



## **Naar een normenkader voor stookolie**

24 april 2024

**Kenmerk** R001-1293025MAJ-V03-ivl-NL

## Verantwoording

<b>Titel</b>	Naar een normenkader voor stookolie
<b>Opdrachtgever</b>	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
<b>Projectleider</b>	Sellie Kuperus (TAUW)
<b>Auteur(s)</b>	Geert Cuperus (Gemax), Matthijs de Jong (TAUW)
<b>Tweede lezer</b>	Jurgen Ooms (TAUW)
<b>Kenmerk</b>	R001-1293025MAJ-V03-ivl-NL
<b>Aantal pagina's</b>	50 (exclusief bijlagen)
<b>Datum</b>	24 april 2024
<b>Handtekening</b>	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

## Colofon

TAUW bv  
Handelskade 37  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
T +31 57 06 99 91 1  
E [info.deventer@tauw.com](mailto:info.deventer@tauw.com)

## Inhoud

1	Inleiding .....	5
2	Verantwoording .....	5
3	Wettelijke kaders en normen .....	6
3.1	MARPOL Annex VI .....	6
3.2	REACH.....	8
3.3	ISO 8217 .....	11
3.4	Besluit brandstoffen luchtverontreiniging .....	12
3.5	Besluit organisch-halogeengehalte van brandstoffen (Bohb) .....	12
3.6	Bunkervergunning Rotterdam .....	12
3.7	Afvalwetgeving .....	13
4	De keten van stookolie .....	14
4.1	De route van stookolie .....	14
4.2	Welke stookolie .....	15
4.3	Kwaliteitscontrole in de keten van stookolie.....	17
4.4	Evaluatie van keten en controle .....	19
5	Ongewenste stoffen in stookolie.....	20
5.1	Literatuur over ongewenste stoffen in stookolie.....	20
5.2	Hoe ongewenste stoffen in stookolie kunnen belanden.....	25
5.3	Milieu-effecten van ongewenste stoffen.....	26
5.4	Evaluatie ongewenste stoffen .....	30
5.4.1	Ongewenste stoffen - milieu parameters .....	31
5.4.2	Ongewenste stoffen - technische parameters .....	37
6	Mogelijkheden voor controle in de keten.....	38
6.1	Betere controle met bestaand wetgevend kader.....	39
6.2	Kwaliteitscontrole in de keten.....	40
6.2.1	Controle bij productie .....	40
6.2.2	Controle verder in de keten.....	40
6.3	Kwaliteit van werken in de keten.....	42
6.4	Controle en borging in de keten van stookolie .....	43
6.4.1	Borging van kwaliteit bij productie.....	43

6.4.2	Borging van kwaliteit op een bunkerschip.....	44
6.4.3	Borging van kwaliteit tijdens bunkering.....	45
6.5	Een normenkader en controlemogelijkheden voor stookolie - samenvatting.....	45
7	Naar een aanpak voor stookolie.....	47
8	Aanbevelingen.....	50
9	Literatuur .....	51

## 1 Inleiding

Bij de productie van stookolie voor zeeschepen wordt gebruik gemaakt van een diversiteit aan blendcomponenten. Deze blendcomponenten kunnen mogelijk stoffen bevatten die bij verbranding schadelijk zijn voor mens of milieu. In de Tweede Kamer zijn zorgen geuit over het bijmengen van afvalstoffen en verwerking van 'chemisch afval'.

In een brief aan de Tweede kamer van 30 mei 2023 kondigt de minister een onderzoek naar de mogelijkheden van de introductie van aanvullende kwalitatieve kaders voor stookolie. Dit rapport beschrijft een onderzoek naar mogelijkheden voor zulke kaders. Het onderzoek tracht het een antwoord te vinden op de vraag welke (wettelijke) normenkaders en controlemogelijkheden kunnen bijdragen aan borging van de kwaliteit van stookolie voor zeeschepen. In eerste instantie betreft dat de milieuhygiënische kwaliteit, maar daarnaast zal ook worden ingegaan op aspecten van de technische kwaliteit.

## 2 Verantwoording

Om antwoord te geven op de vraag die in hoofdstuk 1 wordt gesteld, is het nodig inzicht te hebben in de keten van stookolie en in de wijze waarop op dit moment de kwaliteit daarvan wordt gecontroleerd. Daarvoor is in het onderzoek het volgende ondernomen:

- Relevante literatuur op het gebied van stookolie is bestudeerd. Het gaat hierbij onder anderen om literatuur waarin wordt ingegaan op problemen met de kwaliteit van stookolie
- Er zijn gesprekken gevoerd met betrokkenen uit de keten van stookolie. Dit betreft brancheverenigingen en individuele bedrijven
- Er zijn gesprekken gevoerd met de ILT, Havenbedrijf Rotterdam en RIVM

Voor de gesprekken zijn vragenlijsten opgesteld die in het gesprek zijn nagelopen, deze verschilden per betrokkene. Gesprekken zijn gebruikt om specifieke informatie in te winnen die bruikbaar werd geacht voor het beantwoorden van de vragen. De vragen waren erop gericht om feitelijke informatie te verkrijgen. Daar waar in algemene termen is geantwoord of antwoorden onvolledig leken, is ofwel nagevraagd bij dezelfde gesprekspartner of is aanvullende informatie gezocht in andere gesprekken of in de literatuur. Daar waar meningen zijn gegeven of veronderstellingen werden gedaan is geen gebruik gemaakt van dergelijke informatie, tenzij deze informatie door de onderzoekers geverifieerd kon worden. Alle informatie is geanonimiseerd verwerkt in dit rapport.

Informatie is verkregen vanuit verschillende perspectieven. Door informatie uit diverse gesprekken tegen elkaar af te wegen en te combineren is zo goed als mogelijk getracht een neutraal beeld te krijgen. Voor sommige informatie die is verkregen was het nadrukkelijk gewenst om aan de hand van aanvullende gesprekken of nader onderzoek bevestiging te krijgen.

Dit was bijvoorbeeld het geval wanneer suggesties zijn gedaan of veronderstellingen zijn geponeerd. Wanneer een bevestiging van zulke informatie niet mogelijk was is deze niet in het rapport opgenomen.

Het rapport is beoordeeld door een inhoudelijk expert van TAUW die niet bij het onderzoek betrokken was. Met name heeft deze expert gekeken naar de vorming van conclusies in het rapport en de onafhankelijke onderbouwing daarvan.

De onderzoekers verklaren dat zij onafhankelijk hun werk hebben kunnen uitvoeren zonder beïnvloeding van externe partijen, waaronder de opdrachtgever. De onderzoekers hebben geen verplichtingen die invloed kunnen hebben op de uitkomsten van dit onderzoek (financieel, contractueel of anders) ten opzichte van andere betrokkenen dan de opdrachtgever van dit onderzoek.

### 3 Wettelijke kaders en normen

Het bestaande wettelijke kader en bestaande normen bieden al enige basis om de kwaliteit van stookolie te reguleren en te controleren. In dit hoofdstuk wordt nagegaan hoe dit gezamenlijke kader er uit ziet. Twee onderdelen, MARPOL en REACH, blijken omvangrijker van aard dan overig genoemde kaders. Deze twee onderdelen worden enigszins uitgebreider toegelicht en kort geëvalueerd.

#### 3.1 MARPOL Annex VI

Het Internationaal Verdrag ter voorkoming van verontreiniging door schepen (MARPOL) is medeondertekend door Nederland, dat daarmee gehouden is aan de regels die in annexen zijn opgesteld. Annex VI is in dit kader het meest van belang. In deze annex is bepaald dat het zwavelgehalte van brandstof (stookolie) niet hoger mag zijn dan 0,50 % m/m. In ECA-zones (emission control area) mag het gehalte van brandstof die wordt gebruikt niet hoger zijn dan 0,1 % m/m. Het zwavelgehalte dient gedocumenteerd te worden door de leverancier van de brandstof.

Regeling 18 van Annex VI gaat over de kwaliteit van brandstoffen. Brandstof die wordt geleverd aan een schip dient aan het volgende te voldoen:

- Brandstof dient een blend te zijn van koolwaterstoffen afkomstig van olieraffinage. Dit sluit het toevoegen van kleine hoeveelheden additieven die sommige prestaties moeten bevorderen niet uit
- Brandstof mag geen anorganische zuren bevatten
- Brandstof mag geen enkele andere stof of chemisch afval bevatten, waardoor de veiligheid van het schip of de prestatie van machines nadelig worden beïnvloed, schade aan personeel wordt berokkend of aanvullende luchtverontreiniging kan ontstaan

Brandstof mag van andere herkomst zijn dan van olieraffinage, mits:

- Het zwavelgehalte zoals boven is aangegeven niet wordt overschreden
- Limietwaarden voor NO<sub>x</sub> zoals elders in de Annex wordt beschreven niet worden overschreden
- Deze geen anorganisch zuur bevatten
- De veiligheid van het schip of de prestatie van machines niet in het geding komen
- Er geen schade kan ontstaan voor personeel
- Er over het geheel geen aanvullende extra luchtverontreiniging ontstaat

Voor elk schip dienen details van brandstoffen die worden geleverd en gebruikt te worden vastgelegd in een bunker delivery note (verder: BDN). Een BDN dient drie jaar aanwezig te zijn op een schip. In een BDN dient tenminste het volgende te zijn opgenomen, naast details van schip en haven:

- Productnaam
- Dichtheid
- Zwavelgehalte
- Een verklaring van de leverancier dat de brandstof conformeert aan regeling 18.3 (dit omvat hetgeen bovenstaand is beschreven)

Een BDN dient gepaard te gaan met een representatief monster van de brandstof, conform de 'Guidelines for the sampling of fuel oil for the determination of compliance with the revised MARPOL Annex VI'. Volgens dit voorschrift moet een representatief monster worden genomen tijdens de gehele periode van bunkering aan het bunker-manifold (verdeelsysteem) van het ontvangende schip. De monsterneming gebeurt met een drip-sampler, een tijd-proportionele automatische sampler of een flow-proportionele sampler. Het monster wordt verzegeld, getekend door de leverancier en tenminste 12 maanden aan boord van het schip bewaard. Dit is het zogenaamde 'MARPOL-monster'.

Er vallen diverse zaken op in de genoemde Annex VI:

- Stookolie moet exclusief voortkomen uit olieraffinage (tenzij een geheel andere basis wordt gebruikt volgens regeling 18.3.2). Een vraag is dan hoever in de keten dit kan gaan, maar aangenomen mag worden dat het gaat om producten die direct uit raffinage van olie komen. Daartoe behoort wellicht ook nabewerking zoals kraken, alhoewel deze nuancering niet duidelijk volgt uit de Annex
- Er mogen kleine hoeveelheden additieven worden toegevoegd. Onduidelijk in Annex VI is wat 'kleine hoeveelheid' betekent
- Additieven moeten een bepaald aspect van de prestatie van een brandstof verbeteren. Er zijn geen aanvullende verplichtingen gekoppeld aan deze voorwaarde, zoals bijvoorbeeld een vereiste is om te verklaren welk additief is toegevoegd en welke verbetering dit moet geven

- Toevoeging van afval is niet uitgesloten. Enkel chemisch afval mag niet worden toegevoegd wanneer het de veiligheid van het schip of de prestaties van de machine niet nadelig beïnvloedt, geen schade aan personeel wordt berokkend en er geen aanvullende luchtverontreiniging kan ontstaan. Er is niet gedefinieerd wat 'chemisch' afval is en feitelijk definieert MARPOL evenmin wat afval is
- Een BDN wordt opgesteld door de leverancier van stookolie. Meestal gebeurt dit door het bunkerbedrijf. Deze vult de betreffend gegevens zoals zwavelgehalte in. Er is geen vereiste om een laboratoriumrapport toe te voegen. Dit maakt het in ieder geval voor het ontvangende schip moeilijk om zaken te checken

Uit gesprekken blijkt overigens dat controle door de ontvanger in de praktijk gebreken kent. De BDN zou in meerdere gevallen nauwelijks ingekeken worden en er zou sprake van zijn dat een leverancier al een 'MARPOL' monster kant en klaar aflevert (en dus niet ter plekke bij belading wordt genomen). Het zou zelfs voorkomen dat er überhaupt geen monster wordt genomen of geleverd.

### 3.2 REACH

Stoffen en mengsels in de EU geproduceerd of geïmporteerd worden, moeten geregistreerd worden conform REACH regelgeving. Bij registratie moet een dossier worden ingeleverd. Dit dossier bevat informatie over onder anderen de identiteit van de stof, de vervaardiging en het gebruik. Producten uit aardolieraffinage vormen in de zin van REACH geen stof, maar ook geen mengsel. Zij worden aangeduid als een UVCB-stof (Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological Materials). Residuale olie (het residu dat overblijft nadat de lichtere fracties van ruwe aardolie door destillatie zijn afgescheiden), de basis van stookolie, is een UVCB-stof en dient als zodanig te worden geregistreerd.

Stookolie is een mengsel van residuale olie en blendcomponenten. In de zin van REACH vormen zij allen een stof en elk van de samenstellende stoffen moet geregistreerd zijn volgens de REACH verordening. Een mengsel zelf hoeft dus niet te worden geregistreerd. Wel dient de producent van het mengsel een nieuw SDS (zie onderstaand) op te stellen. Dit geldt dus ook voor stookolie die gevormd is door het blenden van meerdere componenten.

Informatie die verschaft dient te worden omvat onder meer de samenstelling van een stof, de zuiverheidsgraad, de aard van verontreinigingen en het percentage van de belangrijkste verontreinigingen (bijlage 6). Het begrip verontreiniging is overigens niet gedefinieerd in REACH. Over de vervaardiging van een stof is relatief weinig informatie vereist. Wat het gebruik betreft dient een dossier enkel in te gaan op een algemene beschrijving van het geïdentificeerde gebruik.

Vanaf een productie van 10 ton per jaar dient ook een chemisch veiligheidsrapport (Chemical Safety Report, CSR) te worden opgesteld. Bijlage 1 van de REACH verordening geeft aan welke onderdelen daarin aan bod dienen te komen. Dit betreft onder meer het 'uiteindelijke lot in het milieu' van de stof zelf, maar niet bijvoorbeeld dat van verbrandingsproducten.



De informatie in een CSR vormt de basis voor het opstellen van een veiligheidsinformatieblad (VIB, de algemeen gebruikte term is SDS). In artikel 31 van de REACH verordening is omschreven in welke gevallen een leverancier een SDS dient te verstrekken aan de afnemer. Dit is al snel het geval in de keten van aardolieraffinage. Bijlage 2 van de REACH verordening geeft aan welke informatie een SDS dient te omvatten. Dit betreft allereerst de vervaardiging en het gebruik van de stof. Duidelijk moet dus zijn welke stof het betreft, bijvoorbeeld 'heavy fuel oil'. De diverse gevaarseigenschappen dienen vermeld te worden. Daarnaast moeten milieugevaren, bijvoorbeeld voor het luchtcompartiment, en blootstellingsscenario's beschreven zijn. Volgens bijlage 2 moeten van "onzuiverheden" of "individuele bestanddelen" die niet het hoofdbestanddeel zijn van een stof gegevens worden verstrekt wanneer deze zijn ingedeeld volgens Verordening (EG) nr. 1272/2008 betreffende indeling, etikettering en verpakking van stoffen.

Bij het opstellen van een CSR dient elk geïdentificeerd gebruik aangegeven te worden, het kan dus gaan om meerdere toepassingen. Het CSR moet betrekking hebben op elk mogelijk gebruik. Een CSR bevat informatie over de gevaren van een stof, de blootstelling ten gevolge van de vervaardiging of invoer, het geïdentificeerde gebruik en risicobeheersmaatregelen voor downstreamgebruikers. De beoordeling van de milieugevaren is bedoeld om te bepalen beneden welke concentratie er geen nadelige effecten op milieuc compartimenten verwacht wordt. Bij de beoordeling van blootstelling wordt in de CSR'en geen rekening gehouden met verbrandingsproducten. Het ontstaan daarvan is sterk afhankelijk van de omstandigheden tijdens gebruik (verbranding in de scheepsmotor).

Verder zijn de volgende aspecten van de REACH verordening van belang:

- Artikel 56 verbiedt het in de handel brengen en gebruiken van stoffen opgenomen in bijlage XIV. Daarop bestaan diverse uitzonderingen die nader zijn uitgewerkt in genoemd artikel. Het in de handel brengen en gebruik van deze stoffen mag plaatsvinden wanneer daartoe autorisatie is verleend door ECHA. In een autorisatie worden onder anderen de voorwaarden voor gebruik vermeld. Wat opvalt in eerste instantie is dat deze bijlage - op het oog - weinig stoffen bevat die bij analyse van stookolie zijn aangetroffen (zie hoofdstuk 5). Meer reguliere stoffen die men in residuale olie zou verwachten komen minder voor, zoals alkanen. De enige stoffen van bijlage XIV die, op het eerste oog, in stookolie zijn aangetroffen zijn trichlooretheen, tetrachloorethaan en dichloorethaan. Deze stoffen zijn door RIVM in enkele monsters stookolie aangetoond (RIVM, 2018). In het betreffende rapport evalueert RIVM de overlap tussen de lijst van zeer zorgwekkende stoffen en stoffen die zij in stookolie heeft aangetoond. Er blijkt slechts een zeer geringe overlap te bestaan. Het lijkt er dus op dat de meeste stoffen die in stookolie worden aangetroffen niet via REACH gereguleerd zijn
- Bepaalde gevaarlijke stoffen, vermeld in bijlage XVII, mogen volgens artikel 67 niet in de handel worden gebracht of gebruikt, tenzij aan de voorwaarden voor gebruik wordt voldaan. Bijlage XVII omvat een zeer uitgebreide lijst van stoffen waarvoor beperkingen zijn vermeld. Een belangrijke beperking is bijvoorbeeld opgenomen voor benzeen, deze stof mag niet voorkomen in een concentratie hoger dan 0,1 gewichtsprocent. Verder komen diverse verbindingen van zware metalen voor op de lijst.

Deze zijn vermeld als verbinding (zoals loodsulfaat), maar beperkingen betreffen meestal ander gebruik dan in brandstof. Nikkel, een stof die voorkomt in residuale olie, wordt als zodanig genoemd. Beperkingen betreffen echter gebruik in specifieke voorwerpen. Ook het gebruik van tetrachlooretheen, trichloorethaan en dichloorethaan wordt beperkt, maar de beperking betreft toepassingen als oppervlaktereiniger. Er wordt verder gerefereerd aan stoffen in bijlagen van de CLP-verordening. Dit betreft een zeer uitgebreide lijst van zeer specifieke chemicaliën. De overlap van deze lijst met stoffen die zijn aangetroffen in stookolie (zie hoofdstuk 5) is eveneens beperkt

De genoemde artikelen vormen in principe een aanknopingspunt om meer controle uit te oefenen op de kwaliteit van stookolie. Dit zou vergen dat residuale olie en blendcomponenten gecontroleerd worden op de aanwezigheid van stoffen in bijlage XIV en XVII van REACH. Gezien de zeer uitgebreide omvang van deze bijlagen is het wel de vraag waar te beginnen. Door RIVM (zie hoofdstuk 5) is een aanvang gemaakt met de zoektocht naar stoffen in stookolie, de overlap met de bijlagen is gering. Wanneer we de bijlagen bekijken, dan valt op dat het veelal gaat om uiterst specifieke chemicaliën met een minder algemeen gebruik dan stoffen zoals het boven genoemde dichlooretheen of trichloorethaan. Verder komen allerlei metaalverbindingen voor (zoals loodchromaat). Zulke verbindingen zijn amper aan te tonen, middels analyse worden vooral de elementen (zoals lood) bepaald; in welke verbinding deze aanwezig zijn, is lastig te zeggen. Daarnaast is er geen voorgeschreven wijze van bemonstering en analyse, dit is een complicerende factor voor handhaving.

Door RIVM zijn REACH dossiers onderzocht van stoffen die voorkomen op de zogenaamde zwarte stoffenlijst (zie hoofdstuk 5). Dit zijn stoffen die een indicatie geven van de bijmenging van afvalstoffen in stookolie (RIVM, 2016). RIVM constateert eveneens dat een beoordeling (CSR) alleen uitgaat van de stof zelf, stoffen die gevormd worden tijdens verbranding worden niet meegenomen in de beoordeling. Verder constateert RIVM andere tekortkomingen om tot een goede beoordeling van milieurisico's te komen.

In hetzelfde rapport van RIVM is onderzocht in hoeverre aan de hand van REACH gegevens informatie te vinden is die een indicatie kan geven van mogelijke bijmenging van afvalstoffen in bunkerolie. Er is met name bekeken of voor stoffen van de zwarte lijst (zie hoofdstuk 5) het gebruik als brandstof is beoordeeld door de registrant. Dit levert een enigszins gevarieerd beeld op. Residuale olie is geregistreerd als brandstof, evenals bijvoorbeeld ethanol. Butanol is een voorbeeld van een stof die niet is geregistreerd als brandstof. Ook stoffen als styreen, glycerol en steenkoolteerproducten zouden op basis van REACH registratie niet in stookolie verwacht worden.

Een bevinding op basis van het bovenstaande is dat voldoen aan REACH regelgeving niet automatisch betekent dat er geen ongewenste stoffen in stookolie kunnen voorkomen (in hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de betekenis van 'ongewenst'):

- Het omschrijven van een 'geïdentificeerd gebruik' is geheel aan de registrant. Deze kan meerdere toepassingen beschrijven. REACH registratie ziet er niet op toe dat een stof voor het geïdentificeerde gebruik ook technisch geschikt is of specifiek voor dat doel is geproduceerd. Feitelijk biedt REACH registratie geen garantie dat een stof als specifieke brandstof is vervaardigd
- De eisen in verband met het vermelden van verontreinigingen zijn niet exact. Zo is 'verontreiniging' niet gedefinieerd en is niet duidelijk boven welk gehalte een stof vermeld moet worden
- Een beoordeling van milieugevaren heeft betrekking op de effecten van de stof zelf, maar niet bijvoorbeeld op effecten door verbranding van een stof
- Vermelding van verontreinigingen in een SDS is niet vereist. Aan de hand van voorbeelden van SDS-formulieren van diverse producten stookolie lijkt zulke informatie ook veelal niet aanwezig te zijn. Een SDS gaat meer over safety dan over milieu-effecten
- Artikelen die gebruik van bepaalde stoffen reguleren (56 en 67) bieden in principe een aanknopingspunt. Hoe reëel het is om via deze route controle uit te oefenen op de kwaliteit van stookolie valt echter te bezien; de meeste stoffen die (tot nu toe) zijn aangetroffen in stookolie vallen niet onder de werking van deze artikelen

### 3.3 ISO 8217

In de handel van stookolie speelt ISO 8217 een centrale rol. Deze wereldwijde (privaatrechtelijke) norm voorziet in categorisering van stookolie voor de zeescheepvaart aan de hand van specificaties voor zeven typen destillaat brandstoffen en zes typen residuale brandstoffen. De parameters die zijn gespecificeerd betreffen vooral technische aspecten, zoals viscositeit en dichtheid. Belangrijk is dat getest moet worden op de aanwezigheid van afgewerkte olie, daarvoor zijn calcium, zink en fosfor de indicatorstoffen waar limietwaarden voor gelden.

In 2017 is ISO 8217 gereviseerd, een belangrijke aanvulling vormen de eisen die gesteld zijn in clause 5. Deze clause verwijst naar regeling 18.3 van MARPOL Annex VI. De eisen in clause 5 komen erop neer dat brandstoffen geen componenten mogen bevatten in zodanige concentratie dat nadelige gevolgen voor machines, personeel of milieu mogen ontstaan. Evenals het geval is in de Annex VI vormt deze eis echter een weinig tastbare garantie voor een goede kwaliteit stookolie. Dit blijkt onder meer uit (VPS, 2023a). Hierin wordt een voorbeeld aangehaald van een tanker die VLSFO (Very Low Sulphur Fuel Oil) had gebunkered in Houston in april en vervolgens in mei verschillende problemen kreeg. Uiteindelijk is de motor geheel uitgevallen. Uit GC-MS onderzoek bleek de aanwezigheid van diverse fenolen en vetzuren.

### 3.4 Besluit brandstoffen luchtverontreiniging

Dit besluit implementeert de eisen ten aanzien van het zwavelgehalte in brandstoffen voor scheepvaart conform MARPOL Annex VI. Het is verboden om gasolie met een zwavelgehalte met meer dan 0,1 % en dieselolie met een zwavelgehalte van meer dan 1,5 % in te voeren, te verkopen of af te leveren aan zeeschepen. Het gebruik van zware stookolie met een zwavelgehalte van meer dan 1 % en van gasolie met een zwavelgehalte van meer dan 0,1 % is verboden. Overige (concentratie-) eisen worden in dit besluit niet gesteld aan brandstoffen.

### 3.5 Besluit organisch-halogeengehalte van brandstoffen (Bohb)

Het Besluit organisch halogeengehalte brandstoffen (Bohb) stelt beperking aan de gehalten aan PCB's en organische halogenen in brandstoffen en grondstoffen voor de productie van brandstoffen in Nederland. De norm voor PCB's bedraagt 0,5 mg/kg per congeneer en de norm voor organische halogeen, uitgedrukt als chloor (EOCI), bedraagt 50 ppm (voor vliegtuigbrandstof is dit 500 ppm).

Naast een verbod om dergelijke brandstoffen toe te passen, is het tevens verboden:

- Organische halogeenvbindingen, of preparaten met een gehalte gehalten aan PCB's of EOCl boven de genoemde normen, ten behoeve van de vervaardiging van brandstoffen aan te wenden. Onder het ten behoeve van de vervaardiging van brandstoffen aanwenden van de bedoelde stoffen of preparaten wordt mede begrepen het mengen van deze stoffen of preparaten in brandstoffen
- Organische halogeenvbindingen, of preparaten waarin het PCB-gehalte of EOCl gehalte de norm overschrijdt, als brandstof of ten behoeve van de vervaardiging van brandstoffen in te voeren in Nederland, te bewaren, voorhanden te hebben, ten verkoop aan te bieden, ten verkoop in voorraad te hebben, te verkopen of zich ervan te ontdoen door afgifte

Deze verboden zijn niet van toepassing als een bedrijf is vergund om handelingen te verrichten met dergelijke stoffen. Deze uitzondering kan van toepassing zijn op verwerkers van oliehoudende afvalstoffen, mits dit dus nadrukkelijk is opgenomen in de milieuvergunning. Het betreft daarbij niet de opwerking tot een brandstof.

### 3.6 Bunkervergunning Rotterdam

Gebaseerd op de Havenverordening Rotterdam 2020 dient degene die stookolie wil transporteren en afleveren daartoe vergund te zijn. Eisen waar de vergunninghouder aan dient te voldoen zijn onder meer:

- Er dient monsterapparatuur aanwezig te zijn om monsters te kunnen nemen conform de voorwaarden in Annex VI van MARPOL
- Voorafgaand aan laden bij een terminal dient een SDS aanwezig te zijn van de te bunkeren stof
- Als tijdens het laden blenden plaatsvindt kan het Certificaat van Kwaliteit (bedoeld wordt een certificaat op basis van ISO 8217) later worden vastgesteld, maar in ieder geval vóór het moment van aflevering aan een zeeschip
- Voorafgaande en direct na bunkering wordt een meetrapport opgesteld. Daarin moeten onder anderen de voor bunkering gebruikte tanks zijn vermeld, het soort brandstof en de hoeveelheid

- In een reis- en ladingjournaal worden onder anderen datum en tijd van ontvangst en aflevering van stookolie aangegeven. Ook de naam van de stookolie, hoeveelheid, tanknummers en laadplaats worden vermeld
- De gezagvoerder registreert interne tanktransfers of overpompings die op het bunkerschip hebben plaatsgevonden
- Gedurende bunkering vindt (met een enkele uitzondering) geen interne verpomping aan boord van het bunkerschip plaats
- Gedurende bunkering mag de samenstelling niet meer worden gewijzigd, tenzij dit door de bevoegde autoriteit is toegestaan
- Tijdens belading bij een terminal wordt een representatief monster genomen. Het blenden van stookolie aan boord tijdens aflevering is niet toegestaan, tenzij dit op grond van (inter)nationale regelgeving of op grond van de overeenkomst met het zeeschip wel is toegestaan (NB: er is geen wetgeving aangetroffen die dit zou verbieden)

### 3.7 Afvalwetgeving

Discussies in de Tweede Kamer gaan over het mogelijk bijmengen van afvalstoffen in stookolie. Er is een juridisch kader dat gehanteerd kan worden om dit te voorkomen. Een belangrijk onderdeel van de regelgeving is in dit geval de Europese verordening voor het overbrengen van afvalstoffen (EVOA). Afhankelijk van de indeling van een afvalstof kan het vereist zijn om een toestemming voor transport aan te vragen. Het is de vraag in hoeverre EVOA eraan kan bijdragen om te voorkomen dat ongewenste stoffen in stookolie belanden. Indien een toestemming is afgegeven is grensoverschrijdend transport toegestaan. Handhaving kan zich dan richten op het ordelijk verlopen van dat transport. Voorbeelden waarin handhaving van EVOA ter sprake komt gaan regelmatig over de vraag of de voorgenomen export van een bepaald materiaal al of niet gaat over export van afval. De vraag is dan wanneer iets een afvalstof vormt.

Het laatste leidt tot een ander aspect van afvalwetgeving dat in dit verband wellicht interessanter is, namelijk de definitie van afvalstof. Er lijkt vooralsnog geen specifieke regelgeving te zijn die toepassing van een afvalstof als blendcomponent verbiedt (uit MARPOL volgt enkel dat gevaarlijk afval niet gebruikt mag worden). Het gebruik van een afvalstof is echter niet toegestaan wanneer daarvoor geen vergunning is verleend. In zoverre zou toezicht bij de productie van stookolie zich op dit aspect kunnen richten, ervan uitgaande dat producenten van stookolie in Nederland geen vergunning hebben afval te verwerken. Dit zou vergen dat van ingaande stoffen bij een producent de juridische status beoordeeld wordt.

## 4 De keten van stookolie

Uit bestaande literatuur (zoals bijvoorbeeld (CEDelft, 2011) blijkt dat de keten van stookolie complex is, gezien de diversiteit aan spelers in de markt en de routes die stookolie (ook financieel) aflegt. Dit beeld wordt bevestigd en nog duidelijker uit gesprekken die zijn gevoerd ten behoeve van dit onderzoek. In dit rapport wordt niet nagestreefd de keten van stookolie eenduidig en definitief te beschrijven.

Dit laatste is geen onoverkomelijk probleem. Het is misschien niet noodzakelijk alle lijntjes exact te kennen. Deze zijn vaak van financiële aard en gaan vooral over eigenaarschap. Voor dit onderzoek is het interessanter te weten hoe de hoofdroute van stookolie er uit ziet. Dit kan al voldoende informatie opleveren over plekken waar mogelijk ongewenste stoffen worden geblend en over mogelijkheden om controle uit te oefenen. In paragraaf 4.1 kijken we daarom naar de route van olie. Daarbij komen vanzelf de diverse betrokken actoren aan de orde en ontstaat een beeld van de keten. Hierbij kijken we ook naar de diverse documenten die in de keten worden gedeeld, dit geeft een indruk van de informatie-uitwisseling in de keten. Paragraaf 4.1 geeft een beeld op basis van literatuur en gesprekken. In paragraaf 4.2 gaan we in op een belangrijk punt: over welke stookolie gaat het precies? In paragraaf 4.3 wordt bekeken op welke wijze stookolie momenteel gecontroleerd wordt. In paragraaf 4.4 worden enkele conclusies getrokken.

In het onderstaande wordt veelal gesproken over 'ongewenste stoffen'. Daarmee worden stoffen bedoeld die, wanneer zij aanwezig zijn in stookolie, tot aanvullende luchtverontreiniging kunnen leiden dan wel tot problemen in de motor van een zeeschip. Met 'aanvullende luchtverontreiniging' wordt in dit rapport bedoeld de luchtverontreiniging die kan ontstaan naast de luchtverontreiniging die sowieso al ontstaat door het verbranden van een stookolie die wordt geproduceerd conform Annex VI van MARPOL.

### 4.1 De route van stookolie

Stookolie is een mengsel (blend) van residuale olie en blendcomponenten. Deze stoffen kunnen geproduceerd worden in Nederland, maar zijn dikwijls afkomstig vanuit het buitenland. Er is een wereldwijde handel in olieproducten en blendcomponenten.

Stookolie wordt geproduceerd (gemengd) in opslagtanks, deze staan meestal op tankterminals en op terreinen van olieraffinaderijen. Er wordt veelal gerefereerd aan de landtank, deze term houden we aan. Een landtank kan worden bevoorradt vanuit andere tanks waarin blendcomponenten zitten. Een olieraffinaderij die zelf stookolie produceert gebruikt vooral eigen residuale olie en blendcomponenten uit de eigen raffinage. Raffinaderijen kopen ook residuale olie en blendcomponenten in. Betrokkenen geven aan dat alleen componenten in de landtank kunnen komen die conform REACH zijn geregistreerd als brandstof en waarvan een productveiligheidsblad (SDS, zie hoofdstuk 3) beschikbaar is. Na blending wordt door een surveyor (onafhankelijke derde) een monsterneming verricht. Dit monster wordt geanalyseerd op de relevante parameters uit ISO 8217 (zie hoofdstuk 3). De geproduceerde stookolie is nu verhandelbaar.

Op een tankterminal worden tanks verhuurd. Een opdrachtgever, bijvoorbeeld een handelaar, kan hier partijen stookolie laten opslaan. Een tankterminal kan ook in opdracht van derden een stookolie blenden. Bij een tankterminal is het transport tussen tanks soms geautomatiseerd en soms worden kleppen handmatig bediend. Toevoegen van blendcomponenten gebeurt op basis van een ingestelde receptuur. De betreffende tanks zijn veelal gegroepeerd in een eigen veld (tankput). In verband met veiligheid en in verband met bescherming van de faciliteiten willen tankterminals een goed beeld hebben van producten die in de tanks belanden. Van klanten worden analyses gevraagd van het product, als voorbeeld is benzeen genoemd in verband met verdamping. Daarnaast wordt gecontroleerd op REACH registratie en zijn de productveiligheidsbladen belangrijk. Van de inhoud van de landtank worden monsters genomen door surveyors. De monsters worden onderzocht op parameters uit ISO 8217.

Met de bovenstaande beschrijving wordt duidelijk waar stookolie vooral vandaan komt: uit landtanks bij olieraffinaderijen en bij tankterminals. Stookolie kan echter ook worden aangevoerd vanuit het buitenland. Zo is er een relevante aanvoer van stookolie per bunkerschip vanuit Antwerpen. Daarnaast zijn er enkele bunkerbedrijven die zelf productie en opslag van stookolie in beheer hebben.

Klanten voor stookolie zijn rederijen/scheepseigenaren en charteraars. Daarnaast zijn traders en handelaren kopers, maar ook weer verkopers, van stookolie. Een charteraar huurt voor een bepaalde reis of voor een bepaalde tijd het schip van scheepseigenaar of rederij. De charteraar dient zelf te zorgen voor de stookolie. Rederij/scheepseigenaar of charteraar geeft opdracht aan een bunkerbedrijf om een schip te voorzien van stookolie. Er wordt aangegeven waar de stookolie gehaald moet worden en welke partij of kwaliteit het betreft. Ook wordt aangegeven waar en op welk moment beladen moet worden. Het bunkerbedrijf is dus vervoerder van landtank naar schip.

Een bunkerbedrijf laadt olie bij een tankterminal of olieraffinaderij, tenzij het zelf tankopslag heeft. Het ontvangt daarbij een ISO-certificaat (de analyseresultaten conform ISO 8217) en het SDS van de betreffende stookolie. Op het bunkerschip worden via een manifold verschillende tanks beladen. Een bunkerschip kan op die manier bijvoorbeeld voor één schip twee soorten stookolie die benodigd zijn leveren. Een bunkeraar kan ook ter plekke van de bevoorrading aan het schip twee verschillende stookolies mengen (in-line blending). Ook in dit geval dient het MARPOL monster representatief te zijn voor de uiteindelijk geleverde stookolie. De internationale vereniging voor bunkeraars adviseert ervoor te zorgen dat blending op land gebeurt (IBIA). Ook adviseert (IBIA) dat de uiteindelijke blend getest moet worden op basis van de relevante normen.

## 4.2 Welke stookolie

Stookolie voor de zeescheepvaart is, met enige uitzondering, gebaseerd op residuale olie (in het Engels: Heavy Fuel Oil, HFO). Dit is de fractie die overblijft na destillatie en na het kraakproces. Stoffen die niet verdampen in één van de destillatiestappen concentreren zich in deze fractie. Naast zware aardolie-componenten zijn dit bijvoorbeeld zwavel, stikstof en zware metalen zoals vanadium, aluminium, magnesium en ijzer (RIVM, 2011).

Om iets betere eigenschappen te verkrijgen, wordt HFO gemengd met destillaten. Zo ontstaat bijvoorbeeld IFO 380: Intermediate Fuel Oil waarin nog steeds 98 % residuale olie aanwezig is.

De belangrijkste typen stookolie voor de zeescheepvaart zijn HSFO (High Sulfur Fuel Oil) met 3,5 % zwavel, VLSFO (Very Low Sulfur Fuel Oil) met minder dan 0,50 % zwavel en ULFSO (Ultra Low Sulfur Fuel Oil) met minder dan 0,10 % zwavel. In Rotterdam werd in 2022 0,8 miljoen ton ULFSO verkocht, 3,9 miljoen ton VLSFO en 3,1 miljoen ton HSFO. HSFO is te gebruiken wanneer er een scrubber aanwezig is op het schip om zodoende de uitstoot van zwavel te beperken.

Maar zelfs wanneer een juiste categorie conform ISO 8217 wordt vermeld, kan het nog de vraag zijn welke olie exact wordt gebunkerd. Er is diverse informatie die duidt op verschillen tussen de kwaliteit van gebunkerde stookolie en de waarden die uit specificaties blijken. Zo beschrijft (Fueltrust, 2023) een eigen onderzoek waaruit blijkt dat dit voor 39 % van de onderzochte monsters het geval was. Een belangrijke oorzaak was de aanwezigheid van water dat gedurende laden was toegevoegd. Water kan echter ook aanwezig zijn door condensatie in leidingen.

Er kunnen diverse oorzaken zijn waardoor de kwaliteit van gebunkerde olie niet overeenkomt met de kwaliteit die is vastgesteld tijdens monsterneming en analyse conform ISO 8217. Het volgende overzicht geeft voorbeelden daarvan.

- Eén deskundige geeft aan dat monsterneming van een landtank gebeurt door op 3 hoogten een deelmonster af te tappen. Het gezamenlijke monster wordt geanalyseerd en zou representatief zijn voor de hele inhoud van de landtank. In een tank treedt echter laagvorming op, zwaardere fracties bevinden zich onderin en lichtere fracties bovenin. Bij het beladen van een bunkerschip komt het voor dat niet de hele inhoud van de landtank wordt geleeft. Wanneer bijvoorbeeld 2/3 zou worden geleeft, dan zou het monster van de bovenste laag niet mee moeten tellen. In werkelijkheid kunnen viscositeit en andere parameters afwijken van de waarde van het representatieve monster. Door een andere deskundige wordt aangegeven dat genoemde laagvorming niet optreedt en dat dit wordt gecontroleerd door de dichtheid van monsters van drie verschillende hoogten te vergelijken
- Bevoorrading van een bunkerschip vindt plaats vanuit een landtank naar het schip. Een leiding zal altijd nog olie bevatten van eerdere transporten door de leiding. Deze voorraad zal zich dus vermengen met de stookolie uit de tank
- Na bemonstering van een hoeveelheid stookolie kan deze nog diverse malen veranderen van eigenaar. Het ISO-certificaat verhuist net zoveel keer. Het is niet uitgesloten dat een (uiteindelijke) eigenaar alsnog een blendcomponent toegevoegd wil hebben. Zoals in paragraaf 4.1 is aangegeven zal een tankterminal of olieraffinaderij daarvan wel specificaties willen weten en zich willen verzekeren dat de component als brandstof geregistreerd is onder REACH
- Een bunkerschip bevat meerdere tanks, via een gekoppeld leidingsysteem wordt een zeeschip bevoorrad. De diverse tanks in het bunkerschip hoeven niet per se dezelfde stookolie te bevatten. Het komt voor dat 2 typen stookolie 'in-line' worden geblend



Het zou voorkomen dat bunkerschepen nog onderling olie uitwisselen. Als dat zou gebeuren, dan is het lastig nog na te gaan welke informatie (ISO-certificaat) bij welke lading hoort. In paragraaf 5.2 wordt hierop verder ingegaan

- Het zou voorkomen dat een bunkeraar al een monster stookolie aanlevert voor of tijdens bunkeren, dit zou het MARPOL-monster moeten zijn
- Bij bemonstering tijdens bunkeren (zoals vereist in MARPOL Annex VI) kan het nog lastig zijn een representatief monster te nemen. Het monster wordt verzameld in een 4-liter zak, deze kan uiteraard op verschillende wijze worden gevuld. Een bemonstering druppelsgewijs heeft de voorkeur, daarmee kunnen hoeveelheden tijdens het hele bunkerproces worden genomen. Dit hoeft niet per se het geval te zijn, de snelheid van de sampler kan worden ingesteld en zo kan alsnog een niet-representatief monster ontstaan. Het gebeurt echter ook dat de zak in 1 keer wordt gevuld
- In (Putten, 2016) wordt een voorbeeld gegeven van een bunkering waarbij op een bunkerschip meer stookolie is geladen dan is afgegeven bij het zeeschip. Er blijft dus een restant olie achter, deze kan vermengen met een nieuwe lading stookolie

Uit deze voorbeelden kan, met de nodige voorzichtigheid, geconcludeerd worden dat er een gereede kans is dat de kwaliteit van gebunkerde olie niet overeenkomt met hetgeen op een ISO-certificaat staat vermeld.

Uit het bovenstaande kan ook volgen dat het MARPOL-monster niet per se representatief is voor de stookolie die geleverd en gebruikt wordt. In hoofdstuk 5 wordt verwezen naar een onderzoek aan 50 MARPOL monsters door RIVM. Van 8 monsters week het zwavelgehalte significant af van de waarde op de BDN.

Een conclusie is dat het goed mogelijk is dat de kwaliteit van stookolie die wordt verbrand feitelijk niet goed bekend is voor zowel de klant als een handhaver. De vraag is dan of dit een probleem vormt vanuit milieukundig oogpunt, in ieder geval is dat niet uit te sluiten. Het één en ander geeft wel een indicatie dat kwaliteitsmanagement in de keten niet optimaal verloopt.

#### **4.3 Kwaliteitscontrole in de keten van stookolie**

Uit gesprekken en eigen bevindingen komt een algemene indruk naar voren over de huidige stand van zaken wat betreft kwaliteitscontrole op stookolie in de keten. In willekeurige volgorde volgen hier zaken die zijn opgevallen. Deze zijn niet allemaal even 'groot' of prioritair, maar geven samen een beeld van de grip op kwaliteit.

- Het proces vangt aan bij de acceptatie van blendcomponenten door de partij die stookolie produceert (zie paragraaf 4.1, dit is vaak een tankterminal). Bij acceptatie dient te worden nagegaan of een blendcomponent geregistreerd is volgens REACH met geïdentificeerd gebruik als brandstof en of een SDS aanwezig is. Verder worden vooral parameters beoordeeld die relevant zijn in verband met de infrastructuur van de faciliteit.

In (VOTOB) worden technische parameters beschreven (zoals dichtheid, gehalte zwavel) die een bedrijf in verband met voor-acceptatie zou kunnen onderzoeken. Acceptatie van blendcomponenten lijkt in het algemeen niet te zijn afgestemd op eisen volgens MARPOL:

- Is de blendcomponent een koolwaterstof afkomstig van de raffinage van ruwe aardolie?
  - Worden additieven in kleine hoeveelheden toegevoegd en is duidelijk welke meerwaarde een additief heeft?
  - Er mag geen stof of afvalstof zijn toegevoegd die tot aanvullende luchtverontreiniging leidt
- Door de ILT wordt controle uitgevoerd op conformiteit met REACH regelgeving bij olieraffinaderijen en tankterminals. Daarbij stuit men op verschillende beperkingen. Zo is het vrijwel niet mogelijk om voor blendcomponenten die uit het buitenland komen onderzoek te doen naar de samenstellende delen: daar kan ILT immers niet handhaven. Verder is het in theorie weliswaar mogelijk na te gaan welke componenten in een bepaalde batch stookolie zijn gemengd, maar in de praktijk blijkt dit lastig uitvoerbaar te zijn
  - Informatie die voortvloeit uit REACH verplichtingen geeft geen inzicht in de aanwezigheid van stoffen die tot ongewenste luchtmissies bij verbranding kunnen leiden (zie hoofdstuk 3)
  - Monsterneming van stookolie vindt plaats in een landtank (zie paragraaf 4.2). Een veel gemaakte opmerking is dat monsterneming beter kan plaatsvinden op het punt waar stookolie een bunkerschip in komt. Tussen landtank en laadpunt bevindt zich nog een relevante afstand met leidingen waar andere producten door verpompt kunnen zijn. Overigens is analyse van stookolie beperkt tot parameters van ISO 8217
  - Onderzoek aan stookolie gebeurt in veel gevallen nog aan de hand van verouderde versies van ISO 8217. Volgens (Wardell, 2023) wordt de recente versie van 2017 in zo'n 15 % van de gevallen gebruikt, de 2010-versie wordt het meest toegepast
  - Bij bunkering dient conform Annex VI van MARPOL een monster genomen te worden. Daarom zijn diverse opmerkingen gemaakt in gesprekken die erop duiden dat monsterneming niet altijd volgens de regels verloopt. Überhaupt wordt niet in alle gevallen monsterneming begeleid door een surveyor. Ook worden door het ontvangende schip lang niet altijd analyses uitgevoerd aan monsters van de ontvangen stookolie
  - Er zijn meerdere voorbeelden van technische problemen die ontstaan door een ongewenste kwaliteit van stookolie. Uit gesprekken blijkt dat betrokkenen in de praktijk daar moeilijk een vinger op kunnen leggen. Zo kan uit analyse van gebunkerde stookolie blijken dat voldaan wordt aan de afgesproken ISO 8217 specificaties, terwijl uit bijvoorbeeld problemen met een separator blijkt dat er veel verontreiniging aanwezig is. Het is niet eenvoudig de oorzaken daarvan te achterhalen, laat staan om daar een verantwoordelijke voor te vinden. Een veel gehoorde opmerking is dat ISO 8217 blijkbaar niet alle relevante parameters voorschrijft. Het voorbeeld dat in hoofdstuk 3 is gegeven over fenolen benadrukt dit

#### 4.4 Evaluatie van keten en controle

De kern van controle op kwaliteit vormen REACH, de Bunker Delivery Note en ISO 8217.

Deze onderwerpen kennen zo hun beperking:

- Aan de hand van gegevens die conform REACH regelgeving bepaald en gedeeld moeten worden valt de aanwezigheid van ongewenste stoffen niet (altijd) vast te stellen
- Daar komt bij dat toezicht op de productie van stookolie (door ILT) moeilijk en complex is. Het is bijvoorbeeld lastig te volgen uit welke componenten een uiteindelijke blend is ontstaan
- Eisen in verband met de BDN vloeien voort uit MARPOL Annex VI. Hiermee ontstaat echter geen inzicht in ongewenste stoffen in stookolie. Überhaupt lijkt er geen controle aanwezig te zijn in de keten op de bredere eisen die Annex VI stelt ten aanzien van de kwaliteit van stookolie (zoals: additieven slechts in kleine hoeveelheden, geen stoffen die kunnen leiden tot aanvullende luchtverontreiniging)
- ISO 8217 is een private norm bedoeld voor de categorisering van stookolie. De norm kent enkele milieu gerelateerde parameters maar is niet primair bedoeld als instrument om de aanwezigheid van ongewenste stoffen te achterhalen (met uitzondering van afgewerkte olie)

Verder lijkt kwaliteitscontrole beïnvloed te worden door het volgende:

- Monsterneming (in verband met het MARPOL-monster) kent diverse uitdagingen, deze zijn in dit hoofdstuk aan de orde geweest
- Een relevante vraag is welke stookolie gerepresenteerd wordt door een monster (zowel bij monsterneming aan land als bij bunkeren). In dit hoofdstuk is daarop ingegaan

Voorlopig en met nog enige armslag kan geconcludeerd worden dat met het huidige kader van regels en controle mogelijkheden het vrijwel niet mogelijk is om de aanwezigheid van ongewenste stoffen (zowel vanuit milieu- als technisch oogpunt) te traceren.

## 5 Ongewenste stoffen in stookolie

Stookolie voor zeeschepen kan zijn samengesteld uit destillaten van olieraffinage, maar meestal is het een blend van residuale fracties van olieraffinage met destillaten. Er worden ook andere blendcomponenten uit de olieraffinage toegevoegd, maar ook blendcomponenten die niet uit olieraffinage afkomstig zijn. In hoofdstuk 3 is aangegeven dat zulke blendcomponenten ('additieven') zijn toegestaan. Door toevoeging van allerlei blendcomponenten kunnen ongewenste stoffen voorkomen in stookolie. Dat is in diverse onderzoeken aan de orde gekomen. In paragraaf 5.1 wordt relevante literatuur besproken. In paragraaf 5.2 wordt ingegaan op routes waarop ongewenste stoffen in stookolie kunnen belanden. In paragraaf 5.3 wordt nagegaan welke informatie er is over de milieueffecten die ontstaan door de aanwezigheid van ongewenste stoffen in stookolie. In paragraaf 5.4 wordt tenslotte de beschikbare informatie geëvalueerd en wordt nagegaan of er stoffen zijn die in verband met ongewenste emissies gemonitord zouden moeten worden en of er stoffen zijn die een indicatie kunnen geven of ongewenste bijmenging heeft plaatsgevonden.

### 5.1 Literatuur over ongewenste stoffen in stookolie

Deze paragraaf geeft een beknopte samenvatting van enkele onderzoeken over ongewenste stoffen in stookolie.

#### *Chemische analyse van ongewenste bijmengingen in scheepsbrandstoffen (RIVM, 2011)*

In dit onderzoek is nagegaan welke stoffen in stookolie voorkomen die normaliter niet worden verwacht. Een belangrijke component van stookolie is residuale olie, de fractie die overblijft na destillatie van lichtere producten. Het is een mengsel van stofgroepen zoals paraffinen, naftenen, asfaltene, PAK's en aromaten. Allerlei verbindingen die voorkomen in olie, zoals nikkel- en vanadiumverbindingen concentreren zich in de residuale fractie, evenals zwavel.

Mogelijke voorbeelden van ongewenste bijmengingen zijn volgens dit rapport afgedankte oplosmiddelen uit de (petro)chemische industrie, zoals alcoholen, aromaten, monomeren (bijvoorbeeld etheen, propeen en buteen), gechloreerde koolwaterstoffen (bijvoorbeeld tri en per) en fenolen. Daarnaast vormen bewerkte oliehoudende afvalstoffen een belangrijke categorie van bijmenging.

In dit rapport evalueert RIVM enkele eerdere onderzoeken en komt zodoende tot een lijst van kritische stoffen. Zij geeft daarbij ook zogenaamde drempelwaarden aan, bij overschrijding daarvan is er aanleiding tot een verdenking van ongewenste bijmenging van (afval)stoffen. Voor stoffen die niet in stookolie worden verwacht is de drempelwaarde een factor 3 maal de 'bepaalbaarheidsgrens' van de betreffende analysemethode. Voor stoffen die wel in stookolie verwacht worden is de drempelwaarde op statistische wijze bepaald (op basis van éézijdige overschrijdingskans overeenkomend met de 95<sup>e</sup> percentiel). De lijst van RIVM is weergegeven in tabel 5.1.

*Tabel 5.1 Kritische stoffen en drempelwaarden (RIVM, 2011)*

Stof ISO 8217 chemische stoffen	Grenswaarde/ actiegrens
Strong Acid Number, SAN	0,15 mg KOH/g
Acid Number, AN	3 mg/kg
Zwavel, S	4,5% m/m
Vanadium, V	450 mg/kg
Zink, Zn	15 mg/kg
Calcium, Ca	30 mg/kg
Fosfor, P	15 mg/kg
Natrium, Na	100 mg/kg
Koolstofresidu, C-residu	20,00% m/m
Water, H <sub>2</sub> O	0,50% V/V
Waterstofsulfide, H <sub>2</sub> S	2,00 mg/kg
Som van aluminium en silicium, Al + Si	60 mg/kg

Overige Chemische stoffen	Drempelwaarde
Arseen, As	15 mg/kg
Chroom, Cr	3,0 mg/kg
Tin, Sn	3,0 mg/kg
Lood, Pb	3,0 mg/kg
Cadmium, Cd	7,5 mg/kg
Extraheerbaar organische halogenen, EOX	6,0 mg/kg
Polychloorbifenylen, PCB	0,5 mg/kg
Organochloorwaterstoffen	50 mg/kg
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, PAK	10 g/kg
Benzo (a) pyreen	100 mg/kg
Fenol en cresolen	0,5% m/m
Som alkyl fenolen	5% m/m
Monomeren	2% m/m
Polymeren	3 mg/kg

*Blends in beeld (CEDelft, 2011)*

In dit rapport wordt niet zozeer onderzoek verricht naar stoffen in stookolie. Interessant is een overzicht dat gegeven wordt van blendmaterialen die in de praktijk worden gebruikt.

Dit overzicht is tot stand gekomen aan de hand van interviews met marktpartijen.

Tabel 5.2 vat de informatie uit betreffend rapport samen.

Tabel 5.2 Blendmaterialen die in stookolie kunnen voorkomen (CEDelft, 2011)

Typering	Herkomst	Rest-stroom	Inzet als	Mogelijke bestanddelen	Aandachtspunten/eigenschappen
Resin residues	Productie van kunststoffen, synthetische harsen, rubber, (verf, inkt, etc.)	Ja	Cutter-stock	Aromaten, terpenen, naftaleen, fenolverbindingen	Laag vlampunt
Ethyleenkraker-residu	Residuen van ethyleenkrakers	Ja	Residuale brandstof	Hogere naftalenen	Slechte mengbaarheid met stookolie
Ethyleenkraker-zijstroom	Zijstroom van ethyleen-kraker	Ja	Cutter-stock	Styreen, Naftaleen (>10%), Alkyl-naftalenen, Cresolen, Dicyclo-pentadien	Polymerisatie van styreen-monomeer tot polystyreen. Stank
Bruinkoolteer, steenkoolteer	Reststroom van productie cokes/kolenvergassing	Ja	Residuale brandstof	PAK's, hogere fenolen, cresolen	Slechte mengbaarheid met stookolie
Afgewerkte (smeer-)olie	Reststroom na gebruik smeerolie	Ja	Cutter-stock	Fosfor, zink, calcium, magnesium	
Residuen biodiesel	Reststroom productie biodiesel	Ja	Cutter-stock	Organische zuren	
Heavy Crude Oil	Zware ruwe olie, die voor bitumen-productie wordt gebruikt		Brandstof		
Shale oil	Olie uit leisteen of teerzanden		Residuale brandstof	Hogere fenolen, arseen	Slechte mengbaarheid met stookolie <sup>1)</sup>

- 1) Shale oil is inmiddels toegestaan in ISO8217. Betrokkenen geven aan dat shale oil wel goed mengbaar is met stookolie.

#### Chemische samenstelling van vijftig stookoliemonsters 2017-2018 (RIVM, 2018)

Voor dit onderzoek zijn 'MARPOL' monsters van 50 zeeschepen uitgebreid geanalyseerd.

Allereerst is het een relevante bevinding dat alle monsters voldoen aan wettelijke normen. Daarbij is voor zwavel is getoetst aan de toenmalige eis van 3,5 mg/kg, voor EOX en PCB is getoetst aan de nog steeds geldende grenswaarden uit het BOHB (zie hoofdstuk 3). Er wordt goed voldaan aan de eis uit ISO 8217 wat betreft aluminium en silicium. Voor één monster was de somwaarde iets hoger dan toegestaan, maar de overschrijding bleek statistisch niet met voldoende zekerheid te bepalen te zijn. Ook wordt in alle gevallen voldaan aan de ISO 8217 eisen ten aanzien van calcium, fosfor en zink - de elementen die een indicatie kunnen geven dat afgewerkte smeerolie is toegepast.

Het rapport geeft verder het volgende aan:

- Voor vanadium (een ISO 8217 stof) wordt de eerder gestelde grenswaarde (zie tabel 5.1) in geen van de monsters overschreden
- Arseen, chroom, tin, cadmium, kwik en seleen worden in geen van de monsters aangetoond
- Nikkel komt in een verhoogd gehalte voor. Nikkel komt van nature voor in aardolie
- Het gemiddelde gehalte lood (3,4 mg/kg) ligt boven de actiegrenswaarde (3,0 mg/kg)
- Er wordt in 1 monster een te hoog gehalte natrium en magnesium aangetroffen.  
In de overige monsters worden deze metalen niet aangetroffen
- 3 monsters bevatten een somgehalte PAK (10 VROM) boven de actiegrenswaarde (van 10.000 mg/kg). 1 monster daarvan overschrijdt de actiegrenswaarde met statistische zekerheid. Het hogere gehalte PAK is het gevolg van een hoog gehalte naftalenen. Dit kan duiden op zijstromen van de olieraffinage, zoals light en heavy cycle oils (LCO en HCO)
- 6 van de monsters hebben een gehalte benzo(a)pyreen dat hoger ligt dan de actiegrenswaarde van 100 mg/kg. Van 1 monster is dit met statistische zekerheid te concluderen
- 1 monster bevat methylvetzuuresters (FAME) in een gehalte boven 5 g/kg, het maximumniveau uit ISO 8217
- Het gehalte alkylfenolen ligt laag. In geen van de monsters wordt de grenswaarde van 5 % m/m (50.000 mg/kg) overschreden
- In 10 monsters zijn fenylalcoholen aangetroffen tot 200 mg/kg. Deze stoffen komen niet van nature voor in ruwe aardolie. Het één en ander geeft aan dat er blends zijn gebruikt die deze stoffen bevatten. Hiermee zou de kwaliteit van de brandstof afwijken van de brandstofkwaliteit volgens de bepalingen van MARPOL Annex VI
- Er zijn diverse monomeren aangetroffen die ook in ruwe aardolie voorkomen. De statistische verdeling van de meetresultaten doet vermoeden dat concentraties aan enkele stoffen aanzienlijk hoger zijn dan het gemiddelde. Het betreft styreen, beta-methylstyreen, 2-/3-/4-methylstyreen, indeen en dicyclopentadien  
RIVM beveelt aan voor de laatste 4 stoffen een actiegrenswaarde af te leiden
- 1,5,9 cyclododecatrien is aangetroffen in drie monsters. Deze stof komt niet van nature voor in ruwe aardolie. De aanwezigheid is volgens RIVM te verklaren door bijmenging van zijstromen van de productie ervan
- De oplosmiddelen 1-butanol, alfa-pineen en d-limoneen zijn in vrijwel alle monsters aangetroffen. RIVM geeft aan niet te verwachten deze stoffen in stookolie aan te treffen. Hun aanwezigheid zou wijzen op bijmenging
- In vrijwel alle monsters worden methanol, ethanol en aceton aangetroffen. In sommige monsters zijn 2-propanol, 2-butanol en 1,2 ethaandiol aangetroffen. Alle genoemde stoffen zijn oplosmiddelen en het is onduidelijk waarom deze in stookolie worden aangetroffen. In 1 monster is glycol aangetroffen, een antivriesmiddel
- Diverse monsters bevatten organohalogenen stoffen, bijvoorbeeld trichloorethaan komt regelmatig voor. De stof aniline is in 5 monsters aangetoond. Organohalogenen zijn stoffen die van nature niet in aardolie voorkomen, van aniline is dit niet geheel duidelijk

Opvallend is dat elk van de 50 monsters wel 1 of meerdere stoffen bevat die niet in stookolie verwacht worden, dan wel stoffen bevat in een gehalte dat niet te verwachten is. Een ander aspect dat is opgevallen, is dat in 8 gevallen het zwavelgehalte significant afweek van het gehalte dat was aangegeven in de Bunker Delivery Note.

#### *Zwarte lijst stoffen*

In de marine sector is veel aandacht ontstaan voor ongewenste stoffen die tot technische problemen hebben geleid. Dit heeft in beperkte mate geleid tot maatregelen. Zo is in de revisie van ISO 8217 in 2017 opgenomen dat het cloud point bepaald dient te worden. Dit hangt samen met het stollen van paraffine bij lagere temperaturen. In Nederland heeft het één en ander geleid tot een lijst van ongewenste stoffen in stookolie. Deze lijst is in 2015 opgesteld in een samenwerking van het Havenbedrijf Rotterdam, NOVE, VOTOB en VNPI (het huidige Vemobin). In tabel 5.3 is deze lijst weergegeven.

*Tabel 5.3 Ongewenste stoffen in stookolie - website Havenbedrijf Rotterdam*

Stoffen die volgens wetgeving of normen niet zijn toegestaan	Stoffen niet afkomstig van olieraffinage die ook tot problemen kunnen leiden
Anorganische zuren (Marpol 18.3)	Brandstoffen uit biomassa (vanaf 2016 zijn wel enkele daarvan toegelaten)
Afval (Kaderrichtlijn Afvalstoffen)	Brandstoffen uit kolen
PCB houdende olie (EU Richtlijn 96/59/EC)	Styreen monomeer
Olie bevattende organohalogenen, zoals oplosmiddelen en koelmiddelen (in sommige lidstaten geregeld)	Polymeren
Afgewerkte olie (ISO 8217)	Harsen
Biodiesel (FAME) <sup>1)</sup>	

<sup>1)</sup> Dit is vanaf 2016 wel toegestaan

In 2013 is door het Ministerie van VROM een zwarte stoffenlijst opgesteld, mede op basis van de genoemde studies van CEDelft en RIVM (2011), zie tabel 5.4. Deze stoffenlijst is meer gericht op stoffen die kunnen leiden tot ongewenste luchtemissies, maar vertoont enige overlap met tabel 5.3.



*Tabel 5.4 Ongewenste stoffen volgens VROM zwarte stoffenlijst*

Stroom tot stof	Indicatiestoffen	Actiegrenswaarde
Koolteer	Arseen	Max 15 mg/kg
	10 VROM PAK	Max 10.000 mg/kg
	Benzo (a) pyreen	Max 110 mg/kg
Creosootolie	Fenol + cresolen	Max 0,50 %
	Petroleumfenolen totaal	Max 5.0 %
Gebruikte smeeroilie	Chroom	Max 4 mg/kg
	Tin	Max 44 mg/kg
	Magnesium	Max 15 mg/kg
	Wordt in ISO 8217 al gedekt door bepaling van calcium, zink en fosfor	
Verfresten	Cadmium	Max 7,5 mg/kg
Diverse afvalstromen en gascondensaat	Kwik	Max 3 mg/kg
Polymeren (plastics)	Toluene insolubles	Max 3 mg/kg
	Polystyreen, polyetheen, polypropeen desgewenst apart te bepalen	
Vluchtige organische componenten	LEL	50 %
Monomeren	Styreen	1,0 %
Monomeren	Afzonderlijke stoffen zoals dicylopentadien, penteen, pentadien, indeen, methylineen	
Alcoholen, glycolen, en glycolethers	Methanol, ethanol, (iso)propanol, butanol, glycol, diolen (ethaandiol), glycolen (MEG, DEG, TEG, MPG, DPG), glycerol	

## 5.2 Hoe ongewenste stoffen in stookolie kunnen belanden

Dat er ongewenste stoffen voorkomen in stookolie is duidelijk, maar over de omvang van dit probleem valt weinig te zeggen. Op het internet zijn meerdere websites te vinden waar wordt ingegaan op het probleem van slechte bunker kwaliteit (zoals [www.ukpandi.com](http://www.ukpandi.com) en [www.seatrade-maritime.com](http://www.seatrade-maritime.com)). Onderzoeksbureau VPS maakt er gewag van in verschillende artikelen, zoals (VPS, 2023b). VPS heeft monsters onderzocht naar aanleiding van gemelde incidenten. Aan de hand van een brede GC-MS-analyse bleken aardolie-vreemde stoffen zoals fenolen, styrenen, alcoholen en ketonen in concentraties tot 4 % aanwezig te zijn. Dit duidt op verontreiniging met andere componenten. Ook het zuurgehalte en het gehalte kalium waren abnormaal hoog.

In deze paragraaf worden voorbeelden van incidenten en verklaarbare routes behandeld. Het feit dat er incidenten zijn geweest en dat er verklaarbare routes zijn wil overigens niet zeggen dat één en ander op grote schaal gebeurt of direct tot (milieu)problemen aanleiding geeft. Uit gesprekken voor dit onderzoek komt naar voren dat er verbetering zou zijn opgetreden na de invoering van de strengere eis voor zwavel. Aan de andere kant is uit bovengenoemde referenties en bijvoorbeeld (Fueltrust, 2023) op te maken dat er nog steeds stookolie met slechte kwaliteit wordt geleverd.

Of er een trend naar verbetering is ingezet valt derhalve moeilijk te beoordelen. De gevoerde gesprekken geven aanvullend inzicht in de mogelijke routes van ongewenste stoffen in stookolie. Het volgende geeft een indruk, met name moet worden benadrukt dat dit geen volledig beeld geeft en dat de voorbeelden die worden gegeven niet per se (overall) voorkomen in de praktijk. Een voorbeeld kan gegeven zijn doordat betrokkenen zelf naar verklaringen zoeken.

- Aan een stookolie kan een ongewenste component bij blenden zijn toegevoegd. In (CEDelft, 2011) wordt als voorbeeld genoemd een geconstateerde toevoeging van (kwikhoudend) aardgasconcentraat aan dieselolie voor de binnenvaart. Een punt is dat residuale olie en blendcomponenten afkomstig kunnen zijn uit het buitenland. Ondanks een juiste REACH registratie kunnen stoffen voorkomen die niet thuishoren in olie of blends die worden aangeboden. Voor een ontvanger zoals een tankterminal is dit lastig na te gaan. Een ongewenste blendcomponent kan in het buitenland al gemengd zijn met andere brandstoffen en (met REACH registratie) worden aangeboden. Dit kan een risico vormen wanneer in betreffend land niet effectief op REACH regelgeving wordt toegezien, of wanneer afvalstoffen als product worden aangemerkt terwijl er geen degelijke (milieu-) einde afval criteria worden toegepast
- Een slechte blendcomponent kan worden 'uitgesmeerd' over een grote hoeveelheid stookolie. In (CEDelft, 2011) wordt gerefereerd aan de Adafera casus. Een partij blendcomponenten uit Amerika bleek zeer slecht mengbaar en werd als afvalstof gekwalificeerd. Uiteindelijk is de partij in zeer geringe hoeveelheden bijgemengd met hoogwaardiger brandstoffen
- Stookolie wordt niet altijd direct van een landtank naar zeeschip vervoerd. Tussen laadterminal en zeeschip kunnen meerdere op- en overslagen plaatsvinden (Putten, 2016). Dit verhoogt de kans op introductie van blendcomponenten die niet gewenst zijn. Nadrukkelijk is geen informatie gevonden dat dit ook daadwerkelijk aan de hand is geweest
- Er is in gesprekken meermaals op gewezen dat verontreiniging kan optreden doordat slangen en pijpleidingen niet goed zijn schoon gemaakt. Stoffen in eerder verpompte vloeistoffen kunnen daardoor in stookolie terecht komen
- In (terminal) tanks kunnen resten achterblijven van eerdere batches. Wanneer in deze resten stoffen zitten die niet gewenst zijn in stookolie raakt deze daarmee verontreinigd. De kans op tracering daarvan is zeer gering, gezien de wijze van monsterneming uit een tank

### 5.3 Milieu-effecten van ongewenste stoffen

Over de milieueffecten (luchtverontreiniging) van stoffen in stookolie, maar ook van stookolie als zodanig, is nog weinig bekend. In (RIVM, 2016) zijn diverse referenties op een rij gezet, maar een conclusie is dat nog veel onduidelijk is. Door RIVM is in 2007 onderzoek verricht naar emissies van varende zeeschepen en aan zeeschepen aan de kade (RIVM, 2008). Vooral de emissie van totaalstof is erg opvallend, deze bedroeg voor varende schepen gemiddeld afgerond  $65 \text{ mg/m}^3$  en voor stilliggende schepen  $145 \text{ mg/m}^3$ . Totaalstof in de emissies van zeeschepen bestaat voor circa 80 % uit zeer fijn stof ( $< 2,5 \mu\text{m}$ ) (RIVM, 2016). De gemeten emissiewaarden van diverse stoffen zijn in tabel 5.5 samengevat.

Tabel 5.5 Emissies van zeeschepen in microgram/m<sup>3</sup> (RIVM, 2008)

	Stilliggende schepen (n=2)			Varende schepen (n=29)		
	Gem	Min	Max	Gem	Min	Max
Pak epa	16,14	2,64	29,64	1,21	0,28	5,31
Pak vrom	11,30	2,56	20,04	1,02	0,22	3,68
Al	146	126	165	159	38	347
Ba	189	189	189	189	189	199
Ca	2149	1465	2833	3280	1188	7271
Cd	75	75	75	77	75	108
Cl	31	29	33	42	13	91
Co	10	6,5	14	28	7,9	136
Cr	25	25	25	25	25,14	29,28
Cu	9,4	9,4	9,4	14	9,4	75
Fe	213	157	269	412	166	1246
Hg	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	7,4
Mn	13	13	13	24	13	226
Ni	668	211	1126	695	218	1193
Pb	9,4	94	9,4	13	9,4	19
S	1464	378	2550	1861	607	4001
Sn	126	126	126	211	126	462
Sr	14	12	15	14	5,3	31
Ti	40	35	46	37	13	69
Tl	6,3	6,3	6,3	6,7	6,3	14
V	1571	49	3092	1420	297	2747
Zn	47	18	75	69	13	207

Er is geen kader voor emissies van zeeschepen op zee of in een haven. Als referentie zouden enkele kaders voor verbranding op land genomen kunnen worden. Het volgende betreft bijvoorbeeld emissiewaarden die zijn voorgeschreven in het Activiteitenbesluit:

- Grote stookinstallaties: maximaal 5 mg/m<sup>3</sup> totaal stof
- Grote stookinstallaties: maximaal 2 µg/m<sup>3</sup> kwik

Voor afvalverbranding gelden eisen die in tabel 5.6 zijn weergegeven.

*Tabel 5.6 Emissie grenswaarden voor afvalverbranding*

Stof	Halfuur- en dag-gemiddelde in mg/Nm <sup>3</sup>	Maand-gemiddelde in mg/Nm <sup>3</sup>	Dag-gemiddelde in mg/Nm <sup>3</sup>	Tienminuten-gemiddelde in mg/Nm <sup>3</sup>	Emissie-grenswaarde in bemonsteringsperiode in mg/Nm <sup>3</sup> of ng/Nm <sup>3</sup>
Totaal stof	3				
Gasvormige en vluchtige organische stoffen, uitgedrukt in totaal organische koolstof	6				
Zoutzuur	6				
Waterstoffluoride	0,5				
Zwaveldioxide	30				
Stikstofoxiden	100	70			
Ammoniak	5				
Koolmonoxide			30	150	
Kwik			0,01		0,01 mg/Nm <sup>3</sup>
Som van cadmium en thallium					0,02 mg/Nm <sup>3</sup>
Som van antimoon, arseen, chroom, kobalt, koper, lood, mangaan, nikkel en vanadium					0,15 mg/Nm <sup>3</sup>
Som van dioxinen en furanen, gedefinieerd als de som van de afzonderlijke dioxinen en furanen, gewogen volgens de equivalentie-factoren					0,03 ng/Nm <sup>3</sup>

Wanneer we gemeten emissiewaarden door RIVM vergelijken met emissiegrenswaarden uit tabel 5.6 en voor grote stookinstallaties, dan valt het volgende op:

- Emissiewaarden voor totaal stof zijn hoger dan de grenswaarden voor afvalverbranding. De gemeten stofwaarden zijn ook (veel) hoger dan de emissiewaarden voor grote stookinstallaties
- De gemiddelde emissiewaarde voor kwik is hoger dan de grenswaarde voor bijvoorbeeld grote stookinstallaties, maar lager dan de grenswaarde voor het verbranden van afval
- De somwaarde voor zware metalen bij afvalverbranding wordt overschreden

Het verbranden van stookolie lijkt dus hogere concentraties op te leveren van stof en zware metalen dan (bijvoorbeeld) is toegestaan bij afvalverbranding. Er moet echter worden opgemerkt dat emissiemetingen door RIVM aan zeeschepen niet zijn uitgevoerd zoals is voorgeschreven voor metingen aan afvalverbrandingsinstallaties. Op basis van de meetwaarden blijkt verder dat emissies van zware metalen vooral zijn toe te schrijven aan vanadium en nikkel. Dit zijn stoffen die van nature in residuale olie voorkomen. De resultaten die hier zijn gepresenteerd wijzen dan ook niet per se op aanvullende emissies door toevoeging van ongewenste stoffen. Veeleer lijkt het er op dat residuale olie zelf tot de gemeten emissiewaarden leidt.

In (RIVM, 2016) en (RIVM, 2018) wordt nader gekeken naar emissies die kunnen optreden. Daar volgen geen nieuwe en aanvullende gegevens uit van emissiemetingen, wel wordt ingegaan op diverse aspecten rond bijvoorbeeld stofemissies, SO<sub>x</sub> en NO<sub>x</sub>. Wat specifieke componenten betreft zijn de volgende opmerkingen interessant:

- Bij verstoken van stookolie met zuurstofhoudende organische stoffen ontstaat risico op extra uitstoot van aldehyden, ketonen, organozuren, nitro- en oxy-PAK
- Bij aanwezigheid van organochloorverbindingen kunnen chloorhoudende dibenzodioxinen en dibenzofuranen ontstaan. Daarnaast kan zoutzuur ontstaan
- Ethanol en n-butanol blijken effectief in het reduceren van het fijnstof in rookgassen. Luchtemissies van stikstofoxiden blijken juist hoger te zijn. Ook is vorming van schadelijke carbonyls zoals formaldehyde en acetaldehyde aangetoond
- Gebruik van plantaardige olie, FAME en synthetische diesel kan vanwege de aanwezige zuurstof in verbindingen de emissie van nitro-PAK en oxy-PAK verhogen, terwijl de emissie van PAK als geheel reduceert. Overigens zijn de conclusies gebaseerd op slechts enkele studies

Tenslotte is het interessant om melding te maken van einde-afval regelingen die in Vlaanderen en in het Verenigd Koninkrijk gelden voor oliefractie afkomstig van de opwerking van afgewerkte olie. In Nederland ontbreken dergelijke criteria. Deze regelingen zijn in zoverre interessant dat een einde-afval regeling er op moet toezien dat over het geheel genomen er geen nadelige milieueffecten ontstaan door de toepassing van de betreffende einde-afvalstof. De regelingen bevatten grenswaarden voor diverse parameters. Bij waarden onder deze grenswaarden zouden er dus over het geheel genomen geen nadelige milieueffecten moeten ontstaan. Het één en ander is samengevat in tabel 5.7.

*Tabel 5.7 Grenswaarde voor de einde-afval status van oliefractie uit afgewerkte olie (waarden in mg/kg)*

	Vlaanderen	Verenigd Koninkrijk
Chloride	250	150
Som (As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Pb, Ni, Sn, V)	25	
Hg		5
Pb		5
Ni		5
Cr		5
Cu		40
Zn		300
Arseen		5
Cd		5
Th		5
Sb		5
Co		5
Mn		5
V		5
PCB	1	5

#### 5.4 Evaluatie ongewenste stoffen

In dit hoofdstuk is een groot aantal stoffen voorbijgekomen die al of niet in stookolie aanwezig kunnen zijn. Stookolie bevat ‘van nature’ al een diversiteit aan stoffen die tot ongewenste emissies kunnen leiden, zoals zware metalen en PAK. Door toevoeging van blendcomponenten kunnen aanvullend stoffen in stookolie terecht komen die tot nog meer emissies kunnen leiden. Dit zijn vanuit milieuoogpunt ongewenste stoffen. Er zijn ook stoffen die als blendcomponent worden gebruikt en daardoor tot een technisch probleem leiden. Daardoor ontstaan problemen in de machinerie van een schip, is meer onderhoud noodzakelijk en ontstaan meer afvalstoffen doordat meer materiaal gefilterd wordt of doordat olie moet worden afgevoerd. Het niet goed functioneren van een motor kan daarnaast tot extra milieu-impact leiden doordat de verbranding niet goed verloopt. ‘Technische’ probleemstoffen leiden dus ook tot ongewenste milieu-impact.

In paragraaf 5.4.1 kijken we naar ongewenste stoffen in verband met luchtemissies (milieu parameters), in paragraaf 5.4.2 naar ongewenste stoffen in verband met het functioneren van de motor (technische parameters). Uiteindelijk kan dit leiden tot het vaststellen van indicatorstoffen: stoffen die bij aanwezigheid of boven een bepaalde concentratie aangeven dat er mogelijk ongewenste stoffen zijn gemengd en/of dat er mogelijk ongewenste luchtemissies kunnen ontstaan.

Op voorhand wordt een voorbehoud gemaakt. De uitwerking van indicatorstoffen in dit hoofdstuk gebeurt aan de hand van informatie die tot nu toe beschikbaar is. Een belangrijke bron is het onderzoek van RIVM naar 50 MARPOL monsters.

Dit geeft nog niet een representatief beeld van stookolie die in Nederland verhandeld wordt en wellicht zijn in deze 50 monsters niet alle mogelijke stoffen onderzocht. De afleidingen in onderstaande paragrafen moeten vooral gezien worden als een voorbeeld voor de uitwerking van indicatorstoffen.

#### 5.4.1 Ongewenste stoffen - milieu parameters

In verband met het onderhavige onderzoek kan een stof in stookolie relevant zijn wanneer deze niet 'van nature' in stookolie wordt verwacht, of wanneer deze voorkomt in een concentratie die niet in stookolie wordt verwacht. In deze gevallen zou er namelijk een indicatie kunnen zijn dat ongewenste blendcomponenten zijn toegevoegd. Wanneer dit het geval is, hoeft dat nog niet per se tot een milieutechnisch probleem te leiden. De concentratie kan alsnog zodanig zijn dat er weinig invloed op luchtmissies te verwachten is. Anderzijds kunnen er stoffen zijn die het verbrandingsproces zodanig beïnvloeden dat er door reacties allerlei nieuwe stoffen ontstaan die geëmitteerd kunnen worden. Een complicatie bij het screenen van stoffen is dat deze mogelijk in stookolie kunnen zitten, maar dat dit slechts in enkele gevallen is aangetoond. Er kan immers sprake zijn van een incidentele aanwezigheid, de vraag is of dat voldoende reden is zo'n stof als indicator aan te merken.

In tabel 5.8 zijn alle stoffen opgenomen die in de diverse onderzoeken naar voren zijn gekomen. Per stof wordt nagegaan of en in hoeverre deze relevant is als mogelijke indicatorstof. Met name wordt naar het volgende gekeken:

- Is de stof aangetoond in stookoliemonsters? Hierbij wordt met name gebruik gemaakt van de gegevens uit (RIVM, 2008), (RIVM, 2016) en (RIVM, 2018)
- Is de stof aangetoond in emissies van zeeschepen (RIVM, 2008)?
- Komt de stof incidenteel voor of in een significant aantal monsters?
- Komt de stof van nature voor in stookolie? Zo ja, zijn gemeten concentraties significant hoger dan mag worden verwacht?
- Is het te verwachten dat de stof in significante hoeveelheden geëmitteerd wordt bij gebruik?

Tabel 5.8 Evaluatie van stoffen die in stookolie voor kunnen komen.

Waar gerefereerd wordt aan '50 monsters stookolie' dan verwijst dit naar (RIVM, 2018)

Stof	Evaluatie
Arseen	Arseen is niet aangetroffen in monsters stookolie.
Chroom	Chroom is niet aangetroffen in monsters stookolie in de studie van RIVM, 2018. In de studie van 2008 worden lage concentraties (maximaal 4,3 mg/kg) gerapporteerd.
Tin	Tin is niet aangetroffen in monsters stookolie.
Lood	In meerdere monsters stookolie wordt de actiegrenswaarde overschreden. De maximale gemeten waarde is 6 mg/kg. Lood komt voor in ruwe olie. In concentraties rond 6 mg/kg zou overschrijding kunnen optreden van emissiewaarden die gelden voor afvalverbranding.
Cadmium	Cadmium is niet aangetroffen in de 50 monsters stookolie.
Nikkel	Nikkel is aangetoond in monsters stookolie, maar komt van nature voor in ruwe olie. De actiegrenswaarde van 3 mg/kg die RIVM aanhoudt wordt veelvuldig overschreden.

Stof	Evaluatie
	Nikkel wordt in alle monsters aangetroffen, met een minimumgehalte van 13 mg/kg en een maximumgehalte van 100 mg/kg. Vooralsnog is niet uit te sluiten dat dit een natuurlijke range is van het gehalte nikkel in stookolie.
Kwik	Kwik is niet aangetroffen in de 50 monsters stookolie. Kwik is wel gemeten in de emissies van zeeschepen.
Magnesium	Er is in één van de 50 monsters magnesium aangetoond. In (RIVM, 2008) lijkt magnesium vaker te worden aangetroffen (in alle 29 onderzochte monsters).
Organochloor koolwaterstoffen	In 17 van de 50 monsters is trichlooretheen of tetrachlooretheen aangetroffen. In een aanvullend onderzoek zijn 1,1,2 trichloorethaan en 1,2 dichloorethaan in een monster aangetroffen. Ook 1,1,2,2 tetrachloorethaan is aangetroffen in een monster, samen met 1,1,2 trichloorethaan en een dichlooralkeen. 1 monster overschrijdt de grenswaarde van 50 mg/kg EOX. Gechloreerde koolwaterstoffen worden niet in aardolie verwacht.
PAK	PAK komt van nature voor in stookolie. In de zwarte stoffenlijst van VROM is een actiegrenswaarde aangehouden van 10.000 mg/kg. Gemiddeld is in de 50 monsters een gehalte van 3.224 mg/kg aangetroffen. Bij 3 monsters werd een hoger gehalte gevonden dan de actiegrenswaarde (tot maximaal 15.580 mg/kg). Deze hoge gehalten worden verklaard door een hoog naftaleengehalte, waarschijnlijk veroorzaakt door bijmenging van light en heavy cycle oils uit de verwerking van aardolie. Naftaleen kan ook worden teruggewonnen uit restantoliën van de pyrolyse van koolwaterstoffracties.
Benzo(a)pyreen	De actiegrenswaarde van RIVM voor benzo(a)pyreen wordt in zes van de 50 monsters overschreden. Voor één monster is geconcludeerd dat deze statistisch gezien een te hoog gehalte bevat.
Fenolen en cresolen	Alkylfenolen kunnen van nature voorkomen in aardolie, bijvoorbeeld in olie uit leesteenbodems. Tijdens verwerking van aardolie kunnen fenol en cresolen gevormd worden. Het gemiddelde gehalte in de 50 monsters (99 mg/kg) is aanzienlijk lager dan de actiegrenswaarde (50.000 mg/kg). Deze lage waarde wijst er ook op dat ongewenste bijmenging van steenkooldestillaten (met gehalten tot 100.000 mg/kg) onwaarschijnlijk is.
Fenylalcoholen	In 10 van de 50 monsters zijn fenylalcoholen aangetroffen. Fenylalcoholen worden van nature niet verwacht in aardolie. RIVM concludeert dat er blends zijn gebruikt die deze stoffen bevatten.
PCB's	Er zijn geen PCB's, noch gamma-lindaan of hexachloorbenzeen aangetroffen.
Polymeren	Polymeren worden vermeld op de lijst met zwarte stoffen maar zijn niet onderzocht door RIVM.
Styrenen	Styreen is in diverse monsters aangetroffen, het gemiddelde gehalte bedraagt 48 mg/kg. In één monster is een gehalte van 1.100 mg/kg aangetroffen, dit is lager dan de actiegrenswaarde van 0,1 %. Gezien de verhoogde gehalten in enkele monsters spreekt het RIVM het vermoeden uit dat deze stoffen zijn toegevoegd in de stookolie, bijvoorbeeld afkomstig als zijstroom van ethyleenkrakers. In circa 10 monsters zijn hoge gehalten methyl- en dimethylstyreen geconstateerd.



Stof	Evaluatie
Dicyclopentadien	Het gemiddelde gehalte dicyclopentadien bedraagt 88 mg/kg, in 1 monster is een gehalte van 1.100 mg/kg aangetroffen. Deze stof kan afkomstig zijn van een zijstroom van ethyleenkrakers. Voor dicyclopentadien is geen actiegrenswaarde gegeven, RIVM beveelt aan wel zo'n waarde te bepalen.
Pentadien	Deze stof is wel aangetoond maar wordt door RIVM niet nader toegelicht.
Indeen	Indeen komt in relatief hoge gehalten in vrijwel alle monsters voor, in sommige monsters in aanzienlijk verhoogd gehalte. Indeen komt van nature voor in aardolie. Een sterk verhoogd gehalte kan wijzen op bijmenging van een zijstroom uit de raffinage. Indeen staat op de ZZS lijst van RIVM.
Methylindeen	Deze stof is vermeld op de lijst met zwarte stoffen maar is niet aangetroffen in de 50 monsters.
Oplosmiddelen	1-butanol, alfa-pineen en d-limoneen zijn in vrijwel alle monsters aangetroffen. De laatste 2 stoffen komen voor in respectievelijk terpentijnolie en citrusolie. RIVM verwacht de drie stoffen niet bij een geaccepteerde productiemethode van stookolie. De aanwezigheid wijst op bijmenging van oplosmiddelen. Over potentiële extra luchtmissies door deze stoffen valt weinig te zeggen, de stoffen zijn niet meegenomen in (RIVM, 2008). Op basis van de molekuulformule van alfa-pineen en d-limoneen (C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> ) zou een goede verbranding verwacht kunnen worden. De aanwezigheid van zuurstof in 1-butanol zou kunnen bijdragen aan vorming en emissies van aldehyden.
Zuurstofhoudende stoffen (overig)	Methanol, ethanol en aceton worden in vrijwel alle monsters aangetoond. Ook 2-propanol, 2-butanol en 1,2 ethaandiol (glycol) worden aangetroffen. De genoemde stoffen zijn oplosmiddelen, glycol staat ook bekend als antivriesmiddel. De stoffen worden niet verwacht in stookolie. Vanwege de aanwezigheid van zuurstof kunnen deze stoffen mogelijk bijdragen aan de vorming en emissie van aldehyden.
Niet-zuurstofhoudende stoffen (overig)	Er zijn diverse stoffen in monsters aangetroffen, maar voor een groot deel kunnen dit stoffen zijn die van nature voorkomen in aardolie. Van aniline is dat niet zeker, deze stof komt in 5 monsters voor.
Cyclododecatrien (CDT)	Deze stof is in drie monsters aangetroffen. Dit kan wijzen op bijmenging van stromen van de productie van CDT. De gevonden gehalten worden niet in aardolie verwacht, maar de aanwezigheid van CDT in aardoliedestillaten is ook niet uit te sluiten.

Op basis van tabel 5.8 kunnen de volgende afwegingen gemaakt worden:

- RIVM komt ook tot de conclusie dat de gehalten van 'chemische elementen' grotendeels overeenkomen met de samenstelling van stookolie die verwacht mag worden volgens de in internationale regelgeving voorgeschreven methode van productie en levering (RIVM, 2018). Er zijn op grond van het onderzoek geen aanwijzingen voor bijmenging van afgewerkte olie of zware metalen en hun verbindingen. Een uitzondering vormt lood, de gevonden waarden zijn volgens RIVM afwijkend
- PAK kan in hoge gehalten voorkomen, maar dat wordt waarschijnlijk veroorzaakt door bijmenging van LCO en HCO. Het kan ook mogelijk afkomstig zijn van restantoliën van pyrolyse.

Dit is niet gewenst, aangezien het geen koolwaterstoffen zou betreffen van de raffinage van aardolie. Benzo(a)pyreen is in een monster in een te hoog gehalte aangetroffen. Deze stof zou als indicator voor PAK kunnen gelden

- Fenylalcoholen worden niet verwacht maar wel in diverse monsters aangetoond, dit kan volgens RIVM wijzen op bijmenging. 1-fenylethanol, 2-fenylethanol, 2-fenoxymethanol en 2-fenoxyethanol worden in concentraties tussen 30 – 200 mg/kg gemeten
- Styreen komt voor in gehalten die RIVM doen vermoeden dat de stof is bijgemengd, bijvoorbeeld in een zijstroom van ethyleenkrakers. Styreen kan vooral een probleem vormen voor het technisch functioneren, een extra effect op luchtverontreiniging is niet direct te verwachten
- Ook dicyclopentadien en indeen komen in gehalten voor die RIVM doen vermoeden dat deze stoffen zijn bijgemengd. Of hierdoor extra effect op luchtverontreiniging kan ontstaan is niet duidelijk. Een artikel van VPS op de website Schip&Bunker gaat in op problemen die zijn ontstaan in Houston. Aan de hand van een onderzoek kwam vast te staan dat problemen met een brandstofpomp ontstonden door een reactie bij verhoogde temperatuur tussen glycol en dicyclopentadien. RIVM beveelt een actiegrenswaarde te bepalen voor dicyclopentadien; dat zou dan ook gedaan kunnen worden voor indeen
- Cyclododecatrien wordt niet verwacht in aardolie, maar komt in hogere gehalten voor. Of hierdoor extra effect op luchtverontreiniging kan ontstaan is niet duidelijk. De hogere gehalten kunnen nadrukkelijk wijzen op bijmenging, bijvoorbeeld van zijstromen van de productie van CDT
- Gechloreerde koolwaterstoffen komen niet voor in aardolie, zij worden echter nadrukkelijk aangetroffen in stookolie. Gezien de aanwezigheid van chloor is er veel voor te zeggen om stoffen als trichlooretheen, tetrachlooretheen, 1,1,2 trichloorethaan, 1,2 dichloorethaan en 1,1,2,2 tetrachloorethaan als indicatorstof te zien voor ongewenste bijmenging
- Er worden diverse oplosmiddelen aangetroffen in stookolie die niet verwacht worden. Gezien de aanwezigheid van zuurstof is een mogelijk effect op extra luchtverontreiniging niet uit te sluiten. Het gebruik van stoffen als butanol of glycol als indicatorstof zou te overwegen zijn

Aan de hand van het bovenstaande kan een aanzet gemaakt worden voor een lijst van indicatorstoffen. Deze indicatorstoffen geven dan aan dat mogelijk een ongewenste stof aanwezig is in stookolie, die daar niet in wordt verwacht en die mogelijk tot aanvullende luchtverontreiniging kan leiden of aanwezig is in een concentratie die mogelijk tot aanvullende luchtverontreiniging kan leiden.

Vergelijkbaar met de zwarte stoffenlijst van VROM zou bij een indicatorstof een (actie)grenswaarde kunnen horen. We laten hier in het midden wat een (actie)grenswaarde zou kunnen betekenen. Dit is niet nader bepaald bij de zwarte-stoffenlijst, in hoofdstuk 6 wordt op dit onderwerp nader ingegaan. Indien we op basis van het bovenstaande stoffen kiezen die niet in aardolie voorkomen, dan zouden deze niet gemeten moeten worden, de actiegrenswaarde is dan de detectielimiet. RIVM (RIVM, 2011) bepaalt voor stoffen die niet in bunkerolie worden verwacht als drempelwaarde 3 maal de bepaalbaarheidsgrens.

Voor sommige stoffen is nog niet geheel duidelijk of deze in aardolie voor kunnen komen, maar is wel opgemerkt dat in sommige monsters een opvallend hoog gehalte is gemeten. Een andere manier om de actiegrenswaarde te bepalen kan zijn 3 maal het gemiddelde gehalte te nemen dat in onderzoeken is aangetroffen. Tenslotte zou men kunnen kijken naar de einde-afval criteria in Vlaanderen en het Verenigd Koninkrijk (tabel 5.7) In tabel 5.9 is een uitwerking gegeven, waarbij in kolom 3 de hoogste waarde is genomen uit de genoemde einde-afval regelingen. In tabel 5.9 zijn ook de indicatorstoffen en actiegrenswaarden van de zwarte stoffenlijst van VROM weergegeven.

*Tabel 5.9 Mogelijke indicatorstoffen. Grenswaarde 1 = 3 maal bepaalbaarheidsgrens, grenswaarde = 3 maal gemiddelde gehalte in 50 monsters, grenswaarde 3 = hoogste waarde einde-afval regelingen Vlaanderen en Verenigd Koninkrijk*

Indicatorstof	Grenswaarde 1	Grenswaarde 2 (afgerond)	Grenswaarde 3	Zwarte stoffenlijst VROM
Lood	9	10	5	
Benz(a)pyreen		150		110
Fenylalcoholen	30	45		
Dicyclopentadien		300		
Indeen		850		
Cyclododecatrien	30			
Gechloroerde koolwaterstoffen	0,3	60		
Styreen		150		1 % m/m
Butanol	30			
Glycol	30			
Arseen	0,6		5	15
Fenolen en cresolen				0,5 % m/m
Chroom	7,5		5	4
Tin		20 (1)	5	44
Magnesium		600 (1)		15
Cadmium		10 (1)	5	7,5
Kwik			5	3

(1) Op basis van metingen (RIVM, 2008)

Aan de hand van tabel 5.9 kunnen enkele overwegingen worden gemaakt:

- In (RIVM, 2018) worden zware metalen als arseen, chroom, tin, cadmium en kwik niet aangetoond. Lood vormt een uitzondering en kan in de aangetroffen gehalten tot ongewenste (extra) luchtverontreiniging leiden. Dit pleit er voor enkel Pb als indicatorstof mee te nemen. Een grenswaarde van 5 mg/kg lijkt te streng (gezien de waarde van 3x detectiegrens), vooralsnog zou 10 mg/kg gehanteerd kunnen worden
- Voor benzo(a)pyreen lijkt een grenswaarde van 150 mg/kg verdedigbaar. De zwarte stoffenlijst gaat uit van 110 mg/kg, daar wordt dan goed op aangesloten

- Voor fenylalcoholen, is er geen kader om op terug te grijpen. Uit de analyse komen deze naar voren als relevante stoffen om te monitoren. Voor individuele fenylalcoholen bedraagt het gemiddelde gehalte 10-15 mg/kg. Feitelijk is elke aantoonbare hoeveelheid te veel, fenylalcoholen worden niet in stookolie verwacht. De aanpak van RIVM volgend (3 maal detectiegrens) zou een grenswaarde 30 mg/kg kunnen bedragen. In een andere benadering (3 maal gemiddelde gehalte) komen we op 30-45 mg/kg. Vooralsnog zou bijvoorbeeld 45 mg/kg als grenswaarde genomen kunnen worden per type fenylalcohol
- Voor dicyclopentadien, indeen en cyclododecatrien geeft (RIVM, 2018) geen detectiegrens aan. De redenering volgend die gemaakt is voor fenylalcoholen zouden we uitkomen bij de respectievelijke grenswaarden 300 mg/kg, 850 mg/kg en 30 mg/kg
- Voor gechloreerde koolwaterstoffen kan op een vergelijkbare manier gekeken worden naar een grenswaarde. In dit verband is het echter relevant dat er al een wettelijke grenswaarde bestaat, namelijk 50 mg/kg EOX. Door EOX te bepalen worden alle mogelijke aanwezige gechloreerde koolwaterstoffen bepaald
- Voor styreen is in de zwarte stoffenlijst een hoge waarde aangehouden. In (RIVM, 2018) wordt een gemiddeld gehalte van 48 mg/kg gevonden. Deze waarde is nog aanzienlijk hoger dan de mediaan (10 mg/kg), dit wijst op één of meerdere monsters met een aanzienlijk hoger gehalte. Een veilige grenswaarde kan zijn 3 maal het gemiddelde, afgerond 150 mg/kg. Normaliter moet het gehalte daar ver onder liggen. De grenswaarde van de zwarte stoffenlijst is nog aanzienlijk hoger dan de hoogst gemeten gehalten
- Voor butanol en glycol is niet geheel duidelijk welke gehalten gemiddeld zijn gemeten. Voor een eerste uitwerking zou gekozen kunnen worden voor grenswaarde 1

Op basis van alle beschouwingen zou de volgende lijst van indicatoren voorgesteld kunnen worden, zie tabel 5.10. Nogmaals wordt benadrukt dat deze lijst tot stand is gekomen op basis van de gegevens die tot nu toe beschikbaar zijn. Er is meer informatie nodig over de (spreiding van) gehalten van stoffen in stookolie om tot een nader onderbouwde versie te komen. Ook is er een diepgaandere afweging nodig om grenswaarden te kunnen afleiden. In deze vingeroefening is gebruik gemaakt van bijvoorbeeld detectielimieten, de informatie daarover is nog niet voldoende onderzocht (zo kunnen gebruikte waarden inmiddels achterhaald zijn). Voor sommige stoffen ontbreekt (althans voor deze studie) de informatie om een indicatieve grenswaarde af te kunnen leiden.

*Tabel 5.10 Voorstel voor een lijst van indicatorstoffen*

Indicatorstof	Grenswaarde (mg/kg)
Lood	10
Benzo(a)pyreen	150
Fenylalcoholen	45 (per fenylalcohol)
Dicyclopentadien	300
Indeen	850
Cyclodecatrien	30
EOX	50
Styreen	150
Butanol	30
Glycol	30

#### 5.4.2 Ongewenste stoffen - technische parameters

In diverse referenties worden voorbeelden gegeven van stoffen die mogelijk als blendcomponent voor stookolie worden gebruikt en die tot technische problemen kunnen leiden. In tabel 5.11 wordt een overzicht gegeven. Nadrukkelijk moet worden aangegeven dat deze tabel geen overzicht geeft van stoffen die daadwerkelijk zijn aangetoond of die op enige schaal worden toegepast. Evenmin wordt met deze lijst verondersteld dat deze stoffen ook daadwerkelijk tot de effecten leiden die zijn benoemd. Het is anderzijds niet uitgesloten dat genoemde stoffen worden gebruikt en tot genoemde effecten leiden. In de literatuur wordt daar zeker op ingegaan en worden concrete voorbeelden gegeven. Het is echter niet het doel om hier een volledig technische onderbouwing te verzorgen, dat zou een onderzoek op zich vereisen. Tenslotte kan worden opgemerkt dat sommige stoffen ook tot ongewenste milieueffecten kunnen leiden (en al aan de orde zijn geweest in paragraaf 5.4.1).

*Tabel 5.11 Stoffen die voor kunnen komen in stookolie en tot technische problemen kunnen leiden.*

Stof	Toelichting
Anorganische zuren	Corrosief. Gebruik is verboden conform regeling 18.3 van Annex VI van de MARPOL
Styreen	Kan tot polymerisatie leiden. Verstopping van filters.
Polymeren	Verstopping van filters (er zijn gevallen met polystyreen, polyethyleen en polypropyleen bekend)
Harsen	Niet compatibel met stookolie. Kunnen aromaten en terpentenen bevatten
Schalieolie	Slecht mengbaar met stookolie
Carbonylverbindingen	Slijtage pompen, verstopte filters. Bron zou afgewerkte olie zijn.
Terpenen en fenolverbindingen	Problemen met filter en purifier, slijtage pompen
Fenolen en alkenen	Sludging separatoren, slechte verbranding
Ethyleenkrakerresidu	Slecht mengbaar met stookolie
Ethyleenkraker zijstroom	Bevat styreen
Bruinkool- en steenkoolteer	Slecht mengbaar met stookolie
Gechlorideerde koolwaterstoffen	Slijtage van pompen

## 6 Mogelijkheden voor controle in de keten

In dit rapport is gekeken naar het bestaande kader voor stookolie (hoofdstuk 3) en naar nieuwe kaders (hoofdstuk 5). In dit hoofdstuk wordt gekeken welke mogelijkheden er zijn voor betere controle in de keten. In paragraaf 6.1 wordt ingegaan op het huidige wetgevende kader.

In hoofdstuk 5 is nagegaan welke stoffen ongewenst zijn in stookolie. Dit heeft geleid tot 2 indicatieve lijsten. Eén lijst (tabel 5.10) zou kunnen dienen als voorbeeld voor een lijst met indicatorstoffen, aanwezigheid van deze stoffen kan leiden tot aanvullende emissies. Er is daarbij opgemerkt dat deze lijst nog als eerste aanzet gezien moet worden. De achterliggende informatie daarvoor betreft vooral een onderzoek van RIVM aan 50 monsters stookolie, dat aantal is niet representatief. Een tweede lijst (tabel 5.11) geeft aan welke stoffen niet in stookolie gemengd mogen worden, deze stoffen kunnen aanleiding geven tot technische problemen. In paragraaf 6.2 wordt bekeken hoe de diverse stoffen gemonitord zouden kunnen worden. Naast het monitoren van de kwaliteit van stookolie is het noodzakelijk dat per stap in de keten eraan wordt bijgedragen dat er geen ongewenste stoffen in stookolie kunnen komen. In paragraaf 6.3 gaan we op zoek naar de werkwijze die daar bij past. In paragraaf 6.4 wordt bekeken op welke wijze controle en goede werkwijzen geborgd kunnen worden. Daarbij wordt vooruitgeblikt hoe mogelijke verbeteringen geïmplementeerd kunnen worden. In paragraaf 6.5 wordt het één en ander samengevat.

In hoofdstuk 5 is ingegaan op (actie)grenswaarden voor indicatorstoffen. Tot zoverre is niet duidelijk wat met zo'n grenswaarde bedoeld wordt. De actiegrenswaarde van de zwarte-stoffenlijst van VROM, als voorbeeld, heeft geen status en omschreven functie. In het onderstaande is aangenomen dat de aanwezigheid van stoffen genoemd in tabel 5.10 boven de daar weergegeven concentraties ongewenst is. Boven deze concentraties bestaat risico op aanvullende emissies. De concentraties worden bij de onderstaande uitwerking gezien als limietwaarden.

In dit hoofdstuk worden enkele voorstellen gedaan voor controle in de keten van stookolie. Om zulke opties effectief te maken is aanvullend (wettelijk) instrumentarium nodig. Bijvoorbeeld, wanneer controle op limietwaarden een goede optie blijkt te zijn is er regelgeving nodig welke het voldoen aan deze waarden voorschrijft. In dit onderzoek wordt niet verder ingegaan op benodigd instrumentarium, dat kan een volgende stap zijn.

## 6.1 Betere controle met bestaand wetgevend kader

### *MARPOL*

Annex VI van MARPOL schrijft belangrijke eisen voor in verband met de kwaliteit van stookolie. Op basis van onderhavig onderzoek valt op dat bepaalde eisen, naar het zich laat aanzien, amper aantoonbaar in acht worden genomen dan wel worden gehandhaafd. Het gaat dan met name om de volgende eisen:

- Stookolie moet een blend zijn van koolwaterstoffen afkomstig van aardolieraffinage
- Er mogen additieven worden toegevoegd in kleine hoeveelheden die bepaalde eigenschappen van stookolie verbeteren
- Stookolie bevat geen toegevoegde stof of chemisch afval die leidt tot aanvullende luchtverontreiniging

Deze eisen bieden een kapstok voor controle van de kwaliteit. Zo geeft het tweede punt over additieven feitelijk aan dat helder moet zijn welke eigenschap van stookolie wordt verbeterd en dat dit maar een kleine hoeveelheid mag zijn. Men kan dit zo interpreteren dat een producent van stookolie op een verantwoorde manier specifieke additieven zoekt die specifieke eigenschappen moeten verbeteren. Wanneer een producent deze verantwoorde manier overlegt aan een controlerende instantie wordt de wat algemene formulering al beter handhaafbaar. Er moet een duidelijk verhaal zijn waarom een additief in precies die hoeveelheden wordt gebruikt.

Het derde punt gaat nog een stap verder. De additieven die slechts in geringe mate mogen worden toegevoegd aan stookolie mogen bovendien niet leiden tot aanvullende luchtverontreiniging. Blenden van componenten in stookolie is al met al een zeer verantwoorde taak, waarbij ook nog eens moet worden nagegaan wat de effecten op emissies zijn. Het ligt dus in de rede te verlangen van een producent of leverancier dat deze een degelijke analyse van aanvullende luchtverontreiniging uitvoert en per toe te voege additief een dossier kan laten zien.

Annex VI van MARPOL biedt een kans om betere controle uit te oefenen op de kwaliteit van stookolie. Er mag van producenten en leveranciers verwacht worden dat zij kunnen aangeven welke additieven worden toegevoegd aan stookolie, in welke hoeveelheden (kleine!), welke exacte eigenschap daarmee wordt verbeterd en dat deze toevoeging niet leidt tot aanvullende luchtverontreiniging. Er is dan wel een nadere uitwerking nodig in (internationale) wetgeving van de eisen die MARPOL stelt.

### *REACH*

In hoofdstuk 3 is ingegaan op REACH en de mogelijkheden die het biedt om controle te kunnen uitoefenen op de kwaliteit van stookolie. Er is gekeken naar twee aspecten die REACH reguleert, namelijk de registratie van stoffen en de regulering betreffende het in de handel brengen en gebruiken van specifieke stoffen (gevaarlijke stoffen en zeer zorgwekkende stoffen).

Vooropgesteld dat dit onderzoek zich richt op controle op de aanwezigheid van ongewenste stoffen of bijmengingen in stookolie, lijkt REACH daarvoor een minder geschikt instrument te zijn.

Dit is toegelicht in hoofdstuk 3.

Controle op de aanwezigheid van gereguleerde stoffen lijkt een (nieuw) aanknopingspunt te bieden. Aan de hand van een eerste beschouwing van stoffen die worden gereguleerd (dit betreft stoffen in bijlagen XIV en XVII van REACH) vallen enkele zaken op:

- Het betreft een aanzienlijk aantal stoffen waarvan een zeer groot deel op het eerste oog zeer specifieke chemicaliën lijken te zijn. Het aantonen van al deze stoffen in stookolie of in blendcomponenten zal aan aanzienlijke inspanning vergen
- Van de stoffen die tot nu toe zijn aangetroffen staan slechts enkele op de genoemde lijsten. Dit betreft gechlorideerde koolwaterstoffen die overigens vrij algemene toepassingen kennen als reinigingsmiddel (dit verklaart ook mogelijk de aanwezigheid in stookolie)
- Metaalverbindingen die op de lijsten voorkomen zijn waarschijnlijk amper te bepalen, analyses richten zich met name op elementen

Handhaving van de betreffende artikelen van REACH zal al met al een aanzienlijke inspanning vergen, terwijl de kans op het aantreffen van een overtreding op het eerste oog gering lijkt.

## 6.2 Kwaliteitscontrole in de keten

### 6.2.1 Controle bij productie

Een eerste wijze van kwaliteitscontrole kan plaatsvinden bij de productie van stookolie. Voorkomen moet worden dat blendcomponenten worden toegevoegd die tot technische problemen kunnen leiden, tabel 5.11 geeft als voorbeeld een aantal van deze blendcomponenten en stoffen. Dit vergt een goede wijze van acceptatie door de producent van stookolie, dit is degene die residuale olie mengt met andere componenten (tankterminal, olieraffinaderij of anderszins). Bijvoorbeeld zou in vergunningen opgenomen kunnen worden welke stoffen als blendcomponent gebruikt mogen worden. Controle vindt in dat geval plaats door het bevoegde gezag, maar in eerste instantie ligt de verantwoording bij de producent van stookolie om ervoor te zorgen dat de ongewenste stoffen niet geaccepteerd worden. Op vergelijkbare wijze is bijvoorbeeld voor afvalverwerkers de acceptatie van afvalstoffen geregeld. Deze hebben daarnaast de plicht tot melding van alle afvalstoffen die geaccepteerd worden.

### 6.2.2 Controle verder in de keten

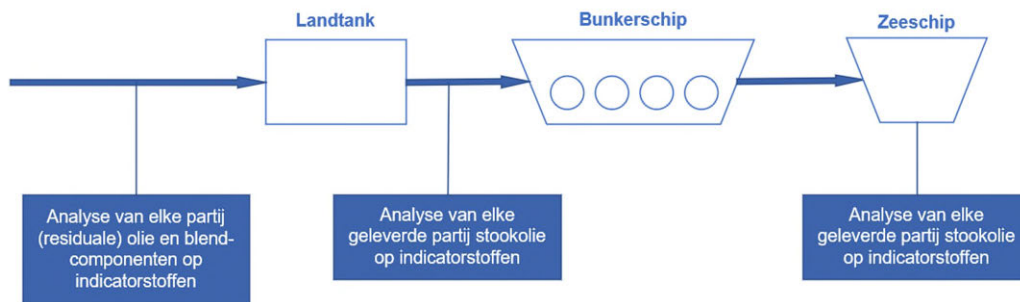
Bij kwaliteitscontrole in de keten kan verder gedacht worden aan een controle van de kwaliteit van stookolie aan de hand van een lijst van indicatorstoffen. In deze uitwerking wordt aangenomen dat er nationale eisen worden gesteld aan de aanwezigheid en het gehalte van bepaalde indicatorstoffen (zoals bijvoorbeeld in tabel 5.10). In het navolgende gaan we er van uit dat de aanwezigheid van de indicatorstoffen uit tabel 5.10 gemonitord moet worden. Zoals in de inleiding bij dit hoofdstuk is aangegeven, zou dit als doel hebben om aan te tonen dat limietwaarden niet worden overschreden. In theorie zijn er enkele plekken in de keten waar dat zou kunnen:

- Bij de productie van een stookolie of een blendcomponent. Dit is niet een waarschijnlijke optie. Productie gebeurt ook in het buitenland en voordat stookolie of blendcomponent bij een tankterminal wordt ontvangen kan nog bijmenging plaatsvinden



- Voorafgaande aan de productie (blending) in een landtank. Residuale olie wordt op specificatie gebracht in een landtank.  
De benodigde residuale olie en blendcomponenten worden per schip aangevoerd en in separate tanks gebracht. Idealiter wordt tijdens het verpompen van de olie en de blendcomponenten vanaf schip naar tank een monster genomen
- Er worden reeds monsters genomen van de inhoud van een landtank, maar nog beter zou het zijn wanneer stookolie wordt bemonsterd die daadwerkelijk aan een bunkerschip wordt geleverd. Dat kan door te bemonsteren in de leiding bij overgang van wal op schip
- Het volgende meetpunt is logischerwijs daar waar stookolie wordt geleverd vanuit bunkerschip aan zeeschip. In de regel vindt daar al bemonstering plaats

De mogelijke punten voor bemonstering zijn in figuur 6.1 weergegeven.



*Figuur 6.1 Voorstel voor monsterneming in de keten van stookolie*

Met de bemonstering volgens figuur 6.1 zou al een goed beeld moeten kunnen ontstaan van de aanwezigheid van ongewenste stoffen in stookolie (we gaan er hier niet op in wie bemonstering zou moeten uitvoeren en op welke wijze). Daar komt echter meer bij kijken, paragraaf 6.4 gaat daar nader op in. Als alle stookolie via de geschetste route wordt gecontroleerd zou (theoretisch gezien) alle stookolie die wordt geladen in een bunkerschip en vervolgens wordt geladen in een zeeschip vrij moeten zijn van ongewenste stoffen. Zelfs wanneer in een bunkerschip nog tussen tanks wordt verpompt of wanneer in-line wordt geblend (samenvoegen van twee producten tijdens bunkeren) zou er wat dat betreft geen probleem kunnen zijn. Het schema van figuur 6.1 kent echter enkele zwakke plekken:

- Stookolie kan direct aan een zeeschip worden aangeleverd vanuit het buitenland, met name vindt bunkering plaats vanuit Antwerpen. Vanuit Nederland kunnen geen eisen gesteld worden aan de productie van stookolie elders. Een eerste controle zou dan pas kunnen plaatsvinden op een bunkerschip
- Na belading vanuit een tankterminal kan stookolie over en weer worden overgepompt tussen bunkerschepen. Wanneer dit producten zou betreffen die volgens het schema in figuur 6.1 zijn geleverd, dan zou er (theoretisch) niks aan de hand moeten zijn. Een bunkerschip kan mogelijk andere stookolie bevatten die niet volgens het schema is geleverd, dit kan een risico vormen voor introductie van stookolie die niet is getest op de indicatorstoffen

In paragraaf 6.4 bekijken we hoe met deze situaties omgegaan kan worden.

### 6.3 Kwaliteit van werken in de keten

In diverse ketens en in diverse industrieën zijn goede werkwijzen (best practices) opgesteld die op de één of andere manier worden afgedwongen dan wel sterk worden aangemoedigd.

Dit zijn enkele voorbeelden:

- Voor diverse industrieën worden conform de Richtlijn Industriële Emissies Best Beschikbare Technieken (BBT) opgelegd. Dit betreft niet alleen technieken als zodanig maar ook bepaalde werkwijzen of aspecten van bedrijfsvoering. BBT zijn per industrie beschreven in een zogenaamd BREF-document en werken direct door in de vergunning van bedrijven
- Het Besluit Bodemkwaliteit stelt voor sommige werkzaamheden het hebben van een certificaat verplicht. Een voorbeeld is de activiteit van een Grondbank waar diverse partijen grond gemengd worden. Voor het mengen van grond zijn regels opgesteld, verwerkt in een BRL (beoordelingsrichtlijn). Een organisatie mag alleen als Grondbank actief zijn als het een certificaat heeft op basis van die BRL. Met zo'n certificaat kan een organisatie zich aanmelden bij Bodemplus, deze kan de organisatie wettelijk aanwijzen. In de markt ontstaat daarmee duidelijkheid met welke Grondbank men kan handelen
- De sloopbranche heeft een certificeringsschema ontwikkeld 'Veilig en Milieukundig Slopen'. Het werken volgens de eisen van dit schema wordt door de overheid gezien als één van de criteria voor duurzaam inkopen van sloop van gebouwen. Daarnaast heeft de branche een projectcertificering circulair slopen ontwikkeld. Projectcertificatie kan door een opdrachtgever als eis worden meegenomen in bestekken

Dit soort voorbeelden biedt inspiratie om na te gaan of in de keten van stookolie best practices te vinden zijn en of deze op de één of andere wijze tot norm zijn te verheffen. Er zijn al enkele zaken te vinden die daarbij kunnen helpen:

- VOTOB, de branche voor tankterminals, biedt een training productacceptatie aan. Hierin wordt ingegaan op bijvoorbeeld REACH, SDS en de inhoud daarvan, verdieping in producten en hun eigenschappen en monsterneming
- De Stichting VOS (Vignet Olie Scheepvaart) richt zich op het bevorderen van de kwaliteit van de levering van brandstof aan de binnenvaart. Het doel van de stichting is te komen tot goede afspraken tussen binnenschip en bunkerbedrijf. Het bunkerende binnenvaartschip moet een bunkerwacht aanwijzen, deze houdt gedurende de bunkering toezicht. Het bunkerbedrijf draagt zorg dat het brandstof verkoopt dat minimaal voldoet aan de VOS-specificatie en houdt zich aan de regels van de stichting
- IBIA, de internationale vereniging voor de bunkersector, heeft een richtlijn opgesteld om de kwaliteit van stookolie te borgen. Best practices omvatten bijvoorbeeld het volgende:
  - Een bunkerbedrijf houdt een database bij met blendcomponenten die geschikt dan wel ongeschikt zijn gebaseerd op ervaring
  - Elk additief moet een bewezen trackrecord hebben als goede toevoeging
  - Blenden tijdens bunkeren is niet aan te bevelen, tenzij de leverancier kan garanderen dat de blend homogeen en stabiel is en voldoet aan afgesproken specificaties
  - Het laden van verschillende producten in eenzelfde tank van het bunkerschip moet voorkomen worden
  - Voorafgaande aan bunkering moeten leidingen schoon gemaakt worden

Deze voorbeelden laten zien dat ook in de keten van stookolie het mogelijk is goede werkwijzen te identificeren. Men zou dit kunnen doen per stap in de keten: van tankterminal (of anderen) die blendcomponenten voor stookolie ontvangen tot het ontvangende zeeschip. De vraag is hoe alle betrokkenen in de verschillende stappen in de keten ook volgens deze goede werkwijzen gaan handelen. In dit verband is een vergelijkbare ontwikkeling in de afvalsector interessant. Op dit moment wordt nagedacht over instrumentarium waarmee voorkomen moet worden dat recyclebare materialen worden verbrand. De conclusie is dat alle stappen in de keten moeten werken volgens zogenaamde Best Beschikbare Werkwijzen (BBW). Om te borgen dat volgens BBW wordt gewerkt blijkt aanvullende regelgeving nodig te zijn.

#### **6.4 Controle en borging in de keten van stookolie**

Aanleiding voor dit onderzoek was de vraag die bij het ministerie van I&W leeft of er een normenkader en controlemechanismen zijn om de goede kwaliteit van stookolie te verzekeren. In paragraaf 6.1 is gekeken naar de aanknopingspunten in Annex VI van MARPOL.

In paragraaf 6.2 is gekeken naar een technisch kader, namelijk het testen van de kwaliteit van stookolie. In paragraaf 6.3 is benadrukt dat daar ook een goede handelswijze bij hoort. In deze paragraaf bekijken we deze twee aspecten nader. Daarbij gaan we er van uit dat het volgende bereikt moet worden:

1. Verzekerd moet worden dat stookolie die in een bunkerschip wordt beladen van goede kwaliteit is
2. Tussen belading uit een landtank en bunkering van een zeeschip mogen geen ongewenste stoffen worden toegevoegd aan de stookolie
3. Bij bunkering vindt controle plaats van de uiteindelijke stookolie die wordt geleverd (dit kan het MARPOL-monster betreffen, maar dat hoeft niet. Bij een mogelijk vervolg zou dat nader bekeken dienen te worden)

##### **6.4.1 Borging van kwaliteit bij productie**

Stookolie wordt geproduceerd in een productieproces. Dit is weliswaar een eenvoudig proces, namelijk het mengen van verschillende stoffen. Het proces is goed controleerbaar zoals elk (chemisch) proces. De voornaamste zorg is de kwaliteit van olie en blendcomponenten die worden ingenomen. Deze zijn voorzien van REACH registratie en een SDS en worden geanalyseerd op parameters die in verband met bescherming van veiligheid en de installatie relevant zijn. Er kunnen niettemin ongewenste stoffen in aanwezig zijn. De volgende aanpassingen kunnen bijdragen aan een betere borging van de kwaliteit:

- Het invoeren van een acceptatieprotocol waarin de handelwijze voor acceptatie wordt beschreven

- Het voeren van een register van (blend)componenten die geschikt zijn voor de productie van stookolie. Van deze componenten stelt de producent de geschiktheid vast op basis van:
  - De eisen die voortvloeien uit Annex VI van MARPOL. Met name wordt met het register bevestigd dat (blend)componenten koolwaterstoffen zijn, afkomstig uit de raffinage van olie (en niet van processen die volgen na raffinage of anderszins)
  - Voor zover het andere additieven betreft wordt omschreven in welke gehalten deze worden toegevoegd, welk aspect van de kwaliteit van stookolie daarmee wordt verbeterd en wordt onderbouwd dat deze toevoeging niet leidt tot aanvullende luchtverontreiniging
  - Kennis omtrent mogelijke gevolgen voor de prestatie van motoren van zeeschepen en voor het milieu. Per component wordt aannemelijk gemaakt dat zulke gevolgen niet kunnen ontstaan
  - Gegevens over de mogelijke aanwezigheid van indicatorstoffen zoals bijvoorbeeld in dit rapport is afgeleid
  - Het uitsluiten van stoffen die aanleiding geven tot technische problemen in motoren van zeeschepen, zoals bijvoorbeeld weergegeven in tabel 5.11
- Het testen van de kwaliteit van elke lading van een (blend)component die gebruikt wordt voor de productie van stookolie, aan de hand van de lijst met indicatorstoffen (tabel 5.10 geeft daarvan een voorbeeld)
- Het testen van de kwaliteit van elke partij stookolie die geleverd wordt aan een bunkerschip, op het punt waar de levering plaatsvindt, aan de hand van de lijst met indicatorstoffen (tabel 5.10 geeft daarvan een voorbeeld)
- Het voeren van procedures waarin de registratie van alle meetgegevens in is geregeld en de beheersing van producten met tekortkomingen
- Borging van de opleiding van personeel in verband met acceptatie van stoffen
- De producent voorziet het bunkerbedrijf van een analysecertificaat van het monster van levering en van een bijbehorend SDS

#### **6.4.2 Borging van kwaliteit op een bunkerschip**

Wanneer productie van stookolie zou verlopen met optimale borging van de kwaliteit, dan zou (theoretisch gezien) stookolie op bunkerschepen van goede kwaliteit moeten zijn. Er zijn diverse maatregelen en handelwijzen die eraan kunnen bijdragen dat tot het moment van bunkeren bij een zeeschip de kwaliteit geborgd blijft:

- Het bunkerbedrijf draagt er zorg voor dat tanks en leidingwerk vrij zijn van stoffen die eerder zijn vervoerd
- Het bunkerbedrijf draagt er zorg voor dat een SDS en certificaat van analyse worden geleverd voorafgaande aan belading. Hiermee kan het bunkerbedrijf een BDN aanmaken. Beide documenten worden ook geleverd aan het ontvangende zeeschip
- Voorkomen moet worden dat meerdere batches worden geladen in een tank van het bunkerschip
- Tussen het laden van stookolie vanuit een landtank en het bunkeren van een zeeschip worden geen aanvullende stoffen in het bunkerschip geladen
- Er wordt geen stookolie tussen tanks van een bunkerschip verpompt, tenzij het gaat om één en dezelfde stookolie

- Het bunkerbedrijf draagt zorg voor volledige registratie zodat altijd kan worden nagegaan welke stookolie in welke tank van een bunkerschip is geladen en gebunkerd
- Tijdens bunkeren worden geen (brand)stoffen worden geblend

#### 6.4.3 Borging van kwaliteit tijdens bunkering

Borging van de kwaliteit van stookolie tijdens bunkeren komt er voornamelijk op neer dat op een verantwoorde wijze monsters worden genomen. Het is essentieel dat dit gebeurt aan boord van het ontvangende schip. Het is ook essentieel dat bij bemonstering een onafhankelijke surveyor aanwezig is die toeziet op een juiste uitvoering. Het nemen van een juist monster is cruciaal voor de kwaliteit van controle. In gesprekken die zijn gevoerd zijn enige zorgen geuit over de kwaliteit van monsterneming. Borging van goede monsterneming kan bijvoorbeeld tot stand komen met een certificeringsschema voor surveyors.

### 6.5 Een normenkader en controlemogelijkheden voor stookolie - samenvatting

In hoofdstukken 5 en 6 is gekeken naar een normenkader en naar controlemogelijkheden waarmee een betere borging ontstaat voor de kwaliteit van stookolie. In hoofdstuk 5 is (als oefening) een normenkader afgeleid, in hoofdstuk 6 is nagegaan welke monitoring daar bij past. Daarnaast is in hoofdstuk 6 gekeken naar goede werkwijzen in de keten van stookolie, dit valt eveneens als een normenkader op te vatten. Tenslotte is in hoofdstuk 6 gekeken naar aanknopingspunten die het bestaande wetgevende kader biedt. Onderstaand worden de opties per stap in de keten samengevat, in figuur 6.2 is dit integraal weergegeven. Er worden enkele suggesties gedaan voor (juridische) maatregelen. Met klem moet worden benadrukt dat er in dit onderzoek geen analyse van instrumenten is uitgevoerd. Waar suggesties worden gedaan voor bijvoorbeeld regelgeving moeten deze als voorbeeld worden beschouwd.

#### *Opties voor een kader bij productie*

- *Een kader voor intrinsiek goede stookolie*
  - Aan de hand van nadere regelgeving dient te worden voldaan aan alle eisen van Annex VI van MARPOL betreffende de kwaliteit van stookolie. Met name wordt voor additieven onderbouwd welke eigenschap daarmee wordt verbeterd, welke (kleine) hoeveelheden nodig zijn en wordt aannemelijk gemaakt dat geen aanvullende luchtverontreiniging kan ontstaan. Er wordt een register van additieven gehanteerd. Om dit te kunnen afdwingen is wellicht aanvullende regelgeving vereist
  - Er wordt een nationale lijst opgesteld van stoffen die niet zijn toegestaan in stookolie. Tabel 5.11 geeft daarvoor een aanzet. De producent borgt dat deze stoffen niet op de inrichting geaccepteerd worden. Dit kan worden vastgelegd in vergunningen
  - Aanvullend biedt REACH aanknopingspunten voor controle op gereguleerde stoffen
- *Een kader voor (eind)kwaliteit*

Op basis van te ontwikkelen regelgeving dient de producent de kwaliteit van stookolie op basis van indicatorstoffen (met als voorbeeld tabel 5.10) te controleren. Bij overschrijding van een limietwaarde mag stookolie niet worden geleverd

- *Verbetering van de werkwijze*

De branche ontwikkelt in samenwerking met de overheid best beschikbare werkwijzen, in dit hoofdstuk is daarvoor een aanzet gegeven. Voldoen aan deze werkwijzen kan worden aangetoond middels certificatie. Het is mogelijk om certificering te koppelen aan regelgeving en aan vergunningen

*Opties voor een kader in de bunkersector*

Op basis van dit onderzoek is een aanzet gegeven voor goede handelswijzen voor een bunkerbedrijf. Deels volgen deze al uit internationale richtlijnen van de branche. Het is belangrijk dat de handelswijzen (best beschikbare werkwijzen) aantoonbaar worden toegepast. Door middel van juridisch instrumentarium zoals een havenverordening zou dit vereist kunnen worden.

*Opties voor een kader voor de levering van stookolie*

- *Een kader voor intrinsiek goede stookolie*

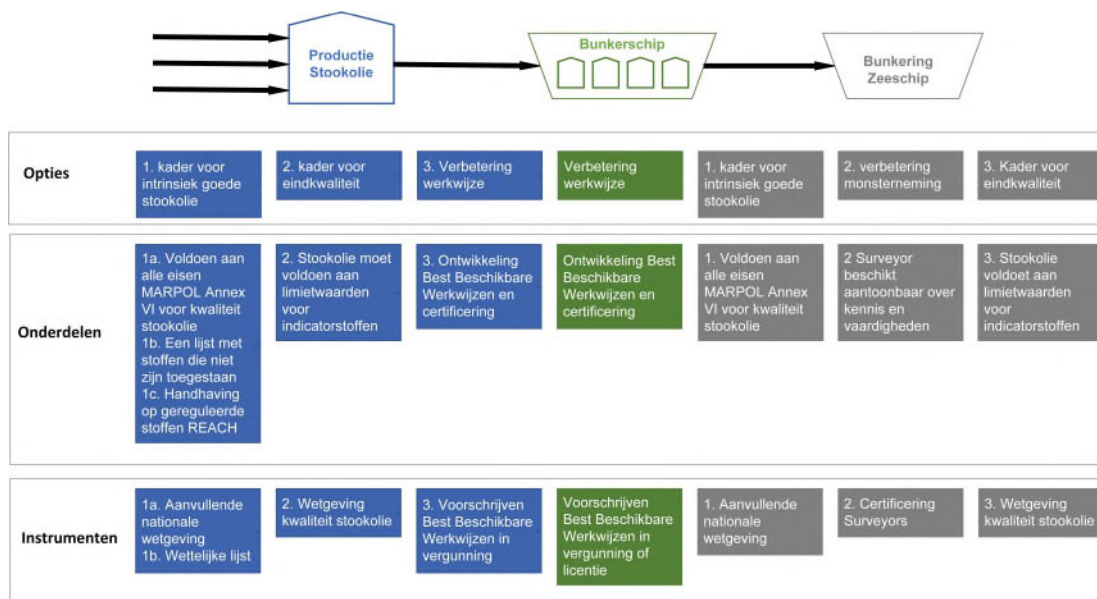
Deze optie is ook benoemd onder 'opties voor een kader bij productie'. MARPOL Annex VI lijkt in eerste instantie de leverancier van stookolie te adresseren, dit is voornamelijk het bunkerbedrijf. Stookolie geleverd aan een zeeschip dient aan de eisen van Regulation 18 te voldoen. Middels aanvullende nationale regelgeving zou aan een bunkerbedrijf bewijs gevraagd kunnen worden dat aan de eisen van Regulation 18 wordt voldaan. Of dit daadwerkelijk kan dient uiteraard nader te worden onderzocht

- *Verbetering van monsterneming*

Bemonstering van stookolie dient zorgvuldig en op de juiste wijze plaats te vinden. Het beste is bemonstering door een onafhankelijke surveyor die aantoonbaar de juiste kennis en vaardigheden heeft. Daarvoor kan gedacht worden aan certificering van surveyors

- *Een kader voor (eind)kwaliteit*

Aan de hand van te ontwikkelen regelgeving worden eisen gesteld aan de kwaliteit van stookolie die wordt geleverd aan een zeeschip. Bij dergelijke regelgeving kunnen ook voorschriften worden opgesteld voor de wijze van monsterneming. Monsters worden gecontroleerd op indicatorstoffen, daarvoor biedt tabel 5.10 een aanzet. Bij overschrijding van limietwaarden dient een lading stookolie te worden teruggenomen



Figuur 6.2 Controlemogelijkheden in de keten van stookolie

## 7 Naar een aanpak voor stookolie

In hoofdstuk 6 zijn opties gepresenteerd om te komen tot een normenkader voor stookolie en controlemogelijkheden van de kwaliteit daarvan. Er is geen nadere uitwerking gegeven van deze opties, noch zijn de diverse opties op hun merites beoordeeld en met elkaar vergeleken. Dit viel buiten de scope van dit onderzoek. Niettemin is het mogelijk om met de bevindingen van dit onderzoek al enkele afwegingen te maken en zo al enige richting mee te geven voor een vervolg. In paragraaf 6.5 zijn opties gegeven per stap in de keten. We kunnen ook dwars door de keten kijken, dan komen we tot enkele handelingsperspectieven:

1. Handelingsperspectief 1: inzet op handhaving
2. Handelingsperspectief 2: een intrinsiek goede kwaliteit van stookolie
3. Handelingsperspectief 3: kwaliteitscontrole van stookolie
4. Handelingsperspectief 4: een verbeterde werkwijze in de keten

Onderstaand worden deze handelingsperspectieven toegelicht en in het kort geëvalueerd.

### *Handelingsperspectief 1: inzet op handhaving*

In dit handelingsperspectief wordt intensiever gehandhaafd op basis van bestaande wetgeving. Zoals blijkt uit hoofdstuk 3 liggen dan de meeste aanknopingspunten bij REACH. De ILT geeft aan dat handhaving van REACH tegen beperkingen aanloopt. In hoofdstuk 3 is een aanvullend aanknopingspunt gevonden in artikelen die het in de handel brengen en gebruiken van bepaalde stoffen reguleren.

Tegelijkertijd is geconcludeerd dat handhaving van de betreffende artikelen in het geval van stookolie een aanzienlijke inzet zal vergen, terwijl de kans op het aantreffen van een overtreding gering lijkt. Voorafgaande aan inzet op dit handelingsperspectief lijkt overleg met de ILT raadzaam.

In hoofdstuk 3 is voorts de afvalregelgeving aan de orde geweest. Daarbij is aangegeven dat beoordeling van de juridische status van blendcomponenten (afval of niet) een mogelijkheid voor controle vormt.

*Handelingsperspectief 2: een intrinsiek goede kwaliteit van stookolie*

Met een intrinsiek goede kwaliteit stookolie bedoelen we hier een stookolie die volledig voldoet aan de eisen van MARPOL Annex VI. Het gaat dan met name om de eisen die MARPOL stelt aan additieven voor stookolie. Deze mogen slechts in geringe hoeveelheden worden toegevoegd en mogen geen aanleiding geven tot schade aan schip en personeel en mogen niet tot aanvullende luchtverontreiniging leiden. Deze eisen zijn tamelijk vaag omschreven en daarmee vrijwel niet te handhaven. Een nadere uitwerking van deze criteria en aanvullende testmethoden zijn niet voorhanden. Gedacht zou kunnen worden aan aanvullende nationale regels die een bewijs vergen dat aan de eisen van MARPOL is voldaan. De invulling en haalbaarheid daarvan moeten uiteraard nader worden verkend. Ook moet duidelijk worden wie de adressant zou worden van dergelijke regelgeving.

In aanvulling kan gedacht worden aan een lijst van stoffen die niet worden toegestaan, tabel 5.11 geeft een voorbeeld van dergelijke stoffen. Tevens kan gedacht worden aan een koppeling met ISO 8217. In België is middels een koninklijk besluit vastgelegd dat residuale scheepsbrandstof dient te beantwoorden aan de kenmerken vermeld in ISO 8217. Hoewel ISO 8217 weinig milieuparameters bevat, kan gezegd worden dat het maximum eisen stelt aan parameters als sediment-, water- en asgehalte. Een minimum technische kwaliteit is daarmee verzekerd. Handelingsperspectief 2 introduceert feitelijk geen nieuwe aspecten, het is er eerder op gericht om bestaande kaders beter toepasbaar te maken. Dit kan gunstig zijn voor de haalbaarheid en voor een snelle voortgang. Dit pleit voor een inzet op dit handelingsperspectief. Uiteraard dient een mogelijke koppeling te gebeuren met de meest recente versie van ISO 8217.

*Handelingsperspectief 3: kwaliteitscontrole van stookolie*

In dit handelingsperspectief ligt de nadruk op kwaliteitscontrole in de keten. In figuur 6.2 is dit schetsmatig weergegeven. Dit handelingsperspectief gaat er van uit dat er wetgeving komt die eisen stelt aan de (milieu)kwaliteit van stookolie. In hoofdstuk 5 is als voorbeeld een kader uitgewerkt. Nieuwe wetgeving zou vergen dat deze exercitie in meer detail wordt uitgevoerd. Aan de hand van de uitwerking van hoofdstuk 5 blijkt dat er daarvoor behoefte is aan meer kennis en informatie, bijvoorbeeld over de samenstelling van stookolie, analysemethoden en detectielimieten. Ook is er meer inzicht nodig in emissies die samenhangen met specifieke stoffen die in stookolie aanwezig kunnen zijn.



De informatie die tot nu toe beschikbaar is, lijkt erop te duiden dat emissies van zeeschepen vooral samenhangen met de kwaliteit van residuale olie. Componenten die opvallen zoals stof, vanadium en nikkel lijken vooral samen te hangen met die kwaliteit. De meetwaarden die beschikbaar zijn lijken geen relatie te hebben met de aanwezigheid van stoffen die in 50 monsters zijn aangetoond (RIVM, 2018). Indicatorstoffen, zoals bijvoorbeeld weergegeven in tabel 5.10, zouden dan niet zozeer een indicatie geven dat aanvullende luchtverontreiniging kan optreden. Eerder zouden ze een indicatie kunnen zijn van ongewenste bijmenging. Voor bevestiging van deze interpretatie is meer onderzoek vereist.

Indien een lijst met stoffen enkel dient om mogelijke bijmenging aan te tonen, dan zou handelingsperspectief 2 de voorkeur hebben, dat richt zich op sturing aan de bron. Handelingsperspectief 3 vergt daarnaast nog een aanzienlijk voortraject waarin onderzoeken naar de samenstelling van stookolie en naar daaraan gerelateerde emissies voorzien worden. Voordat wordt ingezet op dit handelingsperspectief zou nagedacht kunnen worden over de omvang van het werk dat nodig is. Een idee daarvan kan bijvoorbeeld worden gekregen door te kijken naar de uitwerking van diverse aspecten van het Besluit Bodemkwaliteit. Ook zou in eerste instantie nader onderzoek zinvol zijn naar de feitelijke aanvullende luchtmissies die ontstaan door bijmenging. Tot nu toe bestaat daar onvoldoende kennis over.

#### *Handelingsperspectief 4: een verbeterde werkwijze in de keten*

In hoofdstuk 6 is ingegaan op de kwaliteit van werken in de keten. Aan de hand van enkele voorbeelden is uitgelegd dat een goede kwaliteit stookolie gebaat is bij een goede werkwijze in elke stap van de keten. Die goede werkwijze kan men gaan omschrijven en definiëren aan de hand van best beschikbare werkwijzen (BBW). In andere sectoren is al een beweging op gang gekomen om te gaan werken volgens BBW, daarbij wordt ook nagedacht over koppeling met regelgeving.

Aan de hand van voorbeelden in hoofdstuk 6 lijkt het goed haalbaar om BBW te ontwikkelen. De betrokken sectoren zouden daar verder invulling aan kunnen geven. Zij zouden dit kunnen doen omdat het de algemene kwaliteit van werken, en dus ook de kwaliteit van stookolie, ten goede komt. Certificering kan helpen om aan te tonen dat een bedrijf werkt volgens BBW.

Er zijn voorbeelden waarbij certificering van de werkwijze is gekoppeld aan wetgeving. In dit rapport is daarvan het voorbeeld van grondbanken gegeven. Het is zondermeer de moeite waard handelingsperspectief 4 verder te verkennen. Dit is een handelingsperspectief waarin nadrukkelijk een samenwerking van overheid en sector gewenst is. Een aanjagende rol van de overheid ligt voor de hand, uitgaande van haar wens om substantiële stappen te zetten naar een goede kwaliteit stookolie.

## 8 Aanbevelingen

- Het is aan te bevelen om vervolgstappen te verkennen voor handelingsperspectief 2 uit hoofdstuk 7. De kern van dit handelingsperspectief bestaat er uit dat bestaande eisen voor de kwaliteit van stookolie in MARPOL Annex VI worden uitgewerkt in concrete bewijsregels op nationaal niveau. In aanvulling kan gedacht worden aan:
  - Introductie van een wettelijke lijst van stoffen die niet zijn toegestaan in stookolie
  - Een wetgevend karakter voor ISO 8217
- Het is aan te bevelen om per schakel in de keten in te zetten op het ontwikkelen van Best Beschikbare Werkwijzen, handelingsperspectief 4 in hoofdstuk 7. Daarbij hoort dat wordt onderzocht op welke wijze deze geborgd kunnen worden, bijvoorbeeld in vergunningen of licenties
- Handhaving op basis van artikelen 56 en 67 van REACH gericht op gereguleerde stoffen lijkt vooralsnog onvoldoende te kunnen bijdragen aan controle op een goede kwaliteit van stookolie. Het is aan te bevelen om deze conclusie voor te leggen aan de ILT en na te gaan of genoemde artikelen alsnog een goede basis kunnen vormen
- In dit rapport is een normenkader voor de kwaliteit van stookolie uitgewerkt. Er is geconcludeerd dat er nog meer onderzoek nodig is naar de kwaliteit van stookolie en naar de mogelijk aanvullende luchtmissies om tot een goede set van indicatorstoffen en limietwaarden te komen. De beschikbare gegevens lijken erop te wijzen dat gemeten emissies van zeeschepen samenhangen met de intrinsieke kwaliteit van residuale olie en niet zozeer met (ongewenste) bijmenging. Indien dit onderwerp verder zou worden opgepakt (scenario 3 in hoofdstuk 7) is het aan te bevelen om in eerste instantie 1). Verder onderzoek te verrichten naar de samenstelling van stookolie en 2). onderzoek te richten op de mogelijk aanvullende emissies door bijmenging, boven op de emissies van residuale olie, en het verband met mogelijke stoffen in stookolie
- Bij het bovenstaande is tenslotte te bedenken dat inbedding van mogelijk nieuwe regels voor stookolie het beste kan plaatsvinden in een internationale context. Verwacht mag worden dat acceptatie en het voldoen aan regels dan een betere slaagkans hebben. Overleg met omliggende maritieme landen als eerste stap is aan te bevelen

## 9 Literatuur

- (CEDelft, 2011) Blends in beeld. CEDelft, 2011
- (Fueltrust, 2023) The cost of fraud in the maritime fuel market. Fueltrust, 2023
- (IBIA) Best practices guidance for suppliers for assuring the quality of bunkers delivered to ships. IBIA
- (Putten, 2016) Traceerbaarheid van bunkerolie. W. van Putten, 2016
- (RIVM, 2008) Metingen van de luchtemissie en de samenstelling van brandstoffen van zeeschepen. RIVM, 2008
- (RIVM, 2011) Chemische analyse van ongewenste bijmengingen in scheepsbrandstoffen. RIVM, 2011
- (RIVM, 2015) Ketenanalyse brandstoffen en brandstofadditieven. RIVM, 2015
- (RIVM, 2016) Milieurisico's van specifieke stoffen in bunkerolie in zeeschepen. Onderzoek van de literatuur en REACH-dossiers. RIVM, 2016
- (RIVM, 2018) Chemische samenstelling van vijftig stookoliemonsters 2017-2018. RIVM, 2018
- (Ship&Bunker) VLFSO: Fact versus Fiction
- (UK P&I) [www.ukpandi.com](http://www.ukpandi.com)
- (VOTOB) Richtlijn productacceptatie
- (VPS, 2023a) Avoid expensive, catastrophic engine failures by chemical screening of fuel. VPS, 2023
- (VPS, 2023b) Fuel Quality 2022 - a year in review and what's to come? VPS, 2023
- (Wardell, 2023) Fuel quality - the peaks and the troughs. Tracy Wardell, 2023