbed en een verlaging van de waterstand ten behoeve van de klimaatopgave. Het verlagen van de waterstand wordt onder andere gerealiseerd door de aanleg van nevengeulen en de verlaging van uiterwaarden. Dit biedt mogelijkheden voor herontwikkeling van de uiterwaarden. Deze ontwikkelingen creëren daardoor mogelijkheden voor het combineren van functies. Zo ontstaan er kansen voor de ontwikkeling van nieuwe gebieden met nieuwe waarden zoals recreatieve en landschappelijke waarden. Nevengeulen kunnen ook bijdragen aan de ontwikkeling van rivier-gebonden bedrijfsontwikkeling. Het stopzetten van sedimentonttrekking vindt alleen in het zomerbed plaats. Dit heeft geen impact op de mogelijkheden voor ruimtelijke ontwikkeling.

Per traject worden ook mogelijk bestaande buitendijkse Barro reserveringen aangesproken, die worden ingezet voor rivierverruiming. Dit biedt kansen voor herontwikkeling van deze gebieden, wat weer mogelijkheden voor het combineren van functies biedt. Zo ontstaan ook hier mogelijkheden voor de ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden en kunnen recreatieve waarden worden toegevoegd aan de uiterwaarden.
Het verschilt per traject of er bestaande binnendijkse Barro reserveringen, danwel nieuwe binnendijkse reserveringen benodigd zullen zijn om te komen tot waterstandsverlaging (omdat dit afhankelijk is van de opgave in relatie tot de beschikbare ruimte buitendijks). Per traject kan ook het streefniveau voor de bodem verschillen. Onderstaand wordt per deeltraject ingezoomd op de verschillende deeltrajecten, de mate waarin de Barro-reserveringen aangesproken worden en de impact daarvan op regionale economische ontwikkeling.

Boven-Rijn/Waal/Boven-Merwede
In dit deeltraject wordt voor benodigde waterstanddaling in de Merwede en de Midden-Waal mogelijk reeds bestaande binnendijkse Barro reserveringen aangesproken, die worden ingezet voor rivierverruiming. Dit biedt mogelijkheden voor herontwikkeling van deze gebieden.
Ook wordt 100% van de PAGW-opgave gerealiseerd. Dit biedt mogelijkheden voor herontwikkeling en daarmee regionale economische ontwikkeling van deze gebieden.

Nederrijn/Lek
In dit deeltraject zijn de veranderingen beperkter dan de op de andere deeltrajecten. De benodigde ruimte voor rivierverruiming is in dit deeltraject veel beperkter. Hierdoor is de impact op de regionale economische ontwikkelingen beperkt.

Pannerdensch Kanaal/IJssel//Vecht/Zwarte Water
In dit deeltraject worden in de IJssel mogelijk bestaande binnendijkse Barro reserveringen aangesproken en zal mogelijk gezocht worden naar nieuwe binnendijkse reserveringen. Dit biedt meer mogelijkheden voor herontwikkeling van deze gebieden.
Ook hier wordt 100% van de PAGW-opgave gerealiseerd. Dit biedt mogelijkheden voor herontwikkeling en daarmee ruimtelijke ontwikkeling van deze gebieden.

Maas
In dit deeltraject worden in de Maas mogelijk bestaande binnendijkse Barro reserveringen aangesproken en zal mogelijk gezocht worden naar nieuwe binnendijkse reserveringen. Dit biedt ook hier meer mogelijkheden voor herontwikkeling van deze gebieden. In dit deeltraject wordt 100% van de PAGW-opgave gerealiseerd. Ook dit biedt mogelijkheden voor herontwikkeling en daarmee ruimtelijke ontwikkeling van deze gebieden.

Al de bovenstaande aspecten gewogen, gaan de kansen voor regionale economische ontwikkelingen in het rivierengebied bij het (richtinggevend) voorkeursalternatief omhoog. Per deeltraject zijn de kansen wel

verschillend. Hierdoor komt de beoordeling van de Nederrijn/Lek op **(+)** en op de overige trajecten op een **(++).**

Ruimtelijke kwaliteit
Deze paragraaf beoordeelt de effecten voor het onderwerp ‘’ruimtelijke kwaliteit’. Voor het hele systeem en per deeltraject wordt bekeken wat de ontwikkelingen uit het (richtinggevend) voorkeursalternatief betekenen.

In alle trajecten zullen de extra buitendijkse rivierverruiming, de aanleg van nevengeulen en de grootschalige uiterwaardverlaging een groot deel van het bestaande gebied omvormen. Bij deze locaties ontstaan mogelijk nieuwe natuurgebieden met recreatiemogelijkheden. Hier kan de belevingswaarde van de rivier toenemen door de aanleg van wandelpaden die het zicht over de rivier en de uiterwaard en de beleving van de rivier vergroten.

Bij de Nederrijn/Lek komt de bodem stukken minder omhoog dan in de andere deeltrajecten waardoor minder rivierverruimingsmaatregelen benodigd zijn. Daardoor is de impact van deze ingrepen hier minder dan in de andere deeltrajecten.

Met de voorgenomen maatregelen wordt een meer toekomstbestendige ingreep gedaan in het riviersysteem. Op de locaties waar uiterwaarden verlaagd worden en nevengeulen gegraven worden zullen landschappelijke structuren mogelijk moeten wijken, maar hier kunnen nieuwe structuren voor teruggebracht worden. Deze ingrepen kunnen meer voorsorteren op de ontwikkeling van het rivierengebied waardoor de toekomstwaarde en de ruimtelijke kwaliteit kan toenemen.

In de deeltrajecten kunnen de zomerkades mogelijk verlaagd worden. Verlaging van de zomerkades kan een negatieve impact op de belevingswaarde hebben. Deze kades zijn vaak onderdeel van recreatieve routes door het rivierengebied. Verlaging van deze kades maakt dat de belevingswaarde van het rivierengebied afneemt. Deze verlaging van de belevingswaarde kan enigszins gecompenseerd worden door een toename van belevingswaarde door nieuwe natuurgebieden en recreatiegebieden.

In de Merwede en de Midden-Waal worden de buitendijkse reserveringen mogelijk aangesproken. Op deze locaties ontstaat een nieuwe inrichting waardoor de belevingswaarde toe kan nemen. In de Nederrijn/Lek worden geen bestaande of nieuwe Barro reserveringen aangesproken. In de IJssel en Maas worden mogelijk de bestaande reserveringen aangesproken en zullen wellicht nieuwe binnendijkse reserveringen benodigd zijn waardoor de belevingswaarde ook hier toe kan nemen.

In alle deeltrajecten (behalve in de Nederrijn/Lek) gaat de belevingswaarde beperkt omhoog **(+)**. De gebruikswaarde neemt toe **(+)** doordat delen van het rivierengebied ingezet zullen moeten worden voor het verlagen van de waterstand, maar lang niet overal. De toekomstwaarde van het rivierengebied kent een positieve impact **(++)**. Voor de ruimtelijke kwaliteit is de score daardoor samengevat **(+)** in het (richtinggevend) VKA.

In Nederrijn/Lek is de impact minder groot doordat de ingrepen hier minder groot zijn. Hier gaat de belevingswaarde beperkt omhoog **(0/+)**. De gebruikswaarde neemt toe doordat maar een deel van het rivierengebied ingezet zal moeten worden voor de klimaatingrepen **(+)**. De toekomstwaarde van het rivierengebied kent een matige positieve impact **(0/+)**. Voor de ruimtelijke kwaliteit is de beoordeling van samengevat **(0/+).**

Royal HaskoningDHV

Beoordeling ruimtelijke ontwikkeling van het rivierengebied

In onderstaande tabel zijn de beoordelingen op regionale economische ontwikkelingen en ruimtelijke kwaliteit samengevat.

Tabel 9-9 Totaalbeoordeling Rijntakken

Aspect	Alternatief 1			Alternatief 2			Alternatief 3			(richtinggevend) VKA		
	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Regionale economische ontwikkelingen	0/+	0	0/+	+	0/+	+	++	+	+ +	++	0	++
Ruimtelijke kwaliteit	+	0	+	0/+	0/+	0/+	+	0/+	+	+	0/+	+

Tabel 9-10 Totaalbeoordeling Maas

Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Regionale economische ontwikkelingen	0/+	+	+ +	++
Ruimtelijke kwaliteit	0	0/+	+	+

9.1.6 Beoordeling doelbereik (richtinggevend) VKA samengevat

In onderstaande tabellen is de beoordeling van doelbereik van (richtinggevend) VKA samengevat weergegeven. Tevens is de beoordeling van de alternatieven zichtbaar.

Tabel 9-11 Samenvatting effectbeoordeling doelbereik Rijntakken (incl. PAGW)

IRM doelen	**Aspect**	**Alternatief 1** *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*			**Alternatief 2** *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*			**Alternatief 3** *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*			**(richtinggevend) VKA**		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn Waal, Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, P.kanaal, Vecht & Zwarte Water	Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel , P.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwater-standen	0	0	0	+	0	+	++	0	++	++	0	++
	Waterbergings-capaciteit	0	0	0	0/+	0	0/+	0/+	0	+	0/+	0	0/+
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++	0/+	++
	Morfodynamiek	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++	+	++
	Ruimte voor natuur-ontwikkeling	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Robuuste zoet-waterbeschikbaar	Zoetwater-voorziening	0/-	0	+	0	0	0/+	-	0/+	++	0/-	0	+
	Laagwater-standen	+	0	+	0/+	0	0/+	++	0/+	++	+	0	+
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laag water	0/+	+	+	0/+	0/+	0/+	0/-	+	+	0	+	+
Ruimtelijke economishe ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	0/+	0	0/+	+	0/+	+	++	+	++	++	0	++
	Ruimtelijke kwaliteit	+	0	+	0/+	0/+	0/+	+	0/+	+	+	0/+	+

Tabel 9-12 Effectbeoordeling doelbereik Maas (incl. PAGW)

IRM doelen	Aspect	Alternatief 1 *Accent op rivierbodem-ligging en sedimenthuis houding*	Alternatief 2 *Accent op afvoer- en bergings-capaciteit*	Alternatief 3 *Maximale ambitie voor beide beleidskeuzes*	(richtinggevend) VKA
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	0	+	++	++
	Waterbergings-capaciteit	0	+	++	++
Robuuste zoet-waterbeschikbaar	Zoetwatervoorziening	0	0	0	0
	Laagwaterstanden	0/+	0/+	+	0/+
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	+	+	+	+
	Morfodynamiek	+	+	++	++
	Ruimte voor natuurontwikkeling	++	++	++	++
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen	0	0	0	0
Ruimtelijke economishe ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	0/+	+	+ +	++
	Ruimtelijke kwaliteit	0	0/+	+	+

9.2 Beoordeling milieueffecten (richtinggevend) VKA

In deze paragraaf wordt inzicht gegeven in de milieueffecten van het (richtinggevend) voorkeursalternatief.

9.2.1 Natuur

Natura 2000 gebieden
Het (richtinggevend) VKA met daarin 100% realisatie van de 28.300 ha natuuropgave leidt tot een klimaatbestendig rivierecosysteem waarin alle belangrijke habitats en kenmerkende soorten een plaats vinden. De PAGW-opgave wordt deels ingevuld vanuit de opgave vanuit Natura 2000 en KRW en aangevuld met een extra opgave om klimaateffecten op te vangen (en de grote wateren economisch te kunnen blijven gebruiken). Buitendijkse rivierverruimingsmaatregelen biedt kansen om voor Natura 2000-waarden die nu te versnipperd voorkomen (zoals ooibossen en stroomdalgraslanden) robuuste eenheden te creëren. Door het omhoog brengen van de rivierbodem in de Rijn wordt het hoogteverschil tussen het zomer- en winterbed verkleind. Hierdoor neemt de rivierdynamiek, sedimentuitwisseling en de inundatieduur van de uiterwaarden toe. Dit is gunstig voor droge habitattypen die profiteren van zandafzetting als stroomdalgraslanden en voor natte habitattypen die verdrogingsgevoelig zijn, zoals zachthoutooibos.
In de Maas wordt niet zozeer de bodem verhoogd, maar wordt deze gehandhaafd op plekken waar sprake is van erosie. De PAGW is nodig om ook hier meer robuuste eenheden te realiseren. Klimaateffecten, met name ten aanzien van vaker lagere afvoeren worden anders niet voldoende opgevangen.

De score van het (richtinggevend) VKA op de Natura 2000-doelstellingen is daarmee zeer positief **(++)**. Er is wel nadere uitwerking nodig om ter hoogte van de hotspots (Biesbosch, IJssel-Vechtdelta en Grensmaas) te bepalen of de natuuropgave geheel buitendijks past. Waar dat niet het geval is zal aanvullend Barro-reservering en/of binnendijks ruimte nodig zijn.

Belangrijk is dat voor het behalen van de Natura 2000 (en KRW doelen) in gebiedsuitwerkingen en systeem maatregelen gezocht wordt naar synergie met deze programma's.

Natuurnetwerk Nederland
Het (richtinggevend) VKA met 100% natuuropgave is aanvullend op de wettelijk opgave van de realisatie en kwaliteitsverbetering van het NNN in het rivierengebied. De connectiviteit in het rivierengebied en ook met binnendijkse natuurgebieden wordt verder versterkt en is klimaatrobuust. Zoals bij de beoordeling van de alternatieve aangeven is het wel een aandachtspunt dat de voedselbeschikbaarheid in ganzenfoerageergebieden zal afnemen wanneer agrarisch gebruik geheel zal stoppen (met name in de hotspots), wat overigens waarschijnlijk ook in de referentiesituatie zal spelen door uitvoering van de Wet stikstofreductie en natuurverbetering (extensivering van de landbouw), maar in welke mate is nu nog niet bekend. De kwaliteit van de uiterwaarden als slaapplaats en waterfoerageergebied voor ganzen zal juist toenemen door meer open water. De score van het (richtinggevend) VKA op de realisatie van het NNN en het versterken van de wezenlijke kenmerken en waarden is daarmee zeer positief **(++)**.

Kaderrichtlijn water
De aanvullende maatregelen die in het kader van de PAGW worden genomen hebben niet alleen een positief effect op de aspecten Natura 2000, Natuurnetwerk Nederland en Beschermde soorten, maar ook op het KRW-doelbereik. Onder meer door het creëren van extra paaigronden voor vis, leefgebied voor macrofauna en groeiplaatsen voor watervegetatie zullen de scores op de maatlatten voor deze groepen hoger worden. Dat geldt uiteraard in de sterkste mate bij een 100% realisatie van de natuuropgave: De score van het (richtinggevend) VKA is zeer positief (++).

Belangrijk is dat voor het behalen van de KRW (en Natura 2000) doelen in gebiedsuitwerkingen en systeem maatregelen gezocht wordt naar synergie met deze programma's.

Beschermde soorten

Het (richtinggevend) VKA realiseert een klimaatbestendig rivierecosysteem waarin voldoende ruimte voor duurzame populaties van (beschermde) soorten die thuishoren in het rivierengebied zoals de meervleermuis, otter, bever, rivierrombout, houting en steur. Om voldoende ruimte te creëren voor de ontwikkeling van een en klimaatbestendig rivierecosysteem worden in het streefbeeld alle buitendijkse landbouwgronden in de hotspots omgezet in natuur of natuur-inclusieve landbouw. De standplaatsen van beschermde plantensoorten die gebonden zijn aan agrarisch gebruik (akkerogentroost, akkerboterbloem, getande veldsla, naaldenkervel en stijve wolfsmelk) kunnen behouden blijven bij natuurinclusieve landbouw. Er is ruimte voor toename van dynamiek in het rivierengebied wat gunstig is voor soorten van het rivierengebied maar een aandachtspunt is voor soorten van de laagdynamische delen in de uiterwaarden (kamsalamander, grote modderkruiper, heikikkiker, rugstreeppad, knoflookpad en diverse broedvogels van rietmoeras). Hier moet bewust ruimte voor gereserveerd worden (rietmoeras, overstromingsvlakten, geïsoleerde wateren), bijvoorbeeld in de Gelderse Poort en IJssel-Vechtdelta waar ruimte is voor laagdynamische (binnendijkse) natuur, maar zeker in de tussenliggende corridors en stapstenen. De score van (richtinggevend) VKA op de leefgebieden van beschermde soorten is zeer positief **(++)**.

Totaalbeoordeling natuur

In onderstaande tabellen is de beoordeling van het (richtinggevend) VKA op natuur samengevat.

Tabel 9-13 Totaalbeoordeling Rijntakken (de alternatieven zijn inclusief PAGW gescoord)

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Natuur	Natura 2000- gebieden	0/+	++	++	++
	Natuurnetwerk Nederland	++	++	++	++
	Kaderrichtlijn Water	0/+	0/+	++	++
	Beschermde soorten	++	++	++	++

Tabel 9-14 Totaalbeoordeling Maas (De alternatieven zijn incl. PAGW gescoord).

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Natuur	Natura 2000 gebieden	++	++	++	++
	Natuurnetwerk Nederland	0/+	+	++	++
	Kaderrichtlijn Water	0/+	0/+	++	++
	Beschermde soorten	++	++	++	++

9.2.2 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Landschap
In het (richtinggevend) voorkeursalternatief wordt de bodem in de Maas gehandhaafd op het niveau van 2020 en in de Rijn (op de erosieve trajecten) teruggebracht naar het niveau van 2000. Dit heeft een positief effect op de landschappelijke waarden, doordat verdroging tegengegaan wordt. Hierdoor kunnen de aanwezige landschappen en landschappelijke waarden behouden blijven.
De zomerkades in het gebied zijn van belang voor de recreatieve waarde van het landschap. Zij zorgen voor zichten en routes door het landschap. Verlaging van deze zomerkades heeft een negatief effect op de landschappelijke waarden, doordat de routing en het uitzicht aangetast worden.
Stoppen met sedimentonttrekking vindt alleen in het zomerbed plaats en heeft daarmee geen invloed op het landschap.

Voor de rivierverruiming worden nieuwe en bestaande binnendijkse reserveringen mogelijk aangesproken op verschillende locaties. Op deze locaties zal het landschap veranderen. Door hier bij de nieuwe inrichting rekening te houden met de identiteiten van het rivierenlandschap kan de landschappelijke waarde toenemen. Ook de uitvoering van de PAGW-opgave zorgt ervoor dat de landschappelijke waarde toe kan nemen. Voor impact op de landschappelijke waarde scoort het (richtinggevend) VKA zeer positief **(++)**.

Cultuurhistorie
Behouden van de bodemligging heeft eveneens een positief effect op de cultuurhistorische waarden doordat cultuurhistorische waarden minder negatief beïnvloed worden door bodemdaling en verdroging (vanwege verlaagde grondwaterstanden en verlaagde inundatiefrequentie).
Zomerkades zijn onderdeel van het verhaal en de identiteit van het landschap van de rivieren. Verlaging van de zomerkades heeft een negatief effect op de cultuurhistorische waarden van het landschap.
Stoppen met sedimentonttrekking vindt alleen in het zomerbed plaats en heeft daarmee geen invloed op de cultuurhistorie.

Voor het (richtinggevend) VKA wordt 100% van de PAGW-opgave uitgevoerd en wordt ook 100% van de waterstandsopgave met rivierverruiming opgevangen. Dit betekent veel ingrepen in het rivierenlandschap. Deze ingrepen kunnen een negatief effect hebben op de aanwezige cultuurhistorische waarden van het rivierengebied zoals verkavelingen, paden en groenstructuren. Daar tegenover staat dat ingrepen kunnen zorgen voor accentuering en het terugbrengen van oude cultuurhistorische waarden en structuren zoals nevengeulen. Voor impact op de cultuurhistorische waarde scoort het (richtinggevend) VKA licht negatief **(-)**.

Archeologie
Behouden van de bodemligging evenals stoppen met sedimentonttrekking hebben op zichzelf zeer beperkte effecten op de archeologische waarden, omdat hiervoor niet gegraven dient te worden. Echter zullen er wel rivierverruimende maatregelen nodig zijn om de bodem te handhaven. De impact daarvan wordt hieronder beoordeeld. Verlaging van de zomerkades heeft geen invloed op de archeologische waarden.

Voor het (richtinggevend) VKA worden grote delen van het rivierengebied vergraven wat een negatief effect kan hebben op de archeologische waarden in de ondergrond, Voor impact op de archeologische waarde scoort het (richtinggevend) VKA **(- -)**.

Totaalbeoordeling

In onderstaande tabellen is de beoordeling van het (richtinggevend) VKA op landschap, cultuurhistorie en archeologie in het rivierengebied samengevat. Het is belangrijk om cultuurhistorie, archeologie en landschap zo vroeg mogelijk mee te nemen in het ontwerpproces. Op deze wijze kunnen risico's op negatieve effecten beperkt worden, dan wel positieve effecten op deze waarden ontstaan.

Tabel 9-15 Totaalbeoordeling landschap, cultuurhistorie en archeologie Rijntakken (richtinggevend) VKA

Aspect	**Aspect**	**Alternatief 1**	**Alternatief 2**	**Alternatief 3**	**(richtinggevend) VKA**
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Effect op landschappelijke waarden	+	+	++	++
	Effect op cultuurhistorische waarden	0/-	-	- -	-
	Effect op archeologische waarden	0/-	-	- -	-

Tabel 9-16 Totaalbeoordeling landschap, cultuurhistorie en archeologie Maas (richtinggevend) VKA

Aspect	**Aspect**	**Alternatief 1**	**Alternatief 2**	**Alternatief 3**	**(richtinggevend) VKA**
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Effect op landschappelijke waarden	++	+	++	+
	Effect op cultuurhistorische waarden	0/-	-	- -	-
	Effect op archeologische waarden	0/-	-	- -	-

9.2.3 Bodem en zoutindringing

Bodemkwaliteit

Bij het (richtinggevend) voorkeursalternatief vinden er werkzaamheden plaats in de uiterwaarden. Daarnaast wordt er een relatief kleine hoeveelheid grond toegepast voor het ophogen van de bodem rondom het splitsingsgebied en het behouden van de bodem op het huidige niveau in de andere riviertakken. Voor graafwerkzaamheden geldt dat de bodemkwaliteit niet mag verslechteren als gevolg van grondverzet. Dit is het zogenaamde 'stand-still' beginsel. Wanneer er te weinig (of te oude) informatie beschikbaar is of als de locatie als verdacht is aangemerkt, moet er veldonderzoek uitgevoerd worden. Wanneer er dan veel vervuilde grond aanwezig is, moet er een sanering plaatsvinden of worden er eisen gesteld aan het gebruik van de grond. Deze maatregelen moeten vervolgens goedgekeurd worden door de gemeente. Door het bestaan van deze regelgeving, blijft de kwaliteit van de grond hetzelfde of wordt verbeterd. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief scoort daarom neutraal **(0)** voor de Rijn en de Maas.

Zoutindringing
In het (richtinggevend) voorkeursalternatief komt de rivierbodem van met name de Boven-Waal een stuk hoger te liggen ten opzichte van de referentiesituatie. Dit zorgt ervoor dat er minder afvoer naar de Waal gaat en juist meer naar de IJssel. Het IJsselmeer wordt hierdoor bij lage afvoeren beter gevuld. Omdat er sprake is van een (geringe) vermindering van de afvoer naar de Waal is bij dit alternatief ook een geringe verslechtering van de mate van zoutindringing te verwachten bij de Rijn-Maasmonding. Voor het IJsselmeer geldt dat de kans op verzilting (met name bij het innamepunt Andijk) in het (richtinggevend) VKA afneemt doordat er meer water naar het IJsselmeer gaat bij lage afvoeren (Stowa, 2020). De voorziene rivierverruiming heeft nauwelijks tot geen effect op de zoutindrining bij de Rijn-Maasmonding. Samengevat is er een klein risico toegekend voor zowel de Maas als de Rijn **(0/-)**.

Totaalbeoordeling
In onderstaande tabellen is de beoordeling van het (richtinggevend) VKA op bodem en zoutindringing in het rivierengebied samengevat.

Tabel 9-17 Totaalbeoordeling bodemkwaliteit en zout-indringing Rijntakken

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	0	0	0	0
	Zoutindringing	0/-	0	-	0/-

Tabel 9-18 Totaalbeoordeling bodemkwaliteit en zout-indringing Maas

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	0	0	0	0
	Zoutindringing	0/-	0	-	0/-

9.2.4 Overige scheepvaart

Nautische veiligheid
In het (richtinggevend) VKA wordt de bodem van de eroderende Rijntrajecten verhoogd naar het niveau van 2000. Dit zorgt ervoor dat met name bij vaste lagen en aansluitingen met havens de kans op incidenten (aanvaring met de bodem) afneemt. Met een hogere omliggende bodem is de drempelvorming namelijk minder en de waterdiepte boven de drempels groter (bijv. bij de vaste laag van Nijmegen waar frequent incidenten voorvallen). De hogere laagwaterstanden kan ook de congestie bij sluizen in enige mate verminderen doordat deze vaker en langer kunnen opereren. Met een hogere minst gepeilde diepte, die maatgevend is voor de bevaarbaarheid bij laagwater, kan er ook met een grotere beladingsgraad worden gevaren en neemt de scheepvaartintensiteit enigszins af t.o.v. de referentiesituatie. Ook dit is gunstig voor de nautische veiligheid. Daartegenover staat dat de uitvoerings- en onderhoudswerkzaamheden voor de bodem voor veel varend materieel in de vaarweg zorgen. Ook kunnen er door de rivierverruimingen meer locaties komen waar er hinderlijke dwarsstroming ontstaat. De optelsom van deze ontwikkelingen geeft een score **(0/-)** voor het (richtinggevend) VKA.

Voor de Maas gelden grotendeels dezelfde argumenten omtrent de nautische veiligheid. Hier speelt het gestuwde karakter en het gebruik kunnen maken van parallelle kanalen echter ook mee. Hierdoor zijn de effecten van de bodemligging (veel) kleiner dan bij de Rijntakken. Door het vasthouden van de bodem

kunnen de stuwen wel (heel) iets vaker worden gestreken, wat de wachttijden bij de sluizen iets kan verkleinen. Daartegenover staat dat uiterwaardmaatregelen om afvoercapaciteit te creëren kunnen zorgen voor hinderlijke dwarsstromingen en slechtere zichtlijnen. De optelsom van deze ontwikkelingen geeft een score **(0/-)** voor het (richtinggevend) VKA.

Doorvaarthoogte van hoofdvaarwegennet en aansluitende vaarwegen, havens en sluizen bij hoog water

De doorvaarthoogte bij bruggen zullen met het (richtinggevend) VKA iets groter worden door het creëren van extra afvoercapaciteit en de daarmee gepaarde lagere waterstanden bij hoge afvoeren. In bepaalde situaties kan dit ertoe leiden dat schepen extra lading mee kunnen nemen (een extra laag containers). De score van het (richtinggevend) VKA is **(0/+)**.

Totaalbeoordeling

In onderstaande tabellen is de beoordeling van het (richtinggevend) VKA op overige scheepvaart samengevat.

Tabel 9-19 Totaalbeoordeling overige scheepvaart (richtinggevend) VKA Rijn

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Scheepvaart	Nautische veiligheid	0	0/-	-	0/-
	Scheepvaarteffect en bij hoog water	0	0	0/+	0/+

Tabel 9-20 Totaalbeoordeling overige scheepvaart (richtinggevend) VKA Maas

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Scheepvaart	Nautische veiligheid	0	0	0/-	0/-
	Scheepvaarteffect en bij hoog water	0	0	0/+	0/+

9.2.5 Gebruikfuncties rivierengebied

Wonen en werken

Het effect van het (richtinggevend) voorkeursalternatief op wonen en werken is vooral afhankelijk van de grootte van de waterstandsverlaging ten behoeve van de compensatieopgave. Op de (richtinggevend) VKA kaart is te zien dat op sommige plekken voor de waterstandsverlaging meer ruimte nodig is dan alleen buitendijkse ruimte. Voor de Bedijkte Maas, Midden Waal, Waalbochten, Boven Merwede, Beneden Waal en Middel IJssel zijn er naar verwachting naast buitendijkse ruimte ook barro-reserveringen nodig. Bij de Bergsche Maas, Getijdenmaas, Sallandse IJssel, Beneden-IJssel en de Overijsselse Vecht is de opgave zo

groot dat er naast buitendijkse ruimte en barro-reserveringen mogelijk ook aanvullende binnendijkse ruimte nodig is. In deze gevallen heeft het uitvoeren van het (richtinggevend) voorkeursalternatief een negatief effect op zowel buitendijkse als binnendijkse woningen. Omdat in deze fase nog niet bekend is hoeveel waterstandsverlaging precies nodig is en hoeveel ruimte er precies nodig gaat zijn. De uitvoering van het PAGW heeft lokaal een positief effect op de kwaliteit van wonen en de economische waarden van onroerend goed. De werkelijke impact van het (richtinggevend) voorkeursalternatief op het ruimtebeslag van wonen en werken is afhankelijk van nadere uitwerking van het (richtinggevend) voorkeursalternatief.

Ondanks de kansen vanuit de PAGW voor wonen, wordt verwacht dat er een risico is op buitendijkse woningen. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief scoort daarmee negatief **(-)** voor wonen en werken ten opzichte van de referentiesituatie. Deze score geldt voor zowel de Maas als de Rijn.

Recreëren
De werkzaamheden voor het uitvoeren van het (richtinggevend) voorkeursalternatief bieden naar verwachting mogelijkheden voor recreatie. Enerzijds verdwijnen als gevolg van rivierverruimende maatregelen mogelijk bestaande wandel- en fietspaden en andere recreatieve elementen. Echter, de herinrichting van de uiterwaarden biedt ook mogelijkheid tot het geven van een impuls aan recreatie. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de aanleg van wandel-, struin of fietspaden, uitkijkpunten of het bieden van de mogelijkheid tot vis- en vaarrecreatie of pootjebaden in de zomer. Ook door de uitvoering van de PAGW biedt door de toevoeging van nieuwe natuurwaarden lokaal mogelijkheden voor recreatie. Naar verwachting is dit effect groter langs de Rijn, omdat hier drie van de vier prioritaire gebieden van de PAGW liggen. De mate van de positieve impuls is afhankelijk van de grootschaligheid van de werkzaamheden. In deze fase kan er nog geen uitspraak gedaan worden over de grootschaligheid van de werkzaamheden, omdat nog niet duidelijk welke maatregelen als onderdeel van het (richtinggevend) voorkeursalternatief worden uitgevoerd. Naar verwachting biedt het (richtinggevend) voorkeursalternatief een positieve impuls aan recreatie en scoort het (richtinggevend) voorkeursalternatief zeer positief **(++)** op de Rijn ten opzichte van de referentiesituatie. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief scoort positief **(+)** op de Maas ten opzichte van de referentiesituatie.

Landbouw
Het (richtinggevend) voorkeursalternatief heeft zowel positieve als negatieve effecten op de landbouw. Door het terugbrengen van de bodem naar het niveau van 2000 of het handhaven van de bodem op het niveau van 2020 wordt de grondwaterstand hoger ten opzichte van de referentiesituatie. Dit heeft een positief effect op de zoetwatervoorziening voor het gehele gebied rondom de Rijntakken, en heeft tot gevolg dat de landbouw in geheel Noord- en Oost-Nederland veel minder vaak zoetwatertekorten kent. De druk op de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied van de Maas wordt niet of nauwelijks verkleind met dit alternatief ten opzichte van de referentiesituatie in 2050. De druk op de zoetwatervoorziening voor de Maas wordt namelijk veroorzaakt door de beperkte toevoer van rivierwater van bovenstrooms.

De realisatie van de PAGW-opgave vraagt om een verandering van het landgebruik in de uiterwaarden. Daarnaast vragen de rivierverruimende maatregelen ook om een zeker ruimtebeslag. De mate van negatieve impact van de uitvoering van de PAGW en de rivierverruimende maatregelen op de (intensieve) landbouw hangt af van de hoeveelheid hectare ecotoopverandering die er gerealiseerd wordt en de ruimte die nodig is voor rivierverruiming. Vanuit de PAGW wordt ingezet op het realiseren van 28.300 ha ecotoopverandering onder andere door omvorming van landbouwgronden (21.000 ha). Een deel van de natuurrealisatie kan mogelijk vormgegeven worden door te kiezen voor minder intensieve vormen van veeteelt, die gepaard kunnen gaan met goede kansen voor natuur en landschap. Hierdoor zou een deel van de landbouw kunnen blijven bestaan.

In het (richtinggevend) voorkeursalternatief wordt de zoetwatervoorziening voor de Rijntakken gelijkwaardig verbeterd, maar is er een groter negatief effect op het ruimtegebruik van de landbouw door de volledige uitvoering van de PAGW en grootschaligere rivierverruimende maatregelen. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief scoort daarom negatief **(-)** voor de Rijntakken. Voor de Maas geldt dat de zoetwatervoorziening niet of nauwelijks wordt verbeterd en is er een negatief effect op het ruimtegebruik van de landbouw wegens de volledige uitvoering van de PAGW en grootschalige rivierverruimende maatregelen. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief is daarom **(--)** beoordeeld voor de Maas.

Beschikbaarheid drink- en industriewater

In het (richtinggevend) voorkeursalternatief is het streefniveau van de rivierbodem rondom het splitsingspuntengebied, de Midden-Waal, Midden-IJssel en Sallandse IJssel het bodemniveau uit het jaar 2000. Voor de overige rijntakken geldt het streefniveau van het jaar 2020. Dit betekent dat er een iets gunstigere situatie ontstaat t.b.v. de waterbeschikbaarheid t.o.v. de referentiesituatie waarin bodemerosie doorgaat, doordat er meer afvoer naar de IJssel en het IJsselmeer gaat dan in de referentiesituatie. Ook worden de kritieke peilen bij inlaatpunten (iets) minder vaak onderschreden. Dit zorgt daarmee voor een kleine verbetering van de beschikbaarheid van drink- en industriewater in het voorzieningsgebied van de Rijn. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief scoort daarom positief **(+)** voor de beschikbaarheid van drink- en industriewater in het voorzieningsgebied van de Rijn. Het uitvoeren van de PAGW-opgave en de klimaatopgave hebben naar verwachting weinig effect op de beschikbaarheid van drink- en industriewater.

Langs de Maas zijn er geen ingrepen voorzien die de beschikbaarheid van drink- en industriewater significant verbeteren. De Maas krijgt daarom een neutrale score **(0)**.

Stabiliteit oevers en kunstwerken

In het (richtinggevend) voorkeursalternatief wordt de bodem op een aantal plekken rondom het splitsingsgebied terug gebracht naar het niveau van het jaar 2000 (zie kaart (richtinggevend) VKA). Op de overige trajecten wordt als streefniveau het handhaven van de bodem van het jaar 2020 gehandhaafd. De rivierbodemligging zorgt voor een (beperkte) extra gronddruk t.o.v. de referentiesituatie. Om deze reden scoort het (richtinggevend) voorkeursalternatief voor zowel de Rijn als de Maas licht positief **(0/+)**. Het uitvoeren van de PAGW-opgave en de klimaatopgave hebben weinig effect op de stabiliteit van oevers en kunstwerken.

Delfstoffenwinning

In het (richtinggevend) voorkeursalternatief vindt er geen sedimentonttrekking meer plaats in het zomerbed. In het zomerbed vinden in feite alleen baggerwerkzaamheden plaats in opdracht van de overheid. Het komt voor dat naast bagger/slib ook de fijnste zandfranctie ophoogzand meekomt. Dit kan vermarkt worden. Omdat delfstoffenwinning met name plaats vindt in het winterbed, heeft deze maatregel weinig effect op deze industrie. De delfstofwinning in het rivierbed is gebaat bij natuur- en recreatieprojecten, vanwege het maatschappelijk belang (er mag niet zomaar gegraven worden in een uiterwaard). In de referentiesituatie is er nauwelijks aanleiding om te graven in de uiterwaarden, waardoor hier de delfstofwinning tot stilstand komt. Het uitvoeren van de rivierverruimende maatregelen biedt dus veel kansen voor de delfstofwinning ten opzichte van de referentiesituatie. Bij deze werkzaamheden komt relatief veel grond vrij die ergens anders kan worden toegepast. Rivierverruimende maatregelen worden beter betaalbaar als grond herbestemd kan worden. Hierbij moet wel genuanceerd worden dat gewonnen sediment bij uiterwaardvergravingen en nevengeulen mogelijk ook nodig is om de rivierbodem op te hogen. Het (richtinggevend) voorkeursalternatief scoort zeer positief **(++)** voor de delfstoffenwinning. Deze score geldt voor zowel de Rijn als de Maas.

Kabels en leidingen

Het ophogen van de bodem biedt extra bescherming aan kabels en leidingen ten opzichte van de referentiesituatie, waarin de bodem steeds verder erodeert. Rondom het splitsingspuntengebied wordt de bodem teruggebracht naar het jaar 2000, waarbij op de andere trajecten de bodem uit het jaar 2020 wordt gehandhaafd. Er wordt dus een positief effect verwacht voor de bescherming van kabels en leidingen ten opzichte van de referentiesituatie. De graafwerkzaamheden in uiterwaarden kunnen echter ook een risico vormen voor de kabels en leidingen, doordat er door de werkzaamheden in de grond, kabels en/of leidingen mogelijk verlegd moeten worden. Bij de uitwerking van de rivierverruimende maatregelen dient hier rekening mee gehouden te worden, in dat geval zijn de effecten beperkt. De verlegging is moeizamer wanneer het gaat om cruciale leidingen, zoals gasunieleidingen, olieleidingen of effluentleidingen.

Doordat de situatie voor kabels en leidingen verbetert ten opzichte van de referentiesituatie als gevolg van het ophogen van de bodem scoort het (richtinggevend) voorkeursalternatief positief **(+)** voor de Rijntakken. In de Maas wordt de bodem enkel gehandhaafd, waardoor het (richtinggevend) voorkeursalternatief licht positief soort **(0/+).**

Totaalbeoordeling milieueffecten gebruiksfuncties

In onderstaande tabellen is de beoordeling van het (richtinggevend) VKA op gebruiksfuncties in het rivierengebied samengevat.

Tabel 9-21 Totaalbeoordeling gebruiksfuncties Rijntakken

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Gebruiks-functies	Wonen en werken	0/-	-	- -	-
	Recreëren	0/+	+	++	++
	Landbouw	0/+	-	0	-
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	+	0/+	++	+
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	+	0/+	++	0/+
	Delfstoffenwinning	0/+	+	++	++
	Kabels en leidingen	+	0/+	++	+

Tabel 9-22 Totaalbeoordeling gebruiksfuncties Maas

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Gebruiks-functies	Wonen en werken	0/-	-	- -	-
	Recreëren	0/+	+	++	+
	Landbouw	0/-	-	--	--
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	0	0	0/+	0
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	0/+	0/+	++	0/+
	Delfstoffenwinning	0/+	+	++	++
	Kabels en leidingen	0/+	0/+	++	0/+

9.2.6 Duurzaamheid

Adaptiviteit en klimaatverandering

De mate van adaptiviteit is afhankelijk van of er gewerkt gaat worden met harde of zachte inrichtingsmaatregelen. Rivierverruimende maatregelen en bodemophoging zijn over het algemeen zachte inrichtingsmaatregelen, en daarmee zeer adaptief. Rivierverruimende maatregelen hebben blijvend positieve effecten richting 2100 en zijn in die periode ook nog aanpasbaar (doordat dijkversterking dan nog wel een optie is, aangezien dit eerder nog niet noodzakelijk hoeft te zijn). Anderzijds zijn werkzaamheden in de uiterwaarden vaak onomkeerbaar, wat het alternatief minder adaptief maakt. Doordat het (richtinggevend) voorkeursalternatief geleidelijk wordt uitgevoerd worden er voldoende kansen geboden om het alternatief gedurende het proces nog aan te passen.

Aangezien het (richtinggevend) voorkeursalternatief over het algemeen adaptief is, scoort het positief **(+)** voor zowel de Rijntakken als de Maas.

Energie- en grondstoffengebruik

Werkzaamheden met een hoog energie- en grondstofgebruik. Daarnaast vraagt het onderhoud van de rivierverruimende maatregelen een hoge onderhoudsinspanning. Het ophogen en handhaven van de bodem door middel van suppleties, baggeren en aanvullende werkzaamheden vragen veel energie en grondstoffen.

Voor de waterstandsverlaging ten behoeve van de compensatieopgave vraagt de realisatie van rivierveruimende maatregelen energie- en grondstoffengebruik. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft een strategie ‘Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten’. Hierin wordt de ambitie uitgesproken om in uiterlijk 2030 volledig klimaatneutraal te zijn en circulair te werken. Dit betekent 100% CO_2-reductie, hoogwaardig hergebruik van materialen en halvering van het gebruik van

primaire grondstoffen. Naar verwachting wordt de impact van energie en grondstoffengebruik voor het uitvoeren van het alternatief richting 2050 minder groot dan in de huidige situatie vanwege de transitie naar duurzame energie.

Het (richtinggevend) voorkeursalternatief scoort voor zowel de Maas als de Rijn negatief **(-)**, wegens de grote opgaven en daarmee het grotere energie- en grondstoffengebruik.

Totaalbeoordeling duurzaamheid

In onderstaande tabellen is de beoordeling van het (richtinggevend) VKA op duurzaamheid samengevat.

Tabel 9-23 Totaalbeoordeling Rijntakken

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	0/+	+	++	+
	Energie- en grondstofgebruik	0/-	-	- -	- -

Tabel 9-24 Totaalbeoordeling Maas

Aspect		Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	0/+	+	++	+
	Energie- en grondstofgebruik	0/-	-	- -	- -

9.2.7 Beoordeling milieueffecten (richtinggevend) VKA samengevat

In onderstaande tabellen is de beoordeling van het (richtinggevend) VKA samengevat. Tevens is de beoordeling van de alternatieven zichtbaar.

Tabel 9-25 Effectbeoordeling milieueffecten Rijntakken (incl. PAGW

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(Richtinggevend) VKA
Natuur	Natura 2000- gebieden	0/+	++	++	++
	Natuurnetwerk Nederland	++	++	++	++
	Kaderrichtlijn Water	+	+	++	++
	Beschermde soorten	++	++	++	++
Landschap en cultuurhistorie	Effect op landschappelijke waarden	+	+	++	++
	Effect op cultuurhistorische waarden	0/-	-	- -	-
	Effect op archeologische waarden	0/-	-	- -	- -
Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	0	0	0	0
	Zout-indringing	0/-	0	-	0/-
Scheepvaart	Nautische veiligheid	0	0/-	-	0/-
	Scheepvaarteffecten bij hoog water	0	0	0/+	0/+
Gebruiks-functies	Wonen en werken	0/-	-	- -	-
	Recreëren	0/+	+	++	++
	Landbouw	0/+	-	0	-
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	+	0/+	++	+
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	+	0/+	++	0/+
	Delfstoffenwinning	0/+	+	++	++
	Kabels en leidingen	+	0/+	++	+
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	0/+	+	++	+
	Energie- en grondstofgebruik	0/-	-	- -	- -

Tabel 9-26 Effectbeoordeling milieueffecten Maas (incl. PAGW)

	Aspect	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
Natuur	Natura 2000- gebieden	++	++	++	++
	Natuurnetwerk Nederland	0/+	+	++	++
	Kaderrichtlijn Water	+	+	++	++
	Beschermde soorten	++	++	++	++
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Effect op landschappelijke waarden	+	+	++	++
Effect op cultuurhistorische waarden	Effect op cultuurhistorische waarden	0/-	-	- -	-
Effect op archeologische waarden	Effect op archeologische waarden	0/-	-	- -	--
Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	0	0	0	0
	Zout-indringing	0/-	0	-	0/-
Scheep-vaart	Nautische veiligheid	0	0	0/-	0/-
	Scheepvaarteffecten bij hoog water	0	0	0/+	0/+
Gebruiks-functies	Wonen en werken	0/-	-	- -	-
	Recreëren	0/+	+	++	+
	Landbouw	0/-	-	--	--
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	0	0	0/+	0
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	0/+	0/+	++	0/+
	Delfstoffenwinning	0/+	+	++	++
	Kabels en leidingen	0/+	0/+	++	0/+
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	0/+	+	++	+
	Energie- en grondstofgebruik	0/-	-	- -	- -

10 Conclusies en vervolg

Dit afsluitende hoofdstuk geeft een overzicht van de belangrijkste conclusies voor wat betreft doelbereik, milieueffecten en de uitvoerbaarheid van het ontwerp Programma Integraal Riviermanagement (IRM). Na een beschouwing van deze conclusies op basis van de uitkomsten van de in hoofdstuk 8 en 9 opgenomen effectbeschrijving, zijn in dit hoofdstuk de cumulatieve effecten van het (richtinggevend) voorkeursalternatief beschreven, en eventuele grensoverschrijdende effecten. Vervolgens zijn de mitigerende maatregelen en aanbevelingen voor het vervolg beschreven. Dit hoofdstuk sluit af met monitoring en evaluatie.

10.1 Conclusies en uitvoerbaarheid van het voorgenomen beleid

In het Programma IRM worden keuzes gemaakt over de beoogde afvoer- & bergingscapaciteit, bodemligging & sedimenthuishouding en natuurontwikkeling. Deze keuzes dienen de verschillende negatieve trends te keren op het gebied van veilige afvoer van hoog water, rivierdynamiek met robuuste natuur, zoetwaterbeschikbaarheid, scheepvaart en ruimtelijke kwaliteit. Het realiseren van de beleidskeuzes kan direct of indirect leiden tot het in meerdere of mindere mate bereiken van de IRM-doelen (zie paragraaf 10.1.1), maar kan daarnaast ook leiden tot andere milieueffecten (zie paragraaf 10.1.2).

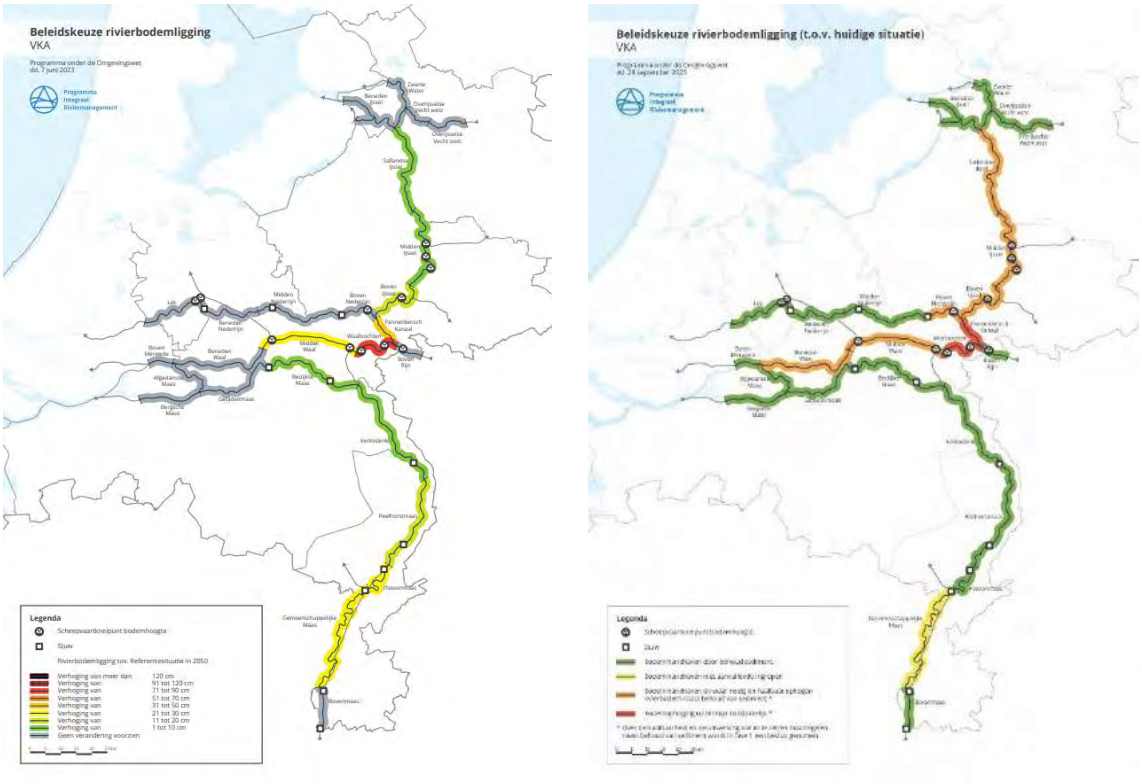
De beleidskeuzes kunnen gerealiseerd worden met diverse maatregelen, zoals het verruimen van het winterbed, het aanpassen van het zomerbed en/of het suppleren van sediment. Welke maatregelen precies genomen gaan worden is nog onbekend. Om inzicht te geven in zowel de mate van doelbereik als potentiële (milieu)effecten is gewerkt met indicatieve pakketten van maatregelen. Er zijn drie alternatieve combinaties van de beleidskeuzes samengesteld (alternatief 1, 2 en 3; zie hoofdstuk 3 voor nadere toelichting). Voor elk alternatief is beoordeeld in hoeverre deze in positieve of negatieve zin bijdraagt aan de vijf IRM-doelen, ten opzichte van de (negatieve) trends die zichtbaar zijn in de referentiesituatie. Ook is beoordeeld welke milieueffecten de alternatieven met zich meebrengen. Uiteindelijk heeft dit geleid tot een (richtinggevend) voorkeursalternatief (richtinggevend) VKA) welke geland is in het ontwerp Programma IRM (zie Figuur 8-1 en 8-2).

Het (richtinggevend) voorkeursalternatief
In het (richtinggevend) voorkeursalternatief mag de rivierbodem niet verder eroderen dan de situatie in 2020. Aanvullend wordt op diverse trajecten ingezet op een nog hoger rivierbodemniveau; het niveau van het jaar 2000. Hiertoe wordt sedimentonttrekking uit het zomerbed stopgezet en zijn aanvullende (en nader uit te werken) maatregelen nodig, zoals suppleties kribverlaging, aanleg van langsdammen en rivierverruimende maatregelen om de erosieve kracht uit de stroming te halen en daarmee verdere erosie te voorkomen. Daarnaast zorgt het (richtinggevend) VKA voor voldoende afvoer- en bergingscapaciteit om hogere afvoeren die in de loop van deze eeuw verwacht worden (voor en na 2050) op te kunnen vangen en ruimtelijke ontwikkelingen (zoals natuur, bodemligging en overige opgaven) te kunnen faciliteren. Dit wordt gedaan met rivierverruimende maatregelen, zoals de aanleg van nevengeulen, maar ook de inzet van (nieuwe) binnendijkse (Barro-)reserveringen. Deze maatregelen zorgen voor het verlagen van de waterstanden, variërend van 0 tot 80 cm ten opzichte van de huidige situatie[18].

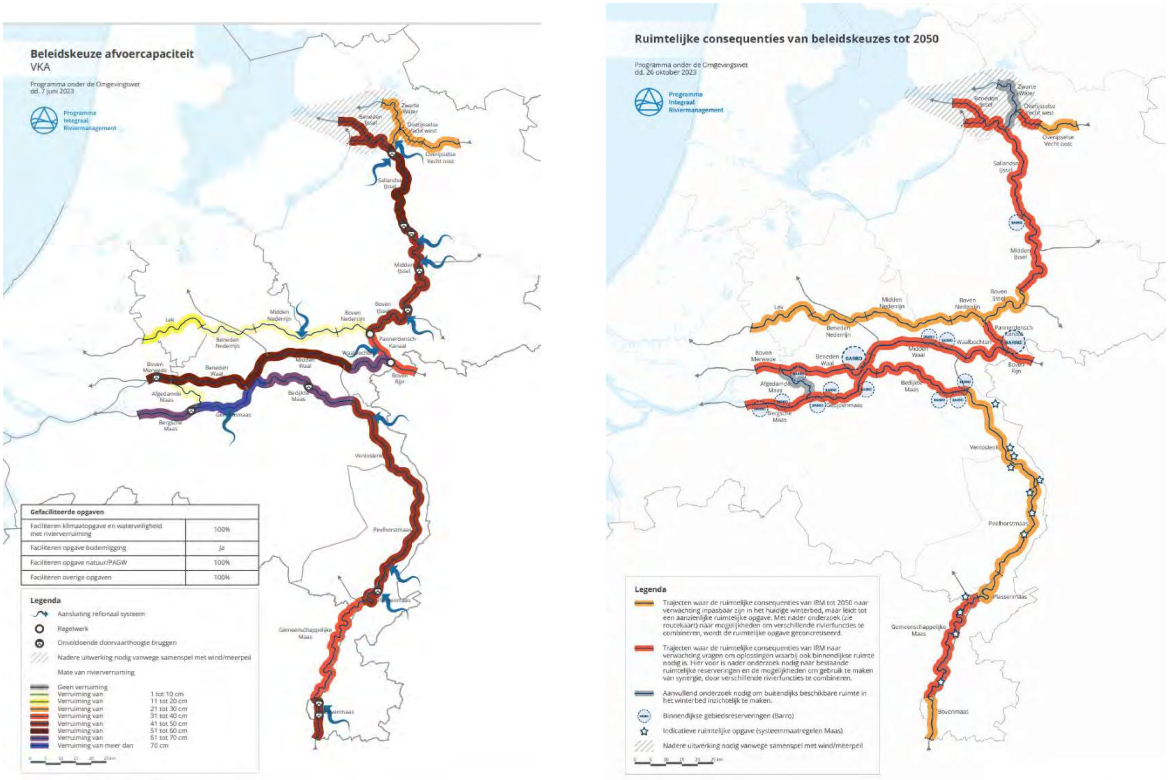
Tot slot wordt in het (richtinggevend) VKA ingezet op behoud en versterking van de Natura 2000, KRW en NNN-gebieden en het realiseren van circa 28.300 ha ecotoopverandering in het rivierengebied (waarvan ca 21.000 ha functieverandering, zie systeemopgave PAGW).

De kaartbeelden van het (richtinggevend) VKA zijn in onderstaande figuren weergegeven. Een groter formaat is te vinden in paragraaf 8.3.2.

[18] *Doordat het alternatief ook invulling geeft aan verschillende opgaven (zoals bijvoorbeeld het omhoog brengen van de bodem of het uitvoeren van de natuuropgave) wordt een deel van deze waterstandverlaging weer teniet gedaan.*



Figuur 10-1 Verandering rivierbodemligging ten opzichte van de referentiesituatie (links) en huidige situatie (rechts)



Figuur 10-2 Verandering waterstand als gevolg van rivierverruimende maatregelen ten opzichte van referentiesituatie (links) en benodigd areaal (rechts).

Algemene conclusie beoordeling
Overwegend draagt het (richtinggevend) VKA in meer of mindere mate bij aan de vijf doelen (zie Tabel 9-11). Gezien de onzekerheden in de benodigde waterstanddaling en mogelijke maatregelen in het (richtinggevend) VKA is het echter nog erg onzeker wat de daadwerkelijk effecten zullen zijn. Veel is afhankelijk van vervolgkeuzes die gemaakt worden bij bijvoorbeeld het uitwerken van de urgente opgaven (zie paragraaf 10.4). Het is dan ook belangrijk om bij nadere uitwerking van het beleid ook op concreter niveau een ‘’vinger aan de pols’’ te houden (bv middels een besluitMER) en aandachtspunten en aanbevelingen voor het vervolg (zie paragraaf 10.4) goed te verankeren in dit proces.

Het (richtinggevend) VKA biedt veel kansen om aan de doelen te voldoen, maar vraagt wel om heel veel ruimte, met name op een aantal riviertrajecten langs de Waal, IJssel en de Maas. Het gaat daarbij om benodigde ruimte voor (zeer) grootschalige rivierverruiming, waaronder meerdere binnendijkse ingrepen (zie areaal Figuur 10-1). Er is nader gedetailleerder onderzoek nodig om te bepalen of hier voldoende ruimte beschikbaar is. Ook is er nadere uitwerking nodig om ter hoogte van de hotspots (Biesbosch, IJssel-Vechtdelta en Gemeenschappelijke Maas) te bepalen of de natuuropgave geheel buitendijks past. Waar dat niet het geval is zal Barro-reservering en/of binnendijks ruimte nodig zijn. Binnen de hotspot Gelderse Poort is nu al duidelijk dat er te weinig ruimte beschikbaar is en dat er ook deels binnendijks gezocht moet worden. Binnendijkse ruimte ligt veelal buiten de Natura 2000-begrenzing, maar draagt indirect wel bij aan een robuust systeem.

Het richtinggevende VKA is in principe technisch maakbaar. Er kan immers geput worden uit een set aan eerder geïmplementeerde maatregelen. Actief en grootschalig rivierbodembeheer is echter iets nieuws. Dat is nog niet eerder zo omvangrijk en grootschalig gedaan. Hiervoor is kennis en innovatie nodig ook met betrekking tot uitvoerbaarheid en maakbaarheid. Rijkswaterstaat voert in opdracht van het Ministerie van IenW haalbaarheidstoetsen uit met betrekking tot het rivierbodembeleid. Dit betreft o.a. een analyse naar (het mogelijk beschikbaar maken van) sediment aanbod vanuit het riviersysteem, vanuit beheer en onderhoud, vanuit uitvoering van nieuwe rivierprojecten en vanuit derden. Ook is een beperkte onderbouwing gemaakt van de haalbaarheid en uitvoerbaarheid van een besluit om de bodemerosie van de Waal te stoppen, de afvoerverdeling over de Rijntakken bij laagwater te herstellen en de rivierbodem van de Waal omhoog te brengen [Deltares, 2023].

De conclusie van de studie is dat mogelijke maatregelen om deze keuzes te realiseren niet los van elkaar zijn uit te werken. Maatregelen op het gebied van sedimentmanagement kunnen sneller uitgevoerd worden dan de maatregelen gericht op herinrichting van een gebied (zoals bijvoorbeeld het maken van een meerdere stroomgeulen-systeem). De totale benodigde tijd tot en met de uitvoering van herinrichtingsmaatregelen wordt geschat op 10 tot 20 jaar. Het advies is daarom om eerst de vereiste leerervaring met beide type maatregelen op doen: op korte termijn projecten starten, inclusief de monitoring ervan. Zo kan er zicht komen op haalbaarheid, betaalbaarheid, beheerbaarheid, maakbaarheid en uitvoerbaarheid, en gebouwd worden aan een fundament aan kennis en ervaring om later te beslissen over de concrete na te streven bodemligging. In het Programma IRM wordt voorgesteld om een adaptieve aanpak te volgen, waarbij in nationale en regionale uitvoeringsstrategieën benodigde (vervolg)onderzoeken worden uitgevoerd, maatregelen uitgewerkt en middels pilots en projecten ervaring wordt opgedaan die gebruikt kan worden om de beleidskeuzen indien nodig te herijken.

Daarnaast hebben deze ingrepen negatieve milieueffecten op bestaande waarden en gebruiksfuncties (bijvoorbeeld op cultuurhistorisch waardevolle landschappen, landbouwgebied of woonfuncties). Het (richtinggevend) VKA genereert tussen de 4,4 en 13,3 miljard aan kosten (zie KKBA, paragraaf 10.1.4). Het behoort tot de mogelijkheden om op trajecten waar de ruimte té beperkt is voor de opgaven een keuze te maken welke opgaven prioriteit hebben en/of om een deel van de klimaatopgave toch op te vangen met dijkverhoging.

Uit het planMER en de Passende Beoordeling blijkt dat het resultaat van de beoordeling van het doelbereik, de milieueffecten en de gevolgen voor Natura 2000- doelstellingen de uitvoerbaarheid van het programma niet in de weg staan. De conclusies die hieraan ten grondslag liggen zijn hierna toegelicht.

10.1.1 Doelbereik

In het ontwerp Programma IRM zijn een vijftal IRM-doelen opgenomen als te bereiken eindsituaties:
1. veilige afvoer en berging van hoogwater
2. robuuste zoetwaterbeschikbaarheid
3. dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur
4. vlot en veilig transport over water
5. regionale economische ontwikkeling met versterking van de ruimtelijke kwaliteit

Uit de beoordeling is op te maken dat het (richtinggevend) VKA van de beleidskeuzes overwegend positief bijdraagt aan de IRM doelen voor zowel de Rijntakken als de Maas (zie tabellen Tabel 9-11 en Tabel 9-12). Geen van de beleidskeuzes van het (richtinggevend) voorkeursalternatief heeft een nadelig effect op het doelbereik. De volgende overwegingen illustreren deze conclusie:

- Het (richtinggevend) VKA draagt bij aan een veilige afvoer en berging van hoogwater door het vergroten van de afvoer- en bergingscapaciteit van de rivieren en het verdelen van de hoogwaterafvoer over de Rijntakken conform de afgesproken verdeling. Dit wordt bereikt doormiddel van rivierverruimingen. Als gevolg hiervan daalt de hoogwaterstand met tot maximaal 40 centimeter ten opzichte van de referentiesituatie[19]. Deze verlagingen zorgen potentieel voor een reductie op de benodigde dijkversterking (bij een hoogteopgave van de dijken) tot 2050 en verlengt het de levensduur van overige dijken.
- Het (richtinggevend) VKA draagt bij aan een robuuste zoetwaterbeschikbaarheid en voldoende grond- en oppervlaktewater in periodes van droogte en lage afvoeren. Dit wordt gerealiseerd door het gelijkhouden of omhoog brengen van de bodemligging (en daarmee ook de laagwaterstanden) waardoor er minder beperkingen ontstaan bij inlaatpunten. Ook zorgt de verhoogde bodemligging ervoor dat de afvoerverdeling over de Rijntakken verbetert: er gaat bij laagwater iets meer afvoer richting de IJssel (nationale zoetwaterbuffer). De verminderde afvoer naar de Waal zorgt aan de andere kant voor een kleine afname van de zoetwatervoorziening in het voorzieningsgebied van de Waal. Doordat de Waal enkele malen groter is dan de IJssel, is het effect van de verminderde afvoer kleiner. De mate van verzilting blijft praktisch gelijk, onafhankelijk van de rivierbodemligging (Asselman et al., 2022b). Het (richtinggevend) VKA heeft nauwelijks effect op de zoetwatervoorziening van de Maas, omdat deze grotendeels gestuwd is en meer afhankelijk van een ‘regenregime’ en de afvoeren die bovenstrooms ons land binnenkomen.
- Het (richtinggevend) VKA draagt bij aan een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur door het realiseren van een natuurlijke hydro- en morfodynamiek, een goede ecologische waterkwaliteit en het borgen van voldoende ruimte voor natuur. Dit is voornamelijk het gevolg van de uitvoering van de PAGW. Om de natte ecotopen te realiseren en duurzaam in stand te houden, is verbetering van de hydrodynamische condities en verhoging van de (voorjaars)grondwaterstanden nodig. Dit geldt met name voor de drogere uiterwaarden in de hotspot-gebieden Gelderse Poort en Gemeenschappelijke Maas. Door de uitvoering van de PAGW is het de verwachting dat het (richtinggevend) VKA een sterke bijdrage heeft aan het doelbereik.
- Het (richtinggevend) VKA draagt door het gelijk houden of omhoog brengen van de bodem bij aan het bevaarbaar houden van vaarwegen en het behouden en ontwikkelen van toegankelijke en bereikbare (overnachtings)havens en sluizen. Doordat de bodem van de eroderende Rijntakken

[19] *Dit betreft het deel dat wordt gebruikt ter compensatie van de klimaatopgave, niet ter compensatie van andere opgaven (waterstandsneutraal uitvoeren van verhoging bodem, PAGW, etc.).*

omhoog wordt gebracht, betekent dit een vermindering in de hoogte van bestaande drempels in de rivier, waardoor er sprake is van een meer constante waterdiepte. Dit verlaagt het aantal dagen dat niet wordt voldaan aan de norm (waterdiepte bij OLA) en verbetert de bereikbaarheid van havens en sluizen ten opzichte van de referentiesituatie.

- Door de ongelijke verhoging van de rivierbodem rond het splitsingspunt Pannerden gaat er met het (richtinggevend) VKA bij laagwater minder afvoer naar de Waal en meer naar de IJssel. Met het (richtinggevend) VKA verbetert de bevaarbaarheid langs de IJssel en de Nederrijn-Lek. De afname van de afvoer naar de Waal zorgt voor een kleine afname in de beschikbare waterdieptes bij laagwater. Afhankelijk van de uitwerking van maatregelen, zal de optelsom voor de Waal positief danwel (licht) negatief kunnen worden. Wegens haar gestuwde karakter en parallelle kanalen heeft het (richtinggevend) VKA weinig invloed op de Maas. Door grootschalige werkzaamheden kan er (tijdelijke) hinder voor de scheepvaart ontstaan.
- Het (richtinggevend) VKA draagt bij aan het creëren van ruimte voor en het stimuleren van regionale economische ontwikkelingen passend bij de kernkwaliteiten van het gebied. Dit is het resultaat van de beoogde rivierverruimende maatregelen en natuurontwikkeling die mogelijkheden bieden voor nieuwe en slimme combinaties van functies op het gebied van b.v. riviergebonden bedrijvigheid, natuur-inclusieve landbouw en (water)recreatie. Ook kan hierdoor de belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarden van het gebied toenemen.

Tabel 10-1 Samenvatting effectbeoordeling doelbereik Rijntakken (incl. PAGW)

IRM doelen	Aspect	(richtinggevend) VKA		
		Bovenrijn, Waal & Boven-Merwede	Nederrijn & Lek	IJssel, p.kanaal, Vecht & Zwarte Water
Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	++	0	++
	Waterbergingscapaciteit	0/+	0	0/+
Robuuste zoetwaterbeschikbaarheid	Zoetwatervoorziening	0/-	0	+
	Laagwaterstanden	+	0	+
Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	++	0/+	++
	Morfodynamiek	++	+	++
	Ruimte voor natuur-ontwikkeling	++	++	++
Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laag water	0	+	+
Regionale economische ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	++	0	++
	Ruimtelijke kwaliteit	+	0/+	+

Tabel 10-2 Effectbeoordeling doelbereik Maas (incl. PAGW)

	IRM doelen	Aspect	(richtinggevend) VKA
	Veilige afvoer en berging van hoogwater	Hoogwaterstanden	++
		Waterbergingscapaciteit	++
	Robuuste zoet-waterbeschikbaar	Zoetwatervoorziening	0
		Laagwaterstanden	0/+
	Dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur	Hydrodynamiek	+
		Morfodynamiek	+
		Ruimte voor natuurontwikkeling	++
	Vlot en veilig transport over water	Bevaarbaarheid bij laag water	0
	Ruimtelijke economishe ontwikkeling met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit	Regionale economische ontwikkelingen	++
		Ruimtelijke kwaliteit	+

10.1.2 Milieueffecten

In onderstaande tabel zijn de milieueffecten van het (richtinggevend) VKA zichtbaar.

Tabel 10-3 Effectbeoordeling milieueffecten (richtinggevend) VKA Rijntakken en Maas (incl. PAGW)

	Aspect	(richtinggevend) VKA (Rijntakken)	(richtinggevend) VKA (Maas)
Natuur	Natura 2000- gebieden	++	++
	Natuurnetwerk Nederland	++	++
	Kaderrichtlijn Water	++	++
	Beschermde soorten	++	++
Landschap en cultuurhistorie	Effect op landschappelijke waarden	++	++
	Effect op cultuurhistorische waarden	-	-
	Effect op archeologische waarden	–	–
Bodem en zoutindringing	Bodemkwaliteit	0	0
	Zout-indringing	0/-	0/-
Overige scheepvaart	Nautische veiligheid	0/-	0/-
	Scheepvaarteffecten bij hoog water	0/+	0/+

Gebruiksfuncties	Wonen en werken	-	-
	Recreëren	++	+
	Landbouw	-	--
	Beschikbaarheid drink- en industriewater	+	0
	Stabiliteit oevers en kunstwerken	0/+	0/+
	Delfstoffenwinning	++	++
	Kabels en leidingen	+	0/+
Duurzaamheid	Adaptiviteit en klimaatverandering	+	+
	Energie- en grondstofgebruik	- -	- -

Onderstaand volgen per thema de belangrijkste conclusies:

- **Natuur:** Het (richtinggevend) VKA met daarin realisatie van de 28.300 ha ecotoopverandering vanwege de PAGW-opgave leidt tot een klimaatbestendig rivierecosysteem waarin alle belangrijke habitats en kenmerkende soorten een plaats vinden. Buitendijkse rivierverruimingsmaatregelen biedt kansen om voor Natura 2000-waarden die nu te versnipperd voorkomen (zoals ooibossen en stroomdalgraslanden) robuuste eenheden te creëren. Door het omhoog brengen van de rivierbodem neemt de rivierdynamiek, sedimentuitwisseling en de inundatieduur van de uiterwaarden toe. Dit is gunstig voor droge habitattypen die profiteren van zandafzetting als stroomdalgraslanden en voor natte habitattypen die verdrogingsgevoelig zijn, zoals zachthoutooibos. Het (richtinggevend) VKA biedt ook kansen voor NNN door het verbeteren van de connectiviteit in het rivierengebied en klimaatrobuust maken. Door onder meer het creëren van extra paaigronden voor vis, leefgebied voor macrofauna en groeiplaatsen voor watervegetatie wordt ook bijgedragen aan het KRW doelbereik. Ook realiseert het (richtinggevend) VKA voldoende ruimte voor duurzame populaties van (beschermde) soorten die thuishoren in het rivierengebied zoals de meervleermuis, otter, bever, rivierrombout, houting en steur. Het (richtinggevend) VKA leidt tot een positieve bijdrage (++) op de Natura 2000 gebieden, NNN, beschermde soorten en KRW.
- **Landschap en cultuurhistorie;** Het (richtinggevende) voorkeursalternatief zorgt doormiddel van het tegengaan van verdroging dat aanwezige landschappelijke en cultuurhistorische waarden behouden blijven. Ook de rivierverruimende maatregelen (zowel binnen- als buitendijks) bieden kansen voor het versterken van het landschap. Voorwaarde is dat bij de nieuwe inrichting rekening wordt gehouden met de identiteiten van het rivierenlandschap. Ook kunnen cultuurhistorische waarden en structuren zoals nevengeulen worden geaccentueerd of teruggebracht. Daar staat tegenover dat rivierverruimende maatregelen of natuurontwikkeling ook een risico vormen op de aanwezige cultuurhistorische waarden van het rivierengebied zoals verkavelingen, paden en groenstructuren. Een aandachtspunt vormt daarnaast het verlagen van de zomerkades. Dit heeft een negatief effect op de landschappelijke en cultuurhistorische waarden, doordat de routing en het uitzicht aangetast worden. Voor het (richtinggevend) VKA worden grote delen van het rivierengebied vergraven wat een negatief effect kan hebben op de archeologische waarden in de ondergrond. Voor de impact op de landschappelijke en cultuurhistorische waarden scoort het (richtinggevend) VKA respectievelijk zeer positief **(++)** en licht negatief **(-)**. Voor impact op de archeologische waarde scoort het (richtinggevend) VKA **(- -)**.
- **Bodem en zoutindringing:** Het (richtinggevend) VKA scoort neutraal op de bodemkwaliteit, omdat deze volgens regelgeving niet mag verslechteren als gevolg van werkzaamheden. Volgens deze regelgeving moet de kwaliteit van de bodem gelijk blijven of verbeteren (bijvoorbeeld als gevolg van saneringen). De mate van zoutindringing wordt in het (richtinggevend) VKA licht negatief beïnvloed. Doordat er in dit alternatief sprake is van een vermindering van afvoer naar de Waal, is er ook een verslechtering van de mate van zoutindringing te verwachten bij de Rijn-Maasmonding. Aan de andere

kant is er dan wel sprake van een lichte afname van zoutindringing ter hoogte van het IJsselmeer (door toename afvoer IJssel). Dit speelt echter in mindere mate.

- **Overige scheepvaart:** De bodemverhoging in het (richtinggevend) VKA zorgt ervoor dat met name bij vaste lagen en aansluitingen met havens de kans op incidenten (aanvaring met de bodem) afneemt: de drempelvorming is namelijk minder en de waterdiepte boven de drempels groter (bijv. bij de vaste laag van Nijmegen waar frequent incidenten voorvallen). De hogere laagwaterstanden kan ook de congestie bij sluizen in enige mate verminderen doordat deze vaker en langer kunnen opereren. Ook kan er met een grotere beladingsgraad worden gevaren en neemt de scheepvaartintensiteit enigszins af t.o.v. de referentiesituatie. Ook dit is gunstig voor de nautische veiligheid. Daartegenover staat dat de uitvoerings- en onderhoudswerkzaamheden voor de bodem voor veel varend materieel in de vaarweg zorgen. Ook kunnen er door de rivierverruimingen meer locaties komen waar er hinderlijke dwarsstroming ontstaat. De doorvaarthoogte bij bruggen zullen met het (richtinggevend) VKA iets groter worden door het creëren van extra afvoercapaciteit en de daarmee gepaarde lagere waterstanden bij hoge afvoeren. In bepaalde situaties kan dit ertoe leiden dat schepen extra lading mee kunnen nemen (een extra laag containers).
- **Gebruiksfuncties:** Qua gebruiksfuncties worden er in het (richtinggevend) VKA risico's voorzien voor landbouw en wonen & werken. Dit is het gevolg de van de grootschalige binnen- en buitendijkse rivierverruimende maatregelen en de realisatie van de PAGW, die beiden veel ruimte vragen. Er geldt dat op sommige plekken voor de waterstandsverlaging meer ruimte nodig is dan alleen buitendijkse ruimte. Langs de Bedijkte Maas, Midden Waal, Waalbochten, Boven Merwede, Beneden Waal Midden IJssel zijn er naast buitendijkse ruimte ook barro-reserveringen nodig. Bij de Bergsche Maas, Getijdenmaas, Sallandse IJssel, Beneden-IJssel en de Overijsselse Vecht is de opgave zo groot dat er naast buitendijkse ruimte en barro-reserveringen mogelijk ook aanvullende binnendijkse ruimte nodig is. Anderzijds biedt het (richtinggevend) VKA voor een aantal gebruiksfuncties veel kansen, zoals voor het stabiel houden van oevers en kades, het veiligstellen van kabels en leidingen en delfstofwinning. Daarnaast wordt in de Rijntakken de kans op een goede beschikbaarheid van drink en industriewater vergroot en biedt het (richtinggevend) VKA mogelijkheiden tot het geven van een impuls aan recreatie.
- **Duurzaamheid:** De mate van adaptiviteit is afhankelijk van of er gewerkt gaat worden met harde of zachte inrichtingsmaatregelen. Rivierverruimende maatregelen en bodemophoging zijn over het algemeen zachte inrichtingsmaatregelen, en daarmee zeer adaptief. Rivierverruimende maatregelen hebben blijvend positieve effecten richting 2100 en zijn in die periode ook nog aanpasbaar (doordat dijkversterking dan nog wel een optie is, aangezien dit eerder nog niet noodzakelijk hoeft te zijn). Anderzijds zijn werkzaamheden in de uiterwaarden vaak onomkeerbaar, wat het alternatief minder adaptief maakt. Doordat het (richtinggevend) voorkeursalternatief geleidelijk wordt uitgevoerd worden er voldoende kansen geboden om het alternatief gedurende het proces nog aan te passen. Qua energie- en grondstofgebruik scoort het (richtinggevend) VKA negatief, omdat hier forse ingrepen zijn voorzien in het rivierengebied om de gewenste situatie te bereiken.

10.1.3 Passende beoordeling

IRM nodig voor realisatie Natura 2000-opgave

De ambitie van IRM is een toekomstbestendig riviersysteem dat meervoudig bruikbaar is en als systeem goed functioneert. De ambitie is aan de hand van de opgaven vertaald in een aantal te realiseren doelen voor de verschillende rivierfuncties, waaraan middels IRM een bijdrage wordt geleverd. Doelen worden geformuleerd als te bereiken eindsituaties, die overigens niet geheel binnen IRM worden gerealiseerd, maar waarvoor ook beleidsontwikkeling en besluitvorming aan andere tafels plaatsvindt, waaronder NPLG.

Het doel is een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur, waarmee ook de instandhouding van de in het kader van de KRW en Natura 2000 gerealiseerde of nog te realiseren doelen is geborgd:

Het natuurlijk riviersysteem wordt hersteld door het creëren van een samenhangend netwerk van natuurgebieden en verbindingszones, waarin typische rivierecotopen worden versterkt en uitgebreid. Deze doelstelling is vastgelegd in een streefbeeld PAGW dat circa 28.300 ha ecotoopverandering omvat en waarbij ingezet wordt op herstel van de natuurlijke dynamiek van de rivieren (natuurlijke hydro- en morfodynamiek, een goede ecologische waterkwaliteit en voldoende ruimte voor natuur).

Maatregelen die nu al zijn benoemd en vastgelegd in het kader van de natuurafspraken tussen rijk en provincie, de KRW en de beheerplannen voor Natura 2000 vormen voor de PAGW en daarmee ook het IRM een gegeven en een vertrekpunt.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat maatregelen in het kader van bodemligging en sedimenthuishouding een positieve bijdrage hebben op de Natura 2000-doelen en in de eindfase geen risico heeft op significant negatieve gevolgen op de Natura 2000-gebieden. Erosie in het zomerbed, de dalende rivierbodem en de daarmee samenhangende lagere grondwaterstanden in de uiterwaarden en daarbuiten leiden tot verdroging van uiterwaarden. Het verhogen van het zomerbed is daarmee een belangrijke maatregel om het knelpunt van verdroging in de uiterwaarden tegen te gaan. Het draagt bij aan herstel van de verstoorde rivierdynamiek en vergroot de potentie voor realisatie van natte riviernatuur. Dat is nodig om uiteindelijk het knelpunt van te kleine arealen en versnipperde leefgebieden in de Natura 2000-gebieden op te kunnen lossen met meer ruimtelijke maatregelen in de uiterwaarden.
Daarnaast zijn maatregelen ten behoeve van de afvoer- en bergingscapaciteit nodig om de Natura 2000-opgave te realiseren, ook voor de toekomst wanneer klimaateffecten een steeds grotere impact hebben op de natuuropgave. Belangrijke voorwaarden (condities) voor het herstel van de natuurlijke dynamiek zijn het voorkomen van verdere bodemerosie, verhoging van de bodemligging van de rivier en verlaging van uiterwaarden en zomerkades, aansluitend bij de DNA van de rivier.

De grootschalige rivierverruiming die IRM voorziet is essentieel om de rivierbodemerosie te beperken, en de daaraan gerelateerde knelpunten in de Natura 2000-opgave, waaronder de verstoorde rivierdynamiek, verdroging, versnippering en te kleine arealen aan te pakken. Daarmee zijn de beleidskeuzes vanuit IRM uitvoerbaar vanuit de Wet natuurbescherming.

Aandachtspunten voor vervolgbesluiten en aanlegfase
Het beleid uit het IRM is nog niet zo concreet uitgewerkt dat de effecten al volledig in beeld gebracht kunnen worden. Uit de passende beoordeling zijn wel aandachtspunten voor vervolgbesluiten naar voren gekomen. Deze aandachtspunten leiden niet tot conflicterende doelen waardoor beleidsaanpassing van IRM nodig zou zijn, maar moeten in de vervolgfase ook niet uit beeld raken.

Ook voor de aanlegfase zijn risico's voorzien, met name wanneer maatregelen op grote schaal en tegelijkertijd worden uitgevoerd. In de praktijk zal dit niet zo snel aan de orde zijn omdat de gevolgen tijdelijk zijn en de uitwerking van het beleid en de uiteindelijke uitvoering gefaseerd zal plaatsvinden.

De aandachtspunten voor vervolgbesluiten en aanlegfase zijn opgenomen in paragraaf 10.4.2 van dit planMER onder het kopje ''natuur'' en beschreven in de passende beoordeling (bijlage 1).

10.1.4 Kosten en Baten

Ter ondersteuning van de beleidskeuzes in het Programma IRM is er naast het PlanMER een kengetallen kosten-batenanalyse (KKBA) opgesteld. De KKBA is gericht op een globale raming van de kosten en baten van drie binnen IRM ontwikkelde 3 beleidsalternatieven alsmede die van het (richtinggevend) voorkeursalternatief. Met de term 'kengetallen' wordt aangegeven dat zowel kosten als baten meerendeels bepaald zijn op basis van beschikbare, globale kengetallen.

Geconcludeerd is dat voor de Maas de kosten van het (richtinggevend) VKA ca. € 4,9 miljard betreffen. Voor de Rijn is dit ca. € 8,4 miljard. De baten voor de Rijn zijn ingeschat op ca. € 1,6 miljard en voor de Maas € 1,7 miljard. .

10.2 Cumulerende effecten

In dit planMER zijn de beleidskeuzes voor bodemligging & sedimenthuishouding, afvoer- & bergingscapaciteit en natuurontwikkeling integraal beschouwd en beoordeeld. Daarnaast zijn de opstuwende effecten van natuurmaatregelen, het omhoog brengen van de bodemligging en het realiseren van overige ruimtelijke opgaven binnen de alternatieven reeds gecompenseerd (zie onderstaande tabel). Daardoor hoeven de afzonderlijke maatregelen die onderdeel uitmaken van IRM niet meer cumulatief beschouwd te worden.

Tabel 10-4 Afvoercapaciteit in de alternatieven

	Faciliteren klimaatopgave en waterveiligheid	Faciliteren opgave bodemligging	Faciliteren opgave natuur/PAGW	Faciliteren overige opgaven
Referentiesituatie	Nee	n.v.t.	Nee	Nee
Alternatief 1	Nee	Ja	100%	Nee
Alternatief 2	50%	n.v.t	100%	50%
Alternatief 3	100%	Ja	100%	100%
(richtinggevend) voorkeursalternatief	100%	Ja	100%	100%

Bij de nadere uitwerking van het beleid, bijvoorbeeld bij het oppakken van specifieke opgaven, kunnen zich op maatregelniveau wel cumulatieve effecten voordoen indien de integrale IRM maatregelen samen vallen met sectorale ingrepen. Deze sectorale ingrepen zijn echter nog niet bekend, maar kunnen uiteindelijk wel van invloed zijn als ze in ruimte én tijd samenvallen. Zo kan er bijvoorbeeld sprake zijn van cumulatieve verstoring tijdens uitvoering, wanneer op te veel locaties tegelijkertijd uitvoering plaats vindt. Bij de regionale uitwerking van het beleid zullen daarom eventuele cumulatieve effecten op maatregelenniveau in die gebieden steeds moeten worden bezien.

10.3 Grensoverschrijdende effecten

Uit de keuzes over de bodemligging & sedimenthuishouding, afvoer & bergingscapaciteit en natuurontwikkeling in Nederland vloeien naar verwachting geen grensoverschrijdende milieueffecten voort in België of Duitsland die de uitvoerbaarheid van het ontwerp Programma IRM in de weg staan. Dit komt mede doordat geen sprake is grootschalige (negatieve) milieueffecten en alles minimaal waterstandneutraal wordt uitgevoerd. Hierdoor zijn er naar verwachting geen waterstandseffecten richting België of Duitsland. Wel kunnen de beoogde ingrepen op de Gemeenschappelijke Maas een positief effect hebben op de grondwaterstanden in België. Een ander aandachtspunt betreft stikstof in de uitvoeringsfase. Bij de nadere uitwerking van het beleid dient rekening gehouden te worden hiermee.

10.4 Aandachtspunten voor het vervolg

Hierna zijn de belangrijkste aandachtspunten voor het vervolg toegelicht. Dit zijn de aanbevelingen die op basis van de uitkomsten van dit planMER worden meegegeven voor de vervolgstappen en uitvoering van het beleid, optimalisatie en mitigatie, onzekerheden en leemten in kennis, én monitoring en evaluatie. Dit is hierna toegelicht.

10.4.1 Vervolgstappen en uitvoering van het beleid

Adaptief door gefaseerde aanpak

Het Programma IRM voorziet in een adaptieve aanpak die voorziet in opeenvolgende fasen. Het resultaat van de eerste fase zijn uitvoeringsstrategieën voor Rijn, Maas en voor (inter)nationaal niveau. In de tweede fase wordt gestart met de uitvoering van de strategieën. De aanpak is adaptief doordat de uitvoeringsstrategieën elke zes jaar herijkt worden.

De werkzaamheden voor de eerste fase worden vastgelegd in werkplannen die voor twee jaar worden opgesteld, inclusief een haalbare planning. In de werkplannen is ook de programmaorganisatie beschreven en de wijze waarop monitoring plaatsvindt.

De drie uitvoeringsstrategieën worden elk gezamenlijk door rijk en regio opgesteld en doen recht aan de verschillende ruimtelijke schaalniveaus.

Uitvoeringsstrategieën

De nationale uitvoeringsstrategie omvat op hoofdlijnen:

- Een generieke strategie of programma voor rivierbodemzorg, sediment en bergings- en afvoercapaciteit
- Een doorlopende kennisagenda voor het riviersysteem en de concretisering van beleidskeuzes
- De activiteiten die nodig zijn voor de implementatie van het kader voor gebiedsgericht samenwerking (financieringsarrangementen, spelregels, procedures).

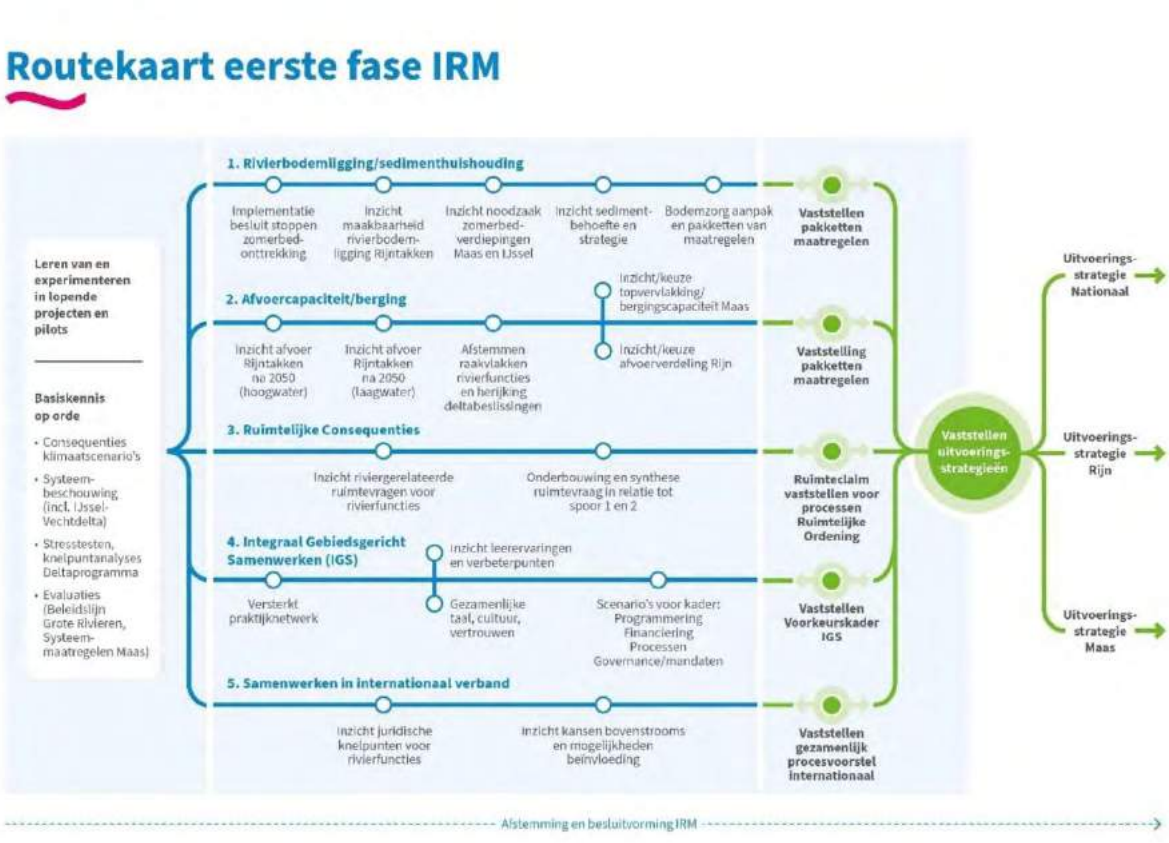
De uitvoeringsstrategieën voor Maas en Rijn omvatten op hoofdlijnen:

- Een pakket van maatregelen op basis waarvan concrete projecten geprogrammeerd kunnen worden richting uitvoering, inclusief de benodigde financiering.
- Een beschrijving en kaartbeeld van de benodigde gebiedsuitwerkingen, projecten en eventuele andere activiteiten, die voortkomen uit de concretisering van de beleidskeuzes
- Een concrete vertaling van het kader voor integraal en gebiedsgericht werken (financieringsarrangementen, spelregels, procedures) naar de gebiedsuitwerking, projecten en wijze van samenwerking binnen de uitvoeringsstrategieën voor Rijn en Maas.

Voor fase 1 van IRM is een routekaart met vijf sporen (zie figuur 10.4) opgesteld. De programmatische sturing is gericht op de volgordelijkheid van de te bereiken (tussen)resultaten per spoor, en tegelijkertijd op afhankelijkheden tussen de sporen. De eerste fase gaat met name over vergroten, verdiepen én integreren van (riviertechnische en proces) kennis, om de benoemde beleidskeuzes verder uit te werken naar bijvoorbeeld maatregelpakketten en uitvoeringsstrategieën. En ook, indien mogelijk, het voortvarend aanpakken van specifieke, actuele problemen (bijv. knelpunten t.a.v. de rivierbodemligging). Resultaten van fase 1 leiden tot nadere uitwerking en indien nodig tot tot herijking (op onderdelen) van het Programma IRM. Er vindt afstemming plaats op de raakvlakken met andere nationale programma's, zoals de nota Ruimte. Ook zullen (tussen)resultaten van IRM worden afgestemd met en ingevoegd in de (zesjaarlijkse) herijking van de Deltabeslissingen en Voorkeurstrategieën van het Deltaprogramma. De huidige governance wordt in de eerste fase in stand gehouden, wel wordt verkend hoe de governance verbeterd kan worden. Indien nodig kunnen projecten vanwege resultaten in fase 1 starten voordat een uitvoeringsstrategie vastgesteld is. In het Programma IRM (tabel 2) zijn de al lopende projecten opgenomen die nu ook al een bijdrage leveren aan IRM.

Routekaart

De basis voor de routekaart eerste fase IRM waarop verder wordt gewerkt, zijn de systeembeschouwing voor de rivieren en een aantal aanvullende onderzoeken. Denk daarbij aan de doorvertaling van de in oktober 2023 gepubliceerde update van de klimaatscenario's naar het riviersysteem, de systeembeschouwing voor de IJssel-Vechtdelta (inclusief opstuwing vanuit Ketelmeer bij storm), stresstesten en evaluaties van de systeemmaatregelen Maas en de Beleidslijn Grote Rivieren. Ook de lessen uit de pilotprojecten IRM leveren nadere kennis en ervaring op over de kansen en belemmeringen bij gebiedsgericht samenwerken. Mede daarom is de voortzetting van de lopende projecten en pilots van groot belang, om een betekenisvolle stap te zetten met gebiedsgericht samenwerken.



Figuur 10-3 Routekaart eerste fase IRM

De eerste fase van IRM bestaat uit vijf sporen die onderling samenhangen, parallel aan elkaar worden doorlopen en waartussen (beslis)informatie uitgewisseld zal worden. Dit zijn: 1) rivierbodemligging en sedimenthuishouding, 2) afvoer- en bergingscapaciteit, 3) ruimtelijke consequenties, 4) integraal gebiedsgericht samenwerken en 5) samenwerken in internationaal verband. In deze sporen staat een aantal maatregelen die nu al kunnen worden uitgevoerd. De nadruk ligt echter met name op het creëren van inzichten op basis van onderzoek, het aanscherpen van de beleidskeuzes van het Programma IRM en het concretiseren van pakketten van maatregelen en werkwijzen. De vijf sporen zijn hieronder nader toegelicht:

1. **Concretisering beleidskeuze rivierbodemligging en sedimenthuishouding**

Dit spoor leidt tot pakketten van maatregelen inclusief benodigde financiering die door verschillende partijen in samenhang worden opgesteld en zoveel mogelijk bijdragen aan de vijf rivierfuncties. Deze pakketten zijn de basis voor de uitvoeringsstrategieën. Daarvoor zal ten eerste het besluit om ontgrondingen in het zomerbed te stoppen worden geïmplementeerd. Ten tweede wordt de maakbaarheid van de rivierbodemligging van de Rijntakken en de noodzaak van het in stand houden van zomerbedverdiepingen inzichtelijk gemaakt. Hierbij wordt ook een inschatting gemaakt van wat eventuele (neven)effecten op de vijf functies zijn. Ook wordt de sedimentbehoefte bepaald en een sedimentstrategie opgesteld. Tenslotte zal een aanpak voor rivierbodemzorg worden opgesteld.

2. **Concretisering beleidskeuze afvoer- en bergingscapaciteit**

Dit spoor leidt tot pakketten van maatregelen inclusief benodigde financiering die door verschillende partijen in samenhang worden opgesteld en zoveel mogelijk bijdragen aan de vijf rivierfuncties. Deze pakketten zijn de basis voor de uitvoeringsstrategieën. Daarvoor wordt ten eerste inzichtelijk of en tot wanneer het beleid om bij hoogwater de Lek te ontzien houdbaar is. Daarnaast wordt inzicht geboden in de noodzaak en mogelijkheden om, zowel voor hoogwater als laagwater situaties, de Waal te verruimen. Vervolgens wordt een inschatting gemaakt van wat de raakvlakken en afwegingen zijn voor mogelijke keuzes voor afvoer in relatie tot de vijf rivierfuncties. Daarna wordt een keuze voor de afvoerverdeling op de Rijn en een keuze voor de topvervlakking en bergingscapaciteit op de Maas voorgelegd, die zoveel mogelijk bijdragen aan de vijf rivierfuncties.

3. **Concretisering ruimtelijke consequenties**

Dit spoor leidt tot een concretisering van een ruimteclaim langs de rivieren die kan worden ingebracht in lopende RO-processen, waaronder de Nota Ruimte, van het rijk en de provincies en gemeenten waar dat nodig is. Daarvoor is eerst inzichtelijk gemaakt wat de consequenties zijn van de klimaatscenario's voor de rivierafvoeren. Ten tweede wordt nader inzichtelijk gemaakt wat alle riviergerelateerde ruimtevragen zijn van de vijf rivierfuncties en hoe die gecombineerd kunnen worden (synergie), waarna een onderbouwde synthese van de ruimtevraag wordt gemaakt, waarbij rekening wordt gehouden en/of een afweging wordt gemaakt voor de vijf functies.

4. **Kader integraal gebiedsgericht samenwerken**

Dit spoor leidt tot een voorkeurskader: vernieuwde spelregels voor integraal gebiedsgericht samenwerken. De gezamenlijke overheden ontwikkelen dit spelregelkader voor zowel de integrale programmering in het rivierengebied, voor passende financieringsarrangementen en voor besluit- en verantwoordingsprocessen en de bijbehorende governance en mandaten. Als eerste stap om te komen tot integrale programmering worden de programmeringen van PAGW en IRM op elkaar afgestemd. Dit kader wordt vervolgens geïmplementeerd in de uitvoeringsstrategieën. Het praktijknetwerk IRM wordt benut om inzicht te gevenin de verbeterpunten en mogelijke instrumenten voor verbeterde spelregels en ontstaat een gezamenlijke taal, werkcultuur en vertrouwen. Daarvoor wordt het praktijknetwerk IRM versterkt: met meer en nieuwe organisaties, die zich organiseren rondom verschillende vragen en procesinnovaties ten aanzien van programmering, procedures en financiering. Hierbij kijken we specifiek naar de IRM pilotprojecten Gelderse Poort, Vierwaarden en Zuidelijk Maasdal en het onderzoek IJssel-Vechtdelta. Dit leidt tot varianten voor een nieuw spelregelkader integraal gebiedsgericht samenwerken waaruit de partijen kunnen kiezen.

5. **Samenwerken in internationaal verband**

Dit spoor leidt tot gezamenlijk proces van agendering en beïnvloeding in internationaal verband. Daarvoor wordt in kaart gebracht wat mogelijke juridische knelpunten vanuit huidige en in de maak zijnde internationale (met name EU) -wet en -regelgeving zijn bij de concretisering van de beleidskeuzen voor bijvoorbeeld scheepvaart en natuur. Ten tweede wordt inzichtelijk gemaakt wat de kansen zijn voor Nederland van maatregelen bovenstrooms over de grens en hoe die kansen kunnen worden gerealiseerd.

Figuur 10.4 laat binnen de sporen tussenresultaten zien. De routekaart is geen planning en bevat geen jaartallen vanwege het belang van goed onderzoek, samenwerking en onderlinge samenhang. Deze drie bepalen de snelheid waarmee de tussenresultaten behaald kunnen worden. De ontwikkelde kennis en informatie wordt zo snel mogelijk ter beschikking gesteld van bijvoorbeeld nieuw te starten projecten, zodat deze kunnen profiteren van de laatste inzichten over (geactualiseerde) afwegingskaders. Deze tussenresultaten worden bereikt op basis van activiteiten zoals onderzoeken (ook wanneer die buiten IRM geïnitieerd worden bijvoorbeeld bij de Kennisagenda Rivieren), analyses, studies en de ontwikkeling van programma's en kaders. Bij de verdere uitwerking is het richtinggevend voorkeursalternatief uit dit planMER leidend. Wanneer de vervolgbesluiten buiten de kaders van de alternatieven uit dit PlanMER liggen is een aanvullende milieueffectbeoordeling nodig. Deze activiteiten zijn in lijn met de adviezen van de commissie m.e.r.. Binnen de eerste fase zal een eerste werkplan worden opgesteld met activiteiten voor 2024-2025.

Toetsen en onderzoek bij vervolgbesluiten
De Algemene wet bestuursrecht verplicht om bij de voorbereiding van een ruimtelijk plan de nodige kennis te verzamelen over de af te wegen belangen. Onderhavige milieueffectrapportage (planMER) is een voorbeeld van een dergelijke toets. Maar er zijn meer toetsen die Rijk, provincies en gemeenten wellicht zullen moeten betrekken bij de voorbereiding van een ruimtelijk besluit of plan. Afhankelijk van het te nemen (vervolg)besluit, zal steeds moeten worden overwogen of de inzet van één of meerdere van de volgende toetsen nodig of zelfs verplicht is:
• Milieueffectrapportage van plannen (planMER)
• Milieueffectrapportage van projecten (projectMER)
• Passende beoordeling van effecten op Natura2000
• Watertoets
• Archeologisch (voor)onderzoek
• Ecologische toetsen (flora en fauna, EH)
• Externe veiligheidsonderzoek
• Luchtkwaliteitonderzoek
• Akoestisch onderzoek
• Bodemtoets

10.4.2 Mogelijkheden voor optimalisatie en mitigatie

Tijdens het proces van nadere uitwerking van beleidskeuzes en de voorbereiding van maatregelen in de regio, kunnen mogelijkheden voor optimalisatie en mitigatie aan de orde komen. Dan worden pas de precieze maatregelen bekend en is het mogelijk om vast te stellen wat eventuele effecten zijn. Op dat moment kunnen de benoemde kansen voor milieu worden verzilverd, en waar nodig maatregelen worden bepaald om eventuele risico's te mitigeren. Er wordt aanbevolen om bij uitwerking van beleidskeuzes de doelen ook gebiedsspecifiek te maken. Hierna zijn achtereenvolgens de belangrijkste mogelijkheden voor optimalisatie en te mitigeren risico's toegelicht.

Kansen voor optimalisatie doelbereik
In de komende jaren zal duidelijkheid ontstaan over de invulling van de nationale en regionale urgente opgaven, waarna duidelijkheid zal ontstaan over eventuele gevolgen die dit heeft voor het doelbereik. De volgende kansen voor optimalisatie liggen het meest voor de hand:

- In de Rijntakken is de afvoerverdeling bij hoogwater belangrijk voor de hoogwaterstanden. Bij een voortzetting van het beleid "Lek ontzien" voor een afvoer bij Lobith van 17. m^3/s blijven de hoogwaterstanden langs de Nederrijn-Lek met het (richtinggevend) VKA ongewijzigd. Voor de uitvoerbaarheid van dit beleid is het van belang dat de regelwerken bij de splitsingspunten voldoende regelbereik hebben. Doordat in het (richtinggevend) VKA is voorzien dat er maatregelen worden getroffen om de hogere bodemligging te compenseren, verandert de afvoerverdeling niet t.o.v. de referentiesituatie en behouden de regelwerken voldoende regelbereik. Tijdens de realisatiefase is het voldoen aan de beleidsmatige afvoerverdeling een belangrijk aandachtspunt.

- Er liggen ook kansen voor meer sectorale maatregelen. Bijv. het creëren van extra aanvoer- en regelmogelijkheden voor de zoetwatervoorziening naar nationale zoetwaterbuffers en dan in het bijzonder het Ijsselmeer.
- Voor de vaarwegfunctie is het belangrijk dat minimaal de internationaal overeengekomen vaargeuldimensies bij OLR worden instandgehouden. Hierbij zijn lokale optimalisaties mogelijk door frequente en kritische knelpunten weg te nemen.
- Kansen voor het optimaliseren van het doelbereik liggen ook in de uitwerking van de beleidskeuzes in maatregelen. Bijvoorbeeld, het vergroten van de afvoercapaciteit en een hogere bodemligging kunnen (deels) gerealiseerd worden door het langsdammen- of meergeulenconcept. Dit geeft kansen voor de bevaarbaarheid bij laagwater, lagere hoogwaterstanden en het creëren van ruimte voor natuurlijke hydro- en morfodynamiek in de oeverzone.

Kansen voor optimalisatie en mitigatie van risico's voor het milieu
Bij de uitwerking van nationale en regionale urgente opgaven doen zich verschillende mogelijkheden voor optimalisatie voor ten gunste van het milieu. De volgende kansen voor optimalisatie en eventueel te mitigeren risico's zullen bij vervolgbesluiten nadrukkelijk moeten worden afgewogen:

Natuur:
Aandachtspunten voor vervolgbesluiten: Het beleid uit het IRM is nog niet zo concreet uitgewerkt dat de effecten al volledig in beeld gebracht kunnen worden. Uit de passende beoordeling zijn wel aandachtspunten voor vervolgbesluiten naar voren gekomen. Deze aandachtspunten leiden niet tot conflicterende doelen waardoor beleidsaanpassing van IRM nodig zou zijn, maar moeten in de vervolgfase ook niet uit beeld raken.

- Grootschalige herinrichting van het rivierengebied gaat ten koste van landbouwgronden wat met name in de Rijntakken tot gevolg zal hebben dat de draagkracht voor grasetende watervogels zal veranderen. Bij de nadere uitwerking van dit beleid in integrale gebiedsontwikkelingen moet hier aandacht voor zijn, waarbij ook binnendijkse gebieden die buiten de Natura 2000-begrenzing vallen betrokken moeten worden. Grasetende watervogels zijn immers gebonden aan voedselrijke graslanden, maar dergelijke foerageergebieden zijn ook buiten het rivierengebied aanwezig.
- Grootschalige herinrichting heeft ook tot gevolg van de rivier meer invloed krijgt in de uiterwaarden waardoor de rivierdynamiek zal toenemen. Vanuit PAGW is ook het doel om deze laagdynamische hotspots te behouden en verder te versterken en is daarmee belangrijk voor de samenhang. De aandacht moet dan ook vooral gaan naar de kleinere en tussenliggende laagdynamische gebieden. Soorten als kamsalamander en grote modderkruiper komen hier bijvoorbeeld voor. Bij de verdere uitwerking van de rivierverruiming moet er aandacht zijn voor voldoende laagdynamische milieus die zowel onderling als met binnendijkse gebieden verbonden zijn.

Dat maatregelen ten behoeve van een ecologisch robuust riviersysteem ook negatieve gevolgen hebben voor bepaalde Natura 2000-doelen wordt in het kader van PAGW ook onderkend en hiervoor is aandacht in het Natuurwinstplan en de verdere uitwerking van dit beleid.

Aandachtspunten voor aanlegfase: Ook voor de aanlegfase zijn risico's voorzien voor natuur, met name wanneer maatregelen op grote schaal en tegelijkertijd worden uitgevoerd. In de praktijk zal dit niet zo snel aan de orde zijn omdat de gevolgen tijdelijk zijn en de uitwerking van het beleid en de uiteindelijke uitvoering gefaseerd zal plaatsvinden.

- De maatregelen om het zomerbed te verhogen vinden vooral plaats door middel van suppleties in de hoofdstroom van de rivieren. Dit is het leefgebied van habitatrichtlijnsoorten als zeeprik, rivierprik, elft en zalm. Het is van belang om bij uitvoering van de suppleties te voorkomen dat op te grote schaal sprake is van verstoring of andere vorm van aantasting van dit leefgebied.

- Geluid, licht en menselijke aanwezigheid zijn vormen van verstoring die optreden tijdens de uitvoering van de werkzaamheden en die gevolgen kunnen hebben voor verstoringsgevoelige soorten als vogels. In hoeverre er sprake is van negatieve gevolgen is geheel afhankelijk van de wijze van uitvoering en de periode van uitvoering. Ook het tegelijkertijd uitvoeren van verschillende werkzaamheden in het rivierengebied kan hierbij een rol spelen, met name als alternatieve leefgebieden niet voldoende beschikbaar zijn en als soorten geen ruimte hebben om hun leefgebied tijdens de werkzaamheden tijdelijk te ontvluchten.
- Het merendeel van de rivierverruimende maatregelen zal plaatsvinden ter hoogte van landbouwgronden. Het stopzetten van het landbouwkundig gebruik leidt tot een permanente afname van stikstofdepositie. Naar verwachting is deze permanente afname ruim voldoende om de gevolgen van tijdelijke en beperkte toename door de inzet van materieel op te heffen.

Landschap en cultuurhistorie

- Afhankelijk van de exacte locatiekeuzes en wijze van inrichting en uitvoering van concrete maatregelen (zoals bijvoorbeeld rivierverruiming of zandsuppleties) kunnen archeologische waarden in de bodem worden bedreigd. De Monumentenwet - die doorwerkt naar de Wet ruimtelijke ordening en de Wet milieubeheer - stelt dat bij planvorming moet worden aangegeven hoe met archeologische waarden en verwachtingswaarden moet worden omgegaan. Uitgangspunt is dat archeologische waarden behouden blijven of dat maatregelen worden getroffen om archeologische waarden (in situ) te conserveren. Daarom is voor concrete plan- en projectbesluiten archeologisch vooronderzoek voorgeschreven op basis van de Wet op de archeologische monumentenzorg. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij alle concrete vervolgbesluiten.
- Het is belangrijk om cultuurhistorie, archeologie en landschap zo vroeg mogelijk mee te nemen in het ontwerpproces. Op deze wijze kunnen risico's op negatieve effecten beperkt worden, dan wel positieve effecten op deze waarden ontstaan.

Nautische veiligheid:

- Rivierverruiming kan substantiële negatieve effecten hebben op de vaarwegfunctie in de vorm van aanzanding van de vaargeul en/of te hoge dwarsstroomsnelheden. Bij het concreter uitwerken van maatregelen dient dit meegenomen te worden.

Stabiliteit oevers en kunstwerken:

- Als er rivierverruimende maatregelen getroffen gaan worden, dan dient rekening gehouden te worden met de beschermingszone die waterschappen minimaal hanteren. De in het voorland aanwezige weerstand is benodigd voor de waterveiligheid (piping). Graven in deze zone is in principe niet toegestaan, omdat daar de waterveiligheidsopgaven groter kunnen worden. Rivierverruiming in de vorm van geulen kunnen daarnaast ook bijdragen aan drainerende werking van de gebieden binnendijks en zijn om die reden af te raden, als daar in het ontwerp niet rekening mee gehouden wordt.

Wonen en werken

- Bij de nadere uitwerking van binnen- en buitendijkse rivierverruimende maatregelen en de realisatie van de PAGW is het belangrijk om rekening te houden met de ruimte voor voor wonen en werken. Naast ruimtebeslag zijn hierbij ook indirecte effecten, zoals grondwaterstanden en visuele impact van belang.

Landbouw

- De rivierverruimende maatregelen en de realisatie van de PAGW-opgave kan ten koste gaan van agrarisch gebied. Om de impact op de landbouw te beperken kan gezocht worden naar meer natuurinclusieve vormen van landbouw, die gepaard kunnen gaan met goede kansen voor natuur en landschap.

Energie en grondstof gebruik

- Gezien de grote opgave en de benodigde onderhoudsinspaning is het energie- en grondstoffengebruik groot. Het ministerie van I&W heeft de ambitie uitgesproken om in uiterlijk 2030 volledig klimaatneutraal te zijn en circulair te werken. Dit betekent 100% CO_2-reductie, hoogwaardig hergebruik van materialen en halvering van het gebruik van primaire grondstoffen. Om het energie- en grondstoffengebruik te beperken is het belangrijk hier zo veel als mogelijk invulling aan te geven.

10.4.3 Onzekerheden en leemten in kennis

Het ontwerp Programma IRM heeft een agenderend karakter en kent een hoog schaal- en abstractieniveau. Dit milieueffectrapport heeft als gevolg hiervan ook een agenderend karakter en een hoog schaal- en abstractieniveau. Een effectbeoordeling met dit karakter en bovendien gericht op effecten die zich op de lange termijn voordoen, is per definitie omgeven met de nodige onzekerheden en kennisleemten. Bij de effectbeoordeling in dit milieueffectrapport kunnen twee typen leemten in kennis worden aangeduid. Ten eerste bestaat er onduidelijkheid over de daadwerkelijke uitwerking van de voorgestelde keuzes, aangezien de te nemen maatregelen nog niet bekend zijn en de concrete uitwerking hiervan afhankelijk is van nog te nemen vervolgstappen (zie paragraaf 10.4.1). Ten tweede ontbreekt in veel gevallen kennis en informatie over de situatie in de toekomst, waardoor de uitwerking van effecten op dit moment lastig te duiden is. Voor de daadwerkelijke uitvoering van het Programma IRM is daarom meer specifieke kennis nodig die van belang is om bij de verdere uitwerking er van milieugevolgen te voorkomen.

Er zijn diverse onderzoeken nodig die generieke systeemkennis van de rivieren opleveren (als basis voor de routekaart eerste fase). Deze betreffen:

- Doorvertaling consequenties klimaat- en deltascenario's 2 2 4 op afvoer en bergingscapaciteit, rivierbodemligging en afvoerverdeling
- Systeembeschouwing IJssel-Vechtdelta Systeembeschouwing
- Input van onderzoeken stresstesten vanuit klimaatbestendige netwerken HWS en HVWN
- Onderzoek naar voorspelbaarheid van klimaatverandering en impact op beleid(svorming)
- Evaluatie systeemmaatregelen Maas
- Evaluatie Beleidslijn Grote Rivieren

Daarnaast zijn de lessen en leerervaringen uit de lopende projecten en pilots van groot belang voor de routekaart. Voorbeelden van loppende projecten en pilots betreffen Meanderende Maas, Gelderse Poot, Grensmaas Maasvallei en Lob van Gennep. Tenslotte zijn er onderzoeken en activiteiten nodig om de (tussen)resultaten in de routekaart, voor de vijf sporen te bereiken, zodat de uitvoeringsstrategieën kunnen worden opgesteld. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabel. In een werkplan worden de benodigde onderzoeken en activiteiten, de onderlinge verbanden en een haalbare planning verder uitgewerkt.

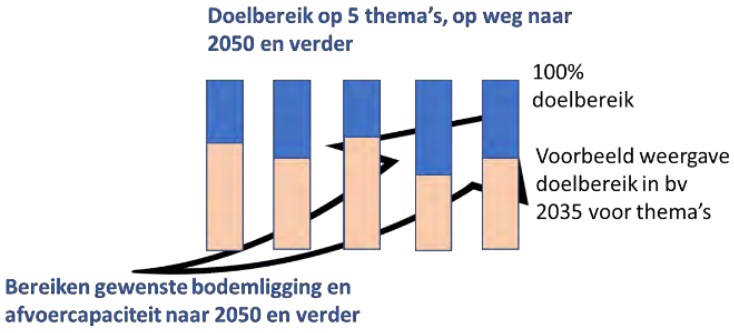
Tabel 10-5 beoogde onderzoeken en activiteiten voor de routekaart eerste fase IRM

Beoogde onderzoeken en activiteiten in de vijf sporen
Rivierbodemligging en sedimenthuishouding
Aanpassen regelgeving en contracten ontgrondingen in zomerbed te stoppen
Onderzoek voor riviersedimentstrategie

Onderzoek noodzaak instandhouden zomerbedverdiepingen in Maas en IJsel
Uitwerken beleidskeuzes rivierbodemligging (maakbaarheid) DGWB
Ontwikkelen aanpak bodemzorg DGWB
Afvoer- en bergingscapaciteit
Onderzoek afvoerverdeling Rijntakken bij hoge afvoeren na 2 5 (‘Lek ontzien’)
Onderzoek afvoerverdeling Rijntakken bij lage afvoeren na 2050
Uitkomsten onderzoek afvoer (laagwater) afstemmen met herijking deltabeslissingen Zoetwater en IJsselmeer en VK ’ sen gebieden
Onderbouwing keuzes voor afvoerverdeling Rijn
Onderbouwing keuzes en topvervlakking/bergingscapaciteit Maas
Ruimtelijke consequenties
Benodigde ruimte Waterveiligheid (Quickscan Barro)
Nadere uitwerking benodigde binnendijkse ruimte vanuit ruimteclaims functies riviersysteem (bodemligging en afvoer, PAGW, scheepvaart, zoetwater, ruimtelijke ontwikkelingen (BOR 2.0))
Synthese en onderbouwing ruimteclaim
Integraal en gebiedsgericht samenwerken (spelregelkader)
Versterken en verbreden praktijknetwerk
Verbeterpunten analyseren uit leerervaringen pilots en projecten
c enario’s ontwikkelen voor spelregelkader: integrale programmering, financieringsarrangementen, besluitvormings- en verantwoordingsprocedures, governance en mandaten
Oefenen met stappen ter programmering integrale verkenning en nieuw kader in een aantal projecten
Onderbouwing voorkeurskader Integraal en gebiedsgericht samenwerking
Samenwerking in internationaal verband
Juridische analyse knelpunten in internationale (vooral Europese) wet- en regelgeving
Instellen werkgroep internationaal en ontwikkelen/uitvoeren strategie voor kansen bovenstrooms en beïnvloeding

10.4.4 Aandachtspunten voor monitoring en evaluatie

Een programmatische aanpak biedt de mogelijkheid om de langetermijn doelen te stellen en gaandeweg via projecten en andere inspanningen aan deze doelen te werken. Rijk en regionale partners werken samen en monitoren samen de voortgang. Door zowel doelbereik als voortgang op de systeemkeuzes op te nemen in een dashboard, zie onderstaand figuur als concept, kan adaptief worden bijgestuurd op beide aspecten.



Figuur 10-4 Monitoring doelbereik

Dit is nodig gezien de lange termijn en de bijbehorende onzekerheden. De inhoud van dit document is op zichzelf al een belangrijke stap in de ontwikkeling van meer samenhangend, gebiedsgerichte samenwerken tussen overheden en andere partijen, waarbij de doelen voor het gehele riviersysteem leidend zijn.

Waar nodig zal flexibel ingespeeld moeten worden op wisselende omstandigheden. Dit kan leiden tot periodieke herijking van het programma. Te doorlopen vragen bij de monitoring zijn:
• Worden doelen gehaald? En passen de nog te nemen besluiten nog binnen de reikwijdte van het planMER?
• Welke belangrijke ontwikkelingen hebben plaatsgevonden sinds de vorige check?
• Passen de (gecumuleerde) effecten binnen acceptabel geachte grenzen?
• Is aanvullend beleid of zijn aanvullende maatregelen nodig om aan de doelen te voldoen of om (gecumuleerde) gevolgen acceptabel te houden?
• Moeten ambities en/of opgaven bijgesteld worden? Voor de thema's natuur en waterkwaliteit ligt het voor de hand dat wordt aangesloten bij monitoring en evaluatie die in het kader van de programmatische aanpak grote wateren wordt uitgevoerd.

Er zijn instrumenten beschikbaar die kunnen dienen als basis voor monitoring. Bijvoorbeeld het instrument ''toets op de rivier'' waar periodiek de hoogwaterstanden gemonitord worden. Ook kan de effectmethodiek die is gebruikt voor de referentiesituatie (het nulalternatief) door Deltares verder doorontwikkeld worden. Er is echter nog sprake van kennisleemtes en noodzakelijke verbreding / doorontwikkeling om monitoring op alle IRM-doelen en het gewenste abstractieniveau mogelijk te maken. De wijze van monitoren zal daarom pas worden beschreven in de werkplannen voor de eerste fase van het Programma IRM.

11 Verklarende woordenlijst

Adaptief	Aanpasbaar naar aanleiding van nieuwe inzichten en ontwikkelingen, hierbij zicht houdend op het te bereiken einddoel (dat wellicht ook verandert in de loop van de tijd). Deze aanpassingen zijn wel ingebed in een degelijk afstemmings- en besluitvormingsproces.
Adaptatiepad	Stapsgewijze uitvoering (van onderzoeken, monitoring, ontwikkeling van samenwerkingsvormen) waarbij met regelmaat nagegaan wordt of inzichten (inhoud of proces) nog passen bij de doelen.
Afvoercapaciteit	De hoeveelheid water die een rivier kan afvoeren (in m^3/s). Dit is een combinatie van het doorstroomprofiel (ruimte in het rivierbed in de breedte-, hoogte- en lengterichting) en het ruwheidsprofiel (de weerstand die het afstromende water ondervindt van de bodem, vegetatie en obstakels). Veranderingen daarin werken door in de afvoercapaciteit en beïnvloeden de waterstand bij hoogwater.
Alluviaal	Alluviaal is het losse materiaal dat als sediment door een rivier is afgezet. Een rivier is alluviaal als hij over zijn eigen afzettingen stroomt, waardoor erosie mogelijk is van materiaal dat elders weer wordt afgezet.
Areaal	Oppervlakte
AUM	Adaptieve Uitvoeringsstrategie Maas De AUM is één van de bouwstenen van IRM. Het document geeft een helder beeld van de mogelijkheden voor waterstandsverlaging bij hoogwater. De ideeën en uitkomsten van de AUM worden betrokken in de uitwerking van het uitvoeringsprogramma van IRM voor de Maas.
Barro	Besluit algemene regels ruimtelijke ordening Voorziet in de juridische boring van het nationaal ruimtelijk beleid. Het bevat regels die de beleidsruimte van andere overheden ten aanzien van de inhoud van ruimtelijke plannen inperken, daar waar nationale belangen dat noodzakelijk maken. Onder de Omgevingswet komen de regels uit het Barro terug in het Besluit Kwaliteit Leefomgeving
BKL	Besluit Kwaliteit Leefomgeving
Bergingscapaciteit	Het volume water dat geborgen kan worden tussen het maaiveld of het stuwpeil en het aanvaardbaar hoogste peil.
Bevaarbaarheid	De mate waarin de rivier is te bevaren.
Bevoegd gezag	Het bestuursorgaan dat dat in een bepaalde zaak bevoegd is om besluiten te nemen of beschikkingen af te geven.
BGR	Beleidslijn Grote Rivieren

	De beleidslijn is gericht op het waarborgen van de veiligheid tegen overstromingen en het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit. De beleidslijn heeft als doel de beschikbare afvoer- en bergingscapaciteit van het rivierbed van de grote rivieren te behouden en ontwikkelingen tegen te gaan die de mogelijkheid tot rivierverruiming door verbreding en verlaging feitelijk onmogelijk maken. De BGR bevat een beoordelingskader (de Beleidsregels grote rivieren) voor activiteiten in het rivierbed. Dit beoordelingskader wordt door Rijkswaterstaat gehanteerd bij het verlenen van watervergunningen. Het beoordelingskader is tevens opgenomen in het Barro en wordt van daaruit gebruikt bij toetsing van ruimtelijke plannen.
Binnendijks	Aan de landzijde van dijk met de door de dijken beschermde gebieden. Voor het Maasdal ook de hoger gelegen gebieden buiten het stroomgebied van de Maas.
BO Water	Bestuurlijk Overleg Water. Het bestuurlijk overleg dat de Minister van Infrastructuur en Waterstaat viermaal per jaar voert met de bestuurders van de waterschappen, provincies, gemeenten, drinkwaterbedrijven, Rijkswaterstaat, de Regionale Bestuurlijke Overleggen (RBO's), het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de Deltacommissaris.
Bodemdaling	Erosie van het zomerbed van de rivier die optreedt doordat er meer sediment in benedenstroomse richting wordt verplaatst of door de mens wordt onttrokken (baggeren/winning) dan er vanuit bovenstroomse richting binnenkomt.
Bodemerosie	Het proces van slijtage van de zomerbedbodem van de rivier waarbij sediment door het stromende water wordt verplaatst of geheel wordt meegevoerd waardoor de bodemligging daalt.
Bodemligging	Bodemhoogte van het rivierbed.
Bovenstrooms	Stroomopwaarts
BPRW	Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren. Het BPRW is in 2022 opgegaan in het Nationaal Waterprogramma
Buitendijks	Aan de kerende zijde van de dijk. Dat wil zeggen: de zijde waar het water van de rivier stroomt. Voor het Maasdal: het stroomgebied van de Maas.
Cascade	Brancheverenigingen voor zand- en grindproducenten
CCR	Centrale Comissie voor de Rijnvaart
CEMT-klasse	De CEMT-klasse is een hulpmiddel om de afmetingen van vaarwegen voor vaarwegen in West-Europa op elkaar af te stemmen. Per klasse zijn de maximale afmetingen van een schip vastgelegd.
CHR	International Commission for the Hydrology of the Rhine basin

Deltacommissaris	De onafhankelijke regeringscommissaris voor het nationaal Deltaprogramma.
Doelbereik	
Ecologische kwaliteit	Ecologische toestand van het oppervlaktewater, bestaande uit biologische kwaliteit, fysisch-chemische kwaliteit, en normen voor overige relevante verontreinigende stoffen.
Erosie	Erosie is de schurende werking van water, wind en ijs op het aardoppervlak.
Faalmechanismen	Een waterkering kan bezwijken als gevolg van verschillende faalmechanismen. Dat zijn processen die leiden tot het bezwijken van een dijk. Er wordt onderscheid gemaakt in vier hoofdfaalmechanismen: 1) overslag/overloop; 2) piping; 3) instabiliteit en 4) erosie.
Flessenhalzen	Vernauwingen in het rivierbed.
Gebruiksfuncties	Maatschappelijke en economische gebruiksfuncties die door watersystemen vervuld worden, zoals vastgesteld in het Nationaal Waterprogramma. De volgende functies worden genoemd: drinkwater, schelpdierwater, zwemwater, cultureel erfgoed, energie en verduurzaming, waterrecreatie, bouwgrondstoffen, kabels en leidingen, visstand en visserijbeheer, koel- en proceswater, landbouw.
Gestuwde trajecten	Trajecten van de rivier waar de waterstand door stuwen wordt bepaald.
Harde laag	Locatie in de rivier waar de bodem van nature bestaat uit materiaal wat niet erodeert, of door de mens is vastgelegd met steenbestortingen.
Hoofdwatersysteem	Watersystemen (rivieren, meren, delta, of kanalen) die in beheer zijn bij het Rijk.
Hoogwatergolf	Tijdelijk verhoogde waterstanden in een rivier (met een golfvorm) door een verhoogde rivierafvoer.
HWBP	Hoogwaterbeschermingsprogramma.
Hydraulische knelpunten	Beperkingen of obstructies in de doorstroming van een rivier, kan leiden tot verminderde efficiëntie en drukverlies.
Hydraulische ruwheid	Ruwheid van de rivierbodem die mede bepalend is voor de optredende stroomsnelheid en afvoercapaciteit. Het betreft zowel ruwheid van de kale bodem en oever (zand is minder ruw dan grind of stortsteen) als vegetatieruwheid (gras is minder ruw dan bos). Een ruwere bodem zorgt voor meer weerstand en dat leidt ertoe dat het water langzamer stroomt en de waterstanden hoger zijn.
Hydrodynamiek	Dynamiek in kwantiteit (duur, diepte en stromingscondities bij verschillende afvoerniveaus) en kwaliteit van het rivierwater en de daarin meegevoerde stoffen, waardoor flora en fauna beïnvloed worden.
ICBR	Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn.

IMC	Internationale Maas Commissie
IRM dashboard	Overzicht waarop - voor het programma IRM - doelbereik en voortgang op de systeemkeuzes kunnen worden gemonitord.
IRM	Integraal Riviermanagement. Programma waarin Rijk, provincies, waterschappen en gemeenten de komende decennia aan een toekomstbestendig rivierengebied werken.
Klimaatpark IJsselpoort	Een samenwerking van gemeenten Arnhem, Duiven, Rheden, Westervoort en Zevenaar, Rijkswaterstaat als uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, provincie Gelderland, Waterschap Rijn en IJssel en Natuurmonumenten. Samen werken zij vanuit één visie aan de opgaven in het Rivierklimaatpark.
KKBA	Kentallen Kosten-Baten Analyse.
KRW	Europese Kaderrichtlijn Water.
Kunstwerken	Door mensen gemaakt, meestal niet voor bewoning bestemd bouwwerk voor infrastructuur of waterstaat. Denk aan: bruggen, gemalen, sluizen, stuwen.
Langsdammen	Een dam die wordt geplaatst langs de stroomrichting van een rivier, kanaal of kustlijn om verschillende doelen te bereiken, zoals het beheersen van sedimentstromen, het verbeteren van de waterkwaliteit, het verminderen van erosie en het beschermen van oevers.
Maaswerken	Programma waarin de hoogwaterveiligheid en bevaarbaarheid van de Maas is verbeterd met dijkversterkings- en rivierverruimingsprojecten.
Maatschappelijke functies	Maatschappelijke functies die door watersystemen vervuld worden, zoals vastgesteld in de Waterwet. De volgende functies worden genoemd: Natura 2000-gebieden, drinkwaterbeschermingszones, zwemwaterlocaties, overige recreatieve activiteiten, wiswateren, schelpdierwateren (Waddenzee, Delta en Voordelta), scheepvaart.
Meanderende Maas	Project waarbij de dijk van Ravenstein tot aan de sluis bij Lith wordt versterkt, de Maas aan Gelderse en Brabanste zijde meer ruimte wordt gegeven en het gebied mooier en economisch sterker wordt gemaakt.
MIRT	Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport.
Mitigerende maatregelen	Maatregelen ter beperking van een (negatief) milieueffect.
Modal split	Vervoerwijzekeuze.
Morfodynamiek	Focust zich op de ruimtelijke veranderingen van structuren, waaronder oevers en bodems.
Natura 2000-gebieden	Europees netwerk van beschermde natuurgebieden op het grondgebied van de lidstaten van de Europese Unie, gebaseerd op de Habitatrichtlijn en Vogelrichtlijn.
Natuur en Waterkwaliteit	Ecologische kwaliteit van natuur (biodiversiteit) en water

Nevengeulen	Secundaire waterstromen die zich naast de hoofdstroom van een rivier vormen. Ze zijn een natuurlijk verschijnsel dat optreedt wanneer een rivier meandert of zich door een vlak terrein beweegt.
NNN	Natuurnetwerk Nederland.
Normaliseren	De loop en stroming van een rivier regelmatiger maken met ingrepen zoals afsnijden van bochten, aanleg van kribben en het stuwen en verdiepen van vaargeulen.
Nota Ruimte	De visie van het kabinet op de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland en de belangrijkste bijbehorende doelstellingen. De nieuwe Nota Ruimte is in ontwikkeling en wordt in 2024 verwacht.
NOVI	Nationale Omgevingsvisie.
Nota Reikwijdte en Doelbereik (NRD)	De Nota Reikwijdte en Doelbereik definieert de omvang en grenzen van het programma.
NURG	Nadere Uitwerking Rivierengebied. Programma van het Ministerie van IenW en LNV met als doel natuurontwikkeling en hoogwaterveiligheid.
NWP	Nationaal Water Programma.
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving.
Ongestuwde trajecten	Riviertrajecten zonder stuwen die vrij afstromen.
Opslibbing	Het hoger worden van gronden door het achterblijven van slib na een overstroming.
Opstuwing	Het stijgen van de waterstand als gevolg van beperking van de afvoercapaciteit of obstakels.
Overstromingsvlakte	Het vlakke of nagenoeg vlakke land langs een rivier of beek dat bedekt is met water tijdens een hoogwater.
Plangebied	Het deel van het rivierengebied waar de opgaven voor IRM liggen en waar, op basis van de gebiedsuitwerkingen, maatregelen genomen kunnen worden voor die opgaven.
Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW)	Met de Programmatische Aanpak Grote Wateren werken de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) samen met regionale partijen aan toekomstbestendige grote wateren (Waddenzee en Eems-Dollard, IJsselmeergebied, Zuidwestelijke Delta en de grote rivieren) waarin goede ecologische waterkwaliteit en hoogwaardige natuur samengaan met een krachtige economie.
Passende Beoordeling	Als niet kan worden uitgesloten dat een plan of project significante gevolgen heeft voor de wettelijke natuurdoelen, dan moet een Passende Beoordeling worden gemaakt. Daarin worden de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden beschreven en beoordeeld.
Peilbeheer	De beheersing van het niveau van oppervlaktewater in een polder.
PlanMER	Milieueffectrapportage op planniveau

Programma IRM	Een Programma onder de Omgevingswet bevat een uitwerking van het te voeren beleid voor de ontwikkeling, het gebruik, het beheer, de bescherming of het behoud daarvan; en maatregelen om aan een of meer omgevingswaarden te voldoen of een of meer andere doelstellingen voor de fysieke leefomgeving te bereiken.
Referentiesituatie	Situatie waartegen de effecten worden afgezet.
Regionale watersysteem	Watersystemen (Kanalen en beken) of onderdelen daarvan die niet in beheer zijn bij het Rijk (hoofdwatersysteem).
Reserveringsgebieden Besluit Kwaliteit Leefomgeving	Binnendijkse gebiedsreserveringen om ruimte voor water te waarborgen voor de lange termijn (voorheen Barro-reserveringen).
Retentie	Tijdelijke opvang van water
Rivierbed	De bodem van een rivier waar al dan niet tijdelijk water stroomt. Het rivierbed kan variëren in breedte, diepte, vorm en materiaal, afhankelijk van verschillende factoren zoals de stroomsnelheid, het sedimenttransport en de geologische kenmerken van het gebied.
Rivierbeheer	Ontwerpen en beheren van riviersystemen.
Rivierengebied	Het rivierlandschap in Midden-Nederland, Limburg en Noord-Brabant bedoeld vanaf de plaats waar de Rijn en de Vecht vanuit Duitsland en de Maas vanuit België Nederland binnenstromen tot aan het IJsselmeergebied en de Zuidwestelijke Delta. Door dit gebied stromen de Rijn de Maas, de Overijsselse Vecht en het Zwarte Water met hun zijtakken.
Rivierfuncties	De verschillende functies van het riviersysteem. In het Programma IRM worden de doelen voor de volgende functies meegenomen Waterafvoer, Natuur en waterkwaliteit, Bevaarbaarheid, Zoetwaterbeschikbaarheid, Ruimtelijke (economische) ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit.
Riviersysteem	Een rivier met alle zijtakken en zijwateren die direct door de rivier beïnvloed worden, begrensd door hoge gronden of bedijkingen die ervoor zorgen dat het achterliggende land niet overstroomt.
Riviertak	Zijtak of vertakking van een rivier.
Riviertraject	Het laagste schaalniveau waarop in IRM het rivierengebied in beeld wordt gebracht. Riviertrajecten variëren in lengte van minder dan 10 tot meer dan 50 km.
Regionale economische ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit	De mate waarin een gebied zich ontwikkelt in ruimtelijke (functies) of economische zin en gewaardeerd wordt om haar kwaliteit.
RvdR	Ruimte voor de Rivier. Programma waarin de veiligheid, ruimtelijke kwaliteit en leefbaarheid van de Waal, IJssel en Nederrijn-Lek is verbeterd.
Sediment	Materiaal dat wordt getransporteerd door o.a. water. Voorbeelden zijn: grind, klei, zand, silt, lutum.

Sedimentsuppletie	Storten van sediment om bodemdaling tegen te gaan.
Sedimenthuishouding	Proces van erosie (meenemen van slib, zand en grind), transport en sedimentatie (deponeren van slib, zand en grind) als gevolg van de stroming van de rivier.
Service Level Agreement (SLA)	Hierin worden de prestatieniveaus van de infastructuur afgesproken met Rijkswaterstaat. De SLA heeft een looptijd van vier jaar.
Stormopzet	De waterstandsverhoging op zee of een meer ten gevolge van de door de storm op de watermassa uitgeoefende kracht.
Strang	Een eenzijdig aangetakte nevengeul van een rivier binnen een uiterwaard.
Stroomminnende soorten	Planten- en diersoorten die thuishoren in stromend water.
Systeemconditie	De (na te streven) toestand van de rivier die maakt of de gewenste functies voldoende bediend kunnen worden. Denk aan stroomsnelheid, temperatuur, diepte, enz.
Systeemgericht denken	Het gehele riviersysteem in overweging nemen bij het denken over afzonderlijke onderdelen.
Systeemingrepen	Maatregelen in het rivierbed die een bepaalde systeemconditie helpen bereiken. Dit kan op riviersysteemniveau, riviertakniveau of riviertrajectniveau zijn.
Systeemwerkingsmaatregelen	Systeemingrepen in de Maasvallei, bedoeld om de ruimte in het rivierbed en de topvervlakkingscapaciteit te behouden, die verloren is gegaan door het vervallen van de overstroombaarheidseis van de primaire keringen in de Maasvallei.
Topvervlakking	Het vertragen van een hoogwatergolf en uitzakken van de top van een hoogwatergolf doordat deze via een breed winterbed langzaam afstroomt
Uiterwaarden	Gronden die gelegen zijn tussen een winterdijk en het zomerbed van een rivier. Het is de ruimte die de rivier nodig heeft om tijdelijke piekafvoeren op te kunnen vangen en af te voeren.
Uitvoeringsprogramma	Het uitvoeringsprogramma is een concretisering van de activiteiten en projecten die gepland staan in een periode. Het programma volgt uit de uitvoeringsstrategie en wordt jaarlijks geactualiseerd.
Uitvoeringsstrategie	Een langjarige, adaptieve, strategie waarmee uitwerking wordt gegeven aan het realiseren van de beleidsdoelen uit het Programma IRM. De uitvoeringsstrategie bestaat uit twee niveaus: (1) het (inter)nationale niveau (de randvoorwaarden voor het gehele rivierengebied), (2) het systeemniveau (riviersystemen Rijn en Maas). De uitvoeringsstrategieën Rijn en Maas worden elke zes jaar herijkt.
Verhang	Het relatieve hoogteverschil van een watergang, uitgedrukt in m/km (meter per kilometer, derhalve een promillage). Het absolute hoogteverschil heet verval.

Verhanglijn	Het verloop van de waterspiegel in de lengterichting. Het verhang uitgezet in functie van de lengte van de rivier. Bij een groot verhang snijdt een rivier zich in het landschap in. Bij een gering verhang gaat een rivier kronkelen of meanderen, waardoor het verhang meestal nog kleiner wordt.
Verplaatsingssnelheid van afvoergolven	Snelheid waarmee een hoogwater zich in de lengterichting van een rivier verplaatst
VNBM	Vlaams Nederlandse Bilaterale Maascommissie
Voorkeursstrategie	Onderdeel van het Deltaprogramma waarin gebiedsgerichte strategieën worden uitgewerkt die richting geven aan de maatregelen voor zeven gebieden in Nederland, waaronder het rivierengebied.
Vrij afstromend	Rivier of riviertraject zonder stuwen.
Wateroverlast	Verzamelterm voor schade, ongemak en ontreddering door hoge waterstanden ten gevolge van overvloedige neerslag en/of onvoldoende ontwatering.
Waterrobuust	Zodanig vormgeven en inrichten van de openbare ruimte, dat Nederland bestand is tegen het water: waterveiligheid, zoetwatervoorziening en ruimtelijke inrichting op orde.
Waterstandsneutraal	Verwijst naar een toestand waarin er geen netto verandering is in de waterstand van een rivier of waterlichaam. De inkomende en uitgaande stromen zijn in evenwicht.
Watersystemen	Een samenhangend geheel van een of meer oppervlaktewaterlichamen en grondwaterlichamen, met bijbehorende bergingsgebieden, watersystemen en bijbehorende kunstwerken.
Waterveiligheid	De mate waarin bewoners beschermd/veilig zijn tegen overstromingen/waterhoogte.
Weerden	Uiterwaarden langs de Maas.
Winterbed	Het gedeelte van de rivier dat in de winter onder water staat door het verlagen van bepaalde dijken.
Stormopzet	De waterstandsverhoging op zee ten gevolge van de door de storm op de watermassa van de zee uitgeoefende kracht.
Zandsuppletie	Aanvulling van de kustverdedigingsstrook met zand om kustachteruitgang te compenseren.
Zandvang	Plaatselijke verdieping in het rivierbed, waarin de rivier sediment achter laat.
Zomerbed	Gedeelte van het rivierbed, waarin altijd stromend water staat en die doorgaans in gebruik is als vaarweg voor de scheepvaart.
Zoetwaterbeschikbaarheid	De mate waarin voldoende zoet water beschikbaar is voor, bijvoorbeeld, drinkwater of koelwater.
Zoutindringing	Het binnendringen van zeewater in een waterloop of de grond.

Zouttong

Door indringing van zeewater via de grote rivieren kan in het kustgebied van Nederland het grond- en oppervlaktewater verzilten. Er ontstaat dan een zouttong, waarbij het zoute water onder het zoete water schuift.

12 Referenties

Aanpak Stikstof (2021). Stikstofwet gaat in per 1 juli 2021. Opgevraagd van Stikstofwet gaat in per 1 juli 2021 | Nieuwsbericht | Aanpak Stikstof

Agricola, H., Schrijver, R., Westerink, J & Eldik, Z. (2021). Typering extensieve landbouw in Nederland. Opgevraagd van Microsoft Word - WENR-r–pport 3062_binnenwerk (wur.nl).

Asselman, N & Snoek, Y. (2021). Nulalternatief IRM. Deltares: Enabling Delta Life.

Asselman, N, Barneveld, H, Klijn, F., Winden, van, A. (2018). Het verhaal van de Maas. Opgevraagd van het_verhaal_van_de_maas.pdf

Asselman, N., Mens, M., Maarse, M., Maas, B., Grave, de, P., & van der Deijl, van der, E. (2022a). Effectbepaling nulalternatief IRM. Deltares: Enabling Delta Life.

Asselman, N., Maas, B., Mens, M., Grave, de, P., Wijk, van, R. & Deijl, van der, E. (2022b). Effectbepaling IRM – Gevoeligheidsanalyse voor verandering in de rivierbodemligging Rijntakken. Deltares: Enabling Delta Life.

Atlas van de Leefomgeving. Kaarten | Atlas Leefomgeving

Atlas van de Regio. Atlas van de Regio | PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Bij12 (n.d.). Natuurtypen. Opgevraagd van Natuurtypen - BIJ12–
Bij12 (n.d.). Gemeenschappelijke Maas. Opgevraagd van 152. Grensmaas - BIJ12–
Bij12 (2017). Kennisdocumenten: Bever; Kamsalamander; Heikikker; Rugstreeppad;

Bij12 (2021). Kennisdocument: Grote Modderkruiper

Compendium voor de Leefomgeving (2022a). Realisatie Natuurnetwerk – verwerving en inrichting, 1990-2020. Opgevraagd van Realisatie Natuurnetwerk - verwer–ing en inrichting, 1990-2020 | Compendium voor de Leefomgeving (clo.nl)

Compendium voor de Leefomgeving (2022b). Geschiktheid ruimtelijke condities landnatuur, 2021. Opgevraagd van Geschiktheid ruimtelijke condities landnatuur, 2021 | Compendium voor de Leefomgeving (clo.nl)

Dorenbosch, M., Haye, de la, M., van de Haterd, R., Huthoff, F., Kleunen, van, A. & Liefveld, W. (2022). Klimaateffecten op riviernatuur. Rapportnummer OBN-2020-121-RI, *Kennisnetwerk OBN, Driebergen.* Opgevraagd van obn-2020-121-klimaateffecten-riviernatuur.pdf (natuurkennis.nl)

Deltaprogramma (2021). Advies deltacommissaris: houd bij woningbouw rekenbouw met het klimaat van de toekomst. Opgevraagd van Advies deltacommissaris: houd bij woningbouw rekening met het klimaat van de toekomst | Nieuwsbericht | Deltaprogramma

Deltares (2023). Onderbouwing beleidskeuze bodemligging voor het programma Integraal Riviermanagement (IRM).

Deltares (2021). Scheepvaart tijdens hoogwater op de Maas. Opgevraagd van FAQ10_Scheepvaart-tijdens-hoogwater-1.pdf (deltares.nl)

De Lange, H.J., Maas, G.J., Makaske, B., Nijssen, M., Noordijk, J., Van Rooij, S., Vos, C.C. (2013). Fauna in het rivierengebied: Knelpunten en mogelijkheden voor herstel van terrestrische en amfibische fauna. Opgevraagd van Titel (arial, 20 pnt, bold) (natuurkennis.nl)

Heusden, van, W., van Sluiter, H., Tijnagel, M., Vercruijsse, W. & Zuidhof, A. (2021). Ecologische Systeemopgave PAGW-Rivieren – Naar klimaatbestendige robuuste riviernatuur in 2050. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Rijkswaterstaat & Staatsbosbeheer.

HKV (2020). Quickscan Afvoercapaciteit IRM.

HKV (2021). Préverkenning Waterberging Maas – voor vermindering van watertekorten in droge periodes. PR4422.10

HKV (2022a). Veranderingen rivierbodemligging en waterstanden in de IRM alternatieven t.b.v. MKBA en PlanMER.

HKV (2022b). Memo veranderingen rivierbodemligging en waterstanden in de IRM alternatieven t.b.v. MKBA en PlanMER, HKV 2022

Hotse Smit, P. (2020). Slechte bodemkwaliteit in Nederland staat het halen van klimaatdoelen in de weg. Opgevraagd van Slechte bodemkwaliteit in Nederland staat het halen van de klimaatdoelen in de weg (volkskrant.nl)

Kennisportaal Klimaatadaptatie (n.d.). Uitzakken grondwaterstand. Opgevraagd van Uitzakken grondwaterstand - Klimaa–adaptatie (klimaatadaptatienederland.nl)

Klijn, F., Leushuis, H., Treurniet, M., Heusden, van, W. & Vuren, van, S., 2022). Systeembeschouwing Rijn en Maas: ten behoeve van ontwerp en besluitvorming.

Klimaateffectatlas (n.d.). Kaartviewer. Opgevraagd van Kaartviewer - Klimaat–effectatlas

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2021). Uitvoeringsagenda Klimaatbestendige Netwerken. Opgevraagd van 567466 (wur.nl)

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Interprovinciaal Overleg & Bij12 (2021). Natuur in Nederland: stand van zaken eind 2020 en ontwikkelingen in 2021. Opgevraagd van Natuur in Nederland - Stand –an zaken eind 2020 en ontwikkelingen in 2021 (bij12.nl)

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties, 2020. Nationale Omgevingsvisie.

MKBA informatie (n.d.). Kengetallen MKBA (KKBA). Opgevraagd van Wat is een kengetallen MKBA? | Informatie over de MKBA (mkba-informatie.nl)

Nature Today (2021). Zeldzame riviermossel lift mee op langszwemmende vissen. Opgevraagd van: Nature Today | Zeldzame riviermossel lift mee met langszwemmende vissen.

NDFF Verspreidingsatlas Zoogdieren (n.d.). Otter. Opgevraagd van NDFF Verspreidingsatlas | Lutra lutra - Otter–
NDFF Verspreidingsatlas Zoogdieren (2023). Vaatplanten. Opgevraagd van NDFF Verspreidingsatlas Vaatplanten

Pouwels, J., America, I., Delsman, J., Mans, M. (2021). Stresstesten voor het Deltaprogramma Zoetwater fase II: Het effect van nieuwe inzichten en onzekerheden op knelpunten in de zoetwatervoorziening. Deltares.

Projectgroep systeemknoppen, 2022.

Provincie Gelderland (2018). Beheerplan Natura 2000 Rijntakken (038). Opgevraagd van Beheerplan Natura 2000 Rijntakken (038) (bij12.nl)

Provincie Gelderland (2022). Loevenstein, Pompveld & Kornsche Boezem: Ontwerp-beheerplan Natura 2000-gebied. Opgevraagd van Loevestein, Pompveld, Kornsche Boezem (71) - Ontwer–-beheerplan Natura 2000-gebied (gelderland.nl)

Provincie Limburg (2020). Hoofdrapport Natura2000-plan 2020-2026 definitief. Opgevraagd van Definitief Natura2000-plan Maasduinen (bij12.nl)

Provincie Overijssel (2017). Natura 2000 beheerplan: Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht. Opgevraagd van Natura_2000_beheerplan_Uiterwaarden_Zwarte_Water_en_Vecht_versie_13_juni_2017 (bij12.nl)

Ravon.nl (n.d.). Kennisdocument Noordzeehouting; Europese steur; Kwabaal; Knoflookpad

Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (2020). De Bodem bereikt?! Opgevraagd van De bodem bereikt?! (rli.nl)

Raadgever, T., Groenendijk, F., Haarman, F., Klinge, M., de Rijk, S., van der Star, W. Pohnke, C., Robert, S., Fiselier, J., Kollen, J., Sulker, D & van der Ven, J. (2020). Verkenning Proeftuin Duurzaam en Kosteneffectief Grondverzet: In het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren.

Reeze, B., van Winden, A., Postma, J., Pot., R., Hop, J. Liefveld., W. 2017.

Reeze, B., W. Liefveld, J. Postma, H. Barneveld, N. van Kessel, H. van der Jagt, T. Smit, H. Coops, D. Tjabbes-Van der Gaag. (2020). Watersysteemrapportage Maas. Projectnummer 0434242.100.

Rijksdienst Cultureel Erfgoed (2022). Webgispublisher. Opgevraagd van Verwachtingskaart uiterwaarden rivierengebied (webgispublisher.nl)

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2016). Natura 2000-beheerplan Oeffelter Meent (141). Opgevraagd van 141_Oeffelter-Meent_definitief-beheerplan.pdf (bij12.nl))

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2017). Natura 2000-beheerplan Biesbosch (112).

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2019). Natuurverkenning Grote Rivieren. Opgevraagd van poster-hotspots-11apr2019.pdf (dekkergroep.nl)

Rijkswaterstaat (n.d.). Waterwet: begrippen en algemene bepalingen. Opgevraagd van Begrippen en algemene bepalingen - Helpde–k water

Rijkwaterstaat (2022). Klimaatbestendige Netwerken: Stresstest Hoofdvaarwegennet – Deelrapport Hoogwater (doorvaarhoogte) en Deelrapport Handelingsperspectieven Droogte.

Rijkswaterstaat (2023). Factsheets KRW - Behorende bij Stroomgebiedbeheerplannen 2022-2027 (v6, 2023-02-23).

STOWA (2020). Zoutindringing. Opgevraagd van Zoutindringing 20201111.pdf (stowa.nl)

Tauw (n.d.). Natuurinclusief ontwerp IJsseldelta Zuid. Opgevraagd van https://www.tauw.nl/projecten/natuurinclusief-ontwerp-ijsseldelta-zuid.html

TNO (n.d.). Grote potentie zonne-energie opgewekt op dijken. Opgevraagd van Grote potentie zonnepanelen op dijken | TNO.

United Nations Environment Programme (UNEP). Sand and Sustainability: 10 strategic recommendations to avert a crisis. Opgevraagd van sand_sustainability.pdf

Van der Sluis, T., B. Pedroli, I. Woltjer, E. van Elburg, G. Maas (2020) Uitwerking PAGW natuuropgave Hotspots Grote Rivieren; Eindrapport. WENR rapport 3031. Opgevraagd van: uitwerking_pagw_natuuropgave_hotspots_grote_rivie-wageningen_university_and_research_534790.pdf | Powered by Box

Vlinderstichting (n.d.). Rivier rombout / Stylus flavipes. De Vlinderstichting | Libel: rivierrombout / Stylurus flavipes

Voortman, B., Treurniet, M., de Leeuw, C., Leushuis, H., Sarink, H. & Lablans, A. (2022). Notitie Systeemknoppen IRM: Een aanvulling op de Notitie Realistische beleidsopties. Wilde, de. A. (2016). Beheerplan bijzondere Uiterwaarden Lek. Opgevraagd van Natura-2000-Beheerplan-82-Uiterwaarden-Lek.pdf (bij12.nl)

Wolters, H., Hunink, J., Delsman, J., de Lange, G., Schasfoort, F., van der Mark, R., Born, van den, G. J., Dammers, E., Rijken, B. & Reinhard, . (2 17). Deltascenario's voor 'e 21 eeuw (hoofdrapport). Deltares, Wageningen University & Research & Planbureau voor de leefomgeving. Opgevraagd van Deltascenarios_actualisering2017_hoofdrapport.pdf (deltares.nl)

WSP, Defacto Stedenbouw & Wageningen University and Research. Beeld op Rivieren: Ontwikkelperspectieef voor de Maas en de Rijntakken Eindrapportage. Opgevraagd van BoR_Eindrapportage juni 2021.pdf

Zoogdiervereniging (2019). Staat van instandhouding Gelderland: Factsheet voor 24 soorten. Opgevraagd van: Eindrapport SVI Gelderland 30 nov def (zoogdiervereniging.nl).

Bijlage 1: Passende beoordeling

Bijlage 2: Beleidskeuzes bodem en afvoercapaciteit

IRM beleidskeuze bodemniveau

	Referentiesituatie	**Allternatief 1**	**Alternatief 2**	**Alternatief 3**	**(richtinggevend) VKA**
	Totale ambitie bodemveranderin g 2050	cm verschil bodemligging **tov referentiesituati e** 2050	cm verschil bodemligging **tov referentiesituati e** 2050	cm verschil bodemligging **tov referentiesituati e** 2050	cm verschil bodemligging **tov referentiesituatie** 2050
Categorie 1					
R1: Boven-Rijn	0	0	0	50	0
R2: Waalbochten (Boven-Waal)	-50	90	50	150	90
R3: Midden-Waal	-20	30	20	55	30
R4: Beneden-Waal	0	0	0	0	0
R5: Boven-Merwede	0	0	0	0	0
Categorie 2					
R7: Boven-Nederrijn	0	0	0	10	0
R8: Midden-Nederrijn	10	-10	-10	-10	-10
R9: Beneden-Nederrijn	10	-10	-10	-10	-10
R10: Lek	10	-10	-10	-10	-10
Categorie 3					
R6: Pannerdensch Kanaal	-30	50	30	110	50
R11: Boven-IJssel	-10	20	10	30	20
R12: Midden-IJssel	0	10	0	25	10
R13: Sallandse IJssel	0	10	0	25	10
R14: Beneden-IJssel (incl. Reevediep)	0	0	0	10	0
R15: Overijsselse Vecht	0	0	0	0	0
R16: Overijsselse Vecht	0	0	0	0	0
R17: Zwarte Water	0	0	0	0	0
Categorie 4: Maas					
M1: Bovenmaas	0	0	0	0	0
M2: Gemeenschappelijke Maas	-30	60	30	100	30
M3: Plassenmaas	-24	24	24	40	24
M4: Peelhorstmaas	-15	21	15	35	15
M5: Venloslenkmaas	-5	18	5	30	5
M6: Bedijkte Maas	-9	9	9	25	9
M7: Getijdenmaas	15	-15	-15	-25	-15
M8: Bergsche Maas	27	-27	-27	-45	-27
M9: Afgedamde Maas	?	0	0	0	0

Royal HaskoningDHV

IRM beleidskeuze afvoercapaciteit

	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	(richtinggevend) VKA
	cm waterstands-verlaging als gevolg van rivierverruimende maatregelen	cm waterstands-verlaging als gevolg van rivierverruimende maatregelen	cm waterstands-verlaging als gevolg van rivierverruimende maatregelen	cm waterstands-verlaging als gevolg van rivierverruimende maatregelen
Categorie 1				
R1: Boven-Rijn	-1	-21	-66	-40
R2: Waalbochten (Boven-Waal)	-19	-29	-88	-65
R3: Midden-Waal	-9	-30	-68	-57
R4: Beneden-Waal	-12	-37	-62	-60
R5: Boven-Merwede	-5	-30	-55	-54
Categorie 2				
R7: Boven-Nederrijn	-2	-7	-16	-10
R8: Midden-Nederrijn	-2	-8	-14	-10
R9: Beneden-Nederrijn	-2	-8	-14	-10
R10: Lek	-2	-9	-15	-11
Categorie 3				
R6: Pannerdensch Kanaal	-14	-18	-55	-33
R11: Boven-IJssel	-8	-24	-47	-41
R12: Midden-IJssel	-15	-31	-56	-48
R13: Sallandse IJssel	-27	-44	-70	-60
R14: Beneden-IJssel (incl. Reevediep)	-8	-29	-50	-42
R15: Overijsselse Vecht (Varsen - stuw Vechterweerd)	-1	-15	-28	-25
R16: Overijsselse Vecht (stuw Vechterweerd – Zwarte Water)	-1	-15	-30	-27
R17: Zwarte Water	-1	-16	-31	-28
Categorie 4: Maas				
M1: Bovenmaas	-3	-23	-43	-42
M2: Grensmaas	-3	-21	-52	-37
M3: Plassenmaas	-3	-26	-53	-46
M4: Peelhorstmaas	-5	-29	-56	-49
M5: Venloslenkmaas	-10	-28	-50	-43
M6: Bedijkte Maas	-15	-39	-65	-61
M7: Getijdenmaas	-25	-51	-76	-75
M8: Bergsche Maas	-20	-42	-64	-64
M9: Afgedamde Maas	0	0	0	0

Bijlage 3: Indeling Maas en Rijntrajecten op basis van rivierkarakteristieken

De Maastrajecten kunnen in 5 categorieën worden ingedeeld met dezelfde karakteristieken (zie tabel x):

1. Bovenmaas (gedeeltelijk bedijkt en gedeeltelijk beschermd door hoge gronden; gestuwd, niet-vrijafstromend riviertraject; niet-alluviaal; geen invloed van de zee)
2. Gemeenschappelijke Maas (gedeeltelijk bedijkt en gedeeltelijk beschermd door hoge gronden; vrijafstromend riviertraject; alluviaal met een erosieve bodemtrend; geen invloed van de zee)
3. Plassenmaas, Peelhorstmaas, Venloslenkmaas (gedeeltelijk bedijkt en gedeeltelijk beschermd door hoge gronden; gestuwd, niet-vrijafstromend riviertraject; alluviaal met een erosieve bodemtrend; geen invloed van de zee)
4. Bedijkte Maas (bedijkt; gestuwd riviertraject; alluviaal met een erosieve bodemtrend; geen invloed van de zee)
5. Getijdenmaas, Afgedamde Maas, Bergsche Maas (bedijkt; vrijafstromend riviertraject; alluviaal met een sedimenterende bodemtrend; wel invloed van de zee)

De Rijntrajecten kunnen in 4 categorieën worden ingedeeld met dezelfde karakteristieken:

- Boven-Rijn en Sallandse Ijssel (vrijafstromend, ongestuwd riviertraject; alluviaal met een stabiel zomerbed (geen erosieve of sedimenterende bodemtrend); geen invloed van de zee)
- Waalbochten (Boven-Waal), Midden-Waal, Pannerdensche Kanaal, Boven-Ijssel, Midden-Ijssel (vrijafstromend riviertraject; alluviaal met een erosieve bodemtrend; geen invloed van de zee)

- Beneden-Waal, Boven-Merwede, Lek, Zwarte Water, Beneden-Ijssel, Overijsselse Vecht (van stuw Vechterweerd tot Zwolle) (vrijafstromend riviertraject; alluviaal met een sedimenterend karakter; met invloed van de zee)
- Boven-Nederrijn, Midden-Nederrijn, Beneden-Nederrijn, Overijsselse Vecht (van Dalfsen tot stuw Vechterweerd) (gestuwd riviertraject; alluviaal met een sedimenterend karakter, zonder invloed van de zee)

Tabel 0-1 Rivierkarakteristieken voor Maastrajecten (zie Figuur 3-1 voor locatie trajecten)

			Bedijking		Langjarige bodemtrend[1]		Afstroming		Alluvialiteit		Invloed zee & meer	
Nr.	Cat.	MAAS	Ge-heel bedijkt	Gedeeltelijk bedijkt	Erosief	Sedi-menterend	Onge-stuwd	Gestuwd	Allu-viaal	Niet alluviaal	met invloed	zonder invloed
M1	1	Bovenmaas			n.v.t.							
M2	2	Gemeen-schappelijke Maas										
M3	3	Plassenmaas										
M4	3	Peelhorstmaas										
M5	3	Venloslenkmaas										
M6	4	Bedijkte Maas										
M7	5	Getijden-maas										
M8	5	Bergsche Maas										
M9	5	Afgedamde Maas										

[1] Met erosief wordt bedoeld dat de langjarige trend van de bodem van het zomerbed van de Maas laat zien dat die bodem in de afgelopen 100 jaar gezakt is. De oorzaak van het zakken is zowel gelegen in natuurlijke processen als in antropogene processen. De invloed van de antropogene processen kan zo dominant zijn (geweest) dat Maastrajecten die op grond van hun ligging in het rivierysteem van de Maas eigenlijk een sedimenterend karakter zouden moeten hebben gehad over de beschouwde periode, toch een netto verlaging van de zomerbedbodem laten zien over de afgelopen 100 jaar. Dit is met name het geval voor de Bedijkte Maas (maar waarschijnlijk ook voor de Venloslenkmaas/Peelhorstmaas/Plassenmaas). Inzichten over oorzaken zijn van belang voor het uitwerken van alternatieven voor beleidskeuzen en principeoplossingen.

Tabel 0-2 Rivierkarakteristieken voor Rijntrajecten (zie Figuur 3-1 voor locatie trajecten)

			Langjarige bodemtrend		**Afstroming**		**Invloed zee & meer**	
Nr	Cat.	RIJN	Erosief	Stabiel of sedimenterend	Ongestuwd	Gestuwd	met invloed	zonder invloed
R1	1	Boven-Rijn		(1)				
R13	1	Sallandse Ijssel						
R2	2	Waalbochten (Boven-Waal)						
R3	2	Midden-Waal						
R6	2	Pannerdensch kanaal						
R11	2	Boven-Ijssel						
R12	2	Midden-Ijssel						
R4	3	Beneden-Waal						
R5	3	Boven-Merwede		(2)				
R10	3	Lek						
R17	3	Zwarte Water	(3)	(3)				
R14	3	Beneden-Ijssel[4]						
R16	3	Overijsselse Vecht (van stuw Vechterweerd tot Zwolle)[5]	(3)	(3)				
R7	4	Boven-Nederrijn						
R8	4	Midden-Nederrijn						
R9	4	Beneden-Nederrijn						
R15	4	Overijsselse Vecht (Varsen tot stuw Vechterweerd) [5]	(3)	(3)				

[1] Bodemligging van Boven-Rijn is sinds 2000 stabiel, daarvoor eroderend.

[2] De Boven-Merwede ligt in het benedenrivierengebied van de Rijn waar van nature aanzanding plaatsvindt. Waarnemingen laten echter zien dat de rivierbodem in dit traject in de afgelopen tientallen jaren geërodeerd is met gemiddeld 0,4 cm per jaar. De waargenomen bodemtrend van het zomerbed is sterk bepaald door menselijk ingrijpen. Op dit traject is de afgelopen jaren regelmatig grootschalig gebaggerd voor de scheepvaart om de rivier op diepte te houden, zodat de watergebonden bedrijventerreinen bereikbaar blijven. Het sediment werd permanent uit het systeem onttrokken. De natuurlijke bodemtrend wordt door experts in geschat op een aanzanding van gemiddeld 0,4cm per jaar. Vanaf 2021 is in het baggercontract van Rijkswaterstaat opgenomen dat de onttrekkingen in een periode van 5 jaar stapsgewijs worden afgebouwd naar nul. Daardoor zal de bodemtrend naar verwachting sedimenterend worden

[3] Er zijn geen bodemtrends beschikbaar van de Overijsselse Vecht en Zwarte Water. Aangenomen wordt dat de bodem stabiel of sedimenterend is.

[4] De Beneden-Ijssel mondt uit in de Ijsseldelta met o.a. de volgende kleine riviertakken: het Reevediep, het Keteldiep en het Kattendiep. Deze riviertakken hebben dezelfde karakteristieken als de Beneden-Ijssel.

[5] De Vecht is van Varsen tot stuw Vechterweerd (voorbij Dalfsen) gestuwd, daarna tot aan het Zwarte Water bij Zwolle vrijafstromend (ongestuwd).

Bijlage 4: Beoordelingsschalen huidige en referentiesituatie

Voor de beoordeling van de huidige situatie en referentiesituatie is er onderscheid gemaakt in een kwaliteitsniveau groen, oranje of rood. per aspect is een schaallat gedefinieerd voor de toekenning van deze kwaliteitsniveau's. In het algemeen geldt: bij kwaliteitsniveau groen is sprake van een overwegend goede kwaliteit, er is geen sprake van overschrijding van wettelijke of beleidsnormen, knelpunten of anderszins. Bij rood is sprake van overwegend slechte kwaliteit, dat wil zeggen: er is sprake van overschrijding van normen of knelpunten. Bij oranje is er in zijn algemeenheid sprake van risico op normoverschrijding of knelpunten, de kwaliteit zit dan tussen groen en rood in.

Voor het zo objectief, navolgbaar en reproduceerbaar mogelijk toekennen van kwaliteitsniveaus zijn twee aspecten bepalend:

a) Beschikbare informatie en de status daarvan;
b) Beschikbare referentiewaarde voor het definiëren van kwaliteitsniveau groen, oranje, rood.

Per beoordelingsaspect is een schaallat voor de kwaliteitsniveaus gedefinieerd op basis van bovenstaande twee aspecten. De schaallat is gebaseerd op indicatoren die het meest tot de kern van het beoordelingsaspect behoren en waar goede informatie beschikbaar voor is om er een kwaliteitsniveau aan toe te kennen.

Beschikbare informatie en status daarvan
Hierbij is onderscheid in:

1) *Kwantitatieve informatie*: dit betreft cijfermatige informatie, bijvoorbeeld data uit rekenmodellen of meetgegevens.
2) *Kwalitatieve informatie:* dit betreft niet-cijfermatige informatie, bijvoorbeeld kaartmateriaal met landschapstypen.
3) *Expert-judgement*: in dit geval is er geen kwantitatieve of kwalitatieve informatie beschikbaar en wordt teruggevallen op het oordeel van een specialist.

Bronvermelding
De huidige situatie en de autonome ontwikkeling zijn in beeld gebracht op basis van beschikbare (cijfermatige en kwalitatieve) informatie bij de Rijkswaterstaat, het ministerie van I&W, provincies, waterschappen en openbare bronnen. Per thema en beoordelingsaspect is in de navolgende hoofdstukken aangegeven welke bronnen specifiek zijn gebruikt. In de beschouwing van de autonome ontwikkeling zijn de gevolgen van verschillende trends en ontwikkelingen voor de verschillende beoordelingsaspecten meegewogen, zoals autonome trends die de kwaliteit van de fysieke leefomgeving beïnvloeden (zoals klimaatverandering). Ook is meegewogen wat de verwachte invloed is als het bestaande beleid wordt voortgezet. Waar mogelijk worden belangrijke onzekerheden expliciet benoemd (denk bijvoorbeeld aan klimaatscenario's).

Beschikbare referentiewaarde voor het definiëren van groen, oranje, rood
Onder referentiewaarde wordt hier verstaan een waarde waaraan een kwaliteitsniveau wordt gerelateerd. Hierbij is onderscheid gemaakt in:

1) Wettelijke normen;
2) Vastgestelde beleidsnormen of -doelstellingen;
3) Advieswaarden van instituten (bijvoorbeeld GGD, RIVM, WHO);
4) Expert judgement.

Bovenstaande opsomming moet als rangorde gezien worden in objectiviteit, navolgbaarheid en reproduceerbaarheid. Per beoordelingsaspect is deze rangorde afgelopen als een ladder, te beginnen bij 1 en eindigen bij 4. Als er wettelijke normen beschikbaar zijn, zijn die gehanteerd. Bij afwezigheid van wettelijke normen is teruggevallen op vastgestelde beleidsnormen en zo verder. Daar waar geen enkele andere referentie beschikbaar is om een kwaliteitsniveau aan te relateren, is teruggevallen op expert-judgement.

Voor alle criteria is de gehanteerde informatie en referentiewaarde gedefinieerd. Zie onderstaand voorbeeld.

Kaderrichtlijn water	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Ecologische en chemische toestand van oppervlaktewaterlichamen Bovenrijn, Waal, Boven-(en Beneden) Merwede, Nederrijn, Lek, Ijssel, Vechtdelta Groot-Salland, Beneden Maas, Bergsche Maas, BovenMaas, Bedijkte Maas, Grensmaas en Zanmaad (Factsheets KRW - Behorende bij Stroomgebiedbeheerplannen 2022-2027 (RWS, 2023. v6).
Beschikbare referentiewaarden	De chemische en de ecologische toestand van wateren op basis van de KRW-doelstellingen voor 2027.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	De chemische en ecologische toestand van alle wateren voldoen aan de KRW-doelstellingen
	De chemische en/of ecologische toestand van de wateren voldoen deels aan de KRW-doelstellingen
	De chemische en ecologische toestand van de wateren voldoen nergens aan de KRW-doelstellingen

Op basis van de beschikbare kwantitatieve informatie en de gedefinieerde schaallat is het kwaliteitsniveau toegekend voor de huidige situatie en de autonome ontwikkeling. Het toegekende kwaliteitsniveau geldt voor de genoemde Rijntakken en Maas.

Waardering autonome ontwikkeling

Bij de beschouwing van indicatoren is een waardering gegeven aan de autonome ontwikkeling, op basis van een kwalitatieve inschatting van ontwikkelingen die optreden als gevolg van:

- De mate waarin autonome trends en ontwikkelingen leiden tot een vooruitgang of achteruitgang van de huidige situatie, zoals demografische veranderingen, klimaatveranderingen en veranderingen in de woningmarkt.
- De mate waarin voortzetting van bestaand beleid leidt tot een vooruitgang of achteruitgang.
- De mate waarin besluiten over plannen, programma's en projecten die worden geïnitieerd door andere partijen leidt tot een vooruitgang of achteruitgang.

A4.1 Beoordelingsschaal hoogwaterafvoer

De beoordeling van de huidige situatie en referentiesituatie vond plaats aan de hand van onderstaande beoordelingsschaal.

Hoogwaterstanden	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Hoogwaterstanden bij een vaste terugkeertijd (HKV, 2020) - Hoogtekorten voor primaire keringen zoals berekend met OKADER (Asselman et al., 2022a)
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van kwantitatieve informatie van (toename in) hoogwaterstanden en hoogtetekorten bij primaire keringen gerelateerd aan de wettelijke normen voor hoogwaterveiligheid.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	Hoogwaters (hoogwaterstanden) kunnen veilig gekeerd worden doordat er voldoende waterafvoer- en waterbergingscapaciteit is, waarbij dijkversterkingen niet of beperkt nodig zijn om aan de wettelijke normen voor hoogwaterveiligheid te voldoen.
	Hoogwaters (hoogwaterstanden) kunnen niet overal veilig gekeerd worden doordat langs enkele riviertrajecten de waterafvoer- en bergingscapaciteit niet voldoende is, waardoor dijkversterking nodig is om aan de wettelijke normen voor hoogwaterveiligheid te voldoen.
	Hoogwaters (hoogwaterstanden) kunnen langs vele riviertrajecten niet veilig gekeerd worden doordat er onvoldoende waterafvoer- en waterbergingscapaciteit is. Grootschalige dijkversterkingen zijn nodig om aan de wettelijke normen voor hoogwaterveiligheid te voldoen.

Waterbergingscapaciteit	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief en kwalitatief: - beschikbare ruimte in uiterwaarden - effect van bergingsgebieden langs de Maas op hoogwaterstanden (HKV, 2020)
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van kwantatieve en kwalitatieve informatie over beschikbare ruimte in uiterwaarden en effect van bergingsgebieden langs de Maas.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	Hoogwaters (hoogwaterstanden) kunnen veilig gekeerd worden doordat de combinatie van waterafvoer- en waterbergingscapaciteit voldoende is waarbij dijkversterkingen niet of beperkt nodig zijn. Daarbij kan waterbergingscapaciteit in belangrijke mate bijdragen aan het reduceren van hoogwaterstanden of is deze niet van belang.
	Hoogwaters (hoogwaterstanden) kunnen niet overal veilig gekeerd worden doordat langs enkele riviertrajecten de combinatie van waterafvoer- en bergingscapaciteit niet voldoende is, waardoor dijkversterking nodig is. Hierbij is waterbergingscapaciteit van beperkt belang voor het reduceren van hoogwaterstanden of draagt deze niet voldoende bij aan het reduceren van hoogwaterstanden.
	Hoogwaters (hoogwaterstanden) kunnen langs vele riviertrajecten niet veilig gekeerd worden doordat er onvoldoende waterafvoer- en waterbergingscapaciteit is. Grootschalige dijkversterkingen zijn nodig. Hierbij is waterbergingscapaciteit van groot belang, maar draagt deze onvoldoende aan het reduceren van hoogwaterstanden.

A4.2 Beoordelingsschaal waterbeschikbaarheid en (drink)watervoorziening

De beoordeling van de huidige situatie en de referentiesituatie vindt plaats aan de hand van onderstaande schaallat.

Zoetwatervoorziening	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Terugkeertijden van watertekorten (Asselman et al., 2022a, Pouwels et al., 2021)
Beschikbare referentiewaarden	In het Deltaprogramma Zoetwater is het doel gesteld om weerbaar te zijn tegen een droogte die eens in de 20 jaar voorkomt. Expert judgement op basis van het beleidsdoel en de kwantitatieve informatie van watertekeorten
Schaallat kwaliteitsniveaus	
☺	Er is voldoende zoetwater beschikbaar in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder in het IJsselmeer om weerbaar te zijn tegen een droogte met een herhalingstijd van eens in de 20 jaar.
😐	De beschikbaarheid van zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder in het IJsselmeer is soms onvoldoende om weerbaar te zijn tegen een droogte met een herhalingstijd van eens in de 20 jaar.
☹	Er zijn te vaak tekorten van beschikbaar zoetwater in de nationale zoetwater-buffers en in het bijzonder in het IJsselmeer en de buffers en aanvoer naar buffers niet voldoende zijn om weerbaar te zijn tegen een droogte met een herhalingstijd van eens in de 20 jaar.

Laagwaterstanden	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Inlaatbeperkingen bij waterinlaatpunten (Asselman et al., 2022a)
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van frequentie en duur inlaatbeperkingen
Schaallat kwaliteitsniveaus	
☺	De laagwaterstanden en grondwaterstanden, voornamelijk ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties, zijn bijna altijd voldoende hoog. Onderschrijding komt hoofdzakelijk voor met een herhalingstijd van eens per 10 á 20 jaar.
😐	De laagwaterstanden en grondwaterstanden, voornamelijk ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties zijn soms te laag. Onderschrijding komt hoofdzakelijk voor met een herhalingstijd van eens per 2 á 10 jaar.
☹	De laagwaterstanden en grondwaterstanden, voornamelijk ter hoogte van belangrijke inlaatlocaties, zijn vaak onvoldoende hoog. Onderschrijding komt bijna jaarlijks voor.

A4.3 Beoordelingsschaal riviersysteem met riviernatuur

De beoordeling van de huidige situatie en de referentiesituatie plaats aan de hand van onderstaande schaallat.

Hydrodynamiek	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Waterstanden bij verschillen herhalingstijden (Klijn et al., 2022). - Jaarlijkse inundatiefrequentie- en duur van de uiterwaarden (Asselman et al., 2022a) - Grondwaterstanden (Asselman et al., 2022a)
Beschikbare referentiewaarden	Op basis van verwachte jaarlijkse inundatiefrequentie- en duur van de uiterwaarden, variatie aan waterstanden, en grondwaterstanden. Deze worden middels expert judgement gerelateerd aan de streefbeelden gesteld vanuit de PAGW (Programmatische aanpak grote wateren).
Schaallat kwaliteitsniveaus	
☺	Er is een grote temporele en ruimtelijke variatie in rivierwaterstanden, inundatie en grondwaterstanden, waardoor de rivierdynamiekhet riviersysteem goed geschikt is voor robuuste riviernatuur
😐	De hydrodynamiek is matig. Er is redelijke temporele en ruimtelijke variatie in rivierwaterstanden, inundatie en grondwaterstanden, waardoor de hydrodynamiek in het riviersysteem matig geschikt is voor robuuste riviernatuur.
☹	De hydrodynamiek is slecht. Er is weinig temporele en ruimtelijke variatie in rivierwaterstanden, inundatie en grondwaterstanden, waardoor de hydrodynamiek in het riviersysteem slecht geschikt is voor robuuste riviernatuur.

Morfodynamiek	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Mate van hydroynamiek (paragraaf 5.4.1) Kwalitatief: - Doorgaand transport van sediment (Klijn et al., 2022) - Mate van uitwisseling van sediment tussen zomerbed, oevers en winterbed (Klijn et al., 2022)
Beschikbare referentiewaarden	Op basis van mate van hydrodynamiek, mate van doorgaand transport van sediment, en mate van uitwisseling van sediment tussen zomerbed, oevers en winterbed. Deze worden middels expert judgement gerelateerd aan de streefbeelden gesteld vanuit de PAGW (Programmatische aanpak grote wateren).
Schaallat kwaliteitsniveaus	
☺	De morfodynamiek is goed. Er is sprake van natuurlijke sedimentatie-erosieprocessen in het zomerbed, de oeverszone en het winterbed, waardoor de morfodynamiek in het riviersysteem goed geschikt is voor robuuste riviernatuur.
😐	De morfodynamiek is matig. Er is beperkt sprake van natuurlijke sedimentatie-erosieprocessen in het zomerbed, de oeverszone en het winterbed, waardoor de morfodynamiek in het riviersysteem matig geschikt is voor robuuste riviernatuur.
☹	De morfodynamiek is slecht. Natuurlijke sedimentatie-erosieprocessen in het zomerbed, de oeverszone en het winterbed kunnen slechts zeer beperkt plaatsvinden, waardoor de morfodynamiek in het riviersysteem slecht geschikt is voor robuuste riviernatuur.

Ruimte voor natuurontwikkeling	
Status gebruikte informatie	Kwalitatief: - omvang van het rivierbed en de ruimte voor riviernatuur (Asselman et al., 2018). - mate van connectiviteit (Asselman et al., 2022). - beoordeling hydro- en morfodynamiek (planMER)
Beschikbare referentiewaarden	Op basis van beschikbare ruimte voor natuurontwikkeling (kwantiteit) en mogelijkheden voor herstel rivierdynamiek (kwaliteit) is bepaald welke ruimte er is voor ontwikkeling van riviernatuur.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
☺	Er is veel ruimte voor ontwikkeling van riviernatuur met onderlinge connectiviteit en het toelaten van natuurlijke rivierdynamiek..
😐	Er is beperkt ruimte voor ontwikkeling van riviernatuur en/of met beperkte onderlinge connectiviteit en beperkte mogelijkheden voor natuurlijke rivierdynamiek.
☹	Er is geen/te weinig ruimte voor ontwikkeling van riviernatuur met te weinig onderlinge connectiviteit en geen/te beperkte mogelijkheden voor toelaten van natuurlijke rivierdynamiek.

A4.4 Beoordelingsschaal transport over water

De beoordeling van de huidige situatie en de referentiesituatie vindt plaats aan de hand van onderstaande schaallat.

Bevaarbaarheid	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Aantal waterdiepteknelpunten in de Rijntakken en de minst gepeilde diepte per riviertak (Rijkswaterstaat, 2022; deelrapport Handelingsperspectieven Droogte) - Onderschrijding minimale waterdiepte in aantal dagen per jaar (Asselman et al., 2022a) - Aansluiting sluizen en kanalen (Asselman et al., 2022a).
Beschikbare referentiewaarden	Norm: Minimale waterdiepte/aflaaddiepte zoals vastgelegd door het CCR en TEN-T De kwantitatieve informatie is gerelateerd aan de gestelde norm. Hierbij is middels expert judgement en de kwantitatieve informatie ingeschat of overschrijdingen van de norm voornamelijk te relateren zijn aan een lokale situatie of om systeemfunctioneren.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
☺	De Rijntakken en Maas zijn goed bevaarbaar bij laagwater. Sluizen, havens en kanalen zijn bereikbaar met voldoende aflaaddiepte en voor de Rijntakken wordt voldaan aan de norm voor laagwater.
😐	De Rijntakken en Maas zijn niet altijd goed bevaarbaar bij laagwater. Sluizen, havens en kanalen zijn soms bereikbaar met beperkte aflaaddiepte en voor de Rijntakken wordt de norm voor laagwater op een enkele locatie en met beperkte diepte en voor beperkte duur overschreden.
☹	De Rijntakken en Maas zijn vaak niet goed bevaarbaar bij laagwater. Sluizen, havens en kanalen zijn vaak slechts bereikbaar met beperkte aflaaddiepte en voor de Rijntakken wordt ruim niet voldaan aan de norm. Dit gebeurt op meerdere locaties, met een ruim te kleine waterdiepte en/of voor langere duur.

A4.5 Beoordelingsschaal economische ontwikkelingen en ruimtelijke kwaliteit

De beoordeling van de huidige situatie en referentiesituatie vindt plaats aan de hand van onderstaande schaallat.

Regionale economische ontwikkeling	
Status gebruikte informatie	Kwalitatief - Beeld op de Rivieren. Ontwikkelperspectief voor de Maas en Rijntakken (WSP, Juni 2021) - Nationale Omgevingsvisie (Ministerie van BZK, 2020)
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van de omschrijvingen uit bovenstaande bronnen, evenals de kennis van vele specifieke plannen die allen een claim leggen op het rivierengebied zoals bijvoorbeeld recreatie, waterveiligheid, zandwinning, landbouw en industrie.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	Er is voldoende ruimte beschikbaar voor gewenste regionale economische ontwikkelingen (zoals riviergebonden bedrijvigheid, (water)recreatie, natuurinclusieve landbouw, ed.) in de uiterwaarden.
	Er is in beperkte mate ruimte beschikbaar voor gewenste regionale economische ontwikkelingen (zoals riviergebonden bedrijvigheid, (water)recreatie, natuurinclusieve landbouw, ed.) in de uiterwaarden.
	Er is geen ruimte beschikbaar voor gewenste regionale economische ontwikkelingen (zoals riviergebonden bedrijvigheid, (water)recreatie, natuurinclusieve landbouw, ed.) in de uiterwaarden.

Ruimtelijke kwaliteit	
Status gebruikte informatie	Kwalitatief - Beeld op de Rivieren. Ontwikkelperspectief voor de Maas en Rijntakken (WSP, Juni 2021) - Nationale Omgevingsvisie (Ministerie van BZK, 2020)
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van bovenstaande documenten. Daarnaast zorgen de vele verschillende functies zoals energietransitie, waterveiligheid, recreatie, industrie, scheepvaart, landbouw, cultuurhistorie met allen hun eigen claim op het landschap ervoor dat de ruimtelijke kwaliteit in het gebied onder druk staat.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	De ruimtelijke kwaliteit (belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarde) van het rivierengebied is goed.
	De ruimtelijke kwaliteit (belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarde) van het rivierengebied staat onder druk.
	De ruimtelijke kwaliteit (belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarde) van het rivierengebied is onvoldoende.

A4.6 Beoordelingsschaal natuur

De beoordeling van de huidige situatie en de referentiesituatie vond plaats aan de hand van onderstaande beoordelingsschaal.

Natura 2000	
Status gebruikte informatie	Kwaltitatief: - Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000: Natura 2000-beheerplannen - Stand van zaken instandhoudingsdoelen: indien beschikbaar - Bijdrage PAGW aan Natura 2000-opgave: Van der Sluis, T., B. Pedroli, I. Woltjer, E. van Elburg, G. Maas (2020) Uitwerking PAGW natuuropgave Hotspots Grote Rivieren; Eindrapport. WENR rapport 3031
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van het behalen van de Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	De instandhoudingsdoelstellingen bevinden allen zich in een gunstige staat van instandhouding.
	De instandhoudingsdoelstellingen bevinden zich deels in een gunstige staat van instandhouding, er zijn nog knelpunten.
	De instandhoudingsdoelstellingen bevinden zich grotendeels nog niet in een gunstige staat van instandhouding, er zijn nog veel knelpunten

Natuurnetwerk Nederland	
Status gebruikte informatie	Kwalitatief- en kwantitatief: - Status werving en inrichting NNN (Compendium voor de Leefomgeving, 2022a). - Ruimtelijke condities NNN (Compendium van de Leefomgeving, 2022b) - Beoordeling hydro- en morfodynamiek (planMER)
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van behalen van nieuw areaal en kwaliteit NNN
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	De kwaliteit en kwantiteit van het Natuurnetwerk Nederland is goed. Er wordt voldaan aan alle ecologische vereisten.
	De kwaliteit en kwantiteit van het Natuurnetwerk Nederland is matig, er wordt deels niet voldaan aan alle ecologische vereisten.
	De kwaliteit en kwantiteit van het Natuurnetwerk Nederland is slecht. Er wordt niet voldaan aan alle ecologische vereisten.

Kaderrichtlijn water	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Ecologische en chemische toestand van oppervlaktewaterlichamen Bovenrijn, Waal, Boven-(en Beneden) Merwede, Nederrijn, Lek, IJssel, Vechtdelta Groot-Salland, Beneden Maas, Bergsche Maas, BovenMaas, Bedijkte Maas, Grensmaas en Zanmaad (Factsheets KRW - Behorende bij Stroomgebiedbeheerplannen 2022-2027 (RWS, 2023. v6).
Beschikbare referentiewaarden	De chemische en de ecologische toestand van wateren op basis van de KRW-doelstellingen voor 2027.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	De chemische en ecologische toestand van alle wateren voldoen aan de KRW-doelstellingen
	De chemische en/of ecologische toestand van de wateren voldoen deels aan de KRW-doelstellingen
	De chemische en ecologische toestand van de wateren voldoen nergens aan de KRW-doelstellingen

Beschermde soorten	
Status gebruikte informatie	Kwalitatief: - NDFF-data - Gevolgen klimaatverandering soorten (OBN-onderzoek van Dorenbosch et al. (2022) - Expertjudgement
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement van van het belang van het rivierengebied voor sommige beschermde soorten.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	de staat van beschermde soorten is goed: er is sprake van een duurzame instandhouding van soorten en er zijn geen knelpunten.
	de staat van beschermde soorten is matig: er is geen sprake van een duurzame instandhouding van soorten en er zijn nog knelpunten.
	de staat van beschermde soorten is slecht: er is geen sprake van een duurzame instandhouding van soorten en er zijn nog veel knelpunten

A4.7 Beoordelingsschaal Landschap, cultuurhistorie en archeologie

De beoordeling van de huidige situatie en de referentiesituatie vindt plaats aan de hand van onderstaande schaallat.

Landschap, cultuurhistorie en archeologie	
Status gebruikte informatie	Kwalitatief: - Verwachtingskaart uiterwaard rivierengebied [Rijksdienst voor cultureel erfgoed, 2022] - Beeld op de Rivieren. Ontwikkelperspectief voor de Maas en Rijntakken [WSP, Juni 2021]
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement mede op basis van verwachtingskaart uiterwaard rivierengebied, beeld op de rivieren en autonome ontwikkelingen
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	Het rivierengebied is en blijft landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waardevol. De waarden zijn goed vertegenwoordigd, behouden, zichtbaar en van goede kwaliteit.
	De landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden van het rivierengebied staan onder druk.
	De landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden van het rivierengebied zijn beperkt aanwezig, niet goed zichtbaar en van slechte kwaliteit.

A4.8 Beoordelingsschaal bodem en zout-indringing

De beoordeling van de huidige situatie en de referentiesituatie plaats aan de hand van onderstaande schaallat.

Bodemkwaliteit	
Status gebruikte informatie	Kwalitatief: - Algemene bodemkwaliteit rivierengebied (Atlas van de Leefomgeving; bodemverontreinigingen, 2022 en bodemloket)
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van bodemkwaliteitskaart
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	De kwaliteit van de bodem en ondergrond in het rivierengebied is overal goed. Er zijn geen verontreinigingen aanwezig en het watervasthoudend vermogen en de vruchtbaarheid is goed.
	De kwaliteit van de bodem en ondergrond is matig. Verspreid in het riviergebied zijn verontreinigingen aanwezig.
	De kwaliteit van de bodem en ondergrond is slecht. Er zijn veel verontreinigingen aanwezig en het watervasthoudend vermogen en de vruchtbaarheid is matig.

Zoutindringing	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Zoutconcentraties Stowa, 2022, (Deltafact zoutindringing) - Watertekort (Asselman et al., 2022a)
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van zoutconcentraties en watertekort
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	De mate van zout-indringing is goed. De zout-zoet overgang verschuift niet.
	De mate van zout-indringing is matig. De zout-zoet overgang verschuift in perioden van droogte (tijdelijk) meer landinwaarts.
	De mate van zout-indringing is slecht. De zout-zoet overgang verschuift structureel meer landinwaarts.

A4.9 Beoordelingsschaal overige scheepvaart

De beoordeling van de huidige situatie en de referentiesituatie plaats aan de hand van onderstaande schaallat.

Nautische veiligheid	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Aantal significante scheepsongevallen (Rijkswaterstaat, 2019) - Bevaarbare breedte en waterdiepte
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement op basis van scheepsongevallen en bevaarbaarheid
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	De nautische veiligheid is goed.
	De nautische veiligheid staat onder druk.
	De nautische veiligheid is onvoldoende.

Doorvaarthoogte	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief: - Knelpunten in doorvaarthoogte (Klimaatbestendige netwerken: stresstest hoofdvaarwegennet – deelrapport hoog water, Rijkwaterstaat, 2022)
Beschikbare referentiewaarden	Norm voor doorvaarthoogte bij bruggen uit de CCR en Richtlijn rivieren
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	Er is voldoende doorvaarthoogte bij bruggen tijdens hoog water. De benodigde doorvaarthoogte wordt op alle trajecten altijd gehaald.
	De doorvaarthoogte bij bruggen tijdens hoog water staat onder druk. De benodigde doorvaarthoogte wordt op diverse trajecten niet altijd gehaald.
	Er is onvoldoende doorvaarthoogte bij bruggen tijdens hoog water. De benodigde doorvaarthoogte wordt op de meeste trajecten niet altijd gehaald.

A4.10 Beoordelingsschaal gebruiksfuncties rivierengebied

De beoordeling van de huidige situatie en de referentiesituatie vindt plaats aan de hand van onderstaande schaallat.

Gebruiksfuncties	
Status gebruikte informatie	Kwantitatieve en kwalitatief: - Aantal woningen in het niet-stromende deel van het rivierbed (clo.nl) - Recreatie in het rivierengebied (atlas van de regio) - Zoetwatertekorten (Asselman et al., 2022, Pouwels et al., 2021) - Overzicht buisleidingen (Atlas van de leefomgeving)
Beschikbare referentiewaarden	Expert judgement o.a. op basis van genoemde bronnen.
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	De huidige situatie/referentiesituatie voor de gebruiksfunctie is overal goed. Er zijn geen knelpunten.
	De huidige situatie/referentiesituatie voor de gebruiksfunctie is matig. Er treden op bepaalde momenten/locaties knelpunten op.
	De huidige situatie/referentiesituatie voor de gebruiksfunctie is slecht. Er treden knelpunten op.

A4.11 Beoordelingsschaal duurzaamheid

De beoordeling van de huidige situatie en de referentiesituatie vindt plaats aan de hand van onderstaande schaallat.

Energie en grondstoffengebruik	
Status gebruikte informatie	Kwantitatief en kwalitatief: - Broeikasgasemmissies (Raadgever et al., 2020).
Beschikbare referentiewaarden	Ambitie 100% klimaatneutraal en circulair
Schaallat kwaliteitsniveaus	
	Ingrepen, beheer en onderhoud in het rivierengebied vinden 100% klimaatneutraal en circulair plaats.
	Ingrepen, beheer en onderhoud in het rivierengebied vinden deels klimaatneutraal en circulair plaats.
	Ingrepen, beheer en onderhoud in het rivierengebied vinden niet klimaatneutraal en circulair plaats.

Royal HaskoningDHV

Bijlage 5: (Rivierverruimende) maatregelen die deel uitmaken van de referentiesituatie IRM

Rijn	Maas
Kribverlaging Pannerdensch Kanaal	Grensmaas (al in realisatie)
IJsseldelta fase 2	Over de Maas (realisatie)
Havikerwaard-Zuid	Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum (realisatie)
Ontzanding Angerensche en Doornenburgsche Buitenpolder	Integrale verkenning Ravenstein-Lith (= Meanderende Maas)
Inrichtingsplan Welsumerwaarden	Oeffelt
Roetwaarden	Inrichtingsplan Demen Dieden
Kleine Willemspolder	Verruiming Geleenbeek/Oude Maasje t/m Stevol plas incl. brug aanpassing
Palmerswaard	Inlaatwerk Heerenlaak plas bij rkm 53 en verleggen monding van de plas bij rkm 57
Rhenen	Ingreep Mazenhoven-Meeswijk op basis van DO
Stiftsche waard ontkleiing	Aanleggen veerstoep Grevenbicht
Afferdensche en Deestsche waarden	4 prioritaire systeemmaatregelen: 1) Thorn-Wessem, 2) Baarlo, 3) Arcen, 4) Well
RvdR IJsseldelta-Zuid; Zalk	Ontwerp Vlaamse rivierverruiming locatie Elerweert
Reevediep fase 2	Ingreeplocatie Meeswijk-Molenveld dat uit een weerdverlaging bestaat.
Millingerwaard, ontzanding tot 2020	Ingreep Booien-Veurzen langs de Maas van rivierkilometer 42.5 tot 44.5 (linkeroever).
Rijnwaarden	
Rijnwaarden, Bijlandse waard	VKA Wijnaerden
Krib- en Oeververlaging Pannerdensch kanaal, SNIP2A	Maatregel vergraving Koornwaard
Overnachtingshaven Spijk	Maaswerken ingreep locatie Visserweert volgens eindplan.
3e kolk Beatrixsluis Nieuwegein	Maaspark Well
Marswaard Zutphen	Maaswerken ingreep Boscherveld.
Beuningse uiterwaarden	Verdieping hoogwatergeul Lomm ecologische variant
Loenensche Buitenpolder	Maaswerken ingreep Meers Maasband en Urmond
Drutensche waarden, Waaier van Geulen	Maaswerken ingreep Grevenbicht
Amerongse Bovenpolder, incl. hoogwatervluchtplaats	Maaswerken ingreep Koeweide (slapersdijk rkm. 45)
ontzanding Randwijkse waarden	Lob van Gennep (ontwerpvoorkeursbeslissing ligt ter inzage)
ontzanding Tull en 't Waal	Meanderende Maas (inmiddels in planuitwerkingsfase)
Waalfront Nijmegen omarmt de Waal	
Rivierklimaatpark IJsselpoort (IJsselpoort fase 1), besluit al in nov 2020 genomen, maar handtekening pas in maart 2021 gezet	
Stadsblokken Meinerswijk (vergund)	
Paddenpol *	

* wordt waterstandsneutraal gerealiseerd. Is nog niet opgenomen in het hydraulische model

Bijlage 6: Wet- en regelgeving en beleid

In deze bijlage is ingegaan op voor IRM relevante wet- en regelgeving en (internationaal) beleid.

Internationaal beleid

Voor IRM zijn twee internationale commissies belangrijk, die verantwoordelijk zijn voor internationale afstemming voor de productie van zowel de plannen als de kaarten. Dit gebeurt in de Internationale Maascommissie en de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn.

Internationale Maascommissie
De Internationale Maascommissie (IMC) is in 2002 ingesteld bij de ondertekening van het Maasverdrag. Het doel van het verdrag is om een duurzaam en integraal waterbeheer te bereiken in het internationaal stroomgebiedsdistrict (ISGD) van de Maas. Naar aanleiding van de richtlijn overstromingsrisico's heeft de Internationale Maascommissie het rapport 'Overkoepelend deel van het overstromingsrisicobeheerplan voor het internationale stroomgebiedsdistrict van de Maas, 2e cyclus van de Richtlijn over de beoordeling en het beheer van overstromingsrisico's (2 22-2 2 7)' opgesteld[20]. Dit verdrag regelt de internationale coördinatie van de uitvoering van de Richtlijn 2000/60/EG van het Europese parlement en van de Raad dd. 23 oktober 2000 dat een kader vaststelt voor een communautair beleid op het vlak van water (Kaderrichtlijn water (KRW)) en de aanpak van andere aandachtsgebieden, zoals de bescherming tegen overstromingen in het ISGD Maas. Om aan de internationale afstemmingsverplichtingen van de ROR te voldoen, hebben de staten en gewesten waarvan het grondbeleid deel uitmaakt van het ISGD Maas in 2007 besloten dat: 1) de internationale coördinatie plaatsvindt in de Internationale Maascommissie (IMC) en; 2) het overstromingsrisicobeheerplan van het ISGD Maas (ORBP Maas) uit nationale/regionale beheerplannen en een internationaal overkoepelend deel is opgebouwd[21].

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn
In de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) werken de Rijnoeverstaten Zwitserland, Frankrijk, Duitsland en Nederland evenals Luxemburg en de Europese Gemeenschap samen op basis van een volkenrechtelijke overeenkomst voor de bescherming van de Rijn. Een internationaal bezet secretariaat staat de voorzitter en de overleggroepen van de ICBR terzijde en ondersteunt de implementatie van de KRW (2 / 6 /EG) en de Europese Richtlijn over overstromingsrisico's (2 7/6 /EG). In het kader van de tenuitvoerlegging van deze Europese richtlijnen werd de grensoverschrijdende samenwerking uitgebreid met Oostenrijk, Liechtenstein en het Waals gewest[22]. De ICBR heeft al verschillende verdragen opgesteld, waaronder: 'Overeenkomst nopens de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging', 'Verdrag inzake de bescherming van de Rijn tegen chemische verontreiniging', 'Verdrag inzake de bescherming van de Rijn tegen verontreiniging tegen chloride'. Middels deze verdragen worden er richtlijnen geboden om de Rijn te beschermen en de waarden in de rivier te waarborgen.
Voor het IRM betekent dit dat er afstemming plaats moet vinden met het IMC en de ICBR over de geplande ingrepen. Daarnaast moeten de verschillende verdragen in acht worden genomen.

Internationale Centrale Commissie voor de Rijnvaart
De Centrale Commissie voor de Rijnvaart is de oudste internationale organisatie van de moderne tijd. De oorsprong van het CCR gaat terug op het congres van Wenen (1815). Het herziene Rijnvaartverdrag van 17 Oktober 1868, meestal aangeduid met "Akte van Mannheim", vormt de grondslag van de CCR.

[20] CIM - Home (meuse-maas.be)
[21] Microsoft Word - Roof_Report_Mregie_21_1def_n (meuse-maas.be)
[22] Rijn - Helpdesk water

Het CCR is een instelling met een secretariaat dat haar in staat stelt alle aangelegenheden met de binnenvaart op efficiënte wijze te behandelen. De CCR doet dit in nauwe samenwerking met andere internationale organisaties die betrokken zijn bij het Europese vervoersbeleid, alsook met non-gouvermentele organisaties die acties zijn in de binnenvaart[23].

Europees beleid

Kaderrichtlijn Water (KRW)

Het doel van de Kaderrichtlijn (KRW) (2000/60/EG) is dat uiterlijk in 2027 al het water in Europa schoon en gezond is. Om dit te bereiken is een kader vastgesteld voor de bescherming van landoppervlakte water, overgangswater, kustwateren en grondwater, waarmee:

- Aquatisch ecosystemen en, wat de waterbehoeften ervan betreft, terrestrische ecosystemen en waterrijke gebieden die rechtstreeks afhankelijk zijn van aquatische ecosystemen, voor verdere uitgang worden behoed, beschermd en verbeterd.
- Duurzaam gebruik van water wordt bevorderd, op basis van bescherming van de beschikbare waterbronnen op lange termijn.
- Verhoogde bescherming en verbetering van het aquatische milieu worden beoogd, onder andere door specifieke maatregelen voor de progressieve vermindering van lozingen, emissies en verliezen van prioritaire stoffen en door het stopzetten of geleidelijk beëindigen van lozingen, emissies of verliezen van prioritaire gevaarlijke stoffen.
- Wordt gezorgd voor de progressieve vermindering van de verontreiniging van grondwater en verdere verontreiniging hiervan wordt voorkomen.
- Wordt bijgedragen tot afzwakking van de gevolgen van overstromingen en perioden van droogte,

En dat zodoende bijdraagt tot

- De beschikbaarheid van voldoende oppervlaktewater en grondwater van goede kwaliteit voor een duurzaam, evenwichtig en billijk gebruik van water;
- Een significante vermindering van de verontreiniging van het grondwater;
- De bescherming van territoriale en mariene wateren;
- Het bereiken van de doelstellingen van de relevante internationale overeenkomsten, met inbegrip van die welke tot doel hebben de verontreiniging van het mariene milieu te voorkomen en te elimineren, door communautaire maatregelen uit hoofde van artikel 16, lid 3, tot stopzetting of geleidelijke beëindiging van lozingen, emissies en verliezen van prioritaire gevaarlijke stoffen, om uiteindelijk te komen tot concentraties in het mariene milieu die voor de natuur voorkomende stoffen dichtbij de achtergrondwaarden liggen en voor door de mens vervaardigde synthetische stoffen vrijwel nul bedragen[24].

De KRW is Europese regelgeving die door alle lidstaten wettelijk is verankerd. Uitgangspunten van de KRW zijn onder andere een integrale aanpak per stroomgebied, geen afwenteling en resultaatverplichting. De KRW is in 2000 aangenomen en kent drie uitvoeringsperiodes: 2009-2015, 2016-2021 en 2022-2027[25]. Voor IRM is het van belang om de bovenstaande doelen in acht te nemen tijdens te ontwikkeling en uitvoering van het programma. Door de effecten van het (richtinggevend) voorkeursalternatief op KRW te toetsen, wordt hiermee rekening gehouden. Daarnaast is het versterken van KRW één van de gestelde natuurdoelen van IRM.

Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR)

In november 2 7 is de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR) aangenomen. De ROR heeft als doel om de negatieve gevolgen van overstromingen voor de gezondheid van de mens, het milieu, het culturele erfgoed en de economische bedrijvigheid te beperken. Deze vereisten zijn in 2009 vanuit de richtlijn in de Waterwet opgenomen.

[23] *Centrale Commissie voor de Rijnvaart - Organisatie (ccr-zkr.org)*
[24] *richtlijn_2000_60_eg_krw (1).pdf*
[25] *Wat doen we? - Helpdesk water*

De ROR verplicht lidstaten van de EU om een voorlopige risicobeoordeling, overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten en overstromingsrisicobeheerplannen te maken. Nederland kiest voor een doelmatige aanpak en gaat uit van bestaande kennis en bestaand beleid. Er is geen nieuw beleid ontwikkeld in het kader van de ROR, maar er wordt zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij lopende programma's en trajecten[26].
In IRM worden verschillende maatregelen genomen om de hoogwaterveiligheid te waarborgen en het rivierengebied toekomstbestendig te maken. Op deze manier draagt IRM bij aan het beperken van negatieve gevolgen van overstromingen.

Vogel- en habitatrichtlijnen
Zowel de vogel- als de habitatrichtlijnen vereisen dat lidstaten speciale beschermingszones aanwijzen ten behoeve van het Europese Natura 2000-netwerk.
De Vogelrichtlijn heeft betrekking op de instandhouding van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten op het Europese grondgebied van de lidstaten waarop het EG-verdrag van toepassing is en bevat bepalingen met betrekking tot de bescherming van vogelsoorten en hun leefgebieden.
De richtlijn betreft de bescherming, het beheer en de regulering van bovengenoemde soorten en stelt regels voor de exploitatie daarvan. De Vogelrichtlijn verplicht de lidstaten tot het nemen van alle nodige maatregelen om de populatie van deze soorten op een niveau te houden of te brengen dat met name beantwoordt aan de ecologische, wetenschappelijke en culturele eisen, waarbij zij tevens rekening houden met economische en recreatieve eisen. De maatregelen die lidstaten dienen te nemen hebben onder andere betrekking op het instellen van beschermingszones en onderhoud en ruimtelijke ordening van leefgebieden van deze soorten overeenkomstig de ecologische eisen van dergelijke gebieden binnen en buiten de beschermingszones[27].
De Habitatrichtlijn heeft tot doel om bij te dragen tot het waarborgen van de biologische diversiteit en het instandhouden van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna op het Europese grondgebied van de lidstaten waarop het Verdrag van toepassing is. De op grond van de richtlijn genomen maatregelen beogen de natuurlijke habitats en de wilde dier- en plantensoorten van communautair belang in een gunstige staat van instandhouding te behouden of te herstellen. Hiertoe bevat de richtlijn bepalingen met betrekking tot gebieds- en soortenbescherming.
De Habitatrichtlijn beoogt de vorming van een coherent Europees ecologisch netwerk van speciale beschermingszones: Natura 2000. Natura 2000 dient om de betrokken typen natuurlijke habitats en habitats van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te behouden of in voorkomend geval te herstellen. Het Natura 2000-netwerk bestrijkt ook de door de lidstaten overeenkomstig de Vogelrichtlijn aangewezen speciale beschermingszones. Voor de totstandkoming van Natura 2000 wijzen de lidstaten, met inachtneming van de doelstellingen van de richtlijn, gebieden als speciale beschermingszones aan.
IRM dient de bepalingen met betrekking tot bepaalde beschermingszones in acht te nemen tijdens te uitvoering en ontwikkeling van het programma. IRM draagt ook bij aan het versterken van een dynamisch riviersysteem met robuuste riviernatuur door het realiseren van een natuurlijke hydro- en morfodynamiek, een goede ecologische waterkwaliteit en het borgen van voldoende ruimte voor natuur. Met het uitvoeren van de PAGW, waarbij 28.300 ha aan ecotoopverandering (waarvan 21.000 ha functieverandering) wordt gerealiseerd draagt IRM bij aan het versterken en vergroten van het Natura 2000-netwerk.

Europese Drinkwaterrichtlijn (98/83/EC)
Voor de drinkwaterkwaliteit is de Europese Drinkwaterrichtlijn een belangrijk wettelijk kader. De drinkwaterrichtlijn heeft tot doel de volksgezondheid te beschermen tegen de schadelijke gevolgen van verontreiniging van voor menselijke consumptie bestemd water, door ervoor te zorgen dat water gezond en

[26] *EU Richtlijn Overstromingsrisico's - Helpdesk water*
[27] *Vogelrichtlijn - Helpdesk water*

schoon is. Uitgangspunten hiervoor zijn dat de aanpak van verontreiniging bij de bron (‘bronaanpak’) voor gaat en dat er geen achteruitgang is in de kwaliteit van de drinkwaterbronnen en het drinkwater. De Drinkwaterrichtlijn verplicht Nederland om kwaliteitseisen vast te stellen voor het drinkwater, ervoor te zorgen dat de kwaliteit van het water voldoende wordt gemonitord en dat passende maatregelen worden genomen bij overschrijding van de kwaliteitseisen. In de Drinkwaterwet en de onderliggende regelgeving is hier invulling aan gegeven. Daarnaast geeft de richtlijn voorschriften voor rapportage aan de Europese Commissie en voor het gebruik van materialen en chemicaliën in de drinkwatervoorziening[28].

Trans-European Transport Network (TEN-T)
Het trans-Europese vervoersnetwerkbeleid van de EU is een belangrijk instrument voor de ontwikkeling van een coherente, efficiënt, multimodale en hoogwaardige vervoersinfrastructuur in de hele EU. Het omvat spoorwegen, binnenwateren, korte vaarroutes en wegen tussen stedelijke knooppunten, maritieme en binnenhavens, luchthavens en terminals.

Het beleid bevordert het efficiënt vervoer van mensen en goederen en zorgt voor toegang tot banen en diensten en maakt handel en economische groei mogelijk. Het versterkt de economische, sociale en territoriale cohesie van de EU en creëert naadloze vervoerssystemen over de grenzen heen, zonder fysieke lacunes, knelputnen of ontbrekende schakels. Daarnaast heeft het tot doel de milieu-effecten van het vervoer te verminderen en de veiligheid en veerkracht van het netwerk te vergroten.

De ontwikkeling van IRM dient het TEN-T beleid in acht te nemen en draagt bij aan het verbeteren van de veiligheid en de veerkracht van het netwerk door de bevaarbaarheid te verbeteren.

Landelijk beleid

Nationale omgevingsvisie (NOVI)
In 2023 treedt naar verwachting de nieuwe Omgevingswet in werking. Daarbij hoort ook een rijksvisie op de leefomgeving: de Nationale Omgevingsvisie.
Met de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) geeft het Rijk een langetermijnvisie op de toekomst en de ontwikkeling van de leefomgeving in Nederland. De NOVI gaat uit van vier prioritaire opgaven: Duurzaam economisch groeipotentieel voor Nederland; Ruimte voor de klimaatverandering en energietransitie; Sterke, leefbare en klimaatbestendige steden en regio’s met voldoende ruimte om te wonen, werken en bewegen en Toekomstbestendige ontwikkeling van het landelijk gebied[29]. Onder de prioritaire opgave ‘‘Ruimte voor de klimaatverandering en energietransitie’’ is de volgende ruimtelijke keuze relevant voor IRM: Nederland is in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust. Bij (her)ontwikkelingen wordt voorkomen dat het risico op schade en slachtoffers door overstromingen of extreem weer toeneemt, voor zover dat redelijkerwijs haalbaar is. We behouden en reserveren voldoende ruimte voor toekomstige waterveiligheidsmaatregelen.

Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR)
In de structuurvisie schetst het Rijk ambities voor Nederland in 2040; een visie hoe Nederland er in 2040 voor moet staan. Uitgaande van de verantwoordelijkheden van het Rijk zijn de ambities uitgewerkt in rijksdoelen tot 2028 en is aangegeven voor welke nationale belangen daarbij aan de orde zijn. Deze tijdshorizon is gesteld omdat in de loop van de tijd nieuwe ontwikkelingen en opgaven kunnen vragen om bijstelling van de rijksdoelen.
In de VIR zijn de volgende rijksdoelen relevant voor IRM: “het verbeteren en ruimtelijk zekerstellen van de bereikbaarheid”. Door het faciliteren van de huidige scheepvaartklassen op de rivieren door het borgen van de minimale breedte en diepte van de vaargeur en voldoende doorvaarthoogte bij bruggen en voldoende

[28] *Beleidsnota Drinkwater 2021-2026*
[29] *Nationale Omgevingsvisie (NOVI) | Omgevingswet | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed*

nautische veiligheid. Hiermee draagt IRM bij aan een verbetering van het hoofvaarwegennet. Daarnaast draagt IRM bij aan het rijksdoel: “het waarborgen van een leefbare en veilige omgeving”. IRM draagt bij aan waterveiligheid en de beschikbaarheid van voldoende zoet water door verschillende maatregelen te nemen voor het verbeteren van de bodemligging & sedimenthuishouding en het verhogen van de afvoercapaciteit.

Mobiliteitsvisie 2050

Het Rijk bouwt aan een meer integraal bereikbaarheidsbeleid. De Contourennota zoals vastgesteld op 14 oktober 2022 is het uitgangspunt voor deze Hoofdlijnennotitie. Daarin zijn de uitgangspunten, de aanpak en het proces geschetst. De Hoofdlijnennotitie Mobiliteitsvisie 2050 benut en verbindt de deelvisies over mobiliteit, zoals Toekomstperspectief Automobiliteit, Toekomstbeeld Openbaar Vervoer, Toekomstbeeld Fiets, Goederenvervoeragenda, Luchtvaartnota 2020-2050 en de Visie duurzame energiedragers in mobiliteit. De Hoofdlijnennotitie vormt de paraplu over deze deelvisies en zet een strategische koers uit voor het toekomstige beleid. De 4 hoofdlijnen richting 2050 zijn:

1. Het nastreven van meer integrale doelen die het publieke belang van bereikbaarheid van maatschappelijk-economisch vitale functies borgen in heel Nederland.
2. Het zo benutten, versterken en verbinden van krachten van de verschillende modaliteiten dat de bereikbaarheidsdoelen doeltreffend en doelmatig behaald worden: de juiste mobiliteit op de juiste plaats en tijd. Daarom zetten we nationaal meer in op het stimuleren en benutten van innovaties.
3. Het mobiliteitssysteem van de toekomst voldoet aan de publieke kaders voor duurzaamheid, gezonde leefomgeving en veiligheid.
4. De drie hoofdlijnen hierboven worden gebiedsgericht uitgewerkt, in nauwe samenwerking met bestuurlijke partners, waarbij ook de gebruikers van het mobiliteit systeem betrokken worden. Voor het goederenvervoer is dat een corridorgerichte benadering die aansluit op internationale netwerken.

Nationaal Water Programma 2022-2027

De Waterwet vereist dat de rijksoverheid eens in de 6 jaar een Nationaal Waterplan en een Beheer en ontwikkelplan voor de Rijkswateren (Bprw) opstelt. Het NWP is opgesteld ‘in de geest van de Omgevingswet’. Het nationale waterbeleid en de beschrijving van het beheer en de ontwikkeling van de Rijkwateren zijn in dit NWP in samenhang beschreven in één document.

Het Nationaal Water Programma 2022-2027 beschrijft de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid en de uitvoering ervan in de Rijkswateren. ‘Nationaal’ wil zeggen dat het Rijk met het NWP richting wil geven aan het waterbeleid voor Nederland als geheel, dus niet alleen voor het hoofdwatersysteem. Het programma is voor het waterbeleid een uitwerking van de nationale belangen en strategische hoofdkeuzes in de Nationale Omgevingsvisie (NOVI). Het NWP beschrijft verder de raakvlakken van het nationale waterbeleid met het beleid voor een aantal andere onderwerpen in de fysieke leefomgeving, zoals de energietransitie en de landbouw. Ook wordt in het NWP het rijksbeleid dat voorkomt uit de eerste 6-jaarlijkse herijking van de deltabeslissingen en regionale voorkeursstrategieën uit 2015 beschreven. Tot slot bevat het NWP een beschrijving van het beheer, functies en de maatregelen en voorzieningen voor de ontwikkeling, werking en bescherming van de rijkswateren en de rijksvaarwegen[30].

Het NWP heeft drie verschillende hoofdambities voor water:

- Een veilige en klimaatbestendige delta
- Een concurrerende, duurzame en circulaire delta
- Een schone delta met hoogwaardige natuur

[30] bijlage-nationaal-water-programma-2022-2027.pdf (overheid.nl)

Binnen IRM wordt aandacht besteed aan het ontwikkelen en versterken van een robuust riviernetwerk. Daarnaast wordt binnen IRM ruimte geboden om een deel van de klimaatopgave op te vangen met rivierverruimende maatregelen. Hiermee wordt gewerkt aan twee van de drie hoofdambities uit het NWP 2022-2027: 1) een veilige en klimaatbestendige delta en; 2) een schone delta met hoogwaardige natuur.

Programmatische Aanpak Grote Wateren

Met de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) werkt de overheid aan toekomstbestendige grote wateren waar hoogwaardig natuur goed samengaat met krachtige economie. De ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit hebben het investeringsprogramma PAGW gestart. Dit programma heeft tot doel de waterkwaliteit te verbeteren en de natuur te versterken in de Nederlandse grote wateren. Het water krijgt meer ruimte, verbindingen worden hersteld en er wordt gewerkt aan een gevarieerder leefgebied[31].

Figuur 0-1 Ontwikkelgebied PAGW (Waar we werken | PAGW)

Binnen IRM wordt de uitvoering van het PAGW meegenomen als wettelijke opgave. Hiermee wordt tot 28.300 ha ecotopen gerealiseerd. Ook worden er binnen IRM al verschillende pilots uitgevoerd, waarbij de 'Pre-verkenning van de Gelderse Poort' focust op de ontwikkeling van de PAGW. De Gelderse Poort is namelijk één van de hotspots uit de ecologische systeemopgaven van Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Voor die karakteristieke en kansrijke rivierengebied met twee splitsingspunten heeft

[31] Programmatische Aanpak Grote Wateren - Helpdesk water

PAGW een pre-verkenning uitgevoerd. Dit resulteerde eind 2022 in oplossingsrichtingen voor robuuste en toekomstbestendige riviernatuur en versterking van het rivierlandschap met ontwikkeling van ooibos, rietmoeras, natte graslanden en geulen en plassen.

Visie Erfgoed en Ruimte

De Visie erfgoed en ruimte geeft aan hoe het rijk het onroerend cultureel erfgoed borgt in de ruimtelijke ordening, welke prioriteiten het kabinet daarbij stelt en hoe het wil samenwerken met publieke en private partijen. Vanuit een brede erfgoedvisie wordt ingezoomd op de meest actuele en urgente opgaven van nationaal belang. Deze visie is complementair aan de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte[32].
Bij de ontwikkeling van IRM zal rekening gehouden moeten worden met de zorg voor het cultureel erfgoed in de ruimtelijke ordening. Daarnaast is het belangrijk om te cultuurhistorische waarden in acht te nemen. Tijdens de herinrichting van de uiterwaarden kan op sommige plekken juist een impuls gegeven worden aan de bestaande landschappelijke waarden.

Rivierdossier Rijndelta en Maas

Voor de Rijndelta en de Maas zijn twee aparte rivierdossiers opgezet die zijn gericht op het duurzaam veiligstellen van de waterwinning vanuit het Nederlandse deel van de Rijndelta en de Maas. Het rivierdossier biedt hiermee inzicht in de mate waarin doelen (mogelijk) niet worden gehaald en daarmee in de opgave, waar partijen zich voor gesteld zien om de winning duurzaam veilig te stellen. Deze opgave vormt de basis voor het maken van afspraken over te nemen maatregelen.
In zowel het Nederlandse deel van de Rijndelta en de Maas vinden op vier locaties oppervlakteonttrekkingen voor de drinkwatervoorziening plaats. Daarnaast bevinden zich in de Rijndelta zeven oevergrondwaterwinningen. Voor deze (oppervlakte)waterwinningen is in de periode 2011-2013 de eerste generatie gebiedsdossiers per waterwinning opgesteld, gevolgd door een regio-overstijgende aanvulling gebiedsdossiers Rijndelta en Maas (RWS & RIWA, 2013).
De aanleiding voor de rivierdossiers voor de Rijndelta en de Maas zijn de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) en de Drinkwaterwet. De KRW geeft, zoals bovenstaand beschreven, het Europese kader voor een duurzaam watersysteem en een duurzame bescherming van bronnen van water voor menselijke consumptie, welke zijn vastgesteld in het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009. Op grond van de Drinkwaterwet hebben alle overheden een zorgplicht voor het duurzaam veiligstellen van de openbare drinkwatervoorziening.
Het doel van het rivierdossier is het weergeven van feitelijke informatie over de actuele waterkwaliteit, de factoren die de waterkwaliteit beïnvloeden en de ontwikkelingen die voor veiligstelling van de waterwinning uit oppervlaktewater van belang zijn[33]. Veiligstelling betekent:

- Dat het als drinkwaterbron te gebruiken water voldoet aan de gestelde waterkwaliteitsdoelen.
- Dat gebruik als drinkwaterbron geen gevaar loopt als gevolg van lage rivierafvoeren. Bij de Rijn moet er rekening mee worden gehouden dat lage rivierafvoeren de kwaliteit van het water kunnen verslechteren vanwege een toename van de concentraties stoffen, zij het in mindere mate dan bij de Maas. Bij de Maas moet er rekening mee worden gehouden dat lage rivierafvoeren de kwaliteit van het water sterk kunnen verslechteren vanwege een toename van de concentraties stoffen.

Beleidstafel Droogte

De coördinatie van de waterverdeling ligt bij het Management Team Watertekorten (MTW). Het MTW constateerde dat er op diverse terreinen vragen leven over verantwoordelijkheden, bevoegdheden, keteneffecten en effectiviteit van maatregelen. Daarom is afgesproken om met betrokken partijen een

[32] *Visie erfgoed en ruimte - Kiezen voor karakter | Publicatie | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed*
[33] *Rivierdossier waterwinningen Rijndelta : feitendossier - Rijkswaterstaat Publicatie Platform (rws.nl)*

Beleidstafel Droogte in te richten, onder verantwoordelijkheid van de directeur-generaal Water en Bodem van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

Op de Beleidstafel worden, gecoördineerd door IenW, alle relevante beleidsvragen op tafel komen, onder andere met betrekking tot waterbeheer, natuur, landbouw, drinkwater, scheepvaart, grondwater en watergebruikende industrie.

Deelnemers zijn vertegenwoordigers op bestuurlijk en hoog ambtelijk niveau van de volgende organisaties; ministerie van IenW, ministeries van LNV, EZK, Rijkswaterstaat, Unie van Waterschappen, IPO, VNG, staf Deltacommissaris, Bestuurlijk Platform Water.

De Beleidstafel is dus bedoeld om de lessen van de droogte beleidsmatig te vertalen naar voorstellen, om beter voorbereid te zijn op het droogteseizoen van 2019 en daarna. Dat kunnen verbetervoorstellen zijn in de vorm van verduidelijking of aanpassing van: beleidskaders, regelgeving, normering, verantwoordelijkheden- en bevoegdhedenverdeling, informatievoorziening en communicatie[34].

Beleidsnota Drinkwater

De beleidsnota drinkwater gaat in op de ambitie van het kabinet voor de drinkwatervoorziening. De nota beschrijft de ambitie van het kabinet voor de drinkwatervoorziening en beschrijft de drinkwateropgaven voor de komende periode (2021-2026). Daarnaast bevat het de hoofdkeuzes voor het drinkwaterbeleid. In deze tweede Beleidsnota Drinkwater wordt meer ingezet op:

- Waterbeschikbaarheid en zuinig en bewust drinkwatergebruik: De aanbevelingen van de Beleidstafel Droogte hebben geleid tot meer aandacht voor waterbeschikbaarheid, de inzet van alternatieve bronnen voor de drinkwaterbereiding en zuinig en bewust drinkwatergebruik.
- Verbeteren kwaliteit van oppervlakte- en grondwater: Incidenten en aangetroffen antropogene stoffen in drinkwaterbronnen hebben de urgentie voor precentie en aanpak bij de bron versterkt.
- Borgen veilige productie en levering: Om een duurzame veiligstelling van de productie, kwaliteit en levering van drinkwater te borgen is meer aandacht nodig voor de ruimtelijke bescherming van de huidige en toekomstige drinkwatervoorziening, de reikwijdte van de zorgplicht voor de publieke drinkwatervoorziening en de digitale en financiële bedrijfsvoering van de drinkwatersector.
- Daarbij continueert het Rijk beleid dat zich richt op de preventie- en bronaanpak, de risicobenadering van bron tot tap, de ruimte voor drinkwaterbedrijven om bij te dragen aan een goede drinkwatervoorziening in het buitenland en het maken van zorgvuldige afwegingen en andere belangen in de fysieke leefomgeving.

Één van de doelen van IRM is om te zorgen voor een robuuste zoetwaterbeschikbaarheid door een bijdrage te leveren aan het veiligstellen van de nationale zoetwaterbuffers in het hoofdwatersysteem en de wateraanvoer naar kanalen en het regionale watersysteem. Dit sluit aan bij de focuspunten van de tweede Beleidsnota Drinkwater[35].

Drinkwaterwet

De drinkwaterwet vormt de grondslag voor deze beleidsnota, het drinkwaterbeleid van het Rijk en voor de organisatie en continuïteit van de openbare drinkwatervoorziening door drinkwaterbedrijven. De Rijksoverheid is verantwoordelijk voor toezicht op de uitvoering van de regelgeving voor drinkwater, het scheppen van voorwaarden en het stellen van kaders voor de drinkwatervoorziening. Om deze verantwoordelijkheid invulling te geven stelt het kabinet iedere zes jaar een Beleidsnota Drinkwater vast.

Op grond van artikel 2 van de Drinkwaterwet hebben bestuursorganen de zorgplicht om de openbare drinkwatervoorziening duurzaam veilig te stellen. De zorgplicht drinkwater geldt onder meer voor de bescherming van bronnen van drinkwater en voor de infrastructuur. Op grond van artikel 3 van de Drinkwaterwet moeten drinkwaterbedrijven zorgen voor een voldoende en duurzame uitvoering van de

[34] *Beleidsnota Drinkwater 2021-2026*
[35] *Beleidsnota Drinkwater 2021-2026*

drinkwatervoorziening. Overheden moeten bij de uitoefening van hun bevoegdheden en het maken van ruimtelijke afwegingen het drinkwaterbelang zwaar mee laten wegen. Dit betekent dat in de bestuurlijke afweging een groot belang moet worden toegekend aan de duurzame veiligstelling van de drinkwatervoorziening.

De zorgplicht is belangrijk voor activiteiten of initiatieven waarvoor geen specifieke regels of vergunningsvoorschriften zijn geformuleerd vanuit het oogpunt van drinkwatervoorziening. Overheden kunnen de zorgplicht invullen door expliciete afwegingen te maken in de ruimtelijke ordening, het waterbeheer, het milieu-, landbouw-, energie- en mijnbouwbeleid en het beleid voor stoffen en producten. Zodoende wordt geborgd dat in het beleid rekening wordt gehouden met risico's die met activiteiten of initiatieven samenhangen. De zorgplicht is dus enerzijds een paraplu: bij nieuwe plannen wordt vooraf gezorgd dat risico's worden voorkomen. Anderzijds is het een vangnet om op terug te vallen bij situaties waarvoor expliciete regels ontbreken, maar die wel risico kunnen vormen voor de duurzame veiligstelling van de openbare drinkwatervoorziening.

Voor IRM geldt dus dat de zorgplicht voor drinkwater moet worden gewaarborgd.

Drinkwaterbesluit en Drinkwaterregeling

Aan een aantal bepalingen uit de Drinkwaterwet inzake de productie en distributie van drinkwater en de organisatie van de openbare drinkwatervoorziening is de nadere uitwerking gegeven in het Drinkwaterbesluit (2018). Het drinkwater in Nederland moet voldoen aan de kwaliteitsnormen en het Drinkwaterbesluit en dit moet regelmatig worden gecontroleerd. Het besluit stelt eisen aan drinkwaterbedrijven en eigenaren van collectieve drinkwaterinstallaties, bijvoorbeeld wat betreft legionellapreventie. Daarnaast zijn voor een aantal onderwerpen inzake de voorziening van drinkwater, warm tapwater en huishoudwater nadere regels opgesteld in de Drinkwaterregeling. De Drinkwaterwet, het Drinkwaterbesluit en de Drinkwaterregeling hangen nauw met elkaar samen: op één onderwerp kunnen bepalingen uit de wet, het besluit en de regeling van toepassing zijn.

Provinciaal beleid

Het programma Integraal Riviermanagement heeft betrekking op het ruimtebeslag van de volgende provincies:

- Overijssel
- Gelderland
- Utrecht
- Zuid-Holland
- Noord-Brabant
- Limburg

Provinciale (ontwerp) omgevingsvisie

In de omgevingsvisie legt de provincie haar ambities en beleidsdoelen voor de fysieke leefomgeving voor de lange termijn vast. Het gaat hierbij om een strategische visie voor de lange termijn voor de gehele fysieke leefomgeving. Een omgevingsvisie gaat in op de samenhang tussen ruimte, water, milieu, natuur, landschap, verkeer en vervoer, infrastructuur en cultureel erfgoed. De provincie stelt 1 omgevingsvisie voor het hele grondgebied vast. Daarnaast kan de provincie samen met andere gemeenten op provincies een gezamenlijke omgevingsvisie opstellen[36].

In alle provinciale (ontwerp) omgevingsvisies is het klimaatbestendig maken van de leefomgeving een belangrijk en terugkerend thema. Het hoofddoel van IRM is om het rivierengebied toekomstbestendig te maken en meervoudig bruikbaar als systeem dat goed functioneert. Hiermee draagt het bij aan de uitgangspunten van meerdere provinciale (ontwerp) omgevingsvisies.

[36] *Provinciale omgevingsvisie: dit staat erin - Informatiepunt Leefomgeving (iplo.nl)*

Provinciale (ontwerp) omgevingsverordeningen
De provinciale omgevingsverordeningen bevat alle regels voor de fysieke leefomgeving. Met de ingang van de omgevingswet komt er per provincie één omgevingsverordening die de bestaande verordening vervangt. Zoals de milieuverordening, de planologische verordening, de landschapsverordening en de grondwaterverordening[37].

Provinciale natuurbeheerplannen
Het Natuurbeheerplan is een *beleidskader* om het Europese, rijks- en provinciale natuur- en landschapsbeleid te realiseren. Het gaat daarbij om bestaande natuurgebieden, gebieden waar nieuwe natuur aangelegd wordt, landbouwgebieden die worden beheer volgens agrarisch natuurbeheer en de Natura-2000 gebieden. Per (deel)gebied beschrijft het Natuurbeheerplan welke natuur- en landschapsdoelen nagestreefd worden. Het plan bevat de begrenzing van de natuur- en agrarische natuurgebieden, met name toegespitst op het internationale biodiversiteitsdoelen en de internationale natuurgerichte agromilieu, water en klimaat doelen.
In de Natuurbeheerplannen worden de beleidsdoelen en subsidiemogelijkheden voor de ontwikkeling en het beheer van natuurgebieden, agrarische natuur en landschapselementen in de provincie beschreven. Door een Natuurbeheerplan vast te stellen stelt de provincie de kaders voor de uitvoering van het natuur- en landschapsbeheer door dit Natuurbeheerplan vast te stellen. Het Natuurbeheerplan geeft aan waar welke beheerwaardige natuur aanwezig is en welke beheerdoelen hiervoor gelden. Daarnaast financiert de provincie een aanzienlijk deel van de kosten voor de ontwikkeling en het beheer van natuur door middel van subsidies. Het Natuurbeheerplan vormt dan de basis voor de aanvraag van deze subsidies[38].
Het plan is geen statisch document. De provincie kan de inhoud van de plantekst en de kaarten, indien nodig, jaarlijks aanpassen. Hoewel het Natuurbeheerplan de laatste tijd met een jaarlijkse frequentie is aangepast, kan het plan voor meerdere jaren gelden tot er weer een nieuw Natuurbeheerplan wordt vastgesteld.
De provincies maken hun Natuurbeheerplannen op basis van het Informatiemodel Natuur (IMNa). Dit model is afgeleid van de beheertypen uit de Index Natuur en Landschap en biedt een definitiekader waarmee provincies en ketenpartners gegevens gestandaardiseerd kunnen uitwisselen[39].
Bij het uitvoeren van de verschillende maatregelen als onderdeel van IRM moet rekening gehouden worden met de natuur- en landschapsdoelen die in het Natuurbeheerplan beschreven staan.

Provinciaal of Regionaal Water (en Bodem) programma
De provincies hebben hun Omgevingsvisies voor wat betreft het waterbeleid uitgewerkt in provinciale of regionale waterprogramma's. Daarin is uitgewerkt wat de provincies in de komende planperiode willen bereiken. Het gaat daarbij om het realiseren van een duurzaam, robuust en ecologisch gezond watersysteem dat kan omgaan met wateroverlast en droogte en dat voorziet in voldoende water van goede kwaliteit. Voor de provincies (en de inliggende waterschappen) is daarbij ook nadrukkelijk aandacht voor grondwater en voor de kwaliteit van de regionale KRW-oppervlaktewateren én de niet KRW-wateren.

[37] *Omgevingsverordening - Informatiepunt Leefomgeving (iplo.nl)*
[38] *DIRECTIERAAD DIENST INFRA EN R&M (bij12.nl)*
[39] *Het Natuurbeheerplan - BIJ12*