

Van IJssel naar meer

Afwentelingsonderzoek voor de stroomgebieden van IJssel en Vecht
die via de meren afwateren op de Waddenzee



November 2014

*Jildau Stevens
Wouter Thomasson*

Van IJssel naar meer

**Afwentelingsonderzoek voor de stroomgebieden van IJssel en Vecht
die via de meren afwateren op de Waddenzee**

Colofon

Publicatie	Van Hall Larenstein, Leeuwarden
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Midden-Nederland
Begeleiders RWS	Koos Hartnack Ria Kamps-Mulder Marco Tijnagel Wanda Zevenboom
Informatie	Koos Hartnack
Telefoon	06-53 29 20 49
E-mail	koos.hartnack@rws.nl
Auteurs	Wouter Thomasson Jildau Stevens
Contact	06-53 56 72 08 wouter.thomasson@live.nl 06-55 99 49 34 jildaustevens@gmail.com
Begeleiding VHL	Peter Smit Peter Hofman
Datum	14-11-2014
Status	Eindrapport

Bronnen afbeeldingen voorpagina:

1. [Waterschap Vallei en Veluwe, 2014]
2. [Veeteeltvlees, 2012]
3. [Kampen, 2013]
4. [Waterschap Groot Salland, 2013]

Voorwoord

Gedurende het afgelopen jaar hebben wij, Jildau Stevens en Wouter Thomasson, met veel plezier, passie en inzet gewerkt aan de totstandkoming van deze eindscriptie. Bij onze opdrachtgever, Rijkswaterstaat Midden-Nederland, zijn we met open armen ontvangen door zowel onze directe begeleiders als naaste collega's, die ons met kennis, ervaring en goede persoonlijke begeleiding hebben geholpen bij het uitvoeren van dit afwentelingsonderzoek. Graag willen we Bert Bellert, Rob Berbee, Jose van de Wouw, Dick ten Napel, Francien Koppenol-Vermaat en Lisette de Jongh bedanken voor het prettige contact en de inhoudelijke ondersteuning bij ons onderzoek. Daarnaast een woord van dank voor de fijne werksfeer die onze directe collega's Bauke de Witte, Erik Pompert en Carolien Breukers ons hebben geboden en de interesse die zij hebben getoond in ons dagelijkse welzijn. Ook willen we natuurlijk onze begeleiders Wanda Zevenboom en Marco Tijnagel bedanken voor de inhoudelijke ondersteuning en de prettige contactmomenten. In het bijzonder willen we Koos Hartnack en Ria Kamps-Mulder bedanken die ons op dagelijkse basis hebben begeleid op zowel inhoudelijk als procesmatig vlak bij de totstandkoming van deze scriptie. Jullie hebben beiden enorm veel tijd gestoken in onze begeleiding; zowel op professioneel als emotioneel vlak. Hiervoor zullen we jullie altijd dankbaar blijven.

Met deze scriptie komt er een einde aan een bijzondere periode op het Van Hall Larenstein, waar we de afgelopen vier jaar met veel plezier de opleiding Kust- en Zeemanagement hebben gevolgd. Het contact met onze afstudeerbegeleiders Peter Smit en Peter Hofman is erg fijn verlopen. Jullie hebben ons met een kritische blik, goed advies, een gezonde dosis humor en een sprekend vertrouwen in ons eindproduct het gevoel gegeven klaar te zijn voor ons toekomstige werkveld. Ook willen we alle andere docenten en begeleiders op het Van Hall bedanken voor hun dagelijkse passie en inzet; ook wanneer de klassen vol zitten en de dagen kort zijn.

Meppel, 14 november 2014,

Jildau Stevens en Wouter Thomasson

Samenvatting

De Nederlandse Rijkswateren IJssel, Vecht & Zwarte Water, Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer, IJsselmeer en Waddenzee maken onderdeel uit van het Rijnstroomgebied. De waterkwaliteit binnen het internationale stroomgebied is afhankelijk van menselijke activiteiten zoals landbouw, industrie en transport, en de wijze waarop het waterbeheer wordt ingevuld door de verschillende landen. Wanneer gebieds- en gebruiksfuncties elkaar, en de doelen van een waterbeheerder, negatief beïnvloeden via het watersysteem wordt deze problematiek afwenteling genoemd. Om te garanderen dat er binnen Europa gezamenlijk zorg wordt gedragen voor de waterkwaliteit is in het jaar 2000 de Europese Kaderrichtlijn Water (richtlijn 2000/60/EG), ofwel de KRW, vastgesteld. De KRW bevat een resultaatverplichting voor alle Europese waterbeheerders om te voldoen aan de doelstellingen en maatregelen die op nationaal niveau zijn vastgesteld binnen de kaders van de KRW. Om inzicht te krijgen in de bijdrage van bronnen aan overmatige aanwezigheid van stoffen in oppervlaktewater, is dit afwentelingsonderzoek uitgevoerd. De hoofdvraag voor dit onderzoek luidt; *“In welke mate dragen bronnen van de voor dit onderzoek vastgestelde stoffen bij aan de belasting van de Rijkswateren binnen het stroomgebied van de IJssel en de Vecht richting de Waddenzee, en welke aanbevelingen kunnen een bijdrage leveren aan het oplossen van eventuele afwentelingsproblematiek?”* Daarbij is er gekeken naar de stoffen stikstof totaal (N_{tot}), fosfaat totaal (P_{tot}), koper, zink, barium en de som van benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen (sBghiPInP). Er is gekozen voor deze stoffen omdat de opdrachtgever, Rijkswaterstaat, deze als de belangrijkste normoverschrijdende stoffen beschouwd binnen het onderzoeksgebied. De bronnen van deze stoffen zijn afgeleid uit voor dit onderzoek uitgevoerde vrachtberekeningen en de Emissieregistratie Database. De bijdrage van de verschillende bronnen zijn, zowel per Rijkswaterlichaam als voor het gehele onderzoeksgebied, weergegeven in tabellen, conceptuele modellen en online interactieve kaarten.

Uit de onderzoeksresultaten volgt dat er geen sprake is van afwenteling voor de stoffen P_{tot}, koper, zink en barium. Uit dit onderzoek volgt dat de concentraties van deze stoffen in het oppervlaktewater van alle Rijkswateren binnen het onderzoeksgebied voldoen aan de KRW-norm, in tegenstelling tot de KRW toetsresultaten 2014. Dit is met name opvallend voor P_{tot}; vanaf 2011 heeft de ingebruikname van een veranderde methodiek voor het bepalen van de concentratie P_{tot} in het oppervlaktewater ervoor gezorgd dat alle Rijkswateren voor het eerst voldoen aan norm. Voor de stoffen N_{tot} en sBghiPInP is er wel sprake van afwenteling naar vrijwel alle Rijkswateren binnen het onderzoeksgebied. Uit de bronnenanalyse volgt dat de grootste bron voor beide stoffen in de Nederlandse Rijkswateren de internationale voorbelasting is. Zo is de Rijn verantwoordelijk voor 60% van de totale belasting binnen het onderzoeksgebied en de Overijsselse Vecht voor circa 9%. De overige voorbelasting levert een bijdrage van ongeveer 8%. Vanuit de beheergebieden van de waterschappen wordt nog ongeveer 18% bijgedragen aan de totale belasting. De enige grote directe bronnen die zorgen voor belasting van het oppervlaktewater zijn atmosferische depositie en effluent lozingen. Echter, is de bijdrage van deze bronnen aan de totale belasting van het onderzoeksgebied slechts 5%. De bronnen van N_{tot} bevinden zich dus voornamelijk buiten het beheergebied van Rijkswaterstaat; daarmee is de organisatie dus vooral afhankelijk van de inspanningen en resultaten van aangrenzende (internationale) beheerders in het verbeteren van de waterkwaliteit. Binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat zelf lijken met name maatregelen van waarde die het zuiverend vermogen binnen het watersysteem vergroten. Voor sBghiPInP is atmosferische depositie een belangrijke directe bron met een bijdrage van 20% aan de totale belasting. De voorbelasting levert een bijdrage van circa 69% en de interne belasting draagt nog 9% bij. De overige 2% is voornamelijk afkomstig uit directe belasting door de scheepvaart. Ten aanzien van sBghiPInP is het voor Rijkswaterstaat van groot belang om de noodzaak van verscherpte en/of aanvullende maatregelen gericht op de beperking van emissies te benadrukken. Het IJsselmeer dreigt namelijk de KRW-norm voor sBghiPInP te gaan overschrijden. De adviezen in dit rapport richten zich vooral op het belang van verminderen van belastingen bij de bron, het vergroten van de transparantie en gebruikswaarde van de KRW-factsheets, het waar nodig uitbreiden van het chemisch meetnet en het beter afstemmen van de KRW en OSPAR in zowel beleid als beheer.

Inhoudsopgave

1. Introductie	6
1.1 Probleemstelling	7
1.1.1 Afkadering onderzoek	8
1.2 Doelstelling	9
1.3 Vraagstelling	9
1.3.1 Hoofdvraag	9
1.3.2 Deelvragen en zoekvragen	9
1.4 Afwijkingen ten opzichte van het projectvoorstel	9
1.5 Leeswijzer	10
2. Werkwijze	11
2.1 Literatuurstudie	11
2.2 De waterbalans	11
2.3 Stofconcentraties in de oppervlaktewaterlichamen	12
2.4 De vrachtberekeningen	13
2.4.1 Verschillende soorten belasting	13
2.4.2 Berekening vrachten afkomstig uit voorbelasting	14
2.4.3 Berekening vrachten afkomstig uit interne belasting	14
2.4.4 Berekening vrachten afkomstig uit directe belasting	14
2.4.5 Inzichtelijk maken van de vrachten	15
2.5 Het vaststellen van afwenteling	15
3. Beleid, beheer en monitoring volgens de Kaderrichtlijn Water	16
3.1 De Kaderrichtlijn Water	16
3.1.1 Overige relevante beleidskaders voor de waterkwaliteit	17
3.2 De toestandsbepaling volgens de Kaderrichtlijn Water	17
4. Beschrijving van het onderzoeksgebied	20
4.1 Waterlichaam IJssel	22
4.2 Waterlichaam Vecht/Zwarte Water	22
4.3 Waterlichaam Zwarte Meer	23
4.4 Waterlichaam Ketel- & Vossemeer	23
4.5 Waterlichaam IJsselmeer	24
5. Resultaten: waterkwaliteit, bronnen en afwenteling in de zoete Rijkswateren	25
5.1 De concentraties bij Lobith en IJsselkop	25
5.2 IJssel	27
5.3 Vecht & Zwarte Water	31
5.4 Ketel- & Vossemeer	35
5.5 Zwarte Meer	40

5.6 IJsselmeer.....	43
5.7 Concentraties, bronnen en afwenteling binnen het onderzoeksgebied	48
6. Afwenteling van het IJsselmeer naar de Waddenzee	52
6.1 Representativiteit Vrouwezand voor de concentraties bij Den Oever en Kornwerderzand	52
6.2 Waddenzee	53
6.2.1 Waterkwaliteit Waddenzee	54
6.3 OSPAR: beoordelingscriteria voor nutriënten in de Waddenzee	56
6.3.1 Anorganisch opgelost stikstof (DIN)	56
6.3.2 Anorganisch opgelost fosfaat (DIP).....	57
6.3.3 Verschillen en overeenkomsten beoordelingssystematiek OSPAR COMP en KRW.....	57
7. Adviezen voor beleid en beheer gericht op waterkwaliteit	60
7.1 Voldoen aan de normen	60
7.2 Sturen op waterkwaliteit	61
7.3 Opstellen van een KRW-norm voor DIP	61
7.4 Afstemming KRW met OSPAR.....	61
8. Discussie	62
8.1 Beschikbaarheid gegevens Rijkswaterstaat Midden-Nederland	62
8.2 Beschikbaarheid gegevens Rijkswaterstaat Oost-Nederland	62
8.3 Gebruik gegevens “Afwentelingsonderzoek oppervlaktewater Rijn-Oost”	63
8.4 Onbemeten uitwisselpunten	63
8.5 Toegankelijkheid meetgegevens	63
8.6 Betrouwbaarheid van meetgegevens	63
8.7 Betrouwbaarheid van de trendanalyses	64
9. Conclusie	64
10. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek en aanknopingspunten voor verbeteringen	66
Literatuurlijst.....	67

1. Introductie

Nederland maakt deel uit van vier internationale stroomgebieden: Schelde, Maas, Rijn en Eems. Zoals te zien is in figuur 1 heeft de Rijn veruit het grootste stroomgebied en beslaat het stroomgebied naast Nederland verschillende landen: Oostenrijk, Zwitserland, Liechtenstein, Luxemburg, België, Frankrijk en Duitsland. De Nederlandse Rijkswateren, die worden beheerd door Rijkswaterstaat, vormen een belangrijke verbinding tussen de Noordzee en de bovenstrooms gelegen gebieden. Zo is Nederland bijvoorbeeld een voordeur richting het Europese achterland voor de scheepvaart en tussen zoet en zout migrerende vissoorten. [Rijkswaterstaat, 2009] Andersom betekent het echter ook dat de Nederlandse waterkwaliteit en -kwantiteit sterk afhankelijk zijn van de wateraanvoer uit deze bovenstroomse gebieden. Nederland, en in het bijzonder Rijkswaterstaat, hebben hiermee een belangrijke taak om de kwaliteit van het water dat richting zee stroomt te bewaken. De waterkwaliteit in Europa is sterk afhankelijk van de wijze waarop



Figuur 1. De deelstroomgebieden waar Nederland deel van uit maakt. [Rijkswaterstaat, 2009]

er door mensen met het water wordt omgegaan. De gebieds- en/of gebruiksfuncties van waterrijke gebieden in Europa worden namelijk sterk beïnvloed door menselijk handelen en zijn vaak aangepast aan de lokale wensen. Soms vormen deze functies tevens een knelpunt voor het bereiken van specifieke doelen van een waterbeheerder. Voorbeelden hiervan zijn economische gebruiksfuncties als landbouw, industrie en wonen, die de ecologische kwaliteit van het water binnen een stroomgebied soms negatief kunnen beïnvloeden. Wanneer gebieds- en gebruiksfuncties elkaar negatief beïnvloeden via het watersysteem wordt deze problematiek afwenteling genoemd. Voor dit onderzoek is afwenteling als volgt gedefinieerd:

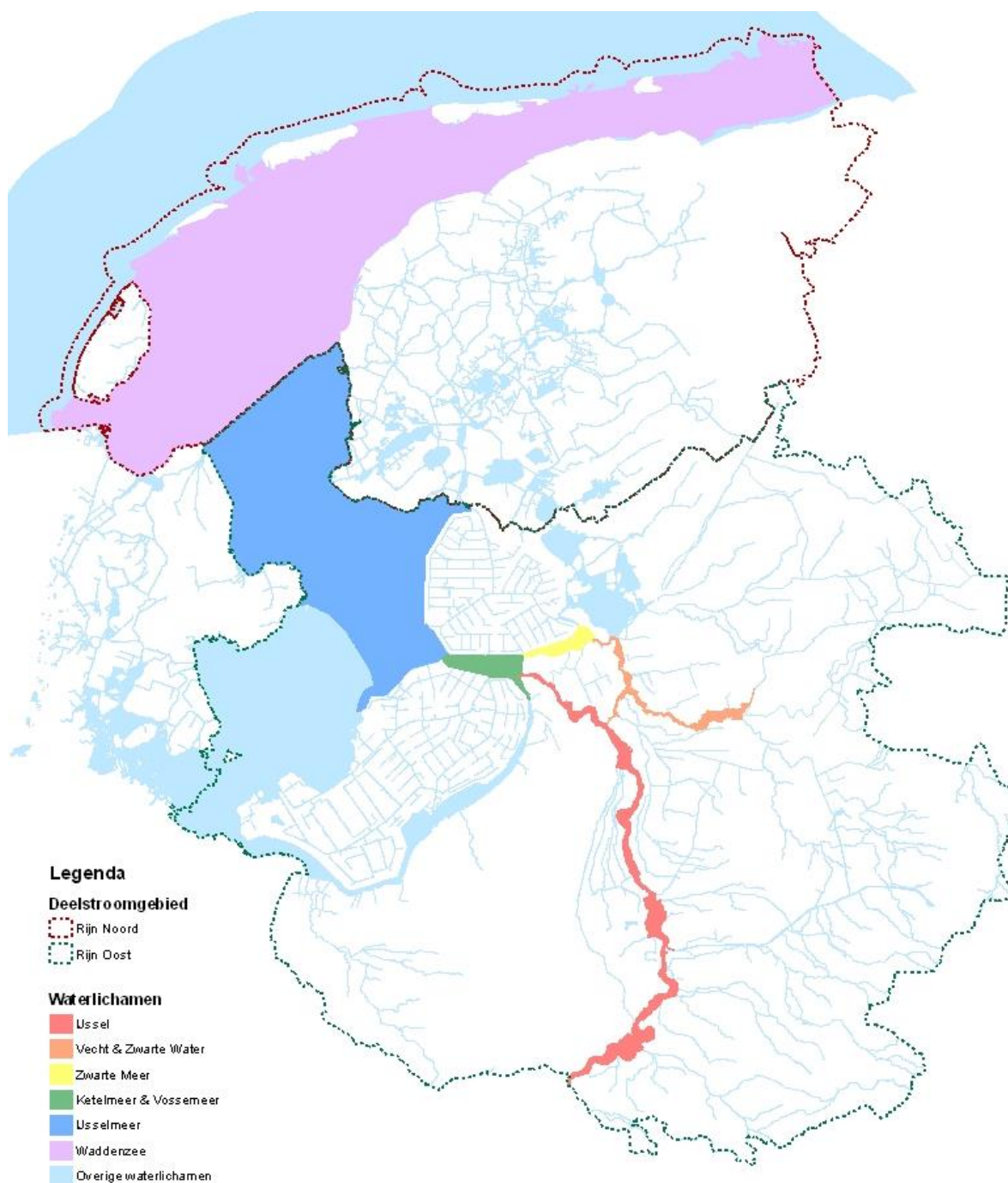
“De overdracht van oppervlaktewater met een ongewenste waterkwaliteit en/of -kwantiteit tussen verschillende waterlichamen en beheergebieden, waardoor waterkwaliteitsproblemen en daarbij horende beheervraagstukken ontstaan.” [Rijkswaterstaat, 2011a] [Kragt et al., 2005]

Om te garanderen dat er binnen Europa gezamenlijk zorg wordt gedragen voor de waterkwaliteit is in het jaar 2000 de Europese Kaderrichtlijn Water (richtlijn 2000/60/EG), ofwel de KRW, vastgesteld. De KRW bevat een resultaatverplichting voor alle Europese waterbeheerders om te voldoen aan de doelstellingen en maatregelen die op nationaal niveau zijn vastgesteld binnen de kaders van de KRW. Het doel van de KRW is het bereiken van de Goede Ecologische Toestand (GET) en de Goede Chemische Toestand (GCT) in alle Europese grond- en oppervlaktewaterlichamen voor het eind van 2015. Daarbij kan er overigens aanspraak worden gemaakt op een uitzonderingsbepaling die een termijnverlenging tot 2027 mogelijk maakt. Binnen de Nederlandse Rijkswateren is Rijkswaterstaat verantwoordelijk voor de verwezenlijking van de doelstellingen en maatregelen die voortvloeien uit de KRW. Eén van de opdrachten hierbij is het realiseren van een goede chemische oppervlaktewaterkwaliteit. Hoewel deze de afgelopen decennia al sterk verbeterd is, blijft er nog steeds sprake van normoverschrijdingen door verschillende stoffen. [Rijkswaterstaat, 2009] Hoewel een groot deel van de oppervlaktewaterbelasting door stoffen bovenstrooms in het buitenland plaatsvindt, bevinden zich tevens bronnen van normoverschrijdende stoffen op Nederlands grondgebied. Zo kan het (overmatig) gebruik van meststoffen in landbouw gebieden via af- en uitspoeling leiden tot eutrofiëring in benedenstroomse

oppervlaktewateren. Andere voorbeelden zijn de effluent lozingen afkomstig van rioolwaterzuiveringsinstallaties, lozingen van industrieel afvalwater, maar bijvoorbeeld ook atmosferische depositie van vervuilende stoffen uit de lucht. [Grontmij, 2013] Vaak bevinden de bronnen van emissies zich buiten het beheergebied van Rijkswaterstaat en is integrale afstemming tussen de verschillende beleidsvelden, beheerders, doelstellingen en maatregelenpakketten noodzakelijk. Het verbindend element is de gezamenlijke (inter)nationale opgave vanuit de KRW om te komen tot een goede toestand in de waterlichamen. Het sluiten van waterakkoorden is een methode voor Rijkswaterstaat om het eigen beheer af te stemmen met aangrenzende waterbeheerders. In een waterakkoord kan een waterbeheerder afspraken vastleggen met andere overheden over de wederzijdse uit- en afwatering van water binnen een stroomgebied [Rijksoverheid, 2014a]. Zo zijn voor Rijkswaterstaat Midden-Nederland de waterakkoorden die worden gesloten met waterschappen een belangrijk instrument om (waar nodig) invloed te kunnen uitoefenen op de uitwatering van debieten met ongewenste stofvrachten op daarvoor gevoelige Rijkswateren. Voor Rijkswaterstaat Midden-Nederland is het belangrijk om de stofvrachten die worden aangevoerd naar de Rijkswateren te kwantificeren en de bronnen inzichtelijk te maken, zowel vanuit de waterakkoorden als vanuit het dagelijks beheer. Deze behoefte is aanleiding geweest voor Rijkswaterstaat tot dit afwentelingsonderzoek. De waterkwaliteit binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat Midden-Nederland is sterk afhankelijk van de aanvoer van water vanuit het beheergebied van Rijkswaterstaat Oost-Nederland. Er is daarom gekozen de belangrijkste aanvoerroutes binnen dit beheergebied mee te nemen in dit onderzoek. Al het oppervlaktewater dat door het Nederlandse deel van het Rijnstroomgebied vervoerd wordt, belandt uiteindelijk in de zoute kust- en overgangswateren. Voor deze wateren bestaan er naast de KRW nog andere beleidskaders en waterkwaliteitsdoelstellingen, bijvoorbeeld vanuit OSPAR en de KRM. De verschillen in benadering die worden gehanteerd bij het bepalen van de doelstellingen volgens deze beleidskaders kunnen tevens resulteren in afwentelingsproblematiek. Om deze eventuele afwentelingsopgaven van zoet naar zout inzichtelijk te maken is de Waddenzee ook meegenomen in dit onderzoek. Een complicerende factor bij het inzichtelijk maken van afwenteling tussen de verschillende beheergebieden is dat de normen voor nutriënten afhankelijk zijn van het watertype dat een waterlichaam toegewezen heeft gekregen vanuit de KRW. Dergelijke normverschillen kunnen resulteren in afwentelingsproblematiek binnen het eigen beheergebied en tussen verschillende waterbeheerders. Uiteindelijk is de oplossing voor alle afwentelingsproblematiek echter het verminderen van de belasting bij de bron en het daarmee voorkomen van waterkwaliteitsproblemen. Om hier gezamenlijk met de betrokken waterbeheerders een slag in te kunnen maken en daarmee te voldoen aan de KRW-doelstellingen, is het voor Rijkswaterstaat belangrijk om goed zicht te krijgen op de herkomst van deze stoffen en snelle en kosteneffectieve maatregelen aan te dragen. Het doel van dit onderzoek is dan ook om inzicht te geven in de kwantitatieve bijdrage van bronnen aan de oppervlaktewaterbelasting, het vaststellen van afwenteling en het daarbij geven van aanbevelingen waarmee de waterkwaliteit kan worden verbeterd.

1.1 Probleemstelling

De bronnen die normoverschrijdingen veroorzaken binnen de Rijkswaterlichamen zijn onvoldoende inzichtelijk, waardoor het lastig is om de oppervlaktewaterbelasting terug te dringen. Daarnaast kan er sprake zijn van afwenteling van stoffen uit andere Rijkswaterlichamen en/of internationale en regionale wateren. Het inzichtelijk maken van afwentelingsproblematiek is van belang om als (kwantitatieve) basis te dienen voor het opstellen en onderling afstemmen van integrale waterplannen en maatregelenpakketten. Enerzijds om emissies die tot normoverschrijdingen leiden te kunnen verminderen, anderzijds om afspraken te kunnen maken over uitwatering van debieten met ongewenste stofvrachten op de daarvoor gevoelige waterlichamen.



Figuur 2. Kaart van het onderzoeksgebied

1.1.1 Afkadering onderzoek

Binnen de beschikbare tijdsperiode is het niet mogelijk om afwenteling van alle stoffen binnen alle waterlichamen inzichtelijk te maken. Daarom beperkt dit onderzoek zich tot de waterlichamen; IJssel, Vecht & Zwarte Water, Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer, IJsselsemeer die zich binnen deelstroomgebied Rijn-Oost bevinden en de Waddenzee die zich binnen het deelstroomgebied Rijn-Noord bevindt (zie figuur 2). Daarnaast is het aantal stoffen beperkt tot stikstof totaal en fosfaat totaal, koper, zink en barium en de som van de prioritair gevaarlijke stoffen benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen. De opdrachtgever heeft specifiek gevraagd naar het inzichtelijk maken van de bronnen en afwentelingsproblematiek van deze stoffen, omdat de stoffen in de afgelopen decennia vaak de waterkwaliteitsnormen hebben overschreden binnen het onderzoeksgebied. Daarnaast zijn er over deze stoffen voldoende gegevens aanwezig om het onderzoek te kunnen uitvoeren.

1.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is om inzicht te geven in de kwantitatieve bijdrage van bronnen aan de oppervlaktewaterbelasting door de stoffen stikstof, fosfaat, koper, zink, barium en som benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen in het stroomgebied van de IJssel en de Vecht tot aan de Waddenzee, het vaststellen van afwentelingsproblematiek in ruimte en tijd en het daarbij geven van aanbevelingen waarmee de waterkwaliteit kan worden verbeterd.

1.3 Vraagstelling

Hieronder zijn de hoofdvraag en de deelvragen gegeven die voor het uitvoeren van dit onderzoek zijn gehanteerd.

1.3.1 Hoofdvraag

In welke mate dragen bronnen van de voor dit onderzoek vastgestelde stoffen bij aan de belasting van de Rijkswateren binnen het stroomgebied van de IJssel en de Vecht richting de Waddenzee, waar is daarbij sprake van afwenteling, wat is hierin de rol van de verschillende beleidskaders voor zoet en zout, en welke aanbevelingen kunnen een bijdrage leveren aan het oplossen van eventuele afwentelingsproblematiek?

1.3.2 Deelvragen en zoekvragen

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de onderstaande deelvragen en zoekvragen geformuleerd.

1. *Welke bijdrage leveren de individuele (punt)bronnen aan de totale belasting van de Rijkswateren en bij welke oppervlaktewaterlichamen binnen het onderzoeksgebied is sprake van afwenteling van de voor dit onderzoek vastgestelde stoffen?*
2. *Wat betekenen de verschillende beleidskaders voor zoete en zoute wateren voor eventuele afwentelingsproblematiek van het IJsselmeer richting de Waddenzee?*
3. *Welke aanbevelingen kunnen een bijdrage leveren aan het oplossen van afwentelingsproblematiek?*

1.4 Afwijkingen ten opzichte van het projectvoorstel

In het projectvoorstel voor dit onderzoek, waarvan de onderzoeksvragen zijn opgenomen in bijlage I, is vastgelegd dat er zou worden gekeken naar oplossingen voor een specifieke afwentelingsopgave. Uiteindelijk is de keuze hierbij gevallen op het uiteenzetten van de verschillen en overeenkomsten tussen het beleid en de doelstellingen voor de Waddenzee vanuit de KRW en OSPAR, en wat deze verschillende beleidskaders betekenen voor eventuele afwentelingsopgaven binnen het deelstroomgebied Rijn-Oost. Daarbij zijn een aantal aanbevelingen gegeven hoe het verschil tussen de beleidskaders kan worden benaderd vanuit het waterkwaliteitsbeheer. De specifieke afwentelingsopgave was tevens deel van de oorspronkelijke hoofdvraag en is voor de eindrapportage vertaald naar het vaststellen van de bijdrage die bronnen leveren aan afwentelingsproblematiek tussen het IJsselmeer en de Waddenzee. Op basis van voortschrijdend inzicht is deelvraag 1 gedeeltelijk bijgesteld, echter zijn alle zoekvragen die uit de operationalisatie van de deelvraag in het projectvoorstel naar voren kwamen beantwoord. Voor deelvraag 2 is in het oorspronkelijke projectvoorstel geanticipeerd op de noodzaak tot het uitvoeren van een analyse van het actorenveld en eventuele besluitvormingsprocessen. Op basis van de onderzoeksresultaten is hiervoor geen directe noodzaak gevonden. Ook heeft het beantwoorden van deelvraag 1 meer tijd gevraagd dan van te voren was ingeschat. Daarom is een analyse van de actoren en eventuele besluitvormingsprocessen niet haalbaar gebleken. Vanuit de opdrachtgever was er verder vraag naar het inzichtelijk maken van afwenteling met behulp van het Geografisch Informatie Systeem (GIS) en de GeoWeb Viewer. Deze opdracht is uitgevoerd maar niet mee genomen in de rapportage. De resultaten hiervan zijn op aanvraag in een open online Viewer beschikbaar. Onderzoeksvraag 3 van het onderzoeksvoorstel beoogde aanbevelingen op te stellen gericht op het oplossen van een specifieke afwentelingsopgave. In deze eindschrijving is ervoor gekozen om algemene aanbevelingen te geven voor alle onderzoeksstoffen. Er is niet gekeken naar de rol van

besluitvorming en mogelijke kansrijke strategieën en scenario's bij het oplossen van afwentelingsproblematiek, zoals van te voren wel was beoogd in het projectvoorstel. Dit is hoofdzakelijk veroorzaakt door tijdgebrek en het ontbreken van een geschikte casus. Hoewel er dus enigszins afgeweken is van het plan van aanpak, voldoen de resultaten wel aan de oorspronkelijke vraag vanuit de opdrachtgever; het inzichtelijk maken van de bronnen en oorzaken van afwentelingsproblematiek.

1.5 Leeswijzer

Dit rapport is geschreven voor Rijkswaterstaat Oost-, Midden- en Noord-Nederland en geeft de lezer inzicht in de bronnen en afwenteling van verschillende stoffen binnen de deelstroomgebieden Rijn-Oost en Rijn-Noord. In deze leeswijzer is een kort overzicht gegeven van de opbouw van dit rapport. In bijlage A van dit rapport is een begrippenlijst opgenomen ter verduidelijking van de in dit rapport gehanteerde termen. De bronvermelding is in dit rapport als volgt weergegeven; [auteur, jaar]. Er is gekozen om blokhaken te gebruiken voor de bronvermelding om eventuele verwarring met bijzinnen die tussen ronde haakjes zijn weergegeven te voorkomen. Aan het eind van de hoofdstukken en de verschillende paragrafen zijn waar van toepassing blauwe blokken gegeven met samenvattende conclusies.

Hoofdstuk 2. Werkwijze

In de werkwijze is een overzicht gegeven van de voor dit rapport gehanteerde methoden en technieken. De werkwijze gaat in op het gebruik van literatuur, het opstellen van de waterbalans, het bepalen van stofconcentraties, het uitvoeren van vrachtberekeningen en het vaststellen van afwenteling. Een overzicht van de data die is gebruikt voor dit onderzoek is deels terug te vinden in de bijlagen.

Hoofdstuk 3. Beleid, beheer en monitoring volgens de Kaderrichtlijn Water

In hoofdstuk 3 is een overzicht gegeven van de beleidskaders en beheerplannen die van belang zijn voor het thema oppervlaktewaterkwaliteit. In dit hoofdstuk wordt er ingegaan op de inhoud van de Kaderrichtlijn Water en hoe deze richtlijn is verankerd in het Nederlandse beleid. Vervolgens is er in dit hoofdstuk tevens een beschrijving gegeven van de beoordelingsmethodiek die wordt gehanteerd voor de Kaderrichtlijn Water en hoe deze methodiek samenhangt met het onderwerp van dit onderzoek.

Hoofdstuk 4. Beschrijving van het onderzoeksgebied

In dit hoofdstuk is een beschrijving van het gehele onderzoeksgebied gegeven. Aan de hand van de waterbalans en literatuurstudie is een beschrijving gemaakt van de hydrologische kenmerken van het onderzoeksgebied. Verder is er een korte beschrijving gegeven van de individuele Rijkswaterlichamen die zich binnen het onderzoeksgebied bevinden.

Hoofdstuk 5. Resultaten: waterkwaliteit, bronnen en afwenteling in de zoete Rijkswateren

Dit hoofdstuk bevat de onderzoeksresultaten. Per waterlichaam en per stof is aangegeven hoe het met de waterkwaliteit is gesteld, wat de trends zijn in de concentraties, welke bronnen er bestaan voor de in het oppervlaktewater aanwezige stoffen en of er sprake is van afwenteling.

Hoofdstuk 6. Afwenteling van het IJsselmeer naar de Waddenzee

In hoofdstuk 6 is een overzicht gegeven van de mate waarin er sprake is van afwenteling van stoffen vanuit het IJsselmeer naar de Waddenzee. Daarbij is een beschrijving gegeven van de representativiteit van meetpunt Vrouwezand voor vrachtberekeningen en de mate waarin er sprake is van afwenteling volgens de beoordelingssystematiek van zowel KRW als OSPAR.

Hoofdstuk 7. Adviezen voor beleid en beheer gericht op waterkwaliteit

Dit hoofdstuk bevat een aantal adviezen die volgen uit de resultaten van dit onderzoek en geeft daarmee antwoord op deelvraag 3.

Discussie, conclusie en aanbevelingen

Tot slot zijn in hoofdstuk 8 t/m 10 de discussie, conclusie en aanbevelingen gegeven.

2. Werkwijze

In dit hoofdstuk is de wijze beschreven waarop dit onderzoek is uitgevoerd. Binnen de werkwijze die is gehanteerd vallen grofweg genomen 5 verschillende onderdelen te onderscheiden, namelijk:

1. Literatuurstudie
2. Het opstellen van een waterbalans
3. Het bepalen van de stofconcentraties in de oppervlaktewaterlichamen
4. Het uitvoeren van vrachtberekeningen
5. Het vaststellen van afwenteling

De methoden en technieken die hierbij zijn gebruikt zijn per onderdeel stapsgewijs toegelicht in de hierna volgende paragrafen. Voor de totstandkoming van de werkwijze die is gehanteerd tijdens dit onderzoek is gebruik gemaakt van de kennis van verschillende experts en de daarbij door hen aangedragen relevante literatuur.

2.1 Literatuurstudie

Als basis voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van bestaande meetgegevens over de oppervlaktewaterkwaliteit in de Nederlandse wateren. Verder is er literatuurstudie uitgevoerd naar de inhoudelijke achtergrond en de beleidskaders voor waterkwaliteit in Nederland. De resultaten hiervan zijn samengevat terug te vinden in hoofdstuk 3; *“beleid, beheer en monitoring volgens de Kaderrichtlijn Water”* en bijlage B; *“de karakteristieken en bronnen van de onderzoeksstoffen”*. Ook voor de beschrijving van het onderzoeksgebied, die te vinden is in hoofdstuk 4, is gebruik gemaakt van literatuurstudie. Verder is literatuurstudie gebruikt voor het verantwoorden van keuzes ten aanzien van de methoden en technieken en het onderbouwen van standpunten en conclusies.

2.2 De waterbalans

Om een vrachtenbalans voor het onderzoeksgebied te kunnen maken is als eerste een waterbalans opgesteld. De waterbalans geeft een overzicht van de debieten die zich binnen het onderzoeksgebied verplaatsen en is van belang voor het bepalen van de debieten over de onbemeten uitwisselpunten tussen het Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer en IJsselmeer. De sluitpost over de waterbalans geeft een indicatie van de betrouwbaarheid van de balans. Daarnaast heeft de waterbalans gediend als middel om de beschikbaarheid van data over uitwisselpunten te inventariseren. De uitwisselpunten die zijn meegenomen in dit onderzoek zijn in kaartvorm terug te vinden in bijlage C. Uiteindelijk is er alleen een waterbalans opgesteld voor de uitwisselpunten en waterlichamen binnen het noordelijke compartiment van het IJsselmeergebied dat in beheer is bij Rijkswaterstaat Midden-Nederland (RWS-MN). Voor een waterbalans voor het beheergebied van Rijkswaterstaat Oost- en Noord-Nederland (RWS-ON & RWS-NN) was onvoldoende data aanwezig.

De waterbalans voor het noordelijke compartiment van het IJsselmeergebied bestaat uit gemiddelde jaardebieten tussen Rijkswateren en regionale wateren. De gegevens over de debieten tussen Rijkswateren zijn opgevraagd bij de Helpdeskwater en afkomstig uit DONAR (Data Opslag NATte Rijkswaterstaat). De gegevens over de debieten tussen regionale en Rijkswateren zijn voor het beheergebied van RWS-MN afkomstig uit de WSM database. Dit is een interne database van RWS-MN waarin gegevens die worden aangeleverd vanuit de waterschappen, zoals dit is vastgelegd in de waterakkoorden, worden opgeslagen. Eventueel ontbrekende debieten zijn aangevuld met behulp van een reeds opgestelde waterbalans die intern bij RWS-MN beschikbaar is voor het jaar 2011.

Er is gekozen om het gemiddelde jaardebiet per uitwisselpunt te berekenen over alle volledig bemeten jaren vanaf 2009. Hier is voor gekozen omdat de dekkingsgraad en de beschikbaarheid van data in de WSM database over de debieten die de verschillende uitwisselpunten passeren onvoldoende overeenkomen met de data in de DONAR database. Om deze reden was het niet mogelijk om dezelfde

periode per uitwisselpunt te hanteren. Een overzicht van de gehanteerde perioden per uitwisselpunt en de herkomst van de data is voor de debieten terug te vinden in bijlage D.

De meetgegevens over neerslag en verdamping voor het IJsselmeer, Zwarte Meer en Ketel- & Vossemeer zijn opgevraagd bij Meteobase van STOWA voor de periode 2009-2012. De Meteobase is een vrij toegankelijke database die medewerkers in de watersector ondersteund bij het uitvoeren van modelstudies door het centraal aanbieden van historische neerslag- en verdampingsgegevens. [STOWA, 2014] Voor het berekenen van het volume van de neerslag en verdamping voor het IJsselmeer zijn meetgegevens gebruikt van KNMI meetstations in Stavoren, Lelystad en Marknesse. Op basis van dagelijkse gegevens over verdamping, en uur metingen voor de neerslag, zijn jaargemiddelden berekend voor de periode 2009-2012. Voor het IJsselmeer is een gemiddelde gebruikt van alle drie de meetstations. Voor het Ketel- & Vossemeer is het gemiddelde van de meetstations Marknesse en Lelystad gebruikt. Voor het Zwarte Meer is alleen het meetstation Marknesse gebruikt. De totale neerslag en de totale verdamping (m^3/maand) zijn berekend door de oppervlakte van een waterlichaam (m^2) te vermenigvuldigen met de maandelijkse neerslag en verdampingsmetingen (in mm/maand).

Aangezien er geen debietmetingen worden uitgevoerd in het Ramsdiep is het onduidelijk hoe groot het watervolume is dat zich verplaatst tussen het Zwarte Meer en het Ketelmeer. Om een inschatting te kunnen maken van het debiet is de (gemeten) terugstroming van water uit het Zwarte Meer richting het Zwarte Water bij Genemuiden gelijk gesteld aan de terugstroming van water uit het Ketelmeer naar het Zwarte Meer. Daarbij is rekening gehouden met de afvoer van water uit het Zwarte Meer richting regionale wateren.

Voor het beheergebied van Rijkswaterstaat Oost-Nederland zijn intern geen gegevens beschikbaar over de debieten tussen regionale en Rijkswateren. Het is binnen het voor dit onderzoek beschikbare tijdsbestek niet mogelijk gebleken actuele data te verkrijgen over de desbetreffende gebieden. Voor de wateruitwisselpunten van de IJssel en het Zwarte Water is daarom gebruik gemaakt van de gegevens die zijn gebruikt voor het *“afwentelingsonderzoek oppervlaktewater Rijn-Oost”* van Witteveen + Bos over 2011.

2.3 Stofconcentraties in de oppervlaktewaterlichamen

Om te bepalen of er sprake is van afwenteling van stoffen is er eerst gekeken naar in hoeverre de huidige concentraties in de Rijkswateren voldoen aan de KRW-normen. De KRW-normen voor de prioritaire stof sBghiPnP en de overig relevante stoffen koper, zink en barium zijn afkomstig uit het Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water [Rijksoverheid, 2009a]. De normen voor de fysisch-chemische parameters stikstof totaal en fosfaat totaal zijn overgenomen uit de brondocumenten van de verschillende waterlichamen die zijn opgesteld door Rijkswaterstaat. De gemiddelde concentraties zijn berekend op basis van maandelijkse meetgegevens over de MWTL-locaties. Deze gegevens zijn beschikbaar in de DONAR database en op te vragen via de Helpdesk Water of via live.waterbase.nl. Voor maanden met meerdere beschikbare metingen is een maandgemiddelde berekend.

Voor de Rijkswateren is gekeken in hoeverre de gemiddelde concentraties over de periode 2011-2013 voldoen aan de KRW-normen. Dit is in tegenstelling tot de KRW toetsing 2014 waarvoor de meetjaren 2010-2012 zijn gebruikt. Bij het beoordelen van de gemiddelde concentraties wordt vanuit de KRW altijd een periode van 3 jaar gehanteerd [Rijkswaterstaat, 2010a]. De fysisch-chemische parameters zijn beoordeeld op basis van de zomergemiddelden (april-september). De overige stoffen zijn beoordeeld op basis van jaargemiddelden. Voor de prioritaire stoffen en de specifieke verontreinigende stoffen is er sprake van een beoordeling in twee klassen; voldoet (groen) of voldoet niet (rood). Voor het weergegeven van de toestand van de fysisch-chemische parameters wordt in dit rapport gebruik gemaakt van de classificering in 5 categorieën met de bijbehorende kleurstelling zoals die wordt gebruikt bij het beoordelen volgens de KRW (zie onderstaande tabel 1). De grenswaarden voor de

classificering van de fysisch-chemische parameters is verschillend per watertype. [Rijkswaterstaat, 2011b] De classificering wordt verder toegelicht in paragraaf 3.2.

Tabel 1. Kleurstelling bij classificering Goed Ecologisch Potentieel.

Slecht	Ontoereikend	Matig	Goed (GEP)	Zeer goed (GET)

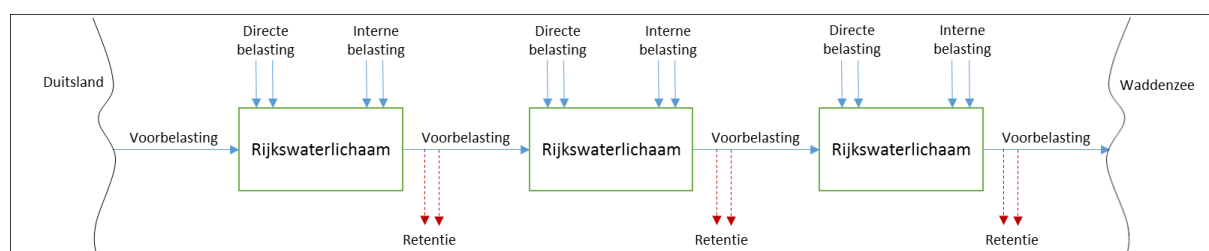
Per waterlichaam is naast de gemiddelde concentratie van een stof tevens de hierbij voorkomende piekbelasting weergegeven. Dit is gedaan om te bepalen of er eventueel sprake is van een overschrijding van de MAC-waarde. Voor de fysisch-chemische parameters is de MAC-waarde niet van toepassing. Voor de prioritare stoffen en specifiek verontreinigende stoffen resulteert een overschrijding van de MAC-waarde direct in een negatieve beoordeling. [Rijkswaterstaat, 2010a]

De concentraties van metalen koper, zink en barium in oppervlaktewater zijn berekend aan de hand van de meetgegevens met de hoedanigheid 'na filtratie' zoals weergegeven in DONAR. De concentratie van stikstof in oppervlaktewater is berekend door de som te nemen van KJN, NO₂ en NO₃. Waarbij NO₂ en NO₃ zijn uitgedrukt in stikstof na filtratie. Voor fosfaat totaal en sBghiPinP zijn meetgegevens gebruikt met de hoedanigheid 'niet van toepassing' (dat wil zeggen dat het water verder niet bewerkt is voordat de concentratie is bepaald). Wanneer een stofconcentratie zich onder de detectiegrens van de meetmethode bevindt, is de helft van de detectiegrens gebruikt voor die specifieke meting bij het bepalen van de gemiddelde jaar- en zomerconcentraties.

De meetgegevens die zijn gebruikt voor het bepalen van de gemiddelde concentraties zijn verwerkt in Excel 2013. In Excel is met behulp van lineaire regressie een trend in de stofconcentraties vastgesteld over vijf meetjaren (2009-2013) per waterlichaam, dit is het minimale aantal meetjaren volgens de Instructie Monitoring, Toetsing en Beoordeling [Rijkswaterstaat, 2010a]. Alle meetgegevens over de stofconcentraties in de DONAR en de WSM database zijn gevalideerd en gecontroleerd op uitbijters en zijn dus direct te gebruiken.

2.4 De vrachtberekeningen

Om de bijdrage van de verschillende bronnen aan de oppervlaktewater belasting te berekenen, zijn de vrachten over de wateruitwisselpunten per Rijkswaterlichaam bepaald. Een vracht wordt per stof uitgedrukt in kilogram (kg) per tijdseenheid (t). In dit onderzoek zijn de vrachten voor alle beschikbare uitwisselpunten berekend door een debiet (m³/t) te vermenigvuldigen met de gemiddelde concentratie van de stof in het watervolume (mg/L).



Figuur 3. Geschematiseerde weergave van probleemstof belastingen voor het bronnenonderzoek naar Duijnhoven et al., 2012.

2.4.1 Verschillende soorten belasting

Vrachten kunnen op verschillende wijzen zorgen voor belasting van een Rijkswaterlichaam. Hierbij is in dit onderzoek onderscheid gemaakt tussen voorbelasting, interne belasting en directe belasting [Duijnhoven et al., 2013]. Zoals verbeeld in figuur 3 kan voorbelasting van Rijkswaterlichamen afkomstig zijn uit andere Rijkswateren of internationale wateren. De interne belasting bestaat voor Rijkswaterlichamen uit de uit- en afwatering van vrachten uit regionale wateren (die binnen het beheergebied van de waterschappen vallen). De uitwisselpunten tussen de Rijkswaterlichamen en

regionale wateren zijn in dit onderzoek benaderd als puntbron. Vaak betreffen deze uitwisselpunten gemalen en sluizen, soms is er sprake van vrije afwatering. De directe belasting kan voor Rijkswaterlichamen afkomstig zijn uit puntlozingen zoals industriële bronnen of RWZI's die direct lozen op het Rijkswaterlichaam. Daarnaast kunnen ook diffuse bronnen voor directe belasting van een Rijkswaterlichaam zorgen; voorbeelden hiervan zijn atmosferische depositie, landbouw en nalevering uit de bodem. De totale aanvoer van een bepaalde stof op een waterlichaam (de totale inkomende vracht) kan dus als volgt worden berekend; *Totaal aangevoerde vracht Rijkswaterlichaam (kg) = voorbelasting (kg) + interne belasting (kg) + directe belasting (kg)*. Op basis van de totale aanvoer is vastgesteld welk percentage van de aangevoerde vracht wordt geleverd door de verschillende bronnen.

2.4.2 Berekening vrachten afkomstig uit voorbelasting

De vrachten die afkomstig zijn uit voorbelasting zijn op maandbasis berekend door de gemiddelde maandelijkse concentratie van een stof te vermenigvuldigen met het daarbij horende maandelijkse debiet. Een overzicht van de voor dit onderzoek gebruikte meetgegevens is terug te vinden in bijlage D. Op basis van deze maandelijkse vrachten is een gemiddelde jaarvracht vastgesteld over de periode 2011-2013. Deze vrachten zijn opgenomen in de vrachtenbalansen zoals deze zijn terug te vinden in bijlage E. De MWTL-locaties (zie bijlage F) voor het chemisch meetnet liggen over het algemeen dichtbij de uitwisselpunten tussen de verschillende Rijkswateren. De voorbelasting bij IJsselkop is berekend op basis van waterkwaliteitsgegevens afkomstig van Lobith. Tussen deze beide locaties liggen nog het Pannerdenschkanaal en de Nederrijn. Het is onduidelijk hoe representatief Lobith als waterkwaliteitslocatie is voor het bepalen van de vrachten die vanaf IJsselkop richting het IJsselmeer worden vervoerd. Voor het bepalen van de vracht van het IJsselmeer naar de Waddenzee is de meetlocatie Vrouwezand gebruikt. De problematiek rond de representativiteit van dit meetpunt is nader toegelicht in paragraaf 6.1.

2.4.3 Berekening vrachten afkomstig uit interne belasting

De vrachten die afkomstig zijn uit interne belasting zijn voor het noordelijke compartiment van het IJsselmeergebied berekend door het uit- en/of afgewaterde debiet vanuit regionale wateren te vermenigvuldigen met de concentraties die zijn gemeten op het dichtstbijzijnde waterkwaliteitsmeetpunt. Omdat niet alle gegevens beschikbaar zijn, en de dichtheid van de meetgegevens soms te wensen overlaat, is er voor gekozen om de vrachtberekeningen per uitwisselpunt uit te voeren voor de 3 meest recente en volledig bemeten jaren vanaf 2009. Hoewel sommige vrachten dus over verschillende perioden zijn vastgesteld, geven de gevonden vrachten een goed beeld van de situatie gezien de periode van 3 jaar. De vrachten die voor interne belasting van de IJssel en Vecht & Zwarte Water zorgen zijn direct overgenomen uit het afwentelingsonderzoek oppervlaktewater Rijn-Oost [Witteveen+Bos, 2012]. Een nadeel van het gebruiken van deze gegevens is dat er alleen vrachtberekeningen zijn gedaan over 2011. Dit is ongunstig voor de vergelijkbaarheid van gegevens binnen dit onderzoek. Daarnaast houdt deze methodiek geen rekening met de invloed van seizoen fluctuaties. Ook zijn er alleen jaargemiddelden beschikbaar vanuit het onderzoek waardoor er geen maand- en zomervrachten kunnen worden berekend.

2.4.4 Berekening vrachten afkomstig uit directe belasting

De vrachten die tezamen de directe belasting vormen zijn afkomstig uit de Emissieregistratie Database; een toelichting over deze database is terug te vinden in bijlage G. Ten tijde van dit onderzoek waren de meest recente data afkomstig uit 2011. Voor dit onderzoek is er voor gekozen om een gemiddelde vracht te nemen van de jaren 2010 en 2011. De gegevens uit de Emissieregistratie Database zijn op basis van verschillende operationele eenheden op te vragen, namelijk per deelstroomgebied, waterbeheerder en afwateringseenheid. Daarnaast zijn verschillende bronindelingen te kiezen. De meest specifieke bronindeling voor een afwateringseenheid is emissieoorzaak. Uit de emissieregistratie is dus niet af te lezen welke individuele bronnen (zoals RWZI's en bedrijven) verantwoordelijk zijn voor een bepaald deel van de belasting op een afwateringseenheid. Dit komt doordat bedrijven niet zijn gekoppeld aan een operationele eenheid voor oppervlaktewater. Voor dit onderzoek is er gekeken naar de belasting van de afzonderlijke afwateringseenheden waaruit een Rijkswater bestaat om de bijdrage

van directe bronnen aan de totale belasting te bepalen. Voor de verschillende Rijkswateren zijn de afwateringseenheden gebruikt die zijn opgenomen in Bijlage H.

2.4.5 Inzichtelijk maken van de vrachten

Om een overzicht te geven van de vrachten zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven in zowel tabellen (bijlage E) als in de vorm van conceptuele modellen die zijn terug te vinden in hoofdstuk 5. Tevens is er een online Viewer in GeoWeb gemaakt waarin de vrachten in kaartvorm zijn terug te vinden. De resultaten hiervan zijn op aanvraag in een open online Viewer beschikbaar.

2.5 Het vaststellen van afwenteling

Een van de doelstellingen van dit rapport is het vaststellen van uitwisselpunten waar sprake is van afwenteling. Voor dit onderzoek is er onderscheid gemaakt tussen twee verschillende vormen; afwenteling die wordt veroorzaakt door alleen een te hoge concentratie, en afwenteling veroorzaakt door een te hoge concentratie en een normverschil. Er is voor dit onderzoek alleen sprake van normverschillen tussen oppervlaktewaterlichamen voor stikstof en fosfaat aangezien de normen voor deze stoffen afhankelijk zijn van het toegekende watertype. Voor de overige stoffen koper, zink, barium en som benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen gelden in alle oppervlaktewaterlichamen dezelfde normen.

Om te bepalen of er sprake is van afwenteling, is er als eerste gekeken naar de concentratie van een bepaalde stof in een ontvangend waterlichaam. Wanneer de concentratie van deze stof voldoet aan de KRW-norm van het waterlichaam en de concentratie geen stijgende trend vertoont, is er geen sprake van afwentelingsproblematiek. Wanneer de concentratie wel de KRW-norm overschrijdt en/of een stijgende trend vertoont, is er gekeken of aangrenzende waterlichamen een hogere concentratie af- en uitwateren op het waterlichaam dan de norm van het ontvangende waterlichaam toestaat. Indien dit het geval is, is er sprake van afwenteling. Tot slot is er een vergelijking gemaakt van de normen om te bepalen of normverschillen een rol spelen bij het ontstaan van afwenteling.

Uit de werkwijze komen de volgende aandachtspunten naar voren over de inhoud van dit rapport:

- ➔ Dit rapport is tot stand gekomen op basis van literatuurstudie en een analyse van bestaande meetgegevens over de waterkwaliteit.
- ➔ De waterbalans die is opgesteld voor het noordelijke compartiment van het IJsselmeergebied is alleen indicatief te gebruiken omdat de berekende jaardebieten niet voor ieder uitwisselpunt over dezelfde periode zijn bepaald.
- ➔ De gemiddelde stofconcentraties in het oppervlaktewater zijn per Rijkswaterlichaam bepaald over de periode 2011-2013 om de huidige toestand te bepalen. Daarnaast zijn de stofconcentraties in grafiekvorm weergegeven over de periode 2009-2013; in deze grafieken is met behulp van Excel een trend weergegeven middels lineaire regressie.
- ➔ De gehanteerde methode gaat ervan uit dat alle aangevoerde vrachten voor een Rijkswaterlichaam worden meegenomen. De puntbelastingen die regionale wateren leveren op een Rijkswater zijn als interne belastingweergegeven, de bronnen binnen het beheergebied van een waterschap zijn niet bepaald.
- ➔ De resultaten van de vrachtberekeningen zijn weergegeven in tabellen, in de vorm van conceptuele modellen en online in kaartvorm in een GeoWeb Viewer.
- ➔ Bij het bepalen of er sprake is van afwenteling is gekeken naar zowel de stofconcentraties en vrachten als eventueel aanwezige normverschillen.

3. Beleid, beheer en monitoring volgens de Kaderrichtlijn Water

In dit hoofdstuk is een toelichting gegeven over de Kaderrichtlijn Water (KRW) en andere relevante beleidskaders. Daarnaast is een korte beschrijving gegeven van de in dit onderzoek meegenomen stoffen en hun bronnen zoals reeds beschreven in de literatuur.

3.1 De Kaderrichtlijn Water

Op 22 december 2000 is de Europese KRW (richtlijn 2000/60/EG) officieel van kracht geworden. Het doel van de KRW is het bereiken van een Goede Ecologische Toestand (GET) en Goede Chemische Toestand (GCT) in alle Europese grond- en oppervlaktewaterlichamen. De verplichtingen die voortvloeien uit de KRW zijn gericht op de lidstaten van de Europese Unie. Een lidstaat is zelf verantwoordelijk voor het implementeren van de richtlijn op nationaal niveau en het opstellen van doelen voor een waterlichaam. Hierbij is zorgvuldigheid van groot belang, omdat er voor de vastgestelde doelen een resultaatverplichting* geldt. Het realiseren van KRW-doelstellingen is in Nederland een gezamenlijke verantwoordelijkheid van alle bij de waterkwaliteit betrokken bestuurslagen. De verantwoordelijkheid voor de goede uitvoering van de KRW ligt bij het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. De waterbeheerders zijn daarbij verantwoordelijk voor het opstellen en uitvoeren van de in het stroomgebiedbeheerplan (SGBP) vastgelegde doelen en maatregelen, en het eventueel vaststellen van aanvullende maatregelen indien er in eerste instantie niet aan de KRW-doelen wordt voldaan. De KRW verplicht lidstaten te rapporteren over het nationale waterbeleid en verplicht partijen tot het nemen van maatregelen om aan zowel de GET als de GCT van de waterlichamen te voldoen. De lidstaten verantwoorden de voortgang van de uitvoering van KRW-doelen en maatregelen middels het opstellen van het SGBP. Het SGBP geeft aan hoe het Rijk de milieudoelstellingen voor het stroomgebied verwacht te realiseren binnen de planperiode. Wanneer dit niet mogelijk blijkt kan er eventueel aanspraak worden gemaakt op termijnverlenging richting de 2^{de} (2016-2021) en 3^{de} planperiode (2021-2027). In het SGBP Rijndelta 2009-2015 is reeds aangegeven dat het behalen van *alle* KRW-doelstellingen voor het toepassingsgebied niet mogelijk lijkt binnen de planperiode. Dit komt doordat realisatie van de doelen afhankelijk is van langjarige gebieds-processen en daarnaast (te) grote financiële en technische middelen vereist. Verder wordt aangegeven dat efficiënte inzet van beschikbare capaciteit en het voorzien in acceptabele maatschappelijke lasten, vragen om een gefaseerde uitvoering van het maatregelenpakket tot uiterlijk 2027. [Rijksoverheid, 2009b] Verlaging van de doelstellingen is enkel mogelijk wanneer fasering richting 2027 niet alsnog tot het bereiken van de beoogde resultaten leidt. [Keessen, van Kempen, & van Rijswijk, 2010] Op dit moment wordt gewerkt aan het opvolgende Stroomgebiedbeheerplan Rijndelta 2016 – 2021, dat op 22 december 2015 moet gaan gelden [Rijksoverheid, 2014b].

*De resultaatverplichting in de KRW (naar Keessen et al., 2010)

Een resultaatverplichting betekent dat er binnen een gestelde termijn (in dit geval 2015/2027) moet worden voldaan aan een verplichting door passende maatregelen te nemen. Dit betekent dat zelfs wanneer een lidstaat alle maatregelen/inspanningen treft die redelijkerwijze mogelijk zijn om aan een voorgeschreven resultaat te voldoen, anders dan bij een inspanningsverplichting, dit nog steeds onvoldoende is wanneer het beoogde resultaat niet wordt bereikt. Het wel of niet nakomen van de verplichting wordt dus beoordeeld aan de hand van het resultaat.

Voor de doelen ten aanzien van de chemische oppervlaktewaterkwaliteit in waterlichamen zijn verscheidene resultaatverplichtingen uit de KRW van toepassing, namelijk;

1. een goede chemische toestand van het oppervlaktewater
2. een goede ecologische toestand van het oppervlaktewater (uitgezonderd kunstmatige en sterk veranderde watertypen)
3. een goed ecologisch potentieel van kunstmatige en sterk veranderde waterlichamen
4. de situatie waarin wordt voldaan aan alle normen en doelstellingen voor beschermde gebieden

Verder gelden er inspanningsverplichtingen om te garanderen dat;

1. er geen achteruitgang is van de toestand van alle oppervlaktewaterlichamen
2. er sprake is van een geleidelijke vermindering van de verontreiniging door prioritaire stoffen
3. stijgende tendensen van concentraties verontreinigende stoffen worden omgebogen.

Wanneer er niet aan de doelstelling is voldaan aan het einde van de planperiode kan dit veroorzaakt worden door ofwel gebrekkige uitvoering van maatregelen of door onvoldoende effectiviteit van maatregelen. Het Europese recht verplicht lidstaten in dit geval om alsnog de benodigde maatregelen te nemen om aan de doelstellingen te voldoen.

3.1.1 Overige relevante beleidskaders voor de waterkwaliteit

In de Nederlandse wetgeving is de KRW verankerd middels de implementatiewet EG-Kaderrichtlijn Water en de Waterwet. De waterkwaliteitsdoelstellingen van de KRW zijn vastgelegd in het Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water 2009 (BKMW). De Regeling Monitoring Kaderrichtlijn Water is de onderliggende ministeriële regeling van het BKMW. Aan het monitoringsprogramma worden door de regeling verschillende eisen gesteld [Ministerie van I&M, 2009]. De doelstellingen in het BKMW zijn opgesteld in de vorm van milieukwaliteitseisen voor de goede ecologische en chemische watertoestand op grond van de Wet Milieubeheer [Rijksoverheid, 2009a]. De Wet Milieubeheer is op 1 maart 1993 ingetreden en is sindsdien de belangrijkste milieuwet in Nederland. Hoewel de wet algemene regels voorschrijft ten aanzien van het milieubeheer dienen de meer specifieke regels uitgewerkt te worden in besluiten. [Rijkswaterstaat, 2014a] De milieukwaliteitseisen uit het BKMW zijn gekoppeld aan het besluit tot vaststelling van plannen op grond van de Waterwet. Deze plannen zijn het Nationale Waterplan, het Beheerplan voor de Rijkswateren, en waterplannen van provincies en beheerplannen van waterschappen voor de regionale wateren. In deze plannen staat beschreven hoe de goede toestand bereikt moet worden binnen de vastgestelde periode.

In het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 (BPRW) staat beschreven hoe Rijkswaterstaat zijn dagelijkse rol vervult als beheerder van de Rijkswateren. Het BPRW wordt eens in de zes jaar opgesteld door Rijkswaterstaat op grond van de Waterwet. In het BPRW is onder andere de wijze van beheer beschreven waarmee Rijkswaterstaat aan de KRW verplichtingen beoogt te voldoen. [Rijkswaterstaat, 2012a] Het BPRW ontleent hiervoor zijn informatie aan de brondocumenten die zijn opgesteld voor de individuele Rijkswaterlichamen. De brondocumenten omvatten de relevante KRW-gegevens over een specifiek oppervlaktewaterlichaam dat in beheer is bij het Rijk. De brondocumenten zijn inmiddels vervangen door de beknoptere KRW-factsheets waarin de karakteristieken van de waterlichamen en de meest recente ontwikkelingen van de ecologische en chemische toestand zijn weergegeven. Het BPRW biedt samen met de beheerplannen van de waterschappen de benodigde informatie voor de overkoepelende SGBP's. [Rijkswaterstaat, 2009]

Voor de zoute overgangs- en kustwateren bestaan naast de KRW nog aanvullende beleidskaders voor de waterkwaliteit, namelijk vanuit OSPAR en de Kaderrichtlijn Marien. De implicaties van dit beleid voor eventuele afwentelingsproblematiek zijn beschreven in hoofdstuk 6.

3.2 De toestandsbepaling volgens de Kaderrichtlijn Water

De Kaderrichtlijn Water is het nieuwste en belangrijkste Europese instrument om tot maatregelen te komen die gericht zijn op het terugdringen van probleemstof emissies naar het oppervlaktewater binnen de verschillende stroomgebieden. Oppervlaktewateren worden hierbij beoordeeld op basis van operationele eenheden; de waterlichamen. Ieder waterlichaam heeft een watertype aanduiding en valt binnen een waterlichaamcategorie; namelijk 'natuurlijk', 'sterk veranderd' of 'kunstmatig'. Voor de verschillende watertypen zijn binnen de kaders van de KRW referenties en maatlatten opgesteld die worden gebruikt als basis voor de toestandsbeoordeling. Voor natuurlijke waterlichamen is de referentiesituatie gelijk gesteld aan de zeer goede ecologische toestand (ZGET). Wanneer waterlichamen niet kunnen voldoen aan de goede toestand vanwege menselijke ingrepen binnen het systeem is er sprake van een sterk veranderd waterlichaam. Wanneer een water geheel ontstaan is door menselijk handelen is er sprake van een kunstmatig waterlichaam. Zowel sterk veranderde als kunstmatige wateren kunnen om deze reden hooguit voldoen aan het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) waarvoor het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) als norm dient. [Rijkswaterstaat, 2012b] De chemische kwaliteit van het oppervlaktewater binnen een waterlichaam wordt langs drie categorieën beoordeeld:

1. De prioritaire stoffen zijn als enige bepalend voor de Goede Chemische Toestand. De prioritaire stoffen worden getoetst aan de jaargemiddelde milieukwaliteitsnormen (JG-MKN) en de maximaal aanvaardbare concentratie (MAC-MKN) die zijn vastgelegd in het BKMW (deze

normen zijn afkomstig uit de Europese Richtlijn Prioritaire Stoffen). De som van benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen is aangemerkt als prioritaire stof, de JG-MKN is 0,0020 µg sBghiPnP/L. De MAC-MKN is voor deze stof niet van toepassing.

2. De normen voor de specifieke verontreinigende stoffen zijn tevens vastgelegd in het BKMW. Koper, zink en barium vallen binnen deze categorie. Voor koper betreft de KRW-norm de milieukwaliteitseis van 3,8 µg Cu/L en is er geen MAC-MKN. Voor zink bestaat een JG-MKN van 7,8 µg Zn/L en is een MAC-MKN van 15,5 µg Zn/L vastgesteld. De norm voor barium is de JG-MKN van 9,3 µg Ba/L en de MAC-MKN is 148 µg Ba/L. Echter wordt er voor de toestandsbeoordeling van barium in oppervlaktewater de som genomen van de JG-MKN en de op nationaal niveau vastgestelde natuurlijke achtergrondconcentratie. Hierdoor dient barium voor een goede beoordeling te voldoen aan een KRW-norm van 82,3 µg Ba/L. Dit beoordelingsniveau zal in de nabije toekomst als norm worden gehanteerd. De specifieke verontreinigende stoffen zijn aangemerkt als biologie ondersteunende parameters en zijn van belang bij het bepalen van de Ecologische kwaliteit van een waterlichaam.
3. De normen voor de fysisch-chemische parameters, waaronder stikstof totaal en fosfaat totaal, zijn verschillend per watertype. De normen staan voor het onderzoeksgebied gelijk aan het GEP voor de stoffen. De fysisch-chemische parameters zijn aangemerkt als biologie ondersteunende parameters en worden gebruikt bij het bepalen van de GET en het GEP. De normen voor stikstof totaal en fosfaat totaal zijn per waterlichaam terug te vinden in hoofdstuk 5.

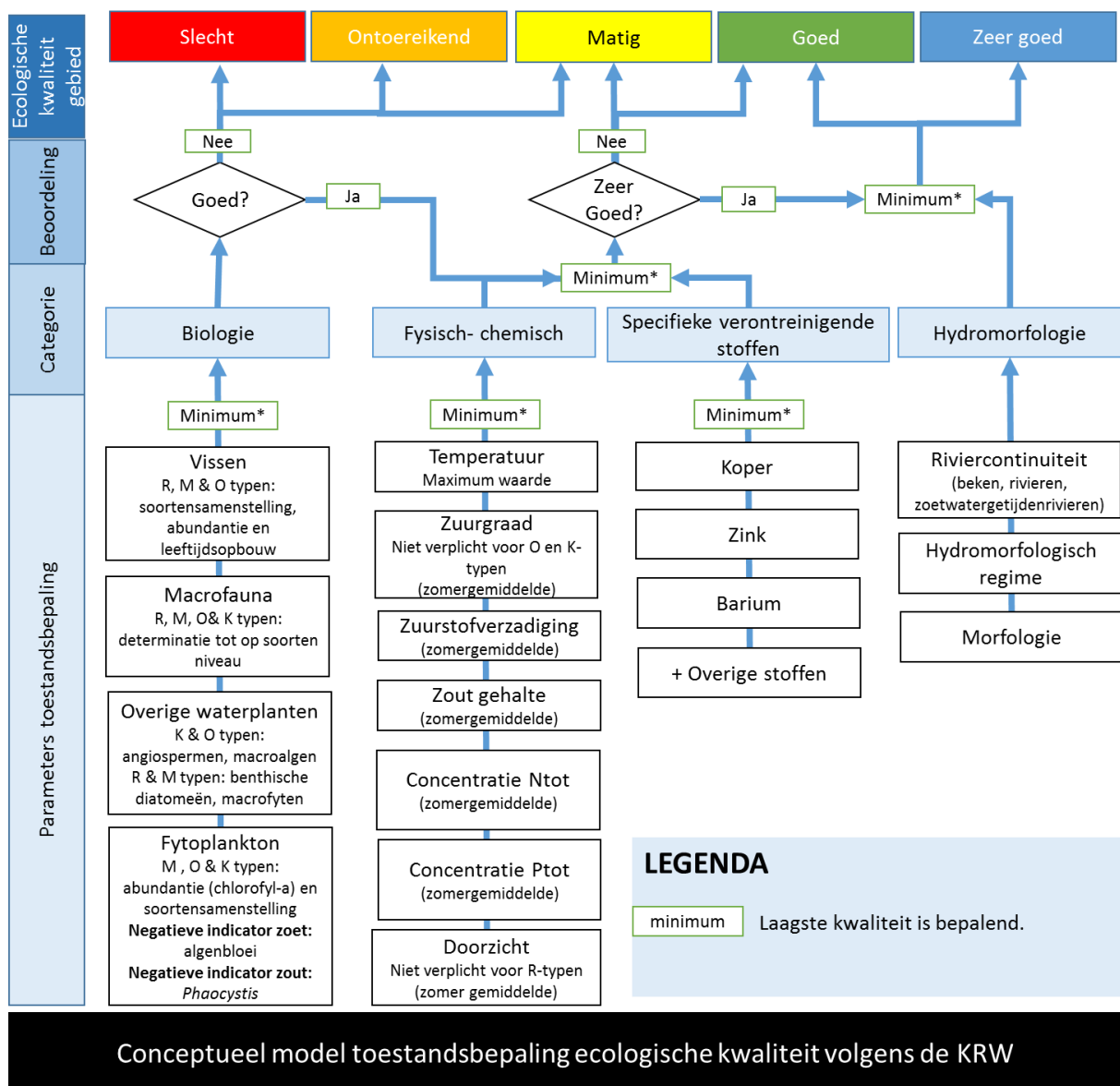
Voor een uitgebreide beschrijving van de karakteristieken en bekende bronnen van de in dit onderzoek meegenomen stoffen wordt verwezen naar bijlage B.

De goede chemische toestandsbepaling

Om te bepalen of een waterlichaam voldoet aan de GCT wordt er gekeken naar de jaargemiddelde concentraties van de prioritaire stoffen. De prioritaire stoffenlijst bevat 33 stoffen. Een van de stoffen op deze lijst is de som van benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen. De beoordeling kent slecht twee resultaten: het waterlichaam voldoet aan de normen en dus aan de GCT, of het waterlichaam voldoet niet aan alle normen en dus ook niet aan het GCT. Dit principe van one out, all out wordt op dit moment opnieuw bekeken.

De goede ecologische toestand en het goed ecologisch potentieel

In figuur 4 op de volgende pagina is schematisch weergegeven welke parameters er verder bij de beoordeling van een waterlichaam worden gebruikt. De hydromorfologische kenmerken worden binnen de KRW gebruikt om de status en het type van het waterlichaam vast te stellen. De parameters voor de biologie worden gebruikt om te bepalen of een waterlichaam aan het GEP voldoet. In de KRW vallen stikstof totaal en fosfaat totaal onder de algemeen fysisch chemische parameters. Tezamen met de parameters voor de specifieke verontreinigende stoffen bepalen deze parameters de ecologische kwaliteit van een waterlichaam. [Rijksoverheid, 2009b] Figuur 4 geeft de biologie ondersteunende rol van de fysisch chemische parameters en de specifiek verontreinigende stoffen goed weer. Een goede ecologische kwaliteitsbeoordeling kan namelijk gerealiseerd worden zonder dat deze ondersteunende parameters volledig voldoen aan de KRW-normen. Overigens neemt dit niet het weg dat er ook voor het voldoen aan het GEP voor de nutriënten en de normen voor de chemie (dus voor koper, zink en barium) een resultaatverplichting geldt zoals beschreven in paragraaf 3.1.1.



Figuur 4. Schematische weergave van de wijze waarop de beoordeling van de ecologische toestand wordt uitgevoerd en welke parameters hierbij worden gebruikt. Dit schema is een bewerking van [PBL, 2014]

Uit hoofdstuk 3 komen de volgende belangrijke conclusies en aandachtspunten naar voren:

- ➔ Voor het behalen van de KRW-doelstellingen ten aanzien van de ecologische en chemische waterkwaliteit geldt een resultaatverplichting. Nederland verwacht uiterlijk per 2027 aan alle waterkwaliteitsdoelstellingen te gaan voldoen, indien haalbaar.
- ➔ De concentraties van de nutriënten die in dit onderzoek zijn meegenomen dienen te voldoen aan het GEP en hebben net als de metalen een biologie ondersteunende rol bij het bepalen van de ecologische kwaliteit van een waterlichaam. Voor de GEP's van de nutriënten en de KRW-normen voor de specifieke verontreinigende stoffen geldt een resultaatverplichting.
- ➔ De gemiddelde concentratie van sBghiPnP wordt gebruikt als parameter voor het bepalen van de goede chemische toestand.

4. Beschrijving van het onderzoeksgebied

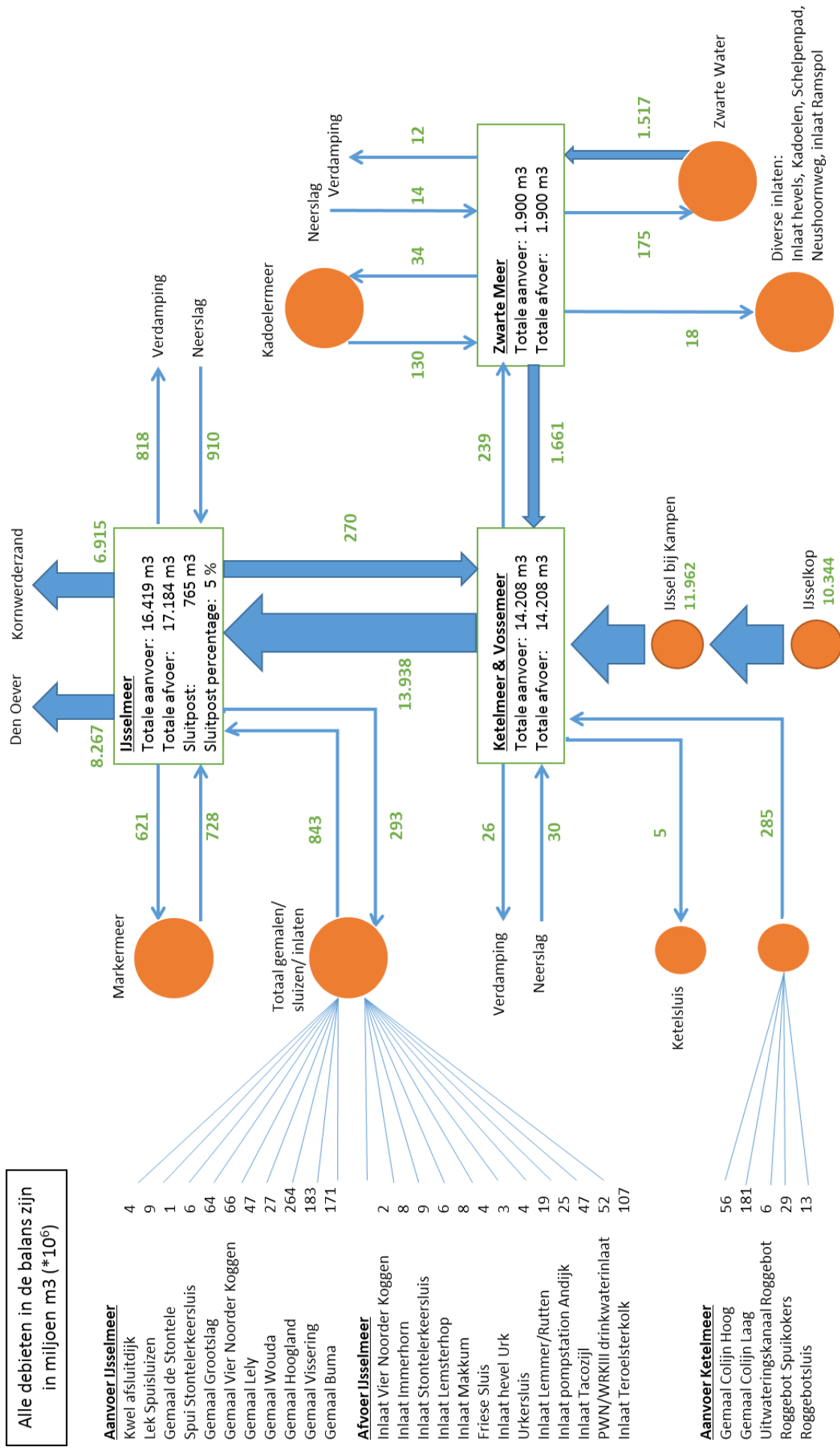
Alle zoete waterlichamen binnen het onderzoeksgebied bevinden zich binnen het deelstroomgebied Rijn-Oost. De waterlichamen Vecht & Zwarte Water en de IJssel zijn de belangrijkste wateraanvoeren voor het onderzoeksgebied. De chemische waterkwaliteit in deze wateren, en dan met name die van de IJssel, is sterk afhankelijk van bovenstroomse belasting in internationaal gelegen gebieden. Met name de Rijn is gezien de grote omvang van het stroomgebied een belangrijke bron van waterverontreinigende stoffen. De IJssel wordt hoofdzakelijk gevoed door de Rijn en is verantwoordelijk voor het afvoeren van ongeveer 15% van het Rijnwater dat bij Lobith de Nederlandse landsgrenzen binnenkomt (DONAR, 2009-2013). De chemische waterkwaliteit in de IJssel is dan ook grotendeels afhankelijk van de Rijnaanvoer. De Vecht beslaat een aanzienlijk kleiner stroomgebied en de bijdrage van Nederlandse wateren aan het totale debiet dat bij Zwolle het Zwarte Water in stroomt is een stuk groter. De chemische waterkwaliteit in dit waterlichaam is dan ook sterker afhankelijk van de bijdrage van bronnen op Nederlands grondgebied. Het water dat wordt aangevoerd door de IJssel en de Vecht & Zwarte Water stroomt via het Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer richting het IJsselmeer. Daar wordt het overtollige zoete water vervolgens onder vrij verval afgewaterd op de Waddenzee door de Stevinssluisen bij Den Oever en de Lorentzsluisen bij Kornwerderzand.

De zoete Rijkswaterlichamen binnen het onderzoeksgebied beslaan gezamenlijk ruim 1.300 km². Het Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer en het IJsselmeer vormen tezamen het noordelijke compartiment van het IJsselmeergebied (zie figuur 5). Het noordelijke compartiment is de enige afvoerroute van de IJssel en de Vecht richting de Waddenzee. Zoals te zien in de waterbalans in figuur 6 is de IJssel verantwoordelijk voor ongeveer 70% van de totale wateraanvoer voor het compartiment en de Vecht & Zwarte Water voor circa 10%. Verder ontvangt het gebied water uit omliggende polders via gemalen en afwateringssluizen. Het afwateringsgebied voor het IJsselmeergebied, dat tevens een stuk Duitsland omvat, beslaat in totaal ongeveer 20.000 km². Naast een belangrijk afwateringsgebied is het IJsselmeergebied ook de belangrijkste zoetwatervoorraad voor Noord Nederland. 's Zomers wordt er bij droogte direct water ingelaten richting de Friese en Noord Hollandse Boezems, en indirect richting het Drentse en Groningse achterland. Het Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer en het IJsselmeer staan onderling in open verbinding. De meren ontvangen het grootste deel van het water onder vrij verval uit de IJssel en de Vecht & Zwarte Water. Daarom is het in grote lijnen niet mogelijk om de verschillende meren en rivieren afzonderlijk te beheren op waterkwaliteit. Binnen de meren wordt eenzelfde streefpeil gehanteerd van -0,20m NAP in de zomer en -0,40m NAP in de winter. Echter kunnen de waterpeilen met name in de mondingen van de IJssel en het Zwarte Meer flink oplopen door opstuwning van het wateroppervlak bij harde (westen)wind. Zo kan er bij harde westenwind sprake zijn van peilverschillen tot een meter binnen het noordelijke compartiment. Daarom is in 2002 tussen het Ketelmeer en het Zwarte Meer, bij de Ramspolburg, de "balgstuw" in gebruik genomen. Deze stuw kan bij hoog water (meer dan 50 cm +NAP) worden opgeblazen om te voorkomen dat het waterpeil in het Zwarte Meer te hoog wordt opgestuwd bij harde wind. [Rijkswaterstaat, 2010b]



Figuur 5. Het IJsselmeergebied bestaat uit drie functionele compartimenten; het noordelijke compartiment bestaande uit het IJsselmeer, Ketel- & Vossemeer en Zwarte Meer (oranje), en twee andere compartimenten bestaande uit het Markermeer, Eemmeer, Gooimeer en IJmeer (groen), en de Veluwe-meren (rood). [Rijkswaterstaat, 2010b]

Waterbalans noordelijke compartiment IJsselmeergebied

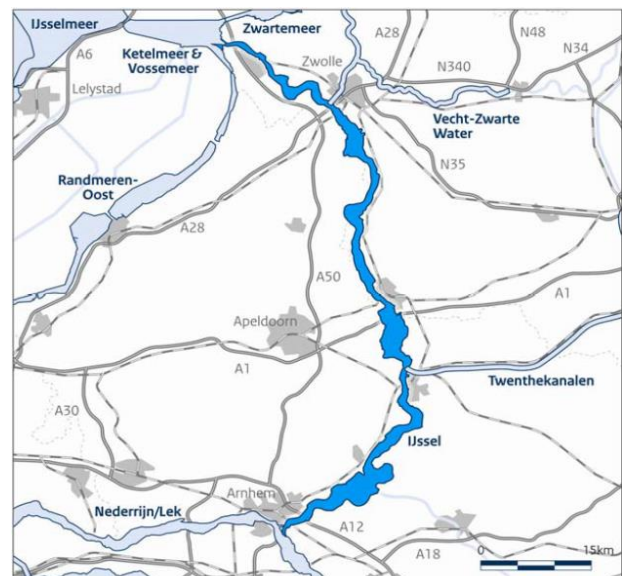


Figuur 6. Waterbalans voor het onderzoeksgebied. Deze waterbalans is opgesteld op basis van jaargemiddelde debieten afkomstig uit DONAR en de WSM database van RWS over de periode 2009-2013. Daarnaast zijn ontbrekende posten aangevuld met debieten uit 2011 op basis van een eerder opgestelde balans. In de waterbalans zijn de IJssel en de Vecht & Zwarte Water niet meegenomen omdat er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn over de debieten die afkomstig zijn vanuit de regionale wateren. De sluitpost geeft aan dat van 5% van het water dat wordt afgevoerd de herkomst onduidelijk is op basis van de meetgegevens. Een sluitpost van 5% duidt op een betrouwbare waterbalans.

De waterlichamen binnen het onderzoeksgebied bevinden zich binnen de grenzen van zes provincies (Gelderland, Overijssel, Drenthe, Flevoland, Noord-Holland en Friesland) en grenzen aan de beheergebieden van acht waterschappen (de waterschappen Rijn en IJssel, Vallei en Veluwe, Groot Salland, Zuiderzeeland, Reest en Wieden, Vechtstromen, Wetterskip Fryslân en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier). Langs de IJssel, het Zwarte Water en de Vecht bevinden zich verscheidene natuurlijke habitattypen die onder andere fungeren als broed- en foerageergebieden voor een divers aantal vogelsoorten. Ook de meren binnen het gebied worden gekenmerkt door hoge natuurwaarden zoals uitgestrekte rietmoerassen, zand- en modderbanken en andere voedselrijke milieus. Alle drie de meren en de uiterwaarden van de rivieren zijn dan ook aangewezen als natura 2000 gebied. [Ministerie van EZ, 2014] Naast de beschermde natuurgebieden bevinden zich in de IJssel, het Ketel- & Vossemeer en het IJsselmeer zwemwaterlocaties die moeten voldoen aan de kwaliteitsnormen van de zwemwaterrichtlijn (2006/7/EG). Verder is er in het IJsselmeer een drinkwater innamepunt bij Andijk waardoor het IJsselmeer moet voldoen aan de drinkwaternormen uit het BKMW [Rijkswaterstaat, 2012b].

4.1 Waterlichaam IJssel

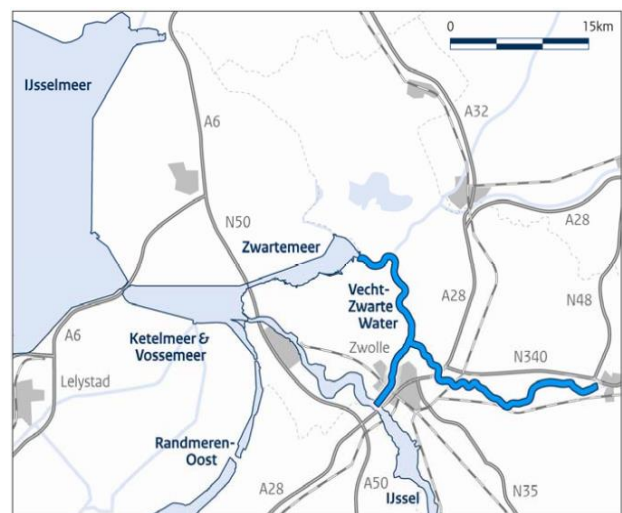
De IJssel (figuur 7) takt bij Arnhem (IJsselkop) af van de Nederrijn en stroomt in noordelijke richting tot aan Kampen, waarna het water via het Ketelmeer naar het IJsselmeer stroomt. De rivier heeft een diepte tot 4,2m (Rijkswaterstaat I, 2014), een lengte van 119 kilometer en een oppervlakte van 10.700 ha. De IJssel is in het kader van de KRW getypeerd als 'langzaam stromende rivier op zand/klei (R7)', met als status 'sterk veranderd'. Deze status heeft de IJssel te danken aan hydromorfologische ingrepen zoals bedijking en verlies van natuurlijke inundatiezones die, al dan niet, onomkeerbaar zijn en daarmee een beperking vormen voor het ecologisch functioneren van het systeem. [Rijkswaterstaat, 2012c]



Figuur 7. Waterlichaam de IJssel
[Rijkswaterstaat, 2012c]

4.2 Waterlichaam Vecht/Zwarte Water

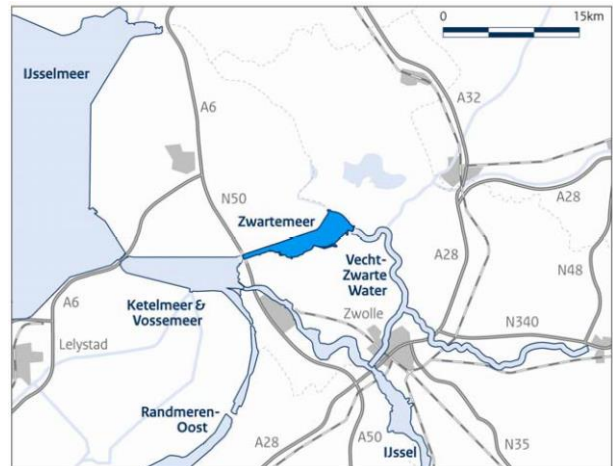
Het rijkswaterlichaam Vecht en Zwarte Water (figuur 8) bestaat uit een deel van de rivier de Vecht en het gehele Zwarte Water. Het deel van het waterlichaam wordt gerekend vanaf Ommen waar het grenst aan het beheergebied van waterschap Vechtstromen, en loopt ten noorden van Zwolle over in het Zwarte Water. Het Zwarte Water begint bij het Zwolle-IJsselkanaal en watert af in het Zwarte Meer. Het waterlichaam heeft een oppervlakte van 2.800 hectare en is in het kader van de KRW getypeerd als een 'langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei (R7)' met een 'sterk veranderde' status. Deze status heeft het waterlichaam te danken aan verschillende hydromorfologische ingrepen zoals de bedijking en de aantasting van natuurlijke inundatiezones, het vastleggen van het profiel van de rivier de oeververdediging, de kanalisatie en het peilbeheer. [Rijkswaterstaat, 2012d]



Figuur 8 Waterlichaam Vecht & Zwarte Water
[Rijkswaterstaat, 2012d]

4.3 Waterlichaam Zwarte Meer

Het waterlichaam Zwarte Meer (figuur 9) heeft haar huidige begrenzing gekregen na het aanleggen van de Noordoostpolder. Gelegen in de voormalige IJsseldelta grenst het meer aan de Kop van Overijssel en het Vechtdal. Het Zwarte Meer heeft mede vanwege haar kunstmatige begrenzing de status aanduiding 'sterk veranderd' waterlichaam gekregen met als watertype M14. Daarmee valt het in de categorie van de matig grote ondiepe en gebufferde meren. [Rijkswaterstaat, 2012e] Het Zwarte Meer heeft een omvang van 17,8 km². Grote delen van het Zwarte Meer zijn slechts 0,5 tot 1 meter diep, echter wordt er ook een diepere vaargeul onderhouden. [Witteveen+Bos, 2007] De sterke invloed van het Zwarte Water op de waterhuishouding van het Zwarte Meer kan in de winter zorgen voor relatief korte verblijftijden van circa 3 dagen, maar in de zomer kunnen de verblijftijden oplopen tot een maand. [Rijkswaterstaat, 2010b] Ook kan er wanneer er geen sprake is van afvoer vanuit het Zwarte Water soms sprake zijn van terugstroming van water vanuit het Ketelmeer naar het Zwarte Meer [Witteveen+Bos, 2007]. Uit de waterbalans volgt dat de terugstroming zou kunnen oplopen tot een bijdrage van circa 10% aan de totale wateraanvoer op het Zwarte Meer. Dit betekent dat er gedurende perioden van het jaar mogelijk sprake kan zijn van belasting van het Zwarte Meer die indirect afkomstig is uit de IJssel.



Figuur 9. Waterlichaam het Zwarte Meer
[Rijkswaterstaat, 2012e]

4.4 Waterlichaam Ketel- & Vossemeer

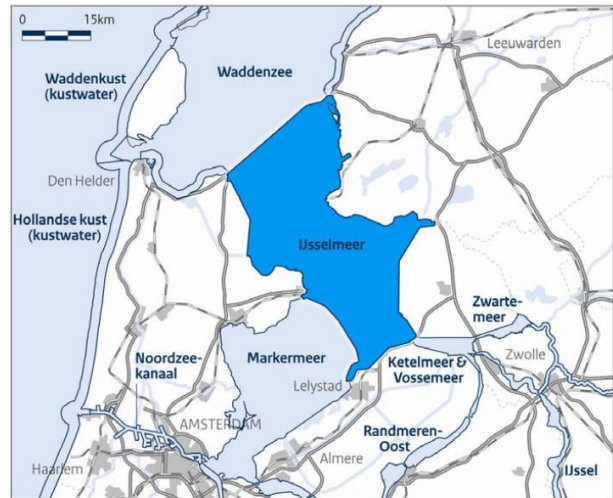
Het waterlichaam Ketel- & Vossemeer (figuur 10) is een kunstmatig begrensd zoetwatersysteem gelegen tussen de Noordoostpolder, Oostelijk Flevoland en de IJsselmonding en heeft als zodanig de status van 'sterk veranderd' waterlichaam verkregen. Het Ketelmeer en het Vossemeer worden vanuit de KRW benaderd als één waterlichaam met de type aanduiding M14, zoals gebruikt voor matig grote ondiepe en gebufferde meren. De gezamenlijke oppervlakte van de beide meren bedraagt 37,3 km². [Rijkswaterstaat, 2012f] Het Ketelmeer heeft een gemiddelde diepte van 3,57m. Het Vossemeer is ondieper met een gemiddelde diepte van 1,43m. [Rijkswaterstaat, 2010b]. De gemiddeld hoge aanvoer vanuit de IJssel zorgt er voor dat het water in het waterlichaam Ketel- & Vossemeer een gemiddelde (korte) verblijftijd van ongeveer drie dagen heeft.



Figuur 10. Waterlichaam het Ketel- & Vossemeer
[Rijkswaterstaat, 2012f]

4.5 Waterlichaam IJsselmeer

Het IJsselmeer (figuur 11) is ontstaan na het afsluiten van de Zuiderzee van de Waddenzee. Sindsdien is het een kunstmatig begrensd zoetwatersysteem en heeft dan ook de status 'sterk veranderd' toebedeeld gekregen. De watertype aanduiding van het IJsselmeer is M21, zoals gebruikt voor grote diepe gebufferde meren. De oppervlakte van het IJsselmeer is ongeveer 1.138 km² en het meer heeft een gemiddelde diepte van 4,5 meter. [Rijkswaterstaat, 2012b] Het IJsselmeer is afgesloten van het Markermeer door de Houtribdijk. Er is sprake van wateruitwisseling via de Krabbersgat en Houtrib spuisluizen. Het water in het IJsselmeer heeft een vrij lange verblijftijd die kan oplopen tot 4 maanden [Rijkswaterstaat, 2010b]



Figuur 11. Waterlichaam het IJsselmeer [Rijkswaterstaat, 2012b]

Uit de bovenstaande beschrijvingen van de waterlichamen valt op te maken dat alle zoete Rijkswaterlichamen die zijn meegenomen in dit onderzoek de status 'sterk veranderd' toegekend hebben gekregen. Daarmee moeten de fysisch chemische parameters stikstof totaal en fosfaat totaal in deze waterlichamen volgens de KRW maximaal voldoen aan het Goed Ecologisch Potentieel dat is vastgesteld per waterlichaam.

Uit de beschrijving van het onderzoeksgebied komen de volgende aandachtspunten naar voren.

- ➔ Het noordelijke compartiment is de enige afvoerroute van de IJssel en de Vecht richting de Waddenzee.
- ➔ De Rijkswateren staan onderling in open verbinding waardoor er binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat niet kan worden gestuurd op waterkwaliteit.
- ➔ De waterbalans wijst uit dat er gedurende droge perioden mogelijk sprake is van afwenteling vanuit de IJssel naar het Zwarte Meer.
- ➔ Alle zoete Rijkswateren binnen het onderzoeksgebied hebben de status 'sterk veranderd' toegekend gekregen en moeten daarmee voor de ecologische toestand maximaal voldoen aan het Goed Ecologisch Potentieel.

5. Resultaten: waterkwaliteit, bronnen en afwenteling in de zoete Rijkswateren

Dit hoofdstuk geeft een kort overzicht van de waterkwaliteit en trends in de concentraties voor Lobith en IJsselkop. Vervolgens wordt er ingegaan op de waterkwaliteit, trends, bronnen en eventuele afwentelingsproblematiek in de IJssel, de Vecht & Zwarte Water, het Ketel- & Vossemeer, het Zwarte Meer en het IJsselmeer. In bijlage E is de procentuele bijdrage van bronnen aan de totale belasting van een waterlichaam in tabelvorm terug te vinden. Deze tabellen dienen als onderbouwing voor de in dit hoofdstuk beschreven bijdrage per bron. Iedere paragraaf wordt afgesloten met een beknopt conceptueel model van de relevante bronnen en de conclusies per waterlichaam. Tot slot is in paragraaf 5.7 een uitgebreide conclusie terug te vinden voor het gehele onderzoeksgebied.

5.1 De concentraties bij Lobith en IJsselkop

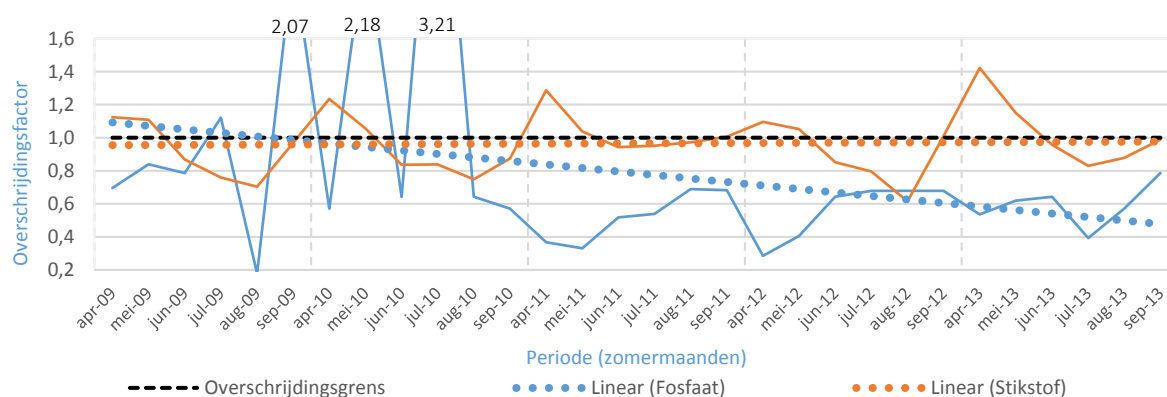
Om inzicht te krijgen in de kwaliteit van het water dat via de Rijn het Nederlands grondgebied binnen stroomt, is in tabel 2 een overzicht gegeven van de concentraties voor de periode 2011-2013 die zijn gemeten bij het MWTL-meetpunt bij Lobith. Dit meetpunt is tevens het dichtstbijzijnde meetpunt bij IJsselkop en wordt dus tevens gebruikt om de concentratie die binnenkomt in de IJssel te bepalen. Uit de gemiddelde concentraties blijkt dat het water dat de IJssel instroomt vanuit de Nederrijn aan het GEP voor fosfaat totaal (Ptot) en stikstof totaal (Ntot) voldoet. De concentratie van Ntot bevindt zich daarbij vlak onder de norm met een waarde van 2,48 mg N/L ten opzichte van een norm van 2,50 mg N/L. Daarbij komen voor Ntot tevens normoverschrijdende piekbelastingen voor van 3,55 mg N/L. Voor koper en zink wordt ruim aan de KRW-normen voldaan. Barium voldoet net niet aan de norm en vertoont forse normoverschrijdende piekbelastingen. sBghiPn voldoet gemiddeld niet aan de norm met een concentratie die ongeveer 3 maal te hoog ligt.

Tabel 2. De waterkwaliteitsnormen en beoordelingsresultaten voor de Boven Rijn op basis van de concentraties en piekbelastingen (2011-2013) bij Lobith.

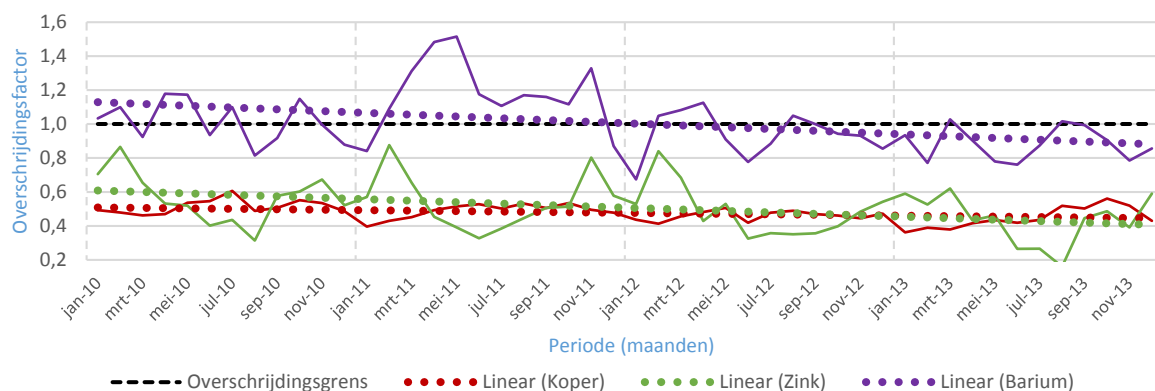
Lobith	Ptot (GEP) (mg/L)	Ntot (GEP) (mg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ba (µg/L)	sBghiPn (µg/L)
KRW-norm	0,14	2,5	3,8	7,8	82,3	0,0020
MAC-MKN Land oppervlaktewateren				15,6	148	n.v.t.
Concentratie 2011-2013	0,08	2,48	1,77	3,80	82,4	0,0064
Piekbelasting 2011-2013	0,11	3,55	2,13	6,83	125,00	0,0340

Legenda slecht ontoereikend matig goed

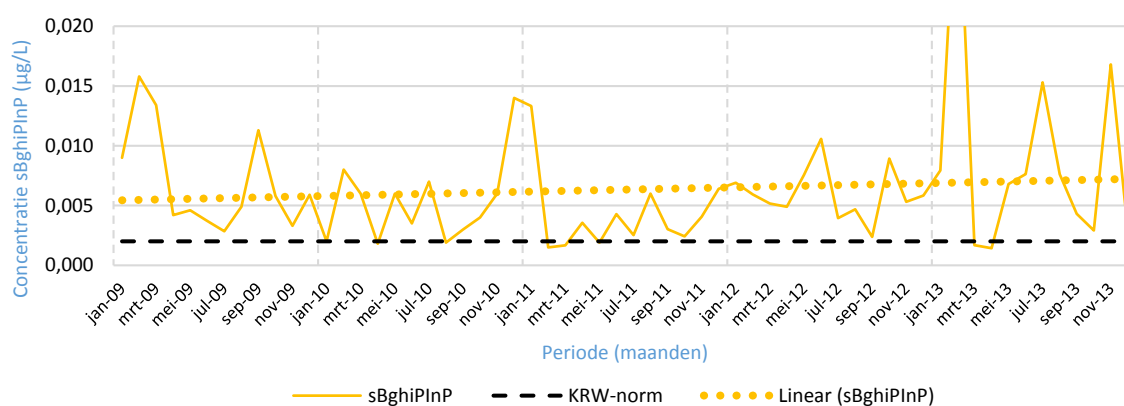
Uit de trend van Ntot en Ptot die is terug te vinden in figuur 12, komt naar voren dat er voor stikstof sprake lijkt te zijn van een lichte stijging in de periode 2009-2013. Daarnaast is er voor Ntot sprake van overschrijdende piekbelastingen, daarom is het belangrijk om de oppervlaktewaterbelasting in het internationale stroomgebied verder te verminderen om een ruime marge te creëren ten opzichte van de norm. Voor Ptot is er sinds de ingebruikname van een nieuwe meetmethode in 2011 geen normoverschrijding meer geconstateerd en voldoet de concentratie gemiddeld ruim aan de norm.



Figuur 12. Trend in de overschrijdingsfactor van fosfaat (Ptot) en stikstof (Ntot) voor de meetlocatie Lobith



Figuur 13. Trend in de overschrijdingsfactor van koper, zink en barium bij meetlocatie Lobith ten opzichte van de normen in de Boven Rijn bij Lobith en in de IJssel (de normen zijn gelijk).



Figuur 14. Trend in de overschrijdingsfactor van sBghiPnP bij meetlocatie Lobith ten opzichte van de normen in de Boven Rijn bij Lobith en in de IJssel (de normen zijn gelijk).

Zoals af te lezen uit figuur 13 is er voor koper, zink en barium sprake van afnemende concentraties in de periode 2010-2013. Koper en zink voldoen beiden ruim aan de norm evenals de piekbelastingen. Voor barium neemt het aantal normoverschrijdingen vanaf 2012 sterk af. Gezien de trend lijkt barium in de volgende toetsingsperiode 2012-2014 te gaan voldoen aan de KRW-norm. Voor de metalen lijkt er dus geen sprake te zijn van afwenteling. Voor sBghiPnP is er, zoals te zien in figuur 14, het gehele jaar door sprake van forse normoverschrijdingen. Daarbij komen piekbelastingen voor die de KRW-norm tot 10 keer overschrijden. Voor sBghiPnP is er dus sprake van afwenteling richting de Nederlandse wateren. Internationale maatregelen zijn hierbij noodzakelijk.

Over de concentratie van de onderzoeksstoffen bij MWTL-locatie Lobith zijn de onderstaande conclusies te trekken.

- ➔ De concentratie van stikstof totaal is aan de hoge kant en vermindering van de belasting van het oppervlaktewater in het Rijnstroomgebied is belangrijk om een goede marge te creëren ten opzichte van de KRW-normen in de IJssel en de rest van Nederland.
- ➔ De concentratie van sBghiPnP in het oppervlaktewater van de Rijn ligt veel te hoog ten opzichte van de KRW-norm voor de IJssel. Internationale bovenstroomse maatregelen zijn noodzakelijk om de oppervlaktewaterbelasting terug te dringen.
- ➔ Voor fosfaat totaal en de metalen koper, zink en barium lijkt er geen noodzaak te zijn voor aanvullende maatregelen en is het belangrijk om de huidige concentraties en trends te consolideren en scherp te blijven monitoren.

5.2 IJssel

Deze paragraaf geeft een uitgebreide beschrijving van de waterkwaliteit in de IJssel. Daarbij is gekeken naar de bronnen van de onderzoeksstoffen en de mate waarin sprake is van afwenteling van deze stoffen. De MWTL meetlocatie bij Kampen is gebruikt om de concentratie van de verschillende stoffen in de IJssel te bepalen. Een kaart van de MWTL meetlocaties is te vinden in bijlage F. In tabel 3 zijn de waterkwaliteitsnormen voor de verschillende stoffen, de gemiddelde concentraties van deze stoffen en de piekbelastingen terug te vinden voor de periode 2011-2013. Uit de tabel volgt dat alleen sBghiPnP de KRW-norm overschrijdt. De concentraties van stikstof en barium bevinden zich gemiddeld krap onder de norm en vertonen normoverschrijdende piekbelastingen. Fosfaat, koper en zink overschrijden de norm niet. De bronnen en vrachten van de verschillende stoffen zijn voor de IJssel terug te vinden in bijlage E.

Tabel 3. De waterkwaliteitsnormen, concentraties en piekbelastingen (2011-2013), en de beoordelingsresultaten in de IJssel.

IJssel	Ptot (GEP) (mg/L)	Ntot (GEP) (mg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ba (µg/L)	sBghiPnP (µg/L)
KRW-norm	0,14	2,5	3,8	7,8	82,3	0,0020
MAC-MKN Land oppervlaktewateren				15,6	148	n.v.t.
Concentratie 2011-2013	0,08	2,46	1,87	3,88	80,81	0,0053
Piekbelasting 2011-2013	0,13	3,43	2,31	6,43	111,00	0,0244

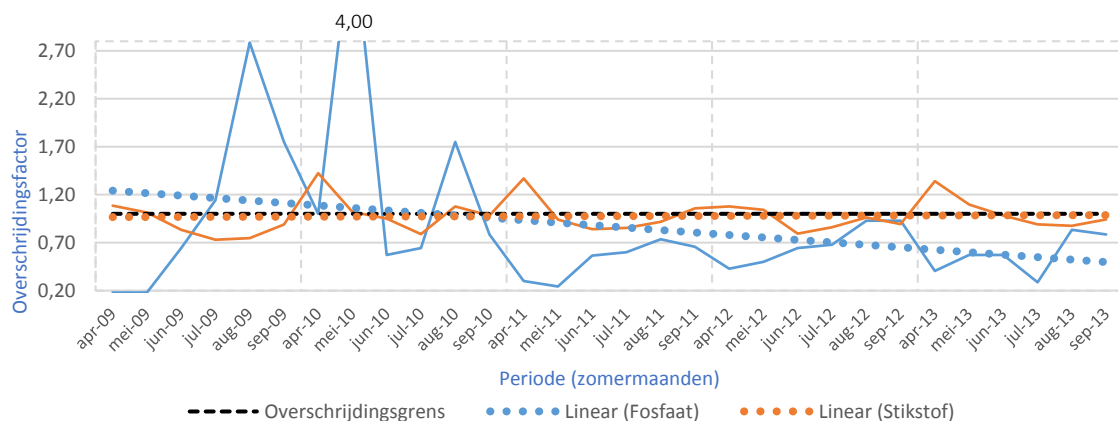
Legenda slecht ontoereikend matig goed

5.2.1 Fosfaat totaal (Ptot)

Zoals te zien in figuur 13 is er voor Ptot sprake van een afname van het aantal normoverschrijdingen in de zomer gedurende de periode 2009-2013. Vanaf 2011 is er geen sprake meer van een normoverschrijding in de maanden april-september. In tabel 3 is te zien dat de gemiddelde concentratie in de zomers van 2011-2013 op 0,08 mg P/L ligt. Deze concentratie voldoet aan de KRW-norm die gesteld is op 0,14 mg P/L, waarmee aan het GEP voor de IJssel wordt voldaan. Het gemiddelde van 2011-2013 is aanzienlijk lager dan het gemiddelde van 2010-2012, wat op 0,12 mg P/L ligt. De daling in de gemiddelde concentratie is een gevolg van een veranderde meetmethode die sinds 2011 wordt gehanteerd. De belasting van Ptot komt voor circa 79% uit voorbelasting van de Nederrijn (en dus uit het buitenland) en voor ongeveer 15% uit directe effluent lozingen op de IJssel.

5.2.2 Stikstof totaal (Ntot)

Figuur 15 laat zien dat er een licht stijgende trend zit in de overschrijdingsfactor van Ntot voor de zomermaanden van 2009-2013. De gemiddelde concentratie van 2,46 mg N/L voor de jaren 2011-2013 ligt net onder de norm van 2,5 mg N/L, terwijl de piekbelastingen wel tot 3,43 mg N/L komen. Omdat er sprake is van een stijgende trend en de gemiddelde concentratie bijna boven de norm komt, is het noodzaak scherp te monitoren en waar nodig maatregelen toe te passen.



Figuur 15. Trend in de overschrijdingsfactor van fosfaat (Ptot) en stikstof (Ntot) in de IJssel aan de hand van metingen die zijn verricht op de MWTL-locatie Kampen voor de zomermaanden in de periode 2009-2013

Circa 85% van de totale stikstof belasting is afkomstig van de Nederrijn en dus grotendeels uit het buitenland. Daarnaast zorgen de Oude IJssel en het Twentekanaal voor respectievelijk 4% en 5% van de totale belasting van de IJssel. Deze rivieren stromen beide binnen het beheergebied van waterschap Rijn en IJssel. De Oude IJssel is ook in beheer bij het waterschap, terwijl het Twentekanaal in beheer is bij Rijkswaterstaat Oost Nederland. Effluent lozingen leveren nog een bijdrage van een kleine 3% aan de totale belasting.

5.2.3 Koper (Cu)

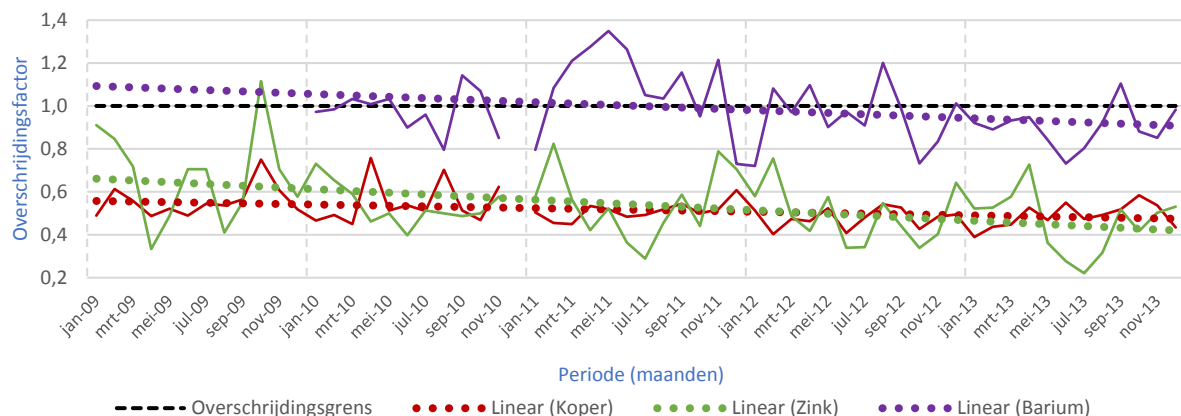
In de IJssel komt geen normoverschrijding van koper voor in de periode 2009-2013 zoals weergegeven in figuur 16. De piekbelastingen bevinden zich ook onder de norm van $3,8 \mu\text{g Cu/L}$. De trendlijn wijst uit dat er voor koper sprake is van een licht dalende trend gedurende de periode 2009-2013. Met een gemiddelde concentratie van $1,87 \mu\text{g Cu/L}$ en een piekbelasting van $2,31 \mu\text{g Cu/L}$ over de periode 2011-2013 voldoet de IJssel ruim aan de norm van $3,8 \mu\text{g Cu/L}$.

5.2.4 Zink (Zn)

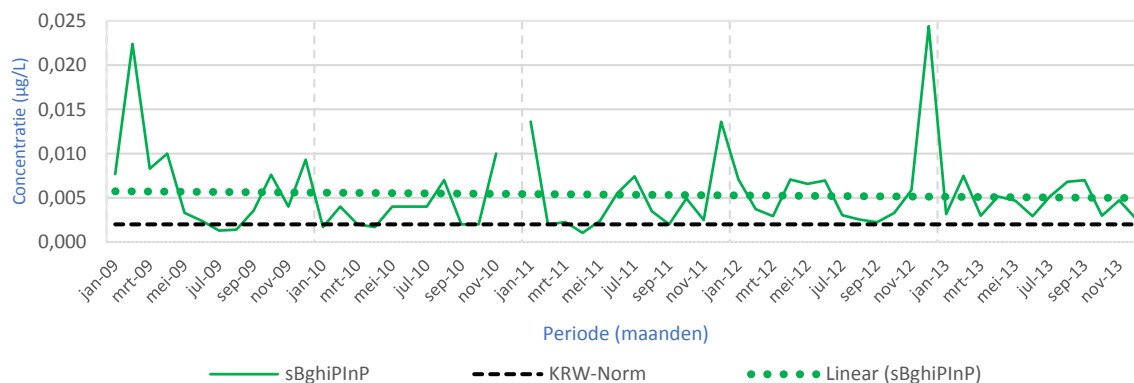
In figuur 16 is te zien dat de concentratie van zink in het oppervlaktewater van de IJssel geen normoverschrijdingen vertoont in de periode 2009-2013. Er is één piekbelasting gemeten in 2009 die zich boven de norm bevindt, verder is er geen sprake van normoverschrijdingen. Zink vertoont een sterker dalende trend dan koper over de periode 2009-2013. De gemiddelde concentratie van $3,88 \mu\text{g Zn/L}$ en de piekbelasting van $6,43 \mu\text{g Zn/L}$ in de periode 2011-2013 zorgen niet voor een overschrijding van de norm van $7,8 \mu\text{g Zn/L}$, waarmee de IJssel aan de KRW-norm voldoet.

5.2.5 Barium (Ba)

In de IJssel wordt er in de periode 2011-2013 met een concentratie van $80,81 \mu\text{g Ba/L}$ net voldaan aan de KRW-norm van $82,3 \mu\text{g Ba/L}$. De piekbelastingen overschrijden de norm wel, met een maximale concentratie van $111 \mu\text{g Ba/L}$. Zoals te zien in figuur 16 is er voor de jaren 2010-2013 sprake van een dalende trend. Barium komt voor 97,2% uit voorbelasting vanuit de Nederrijn en Boven-Rijn en voor 2% uit het Twentekanaal. Dit percentage is echter vertekend doordat er voor dit onderzoek sprake is van een gebrek aan meetgegevens over eventuele interne belastingen.



Figuur 16. Trend in de overschrijdingsfactor van koper, zink en barium op meetlocatie Kampen voor de periode 2009-2013



Figuur 17. Trend in de concentratie van som benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen (SBghiPnP) op meetlocatie Kampen voor de periode 2009-2013.

5.2.6 Som benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen (sBghiPnP)

De IJssel voldoet met een gemiddelde concentratie van 0,0053 µg SBghiPnP/L niet aan de norm in de periode 2011-2013. Gemiddeld wordt de norm van 0,0020 µg sBghiPnP/L circa 1,5 keer overschreden in deze periode. De piekbelasting van 0,0244 µg SBghiPnP/L overschrijdt de norm meer dan 12 keer. De trend in de concentratie van de stof vertoont wel een lichte daling zoals te zien is in figuur 17. Van de totale belasting komt 95% uit voorbelasting, waarvan 93,1% van de Nederrijn komt en 1,9% van het Twentekanaal. De overige 5% komt voor 2,7% uit interne belasting en 2,3% uit directe belasting.

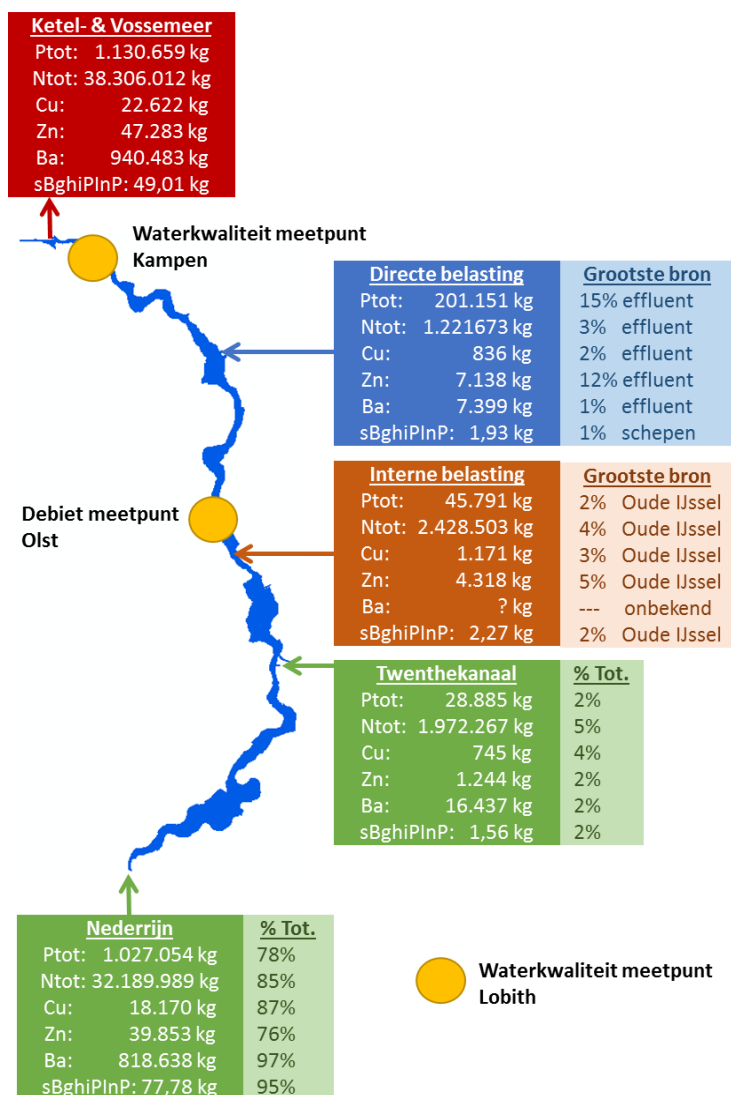
5.2.7 Afwenteling

In de IJssel is alleen sBghiPnP normoverschrijdend in de periode 2011-2013. Daarnaast overschrijden de piekbelastingen van Ntot in de periode 2011-2013 de norm, terwijl de gemiddelde concentratie er net onder ligt en een stijgende trend vertoont. Tabel 4 geeft een overzicht van de normen en concentraties (van 2010) in de waterlichamen die sBghiPnP en Ntot af- of uitwateren op de IJssel. Hieruit volgt dat er voor sBghiPnP sprake is van afwenteling vanuit alle aangrenzende waterlichamen omdat de concentraties overal te hoog zijn. Voor Ntot overschrijden de Schipbeek, de Oude IJssel en de Didamse Wetering de eigen norm en levert het Twenthe Kanaal een te hoge concentratie, hoewel dit waterlichaam aan de eigen norm voldoet. Daarmee is er sprake van afwenteling vanuit deze waterlichamen.

Tabel 4. Normen en gemiddelde concentraties van de probleemstoffen (sBghiPnP en Ntot) in de waterlichamen die debieten afwateren en uitwateren op de IJssel. De concentraties van de regionale wateren zijn afkomstig uit het *afwentelingsonderzoek Rijn Oost* dat is uitgevoerd door Witteveen & Bos in 2012. Deze concentraties zijn bepaald voor het jaar 2010. Voor dit onderzoek waren er voor Ntot geen zomerconcentraties beschikbaar over de regionale waterlichamen die af- en uitwateren op de IJssel daarom is de beoordeling uit de KRW-factsheets weergegeven.

	Beheerder	sBghiPnP (µg/L)		Ntot (mg/L)	
		GCT	Gem.	GEP	Gem zomer.
IJssel	RWS ON	0,002 µg/L	0,005 µg/L	2,50 mg/L	2,46 mg/L
Nederrijn (IJsselskop)	RWS ON	0,002 µg/L	0,006 µg/L	2,50 mg/L	2,48 mg/L
Twentekanaal (Almen)	RWS ON	0,002 µg/L	0,005 µg/L	3,80 mg/L	3,79 mg/L
Overijssels Kanaal (Zwolle)	WGS	0,002 µg/L	0,005 µg/L	2,80 mg/L	
Schipbeek	WRIJ	0,002 µg/L	0,004 µg/L	4,00 mg/L	
Baakse Beek	WRIJ	0,002 µg/L	0,003 µg/L	4,00 mg/L	
Oude IJssel	WRIJ	0,002 µg/L	0,004 µg/L	4,00 mg/L	
Didamse Wetering	WRIJ	0,002 µg/L	0,003 µg/L	2,80 mg/L	

Legenda	slecht	ontoereikend	matig	goed
---------	--------	--------------	-------	------



Figuur 18. Beknopt overzicht van de vrachtentabel voor de IJssel zoals te vinden in bijlage E. De interne belastingen zijn afkomstig uit het afwentelingsonderzoek Rijn-Oost (Witteveen+Bos, 2012). De percentages voor de grootste bronnen van directe en interne belasting zijn gegeven ten opzichte van de totaal aangevoerde vracht richting het waterlichaam.

5.2.8 Beknopt overzicht bronnen

In figuur 18 is een beknopt overzicht gegeven van de belangrijkste bronnen voor de IJssel. Er is geen sluitpost bepaald over deze vrachtenbalans omdat er voor dit onderzoek onvoldoende gegevens beschikbaar waren over de eventueel afgevoerde debieten richting de regio. De afgevoerde vrachten richting het Ketel- & Vossemeer betreffen gemeten waarden die volgen uit het debiet meetpunt Olst en het kwaliteit meetpunt Kampen.

Uit het model valt af te lezen dat de Nederrijn de belangrijkste bron is met een bijdrage van 78-97% aan de totaalvracht voor de verschillende stoffen. Interne belasting is verantwoordelijk voor 3-8% van de belasting met als grootste bron de Oude IJssel die een bijdrage levert van 2-5%. Directe belasting in de vorm van effluent lozingen is verder een belangrijke bron van fosfaat en zink voor de IJssel. Wat opvalt is dat de vracht sBghiPnP in het stroomgebied richting Kampen sterk afneemt wat mogelijk te verklaren valt door de invloed van retentie. Over de waterkwaliteit, bronnen en eventuele afwentelingsproblematiek in de IJssel kunnen, gelet op paragraaf 5.1 over de concentraties bij Lobith en IJsselkop, de onderstaande conclusies worden getrokken.

- ➔ De concentratie Ntot in de IJssel ligt net onder de norm voor het GEP en vertoont een zeer licht stijgende trend. Met name vanuit de regionale wateren worden te hoge concentraties aangevoerd, hoewel deze belasting slechts 6,5% bijdraagt aan de totale belasting.
- ➔ De concentratie sBghiPnP in de IJssel voldoet in de IJssel niet aan de KRW-norm in de periode 2011-2013. Daarbij komt 98% van de belasting uit de Nederrijn waar zoals vastgesteld in paragraaf 5.1 sprake is van een toenemende concentratie. De concentratie ligt in alle op de IJssel af- en uitwaterende waterlichamen te hoog.
- ➔ De IJssel voldoet aan het GEP voor Ptot dat een afnemend aantal normoverschrijdingen en een dalende trend in de concentraties vertoont. De gemiddelde concentraties en piekbelastingen van koper en zink in het oppervlaktewater van de IJssel voldoen in de periode 2011-2013 tevens ruim aan de KRW-norm. De concentratie barium in de IJssel voldoet net aan de KRW-norm in de periode 2011-2013. Hoewel de Nederrijn de norm voor barium wel lichtelijk overschrijdt is er sprake van een dalende trend in de concentratie bij Lobith en valt het in de lijn der verwachting dat de gemiddelde concentratie spoedig zal voldoen aan de KRW-norm.

5.3 Vecht & Zwarte Water

Deze paragraaf geeft een uitgebreide beschrijving van de waterkwaliteit in het waterlichaam Vecht & Zwarte Water. Daarbij is gekeken naar de bronnen van de onderzoeksstoffen en de mate waarin sprake is van afwenteling van deze stoffen. De concentraties van de stoffen in het waterlichaam zijn bepaald aan de hand van de MWTL meetlocatie bij Genemuiden die is aangegeven op de kaart in bijlage F. In tabel 5 staan de waterkwaliteitsnormen, de gemiddelde concentraties en de piekbelastingen. Uit de tabel volgt dat stikstof totaal en de som van benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen beiden de KRW-norm overschrijden. Voor fosfaat totaal, koper, zink en barium liggen de gemiddelde concentraties en de piekbelastingen onder de norm. De bronnen en vrachten van de verschillende stoffen zijn voor de IJssel terug te vinden in bijlage E.

Tabel 5. De waterkwaliteitsnormen, concentraties en piekbelastingen (2011-2013), en de beoordelingsresultaten in waterlichaam de Vecht en het Zwarte Water.

Zwarte Water/Vecht	Ptot (GEP) (mg/L)	Ntot (GEP) (mg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ba (µg/L)	sBghiPInP (µg/L)
KRW-norm	0,14	2,5	3,8	7,8	82,3	0,002
MAC-MKN Land oppervlaktewateren				15,6	148	n.v.t.
Concentratie 2011-2013	0,09	2,6	2,0	3,6	57,2	0,003
Piekbelasting 2011-2013	0,14	3,9	3,4	7,8	68,2	0,011

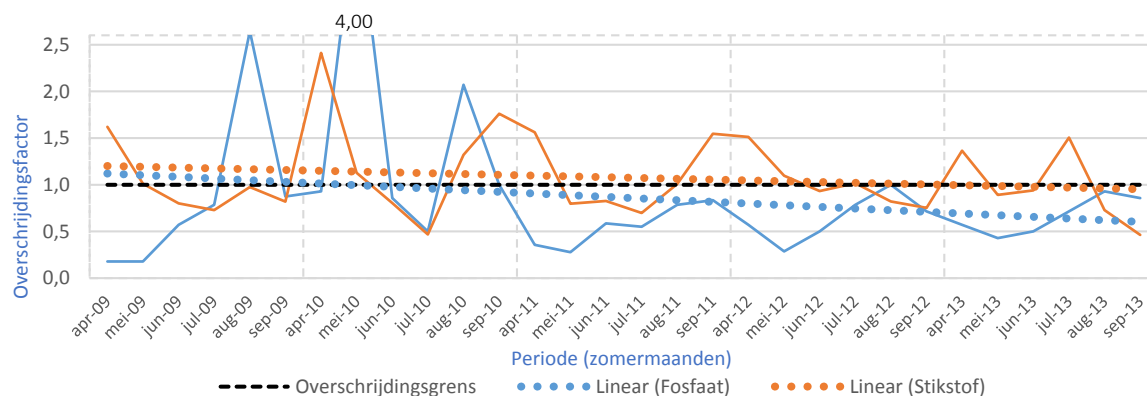
Legenda slecht ontoereikend matig goed

5.3.1 Fosfaat totaal (Ptot)

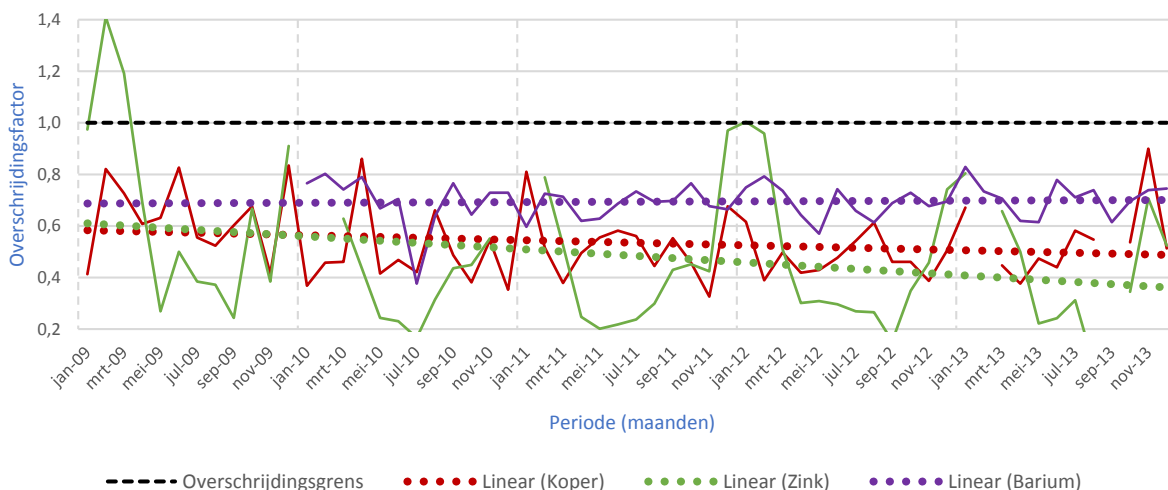
Zoals te zien in figuur 19 is er voor Ptot sprake van een dalende trend. Vanaf 2011 overschrijdt Ptot de norm niet meer. Met een gemiddelde concentratie van 0,09 P/L in de maanden april-september van de periode 2011-2013 voldoet het waterlichaam de Vecht & Zwarte Water aan de KRW-norm. De daling in de gemeten concentraties sinds 2011 is een gevolg van een verandering in de methodiek van meten. De belasting van Ptot op het waterlichaam komt voor 42% van de Overijsselse Vecht, 24% van de Beneden Regge en 15% van het Meppelerdiep. De directe belastingen zorgen voor slechts 1,59% van de totale belasting.

5.3.2 Stikstof totaal (Ntot)

De gemiddelde concentratie Ntot van 2,6 mg N/L ligt net boven de KRW-norm van 2,5 mg N/L, waardoor stikstof niet aan het GEP voor het waterlichaam Vecht & Zwarte Water voldoet. De piekbelasting komt tot een concentratie van 3,9 mg N/L. In figuur 19 is te zien dat de concentratie Ntot een dalende trend vertoont gedurende de maanden april tot en met september in de periode 2009-2013. Omdat er sprake is van een gemiddelde normoverschrijding is het belangrijk om de concentratie en de trend goed te blijven monitoren de komende jaren. Wanneer de trend stagneert of zelfs stijgt zijn maatregelen noodzakelijk. Van de belasting van het waterlichaam komt 53% van de vrachten Ntot uit de Overijsselse Vecht. Daarnaast komt 17% uit de Beneden Regge en 15% uit het Meppelerdiep. De directe belasting draagt slechts 0,83% bij aan de totale belasting van de Vecht en het Zwarte Water.



Figuur 19. Trend in de overschrijdingsfactor van fosfaat (Ptot) en stikstof (Ntot) op meetlocatie Genemuiden voor de zomermaanden in de periode 2009-2013



Figuur 20. Trend in de overschrijdingsfactor van koper, zink en barium op meetlocatie Genemuiden voor de periode 2009-2013

5.3.3 Koper (Cu)

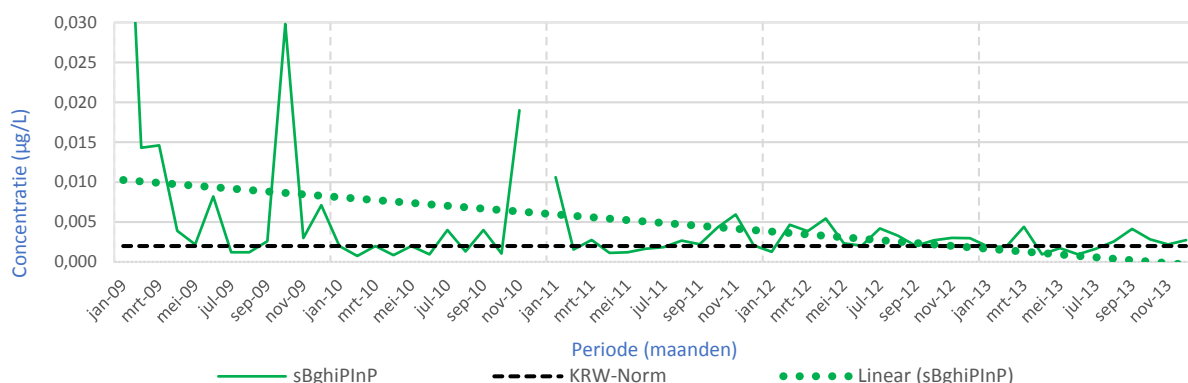
In de periode van 2009-2013 levert de concentratie van koper geen normoverschrijdingen in het waterlichaam Vecht & Zwarte Water en ook de piekbelastingen komen niet boven de norm uit. Het waterlichaam voldoet gemiddeld ruim aan de norm van $3,8 \mu\text{g Cu/L}$. Uit figuur 20 valt op te maken dat de concentratie koper in het oppervlaktewater daarnaast ook nog afneemt. De vrachten koper komen voor 41% uit de Overijsselse Vecht, 28% uit het Meppelerdiep en 12% uit de Beneden Regge.

5.3.4 Zink (Zn)

De gemiddelde concentratie van $3,6 \mu\text{g Zn/L}$ in het waterlichaam Vecht & Zwarte Water voldoet ruim aan de KRW-norm. De concentratie zink haalt slechts een keer dezelfde concentratie als de norm van $7,8 \mu\text{g Zn/L}$ in de periode 2011-2013; er vinden dus geen normoverschrijdingen plaats. Gezien de dalende trend in figuur 20 lijkt zink in de toekomst ook niet voor problemen te gaan zorgen. De belasting van zink komt voor het waterlichaam voor 43% van de Overijsselse Vecht, 30% van de Beneden Regge en 12% van het Meppelerdiep.

5.3.5 Barium (Ba)

De gemiddelde concentratie van barium in het oppervlaktewater van het waterlichaam Vecht & Zwarte Water komt niet boven de norm van $82,3 \mu\text{g Ba/L}$ uit in de periode 2010-2013. Ook de piekbelastingen blijven onder de norm. De trendlijn voor barium in figuur 20 lijkt op een lichte stijging van de concentraties te wijzen, echter lijkt dit geen waterkwaliteitsproblemen op te leveren voor de (nabije) toekomst. Over de voorbelasting en interne belasting van barium op Vecht & Zwarte Water zijn geen gegevens beschikbaar geweest voor dit onderzoek.



Figuur 21. Trend in de concentratie van sBghiPnP op meetlocatie Genemuiden voor de periode 2009-2013

5.3.6 Som benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen (sBghiPnP)

De concentratie van sBghiPnP in waterlichaam Vecht & Zwarte Water van 0,003 µg sBghiPnP/L voldoet niet aan de GCT van 0,002 µg sBghiPnP/L in de periode 2011-2013. De piekbelasting van 0,011 µg sBghiPnP/L overschrijdt de norm zelfs meer dan 5 keer. Daarentegen is in figuur 21 wel een sterk dalende trend te zien in de periode van 2009-2013. Het is onduidelijk wat deze trend betekent voor de nabije toekomst omdat er sprake is van een plotselinge sterke afname van de intensiteit van piekbelastingen vanaf 2011. Er is in ieder geval *geen* sprake van een veranderde methodiek om de concentratie te meten. Het is daarom belangrijk om de concentratie van sBghiPnP goed te blijven monitoren en eventueel verder te onderzoeken waardoor deze plotselinge afname wordt veroorzaakt. In totaal is 74% van de totale belasting van sBghiPnP op Vecht & Zwarte Water afkomstig van de Overijsselse Vecht. Andere grote bronnen zijn het Meppelerdiep, de Beneden Regge en de Soestwetering.

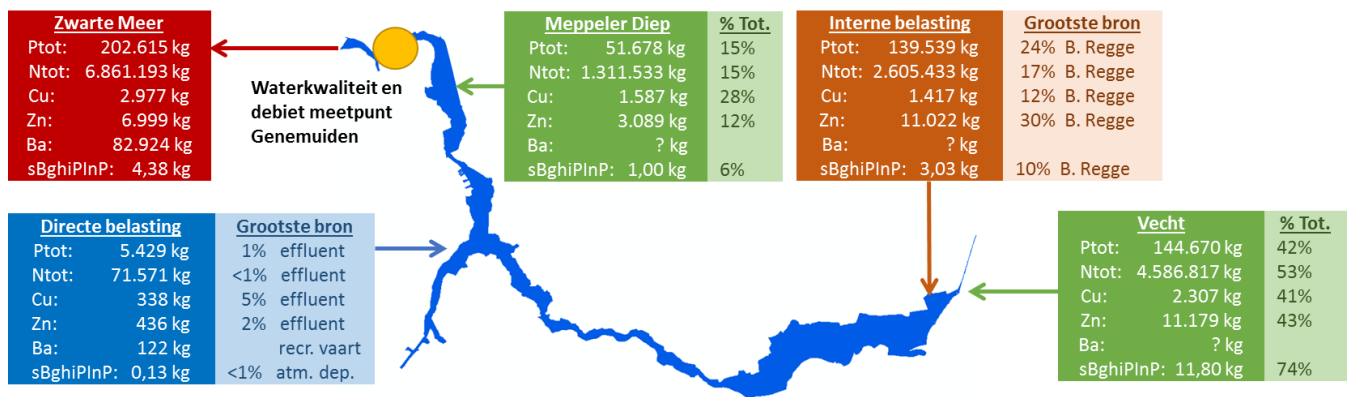
5.3.7 Afwenteling

Ntot en sBghiPnP zorgen beide voor waterkwaliteitsproblemen in het waterlichaam Vecht & Zwarte Water. De gemiddelde concentraties van deze stoffen liggen in de periode 2011-2013 beiden boven de norm. Tabel 6 geeft een overzicht van de normen van Ntot en de normen en de concentraties van sBghiPnP in de waterlichamen die af- of uitwateren op Vecht & Zwarte Water. Voor sBghiPnP liggen de concentraties in 2011 voor al deze waterlichamen te hoog (Witteveen+Bos, 2012) en is er dus sprake van afwenteling uit zowel regionale als Rijkswateren. Voor Ntot is er sprake van afwenteling vanuit de Overijsselse Vecht en de Beneden Regge, die allebei niet aan de eigen norm voldoen. Het Meppelerdiep, het Ommerkanaal, de Dedemsvaart en de Soestwetering voldoen wel aan de eigen norm, maar voor deze waterlichamen zijn geen gegevens over de gemiddelde zomerconcentraties van de stoffen beschikbaar voor dit onderzoek. Daarom is het niet vast te stellen of er sprake is van afwenteling.

Tabel 6. Normen en gemiddelde concentraties van Ntot en sBghiPnP in de waterlichamen die debieten afwateren en uitwateren op de Vecht en het Zwarte Water. De concentraties van de regionale wateren zijn afkomstig uit het *afwentelingsonderzoek Rijn Oost* dat is uitgevoerd door Witteveen+Bos in 2012. Deze concentraties zijn bepaald voor het jaar 2011. Voor dit onderzoek waren geen zomerconcentraties beschikbaar over de regionale waterlichamen die af- en uitwateren op de IJssel daarom is de beoordeling uit de KRW-factsheets weergegeven.

	Beheerder	sBghiPnP (µg/L)		Ntot (mg/L)	
		GCT	Gem.	GEP	Gem.
Vecht en Zwarte Water	RWS ON	0,002 µg/L	0,003 µg/L	2,50 mg/L	2,6 mg/L
Meppelerdiep	RWS ON/ RW	0,002 µg/L	0,003 µg/L	4,00 mg/L	
Overijsselse Vecht	WVS	0,002 µg/L	0,009 µg/L	4,00 mg/L	
Ommerkanaal	WVS	0,002 µg/L	-	2,80 mg/L	
Beneden Regge	WVS	0,002 µg/L	0,005 µg/L	2,30 mg/L	
Steenwetering	WGS	0,002 µg/L	0,005 µg/L	2,50 mg/L	
Dedemsvaart	WGS	0,002 µg/L	0,005 µg/L	2,80 mg/L	
Soestwetering	WGS	0,002 µg/L	0,005 µg/L	4,00 mg/L	

Legenda	slecht	ontoereikend	matig	goed
---------	--------	--------------	-------	------



Figuur 22. Beknopt overzicht van de vrachtentabel voor Vecht & Zwarte Water in bijlage E. De interne belastingen zijn afkomstig uit het afwentelingsonderzoek Rijn-Oost (Witteveen+Bos, 2012). De procentuele bijdragen van de grootste bronnen van directe en interne belasting zijn ten opzichte van de totaal aangevoerde vracht.

5.3.8 Beknopt overzicht bronnen

In figuur 22 is een beknopt overzicht gegeven van de bronnen voor de waterlichaam Vecht & Zwarte Water. Omdat er geen gegevens beschikbaar zijn over afgevoerde debieten richting de regionale wateren is er geen sluitpost voor de vrachtenbalans opgesteld. De afgevoerde vrachten richting het Zwarte Meer zijn gebaseerd op debiet en waterkwaliteit metingen die zijn uitgevoerd op de MWTL-locatie bij Genemuiden. Uit het overzicht volgt dat de grootste belastende bronnen voor het waterlichaam de Overijsselse Vecht, de Beneden Regge en het Meppelerdiep zijn. Directe belasting is voor de nutriënten, zink en sBghiPnP slechts verantwoordelijk voor circa <1%-2% van de totale belasting en is daarmee verwaarloosbaar. Wat opvalt is dat de concentratie van sBghiPnP sterk afneemt binnen het stroomgebied van de Vecht & Zwarte Water. Voor koper is effluent lozing wel een aanzienlijke directe bron met een bijdrage van 5% aan de totale belasting. Voor barium is er geen interne belasting meegenomen in dit onderzoek en bestaan er geen grote directe bronnen.

Op basis van deze paragraaf kunnen de volgende conclusies worden getrokken over de waterkwaliteit, bronnen en eventuele afwentelingsproblematiek in de Vecht en het Zwarte Water.

- ➔ De gemiddelde zomerconcentratie van Ntot in Vecht & Zwarte Water voldoet net niet aan het GEP maar vertoont wel een dalende trend. Belasting vanuit regionale wateren is verantwoordelijk voor circa 30% van de aangevoerde stikstof vrachten; de overige vrachten worden aangevoerd door de Overijsselse Vecht en het Meppelerdiep. Voor Ntot is er dus sprake van afwenteling.
- ➔ De concentratie van sBghiPnP voldoet net niet aan de GCT maar vertoont een dalende trend. Er is sprake van afwenteling van sBghiPnP vanuit alle wateren die af- en uitwateren op de Vecht en het Zwarte Water. De concentratie sBghiPnP neemt net als in de IJssel sterk af binnen het stroomgebied van het waterlichaam.
- ➔ Er wordt ruim voldaan aan het GEP voor Ptot, en aan de KRW-normen voor koper, zink en barium in het waterlichaam Vecht & Zwarte Water. Ook de piekbelastingen van deze stoffen voldoen aan de norm.

5.4 Ketel- & Vossemeer

Deze paragraaf geeft een uitgebreide beschrijving van de waterkwaliteit in het waterlichaam Ketel- & Vossemeer. Daarbij is gekeken naar de bronnen van de onderzoeksstoffen en de mate waarin sprake is van afwenteling van deze stoffen. De concentraties van de stoffen in het waterlichaam zijn bepaald aan de hand van de MWTL meetlocatie bij Ketelmeer-West die is aangegeven op de kaart in bijlage F. Op basis van de gemiddelde concentraties in de periode 2011-2013 die zijn terug te vinden in tabel 7, volgt dat stikstof totaal en som benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen de KRW-norm overschrijden in het Ketel- & Vossemeer. Voor de stoffen fosfaat totaal, koper, zink en barium is er geen sprake van een gemiddelde normoverschrijding. Voor de verschillende stoffen zijn de belangrijkste bronnen bepaald en is een beoordeling gegeven van de mate waarin er sprake is van afwenteling naar het waterlichaam. Een overzicht van alle bronnen en de hieruit voortkomende vrachten is voor het Ketel- & Vossemeer terug te vinden in bijlage E.

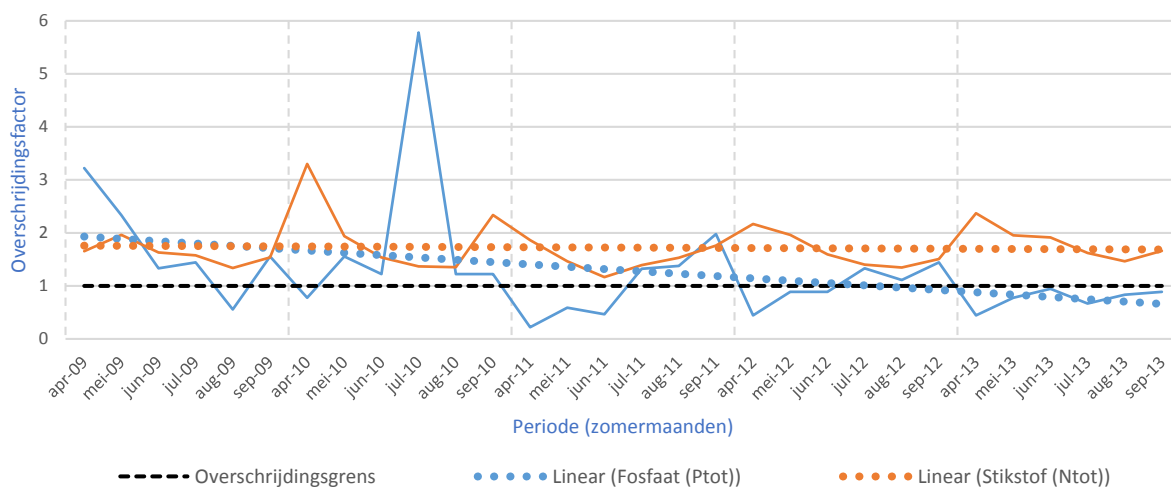
Tabel 7. De waterkwaliteitsnormen, concentraties en piekbelastingen (2011-2013), en de beoordelingsresultaten in waterlichaam Ketel- & Vossemeer.

Ketel- & Vossemeer	Ptot (GEP) (mg/L)	Ntot (GEP) (mg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ba (µg/L)	sBghiPInP (µg/L)
KRW-norm	0,09	1,3	3,8	7,8	82,3	0,0020
MAC-MKN Land oppervlaktewateren				15,6	148	n.v.t.
Concentratie 2011-2013	0,08	2,18	1,85	3,22	79,77	0,0032
Piekbelasting 2011-2013	0,18	3,08	2,16	5,13	114,0	0,01

Legenda	slecht	ontoereikend	matig	goed
---------	--------	--------------	-------	------

5.4.1 Fosfaat totaal (Ptot)

Voor Ptot is er sprake van een afname van het aantal 's zomerse normoverschrijdingen in de periode 2009-2013 zoals is te zien in figuur 23. Gemiddeld is er tijdens de zomers van 2011-2013 sprake van een concentratie van 0,08 mg P/L. Daarmee voldoet de concentratie aan de KRW-norm die is gesteld op 0,09 mg P/L. De gemiddelde concentratie over de periode 2011-2013 is aanmerkelijk lager dan de concentratie van 0,12 mg P/L over de periode 2010-2012, dit betekent dat er uitgaande van een periode van 3 jaar, voor het eerst aan de KRW-norm wordt voldaan. Deze scherpe daling in de concentraties kan voornamelijk toegeschreven worden aan een veranderde methodiek van meten die sinds 2011 wordt toegepast. Voorbelastingen vanuit de IJssel en het Zwarte Meer zijn de belangrijkste bron van Ptot in het Ketel- en Vossemeer. Gezamenlijk voeren deze waterlichamen circa 96% van de totale belasting aan. Interne belasting van het Ketel- & Vossemeer vanuit regionale wateren vindt voor Ptot vooral plaats vanuit gemaal Colijn Laag dat met een bijdrage van minder dan 2% echter een geringe bijdrage levert. Uit de Emissieregistratie Database volgen geen grote directe bronnen voor het Ketel- & Vossemeer.



Figuur 23. Trend in de overschrijdingsfactor van fosfaat (Ptot) en stikstof (Ntot) in het Ketel- & Vossemeer aan de hand van metingen die zijn verricht bij de MWTL-locatie Ketelmeer-West in de periode 2009-2013

5.4.2 Stikstof totaal (Ntot)

Voor Ntot is er sprake van een normoverschrijding in het Ketel- & Vossemeer. De KRW-norm van 1,3 mg N/L wordt met een gemiddelde concentratie van 2,18 mg N/L ruim overschreden in de periode 2011-2013. Daarbij komen piekbelastingen voor tot een concentratie van 3,08 mg N/L. Verder bevinden alle gemeten waarden zich boven de norm zoals is te zien in figuur 23. Omdat de trend uitwijst dat er slechts sprake is van een geringe afname in de Ntot gehalten, zijn maatregelen noodzakelijk. De bronnenanalyse wijst echter uit dat ruim 97% van de Ntot vrachten afkomstig zijn uit voorbelasting, waarvan 81% afkomstig is uit de IJssel. Opnieuw is gemaal Colijn Laag verantwoordelijk voor het grootste deel van de interne belasting; voor Ntot levert dit gemaal een bijdrage van ongeveer 2% op de totale belasting. De grootste direct bron voor stikstof is atmosferische depositie, echter speelt deze bron met een jaarlijkse bijdrage van zo'n 0,16% slechts een marginale rol in het Ketel- & Vossemeer.

5.4.3 Koper (Cu)

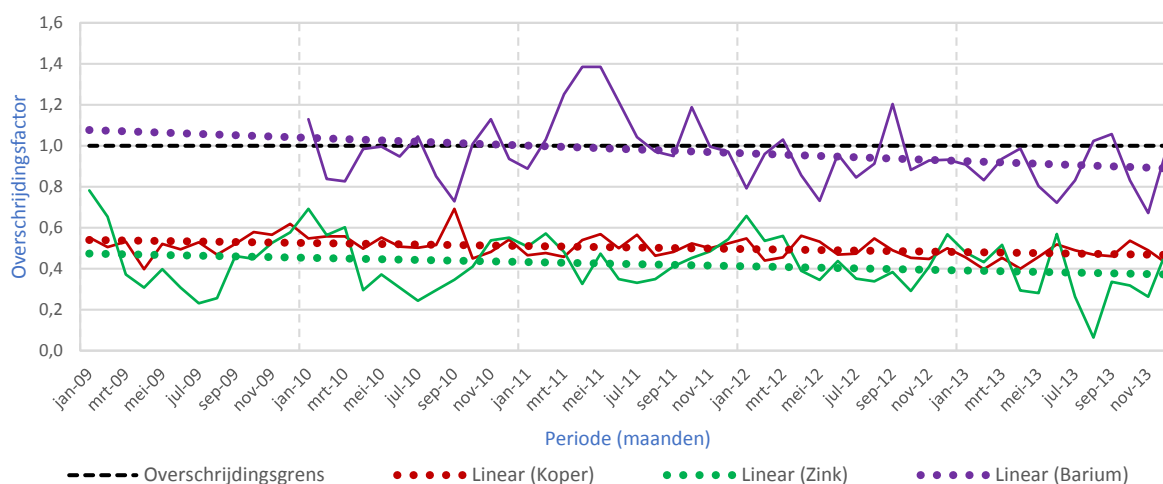
De concentratie van koper in het oppervlaktewater van het Ketel- & Vossemeer vertoont geen normoverschrijdingen in de periode 2009-2013. Met een piekbelasting van 2,16 µg Cu/L en een gemiddelde concentratie van 1,85 µg Cu/L over de periode 2011-2013, voldoet het oppervlaktewater in het Ketel- & Vossemeer ruim aan de KRW-norm van 3,8 µg Cu/L. Daarnaast volgt uit de trendanalyse in figuur 24 dat de concentratie van koper in het oppervlaktewater nog steeds daalt.

5.4.4 Zink (Zn)

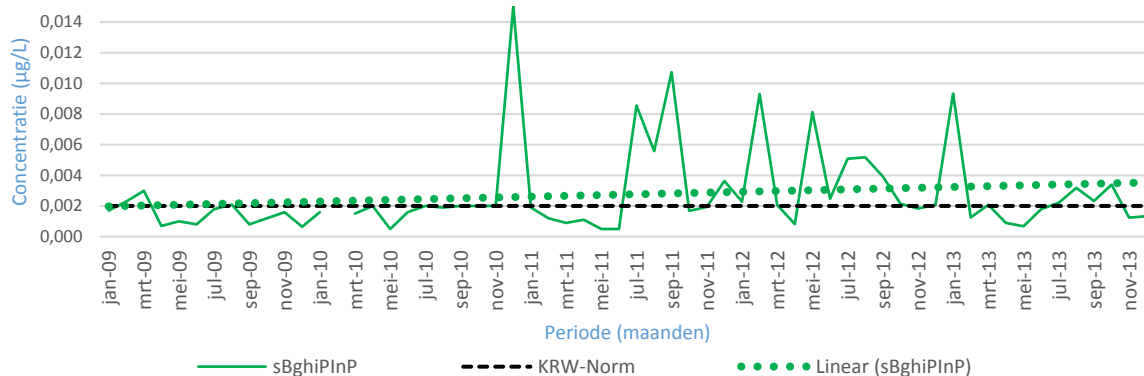
De concentratie zink in het oppervlaktewater vertoont tevens geen normoverschrijdingen en uit figuur 24 blijkt dat er sprake is van een dalende trend in de periode 2009-2013. Met een piekbelasting van 5,13 µg/L en een gemiddelde concentratie van 3,23 µg/L in de periode 2011-2013 voldoet het Ketel- & Vossemeer aan de norm die is gesteld op 7,80 µg/L.

5.4.5 Barium (Ba)

De concentratie van barium voldoet aan KRW-norm in het Ketel- & Vossemeer over de periode 2011-2013. Met een gemiddelde concentratie van 79,8 µg Ba/L in de periode 2011-2013 wordt er krap voldaan aan de norm voor de toestandsbepaling van 82,3 µg Ba/L. Uit figuur 24 volgt dat er sprake is van een dalende trend. In het Ketel- & Vossemeer komen overigens wel piekbelastingen voor die met een maximale concentratie van 114,0 µg Ba/L de norm ruim overschrijden. Barium is voor 95% afkomstig is uit voorbelasting, waarbij de IJssel de grootste bijdrage levert. Er zijn geen directe bronnen opgenomen in de Emissieregistratie Database voor barium in het Ketel- & Vossemeer.



Figuur 24. Trend in de overschrijdingsfactor van koper (Cu), zink (Zn) en barium (Ba) op meetlocatie Ketelmeer West voor de periode 2009-2013



Figuur 25. Trend in de concentratie van sBghiPnP gemeten bij MWTL-locatie Ketelmeer-West in de periode 2009-2013

5.4.6 Som benzo(ghi)peryleen & indeno (1,2,3-cd)pyreen (sBghiPnP)

De concentratie van sBghiPnP in het Ketel- & Vossemeer voldoet niet aan de GCT in de periode 2011-2013. Gemiddeld wordt de norm van 0,002 µg sBghiPnP/L met ongeveer 60% overschreden met een gemiddelde concentratie van 0,0032 µg sBghiPnP/L. Daarnaast komen er piekbelastingen voor die de norm ruim 5 maal overschrijden. De trendanalyse in figuur 25, die is uitgevoerd over de periode 2009-2013, wijst op een toename in het aantal normoverschrijdingen. Vanaf 2010 lijkt een algehele toename te hebben plaatsgevonden in de gehalten en piekbelastingen van sBghiPnP in het oppervlaktewater van het Ketel- & Vossemeer. De grootste bron voor sBghiPnP in het waterlichaam is voorbelasting met een relatieve bijdrage van 95% aan de totale belasting van het waterlichaam. Daarbij is de IJssel hoofdleverancier met circa 88% van de totale belasting. Vanuit het beheergebied van waterschap Zuiderzeeland wordt ruim 2% van de totale belasting aangevoerd. Daarnaast is er sprake van directe belasting van het Ketel- & Vossemeer door atmosferische depositie en binnenscheepvaart, wat tevens een bijdrage levert van zo'n 2% aan de totaal aangevoerde vrachten.

Wat opvalt is dat de concentraties in de aanvoerende wateren IJssel en Vecht & Zwarte Water lijken te dalen, en de vracht in de loop van deze rivieren sterk afneemt. In het Ketel- & Vossemeer is juist sprake van toenemende concentraties in dezelfde periode, maar is vrijwel de gehele belasting afkomstig uit deze beide rivieren. Dit suggereert dat er ofwel een meet/ analyse fout in de gegevens of het onderzoek zit, of dat er sprake is van een ontbrekende of onderschatte bron in de Emissieregistratie Database. Voor het Ketel- & Vossemeer kan met name atmosferische depositie beschouwd worden als een mogelijk onderschatte bron. Uit de achtergrondrapportage over atmosferische depositie van PAK [TNO, Deltares, PBL, 2014] volgt dat de belastingen in de Emissieregistratie Database zijn bepaald op basis van modelberekeningen. Voor PAK's (waaronder sBghiPnP) geldt dat de invoer in de Emissieregistratie Database matig is en de validatie van de gegevens is tevens matig. Er vinden slechts incidenteel metingen plaats voor de belasting van oppervlaktewater door atmosferische depositie van PAK's. Op een schaal van 1-400%, waarbij 1% als zeer betrouwbaar geldt, scoren de vrachtschattingen voor de PAK's 100% volgens experts.

5.4.7 Afwenteling

In het Ketel- & Vossemeer bestaan waterkwaliteitsproblemen voor stikstof en sBghiPnP. Om te bepalen of er hierbij sprake is van afwenteling is een analyse uitgevoerd van de gemiddelde concentraties en KRW-normen van de waterlichamen die zowel af- als uitwateren op de beide meren. Uit tabel 8 valt op te maken dat er voor Ntot sprake is van afwenteling vanuit de IJssel. Hoewel de IJssel voldoet aan het GEP, liggen de norm en de concentratie van Ntot in dit waterlichaam, zoals te zien in tabel 8, bijna twee maal hoger dan de norm voor het Ketel- & Vossemeer. Daarnaast is er ook sprake van afwenteling van Ntot vanuit het Zwarte Meer. Naast dat er water met een te hoge concentratie Ntot wordt aangevoerd vanuit aangrenzende Rijkswateren, volgt uit tabel 9 dat er in de zomer water met een gemiddelde

concentratie van 4,33 mg N/L wordt aangevoerd vanuit regionale wateren die in het beheer zijn van waterschap Zuiderzeeland. Daarbij voldoet het water dat door waterschap Zuiderzeeland niet aan haar eigen normen van respectievelijk 3,8 mg N/L voor de Lage Vaart (Colijn Laag) en 2,5 mg N/L voor de Hoge Vaart (Colijn Hoog). Deze normen zijn beiden hoger dan het GEP van het Ketelmeer en het Vossemeer. Hoewel er sprake is van afwenteling vanuit het beheergebied van waterschap Zuiderzeeland, heeft dit water slechts een relatief kleine bijdrage van ongeveer 2% op de totale belasting van het Ketel- & Vossemeer.

Tabel 8. Normen en gemiddelde concentraties van de normoverschrijdende stoffen Ntot en sBghiPnP in de waterlichamen die debieten af- en uitwateren op het Ketel- & Vossemeer

	Achterliggend waterlichaam	Beheerder	Stikstof (mg/L)		sBghiPnP (µg/L)	
			GEP	Gem.	GCT	Gem.
Zwarte Meer	n.v.t	RWS-M	1,30	2,18	0,0020	0,0032
Ketelmeer, Vossemeer	n.v.t	RWS-M	1,30	2,18	0,0020	0,0032
IJsselmeer	n.v.t	RWS-M	1,30	2,23	0,0020	0,0019
IJssel	n.v.t	RWS-O	2,50	2,46	0,0020	0,0030
Roggebotsluis en spuiokers	NL92_Randemerren_Oost	RWS-M	1,30	0,96	0,0020	0,0007
Gemaal Colijn Hoog	NL37_U Hoge Vaart	ZZL	2,50	3,02	0,0020	0,0050
Gemaal Colijn Laag	NL37_V Lage Vaart	ZZL	3,80	4,36	0,0020	0,0045
Uitwateringskanaal Roggebot	NL_04 Uitwateringskanaal	GS	2,50	1,70	0,0020	0,0050

Legenda **slecht** **ontoeirekend** **matig** **goed**

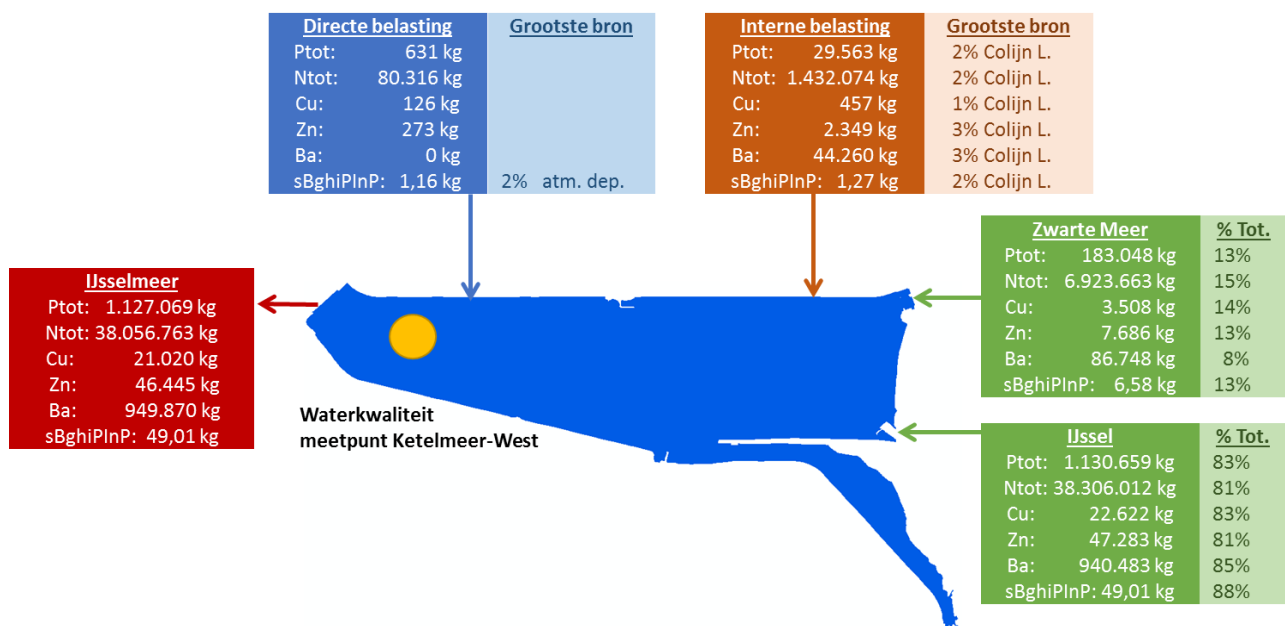
Voor sBghiPnP is er sprake van afwenteling vanuit de bovenstrooms gelegen Rijkswaterlichamen. Daarnaast is er voor sBghiPnP tevens sprake van afwenteling vanuit de beheergebieden van Waterschap Zuiderzeeland en Waterschap Groot Salland. Met een gemiddelde concentratie van 0,0040 µg sBghiPnP/L overschrijdt het water dat afkomstig is uit deze regionale wateren de norm voor de GCT ongeveer twee maal. Hoewel er dus sprake is van afwenteling vanuit de beheergebieden van de waterschappen is de relatieve bijdrage van interne belasting op de totale belasting van het waterlichaam slechts 2,5%.

Hoewel alleen Ntot en sBghiPnP normoverschrijdend zijn in het Ketel- & Vossemeer worden er door Waterschap Zuiderzeeland debieten uitgewaterd waarin concentraties voorkomen die de norm voor barium in het Ketel- & Vossemeer fors overschrijden. Waterschap Zuiderzeeland watert een gemiddelde concentratie van 172,9 µg Ba/L uit, wat een overschrijding van de MAC-waarde van 148 µg Ba/L betekent. Hoewel er niet direct sprake is van afwentelingsproblematiek, is barium een belangrijke stof om in de gaten te houden. De concentratie van Ptot in het water dat afkomstig is van de waterschappen voldoet tevens niet aan de norm in het Ketel- & Vossemeer echter levert dit vooralsnog geen problemen op gezien de afnemende concentratie in het waterlichaam die gemiddeld aan de norm voldoet.

Tabel 9. Gemiddelde concentraties van stoffen in de aanvoerde debieten vanuit waterschappen (Zuiderzeeland en Groot Salland) richting het Ketel- & Vossemeer, ten opzichte van de norm voor dit waterlichaam.

		Zomerdebiet (miljoen m3)	Fosfaat zomer (mg/L)	Stikstof zomer (mg/L)	Jaardebiet (miljoen m3)	Barium (µg/L)	Koper (µg/L)	Zink (µg/L)	sBghiPnP (µg/L)
ZZL	Gemaal Colijn Hoog	17,93	0,12	3,02	55,65	95,31	2,20	8,93	0,0050
	Gemaal Colijn Laag	805,79	0,14	4,36	181,41	196,67	1,32	7,43	0,0045
	Totale aanvoer en gem. concentratie	823,72	0,14	4,33	237,06	172,87	1,53	7,78	0,0046
WGS	Uitwateringskanaal Roggebot	2,17	0,12	1,70	6,03	52,85	1,42	6,63	0,0050
	Roggebotsluis en spuiokers	9,17	0,15	0,96	41,73	50,74	1,28	2,56	0,0007
	Totale aanvoer en gem. concentratie	11,34	0,14	1,10	47,76	51,01	1,29	3,08	0,0012
Gemiddelde waterschappen			0,14	4,29		152,44	1,49	6,99	0,0040
Norm Ketelmeer Vossemeer			0,09	1,3		82,3	3,8	7,8	0,0020
Concentratie Ketelmeer Vossemeer			0,08	2,18		79,8	1,85	3,23	0,0032

Legenda **slecht** **ontoeirekend** **matig** **goed**



Figuur 26. Beknopt overzicht van de vrachtentabel voor het Ketel- & Vossemeer in bijlage E. De procentuele bijdrage van de grootste interne en directe bronnen zijn gegeven ten opzichte van de totaal aangevoerde vracht.

5.4.8 Beknopt overzicht bronnen

In figuur 26 is een beknopt overzicht gegeven van de bronnen voor het Ketel- & Vossemeer. De uitgaande vracht richting het IJsselmeer, en de inkomende vracht vanuit het Zwarte Meer, zijn bepaald door de concentraties bij Ketelmeer-West te vermenigvuldigen met de debieten die zijn bepaald middels de voor dit onderzoek opgestelde waterbalans. Doordat deze debieten niet worden bemeten is het niet mogelijk om een sluitpost op te stellen voor de vrachtenbalans. Uit het overzicht volgt dat het Ketel- & Vossemeer hoofdzakelijk worden belast door water afkomstig uit de IJssel en in mindere mate uit het Zwarte Meer. Interne en directe belasting lijken voor de verschillende stoffen slechts een marginale rol te spelen met een bijdrage van circa 2%-5% op de totaal aangevoerde vrachten. Interne belasting is voornamelijk afkomstig van gemaal Colijn Laag.

Op basis van de voorgaande analyse van het Ketel- & Vossemeer kunnen de volgende conclusies worden getrokken over de waterkwaliteit, bronnen en afwenteling;

- ➔ Het Ketel- & Vossemeer voldoen niet aan het GEP voor Ntot. Hoewel er in de periode 2009-2013 enige verbetering is opgetreden, liggen de concentraties gemiddeld ongeveer twee maal te hoog. De grootste bijdrage aan de totale belasting wordt geleverd door de IJssel dat aan de eigen norm voldoet, maar waarvan het GEP ongeveer 2 maal zo hoog ligt als in het Ketel- & Vossemeer. De rest van de belasting is vrijwel geheel afkomstig uit het Zwarte Meer dat ook een te hoge concentratie levert en niet aan het eigen GEP voldoet. Daarmee is er sprake van afwenteling uit beide Rijkswateren.
- ➔ De concentratie sBghiPInP in het Ketel- & Vossemeer voldoet niet aan de KRW-norm in de periode 2011-2013. De grootste bijdrage aan de totale belasting wordt geleverd door de IJssel en het Zwarte Meer waardoor er sprake is van afwenteling. Atmosferische depositie levert nog een bijdrage van circa 2% op de totaal aangevoerde vracht.
- ➔ Het Ketel- & Vossemeer voldoet aan het GEP voor Ptot en aan de KRW-normen voor koper, zink en barium. Voor Ptot is er sprake van een afname van het aantal normoverschrijdende piekbelastingen. De piekbelastingen van koper en zink in het oppervlaktewater van het Ketel- & Vossemeer komen in de periode 2011-2013 niet boven de KRW-norm uit. De gemiddelde concentratie barium in water afkomstig van de waterschap Zuiderzeeland voldoet echter niet aan de MAC-waarde.

5.5 Zwarte Meer

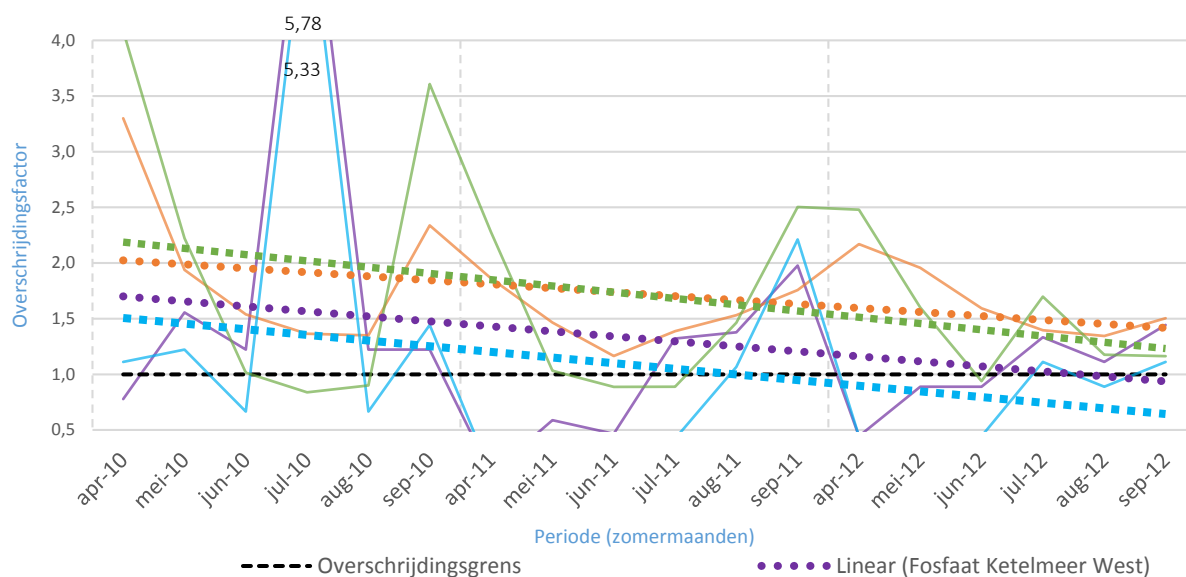
De chemische toestand en de concentraties van de ecologie ondersteunende stoffen in het oppervlakte water van het Zwarte Meer, worden beoordeeld aan de hand van de metingen op de MWTL-locatie Ketelmeer West (zie bijlage F). Verder zijn de normen voor de onderzoeksstoffen, zoals te zien in tabel 10, in het Zwarte Meer gelijk aan die in het Ketel- & Vossemeer. Dit betekent dat voor het Zwarte Meer dezelfde normoverschrijdingen gelden als in het Ketel- & Vossemeer; namelijk stikstof en sBghiPnP. Voor een beschrijving van de trends en overschrijdingsfactoren met betrekking tot de onderzoeksstoffen wordt voor het Zwarte Meer dan ook verwezen naar de vorige paragraaf 5.4. Voor een uitgebreid overzicht van de bronnen per stof wordt verwezen naar bijlage E.

Tabel 10. De waterkwaliteitsnormen, concentraties en piekbelastingen (2011-2013), en de beoordelingsresultaten in het Zwarte Meer op basis van MWTL-locatie Ketelmeer-West

Zwarte Meer	Ptot (mg/L)	Ntot (mg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ba (µg/L)	sBghiPnP (µg/L)
KRW-norm	0,09	1,3	3,8	7,8	82,3	0,0020
MAC-MKN Land oppervlaktewateren				15,6	148	n.v.t.
Concentratie 2011-2013	0,08	2,18	1,85	3,22	79,77	0,0032
Piekbelasting 2011-2013	0,18	3,08	2,16	5,13	114,0	0,01

Legenda	slecht	ontoereikend	matig	goed
---------	--------	--------------	-------	------

Naast de metingen bij Ketelmeer-West zijn er voor het Zwarte Meer in de periode 2010-2012 metingen verricht in het Ramsdiep om inzicht te krijgen in de concentraties van Ntot en Ptot in het oppervlaktewater. Deze gegevens van het Ramsdiep zijn afkomstig uit de operationele monitoring en worden in dat rapport gebruikt als referentiekader voor de metingen van Ketelmeer West. Om een indicatie te geven van de mate waarin de concentraties tussen het meetpunt Ramsdiep en Ketelmeer West overeenkomen, is een vergelijking gemaakt van de meetresultaten van Ntot en Ptot over de zomermaanden van 2010 tot en met 2012. Figuur 27 laat een vrijwel gelijk verloop zien in de 's zomerse overschrijdingsfactor van Ptot en Ntot tussen Ketelmeer West en Ramsdiep, echter lijken de concentraties Ptot bij Ketelmeer West gemiddeld net iets hoger te liggen dan in het Ramsdiep. Gemiddeld was de concentratie Ptot over de periode 2010-2012 bij meetpunt Ketelmeer West met 0,12 mg P/L ongeveer 20% hoger dan in het Ramsdiep waar een gemiddelde concentratie van 0,10 mg P/L is gemeten. Voor Ntot lijkt het verschil verwaarloosbaar gezien de concentraties van 2,24 mg N/L bij Ketelmeer West en 2,22 mg N/L in het Ramsdiep.



Figuur 27. Vergelijking van overschrijdingsfactoren voor stikstof (Ntot) en fosfaat (Ptot) zoals gemeten bij Ketelmeer West en Ramsdiep in de periode 2010-2012

Tabel 11. Normen en gemiddelde concentraties van de normoverschrijdende stoffen Ntot en sBghiPnP in de waterlichamen die debieten afwateren op het Zwarte Meer

	Achterliggend waterlichaam	Beheerder	Ntot (mg/L)		sBghiPnP (µg/L)	
			GEP	Gem.	GCT	Gem.
Zwarte Meer	n.v.t.	RWS-M	1,30	2,18	0,0020	0,0032
Ketelmeer, Vossemeer	n.v.t.	RWS-M	1,30	2,18	0,0020	0,0032
Zwarte Water	n.v.t.	RWS-O	2,50	2,56	0,0020	0,0029
Kadoelerkeersluis	NL37_X	ZZL	2,00	2,36	0,0020	0,0034
Goot en Ganzendiep	NL-04_Goot-Ganzendiep	GS	4,00	2,99	0,0020	0,0050

Legenda slecht ontoereikend matig goed

5.5.1 Afwenteling

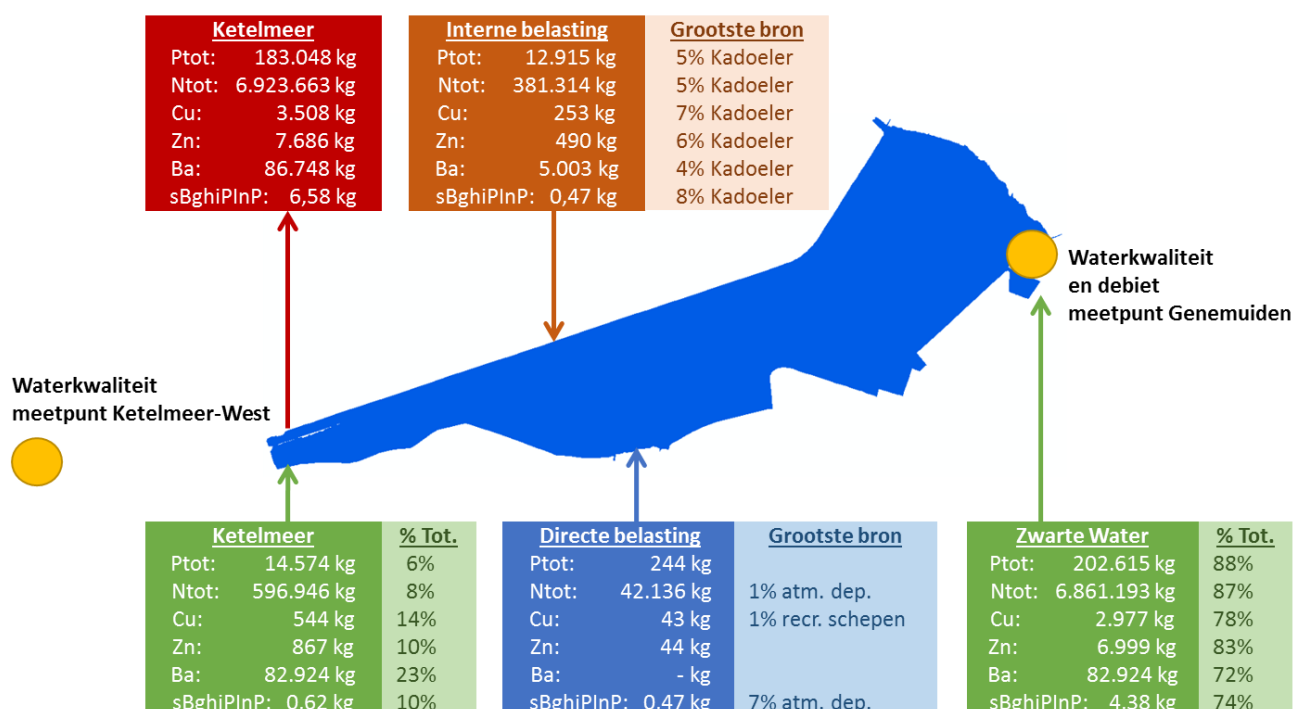
Om te bepalen of de normoverschrijdingen van Ntot en sBghiPnP worden veroorzaakt door afwenteling zijn de gemiddelde concentraties en KRW-normen van de waterlichamen waarmee het Zwarte Meer water uitwisselt weergegeven in tabel 11. Uit de tabel volgt dat er voor Ntot sprake is van afwenteling vanuit het Zwarte Water. Hoewel het Zwarte Water (bijna) voldoet aan haar GEP, ligt de norm in dit waterlichaam bijna twee maal hoger dan die in het Zwarte Meer. Er lijkt ook sprake te zijn van afwenteling van Ntot naar het Zwarte meer door terugstroming en opstuwing van water uit het Ketel- & Vossemeer. Omdat er geen debietmetingen worden uitgevoerd in het Ramsdiep is de mate waarin hier sprake van is echter onzeker. Voor Ntot kan dit mogelijk oplopen tot circa 6% van de totaal aangevoerde vrachten. Uit de bronnenanalyse van het Zwarte Meer volgt dat de totale Ntot belasting op het waterlichaam voor ongeveer 94% afkomstig is uit voorbelasting en de overige bijdrage geleverd wordt door interne belasting. sBghiPnP in het Zwarte Meer is voor ongeveer 84% afkomstig uit voorbelasting, 8% uit interne belasting en nog eens 8% uit directe belasting (met name atmosferische depositie). Voor sBghiPnP lijkt de bijdrage van het Ketelmeer aan de belasting van het Zwarte Meer te kunnen oplopen tot 10% van de totaal aangevoerde vrachten op het Zwarte Meer.

Naast dat er sprake is van afwenteling uit Rijkswateren is er tevens sprake van afwenteling van Ntot en sBghiPnP uit regionale wateren; namelijk uit het Kadoelermeer en de Goot en het Ganzendiep. De norm voor het GEP van Ntot in het Kadoelermeer ligt hoger dan die in het Zwarte Meer. Zoals te zien in tabel 12 ligt de gemiddelde concentratie van dit water met 2,36 mg N/L bijna twee maal hoger dan de norm van 1,30 mg N/L die geldt voor het Zwarte Meer. Voor de Goot en het Ganzendiep is er ook sprake van afwenteling. Hoewel dit waterlichaam wel voldoet aan het eigen GEP van 4,00 mg N/L ligt de gemiddelde concentratie van 2,99 mg N/L ruim hoger dan de norm in het Zwarte Meer. Voor sBghiPnP is sprake van afwenteling vanuit alle aangrenzende regionale wateren.

Tabel 12. Aangevoerde concentraties vanuit de waterschappen ten opzichte van de concentraties zoals gemeten in de periode 2011-2013 in het Zwarte Meer.

	Zomerdebiet (miljoen m3)	Fosfaat zomer (mg/L)	Stikstof zomer (mg/L)	Jaardebiet (miljoen m3)	Barium (µg/L)	Koper (µg/L)	Zink (µg/L)	sBghiPnP (µg/L)
ZZL Kadoelerkeersluis	31,70	0,08	2,36	129,59	39,92	1,84	3,88	0,0034
WGS Goot en Ganzendiep	1,38	0,08	2,99	5,19	99,41	1,54	3,48	0,0050
Gemiddelde waterschappen		0,08	2,39		42,20	1,83	3,86	0,0035
Norm Zwarte Meer		0,09	1,30		82,30	3,80	7,80	0,0020
Concentratie Zwarte Meer		0,08	2,22		74,85	3,22	6,77	0,0032

Legenda slecht ontoereikend matig goed



Figuur 28. Beknopt overzicht van de vrachtentabel voor het Zwart Meer in bijlage E. De bijdrage van de grootste interne en directe bronnen is in een percentage aangegeven ten opzichte van de totaal aangevoerde vracht.

5.5.2 Beknopt overzicht bronnen

Uit figuur 28 valt op te maken dat het Zwart Meer hoofdzakelijk wordt belast door het Zwarte Water, het Kadoelermeer en mogelijk door terugstroming van vrachten vanuit het Ketelmeer. Directe belastingen hebben over het algemeen een zeer beperkte bijdrage, hoewel atmosferische depositie van sBghiPnP met circa 7% wel een behoorlijke bijdrage aan de totaal aangevoerde vracht levert. Opnieuw is de uitgaande vracht richting het Ketelmeer bepaald op basis van de voor dit onderzoek opgestelde waterbalans omdat er geen debietmetingen worden uitgevoerd in het Ramsdiep.

Over het Zwart Meer kunnen de volgende conclusies worden getrokken over de waterkwaliteit, bronnen en afwenteling;

- ➔ Op basis van een vergelijking van de concentraties Ntot en Ptot bij Ketelmeer-West en in het Ramsdiep in de periode 2009-2012 volgt dat de meetpunten vrij goed overeenkomen. Mogelijk wordt de concentratie van Ptot in het Zwarte Meer enigszins overschat (<20%).
- ➔ Het Zwarte Meer voldoet niet aan het GEP voor Ntot. Hoewel er in de periode 2009-2013 enige verbetering is opgetreden, liggen de concentraties gemiddeld circa 2 maal te hoog. De grootste bijdrage aan de totale belasting wordt geleverd door het Zwarte Water. Mogelijk is er ook indirect sprake van afwenteling vanuit de IJssel tijdens droge perioden.
- ➔ In het Zwarte Meer wordt niet voldaan aan de GCT voor sBghiPnP. De grootste bijdragen aan de totale belasting zijn afkomstig uit het Zwarte Water en mogelijk de IJssel. Atmosferische depositie heeft een bijdrage van 7% aan de totale belasting.
- ➔ Voor Ptot, koper, zink en barium is er geen sprake van normoverschrijdingen en deze worden op basis van de trendanalyses ook niet verwacht.

5.6 IJsselmeer

Deze paragraaf geeft een uitgebreide beschrijving van de waterkwaliteit in het IJsselmeer. Daarbij is gekeken naar de bronnen van de onderzoeksstoffen en de mate waarin sprake is van afwenteling van deze stoffen. De concentraties van de stoffen in het waterlichaam zijn bepaald aan de hand van de MWTL meetlocatie Vrouwezand die is aangegeven op de kaart in bijlage F. Op basis van de gemiddelde concentraties over de periode 2011-2013 in tabel 13 volgt dat alleen stikstof normoverschrijdend is. Voor de stoffen fosfaat, koper, zink, barium en som benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen is er geen sprake van een gemiddelde normoverschrijding. Voor de verschillende stoffen zijn de belangrijkste bronnen bepaald en is er een beoordeling gegeven van de mate waarin er sprake is van afwentelingsproblematiek naar het IJsselmeer. Een overzicht van alle bronnen en de hieruit voortkomende vrachten zijn voor het IJsselmeer weergegeven bijlage E.

Tabel 13. De waterkwaliteitsnormen die in het kader van de KRW worden gehanteerd bij het bepalen van de chemische en ecologische toestand van het IJsselmeer. Verder zijn de concentraties en de piekbelastingen in de periode 2011-2013 weergegeven.

Het IJsselmeer	Ptot (mg/L)	Ntot (mg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ba (µg/L)	sBghiPInP (µg/L)
KRW-norm	0,07	1,30	3,80	7,80	82,30	0,0020
MAC-MKN Land oppervlaktewateren				15,60	148	n.v.t.
Concentratie 2011-2013	0,04	2,23	1,49	1,21	63,62	0,0019
Piekbelasting 2011-2013	0,10	3,38	1,98	2,70	74,50	0,01

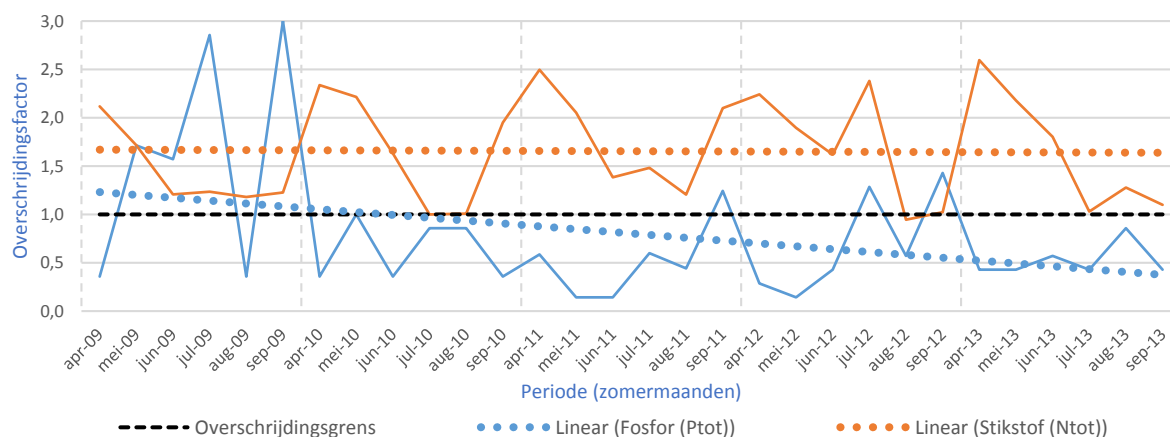
Legenda **slecht** **ontoereikend** **matig** **goed**

5.6.1 Fosfaat totaal (Ptot)

Voor Ptot voldoet de gemiddelde concentratie van 0,04 mg P/L in de periode 2011-2013 ruim aan het GEP van 0,07 mg P/L. Daarnaast volgt uit figuur 29 dat er sprake is van een sterke afname in het aantal normoverschrijdingen vanaf 2010. Deze ontwikkeling kan worden toegeschreven aan een veranderde meet methodiek die sinds 2010 wordt gehanteerd. Voorbelasting is de belangrijkste bron voor Ptot in het IJsselmeer met een bijdrage van ongeveer 90% aan de totale belasting. Interne belasting is verantwoordelijk voor de overige 10%. Directe bronnen leveren een zeer beperkte bijdrage aan de totale belasting.

5.6.2 Stikstof totaal (Ntot)

Voor Ntot is er sprake van een normoverschrijding in het IJsselmeer. Daarnaast vertoont de concentratie Ntot in het IJsselmeer, zoals te zien in figuur 29, nauwelijks een afname in de periode 2009-2013. Met een gemiddelde concentratie van 2,23 mg N/L voldoet het IJsselmeer over de periode 2011-2013 niet aan het GEP dat is gesteld op 1,30 mg N/L. Daarnaast komen er in de zomer piekbelastingen voor van 3,38 mg N/L die het GEP fors overschrijden.



Figuur 29. Trend in de overschrijdingsfactor fosfaat (Ptot) en stikstof (Ntot) bij MWTL-locatie Vrouwezand voor de maanden april-september in de periode 2009-2013

Gezien de huidige N_{tot} concentraties in het IJsselmeer zijn emissie beperkende maatregelen noodzakelijk. De bronnenanalyse wijst uit dat circa 90% van de totale stikstof belasting in het IJsselmeer afkomstig is uit voorbelasting dat hoofdzakelijk wordt geleverd door het Ketel- & Vossemeer. Verder is interne belasting verantwoordelijk voor zo'n 6% van de N_{tot} belasting en levert directe belasting, dat voornamelijk bestaat uit atmosferische depositie, nog een bijdrage van 4%.

5.6.3 Koper (Cu)

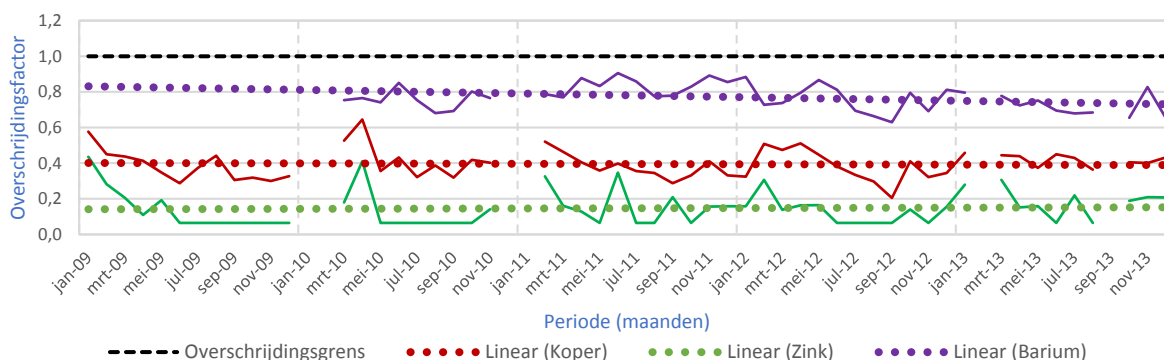
De concentratie van koper in het oppervlaktewater van het IJsselmeer vertoont geen normoverschrijdingen in de periode 2009-2013 zoals is te zien in figuur 30. Uit de trendanalyse volgt verder dat er sprake is van een vrij stabiele concentratie, die in de periode 2011-2013 gemiddeld $1,49 \mu\text{g/L}$ bedraagt. Daarmee voldoet het IJsselmeer ruim aan de KRW-norm die is gesteld op $3,80 \mu\text{g/L}$. Daarnaast bevinden ook de piekbelastingen zich jaarrond ruim onder de norm met een maximale waarde van $1,98 \mu\text{g Cu/L}$.

5.6.4 Zink (Zn)

Zoals volgt uit figuur 30 vertoont ook de concentratie van zink in het oppervlaktewater van het IJsselmeer geen normoverschrijding in de periode 2009-2013. Uit de trendanalyse is op te maken dat er sprake is van een stabiele gemiddelde concentratie van $1,21 \mu\text{g Zn/L}$ in de periode 2011-2013. Gezien het feit dat de KRW-norm voor zink is gesteld op $7,80 \mu\text{g Zn/L}$ wordt er dus ruim aan de norm voldaan. Ook de piekbelastingen bevinden zich met een maximale concentratie van $2,70 \mu\text{g Zn/L}$ ruim onder deze norm.

5.6.5 Barium (Ba)

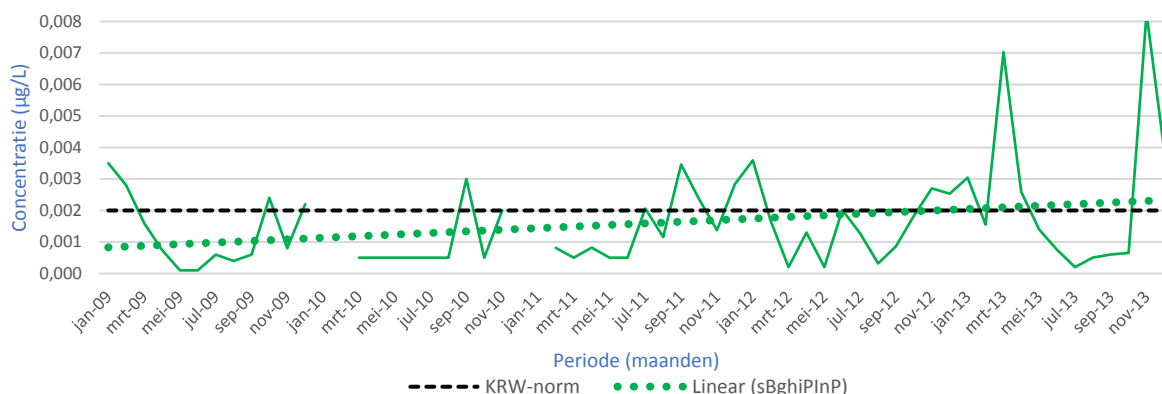
De concentratie van barium voldoet aan de norm in het IJsselmeer in de periode 2009-2013. De trendanalyse in figuur 30 wijst uit dat er sprake is van een afname van de concentratie barium in het IJsselmeer, resulterend in een gemiddelde concentratie van $63,62 \mu\text{g Ba/L}$ in de periode 2011-2013. Met deze gemiddelde concentratie wordt ruim voldaan aan de KRW-norm die is gesteld op $82,3 \mu\text{g Ba/L}$. Daarnaast voldoen ook de piekbelastingen met een maximale concentratie van $74,50 \mu\text{g Ba/L}$ ruim aan de KRW-norm.



Figuur 30. Trend in de overschrijdingsfactor van koper, zink en barium op meetlocatie Vrouwezand in de periode 2009-2013

5.6.6 De som van benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen (sBghiPnP)

Uit figuur 31 op de volgende bladzijde volgt dat de concentratie van sBghiPnP in het IJsselmeer de komende jaren de KRW-norm dreigt te gaan overschrijden. Hoewel de KRW-norm voor de GCT van $0,0020 \mu\text{g sBghiPnP/L}$ in de periode 2011-2013 nog niet wordt overschreden met een gemiddelde concentratie van $0,0019 \mu\text{g sBghiPnP/L}$, is er de laatste jaren sprake van een toename in zowel het aantal normoverschrijdingen als de gemiddelde concentratie. Daarnaast komen er in de periode van 2011-2013 piekbelastingen voor die de norm tot 4 maal overschrijden. Vanaf 2010 is er sprake van een toename in de frequentie en de mate van de normoverschrijdingen. Uit de bronnenanalyse blijkt dat de belangrijkste bron voor sBghiPnP in



Figuur 31. Trend in de overschrijdingsfactor van sBghiPnP op meetlocatie Vrouwezand in de periode 2009-2013

het IJsselmeer voorbelasting is met een bijdrage van circa 57% aan de totale belasting. Echter heeft directe belasting met een bijdrage van ongeveer 36% een grote invloed op de concentraties in het IJsselmeer. Deze directe belasting valt vrijwel geheel toe te schrijven aan atmosferische depositie. Er lijkt daarmee de noodzaak te bestaan om emissiebeperking van sBghiPnP richting het compartiment lucht te realiseren, teneinde de waterkwaliteit in het IJsselmeer te verbeteren. Dit vereist echter een integrale aanpak gezien het grensoverstijgende karakter van het probleem.

5.6.7 Afwenteling

In het IJsselmeer is sprake van een waterkwaliteitsprobleem voor Ntot, daarnaast dreigt sBghiPnP de KRW-norm te gaan overschrijden in de aankomende jaren. Om te bepalen of er sprake is van afwentelingsproblematiek voor deze stoffen is in tabel 14 een vergelijking gemaakt van de gemiddelde concentraties en KRW-normen van de waterlichamen waarmee het IJsselmeer water uitwisselt; zowel via afwatering als uitwatering. Uit de tabel valt op te maken dat er voor Ntot sprake is van afwenteling vanuit het Ketel- & Vossemeer waar een gelijke norm wordt overschreden. Wat opvalt is dat het Markermeer, waarmee ook uitwisseling plaatsvindt, een relatief lage concentratie stikstof bevat in verhouding tot het aangrenzende IJsselmeer.

Tabel 14 Normen en gemiddelde concentraties van de normoverschrijdende stoffen Ntot en sBghiPnP in het IJsselmeer die debieten af- en uitwateren op het noordelijke compartiment van het IJsselmeergebied

	Achterliggend waterlichaam	Beheerder	Ntot (mg/L)		sBghiPnP (µg/L)	
			GEP	Gem.	GCT	Gem.
Ketel- & Vossemeer	n.v.t	RWS-M	1,30	2,18	0,0020	0,0032
IJsselmeer	n.v.t	RWS-M	1,30	2,23	0,0020	0,0019
Markermeer	n.v.t	RWS-M	1,30	1,19	0,0020	0,0038
Gemaal Vissering	NL37_RS - Vaarten NOP	ZZL	3,80	4,83	0,0020	0,0041
Gemaal Buma	NL37_RS - Vaarten NOP	ZZL	3,80	3,35	0,0020	0,0057
Gemaal Vier Noorder Koggen	NL12_440 & NL12_445	HHNK	2,80	4,23	0,0020	0,0170
Gemaal Lely	Wieringermeerpolder	HHNK	n.a.	2,89	0,0020	0,0240
Gemaal Wouda	NL02L9b Friese boezem	WF	3,80	1,64	0,0020	
Gemaal Hoogland	NL02L9b Friese boezem	WF	3,80	1,62	0,0020	

Legenda **slecht** **ontoereikend** **matig** **goed**

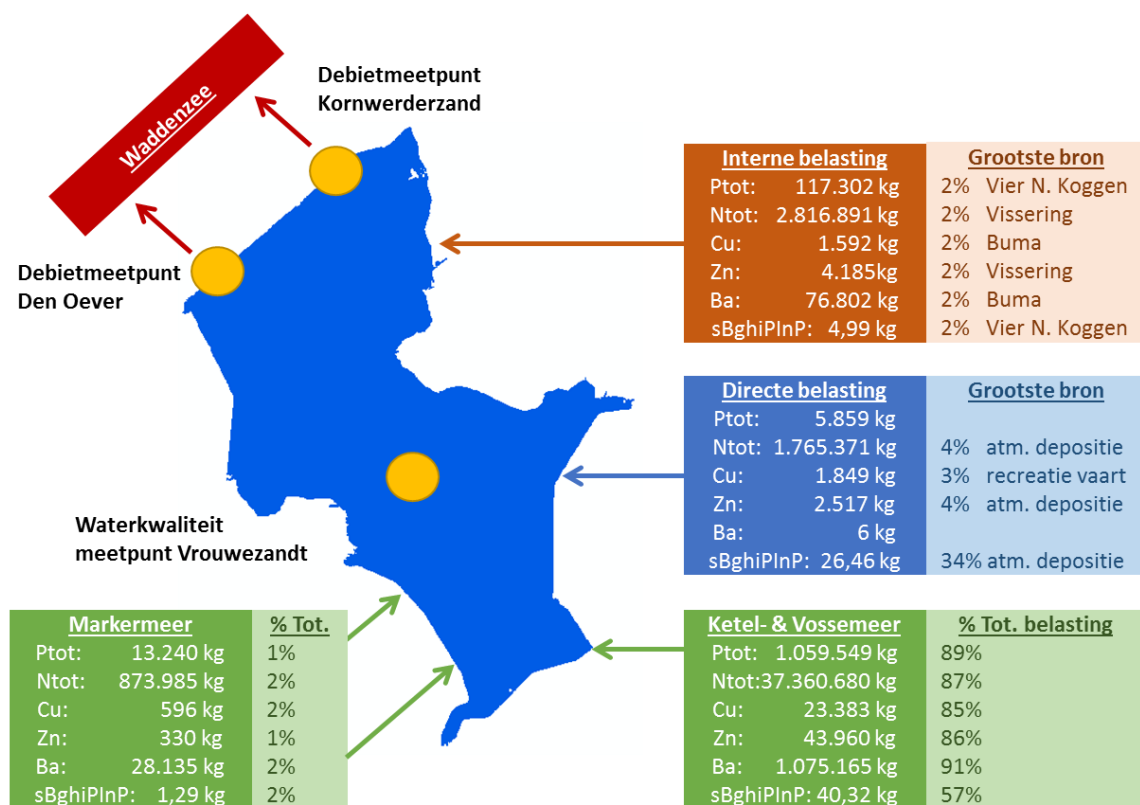
Behalve de normoverschrijdende concentraties in de debieten die onder vrij verval afwateren vanuit andere Rijkswaterlichamen is er ook sprake van afwenteling uit regionale wateren. Uit tabel 15 volgt dat er vanuit de waterschappen water wordt aangevoerd met een gemiddelde Ntot concentratie van circa 3,65 mg N/L. Met name de debieten die afkomstig zijn uit de beheergebieden van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Waterschap Zuiderzeeland bevatten concentraties die ongeveer 3 maal hoger liggen dan de norm in het IJsselmeer. De relatieve bijdrage van de interne belasting op de totale belasting van het IJsselmeer is zoals eerder aangegeven slechts beperkt met een bijdrage van circa 6%.

Hoewel er voor sBghiPnP (nog) geen waterkwaliteitsprobleem bestaat in het IJsselmeer, lijkt er voor deze stof in de toekomst toch sprake te zijn van afwenteling gezien alle waterlichamen waarmee uitwisseling van water plaatsvindt niet aan de KRW-norm voldoen. Wanneer de norm van het IJsselmeer in de nabije toekomst overschreden wordt is er sprake van afwenteling uit zowel Rijks- als regionale wateren. Gemiddeld is de concentratie van het aangevoerde regionale water ongeveer 0,009 µg sBghiPnP/L, wat ruim 4 maal hoger ligt dan de KRW-norm in het IJsselmeer. Deze hoge concentratie lijkt vooral te worden veroorzaakt door de bijdrage die wordt geleverd door het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.

Tabel 15. Gemiddelde aanvoer IJsselmeer vanuit waterschappen (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Waterschap Zuiderzeeland en Wetterskip Fryslân) ten opzichte van de concentraties zoals gemeten tussen 2011-2013 in het IJsselmeer.

		Zomerdebiet (miljoen m3)	Fosfaat zomer (mg/L)	Stikstof zomer (mg/L)	Jaardebiet (miljoen m3)	Barium (73µg/L)	Koper (µg/L)	Zink (µg/L)	sBghiPnP (µg/L)
HHNK	Gemaal Vier Noorder Koggen	22,81	0,49	4,23	65,72	n.a.	2,07	8,60	0,0170
	Gemaal Lely	24,41	0,63	2,89	47,47	n.a.	3,17	3,33	0,0240
	Totale aanvoer en gem. concentratie	47,22	0,56	3,54	113,19	n.a.	2,53	6,39	0,0199
WF	Gemaal Wouda	2,61	0,04	1,64	27,12	77,75	2,08	2,62	n.a.
	Gemaal Hoogland	19,64	0,04	1,62	263,64	71,00	2,00	3,65	n.a.
	Totale aanvoer en gem. concentratie	22,25	0,04	1,62	290,76	71,63	2,01	3,55	n.a.
ZZL	Gemaal Vissering	67,95	0,19	4,83	182,95	151,08	2,02	7,37	0,0041
	Gemaal Buma	99,04	0,12	3,35	171,36	157,36	1,39	5,71	0,0057
	Totale aanvoer en gem. concentratie	166,99	0,15	3,95	354,31	154,12	1,72	6,57	0,0049
Gemiddelde waterschappen			0,22	3,65		116,94	1,95	5,39	0,0085
Norm IJsselmeer			0,07	1,30		82,30	3,80	7,80	0,0020
Concentratie IJsselmeer			0,04	2,23		63,62	1,49	1,21	0,0019
Legenda			slecht	ontoreikend	matig	goed			

Naast Ntot en sBghiPnP wordt er door de waterschappen ook regionaal water aangeleverd dat niet voldoet aan de normen van het IJsselmeer voor Ptot en barium. De gemiddelde concentratie van Ptot in de uitgewaterde debieten van de waterschappen is circa 0,22 mg P/L. Dit betekent een overschrijding van ongeveer 3 maal de norm in het IJsselmeer. De gemiddelde concentratie van barium in het regionale water is 117,00 µg Ba/L, waarbij het water dat afkomstig is uit de Noordoostpolder met een gemiddelde concentratie van 154,12 µg Ba/L een uitschieter vormt. Deze concentratie overschrijdt tevens de MAC-waarde van 148 µg Ba/L. Gezien de afnemende concentratie en de ruime mate waarin het IJsselmeer voldoet aan haar norm voor barium lijkt hier echter niet direct sprake van afwentelingsproblematiek. Voor koper en zink voldoen de door de waterschappen uitgewaterde debieten wel aan de KRW-normen van het IJsselmeer.



Figuur 32. Beknopt overzicht van de vrachtentabel voor het IJsselmeer in bijlage E. De procentuele bijdragen van de grootste interne en directe bronnen zijn gebaseerd op de totaal aangevoerde vracht.

5.6.8 Beknopt overzicht bronnen

Zoals te zien in figuur 32 is voorbelasting vanuit het Ketel- & Vossemeer verantwoordelijk voor circa 89% van de totaal aangevoerde vrachten van de nutriënten en de metalen. Alleen voor sBghiPInP is er sprake van een kleinere bijdrage van ongeveer 57% gezien de grote bijdrage die atmosferische depositie heeft aan de totale belasting van het waterlichaam; namelijk 34%. Voor de overige stoffen is directe belasting slechts verantwoordelijk voor ongeveer 1-7% waarbij atmosferische depositie voor stikstof en zink de grootste bron is. Interne belasting is gemiddeld verantwoordelijk voor ongeveer 6-10% van de totale belasting van het IJsselmeer.

Over de concentraties, bronnen en afwentelingsproblematiek kunnen voor het IJsselmeer de volgende conclusies worden getrokken.

- ➔ Het IJsselmeer voldoet niet aan het GEP voor Ntot omdat de concentratie ongeveer twee maal te hoog is in de periode 2011-2013. Daarbij is er wel sprake van een lichte afname sinds 2009. Het stikstof in het IJsselmeer is voor circa 89% afkomstig uit voorbelasting, 4% uit atmosferische depositie en voor 7% uit regionale wateren waarin de concentraties hoger liggen dan in het IJsselmeer. Er is dus sprake van afwenteling.
- ➔ De concentratie van sBghiPInP in het IJsselmeer dreigt de komende jaren de KRW-norm te gaan overschrijden. Hoewel de KRW-norm voor de GCT nog net niet wordt overschreden is er de laatste jaren sprake van een toename in zowel het aantal normoverschrijdingen als de gemiddelde concentratie. De IJssel en atmosferische depositie zijn de belangrijkste bronnen van sBghiPInP met een gezamenlijke bijdrage van ongeveer 90% aan de totale belasting. Hoewel er sprake is van afwenteling is het daarom vooral belangrijk om de concentratie in het compartiment lucht te verminderen.
- ➔ De concentratie van Ptot voldoet aan het GEP in het IJsselmeer, koper, zink en barium voldoen ruim aan de KRW-normen. De trendanalyses voor deze stoffen tonen afnemende concentraties.

5.7 Concentraties, bronnen en afwenteling binnen het onderzoeksgebied

In deze paragraaf wordt per stof aangegeven wat de belangrijkste conclusies zijn over de concentraties, bronnen en afwenteling binnen het gehele onderzoeksgebied.

5.7.1 Normoverschrijdingen

Gelet op de onderstaande tabel 16 valt op dat er voor de stoffen Ptot, koper, zink en barium in de periode 2011-2013 in alle waterlichamen wordt voldaan de KRW-norm. Voor Ptot is 2011-2013 de eerste keer dat er in alle waterlichamen aan het GEP wordt voldaan; bij de voorgaande beoordeling in 2009 voldeed alleen de IJssel aan het GEP voor Ptot. Hoewel deze verbetering mede toe te schrijven is aan een veranderde methodiek van meten, betekent dit dat er gezien de verder afnemende concentraties de komende jaren geen sprake is van een waterkwaliteitsprobleem. Voor Ntot en sBghiPnP is er sprake van normoverschrijdingen. De gemiddelde Ntot concentratie in het noordelijke compartiment van het IJsselmeergebied ligt 's zomers bijna twee maal te hoog en vertoont slechts een beperkte afname van de gemiddelde concentratie in de periode 2009-2013. De gemiddelde concentratie Ntot in de IJssel en de Vecht & Zwarte Water voldoet bijna aan de norm. Echter is er nog steeds sprake van afwenteling richting het noordelijke compartiment van het IJsselmeergebied, omdat daar sprake is van een lagere norm. De gemiddelde concentratie van de sBghiPnP is normoverschrijdend in alle waterlichamen behalve het IJsselmeer, waar de gemiddelde concentratie ongeveer gelijk is aan de norm.

Tabel 16. De vastgestelde normen en de toestandsbeoordeling aan de hand van de gemiddelde concentraties zoals gemeten in de waterlichamen IJssel, Vecht & Zwarte Water, Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer en IJsselmeer in de periode 2011-2013.

Rijkswater	Fosfaat (Ptot) (mg /L)		Stikstof (Ntot) (mg /L)		Koper (µg /L)		Zink (µg /L)		Barium (µg /L)		sBghiPnP (µg /L)	
	GEP	Gem.	GEP	Gem.	Norm	Gem.	Norm	Gem.	Norm	Gem.	Norm	Gem.
IJssel	0,14	0,08	2,50	2,46	3,8	1,9	7,8	3,9	82,3	80,8	0,002	0,005
Vecht & Zwarte Water	0,14	0,09	2,50	2,56	3,8	2,0	7,8	3,6	82,3	57,2	0,002	0,003
Zwarte Meer	0,09	0,08	1,30	2,18	3,8	1,9	7,8	3,2	82,3	79,8	0,002	0,003
Ketel- & Vossemeer	0,09	0,08	1,30	2,18	3,8	1,9	7,8	3,2	82,3	79,8	0,002	0,003
IJsselmeer	0,07	0,04	1,30	2,23	3,8	1,5	7,8	1,2	82,3	63,6	0,002	0,002

Legenda

rood	sllecht	oranje	ontoereikend	geel	matig	groen	goed
------	---------	--------	--------------	------	-------	-------	------

5.7.2 Stikstof totaal (Ntot)

De concentratie die bij Lobith Nederland binnenkomt, is sinds 2009 vrij stabiel en voldoet gemiddeld krap aan de norm in de Boven-Rijn die hetzelfde is als de norm van de IJssel. Ook in de IJssel wordt er krap voldaan aan de norm maar is er wel sprake van een licht stijgende trend sinds 2009. De concentratie bij Lobith en de concentratie benedenstroom in de IJssel bij Kampen zijn vrijwel identiek. De vracht bij Kampen bestaat voor circa 85% uit Ntot dat afkomstig is uit het internationale stroomgebied. Verder dragen de Oude IJssel en het Twenthekanaal beiden 5% bij aan de totale belasting. De concentratie in deze wateren ligt hoger dan de norm in de IJssel, daarnaast is er ook sprake van een hogere norm in de beide wateren. Met name in het Twenthekanaal is mogelijk nog winst te behalen omdat de belasting van dit water vrijwel geheel afkomstig is van Nederlands grondgebied. De Oude IJssel beslaat een groter stroomgebied en wordt reeds voorbelast op Duits grondgebied.

In het waterlichaam Vecht & Zwarte Water voldoet de concentratie stikstof net niet aan het GEP, maar is er wel sprake van een dalende trend. Ongeveer de helft van de belastende bronnen voor dit waterlichaam lijken zich op Nederlands grondgebied te bevinden. Belasting vanuit het Meppelerdiep, de Beneden Regge, het Ommerkanaal en de Soestwetering leveren een bijdrage van circa 43% van de totaal aangevoerde vracht. Deze wateren worden, gezien hun geografische ligging, vrijwel volledig belast vanaf Nederlands grondgebied. Hoewel de meeste van deze waterlichamen voldoen aan het eigen GEP, ligt de norm vaak hoger. Gezien deze constatering is er sprake van afwenteling van stikstof naar de Vecht & Zwarte Water vanuit de waterschappen Vechtstromen, Groot Salland en Reest en Wieden. Wanneer het water van de Vecht en het Zwarte Water bij Genemuiden het Zwarte Meer in

stroomt ontstaat er een groter probleem; de concentratie van dit water overschrijdt de norm in het meer namelijk ongeveer twee maal en vormt met een bijdrage van circa 87% aan de totale belasting de belangrijkste bron. Het Zwarte Meer ontvangt verder nog 5% belasting vanuit het Vollenhover- en Kadoelermeer. Daarnaast is er mogelijk sprake van indirecte belasting vanuit de IJssel gedurende droge perioden wanneer er water terug stroomt. De bijdrage van directe bronnen voor het Zwarte Meer is nihil te noemen. Daarmee is het dus noodzakelijk om de maatregelen bovenstrooms te nemen; zowel in het stroomgebied van de IJssel als de Vecht.

Het Ketel- & Vossemeer wordt vrijwel volledig belast door water uit de hiervoor beschreven rivieren. De gemiddelde concentratie van 2,18 mg N/L voldoet niet aan het GEP voor het waterlichaam. Hoewel de concentratie in de meren lager ligt dan in de aanvoerende rivieren (de IJssel en de Vecht & Zwarte Water via het Zwarte Meer), ligt de concentratie nog steeds bijna twee maal te hoog. Om de concentratie van stikstof in het Ketel- & Vossemeer te verminderen zijn bovenstroomse maatregelen noodzakelijk; zowel in het stroomgebied van de IJssel als de Vecht.

De stikstof belasting in het IJsselmeer is voor circa 89% afkomstig uit het Ketel- & Vossemeer. Dit betekent dat ook geredeneerd vanuit het IJsselmeer, bovenstrooms in de Vecht & Zwarte Water en in de IJssel, maatregelen noodzakelijk zijn om de gemiddelde concentratie van 2,23 mg N/L in het IJsselmeer terug te dringen. Voor het IJsselmeer is er tevens sprake van belasting door atmosferische depositie wat een bijdrage levert van 4% aan de totale belasting. Om deze directe belasting terug te dringen zijn generieke maatregelen noodzakelijk. De interne belasting is verantwoordelijk voor de overige 7% van de belasting.

5.7.3 Som van benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen

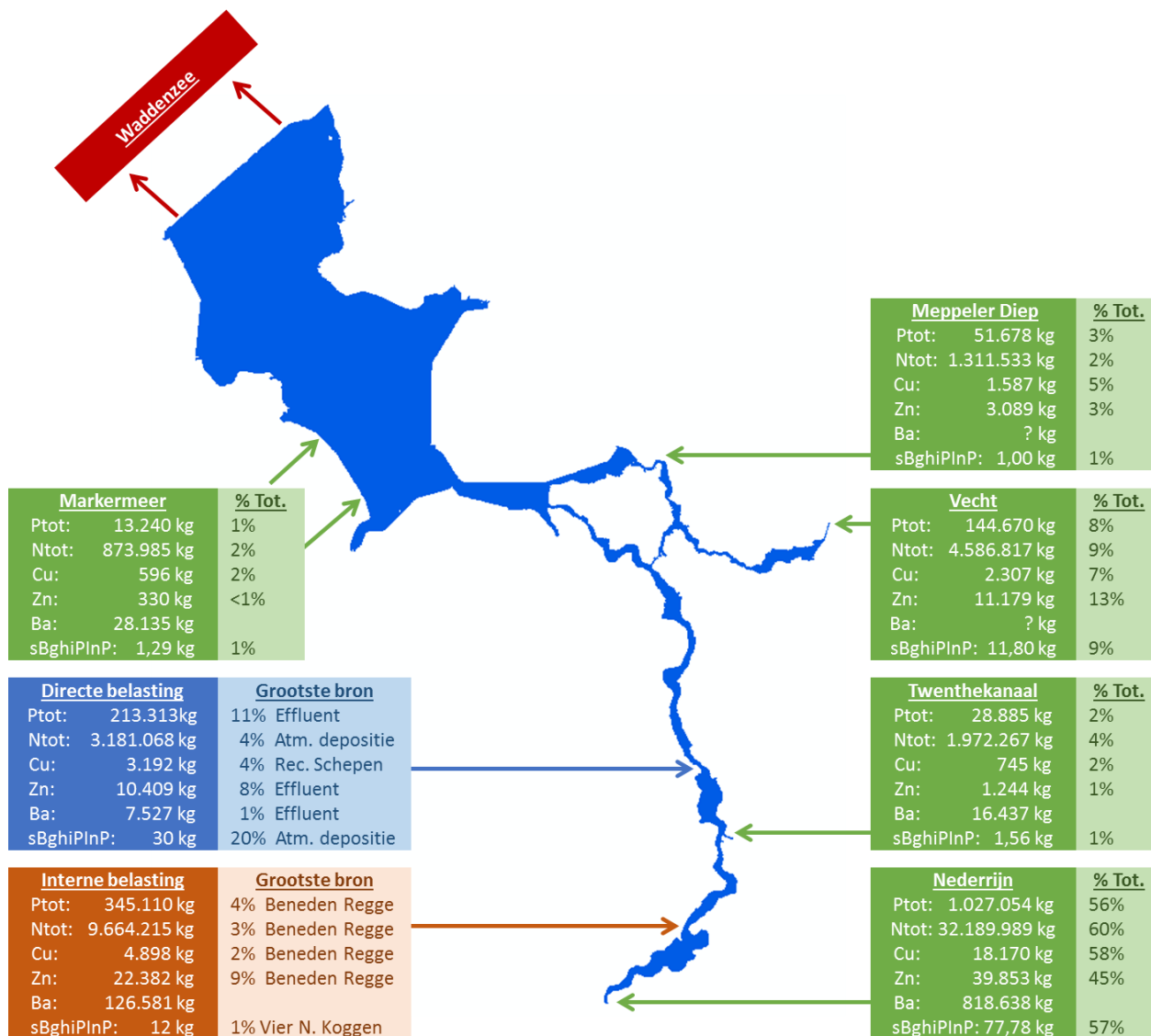
De concentratie sBghiPnP in de IJssel voldoet niet aan de KRW-norm in de periode 2011-2013. Daarbij komt 98% van de belasting uit de Nederrijn, waar sprake is van een toenemende concentratie en niet aan de GCT wordt voldaan. In waterlichaam Vecht & Zwarte Water wordt ook niet voldaan aan de GCT waarvan de belasting voor circa 90% afkomstig is uit de Overijsselse Vecht, de Beneden Regge en het Meppelerdiep. Voor zowel de IJssel als Vecht & Zwarte Water is nauwelijks sprake van directe belasting. Geen van de waterlichamen die af- en uitwateren op de beide rivieren voldoen aan de GCT en dus is er sprake van afwenteling uit regionale wateren. Wat opvalt is dat de concentratie van sBghiPnP in het verloop van de IJssel en de Vecht & Zwarte Water sterk afneemt. In het Zwarte Meer en het Ketel- & Vossemeer wordt niet aan de GCT voldaan. In het IJsselmeer wordt wel aan de GCT voldaan, maar daar is sprake van een toenemende trend waardoor een normoverschrijding in de nabije toekomst waarschijnlijk kan worden geacht. Dit is een belangrijk aandachtspunt vanuit het KRW beleid gezien dit een achteruitgang van de chemische toestand zou betekenen. Voor alle meren geldt dat voorbelasting en atmosferische depositie de belangrijkste bronnen zijn. Zeker voor het IJsselmeer waar atmosferische depositie een bijdrage levert van 34% op de totale belasting is het van groot belang om de gehalte van sBghiPnP in lucht te verminderen.

5.7.4 Fosfaat totaal (P_{tot}), koper, zink en barium

Voor de stoffen P_{tot}, koper, zink en barium wordt er in alle waterlichamen aan de KRW normen voldaan en is er in alle waterlichamen sprake van ofwel een stabiele concentratie of een afnemende trend. Er is voor deze stoffen dus geen sprake van afwentelingsproblematiek naar de Rijkswateren binnen het onderzoeksgebied.

5.7.5 Bronnen

In figuur 33 is een beknopt overzicht gegeven van de herkomst van de belastingen binnen het gehele onderzoeksgebied. Een uitgebreid overzicht van de procentuele bijdrage van bronnen aan de belasting binnen het gehele onderzoeksgebied is terug te vinden in bijlage E. Uit de bronnenanalyse valt te concluderen dat de bronnen van N_{tot} emissies zich voor het grootste deel buiten het beheergebied van Rijkswaterstaat bevinden. De enige grote directe bronnen die zorgen voor belasting van het oppervlaktewater zijn atmosferische depositie en effluent lozingen. Echter is de bijdrage van deze



Figuur 33. Beknopt overzicht van de vrachtentabel voor het gehele onderzoeksgebied in bijlage E. De procentuele bijdragen van de grootste interne en directe bronnen zijn gebaseerd op de totaal aangevoerde vracht voor het onderzoeksgebied.

bronnen aan de totale belasting van het onderzoeksgebied slechts 5,5%. Atmosferische depositie valt daarbij alleen terug te dringen middels generieke maatregelen. De voorbelasting vanuit de IJssel en Vecht & Zwarte Water zijn verantwoordelijk voor 69% van de totaal aangevoerde vracht Ntot binnen het onderzoeksgebied. Vanuit de beheergebieden van de waterschappen wordt nog 18% bijgedragen aan de totale belasting. Vaak is er hierbij sprake van afwenteling die mede wordt veroorzaakt door normverschillen. Voor Rijkswaterstaat is het van belang dat waterschappen maatregelen nemen om de stikstof vrachten in de uit- en afgewaterde debieten te verminderen wanneer deze concentraties bevatten die hoger liggen dan de normen in de ontvangende Rijkswateren; ook wanneer de waterlichamen in het beheer van de waterschappen aan hun eigen GEP voldoen. Rijkswaterstaat kan binnen het eigen beheergebied dus met name maatregelen toepassen die het zuiverend vermogen van een waterlichaam vergroten. De grootste winst valt echter bovenstrooms te behalen in het buitenlandse deel van het Rijnstroomgebied.

Voor sBghiPlnP blijkt uit de bronnenanalyse dat atmosferische depositie een bijdrage levert van 20% op de totale belasting. De voorbelasting levert een bijdrage van circa 69% aan de belasting binnen de Rijkswateren en de interne belasting draag nog 9% bij. De overige 2% is voornamelijk afkomstig uit directe belasting door de scheepvaart. Duidelijk is dat er zowel op nationaal als internationaal niveau maatregelen nodig zijn om de emissies terug te dringen. Met name de atmosferische depositie dient (internationaal) te worden verminderd om in de Nederlandse oppervlaktewateren te kunnen gaan

voldoen aan de GCT. Want niet alleen de Rijkswateren, maar ook alle regionale waterlichamen vertonen normoverschrijdingen. Er is dus sprake van een (inter)nationaal probleem dat generieke maatregelen vereist.

De bronnen voor fosfaat, koper, zink en sBghiPnP zijn uitgebreid terug te vinden in bijlage D maar worden hier verder niet meer behandeld gezien er geen sprake is van afwentelingsproblematiek. Over de concentraties, bronnen en afwentelingsproblematiek binnen het onderzoeksgebied kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- ➔ Er is sprake van afwenteling van N_{tot} vanuit het gehele onderzoeksgebied naar de Rijkswateren. De grootste bron is internationale voorbelasting. Voor Rijkswaterstaat als beheerder is het vooral van belang om de waterschappen aan te spreken op locaties waar sprake is van afwenteling veroorzaakt door normverschillen. Rijkswaterstaat kan binnen het eigen beheergebied met name maatregelen toepassen die het zuiverend vermogen van een waterlichaam vergroten.
- ➔ Ook voor sBghiPnP is sprake van afwenteling naar de Rijkswateren vanuit het hele onderzoeksgebied. Behalve het IJsselmeer overschrijden alle waterlichamen die onderling water uitwisselen de norm. Het IJsselmeer dreigt de norm echter wel te gaan overschrijden in de nabije toekomst wat een achteruitgang van de chemische toestand zou betekenen. Atmosferische depositie is een belangrijke directe bron: generieke maatregelen zijn noodzakelijk om deze emissies terug te dringen. Daarnaast is het belangrijk dat de internationale voorbelasting wordt verminderd.
- ➔ Voor P_{tot}, koper, zink en barium is geen sprake van afwenteling naar Rijkswateren binnen het onderzoeksgebied. Vanaf 2011 voldoet de concentratie P_{tot} in het oppervlaktewater in alle Rijkswateren binnen het onderzoeksgebied voor het eerst voldoen aan hun GEP. Dit is mede toe te schrijven aan de ingebruikname van een veranderde methodiek voor het bepalen van de concentratie P_{tot} in het oppervlaktewater.

6. Afwenteling van het IJsselmeer naar de Waddenzee

Uit hoofdstuk 5 volgt dat er sprake is van afwenteling van verschillende stoffen binnen de zoete waterlichamen in het deelstroomgebied Rijn-Oost. Om te bepalen of er ook sprake is van afwenteling vanuit het stroomgebied richting de Waddenzee, is er een vergelijking gemaakt van de concentraties van de onderzoeksstoffen in beide waterlichamen, de vrachten van deze stoffen die door de sluizen in de Afsluitdijk worden afgewaterd en de verschillende beleidskaders voor zout water. Uit verschillende documenten komt echter naar voren dat de representativiteit van de MWTL-locatie Vrouwezand (zie bijlage F) in het IJsselmeer onvoldoende is om berekeningen uit te voeren over de naar de Waddenzee afgevoerde vrachten van verschillende stoffen. In paragraaf 6.1 is een overzicht gegeven van de bevindingen vanuit de literatuur over deze representativiteit. Vervolgens is in paragraaf 6.2 een beschrijving gegeven van de KRW status en typering van de Waddenzee, de concentraties in de Waddenzee, de bijdrage van het IJsselmeer als bron voor de Waddenzee en eventuele afwentelingsproblematiek vanuit de KRW. In paragraaf 6.3 is vervolgens een vergelijking gemaakt van de beoordelingssystematiek vanuit OSPAR en KRW en bepaald of er vanuit OSPAR sprake is van afwentelingsproblematiek.

6.1 Representativiteit Vrouwezand voor de concentraties bij Den Oever en Kornwerderzand

Het IJsselmeer vormt via de spuisluizen bij Kornwerderzand en Den Oever de grootste zoetwater bron voor de Westelijke Waddenzee. Hoewel er tot 1995 stofconcentratie metingen zijn uitgevoerd aan de IJsselmeerszijde vlakbij deze spuisluizen in de Afsluitdijk, worden er sindsdien alleen metingen verricht bij Vrouwezand. Dit vormt een beperking voor het schatten van de vrachten van het IJsselmeer naar de Waddenzee. De aanzienlijke afstand tussen het meetpunt Vrouwezand en de spuisluizen, de geringe stroomsnelheden en hoge verblijftijden, kunnen zorgen voor significante verschillen tussen de op beide locaties voorkomende concentraties. Uit regressie analyses blijkt dat de gemeten concentraties van N_{tot} en P_{tot} gedurende de periode 1975-1993 bij Kornwerderzand en Den Oever systematisch lager uitvallen ten opzichte van Vrouwezand. Voor de metalen koper en zink is de correlatie en vergelijkbaarheid onvoldoende. Voor sBghiPnP en barium zijn geen gegevens beschikbaar over de representativiteit. Uit tabel 17 volgt dat N_{tot}, op basis van historische meetgegevens, de beste correlatie en vergelijkbaarheid vertoont tussen de beide meetpunten. [Gils, Rozemeijer, & Bakker, 2011]

Tabel 17. Samenhang tussen meetstation Vrouwezand, Den Oever en Kornwerderzand op basis van gegevens van 1990-2010. De waardering van de resultaten is ondersteund door kleuren; blauw is **goed** en groen is **matig goed**. [Baggelaar & Meulen, 2011] [Gils, Rozemeijer, & Bakker, 2011]

Parameter	Vrouwezand vs. Den Oever		Vrouwezand vs. Kornwerderzand	
	Vergelijkbaarheid (0-10)	Correlatie (0-1)	Vergelijkbaarheid (0-10)	Correlatie (0-1)
N _{tot}	7,7	0,89	7,1	0,89
P _{tot}	6,8	0,39	3,3	0,47
Cu	6	Niet significant	3	0,55
Zn	Niet significant	Niet significant	Niet significant	Niet significant

Tabel 18 geeft een indicatie van de verhoudingen tussen de concentraties bij de verschillende meetpunten op basis van een analyse van alle beschikbare gegevens over de periode 1990-2003. Uit deze tabel blijkt dat de concentraties van de stoffen N_{tot}, P_{tot}, Cu en Zn allemaal hoger uitvallen bij Vrouwezand dan bij Den Oever en Kornwerderzand. [Gils, Rozemeijer, & Bakker, 2011]

Tabel 18. Gemiddelde verhouding tussen de jaargemiddelde concentraties bij Den Oever en Kornwerderzand t.o.v. meetpunt Vrouwezand gedurende de periode 1990-2003 [Gils, Rozemeijer, & Bakker, 2011]

	Verhouding tussen meetpunten		Verhouding tussen meetpunten	
	Vrouwezand	Den Oever	Vrouwezand	Kornwerderzand
N	104 %	100 %	116 %	100 %
P	108 %	100 %	122 %	100 %
Cu	122 %	100 %	139 %	100 %
Zn	615 %	100 %	252 %	100 %

Op basis van deze gegevens valt te concluderen dat de stofvrachten van het IJsselmeer naar de Waddenzee worden overschat door bij de berekening van vrachten uit te gaan van de concentraties die worden gemeten bij Vrouwezand. Alleen voor N_{tot} en P_{tot} is er sprake van een matig goed tot goede correlatie en vergelijkbaarheid tussen de concentraties aan de IJsselmeerszijde van de spuisluizen en meetpunt Vrouwezand. Op basis van deze bevindingen is er voor dit onderzoek alleen gekeken naar de vrachten van de nutriënten N_{tot} en P_{tot} richting de Waddenzee. Hoewel er geen gegevens zijn gevonden over de representativiteit van Vrouwezand voor de concentraties van benzo(ghi)peryleen, indeno(1,2,3-cd)pyreen en barium in de debieten die worden afgewaterd vanuit het IJsselmeer naar de westelijke Waddenzee, wordt er voor dit onderzoek aangenomen dat ook deze meetgegevens onvoldoende representatief zijn voor een vrachtbepaling. De keuze voor het beperken tot vrachtberekeningen voor N_{tot} en P_{tot} wordt verder ondersteund door de voorgaande analyse van de afwentelingsproblematiek binnen de beheergebieden van Rijkswaterstaat Midden- en Oost-Nederland. Hieruit komt naar voren dat er vanuit de KRW geen sprake is van afwenteling van koper, zink en barium.

- ➔ Voor de vrachten van het IJsselmeer naar de Waddenzee lijkt Vrouwezand alleen voor de nutriënten stikstof en fosfaat in beperkte mate representatief te zijn.
- ➔ Om een goede inschatting te maken van de vrachten van het IJsselmeer naar de Waddenzee zijn monitoringsgegevens nodig over de stofconcentraties die voorkomen in het water bij de spuisluizen van Den Oever en Kornwerderzand.

6.2 Waddenzee

In deze paragraaf is een analyse gemaakt van de chemische waterkwaliteit in de Waddenzee en hoe deze zich verhoudt tot die in het IJsselmeer. Op basis hiervan is gekeken of er eventueel sprake is van afwenteling gelet op de KRW-normen.

Om de Waddenzee de hoogste beschermingsstatus te kunnen geven, concreet haalbare doelstellingen en maatregelen op te stellen en daarnaast een breed bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak te creëren, is ervoor gekozen om de Waddenzee op te delen in twee verschillende waterlichamen;

- een noordelijk “natuurlijk” deel (figuur 34)
- en een smalle strook (inclusief havens) langs de vastelandskust die als “sterk veranderd” is aangeduid vanwege de kunstmatige begrenzingen van het Waddengebied. (figuur 35)

Langs de Afsluitdijk is een onderbreking aangebracht in het waterlichaam Waddenzee-vastelandskust om zo min mogelijk afbreuk te doen aan de beschermingsstatus. Deze ruimtelijke begrenzing van de KRW waterlichamen betekent dat het IJsselmeer afwatert op het natuurlijke waterlichaam Waddenzee. Zowel Waddenzee als Waddenzee-vastelandskust zijn in het kader van de KRW aangemerkt als watertype K2 (een beschut en polyhalien kustwater) en hebben een gezamenlijke oppervlakte van circa 254.500 ha. [Rijkswaterstaat, 2012g]



Figuur 34. Waterlichaam Waddenzee [Rijkswaterstaat, 2012g]



Figuur 35. Waterlichaam Waddenzee-vastelandskust [Rijkswaterstaat, 2012h]

6.2.1 Waterkwaliteit Waddenzee

Uit tabel 19 volgt dat er op de MWTL-locatie Doove Balg West (zie bijlage F) ruim aan de KRW-normen voor de stoffen koper, zink en barium wordt voldaan in de periode 2011-2013. Daarnaast is er geen sprake van toenemende gemiddelde concentraties in de periode 2009-2013. Gelet op deze constatering, en het feit dat Vrouwezand niet representatief is als meetlocatie voor de vrachten van de metalen zoals beschreven in paragraaf 6.1, is er geen verder onderzoek gedaan naar de bijdrage van het IJsselmeer. Er is immers geen sprake van afwenteling.

Tabel 19. De gemiddelde concentraties, piekbelastingen en de KRW-normen bij MWTL-locatie Doove Balg West

Parameter/ kwaliteitselement	Eenheid	Periode (2011-2013)	Huidig (2011-2013)	Piekbelasting (2011-2013)	GET/GCT
Winter DIN	mg/L	Dec-Feb	1,04	2,37	1,14*
Winter DIP	mg/L	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Koper	µg/L	Apr-Sep	0,91	3,05	3,80
Zink	µg/L	Apr-Sep	1,28	3,45	3,00
Barium	µg/L	Apr-Sep	22,90	35,20	n.a.
sBghiPInP	µg/L	Apr-Sep	0,0025	0,0103	0,0020

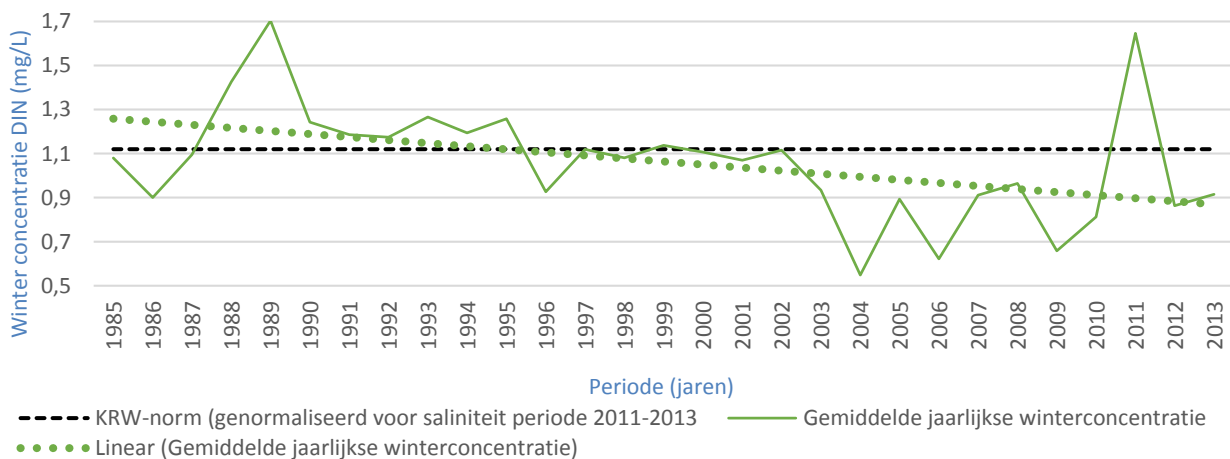
*de waarde van 1,14 mg/L is genormaliseerd voor de saliniteit volgens de formule: $2,59 - 0,071 * \text{saliniteit}$.

De concentratie van fosfaat in de Waddenzee wordt bemonsterd aan de hand van de aanwezigheid van DIP (Dissolved Inorganic Phosphorus, ofwel opgelost anorganisch fosfaat). Er zijn vanuit de KRW geen doelstellingen opgesteld voor DIP in de Waddenzee omdat stikstof wordt beschouwd als de limiterende factor voor algengroei in de zoute wateren [Rijkswaterstaat, 2008]. Desondanks is de concentratie van DIP bij Doove Balg West in tabel 20 vergeleken met de concentratie DIP in het IJsselmeer. Hieruit volgt dat de concentratie in de Waddenzee ongeveer de helft lager is dan de concentratie in het IJsselmeer waar reeds ruim aan de norm wordt voldaan. Daarmee lijkt er ook voor DIP, in ieder geval in het kader van de KRW, geen sprake te zijn van afwenteling vanuit het IJsselmeer naar de Waddenzee.

Tabel 20. Vergelijking tussen de concentraties van stikstof en fosfaat die zijn gemeten in het IJsselmeer (Vrouwezand) en de Waddenzee (Doove Balg West) in de periode 2011-2013.

Locatie	DIP winter (mg DIP/L)	Ptot zomer (mg Ptot/L)		Ntot zomer (mg Ntot/L)		DIN winter (mg DIN/L)		sBghiPInP (µg sBghiPInP/L)	
	gem. concentratie	GET/ GEP	gem	GET/ GEP	gem	GET/ GEP	gem	GCT	gem
Doove Balg West	0,02	n.v.t.	0,02	n.v.t.	0,44	1,14	1,04	0,002	0,0025
Vrouwezand	0,02	0,07	0,04	1,30	2,23	n.v.t.	2,04	0,002	0,0019
Legenda	slecht		ontoereikend		matig		goed		

De concentratie van stikstof in de Waddenzee wordt bepaald aan de gemiddelde winterconcentratie van DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen, ofwel opgelost anorganisch stikstof). DIN bestaat uit de som van de concentraties van NO₂, NO₃ en NH₄. Voor anorganisch stikstof wordt er in de Waddenzee bij Doove Balg West aan de GET van 1,14 mg DIN/L voldaan met een gemiddelde concentratie van 1,04 mg DIN/L in de periode 2011-2013. Gelet op de langjarige trend in figuur 36 is er sprake van een duidelijke afname in de DIN concentraties bij Doove Balg West, echter lijken de concentraties vanaf 2004 weer gestaag toe te nemen. Daarnaast is er in de winter van 2011 sprake van een forse normoverschrijdende piekbelasting. Voor de periode 2011-2013 is er geen normoverschrijding voor de gemiddelde 's winterse DIN concentraties bij meetpunt Doove Balg West, echter is er hier wel sprake van een toenemende concentratie en overschrijdt het IJsselmeer dat op de Waddenzee afwatert de norm voor Ntot. Daarom wordt ook de stikstofvracht vanuit het IJsselmeer beoordeeld als afwenteling.



Figuur 36. De gemiddelde jaarlijkse winterconcentratie DIN op meetlocatie Doove Balg West in de Waddenzee vanaf 1985 uitgezet tegenover de huidige KRW-norm die is genormaliseerd voor de saliniteit.

Uit een vergelijking van de gemiddelde winterconcentraties DIN in het IJsselmeer en de Westelijke Waddenzee volgt dat de gemiddelde concentratie bij Vrouwezand ruim hoger ligt met een waarde van 2,04 mg DIN/L dan de gemiddelde concentratie van 1,04 mg DIN/L bij Doove Balg West. Echter dient er rekening te worden gehouden met het feit dat de concentraties zoals gemeten bij Vrouwezand niet geheel representatief zijn voor de concentraties in de debieten die daadwerkelijk worden afgevoerd door de spuisluizen bij Den Oever en Kornwerderzand, zoals uitgebreid is toegelicht in paragraaf 6.1. Daarnaast is er sprake van een verschillende balans in de verschijningsvormen van stikstof (verhouding $\text{NO}_2:\text{NO}_3:\text{NH}_4$) in zoet en zout water. Wel kan worden vastgesteld dat er sprake is van afwenteling van stikstof van het IJsselmeer naar de Waddenzee en dat het IJsselmeer een belangrijke bron van stikstof is. Gelet op de gebrekkige representativiteit van Vrouwezand is het niet mogelijk om op basis van het meetpunt Vrouwezand een betrouwbare vracht te schatten richting de Waddenzee. Wel is er een indicatieve vracht berekend waarbij de concentraties zijn gecorrigeerd op basis van de verhoudingen tussen de meetpunten zoals beschreven in paragraaf 6.1 en de onderstaande tabel 21. In [Gils, Rozemeijer, & Bakker, 2011] is echter expliciet aangegeven dat de samenhang en correlatie onvoldoende zijn voor een correctiefunctie, wat het indicatieve karakter van deze vrachten verder onderstreept.

Tabel 21. Indicatieve vrachten Ntot van IJsselmeer naar Waddenzee op basis van gecorrigeerde concentraties.

	Verhouding tussen meetpunten		Verhouding tussen meetpunten	
	Vrouwezand	Den Oever	Vrouwezand	Kornwerderzand
Ntot	104 %	100 %	116 %	100 %
Indicatieve vracht Ntot van IJsselmeer naar Waddenzee		18.500.000 kg		15.500.000 kg

Uit tabel 21 volgt een totale gemiddelde jaarvracht van 34.000.000 kg Ntot die in de periode 2010-2012 via de spuisluizen bij Kornwerderzand en Den Oever richting de Waddenzee worden gespuid. Ter vergelijking levert atmosferische depositie volgens de Emmissieregistratie Database een belasting van circa 1.702.745 kg Ntot op de Westelijke Waddenzee (gedefinieerd als de kombergingen Marsdiep, Eierlandse Gat en Vlie), wat in verhouding zo'n 5% van de vracht via de Afsluitdijk betekent. Hoewel deze verhouding tussen voorbelasting en atmosferische depositie goed overeenkomt met de verhoudingen zoals deze zijn gevonden in het IJsselmeer, ontvangt de Westelijke Waddenzee waarschijnlijk de grootste vrachten vanuit de 'kustrivier' via de zeegaten. Deze vrachten zijn echter niet gedefinieerd voor dit onderzoek. Duidelijk is wel dat het IJsselmeer een belangrijke bron van stikstof is voor de Westelijke Waddenzee.

Een complicerende factor bij het bepalen of er sprake is van afwenteling van stikstof vanuit het IJsselmeer richting de Waddenzee is het feit dat er sprake is van verschillende normen voor de beide waterlichamen. Het GEP van het IJsselmeer gaat uit van een gemiddelde zomerconcentratie van stikstof totaal (tijdens het groeiseizoen), terwijl de GET in de Waddenzee uitgaat van een gemiddelde winterconcentratie opgelost anorganisch stikstof (DIN) tijdens perioden van hoge afvoer. Om een goede vergelijking te maken tussen de concentraties aan beide kanten van de Afsluitdijk, en de mate waarin er sprake is van afwenteling te bepalen, is het zaak om (naast de bestaande methoden) een beter vergelijkbare beoordelingswijze te gaan hanteren.

Tot slot is er voor de Waddenzee gekeken naar de concentraties van sBghiPnP op de meetlocatie Doove Balg West (tabel 20). De gemiddelde concentratie van 0,0025 µg sBghiPnP/L in de periode 2011-2013 resulteert in een krappe overschrijding van de KRW-norm van 0,002 µg sBghiPnP/L. Er lijkt echter geen sprake te zijn van afwenteling vanuit het IJsselmeer gezien de concentratie hier wel aan dezelfde norm voldoet met een gemiddelde waarde van 0,0019 µg sBghiPnP/L. Het is niet mogelijk gebleken om een vrachtenbalans op te stellen voor sBghiPnP in de Westelijke Waddenzee wegens een algeheel gebrek aan informatie. Wel is duidelijk dat ook de Waddenzee baat heeft bij generieke maatregelen die de uitstoot en aanwezigheid van sBghiPnP in het ecosysteem verminderen.

- ➔ Hoewel er bij Doove Balg West gemiddeld wel aan de KRW norm wordt voldaan lijkt er hier sprake van een toenemende concentratie vanaf 2004. Duidelijk is dat het IJsselmeer een belangrijke bron van stikstof is voor de Waddenzee.
- ➔ Voor fosfaat (DIP) bestaat er vanuit de KRW geen waterkwaliteitsnorm voor de Waddenzee en is het dus onbekend of er sprake is van afwenteling.
- ➔ De gemiddelde concentratie van sBghiPnP bij Doove Balg West overschrijdt de norm. Er is echter geen sprake van afwenteling vanuit het IJsselmeer omdat de concentratie hier wel aan dezelfde norm voldoet.
- ➔ De concentraties van koper, zink en barium voldoen ruim aan de KRW-norm bij Doove Balg West en er lijkt geen sprake te zijn van afwenteling omdat koper, zink en barium ook ruim voldoen aan de KRW-norm in het IJsselmeer.

6.3 OSPAR: beoordelingscriteria voor nutriënten in de Waddenzee

Naast waterkwaliteitsdoelstellingen vanuit de Kaderrichtlijn Water bestaan er voor zoute wateren ook doelstellingen vanuit OSPAR en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). Hoewel de KRM niet van toepassing is op de Waddenzee¹, is het wel aangewezen als OSPAR gebied. Daarmee bestaan er vanuit OSPAR's eutrofiëring strategie doelstellingen voor de Waddenzee ten aanzien van de concentraties van nutriënten in het oppervlaktewater. De belangrijkste doelstelling van de Eutrofiëring Strategie OSPAR is het realiseren van "een gezond marien leefmilieu waarbinnen geen antropogeen veroorzaakte eutrofiëring voorkomt per 2020". Specifiek voor de nutriënten schrijft de strategie voor dat de gemiddelde winter DIN en winter DIP concentraties de natuurlijke achtergrondconcentraties niet meer dan 50% mogen overschrijden. De natuurlijke achtergrondconcentraties zijn gebied specifiek en gerelateerd aan de saliniteit van het water. [OSPAR Commission, 2013]

6.3.1 Anorganisch opgelost stikstof (DIN)

Voor stikstof wordt de waterkwaliteit bepaald aan de hand van de concentraties Dissolved Inorganic Nitrogen (DIN), deze concentratie wordt berekend door de som te nemen van NO₂, NO₃ en NH₄. De DIN doelstelling voor het Nederlandse deel van de Waddenzee is om de natuurlijke achtergrondconcentratie van 6,5µM DIN/L 's winters zo dicht mogelijk te benaderen en niet meer dan 50% te overschrijden. Om te voldoen aan de status van 'geen probleemgebied' is er voor de

¹ Besluit van 23 augustus 2010, houdende wijziging van het Waterbesluit in verband met de implementatie en de uitvoering van de kaderrichtlijn mariene strategie

Nederlandse Waddenzee een doestelling van 7 μM DIN/L, ofwel 0,1 mg DIN/L, vastgesteld voor de gemiddelde 's winterse concentratie zoals terug te vinden in tabel 22. Deze waarde is genormaliseerd voor een saliniteit van 30. Gezien de gemiddelde saliniteit bij Doove Balg West in de wintermaanden van 2011-2013 van rond de 20, kan worden verondersteld dat het beoordelingscriterium van 0,1 mg DIN/L nog naar boven bijgesteld dient te worden. Minder streng dus. In verhouding tot de criteria voor de Deense Waddenzee lijkt de Nederlandse natuurlijke achtergrondconcentratie zoals te zien in tabel 22 vrij ambitieus te zijn ingeschat. In Denemarken wordt er namelijk uitgegaan van veel hogere 's winterse piekbelastingen. Daarnaast heeft Denemarken, anders dan Nederland, in het kader van OSPAR op vrijwillige basis een natuurlijke achtergrondconcentratie vastgesteld voor Ntot in de Waddenzee, wat kan zorgen voor een betere vergelijkbaarheid tussen KRW en OSPAR. Voor het Duitse deel van de Waddenzee zijn nog geen beoordelingsniveaus vastgesteld in de "Common Procedure" van OSPAR. [OSPAR Commission, 2013] Op basis van deze bevindingen lijkt het zinvol om het beoordelingscriterium voor stikstof in de Waddenzee te herevalueren en beoordelen op haalbaarheid.

Tabel 22. De concentraties en waterkwaliteitsdoelstellingen vanuit OSPAR en KRW voor anorganisch stikstof (DIN) in de Nederlandse Waddenzee. Daarnaast zijn ook de waterkwaliteitsdoelstellingen vanuit OSPAR voor de Deense Waddenzee weergegeven.

Locatie	Periode/ beoordeling	Saliniteit	μM DIN/L	mg DIN/L
Concentratie Doove Balg West 2011-2013	Gem. winterconcentratie	20,47	74,25	1,04
GET Doove Balg West	Gem. winterconcentratie	20,47	81,16 (sal. genormaliseerd)	1,14 (sal. genormaliseerd)
OSPAR doelstelling Nederland	Gem. winterconcentratie	<30	7	0,10
OSPAR doelstelling Denemarken	Gem. jaarconcentratie	~30	3,6	0,05
	Max. winterconcentratie	~30	17,25	0,24

Uit het bovenstaande komt naar voren dat er niet aan de beoordelingscriteria wordt voldaan die vanuit OSPAR gelden voor de concentratie DIN in het oppervlaktewater van de Waddenzee. De criteria die gelden vanuit OSPAR voor de goede toestand van de concentratie stikstof zijn veel strenger dan het GEP vanuit de KRW. Met een gemiddelde winterconcentratie van 1,04 mg DIN/L wordt het OSPAR criterium circa 10x overschreden. Omdat de concentratie stikstof in het IJsselmeer nog ruim hoger ligt is er dus ook in het kader van OSPAR sprake van afwenteling van stikstof vanuit het IJsselmeer naar de Waddenzee.

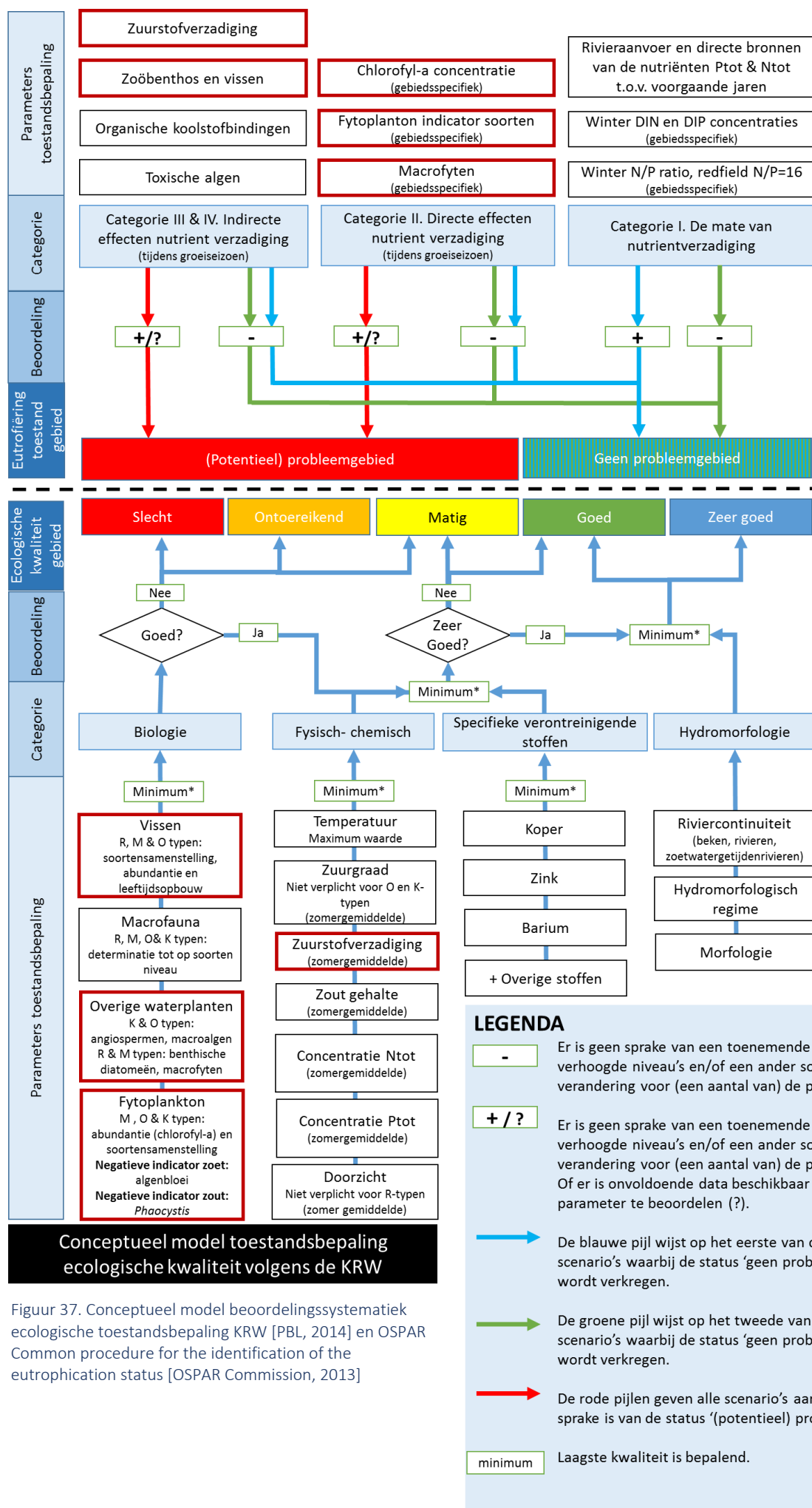
6.3.2 Anorganisch opgelost fosfaat (DIP)

Hoewel er geen GET voor DIP is vastgesteld vanuit de KRW, gelden er ook vanuit OSPAR criteria voor de concentratie DIP in het oppervlaktewater van de Waddenzee. Voor de Waddenzee is er een natuurlijke achtergrondwaarde van 0,5 μM DIP/L vastgesteld en een criterium van >0,7 μM DIP/L. Gezien de gemiddelde concentratie van 0,66 μM DIP/L die is gemeten tijdens de wintermaanden bij Doove Balg West lijkt er voor DIP geen sprake van een waterkwaliteitsprobleem. Echter komen er bij Doove Balg West in de periode 2011-2013 wel piekbelastingen voor die kunnen oplopen tot 1,18 μM DIP/L.

6.3.3 Verschillen en overeenkomsten beoordelingssystematiek OSPAR COMP en KRW

Een groot verschil tussen de goede ecologische toestandsbepaling volgens de KRW en het vaststellen van de gebiedsstatus met betrekking tot eutrofiëring vanuit OSPAR, is de beoordelingssystematiek. Vanuit de KRW is er sprake van een resultaatverplichting op de voorgenomen maatregelen uit de stroomgebiedbeheersplannen. Voor OSPAR is alleen de uiteindelijke gebiedsstatus bepalend. OSPAR kent dus geen resultaat- en/of inspanningsverplichte waterkwaliteitsnormen voor nutriënten. Hoewel beide beoordelingssystematieken grote overeenkomsten vertonen in de parameters die worden gebruikt om de gebiedsstatus te bepalen, is er met name op het vlak van de nutriënten een groot verschil; OSPAR gaat uit van de gemiddelde concentratie in de winter wanneer de belastingen het hoogst zijn, terwijl de KRW uitgaat van gemiddelde concentraties in de zomer tijdens het groeiseizoen.

Conceptueel model toestandsbepaling eutrofiëring volgens OSPAR Common Procedure



Figuur 37. Conceptueel model beoordelingssystematiek ecologische toestandsbepaling KRW [PBL, 2014] en OSPAR Common procedure for the identification of the eutrophication status [OSPAR Commission, 2013]

Om de overeenkomsten en verschillen inzichtelijk te maken is het conceptueel model in figuur 37 opgesteld. Dit model toont de verschillen en overeenkomsten in de beoordelingssystematiek van beide benaderingen. Het grootste verschil zit in het feit dat een negatieve beoordeling van een van de biologische parameters in categorie II en/of III en IV volgens de “Common Procedure” direct resulteert in een negatieve beoordeling voor de status van het gebied. Voor de KRW geldt dit niet. De grootste raakvlakken tussen beide benaderingen zijn het feit dat beide beoordelingssystematieken uiteindelijk uitgaan van één toestandsbepaling voor het gehele gebied. Daarnaast spelen de nutriënten volgens beide methoden een ‘biologie ondersteunende rol’. Dat wil zeggen dat hoewel er misschien niet aan de doelstellingen/beoordelingscriteria voor de nutriënten wordt voldaan, volgens beide benaderingen alsnog aan de ‘goede status’ van een gebied kan worden voldaan. Een ander verschil is dat in de KRW de overige en (stroomgebied)relevante stoffen en de hydromorfologische kenmerken van het systeem worden meegenomen bij het bepalen van de goede ecologische toestand. OSPAR kijkt enkel naar de biologie en mate van nutriëntverzadiging. De laatste beoordeling van de eutrofiëringsstatus van de Waddenzee volgens de Common Procedure is uitgevoerd in 2009 [Beusekom et al., 2009]. Deze beoordeling resulteerde in de volgende conclusies;

- De nutriënten in categorie I zijn duidelijk verhoogd maar vertonen een langjarig afnemende trend.
- De chlorofyl concentraties in categorie II zijn verhoogd ten opzichte van het beoordelingscriterium.
- In categorie III zijn tevens verhoogde waarden gemeten.

Uit deze monitoringsresultaten valt te concluderen dat er ook geredeneerd vanuit OSPAR sprake is van afwenteling van stikstof richting de Waddenzee, omdat de parameters in categorie II & III niet voldoen en er sprake is van te hoge stikstof concentraties in het oppervlaktewater.

- ➔ De beoordelingscriteria vanuit OSPAR voor de concentratie anorganisch opgelost stikstof (DIN) voor de Nederlandse Waddenzee zijn ambitieus in verhouding tot de huidige concentratie.
- ➔ Er wordt aan de waterkwaliteitsdoelstelling voor anorganisch opgelost fosfaat (DIP) in de Waddenzee voldaan op meetpunt Doove Balg West.
- ➔ OSPAR gaat in sterke mate uit van de biologische kwaliteit van een gebied, terwijl KRW meer kijkt naar het realiseren van een zo goed mogelijke ecologisch toestand in samenhang met de hydromorfologische kenmerken van het gebied.
- ➔ Uit het bovenstaande valt te concluderen dat een (te) hoge mate van nutriëntverzadiging volgens de OSPAR niet direct resulteert in de ‘probleemgebied status’ wanneer er geen negatieve directe (cat. II) en indirecte (cat. III & IV) effecten worden waargenomen binnen het gebied. Dit betekent dat bij het bepalen van de mate waarin er sprake is van afwenteling vanuit het IJsselmeer, er gekeken moet worden naar de volledige beoordeling van de eutrofiëringsstatus van het gebied. OSPAR kent dus geen resultaat- of inspanningsverplichte normen voor nutriënten.
- ➔ De meest recente beoordeling van de eutrofiëring status van de Waddenzee (2009) wijst uit dat er sprake is van de probleemgebied status. Daarmee is er tevens sprake van afwenteling van stikstof gezien de verhoogde concentratie.

7. Adviezen voor beleid en beheer gericht op waterkwaliteit

Op basis van de resultaten van dit onderzoek is een aantal adviezen gegeven met betrekking tot het waterkwaliteitsbeleid en -beheer.

7.1 Voldoen aan de normen

Om in Nederland uiterlijk per 2027 te voldoen aan het goed ecologisch potentieel van de zoete Rijkswateren en de goede ecologische toestand in de Waddenzee, dienen de gemiddelde concentraties van de onderzoeksstoffen in het oppervlaktewater van alle waterlichamen te voldoen aan de KRW-normen. De gemiddelde concentraties van fosfaat totaal, koper, zink en barium voldoen in de periode 2011-2013 aan de normen in de Rijkswaterlichamen; IJssel, Vecht & Zwarte Water, Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer, IJsselmeer. Ook in de Waddenzee voldoen de concentraties van de metalen aan de normen. In de Waddenzee bestaat geen norm voor fosfaat vanuit de KRW. Aangezien er in het IJsselmeer en de Waddenzee, waar de strengste normen gelden, ruim aan de KRW-doelstellingen voor deze stoffen wordt voldaan en er sprake is van verder afnemende concentraties, lijkt er vanuit de waterkwaliteit geen noodzaak te bestaan tot aanvullende emissiebeperkende maatregelen.

➔ Voor fosfaat totaal, koper, zink en barium zijn geen aanvullende emissiebeperkende maatregelen noodzakelijk gelet op de gemiddelde concentraties in het oppervlaktewater van de Rijkswateren binnen het onderzoeksgebied.

Voor stikstofemissies is het van belang dat de bestaande maatregelen worden verscherpt en/of aangevuld. De concentraties van stikstof totaal in de zoete Rijkswateren binnen het onderzoeksgebied voldoen in geen van de onderzochte waterlichamen. Ongeveer 60-70% van de stikstofvracht binnen het onderzoeksgebied is afkomstig uit internationale bronnen in het bovenstrooms gelegen Rijnstroomgebied. De rest van de belasting is afkomstig van Nederlands grondgebied. Dit betekent dat ook Nederland de oppervlaktewaterbelasting door stikstofemissies kan terug dringen. De belangrijkste directe bron binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat is effluent lozing met 2% en atmosferische depositie met 4%. De rest van de belasting is afkomstig uit de beheergebieden van de waterschappen.

➔ De bronnen van stikstofemissies bevinden zich voornamelijk buiten het beheergebied van Rijkswaterstaat. Daarmee is Rijkswaterstaat dus vooral afhankelijk van de inspanningen van aangrenzende (internationale) beheerders bij het verbeteren van de waterkwaliteit. Voor Rijkswaterstaat als beheerder is het vooral van belang om de waterschappen aan te spreken op locaties waar sprake is van afwenteling veroorzaakt door normverschillen. Voor Rijkswaterstaat lijkt het verder vooral zinvol om binnen het eigen beheergebied maatregelen toe te passen die het zuiverend vermogen van een waterlichaam vergroten.

Het is belangrijk dat de emissies van benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen worden beperkt omdat er sprake is van normoverschrijdingen in vrijwel alle Rijks- en regionale waterlichamen binnen het onderzoeksgebied. Daarnaast is er vaak sprake van toenemende concentraties sBghiPn in het oppervlaktewater van de Rijkswaterlichamen. Het IJsselmeer dreigt de norm in de nabije toekomst te gaan overschrijden, wat een achteruitgang van de chemische toestand zou betekenen. Atmosferische depositie is daarbij de belangrijkste directe bron met een bijdrage van 34%; generieke maatregelen zijn noodzakelijk om deze emissies terug te dringen. Daarnaast is het belangrijk dat de internationale voorbelasting wordt verminderd.

➔ Voor Rijkswaterstaat is het van groot belang om de noodzaak van verscherpte en/of aanvullende maatregelen gericht op de beperking van emissies, en daarmee de bijdrage van atmosferische depositie, van benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen te benadrukken. Het IJsselmeer dreigt namelijk, hoewel het nu voldoet aan de GCT, de KRW-norm voor sBghiPn te gaan overschrijden. De KRW staat geen achteruitgang toe van de GCT in een waterlichaam.

7.2 Sturen op waterkwaliteit

Er bestaat een verschil in de wijze waarop RWS Oost-Nederland en RWS Midden-Nederland gebruik maken van een waterakkoord. Hoewel er door RWS Oost-Nederland in de waterakkoorden met de andere waterbeheerders hoofdzakelijk afspraken worden gemaakt over kwantiteit, worden de waterakkoorden bij Midden-Nederland tevens gebruikt als handhavingsinstrument voor de Kaderrichtlijn Water. Bijvoorbeeld door afspraken te maken over de uitwatering van debieten met ongewenste stofvrachten op daarvoor gevoelige waterlichamen. Het verschil in gebruik is te verklaren door de karakteristieken van de beide beheergebieden. RWS Oost-Nederland beheert grote rivieren die hoofdzakelijk een rol hebben als doorvoergebied en hun water grotendeels onder vrij verval ontvangen. De waterakkoorden zijn binnen dit beheergebied dan ook gericht op kwantiteit. RWS Midden-Nederland beheert de grote meren waar waterkwantiteit en -kwaliteit beiden van groot belang zijn. Kwaliteit hangt in de meren namelijk sterk samen met de aanwezige gebruiksfuncties zoals de drink- en zoetwatervoorziening, natuur en visserij. Hoewel de meren een groot deel van het water ook ontvangen onder vrij verval, worden er ook debieten uitgewaterd vanuit de beheergebieden van de waterschappen.

- ➔ Gelet op de vrachten en concentraties van stikstof totaal in aangeleverde debieten, lijkt het van belang om de uitwatering van gemaal Vissering, Buma, Vier Noorder Koggen en Colijn Laag zoveel mogelijk te beperken. Ook het Meppelerdiep en het Twenthe Kanaal zijn belangrijke bronnen van stikstof. Gezien de grote bijdrage van voorbelasting uit de Rijn en de Overijsselse Vecht, circa 70% van de totale belasting, is het de vraag in hoeverre sturen op kwaliteit kan bijdragen aan verbetering van de waterkwaliteit binnen een waterlichaam.
- ➔ Sturen op waterkwaliteit kan mogelijk een tijdelijke uitkomst bieden om de waterkwaliteit binnen een waterlichaam te verbeteren. Uiteindelijk belandt het grootste deel van het water, en de daarin aanwezige stoffen, echter in de zoute kust- en overgangswateren, waar overmatige aanwezigheid van bijvoorbeeld stikstof voor grote waterkwaliteitsproblemen kan zorgen. Het is daarom belangrijk dat het sturen op waterkwaliteit niet afleidt van de werkelijke opgave; het verminderen van de belastingen bij de bron.

7.3 Opstellen van een KRW-norm voor DIP

Voor de Waddenzee is er geen goede ecologische toestand vastgesteld voor de concentratie van opgelost anorganisch fosfaat (DIP); de concentratie wordt tevens niet gerapporteerd in de KRW-factsheets. De norm voor fosfaat ontbreekt voor de zoute wateren omdat stikstof wordt beschouwd als de limiterende factor voor algengroei.

- ➔ Om goed zicht te houden op de concentraties van DIP in de Nederlandse Waddenzee lijkt het zinvol om de concentraties in ieder geval wel te rapporteren in de KRW-factsheets. Ook vanuit OSPAR is de concentratie DIP wel degelijk van belang en wordt er maar krap aan de doelstelling voor de goede ecologische status in de Waddenzee voldaan. Een ander argument om de concentratie van DIP wel te rapporteren is omdat het inzicht kan geven in de effectiviteit van fosfaat terugwinnings-inspanningen die op dit moment in intensiteit toenemen.

7.4 Afstemming KRW met OSPAR

De doelstellingen volgens de Europese Kaderrichtlijn Water zijn, waarschijnlijk mede door de aanwezigheid van de resultaatverplichting, goed geïntegreerd in het Nederlandse waterbeheer. Voor OSPAR geldt dit in veel mindere mate en ook de afstemming tussen OSPAR en de KRW lijkt voor verbetering vatbaar. De goede ecologische toestandbepaling vanuit de KRW is een belangrijk instrument om waterkwaliteitsproblematiek inzichtelijk en hanteerbaar te maken en vervolgens tot maatregelen te komen, met name in de zoete wateren. OSPAR lijkt op basis van de parameters en de strengere beoordelingscriteria, die uitgaat van de achtergrondwaarden voor nutriënten die behoren bij

de natuurlijke situatie, beter uitgerust om de ecologische status van zoute wateren te beoordelen dan de KRW.

- ➔ OSPAR en de KRW zijn een goede wederzijdse aanvulling. Voor de zoete wateren is de KRW van groot belang om tot verbetering van de waterkwaliteit te komen. Voor de zoute wateren zoals de Waddenzee blijven de beoordelingscriteria en de beoordelingssystematiek vanuit OSPAR onderbelicht in het Nederlandse waterbeheer. OSPAR verdient daarom meer aandacht bij de invulling van het waterkwaliteitsbeheer in de Waddenzee.
- ➔ Voor eventuele afwentelingsproblematiek omtrent stoffen is het van belang om eerst te voldoen aan de KRW-maatregelen en daarna te bepalen welke aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn om aan de OSPAR criteria te voldoen. De KRW is van essentieel belang om de randvoorwaarden te creëren waarmee een goede ecologische status in een OSPAR gebied gerealiseerd kan worden.
- ➔ Gezien het feit dat de concentratie van stikstof nog niet in de buurt komt van het beoordelingscriterium vanuit OSPAR, is het van groot belang dat Nederland in Europa een voortrekkersrol inneemt in het verminderen van de stikstofemissies binnen het Rijnstroomgebied. Daarbij dient er een middenweg te worden gevonden tussen de doelstellingen vanuit de KRW en het beoordelingscriterium vanuit OSPAR. Voor Rijkswaterstaat ligt hier een belangrijke rol in het benadrukken van de noodzaak tot vermindering van emissies binnen het Rijnstroomgebied omdat de huidige stikstof concentraties in de zoete oppervlaktewateren tevens nog niet voldoen aan het GEP.

8. Discussie

In deze paragraaf zijn de methoden en resultaten stapsgewijs bediscussieerd.

8.1 Beschikbaarheid gegevens Rijkswaterstaat Midden-Nederland

Het doel van dit onderzoek was om inzicht te geven in de kwantitatieve bijdrage van bronnen aan de oppervlaktewaterbelasting voor de stoffen stikstof, fosfaat, koper, zink, barium en som benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen in het stroomgebied van de IJssel en de Vecht tot aan de Waddenzee. In het plan van aanpak is gekozen om de vrachten naar het IJsselmeer, Ketel- & Vossemeer en het Zwarte Meer inzichtelijk te maken op basis van gegevens uit de WSM database. Hoewel deze database veel van de benodigde gegevens bevat is er ook sprake van een aantal gaten in de data en is er een verschil in beschikbaarheid over de debieten en concentraties per uitwisselpunt. Door bij alle uitwisselpunten te kijken naar meerdere jaren, is de invloed van eventuele verschillen in de beschikbaarheid van meetgegevens tussen verschillende meetpunten getracht te beperken. Ook vermindert deze langere periode de invloed van eventuele seizoensfluctuaties. Het gebruik van deze methode heeft ervoor gezorgd dat dit onderzoek een goed beeld geeft van de bronnen voor de drie meren binnen het onderzoeksgebied.

8.2 Beschikbaarheid gegevens Rijkswaterstaat Oost-Nederland

Voor de IJssel en het waterlichaam Vecht & Zwarte Water is er in eerste instantie van uitgegaan dat de benodigde gegevens, over concentraties en debieten van regionale wateren, intern bij Rijkswaterstaat Oost-Nederland beschikbaar zouden zijn. Toen dit niet het geval bleek is er nog contact opgenomen met de waterschappen om de gegevens op te vragen. Hoewel een klein deel van de data toen alsnog is aangeleverd, was de dekking van de data en de respons op de uitvraag onvoldoende voor een bronnenanalyse en afwentelingsonderzoek. Het bij Rijkswaterstaat Oost-Nederland intern ontbreken van de meetgegevens over de concentraties en debieten van regionale waterlichamen en de hieruit volgende vrachten, wordt veroorzaakt doordat Rijkswaterstaat Oost-Nederland in de waterakkoorden met de aangrenzende waterschappen geen afspraken heeft gemaakt over het uitwisselen van deze

waterkwaliteitsgegevens. Rijkswaterstaat Oost-Nederland beschouwd de waterakkoorden niet als een handhavinginstrument voor waterkwaliteitsbeheer.

8.3 Gebruik gegevens “Afwentelingsonderzoek oppervlaktewater Rijn-Oost”

Door het gebrek aan meetgegevens over de interne belasting van de IJssel en Vecht & Zwarte Water, zijn voor dit onderzoek de vrachten uit het “Afwentelingsonderzoek oppervlaktewater Rijn-Oost” van Witteveen+Bos uit 2012 overgenomen. Mede omdat dit onderzoek van Witteveen+Bos slechts is gedaan over één jaar (2011), is deze data niet volledig vergelijkbaar met de data over de voor- en directe belasting van de drie meren die voor deze studie over meerdere jaren zijn opgesteld. Hoewel er dus een verschil aanwezig is tussen beide benaderingen, geeft dit onderzoek een goed beeld van de verhoudingen tussen de bijdrage van bronnen aan de oppervlaktewater belasting van de IJssel en Vecht & Zwarte Water.

8.4 Onbemeten uitwisselpunten

Naast de beschikbaarheid van data is er ook sprake van een aantal onbemeten uitwisselpunten, zowel tussen Rijkswateren als tussen Rijkswateren en regionale wateren. Hierdoor is bijvoorbeeld de invloed van opstuwung op de debieten die voorkomen tussen het IJsselmeer, Ketelmeer en Zwarte Meer moeilijk te kwantificeren, omdat er geen debietmetingen worden uitgevoerd op de water uitwisselpunten tussen deze Rijkswaterlichamen. In dit onderzoek zijn wel indicatieve vrachten gegeven tussen de meren op basis van de voor dit onderzoek opgestelde waterbalans. Over het algemeen geldt dat het meetnet in de Rijkswateren vrij beperkt is wat bijvoorbeeld een beperking vormt voor het bepalen van concentraties en vrachten in waterlichamen zonder eigen meetpunt (zoals het Zwarte Meer).

8.5 Toegankelijkheid meetgegevens

Naast het inzichtelijk maken van de kwantitatieve bijdrage van bronnen was het vaststellen van afwentelingsproblematiek in ruimte en tijd een belangrijk doel van dit onderzoek. Dit rapport geeft een goed beeld van afwentelingsproblematiek binnen het onderzoeksgebied. Echter is er niet voor alle regionale wateren die af- en/of uitwateren op de Rijkswateren gebruik gemaakt van de meest recente gemiddelde concentraties. Enerzijds komt dit doordat de meest recente meetgegevens niet beschikbaar waren voor dit onderzoek en de algemene toegankelijkheid van meetgegevens over de chemische waterkwaliteit gebrekkig is. Anderzijds worden de meest recente concentraties niet vermeld in de KRW-factsheets van de verschillende beheerders en is alleen het resultaat van de toestandsbeoordeling in kleur weergegeven. De KRW factsheets geven daarmee onvoldoende inzicht in de totstandkoming van de beoordeling en het ontbreken van de oorspronkelijke meetgegevens gaat ten koste van de transparantie van de KRW-factsheets. Alleen data over de chemische waterkwaliteit in de Rijkswateren die is bemeten binnen het landelijk meetnet water is online toegankelijk en openbaar voor gebruik.

8.6 Betrouwbaarheid van meetgegevens

Naast de negatieve invloed van de beschikbaarheid van gegevens op de nauwkeurigheid van dit onderzoek, zijn ook de meetgegevens zelf onderhevig aan meetonzekerheden. Zo is er bij een aantal chemische meetwaarden sprake van een overschrijding van de detectiegrens en zijn ook de debietmetingen onderhevig aan onzekerheden. Het gebrek aan nauwkeurigheid wordt niet beschouwd als een negatieve factor voor de gebruikswaarde van de resultaten die volgen uit dit onderzoek. Dit komt doordat alle metingen binnen het onderzoeksgebied vrijwel dezelfde meetonzekerheden bevatten, iedereen in de watersector gebruik maakt van dezelfde gegevens en de beschikbare gegevens, simpelweg de best beschikbare bron van informatie zijn over de waterkwaliteit. Dit geldt ook voor de belastingen die zijn afgeleid uit de Emissieregistratie Database. Doordat veel van de hier in voorkomende belastingen zijn berekend op basis van modeluitkomsten en veel van de waarden geen meetuitkomsten zijn, is er sprake van onzekerheden in de belastingen zoals bijvoorbeeld voor sBghiPnP is beschreven in paragraaf 5.4.6. Met name op een hoog detailniveau is de Emissieregistratie Database onvoldoende betrouwbaar om uitspraken te kunnen doen.

8.7 Betrouwbaarheid van de trendanalyses

Voor de totstandkoming van de onderzoeksresultaten zijn in Excel trendanalyses uitgevoerd op basis van lineaire regressie. De lage frequentie van de waterkwaliteitsmetingen voor de verschillende stoffen (vaak 1x per maand), heeft een negatieve invloed op de betrouwbaarheid van de gevonden trend. Voor dit onderzoek is er een afweging gemaakt tussen de waarde van het vergroten van de tijdschaal (meer metingen) ten opzichte van de representativiteit van een trend voor de huidige situatie. Voor de meeste stoffen kwam uit de gemeten concentraties dat er met name in de laatste jaren minder grote uitschieters in de data voorkwamen en dat de metingen betrouwbaarder oogden. Daarom is ervoor gekozen om een trend te bepalen over de laatste 5 jaar. Een voorbeeld hiervan zijn de gevonden trends voor fosfaat; omdat de meetmethode sinds 2011 is aangepast, is de amplitude van de concentraties en de gemiddelde concentratie sterk afgenomen. Daarom leek het uitvoeren van een langjarige trendanalyse (bijvoorbeeld 20 jaar) niet representatief voor de huidige situatie. Een ander voorbeeld is de trendanalyse van de concentratie opgelost anorganisch stikstof bij Doove Balg West sinds 1985. Hoewel er hier is gekozen voor een langjarige afnemende trend van bijna 30 jaar, laat deze trend, door de sterke afname van de stikstof concentratie in de beginjaren, niet zien dat de concentratie sinds 2004 weer gestaag toeneemt. Een nadeel aan het kiezen voor een tijdschaal van 5 jaar voor de trendanalyses is dat dit ten koste gaat van de betrouwbaarheid doordat het aantal meegenomen metingen vermindert. Tevens wordt de invloed van seizoenfluctuaties en meetonzekerheden groter. Daarnaast is het hanteren van lineaire regressie niet de meest geschikte methode om op het gebied van waterkwaliteit een trend te bepalen gezien het grote aantal afhankelijke factoren (denk hierbij aan seizoeninvloeden en meetonzekerheden). Echter wordt deze methode in de praktijk vaak gebruikt binnen het waterbeheer om een beeld te vormen van de situatie. Om tot betrouwbare trends te komen voor probleemstoffen valt het aan te bevelen om de meetfrequentie te verhogen zodat een betrouwbaarder beeld kan worden verkregen van de werkelijke concentraties, en de trends die daarin aanwezig zijn, in de meest recente jaren. De keuze voor het beperkte aantal metingen die worden uitgevoerd is echter een bestuurlijke afweging van de beheerder gebaseerd op basis van capaciteit, financiële middelen en urgentie.

9. Conclusie

Dit afwentelingsonderzoek is tot stand gekomen op basis van literatuurstudie en een analyse van bestaande meetgegevens. Ondanks de onvolledige beschikbaarheid en gebrekkige toegankelijkheid van de benodigde meetgegevens, geeft dit onderzoek een goed beeld van de bronnen en de afwenteling van fosfaat totaal, stikstof totaal, koper, zink, barium en de som van benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen binnen het onderzoeksgebied bestaande uit de Rijkswaterlichamen IJssel, Vecht & Zwarte Water, Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer, IJsselmeer en Waddenzee. Daarmee bieden de onderzoeksresultaten tevens voldoende basis om antwoord te geven op de hoofdvraag; *“In welke mate dragen bronnen van de voor dit onderzoek vastgestelde stoffen bij aan de belasting van de Rijkswateren binnen het stroomgebied van de IJssel en de Vecht richting de Waddenzee, waar is daarbij sprake van afwenteling, wat is hierin de rol van de verschillende beleidskaders voor zoet en zout, en welke aanbevelingen kunnen een bijdrage leveren aan het oplossen van eventuele afwentelingsproblematiek?”* Het antwoord op de hoofdvraag is in de onderstaande conclusie stapsgewijs per onderzoeksvraag gegeven.

Bronnen en afwenteling

Het grootste deel van dit onderzoek behelst de beantwoording van de eerste onderzoeksvraag; *“Welke bijdrage leveren de individuele (punt)bronnen aan de totale belasting van de Rijkswateren en bij welke oppervlaktewaterlichamen binnen het onderzoeksgebied is sprake van afwenteling van de voor dit onderzoek vastgestelde stoffen?”* De bijdrage van vrachten aan de totale belasting van de verschillende Rijkswateren zijn inzichtelijk gemaakt middels tabellen (bijlage E), conceptuele modellen (hoofdstuk 5)

en in een interactieve kaartvorm in een online GeoWeb Viewer. Om te bepalen of er sprake is van afwenteling is er gekeken naar de concentraties en vrachten die worden af- en uitgewaterd op de Rijkswateren en of er eventueel sprake is van normverschillen tussen de waterlichamen die water uitwisselen. De resultaten wijzen uit dat er voor de concentraties van fosfaat totaal, koper, zink en barium geen sprake is van afwenteling naar de Rijkswateren binnen het onderzoeksgebied, omdat de concentraties van deze stoffen in de Rijkswaterlichamen IJssel, Vecht & Zwarte Water, Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer, IJsselmeer en Waddenzee voldoen aan de KRW-normen. De concentraties van deze stoffen tonen tevens een afnemende trend in de periode 2009-2013. Een belangrijke constatering hierbij is dat de veranderde methodiek voor het bepalen van de concentratie fosfaat totaal in het oppervlaktewater die sinds 2011 wordt gehanteerd, ervoor heeft gezorgd dat alle Rijkswateren voor het eerst voldoen aan hun GEP.

Voor stikstof totaal is er wel sprake van afwenteling. De grootste bron is de Rijn, de concentratie in dit oppervlaktewater vertoont vrijwel geen trend. Ook bronnen op Nederlands grondgebied leveren nog een forse bijdrage aan de totale belasting van de Rijkswateren. In de Waddenzee is de afgelopen jaren verder sprake van een toenemende concentratie.

De concentratie van sBghiPnP overschrijdt de normen in vrijwel alle waterlichamen. Hoewel de norm in het IJsselmeer nog niet wordt overschreden, dreigt dit in de nabije toekomst wel te gaan gebeuren wat een, vanuit de KRW niet toegestane, achteruitgang van de chemische toestand zou betekenen. De belangrijkste bronnen die dienen te worden aangepakt om de totaalvracht van sBghiPnP binnen het onderzoeksgebied te verminderen zijn atmosferische depositie en voorbelasting uit het internationale deel van het Rijnstroomgebied. De aanpak van deze bronnen vraagt om internationale afstemming en maatregelen binnen het gehele stroomgebied.

Afwenteling van zoet naar zout

Ook de tweede onderzoeksvraag is uitgebreid beantwoord in dit rapport; *“Wat betekenen de verschillende beleidskaders voor zoete en zoute wateren voor eventuele afwentelingsproblematiek van het IJsselmeer richting de Waddenzee?”* Bij deze onderzoeksvraag is ervoor gekozen om de beantwoording te beperken tot stikstof en fosfaat, omdat voor het bepalen van de vrachten die zich verplaatsen van het IJsselmeer naar de Waddenzee de meetlocatie Vrouwezand alleen representatief is voor deze nutriënten. De eutrofiëringsstrategie van OSPAR, die beoordelingscriteria ten aanzien van de nutriënten bevat, wijkt af van de beoordelingsmethodiek van de KRW. Voor OSPAR geldt namelijk dat een (te) hoge mate van nutriëntverzadiging niet direct resulteert in de ‘probleemgebied status’ wanneer er geen negatieve directe en indirecte effecten worden waargenomen bij de biologische parameters binnen een gebied. Dit betekent dat bij het bepalen van de mate waarin er sprake is van afwenteling vanuit het IJsselmeer, er gekeken moet worden naar de volledige beoordeling van de eutrofiëringsstatus van het gebied. OSPAR kent dus geen resultaat- of inspanningsverplichte normen voor nutriënten. De meest recente beoordeling van de eutrofiëring status van de Waddenzee (2009) wijst uit dat er sprake is van de probleemgebied status. Daarmee is er tevens sprake van afwenteling van stikstof (DIN) gezien de verhoogde en toenemende concentratie bij Doove Balg West en de te hoge concentraties in de debieten afkomstig uit het IJsselmeer. Voor de concentratie van fosfaat (DIP) is er geen sprake van een verhoogde of toenemende concentratie en dus vindt er geen afwenteling plaats.

Adviezen voor beleid en beheer

Tot slot is de derde onderzoeksvraag beantwoord; *“Welke aanbevelingen kunnen een bijdrage leveren aan het oplossen van afwentelingsproblematiek?”* Uit het onderzoek volgt dat Rijkswaterstaat ten aanzien van stikstof vooral afhankelijk is van de inspanningen van aangrenzende (internationale) beheerders bij het verbeteren van de waterkwaliteit gezien het feit dat er geen grote directe bronnen aanwezig zijn binnen het eigen beheergebied. Voor Rijkswaterstaat is het met name van belang om de waterschappen aan te blijven spreken op uitwisselpunten waar sprake is van afwenteling van stikstof veroorzaakt door normverschillen. Om de concentraties van stikstof totaal in de Rijkswateren verder te beperken lijkt het verder vooral zinvol om binnen het eigen beheergebied maatregelen toe te passen die het zuiverend vermogen van een waterlichaam vergroten. Om de chemische waterkwaliteit ten

aanzien van som benzo(ghi)peryleen & indeno(1,2,3-cd)pyreen te verbeteren is er voor Rijkswaterstaat vooral een rol weggelegd in het benadrukken van de noodzaak verscherpte en/of aanvullende maatregelen gericht op de beperking van emissies te implementeren. Het IJsselmeer dreigt namelijk, hoewel het nu voldoet aan de GCT, de KRW-norm voor sBghiPnP te gaan overschrijden. De KRW staat geen achteruitgang toe van de GCT in een waterlichaam. De andere adviezen leggen vooral nadruk op het belang van verminderen van belastingen bij de bron en het beter afstemmen van de KRW en OSPAR in het beleid en beheer.

10. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek en aanknopingspunten voor verbeteringen

In aanvulling op de eerder gegeven beheer- en beleidsadviezen die zijn gegeven op basis van de onderzoeksresultaten komen nog een aantal aanbevelingen voor vervolgonderzoek en aanknopingspunten voor verbeteringen naar voren.

Om goede vrachtberekeningen te kunnen uitvoeren om de bijdrage van het IJsselmeer aan de oppervlaktewaterbelasting van de Waddenzee te bepalen zijn meer meetgegevens nodig. Dit komt doordat Vrouwezeand alleen voor de nutriënten stikstof en fosfaat, in beperkte mate, representatief is voor de stofvrachten die zich via de spuisluizen in de Afsluitdijk van het IJsselmeer naar de Waddenzee verplaatsen. Om een goede inschatting te maken van de vrachten van andere stoffen zijn monitoringsgegevens nodig over de stofconcentraties die voorkomen in het water dat bij de spuisluizen van Den Oever en Kornwerderzand naar de Waddenzee stroomt. De noodzaak om deze stofvrachten scherp te monitoren kan kracht worden bijgezet doordat het in de komende jaren van belang is de effectiviteit van fosfaat terugwinning te monitoren.

Op basis van het aantal normoverschrijdingen van stikstof en sBghiPnP binnen het onderzoeksgebied, en de waarschijnlijk toenemende trend van de stikstofconcentraties in de Waddenzee, valt het aan te bevelen om de meetfrequentie en het aantal meetlocaties in ieder geval voor deze stoffen te verhogen en scherper te monitoren. Hiermee kunnen betrouwbaardere trends worden verkregen en kunnen bronnen nog beter worden bepaald, waarmee onderzoek naar mogelijke maatregelen kan worden ondersteund.

Uit de discussie kwam bij paragraaf 8.5 reeds naar voren dat de gebrekkige toegankelijkheid en transparantie van waterkwaliteitsgegevens dit onderzoek heeft bemoeilijkt. Op basis van deze constatering wordt aanbevolen om te kijken hoe de transparantie en gebruikswaarde van de KRW-factsheets kan worden vergroot. Daarbij is het voor onderzoeken als deze belangrijk dat de oorspronkelijke getallen worden gerapporteerd. Het rapporteren in kleuren op basis van een classificering geeft voor de chemische waterkwaliteit onvoldoende inzicht in de daadwerkelijke situatie. Daarnaast kan het bewaren van meetgegevens over de waterkwaliteit in interne databases die niet vrij toegankelijk zijn voor gebruik onderzoeken als deze frustreren. Dit gaat daarmee ten koste van de gezamenlijke opgave om een goede waterkwaliteit te realiseren. De ontoegankelijkheid van sommige meetgegevens voor dit onderzoek benadrukt het belang van toegankelijkheid en transparantie. Voor Rijkswaterstaat ligt er een rol weggelegd in het stimuleren van andere waterbeheerders om alle informatie openlijk te delen.

Literatuurlijst

- Baggelaar, P., & Meulen, E. (2011). *Verbetering vrachtschattingen IJsselmeer en Noordelijk Deltabekken*. Amstelveen: Icastat & Adviesbureau Modellering en Optimalisatie.
- Beusekom, J., Bot, P., Carstensen, J., Goebel, J., Lenhart, H., Pätsch, J., . . . Wetsteijn, B. (2009). *Wadden Sea Ecosystem No. 25, Quality Status Report 2009, Thematic report No.6, Eutrophication*. Wilhelmshaven, Germany: Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group.
- Duijnhoven, N., & Thiange, C. (2013). *Belasting per KRW waterlichaam voor probleemstoffen in Nederland II; Herberekening met uitsplitsing voorbelasting*. in opdracht van Rijkswaterstaat WVL door Deltares.
- Duijnhoven, N., Thiange, C., & Roskam, G. (2012). *Belasting per KRW waterlichaam voor probleemstoffen in Nederland; Technische achtergrondrapportage*. in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst door Deltares.
- Gils, J., Rozemeijer, J., & Bakker, D. (2011). *Vrachten beter schatten met toegepast meten*. Deltares.
- Grontmij. (2013). *Stroomgebiedsafstemming Rijn-West*. De Bilt: Grontmij.
- Kampen, H. (2014). *Lorentz sluizen*. Opgeroepen op 04 08, 2014, van Fryslansite: http://www.fryslansite.com/d-base/html/Lorentz_sluisen05.htm
- Keessen, M., van Kempen, M., & van Rijswijk, P. (2010). *De kaderrichtlijn water in de praktijk*. Faculteit Recht, Economie, Bestuur en Organisatie, Centrum voor Omgevingsrecht en -beleid. Utrecht: Universiteit van Utrecht.
- Kragt, F., Gaalen, F., Beugelink, G., & Ligtoet, W. (2005). *Afwenteling en blauwe knooppunten; sleutel tot duurzaam waterbeleid*. Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- Ministerie van EZ. (2014). *Natura 2000-gebiedendatabase*. Opgeroepen op 08 20, 2014, van Beschermde natuur in Nederland: soorten en gebieden in wetgeving en beleid: www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k
- Ministerie van I&M. (2009). *Regeling Monitoring Kaderrichtlijn Water*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- OSPAR Commission. (2013). *Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area: reference number 2013-08*. OSPAR Commission.
- PBL. (2014). *Europese Kaderrichtlijn Water*. Opgeroepen op 04 01, 2014, van Compendium voor de Leefomgeving: www.clo.nl/nl141204
- richtlijn 2000/60/EG. (sd). *Artikel 2 van richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad*. gepubliceerd in het publicatieblad van de Europese Unie op 23 oktober 2000.
- Rijksoverheid. (2009a). *Besluit kwaliteitseisen en monitoring water*. Rijksoverheid. Opgehaald van http://wetten.overheid.nl/BWBR0027061/geldigheidsdatum_02-08-2014
- Rijksoverheid. (2009b). *Stroomgebiedbeheerplan Rijn-Delta Nederland 2009-2015*. Den Haag: ministerie van Verkeer en Waterstaat, ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Rijksoverheid. (2014a). *Handboek Water: Waterakkoorden*. Opgeroepen op 08 20, 2014, van Helpdesk Water: <http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/handboek-water/0/wetgeving/waterwet/organisatie/waterakkoorden/>
- Rijksoverheid. (2014b). *Stroomgebiedbeheerplannen 2016-2021*. Opgeroepen op 03 26, 2014, van Helpdesk Water: <http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijn-water/2016-2021/>
- Rijkswaterstaat. (2008). *Programma Noordzeekustzone, Waddenzee en Eems-Dollard: Waterbeheer 21ste eeuw, Kaderrichtlijn Water en Natura 2000*. Ministerie van V&W.
- Rijkswaterstaat. (2009). *Programma Rijkswateren 2010-2015, uitwerking Waterbeheer 21ste eeuw, Kaderrichtlijn Water en Natura-2000*. Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat. (2010a). *Instructie: Richtlijn Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen*. Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

- Rijkswaterstaat. (2010b). *Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling*. Lelystad: Rijkswaterstaat Waterdienst.
- Rijkswaterstaat. (2011a). *Waterakkoord Rijkswaterstaat IJsselmeergebied - Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht*. Wieringerwerf: gesloten op 31 mei 2011.
- Rijkswaterstaat. (2011b). *Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen en beoordelen*. Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat. (2012a). *Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015*. Rijkswaterstaat, tussentijdse partiële herziening juni 2012.
- Rijkswaterstaat. (2012b). *Brondocument Waterlichaam IJsselmeer*. Ministerie van I&M.
- Rijkswaterstaat. (2012c). *Brondocument Waterlichaam IJssel*. Ministerie van I&M.
- Rijkswaterstaat. (2012d). *Brondocument Waterlichaam Vecht en Zwarte Water*. Ministerie van I&M.
- Rijkswaterstaat. (2012e). *Brondocument Waterlichaam Zwarte Meer*. Ministerie van I&M.
- Rijkswaterstaat. (2012f). *Brondocument Waterlichaam Ketelmeer en Vossemeer*. Ministerie van I&M.
- Rijkswaterstaat. (2012g). *Brondocument Waterlichaam Waddenzee*. Ministerie van I&M.
- Rijkswaterstaat. (2012h). *Brondocument Waterlichaam Waddenzee-vastelandskust*. Ministerie van I&M.
- Rijkswaterstaat. (2014a). *Wet Milieubeheer*. Opgeroepen op 08 20, 2014, van Rijkswaterstaat: http://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten_en/regelgeving/natuur_en_milieuwetten/wet_milieubeheer/
- STOWA. (2014). *Meteobase*. Opgehaald van www.meteobase.nl
- TNO, Deltares, PBL. (2014). *Atmosferische depositie op Nederland en Nederlands Continentaal Plat*. in opdracht van Rijkswaterstaat, gepubliceerd op www.emissieregistratie.nl.
- Veeteeltvlees. (2012). *Mest uitrijden*. Opgeroepen op 04 08, 2014, van <http://www.veeteeltvlees.nl/nieuws/gras-en-maisteelt/2012/bleker-stelt-percentages-verplichte-mestverwerking-vast>
- Waterschap Groot Salland. (2014). *Rioolwaterzuivering Zwolle*. Opgeroepen op 04 08, 2014, van Water4Daagse: <http://www.water4daagse.nl/programma/26/energie-uit-water/#>
- Waterschap Vallei en Veluwe. (2014). *IJssel bij Zutphen*. Opgeroepen op 04 08, 2014, van KRW-maatregelen IJssel: <https://krwijssel.mett.nl/default.aspx>
- Witteveen+Bos . (2007). *Watersysteemanalyse Zwarte Meer*. Deventer: Witteveen+Bos.
- Witteveen+Bos . (2012). *Afwentelingonderzoek oppervlaktewater Rijn-Oost*. Breda: Witteveen & Bos.

Bijlagen

Bijlage A. Begrippen- en afkortingen lijst	2
Bijlage B. De karakteristieken en bronnen van de onderzoeksstoffen.....	7
B.1 De fysisch chemische parameters stikstof en fosfaat	7
B.2 De overige en relevante stoffen koper, zink en barium	8
B.3 Prioritaire stof: som benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen.....	10
Bijlage C. Kaart met alle uitwisselpunten binnen het onderzoeksgebied	12
Bijlage D. Gehanteerde perioden en herkomst data per uitwisselpunt	13
Bijlage E. Vrachttabellen van de waterlichamen	21
Bijlage F. MTWL meetpunten.....	28
Bijlage G. Toelichting opbouw en reikwijdte Emissieregistratie Database.....	29
Bijlage H. Gebruikte afwateringseenheden.....	31
Bijlage I. Oorspronkelijke vraagstelling in onderzoeksvoorstel	32

Bijlage A. Begrippen- en afkortingen lijst

Begrippenlijst

Afwatering	<i>“De afvoer van oppervlaktewater naar het naastliggende watersysteem (in beheer bij het Rijk) onder vrij verval.”</i> (Rijkswaterstaat et al., 2010)
Afwateringseenheid	<i>“Stelsel van waterlopen dat door dijken of kaden wordt omsloten en dat door middel van een kunstwerk kan afwateren op een hoofdwater of op een andere afwateringseenheid”</i> (Rijksoverheid, 2000)
Afwenteling	De overdracht van oppervlaktewater met een ongewenste waterkwaliteit en/of kwantiteit tussen verschillende waterlichamen en beheergebieden, waardoor waterkwaliteitsproblemen en daarbij horende beheervraagstukken ontstaan. (Rijkswaterstaat et al., 2011) (Kragt et al., 2005)
Afwentelingsopgave	De vraagstukken die voortkomen uit de afwentelingsproblematiek.
Afwentelingsproblematiek	De oorzaken en gevolgen van afwenteling.
Atmosferische depositie	<i>“Droge en natte neerslag van (stof)deeltjes en stoffen uit de atmosfeer”</i> (Rijksoverheid, 2014)
Benedenstrooms	<i>Een in de stromingsrichting gelegen water, waarop afwatering plaatsvindt vanuit een tegen de stromingsrichting in hoger gelegen (bovenstrooms) water.</i>
Bovenstrooms water	<i>Een tegen de stromingsrichting in op hoger grondgebied gelegen water, vanwaar afwatering plaatsvindt naar in een de stromingsrichting lager gelegen (benedenstrooms) water.</i>
Debiet	<i>Een watervolume dat een specifiek punt passeert over een specifieke periode.</i>
Deelstroomgebied	<i>“Het gebied vanwaar al het over het oppervlak lopende water een reeks stromen, rivieren en eventueel meren volgt, tot een bepaald punt in een waterloop (gewoonlijk een meer of een samenvloeiing van rivieren).”</i> (EU, 2000)
Directe belasting	Belasting afkomstig uit puntlozingen, industriële bronnen, RWZI's of diffuse bronnen die rechtstreeks lozen op een Rijkswaterlichaam. (Duijnhoven & Thiange, 2013)
Diffuse belasting	<i>Belasting vanuit meerdere (kleine) bronnen zonder een vast punt.</i> (Rijkswaterstaat, 2008) Voorbeelden van bronnen die voor diffuse belasting van een Rijkswaterlichaam kunnen zorgen zijn; atmosferische depositie, landbouw en natuurlijke achtergrondconcentraties.
Duurzaam waterbeheer	Het 'niet laten afwentelen' van probleemstoffen in ruimte en tijd (Kragt et al., 2005), waarbij er op de lange termijn zo min mogelijk menselijke inspanningen nodig zijn om op een kosteneffectieve wijze, die goed aansluit op de gebiedsfuncties, een goede waterkwaliteit te behouden.

Ecologie stoffen	ondersteunende	<i>Stoffen die noodzakelijk zijn voor het functioneren van een ecosysteem, maar die bij overmatige aanwezigheid kunnen leiden tot waterkwaliteitsproblemen.</i>
Effluent lozingen		Het gezuiverde water dat afkomstig is van een rioolwaterzuiverings-installatie.
Emissies		“Wateremissies zijn alle verontreinigingen die met of via (afval)water uit een bron vrijkomen.” (CBS et al., 2013)
Interne belasting		Belasting van Rijkswateren vanuit de waterschappen. Hieronder vallen de puntbelastingen die afkomstig zijn van gemalen en vrij afwaterende regionale wateren.
Kwel		<i>Zich door de grond (horizontaal) verplaatsend water, gevoed door neerslag, en/of hoger gelegen oppervlaktewater, wat omhoog komt in gebieden met een lager gelegen maaiveld of waterpeil.</i> (Rijkswaterstaat et al., 2011)
Lineaire regressie		Beschrijft de best mogelijke lineaire relatie tussen een afhankelijke en een onafhankelijke variabele
Noordelijk compartiment van het IJsselmeergebied		Het Noordelijke compartiment van het IJsselmeergebied bestaat uit het Zwarte Meer, Ketel- & Vossemeer en het IJsselmeer
Oppervlaktewater		<i>“Binnenwater, met uitzondering van grondwater; overgangswater en kustwateren en, voor zover het de chemische toestand betreft ook territoriale wateren”</i> (EU, 2000)
Oppervlaktewaterbelasting		<i>Oppervlaktewater belasting bestaat uit de vrachten van stoffen die daadwerkelijk het oppervlaktewater bereiken.</i> (CBS et al., 2013)
Overgangswater		“Een oppervlaktewaterlichaam in de nabijheid van een riviermonding dat gedeeltelijk zout is door de nabijheid van kustwateren, maar dat in belangrijke mate door zoetwaterstromen beïnvloed wordt.” (CBS et al., 2013)
Piekbelasting		De hoogst gemeten concentratie binnen een bepaald tijdsbestek.
Prioritaire stoffen		Stoffen zoals vermeld in bijlage X van de Kaderrichtlijn Water. (CBS et al., 2013) “Stoffen worden tot de prioritaire stoffen gerekend als ze vanwege hun gevaareigenschappen, emissies en/of mate van voorkomen in het milieu een meer dan verwaarloosbaar risico voor mens en milieu meebrengen of meebrachten.” (Rijkswaterstaat, 2008)
Probleemstoffen		<i>Stoffen die als ecologie ondersteunende, stroomgebiedrelevante of prioritaire stoffen zijn aangemerkt in de Kaderrichtlijn Water (KRW) en de hiervoor in het Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water (BKMW) vastgelegde normen overschrijden.</i>
Puntbelasting		<i>Belasting vanuit een specifiek punt. Voorbeelden zijn RWZI's en grote industriële bronnen, maar ook gemalen van waterschappen vormen voor Rijkswateren punt bronnen.</i>
Regionale wateren		<i>KRW-waterlichamen die binnen het beheergebied van een waterschap liggen.</i>

Rijkswater(lichaam)	<i>Waterlichamen die binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat liggen.</i>
Sluitpost	<i>Het verschil tussen aangevoerde en afgevoerde debieten en/of vrachten op een balans. De sluitpost geeft inzicht in de kwantiteit van de ‘niet gemeten’ aan- of afvoer van debieten of vrachten. “Een sluitende waterbalans is essentieel voor een kwalitatief goede stoffenbalans.” (Bonten, 2007)</i>
Stroomgebied	<i>“Een gebied vanwaar al het water dat over het oppervlak loopt, via een reeks stromen, rivieren en meren door één riviermond, estuarium of delta in zee stroomt.” (Ministerie I&M & Rijkswaterstaat, 2011)</i>
Stroomgebiedrelevante stoffen	<i>Specifieke stoffen die waterkwaliteitsproblemen veroorzaken binnen een specifiek stroomgebied en daarom aandacht vereisen.</i>
Uitwatering	<i>“De afvoer van oppervlaktewater naar het naastliggende watersysteem via onnatuurlijke weg. (pompen, malen) (van laag naar hoog)” (Rijkswaterstaat et al., 2010)</i>
Uitwisselpunt	<i>Een locatie waar sprake is van wateruitwisseling tussen verschillende waterlichamen of beheergebieden middels uit- of afwatering. (EU, 2000)</i>
Verontreinigende stoffen	<i>Iedere stof die tot verontreiniging kan leiden.</i>
Voorbelasting	<i>Voorbelasting van Rijkswaterlichamen is afkomstig uit hoger bovenstroomse Rijkswaterlichamen of internationale waterlichamen. (Duijnhoven & Thiange, 2013)</i>
Vracht	<i>Een vracht is een hoeveelheid stof, uitgedrukt in kg, die voorkomt in een bepaald debiet. Een vracht wordt berekend door een stofconcentratie te vermenigvuldigen met het desbetreffende debiet. (Rijkswaterstaat, 2008)</i>
Waterlichaam	<i>“Ruimtelijke begrensde eenheid van één of meer oppervlaktewateren, die alle hetzelfde watertype, dezelfde categorie en status hebben.” (Rijkswaterstaat, 2008)</i>
Watersysteem	<i>“Een watersysteem is een geografisch afgebakend oppervlaktewater, inclusief het grondwater waarmee het in verbinding staat, de bodem en de oevers. Ook de levensgemeenschappen die erin voorkomen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische processen, plus de wisselwerking met de atmosfeer, horen ertoe.” (Rijkswaterstaat et al., 2010)</i>
Wintermaanden	<i>Wanneer er wordt gesproken over concentraties gedurende de wintermaanden wordt er in dit rapport bedoeld op de maanden december tot en met februari (3 maanden)</i>
Zomermaanden	<i>Wanneer er wordt gesproken over concentraties gedurende de zomermaanden wordt er in dit rapport bedoeld op de maanden april tot en met september (6 maanden)</i>

Afkortingenlijst

BKMW	Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water
BPRW	Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren
DONAR	Data Opslag Natte Rijkswaterstaat
GCT	Goede Chemische Toestand
GEP	Goed Ecologisch Potentieel
GET	Goede Ecologische Toestand
JG-MKN	Jaargemiddelde milieukwaliteitsnormen
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KRM	Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie
KRW	Europese Kaderrichtlijn Water
MAC	Maximaal Aanvaarbare Concentratie
MEP	Maximaal Ecologisch Potentieel
MWTL	Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands
N2000	Natura 2000
ORS	Overige relevante stoffen
OSPAR	Oslo Parijs Conventie
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
RWS-MN	Rijkswaterstaat Midden-Nederland
RWS-NN	Rijkswaterstaat Noord-Nederland
RWS-ON	Rijkswaterstaat Oost-Nederland
SBghiPInP	Som benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen
SGBP	Stroomgebiedbeheerplan
STOWA	Stichting Toegepast Onderzoeks Waterbeheer
WB21	Waterbeheer 21 ^{ste} eeuw
ZGET	Zeer goede ecologische toestand

Bronnen bijlage A.

- Bonten, L.T.C. (2007). *Toetsing van modelberekeningen van uitspoeling van zwarte metalen uit bodems in het landelijk gebied*. Wageningen: Alterra; rapport 1637.
- CBS, PBL, Wageningen UR. (2013). *Belasting van en emissies naar water: begrippen en definities*. Opgehaald van Compendium voor de Leefomgeving: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0149-Begrippen-en-definitie-belasting-oppervlaktewater-en-emissies-naar-water.html?i=5-117>. Geraadpleegd op 31 augustus 2013
- Duijnhoven, N.; Thiange, C. (2013). *Belasting per KRW waterlichaam voor probleemstoffen in Nederland II; Herberekening met uitsplitsing voorbelasting*. Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat.
- EU. (2000). *Artikel 2 van Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad*. Europees Parlement en Raad van de Europese Unie.
- Kragt, F.J.; Gaalen, F.W. van; Beugelink, G.P.; Ligtvoet, W. (2005). *Afwenteling en blauwe knooppunten; sleutel tot duurzaam waterbeleid*. Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- Ministerie I&M en Rijkswaterstaat. (2011). *Waterhuishouding en waterverdeling in Nederland*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu Directoraat-Generaal Water en Rijkswaterstaat Waterdienst.
- Rijksoverheid. (2000). *Besluit van 15 december 1999, houdende aanwijzing van door anderen dan het Rijk beheerde oppervlaktewateren die voor de toepassing van het bij of krachtens de Wet verontreiniging oppervlaktewateren of de Wet op de waterhuishouding bepaalde worden gerekend*. https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2000-220.html?zoekcriteria=%3Fzkt%3DEenvoudig%26pst%3D%26vrt%3Dzomerpeil%26zkd%3DInDeGeheleText%26dpr%3DAfgelopenDag%26spd%3D20120922%26epd%3D20120923%26sdt%3DDatumBrief%26ap%3D%26pnr%3D1%26rpp%3D10%26_page%3D5%3A: Staatsblad van het koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2000 nr 220. Geraadpleegd op 31 augustus 2013
- Rijksoverheid. (2014). *Waterbegrippen*. Opgehaald van Helpdesk Water: <http://www.helpdeskwater.nl/waterbegrippen/>. Geraadpleegd op 31 augustus 2013
- Rijkswaterstaat. (2008). *Programma IJsselmeergebied; Waterbeheer 21e eeuw, Kaderrichtlijn Water en Natura 2000. Onderdeel van Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 - Ontwerp*. Den Haag: Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht. (2011). *Waterakkoord Rijkswaterstaat IJsselmeergebied - Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier - Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht*. Wieringerwerf: Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat, Provincie Flevoland, Waterschap Zuiderzeeland, Waterschap Reest en Wieden. (2010). *Waterakkoord Rijkswaterstaat IJsselmeergebied - Provincie Flevoland - Waterschap Zuiderzeeland - Waterschap Reest en Wieden*. Lelystad: Rijkswaterstaat.

Bijlage B. De karakteristieken en bronnen van de onderzoeksstoffen

Om een beeld te geven van het belang van emissiereductie van de onderzoeksstoffen en de diversiteit van hun bronnen, is op basis van literatuurstudie een beschrijving gegeven van de karakteristieken, de gevolgen van overmatige aanwezigheid en de herkomst van de individuele stoffen.

B.1 De fysisch chemische parameters stikstof en fosfaat

Stikstof en fosfaat zijn volgens de KRW aangemerkt als fysisch chemische parameters en vervullen een biologische ondersteunende rol. Zowel stikstof als fosfaat vormen onmisbare voedingsstoffen voor alle (water)planten. Echter kunnen verhoogde concentraties met name in stagnerend water leiden tot eutrofiëring. In stromende wateren worden de nutriënten getransporteerd richting de riviermonding waardoor er in dit type watersystemen eerder eutrofiëring plaatsvindt dan aan het einde van het systeem. [ISECA, 2014; RIVM, 2014]

Aangezien de reductie van stikstof- en fosfaatemissies, en daarmee eutrofiëring binnen oppervlaktewateren, een internationale opgave is, zijn er vanuit Europa steeds strengere richtlijnen ontwikkeld om de oppervlaktewaterbelasting terug te dringen. Binnen Nederland wordt er hard gewerkt aan de hieruit voortkomende doelen en opgaven. Zo voldoet Nederland sinds 2006 bijvoorbeeld aan de eis die is gesteld door de Europese richtlijn behandeling stedelijk afvalwater (91/271/EEG) dat alle rioolwaterzuiveringsinstallaties een zuiveringsrendement van tenminste 75% moeten hebben voor zowel stikstof als fosfaat [Rijksoverheid, 2009]. Een andere Europese richtlijn is de Nitraatrichtlijn (91/676/EEG). Deze richtlijn beoogt de emissies uit agrarische bronnen te verminderen en is verankerd in de meststoffenwet en het daaruit voortkomend beleid. Het beleid en de generieke maatregelen voor het meststoffengebruik in Nederland voor de periode 2014-2017 wordt in het 5^e nitraatactieprogramma vastgelegd. De maatregelen worden in dit programma opnieuw aangescherpt om op termijn te kunnen gaan voldoen aan de KRW-doelstellingen ten aanzien van de nutriënten. [Staatssecretaris van EZ, 2013]

De ontwikkeling van het beleid ten aanzien van stikstof en fosfaat in de periode na 1970

Na de Tweede Wereldoorlog nam de concentratie van stikstof en fosfaat in de Nederlandse oppervlaktewateren sterk toe. Belasting was met name afkomstig uit de afspoeling van meststoffen en de toevoer van huishoudelijk afvalwater.

In 1970 kwam er met de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater een belangrijk instrument beschikbaar om de overmatige belasting van oppervlaktewater door stikstof en fosfaat een halt toe te roepen. Met deze wet kwam er een systeem van lozingsvergunningen, verontreinigingsheffingen en inspecties, en werden er waterzuiveringsinstallaties gebouwd. Samen met de introductie van fosfaatvrije wasmiddelen een jaar eerder zorgde deze wet voor een eerste daling in de concentraties in het oppervlaktewater. In de jaren '80 werd de oppervlaktewaterbelasting verder teruggedrongen middels een melk- en mestquotum, de introductie van de mineralenboekhouding en verlagingen van de fosfaat gehalten in krachtvoer. In de jaren daarna hebben de invoer van de nitraatrichtlijn en het mineralenaagiftesysteem gezorgd voor een verdere afname van de stikstofproductie. Naast deze generieke maatregelen zijn er in Nederland in de loop der tijd ook vele specifieke en lokale maatregelen geïmplementeerd met als doel de oppervlaktewaterbelasting door stikstof en fosfaat terug te dringen. [Rijkswaterstaat, 2010]



Figuur 1 Voorbeelden van eutrofiëring [Biologiepagina, 2014]

Stikstof

De atmosfeer bestaat voor 78% uit het in vrije toestand verkerende element stikstof [Altmann, Corbeij, & Schröder, 1980]. Organische stoffen als eiwitten, aminozuren, DNA en ATP bevatten tevens stikstofatomen. Stikstof is daarmee een belangrijke bouwsteen die overal in de natuur voorkomt en binnen de verschillende trofische niveaus circuleert (de stikstofkringloop). Verhoogde stikstofconcentraties in het water worden vaak veroorzaakt door menselijk toedoen. In de landbouw wordt bijvoorbeeld veel gebruik gemaakt van meststoffen die stikstof als een van de hoofdbestanddelen bevatten. Het overschot aan deze meststoffen komt via uit- en afspoeling terecht in het oppervlaktewater. [RIVM, 2014] Daarnaast vormen ook huishoudelijk en industrieel afvalwater, beiden rijk aan vele stikstofverbindingen, een belangrijke bron van stikstof voor oppervlaktewateren [ISECA, 2014]. Ook veehouderij en verbrandingsgassen zorgen via vervuiling van de lucht voor atmosferische depositie van stikstof naar water [Alterra, 2014]. In aerobe wateren is stikstof vooral in de vorm van stikstofgas (N_2) en nitraten (NO_3^-) aanwezig en kan daarnaast, afhankelijk van de milieuconcentraties, eventueel ook in de vorm van lachgas (N_2O), ammoniak (NH_3), ammonium (NH_4^+), salpeterigzuur (HNO_2), nitriet (NO_2^-) en salpeterzuur (HNO_3) gevonden worden. Elementair stikstofgas (N_2) is vooral in kustwateren te vinden. [Lenntech, 2014a] In zoet water wordt de goede toestand voor stikstof bepaald op basis van de concentratie N_{tot} , deze concentratie bestaat uit de som van NO_2 , NO_3 en KjN (som NH_3 en NH_4). In zoute wateren wordt de concentratie van stikstof bepaald op basis van de aanwezigheid van DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen), deze concentratie bestaat uit de som van NO_2 , NO_3 en NH_4 .

Fosfor

Fosfor komt niet in gasvormige staat voor in de atmosfeer en circuleert dus vooral binnen het water en in de bodem. Fosfor is een essentiële voedingsstof voor planten en dieren en is net als stikstof een van de bouwstenen voor moleculen als DNA en ATP. Verhoogde concentraties fosfor in het oppervlaktewater worden vaak veroorzaakt door menselijke activiteiten. Daarbij is 90% van de commercieel gebruikte fosfor terug te vinden in meststoffen in de vorm van fosfaat. Fosfaten komen verder ook via afvalwater in het oppervlaktewatersysteem terecht. [Lenntech, 2014b] Hoewel fosfaten minder mobiel zijn dan nitraten, kunnen ze bij verzadiging van de grond wel diepere bodem- en grondwaterlagen bereiken. Wanneer fosfaten in rivieren terecht komen worden ze meestal direct uitgespoeld naar zee en daar in de bodem vastgelegd. De fosfaatconcentratie in de oceanen is laag doordat calcium- magnesium- en ijzerfosfaten onoplosbaar zijn en bezinken in de vorm van organische depositie. Fosfaatverbindingen zijn in hoge concentraties toxisch voor verschillende organismen. [Lenntech, 2014c]

B.2 De overige en relevante stoffen koper, zink en barium

De in dit onderzoek meegenomen overige en relevante stoffen zijn de metalen zink, koper en barium. Koper en zink behoren tot de essentiële sporenelementen; elementen die kleine organismen, over het algemeen, in kleine hoeveelheden nodig hebben. Een aantal van deze essentiële sporenelementen zijn in verhoogde concentraties toxisch, waaronder ook koper en zink. Zink en koper zijn zware metalen, terwijl barium een licht metaal is. Ondanks dat lichte metalen over het algemeen weinig milieuchemische problemen opleveren in water, wordt barium toch vaak als probleemstof genoemd gezien de bijdrage die het levert aan de hardheid van oppervlaktewater. [Meester et al., 1997]

In het rapport 'Vergeten metalen in Nederlandse Rijkswateren' [Schrapp et al., 2007] staat een overzicht van de werkingsmechanismen van verschillende metalen op groepen organismen. De hieruit afgeleide tabel B.1 op de volgende pagina bevat een overzicht de metalen barium, koper en zink. Uit de tabel kan worden afgeleid dat koper meer verschillende werkingsmechanismen omvat dan barium en zink. Dat wil echter niet zeggen dat koper meer toxisch is. Aan de hand van het criterium acute toxiciteit bij bepaalde hoeveelheden (mg/L) kan een verdeling gemaakt worden in toxiciteit van metalen. Koper en zink behoren beiden tot de groep van zeer toxische metalen en komen voor in de lijsten van hoogst scorende metalen op het gebied van effect en op het gebied van voorkomen. Barium valt onder de groep weinig toxische metalen. Echter komt barium wel voor in de lijst van hoogst scorende metalen op het gebied van aanwezigheid.

	Ba	Cu	Zn
Werkingsmechanisme – Algemeen			
Binding aan eiwitten			
Binding aan nucleïnezuren (DNA/RNA)			
Werkingsmechanisme – Vis			
Binding aan eiwitten			
Beschadiging celorganellen			
Verstoring van de bloedsomloop (inactivatie van haem ed.)			
Substitutie of verdringsreacties			
Verstoring immunofunctie			
Kieuwschade			
Werkingsmechanisme – Planten/algen			
Vorming van radicalen			
Effecten op fotosynthese			
Verstoring van de energietoestand (Vorming van ADP- of ATP-metaalcomplexen)			
Werkingsmechanisme - Overigen			
Beschadiging celorganellen		2	
Oxidatie van reductanten		1	
Verstoring van de energietoestand (Vorming van ADP- of ATP-metaalcomplexen)		1	
Verstoring van de bloedsomloop (inactivatie van haem ed.)		1	
Verstoring osmoregulatie		2	
Kieuwschade		1	

1. Crustaceën (krabben, kreeften)

2. Gastropoden (slakken, mosselen met voet)

Tabel B.1 Werkingsmechanismen van de metalen barium, koper en zink op groepen organismen [Schrapp et al., 2007]

Koper (Cu)

Doordat de productie van koper de laatste jaren is gestegen, is het gehalte aan koper in het milieu ook gestegen. De meeste koperverbindingen zijn niet oplosbaar in water en bezinken of binden zich aan sediment of bodemdeeltjes wanneer ze in het water terecht komen, bijvoorbeeld door lozing van afvalwater. De koperverbindingen die wel oplosbaar zijn vormen het grootste probleem bij watervervuiling. Oplosbare koperverbindingen komen meestal in het milieu terecht door het gebruik in de landbouwsector. Verbranding van fossiele brandstoffen zorgt verder voor de emissie van koper naar het compartiment lucht. Bij regen belandt het koper vervolgens in de bodem, deze kan hierdoor soms grote hoeveelheden koper bevatten. [Lenntech, 2014d] Koper hecht sterk aan opgeloste organische materie (DOC) en mineralen in de bodem, waardoor het zich niet over grote afstanden verplaatst en zelden in het grondwater terecht komt [Steketee, 2007]. Dieren en planten accumuleren vaak koper omdat koper niet wordt afgebroken in het milieu. Echter wordt in de landbouw nog steeds gebruik gemaakt van koper als toevoeging aan meststoffen, groenvoer en bestrijdingsmiddelen. [Lenntech, 2014d; Lenntech, 2014e] Vooral voor kleine organismen, zoals bacteriën, schimmels en algen, zijn Cu^{2+} -ionen zeer giftig. Opgeloste koperzouten zijn toxisch voor waterorganismen zoals bacteriën, algen, kreeften en vissen. [Lenntech, 2014e]

Zink (Zn)

Doordat de mondiale zinkproductie nog steeds toeneemt, neemt ook de hoeveelheid zink in het milieu toe. In water komt zink van nature voor. De concentratie zink in rivieren is hoger dan die in zeewater, dit wordt onder andere veroorzaakt doordat zeeorganismen het zink accumuleren. Elementair zink is over het algemeen niet belastend voor organismen, terwijl sommige verbindingen van zink wel een probleem kunnen vormen. [Lenntech, 2014f] Zink wordt, net als koper, in de huidige samenleving voor veel verschillende toepassingen gebruikt zoals oppervlaktebescherming van staal, bouwmaterialen, batterijen en pigmenten. Overdracht van zink naar het milieu kan plaatsvinden door direct gebruik zoals in de mijnbouw, afvalverbranding, afvalwater lozing en staalbewerking, of in het afvalstadium van deze producten. Ook is zink vaak een onbedoeld bijproduct van productieprocessen. Zink behoort tot de metalen die langzaam oxideren onder invloed van atmosferische omstandigheden. In eerste instantie zorgt dit voor diffuse belasting, maar lokaal kan het ook voor sterke verontreiniging zorgen. [Steketee, 2007] Het grootste gedeelte zink in het afvalwater is afkomstig uit diffuse bronnen; zoals verzinkte leidingen en regenpijpen. Op wegen wordt zink door autobanden en door motorolie uit verzinkte tanks achtergelaten. Daarnaast worden zinkverbindingen ook gebruikt als fungiciden of insecticiden die tevens in het water terecht kunnen komen. [Lenntech, 2014f]

Barium (Ba)

Barium komt in de natuur niet voor als element, omdat het reageert met zuurstof in de lucht tot bariumoxide (BaO) en met water tot bariumhydroxide Ba(OH)_2). Barium komt het meest voor als mineraal en wordt op die manier onder andere gebruikt als vulstof voor rubber, plastic en harsen en als absorbent van röntgenstraling. Barium komt veelvuldig voor als de mineralen bariumsulfaat (BaSO_4) en bariumcarbonaat (BaCO_3). Hoewel bariumsulfaat slecht oplost in water zijn er andere bariummengsels die wel oplosbaar zijn in water en in grote hoeveelheden schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid. Bariummengsels die tijdens mijnbouwprocessen, raffinageprocessen, de productie van bariummengsels en bij de verbranding van kool en olie in de lucht terecht komen lossen vaak gemakkelijk op in water. Deze opgeloste bariummengsels leggen via meren, rivieren en beken grote afstanden af. Vissen en andere waterorganismen accumuleren bariummengsels in hun lichaam. Bariummengsels die niet oplossen blijven vaak aan het grondoppervlak of bezinken met het sediment in het water. [Lenntech, 2014g]

B.3 Prioritaire stof: som benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen

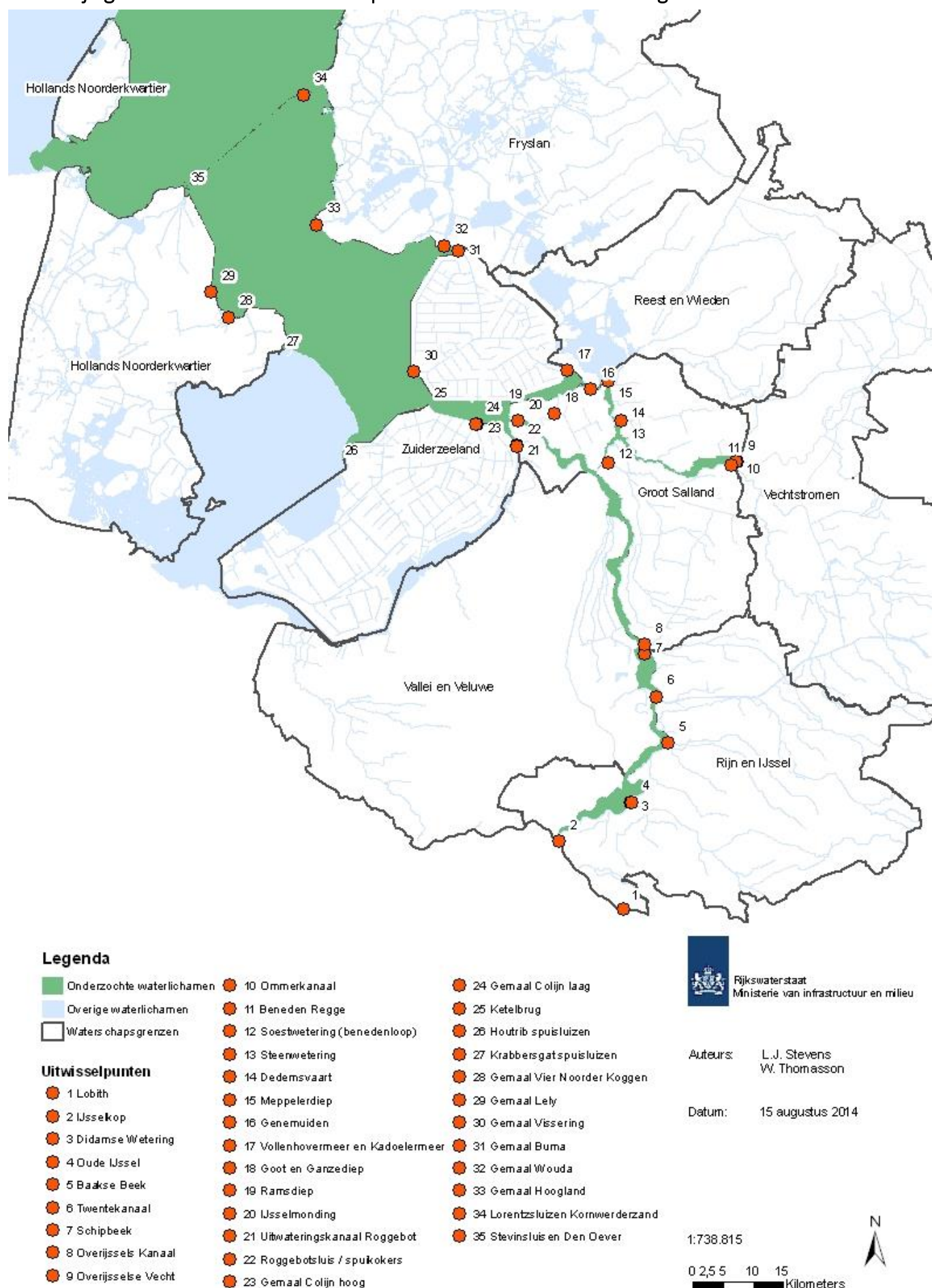
Benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen behoren tot de polycyclische aromatische koolwaterstoffen, afgekort PAK's. PAK's bestaan uit een groep van enkele honderden organische stoffen die zijn opgebouwd uit meerdere benzeenringen. De som van benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen wordt gebruikt als parameter voor het bepalen van de GCT binnen de KRW. Beide stoffen hebben als brutoformule $\text{C}_{22}\text{H}_{12}$. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een beperkt aantal vluchtige en een grote meerderheid van niet-vluchtige PAK's. Wanneer het aantal benzeenringen toeneemt, nemen de vluchtigheid en de wateroplosbaarheid van de stof sterk af. De verschillende PAK's hebben verschillende effecten op de mens en het ecosysteem. Om die reden zijn bepaalde PAK's aangewezen als gidsstoffen om bepaalde risico's vast te stellen. [RIVM, 2011]

PAK's ontstaan bij (onvolledige) verbranding van koolstofhoudende materialen. Dit kan op natuurlijke wijze gebeuren zoals bosbranden en vulkanische activiteit, maar ook bij antropogene activiteiten zoals roken en verbranding van fossiele brandstoffen. De bijdrage van natuurlijke verbranding is in Nederland verwaarloosbaar ten opzichte van de antropogene bronnen. PAK's worden gebruikt bij de verwerking van restproducten die ontstaan bij de raffinering van ruwe olie en bij de verwerking van steenkoolteer. Koolteerdestilaten met relatief hoge PAK-concentraties worden onder andere gebruikt bij metaalproductie, houtverduurzaming, scheepvaart, wegenbouw en de rubberindustrie. Het verkeer en de industrie vormen de belangrijkste emissiebronnen van PAK's. Bij het opbreken of renoveren van oude teer asfaltwegen komen ook PAK's vrij. Vervuiling van het milieu met PAK's vindt plaats naar de (water)bodem, oppervlaktewater en lucht. [RIVM, 2011]

Bronnen bijlage B.

- Alterra. (2014). *Atmosferische depositie*. Opgehaald van Wageningen UR:
<http://www.wageningenur.nl/en/Show/Atmosferische-depositie.htm>
- Altmann, C.J.G.; Corbeij, J.J.G.; Schröder, P.I. (1980). *Inzicht in de chemie*. Amsterdam/Brussel: Stichting Adviescentrum Laboratoriumopleidingen; Elsevier Argus, tweede druk.
- Biologiepagina. (2014). *Eutrofiering*. Opgehaald van Biologiepagina:
<http://www.biologiepagina.nl/Oefeningen/Eutrofiering/eutrofiering.htm>
- ISECA. (2014). *Wat is eutrofiering?* Opgehaald van Information System on the Eutrophication of our Coastal Areas: <http://iseca.eu/nl/2012-09-20-09-08-30/2012-09-20-09-07-43>
- Lenntech. (2014a). *Stikstof (N) en water*. Opgehaald van Lenntech Water Treatment Solutions:
<http://www.lenntech.nl/periodiek/water/stikstof/stikstof-en-water.htm>
- Lenntech. (2014b). *Fosfor (P) en water*. Opgehaald van Lenntech Water Treatment Solutions:
<http://www.lenntech.nl/fosfor/fosfor-en-water.htm>
- Lenntech. (2014c). *Koper (Cu) en water*. Opgehaald van Lenntech Water Treatment Solutions:
<http://www.lenntech.nl/periodiek/elementen/cu.htm>
- Lenntech. (2014d). *Zink (Zn) en water*. Opgehaald van Lenntech Water Treatment Solutions:
<http://www.lenntech.nl/periodiek/elementen/zn.htm>
- Lenntech. (2014e). *Barium - Ba*. Opgehaald van Lenntech Water Treatment Solutions:
<http://www.lenntech.nl/periodiek/elementen/ba.htm>
- Meester, M.A.M.; Zon, H. van; Voogt, P. de; Govers, H.A.J.; Visser, C.M.; Holtkamp, G.E.I.; Jansen, D.; Ivens, W.P.M.F.; Stol, B.E.M.; Salomons, W.; Wijland, R.; Westera, W.; Smit, O.E.; Dam-Mieras, M.C.E. van (1997). *Milieuchemie; blok 2 water*. Heerlen: Open Universiteit; Van Hooren B.V., tweede druk.
- Rijksoverheid. (2009). *Stroomgebiedbeheerplan Rijndelta Nederland 2009-2015*. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Rijkswaterstaat. (2010). *Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling*. Lelystad: Rijkswaterstaat Waterdienst.
- RIVM. (2011). *Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu in het kader van de verschijning van Voortgangsrapportage Milieubeleid voor Nederlandse Prioritaire Stoffen.
- RIVM. (2012). *Nitraat*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu in het kader van de verschijning van Voortgangsrapportage Milieubeleid voor Nederlandse Prioritaire Stoffen.
- RIVM. (2014). *Vermesting/eutrofiering*. Opgehaald van Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu:
http://rivm.nl/Onderwerpen/V/Vermesting_eutrofiering
- Schrap, S.M.; Osté, L.A.; Beek, M.A.; Epema, O.J.; Miermans, K. (2007). *Vergeten metalen in Nederlandse Rijkswateren*. Rijkswaterstaat Waterdienst; WD rapport 2008.034.
- Staatssecretaris van EZ. (2013). *Inzet vijfde actieprogramma Nitraatrichtlijn*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- Steketee, J. (2007). *Zwarte Metalen*. Rijswijk: Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem (SKB); Quantas.

Bijlage C. Kaart met alle uitwisselpunten binnen het onderzoeksgebied



Figuur C.1 Uitwisselpunten grenzend aan de onderzochte waterlichamen binnen het onderzoeksgebied

Bijlage D. Gehanteerde perioden en herkomst data per uitwisselpunt

Deze bijlage geeft een overzicht van de gehanteerde perioden en de herkomst van de data per uitwisselpunt weer. De tabellen met de herkomst en de periode van de debieten zijn eerst gegeven, gevolgd door de tabellen met de herkomst en de periode van de concentraties. Tabel C.1 geeft een overzicht van de uitwisselpunten die water aanvoeren op de Rijkswateren terwijl tabel C.2 een overzicht geeft van de uitwisselpunten die water afvoeren vanaf de onderzochte Rijkswaterlichamen.

- *Tabel D.1 Herkomst en periode van de aangevoerde debieten*
- *Tabel D.2 Herkomst en periode van de afgevoerde debieten*

De tabellen voor de debieten worden gevolgd door de tabellen voor de herkomst en de periode van de concentraties. De eerste tabel geeft de informatie over de meetpunten in de waterlichamen. Deze tabel wordt gevolgd door tabellen met de gegevens over de uitwisselpunten per waterlichaam. Een lijst van deze tabellen is hieronder gegeven.

- *Tabel D.3 Herkomst en periode van de concentraties in de waterlichamen*
- *Tabel D.4 Herkomst en periode van de concentraties van de uitwisselpunten aan de IJssel*
- *Tabel D.5 Herkomst en periode van de concentraties van de uitwisselpunten aan de Vecht & Zwarte Water*
- *Tabel D.6 Herkomst en periode van de concentraties van de uitwisselpunten aan het Ketel- & Vossemeer*
- *Tabel D.7 Herkomst en periode van de concentraties van de uitwisselpunten aan het Zwarte Meer*
- *Tabel D.8 Herkomst en periode van de concentraties van de uitwisselpunten aan het IJsselmeer*

Tabel D.1 De gehanteerde periode en de herkomst van de data voor de debieten van de aanvoerende uitwisselpunten van de onderzochte Rijkswaterlichamen

Waterlichaam	Uitwisselpunt aanvoer	Periode	Bron data
Vollenhover- en Kadoelermeer	Zwarte Meer		Zwarte Meer --> Kadoelermeer berekend met som inlaten + verdamping Vollenhover- en Kadoelermeer
Vollenhover- en Kadoelermeer	Smeenge	2009 - 2012	WSM Database
Vollenhover- en Kadoelermeer	Stroink	2009 - 2012	WSM Database
Vollenhover- en Kadoelermeer	Neerslag	2009 - 2012	KNMI
Zwarte Meer	Vollenhover- en Kadoelermeer		Kadoelermeer --> Zwarte Meer berekend met som gemalen + neerslag Vollenhover- en Kadoelermeer
Zwarte Meer	Zwarte Water	2010 - 2013	DONAR
Zwarte Meer	Ketelmeer		Ketelmeer --> Zwarte Meer berekend met som afvoer Zwarte Water + Kadoelermeer + Inlaten + Verdamping Zwarte Meer
Zwarte Meer	Ganzendiep en Goot	2013 - 2014	Gegevens gekregen van Waterschap Groot Salland, 20 mei 2013 t/m 19 mei 2014, mei berekend som mei 2013 + 2014
Zwarte Meer	Neerslag	2009 - 2012	KNMI
Ketel- en Vossemeer	IJssel	2009 - 2013	DONAR
Ketel- en Vossemeer	Zwarte Meer		Zwarte Meer --> Ketelmeer berekend met som aanvoer Kadoelermeer + Zwarte Water + Neerslag Zwarte Meer
Ketel- en Vossemeer	IJsselmeer		IJsselmeer --> Ketelmeer berekend met som afvoer Zwarte Meer + Ketelsluis + Verdamping Ketel- en Vossemeer
Ketel- en Vossemeer	Gemaal Colijn hoog	2009 - 2012	WSM Database
Ketel- en Vossemeer	Gemaal Colijn laag	2009 - 2012	WSM Database
Ketel- en Vossemeer	Uitwateringskanaal Roggebot	2009 - 2012	WSM Database
Ketel- en Vossemeer	Spuikers Roggebot	2011	Waterbalans IJsselmeer 2011
Ketel- en Vossemeer	Roggebotsluis	2011	Waterbalans IJsselmeer 2011
Ketel- en Vossemeer	Neerslag	2009 - 2012	KNMI
IJsselmeer	Ketelmeer		Ketelmeer --> IJsselmeer berekend met som aanvoer IJssel + Zwarte Meer + Gemalen + Neerslag Ketel- en Vossemeer
IJsselmeer	Krabbersgat spuisluizen	2011	Waterbalans IJsselmeer 2011
IJsselmeer	Houtrib spuisluizen	2011	Waterbalans IJsselmeer 2011
IJsselmeer	Kwel Afsluitdijk	2011	Waterbalans IJsselmeer 2011
IJsselmeer	Lek spuisluizen	2011	Waterbalans IJsselmeer 2011
IJsselmeer	Gemaal de Stontele	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Spui Stontelerkeersluis	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Gemaal Grootslag	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Gemaal Vier Noorder Koggen	2010 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Gemaal Lely	2010 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Gemaal Wouda	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Gemaal Hoogland	2010 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Gemaal Vissering	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Gemaal Buma	2009 - 2011	WSM Database
IJsselmeer	Neerslag	2009 - 2012	KNMI

Tabel D.2 De gehanteerde periode en de herkomst van de data voor de afvoerende uitwisselpunten van de onderzochte Rijkswaterlichamen

Waterlichaam	Uitwisselpunt afvoer	Periode	Bron data
Vollenhover- en Kadoelermeer	Zwarte Meer		Kadoelermeer --> Zwarte Meer berekend met som gemalen + neerslag Vollenhover- en Kadoelermeer
Vollenhover- en Kadoelermeer	Inlaat gemaal Stroink	2009 - 2011	WSM Database
Vollenhover- en Kadoelermeer	Inlaat Vollenhoverkanaal	2009 - 2011	WSM Database
Vollenhover- en Kadoelermeer	Inlaat Blokzijl	2009 - 2011	WSM Database
Vollenhover- en Kadoelermeer	Inlaat hevel Ettenlandseweg	2009 - 2011	WSM Database
Vollenhover- en Kadoelermeer	Inlaat Repelweg	2009 - 2011	WSM Database
Vollenhover- en Kadoelermeer	Voorstersluis	2009 - 2011	WSM Database
Vollenhover- en Kadoelermeer	Verdamping	2009 - 2012	KNMI
Zwarte Meer	Zwarte Water	2010 - 2013	DONAR
Zwarte Meer	Ketelmeer		Zwarte Meer --> Ketelmeer berekend met som aanvoer Kadoelermeer + Zwarte Water + Neerslag Zwarte Meer
Zwarte Meer	Vollenhover- en Kadoelermeer		Zwarte Meer --> Kadoelermeer berekend met som inlaten + verdamping Vollenhover- en Kadoelermeer
Zwarte Meer	Inlaat hevel Kadoelen	2009 - 2010	WSM Database
Zwarte Meer	Inlaat hevel Neushoornweg	2009 - 2011	WSM Database
Zwarte Meer	Inlaat hevel Schelpenpad	2009 - 2011	WSM Database
Zwarte Meer	Inlaat Ramspol	2009 - 2011	WSM Database
Zwarte Meer	Verdamping	2009 - 2012	KNMI
Ketel- en Vossemeer	Zwarte Meer		Ketelmeer --> Zwarte Meer berekend met som afvoer Zwarte Water + Kadoelermeer + Inlaten + Verdamping Zwarte Meer
Ketel- en Vossemeer	IJsselmeer		Ketelmeer --> IJsselmeer berekend met som aanvoer IJssel + Zwarte Meer + Gemalen + Neerslag Ketel- en Vossemeer
Ketel- en Vossemeer	Ketelsluis	2009 - 2012	WSM Database
Ketel- en Vossemeer	Verdamping	2009 - 2012	KNMI
IJsselmeer	Ketelmeer		IJsselmeer --> Ketelmeer berekend met som afvoer Zwarte Meer + Ketelsluis + Verdamping Ketel- en Vossemeer
IJsselmeer	Waddenzee - Kornwerderzand	2009 - 2012	DONAR
IJsselmeer	Waddenzee - Den Oever	2009 - 2012	DONAR
IJsselmeer	Krabbersgat spuisluizen	2011	Waterbalans IJsselmeer 2011
IJsselmeer	Houtrib spuisluizen	2011	Waterbalans IJsselmeer 2011
IJsselmeer	Inlaat Grootslag	2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Vier Noorder Koggen	2012	WSM Database
IJsselmeer	PWN/WRKIII drinkwaterinlaat	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Immerhorn	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat pompstation Andijk	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Stontelerkeersluis	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Proefpolder	2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Lemsterhop	2009 - 2011	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Makkum	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Workum	2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Teroelsterkolk	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Tacozijl	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Hooglandgemaal (140)	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Friesesluis	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat hevel Urk	2009 - 2011	WSM Database
IJsselmeer	Inlaat Lemmer/Rutten	2009 - 2011	WSM Database
IJsselmeer	Urkersluis	2009 - 2012	WSM Database
IJsselmeer	Verdamping	2009 - 2012	KNMI

Tabel D.3 Overzicht waterkwaliteit per waterlichaam

Locatie kwaliteit	Stof	Periode	Concentratie	Norm	Piekbelasting	MAC-Waarde	Frequentie meting	Detectiegrens onderschreden 2011-2013 (n)	Bron data
Lobith (Bovenrijn)	Fosfaat (Ptot)	2011-2013 (zomer)	0,08	0,14	0,11		Maandelijks		DONAR
	Stikstof (Ntot)	2011-2013 (zomer)	2,48	2,5	3,55		Maandelijks	17x (94,4%)	
	Barium (Ba)	2011-2013	82,4	82,3	125	148	Maandelijks		
	Koper (Cu)	2011-2013	1,77	3,8	2,13		Maandelijks		
	Zink (Zn)	2011-2013	3,80	7,8	6,83	15,6	Maandelijks	1x (2,8%)	
	sBghiPInP	2011-2013	0,0064	0,002	0,0340		Maandelijks	3x (8,3)	
Kampen (IJssel)	Fosfaat (Ptot)	2011-2013 (zomer)	0,08	0,14	0,13 (zomer)		Maandelijks		DONAR
	Stikstof (Ntot)	2011-2013 (zomer)	2,46	2,5	3,43 (zomer)		Maandelijks	14x (77,8%)	
	Barium (Ba)	2011-2013	80,81	82,3	111	148	Maandelijks		
	Koper (Cu)	2011-2013	1,87	3,8	2,31		Maandelijks		
	Zink (Zn)	2011-2013	3,88	7,8	6,43	15,6	Maandelijks		
	sBghiPInP	2011-2013	0,0053	0,002	0,0244		Maandelijks	5x (13,9%)	
Genemuiden (Vecht & Zwarte Water)	Fosfaat (Ptot)	2011-2013 (zomer)	0,09	0,14	0,14 (zomer)		Maandelijks		DONAR
	Stikstof (Ntot)	2011-2013 (zomer)	2,6	2,5	3,9 (zomer)		Maandelijks	3x (16,7%)	
	Barium (Ba)	2011-2013	57,2	82,3	68,2	148	Maandelijks		
	Koper (Cu)	2011-2013	2,0	3,8	3,4		Maandelijks		
	Zink (Zn)	2011-2013	3,6	7,8	7,8	15,6	Maandelijks	1x (2,8%)	
	sBghiPInP	2011-2013	0,003	0,002	0,011		Maandelijks	2x (5,6%)	
Ketelmeer West (Ketel- & Vossemeer)	Fosfaat (Ptot)	2011-2013 (zomer)	0,08	0,09	0,18 (zomer)		Maandelijks	1x (5,6%)	DONAR
	Stikstof (Ntot)	2011-2013 (zomer)	2,18	1,3	3,08 (zomer)		Maandelijks	8x (44,4%)	
	Barium (Ba)	2011-2013	79,77	82,3	114,00	148	Maandelijks		
	Koper (Cu)	2011-2013	1,85	3,8	2,16		Maandelijks		
	Zink (Zn)	2011-2013	3,22	7,8	5,13	15,6	Maandelijks		
	sBghiPInP	2011-2013	0,0032	0,002	0,01		Maandelijks	7x (19,4%)	
Ramsdiep (Zwarte Meer)	Fosfaat (Ptot)	2011-2013 (zomer)	0,08	0,09	0,18 (zomer)		Maandelijks	1x (5,6%)	DONAR
	Stikstof (Ntot)	2011-2013 (zomer)	2,18	1,3	3,08 (zomer)		Maandelijks	3x (16,7%)	
Ketelmeer West (Zwarte Meer)	Barium (Ba)	2011-2013	79,77	82,3	114,00	148	Maandelijks		
	Koper (Cu)	2011-2013	1,85	3,8	2,16		Maandelijks		
	Zink (Zn)	2011-2013	3,22	7,8	5,13	15,6	Maandelijks		
	sBghiPInP	2011-2013	0,0032	0,002	0,01		Maandelijks	7x (19,4%)	
Vrouwezand (IJsselmeer)	Fosfaat (Ptot)	2011-2013 (zomer)	0,04	0,07	0,10 (zomer)		Maandelijks	2x (11,1%)	DONAR
	Stikstof (Ntot)	2011-2013 (zomer)	2,23	1,3	3,38 (zomer)		Maandelijks	10x (55,6%)	
	Barium (Ba)	2011-2013	63,62	82,3	74,50	148	Maandelijks		
	Koper (Cu)	2011-2013	1,49	3,8	1,98		Maandelijks		
	Zink (Zn)	2011-2013	1,21	7,8	2,70	15,6	Maandelijks	12x (33,3%)	
	sBghiPInP	2011-2013	0,0019	0,002	0,01		Maandelijks	9x (25,0%)	

Tabel D.4 Kwaliteitsgegevens IJssel

Locatie kwaliteit	Stof	Periode	Concentratie	Norm	Piekbelasting	MAC-Waarde	Detectiegrens overschreden	Bron data
Twentekanaal (Eefde Boven)	Fosfaat (Ptot)	2011 – 2013 zomer	0,09	0,25	0,14		1x (5,6%)	DONAR
	Stikstof (Ntot)	2011 – 2013 zomer	3,79	3,80	7,5		3x (16,7%)	
	Barium (Ba)	2011 – 2013	57,1	82,3	114	148		
	Koper (Cu)	2011 – 2013	3,48	3,8	4,46			
	Zink (Zn)	2011 – 2013	5,55	7,8	10,9	15,6	1x (2,8%)	
	sBghiPInP	2011 – 2013	0,005	0,002	0,04		7x (19,4%)	
Schipbeek	Fosfaat (Ptot)			0,14				Afwentelings- onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			4,00				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	3,43	3,8				
	Zink (Zn)	2011	9,12	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,004	0,002			1x (8,3%)	
Overijssels Kanaal (Zwolle)	Fosfaat (Ptot)			0,15				Afwentelings- onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			2,80				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	1,58	3,8				
	Zink (Zn)	2011	6,63	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,005	0,002				
Baakse Beek	Fosfaat (Ptot)			0,14				Afwentelings- onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			4,00				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	1,41	3,8				
	Zink (Zn)	2011	3,42	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,003	0,002				
Oude IJssel	Fosfaat (Ptot)			0,14				Afwentelings- onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			4,00				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	2,23	3,8				
	Zink (Zn)	2011	6,99	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,004	0,002			1x (8,3%)	
Didamse Wetering	Fosfaat (Ptot)	2012		0,15				Afwentelings- onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)	2012		2,80				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	1,23	3,8				
	Zink (Zn)	2011	3,72	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,003	0,002				

Tabel D.5 Kwaliteitsgegevens Vecht & Zwarte Water

Locatie kwaliteit	Stof	Periode	Concentratie	Norm	Piekbelasting	MAC-Waarde	Detectiegrens overschreden	Bron data
Overijsselse Vecht	Fosfaat (Ptot)			0,14				Afwentelings-onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			4,00				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	2,75	3,8				
	Zink (Zn)	2011	12,35	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,009	0,002				
Meppelerdiep	Fosfaat (Ptot)			0,14				Afwentelings-onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			4,00				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	5,58	3,8				
	Zink (Zn)	2011	8,92	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,003	0,002			9x (75%)	
Ommerkanaal	Fosfaat (Ptot)			0,15				Afwentelings-onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			2,80				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	1,90	3,8				
	Zink (Zn)	2011	6,98	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011		0,002				
Beneden Regge	Fosfaat (Ptot)			0,11				Afwentelings-onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			2,30				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	1,71	3,8				
	Zink (Zn)	2011	19,81	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,005	0,002			1x (8,3%)	
Steenwetering	Fosfaat (Ptot)			0,22				Afwentelings-onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			2,50				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	0,88	3,8				
	Zink (Zn)	2011	4,37	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,005	0,002				
Dedemsvaart	Fosfaat (Ptot)			0,15				Afwentelings-onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			2,80				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	1,62	3,8				
	Zink (Zn)	2011	6,60	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,005	0,002				
Soestwetering (benedenloop)	Fosfaat (Ptot)			0,14				Afwentelings-onderzoek oppervlaktewater Rijn Oost 2012
	Stikstof (Ntot)			4,00				
	Barium (Ba)	2011		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011	2,42	3,8				
	Zink (Zn)	2011	10,19	7,8		15,6		
	sBghiPInP	2011	0,005	0,002				

Tabel D.6 Kwaliteitsgegevens Ketel- & Vossemeer

Locatie kwaliteit	Stof	Periode	Concentratie	Norm	Piekbelasting	MAC-Waarde	Detectiegrens overschreden	Bron data
Gemaal Colijn hoog	Fosfaat (Ptot)	2010 – 2012 zomer	0,12	0,1	0,18		1x (5,6%)	WSM Database
	Stikstof (Ntot)	2010 – 2012 zomer	3,02	2,5	3,94		7x (38,9%)	
	Barium (Ba)	2010 – 2012	95,3	82,3	125	148		
	Koper (Cu)	2010 – 2012	2,2	3,8	3,6		1x (2,8%)	
	Zink (Zn)	2010 – 2012	8,9	7,8	40	15,6		
	sBghiPinP	2010 – 2012	0,005	0,002	0,008		35x (97,2%)	
Gemaal Colijn laag	Fosfaat (Ptot)	2010 – 2012 zomer	0,14	0,2	0,18			WSM Database
	Stikstof (Ntot)	2010 – 2012 zomer	4,36	3,8	7,8			
	Barium (Ba)	2010 – 2012	196,7	82,3	300	148		
	Koper (Cu)	2010 – 2012	1,3	3,8	2,4		2x (5,6%)	
	Zink (Zn)	2010 – 2012	7,4	7,8	58	15,6		
	sBghiPinP	2010 – 2012	0,0045	0,002	0,029		34x (94,4%)	
Uitwateringskanaal Roggebot	Fosfaat (Ptot)	2010 – 2012 zomer	0,12	0,22	0,26			WSM Database
	Stikstof (Ntot)	2010 – 2012 zomer	1,70	2,5	2,245		15x (83,3%)	
	Barium (Ba)	2010 – 2012	52,6	82,3	58	148		
	Koper (Cu)	2010 – 2012	1,4	3,8	1,525			
	Zink (Zn)	2010 – 2012	6,4	7,8	7,175	15,6		
	sBghiPinP	2010 – 2012	0,0050	0,002	0,00375			
Roggebotsluis / Spuikokers	Fosfaat (Ptot)	2011 zomer	0,015	0,09	0,024		4x (66,7%)	DONAR
	Stikstof (Ntot)	2011 zomer	0,96	1,3	1,06		6x (100%)	
	Barium (Ba)	2011	50,7	82,3	55,9	148		
	Koper (Cu)	2011	1,28	3,8	1,7			
	Zink (Zn)	2011	2,56	7,8	4,12	15,6	1x (8,3%)	
	sBghiPinP	2011	0,0007	0,002	0,0013		10x (83,3%)	

Tabel D.7 Kwaliteitsgegevens Zwarte Meer

Locatie kwaliteit	Stof	Periode	Concentratie	Norm	Piekbelasting	MAC-Waarde	Detectiegrens overschreden	Bron data
Vollenhover en Kadoelermeer	Fosfaat (Ptot)	2010 – 2012 zomer	0,077	0,1	0,13			Waterschap Zuiderzeeland
	Stikstof (Ntot)	2010 – 2012 zomer	2,36	2,0	5,405		12x (100%)	
	Barium (Ba)	2010 – 2012	39,92	82,3	62	148		
	Koper (Cu)	2010 – 2012	1,84	3,8	3		1x (2,8%)	
	Zink (Zn)	2010 – 2012	3,88	7,8	9	15,6	11x (30,6%)	
	sBghiPinP	2010 – 2012	0,0034	0,002	0,009		32x (88,9%)	
Goot / Ganzediep	Fosfaat (Ptot)	2011 – 2013 zomer	0,076	0,14	0,27			Waterschap Groot Salland
	Stikstof (Ntot)	2011 – 2013 zomer	2,99	4,0	4,7			
	Barium (Ba)	2011 – 2013	99,42	82,3	107,75	148		
	Koper (Cu)	2011 – 2013	1,54	3,8	2,85			
	Zink (Zn)	2011 – 2013	3,48	7,8	4,15	15,6		
	sBghiPinP	2011 – 2013	0,005	0,002	0,005			

Tabel D.8 Kwaliteitsgegevens IJsselmeer

Locatie kwaliteit	Stof	Periode	Concentratie	Norm	Piekbelasting	MAC-Waarde	Detectiegrens overschreden	Bron data
Markermeer midden	Fosfaat (Ptot)	2011	0,017	0,07	0,052			DONAR
	Stikstof (Ntot)	2011	1,28	1,3	2,03			
	Barium (Ba)	2011	43,31	82,3	49,9	148		
	Koper (Cu)	2011	0,96	3,8	1,175			
	Zink (Zn)	2011	0,5	7,8	0,5	15,6		
	sBghiPInP	2011	0,0017	0,002	0,0069			
Gemaal Vier Noorder Koggen	Fosfaat (Ptot)	2011 – 2012	0,49	0,15	0,73			WSM Database
	Stikstof (Ntot)	2011 – 2012	4,23	2,8	5,89			
	Barium (Ba)			82,3		148		
	Koper (Cu)	2011 – 2012	2,07	3,8	3		1x (4,2%)	
	Zink (Zn)	2011 – 2012	8,60	7,8	20	15,6	2x (8,3%)	
	sBghiPInP	2011 – 2012	0,017	0,002	0,23		9x (37,5%)	
Gemaal Lely	Fosfaat (Ptot)	2011 – 2012	0,63		1,4			WSM Database
	Stikstof (Ntot)	2011 – 2012	2,89		3,87		1x (8,3%)	
	Barium (Ba)	2011 – 2012		82,3		148		
	Koper (Cu)	2011 – 2012	3,17	3,8	10			
	Zink (Zn)	2011 – 2012	3,33	7,8	8	15,6		
	sBghiPInP	2011 – 2012	0,024	0,002	0,11		17x (70,8%)	
Gemaal Wouda	Fosfaat (Ptot)	2010 – 2012 zomer	0,041	0,25	0,095		6x (33,3%)	WSM Database
	Stikstof (Ntot)	2010 – 2012 zomer	1,64	3,8	2,85			
	Barium (Ba)	2011 – 2012	77,75	82,3	79,5	148		
	Koper (Cu)	2011 – 2012	2,08	3,8	2,7			
	Zink (Zn)	2011 – 2012	2,63	7,8	3,75	15,6	24x (100%)	
	sBghiPInP	2009		0,002				
Gemaal Hoogland	Fosfaat (Ptot)	2010 – 2012 zomer	0,038	0,25	0,1		5x (27,8%)	WSM Database
	Stikstof (Ntot)	2010 – 2012 zomer	1,62	3,8	2,6			
	Barium (Ba)	2011 – 2012	71	82,3	82	148		
	Koper (Cu)	2011 – 2012	2	3,8	2,1			
	Zink (Zn)	2011 – 2012	3,65	7,8	3,8	15,6		
	sBghiPInP			0,002				
Gemaal Vissering	Fosfaat (Ptot)	2010 – 2012 zomer	0,189	0,15	0,215			WSM Database
	Stikstof (Ntot)	2010 – 2012 zomer	4,83	3,8	5,83			
	Barium (Ba)	2010 – 2012	151,08	82,3	220	148		
	Koper (Cu)	2010 – 2012	2,01	3,8	4,9		1x (2,8%)	
	Zink (Zn)	2010 – 2012	7,37	7,8	15	15,6		
	sBghiPInP	2012	0,0041	0,002	0,011			
Gemaal Buma	Fosfaat (Ptot)	2009 – 2011 zomer	0,12	0,15	0,16			WSM Database
	Stikstof (Ntot)	2009 – 2010 zomer	3,35	3,8	5,9			
	Barium (Ba)	2009 – 2011	157,36	82,3	195	148		
	Koper (Cu)	2009 – 2011	1,39	3,8	2,6		2x (5,6%)	
	Zink (Zn)	2009 – 2011	5,71	7,8	10	15,6		
	sBghiPInP	2009 – 2011	0,0057	0,002	0,03		34x (94,4%)	

Bijlage E. Vrachttabellen van de waterlichamen

Deze bijlage geeft de overzichtstabellen van de voorbelasting, interne belasting en directe belasting voor de stoffen fosfaat, stikstof, barium, koper, zink en som benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen per waterlichaam. De tabellen zijn te vinden op de volgende pagina's.

- *Tabel E.1 Aangevoerde vrachten IJssel*
- *Tabel E.2 Aangevoerde vrachten Vecht en Zwarte Water*
- *Tabel E.3 Aangevoerde vrachten Ketelmeer en Vossemeer*
- *Tabel E.4 Aangevoerde vrachten Zwarte Meer*
- *Tabel E.5 Aangevoerde vrachten IJsselmeer*

De tabellen met vrachten per waterlichamen worden gevolgd door een overzichtstabel, tabel E.6, met alle aangevoerde voorbelasting, interne belasting en directe belasting op de IJssel, de Vecht en het Zwarte Water, het Ketelmeer en het Vossemeer, het Zwarte Meer en het IJsselmeer bij elkaar. De belastingen tussen deze verschillende waterlichamen zijn hierin dus niet meegenomen. De directe belasting per waterlichaam is bij elkaar opgeteld.

- *Tabel E.6 Aangevoerde vrachten gehele onderzoeksgebied*

Tabel E.1 Aangevoerde vrachten IJssel

Aangevoerde vrachten / totale belasting IJssel													
		Fosfaat totaal (kg)	Totaal (%)	Stikstof totaal (kg)	Totaal (%)	Barium (kg)	Totaal (%)	Koper (kg)	Totaal (%)	Zink (kg)	Totaal (%)	SBghiPnP (kg)	Totaal (%)
Voorbelasting	Nederrijn (IJsselkop)	1.027.054	78,83%	32.189.989	85,13%	818.638	97,17%	18.170	86,85%	39.853	75,83%	77,78	93,11%
	Twentekanaal (Almen)	28.885	2,22%	1.972.267	5,22%	16.437	1,95%	745	3,56%	1.244	2,37%	1,56	1,87%
	Totaal voorbelasting	1.055.938	81,05%	34.162.256	90,35%	835.075	99,12%	18.916	90,41%	41.097	78,20%	79,34	94,98%
Interne belasting	Schipbeek	12.498	0,96%	538.958	1,43%			362	1,73%	1.363	2,59%	0,49	0,59%
	Overijssels Kanaal (Zwolle)	1.181	0,09%	41.039	0,11%			31	0,15%	134	0,25%	0,10	0,12%
	Baakse Beek	3.311	0,25%	118.617	0,31%			77	0,37%	119	0,23%	0,14	0,17%
	Oude IJssel	27.424	2,10%	1.535.989	4,06%			658	3,14%	2.606	4,96%	1,44	1,72%
	Didamse Wetering	1.377	0,11%	193.900	0,51%			43	0,21%	96	0,18%	0,10	0,12%
	Totaal interne belasting	45.791	3,51%	2.428.503	6,42%			1.171	5,60%	4.318	8,22%	2,27	2,72%
Directe belasting	Atmosferische depositie			76.558	0,20%			19	0,09%	52	0,10%	0,68	0,81%
	Binnenscheepvaart	300	0,02%	1.893	0,01%			7	0,03%	296	0,56%	1,02	1,23%
	Effluënten lozingen	192.187	14,75%	1.025.906	2,71%	7.387	0,88%	425	2,03%	6.510	12,39%	0,09	0,11%
	Glastuinbouw afvalwater	3	< 0,01%	24	< 0,01%								
	Huishoudelijk afvalwater	2.069	0,16%	11.762	0,03%			0,24	< 0,01%	0,33	< 0,01%	0,0002	< 0,01%
	Meemesten sloten	68	0,01%	2.119	0,01%			0,03	< 0,01%	0,21	< 0,01%		
	Metaalelektro							88	0,42%				
	Ongezuiverd rioolwater	18	< 0,01%	317	< 0,01%	12	< 0,01%	4	0,02%	6	0,01%	0,01	0,01%
	Opwekking elektriciteit			1	< 0,01%								
	Productgebruik landbouw									17	0,03%		
	Railverkeer							1	0,01%				
	Recreatievaart							248	1,18%	0,26	< 0,01%	0,09	0,11%
	Uit- en afspoeling landelijk gebied	6.506	0,50%	103.094	0,27%			42	0,20%	240	0,46%		
	Wegverkeer - niet uitlaatgassen							2	0,01%	16	0,03%	0,03	0,04%
	Totaal directe belasting	201.151	15,44%	1.221.673	3,23%	7.399	0,88%	836	4,00%	7.138	13,58%	1,93	2,31%
Totaal		1.302.880	100%	37.812.432	100%	842.473	100%	20.923	100%	52.553	100%	83,53	100%

Tabel E.2 Aangevoerde vrachten Vecht en Zwarte Water

Aangevoerde vrachten / totale belasting Vecht & Zwarte Water													
		Fosfaat totaal (kg)	Totaal (%)	Stikstof totaal (kg)	Totaal (%)	Barium (kg)	Totaal (%)	Koper (kg)	Totaal (%)	Zink (kg)	Totaal (%)	SBghiPInP (kg)	Totaal (%)
Voorbelasting	Overijsselse Vecht	144.670	42,39%	4.586.817	53,49%			2.307	40,84%	11.179	43,45%	11,80	73,92%
	Meppelerdiep	51.678	15,14%	1.311.533	15,29%			1.587	28,09%	3.089	12,01%	1,00	6,26%
	Totaal voorbelasting	196.348	57,53%	5.898.350	68,78%			3.894	68,93%	14.268	55,46%	12,80	80,18%
Interne belasting	Ommerkanaal	20.715	6,07%	392.539	4,58%			157	2,78%	653	2,54%		
	Beneden Regge	81.917	24,00%	1.494.555	17,43%			667	11,81%	7.704	29,95%	1,63	10,21%
	Steenwetering	4.736	1,39%	98.575	1,15%			29	0,51%	160	0,62%	0,17	1,06%
	Dedemsvaart	4.669	1,37%	76.499	0,89%			43	0,76%	176	0,68%	0,13	0,81%
	Soestwetering (benedenloop)	27.502	8,06%	543.265	6,34%			521	9,22%	2.329	9,05%	1,10	6,89%
	Totaal interne belasting	139.539	40,88%	2.605.433	30,38%			1.417	25,08%	11.022	42,84%	3,03	18,98%
Directe belasting	Atmosferische depositie			8.566	0,10%	2	1,67%	5	0,10%			0,06	0,35%
	Binnenscheepvaart	9	< 0,01%	55	< 0,01%	1	1,10%	9	0,15%			0,03	0,18%
	Effluent lozingen	4.234	1,24%	39.201	0,46%	21	17,06%	267	4,73%	428	1,66%	0,004	0,02%
	Glastuinbouw afvalwater	5	< 0,01%	35	< 0,01%								
	Huishoudelijk afvalwater	306	0,09%	1.740	0,02%	0,11	0,09%	0,15	< 0,01%			0,0001	< 0,01%
	Meemesten sloten	9	< 0,01%	275	< 0,01%	0,004	< 0,01%	0,03	< 0,01%				
	Metaalelektro					23	19,15%						
	Ongezuiverd rioolwater	11	< 0,01%	198	< 0,01%	3	2,24%	4	0,06%	8	0,03%	0,0007	< 0,01%
	Productgebruik landbouw							3	0,05%				
	Railverkeer					0,28	0,23%						
	Recreatievaart					63	52,09%	0,07	< 0,01%			0,03	0,21%
	Uit- en afspoeling landelijk gebied	856	0,25%	21.501	0,25%	7	5,98%	45	0,80%				
	Wegverkeer - niet uitlaatgassen					0,48	0,39%	5	0,08%			0,01	0,07%
	Totaal directe belasting	5.429	1,59%	71.571	0,83%	122	100%	338	5,98%	436	1,69%	0,13	0,84%
Totaal		341.316	100%	8.575.354	100%	122	100%	5.649	100%	25.726	100%	15,96	100%

Tabel E.3 Aangevoerde vrachten Ketelmeer en Vossemeer

Aangevoerde vrachten / totale belasting Ketelmeer en Vossemeer													
		Fosfaat totaal (kg)	Totaal (%)	Stikstof totaal (kg)	Totaal (%)	Barium (kg)	Totaal (%)	Koper (kg)	Totaal (%)	Zink (kg)	Totaal (%)	SBghiPnP (kg)	Totaal (%)
Voorbelasting	IJssel	1.130.659	82,88%	38.306.012	80,83%	940.483	85,39%	22.622	82,81%	47.283	80,74%	73,16	88,26%
	Zwarte Meer	183.048	13,45%	6.923.663	14,69%	86.748	7,81%	3.508	13,64%	7.686	13,31%	6,58	12,78%
	IJsselmeer	20.375	1,50%	651.660	1,38%	29.955	2,70%	604	2,35%	972	1,68%	0,72	1,40%
	Totaal voorbelasting	1.330.492	97,78%	45.632.085	96,79%	1.066.573	96,02%	25.132	97,73%	55.103	95,46%	49,01	95,28%
Interne belasting	Gemaal Colijn hoog	5.744	0,42%	234.690	0,50%	5.791	0,52%	121	0,47%	642	1,11%	0,32	0,62%
	Gemaal Colijn Laag	22.325	1,64%	1.118.198	2,37%	36.041	3,24%	273	1,06%	1.564	2,71%	0,90	1,75%
	Uitwateringskanaal Roggebot	850	0,06%	15.649	0,03%	351	0,03%	10	0,04%	43	0,07%	0,02	0,04%
	Roggebotsluis / spuiokers	644	0,05%	63.538	0,13%	2.077	0,19%	53	0,21%	102	0,18%	0,03	0,06%
	Totaal interne belasting	29.563	2,17%	1.432.074	3,04%	44.260	3,98%	457	1,78%	2.349	4,07%	1,27	2,47%
Directe belasting	Atmosferische depositie			76.546	0,16%			25	0,10%	85	0,15%	0,93	1,82%
	Binnenscheepvaart	40	< 0,01%	252	< 0,01%			1	0,01%	39	0,07%	0,17	0,33%
	Recreatiescheepvaart							99	0,38%	0,10	< 0,01%	0,05	0,10%
	Huishoudelijk afvalwater	585	0,04%	3.323	0,01%			0,02	< 0,01%	0,02	< 0,01%	0,00002	< 0,01%
	Meemesten sloten	6	< 0,01%	195	< 0,01%			0,003	< 0,01%	0,02	< 0,01%		
	Overige afvalbedrijven									145	0,25%		
	Productgebruik landbouw									3	0,00%		
	Wegverkeer- niet uitlaatgassen							0,09	< 0,01%	1	0,00%	0,004	0,01%
	Totaal directe belastingen	631	0,05%	80.316	0,17%	0		126	0,49%	273	0,47%	1,16	2,26%
Totaal		1.360.686	100%	47.144.475	100%	1.110.832	100%	25.715	100%	57.725	100%	51,44	100%

Tabel E.4 Aangevoerde vrachten Zwarte Meer

Aangevoerde vrachten / totale belasting Zwarte Meer													
		Fosfaat totaal (kg)	Totaal (%)	Stikstof totaal (kg)	Totaal (%)	Barium (kg)	Totaal (%)	Koper (kg)	Totaal (%)	Zink (kg)	Totaal (%)	SBghiPnP (kg)	Totaal (%)
Voorbelasting	Ketelmeer	14.574	6,33%	596.946	7,57%	27.098	23,45%	544	14,22%	867	10,30%	0,62	10,36%
	Zwarte Water	202.615	87,96%	6.861.193	87,05%	82.924	71,77%	2.977	77,83%	6.999	83,15%	4,38	73,54%
	Totaal voorbelasting	217.189	94,29%	7.458.139	94,63%	110.022	95,22%	3.521	92,05%	7.866	93,45%	5,00	83,89%
Interne belasting	Vollenhovermeer en Kadoelermeer	12.286	5,33%	363.936	4,62%	5.003	4,33%	253	6,61%	490	5,82%	0,47	7,84%
	Goot/Ganzediep	630	0,27%	17.378	0,22%	516	0,45%	8	0,21%	18	0,21%	0,03	0,44%
	Totaal interne belasting	12.915	5,61%	381.314	4,84%	5.519	4,78%	261	6,81%	508	6,03%	0,49	8,27%
Directe belasting	Atmosferische depositie			40.647	0,52%			11	0,28%	36	0,42%	0,40	6,64%
	Binnenscheepvaart	7	< 0,01%	45	< 0,01%			1	0,02%	7	0,08%	0,04	0,64%
	Recreatiescheepvaart							32	0,84%	0,03	< 0,01%	0,03	0,56%
	Huishoudelijk afvalwater	232	0,10%	1.321	0,02%			0,002	< 0,01%	0,002	< 0,01%	0,00002	< 0,01%
	Meemesten sloten	4	< 0,01%	123	< 0,01%			0,002	< 0,01%	0,01	< 0,01%		
	Productgebruik landbouw									1	0,01%		
	Totaal directe belasting	244	0,11%	42.136	0,53%			43	1,14%	44	0,52%	0,47	7,84%
Totaal		230.347	100%	7.881.589	100%	115.541	100%	3.825	100%	8.417	100%	5,96	100%

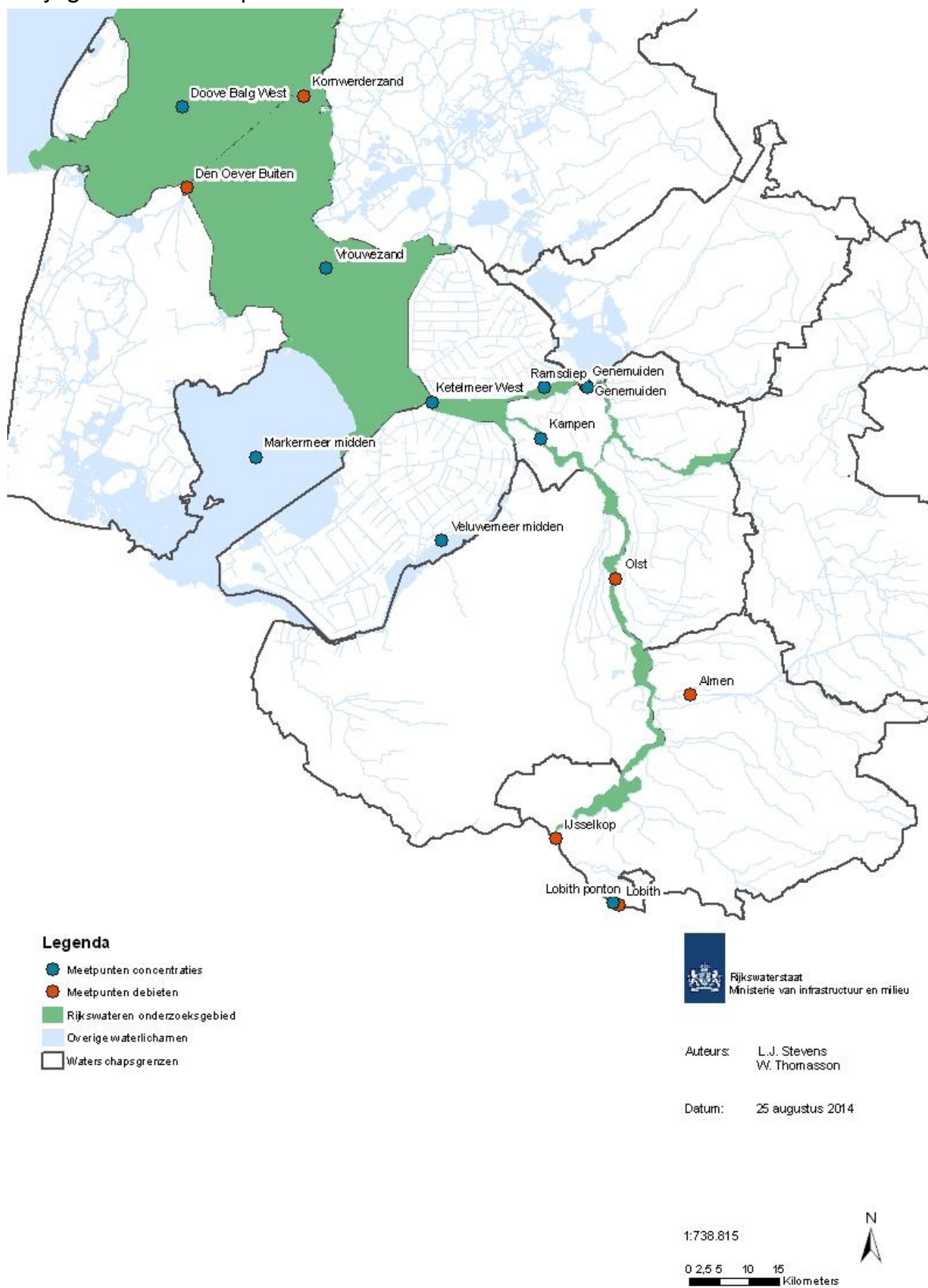
Tabel E.5 Aangevoerde vrachten IJsselmeer

Aangevoerde vrachten / totale belasting IJsselmeer													
		Fosfaat totaal (kg)	Totaal (%)	Stikstof totaal (kg)	Totaal (%)	Barium (kg)	Totaal (%)	Koper (kg)	Totaal (%)	Zink (kg)	Totaal (%)	SBghiPinP (kg)	Totaal (%)
Voorbelasting	Ketelmeer	1.059.549	88,59%	37.360.680	87,26%	1.075.165	91,11%	23.383	85,28%	43.960	86,21%	40,32	55,19%
	Krabbersgat spuisluizen	5.730	0,48%	355.308	0,83%	11.432	0,97%	247	0,90%	135	0,26%	0,50	0,68%
	Houtrib spuisluizen	7.510	0,63%	518.677	1,21%	16.703	1,42%	349	1,27%	195	0,38%	0,79	1,08%
	Totaal voorbelasting	1.072.789	89,70%	38.234.665	89,30%	1.103.300	93,49%	23.979	87,45%	44.290	86,86%	41,61	56,96%
Interne belasting	Gemaal Vier Noorder Koggen	28.514	2,38%	306.324	0,72%			143	0,52%	606	1,19%	1,80	2,46%
	Gemaal Lely	21.981	1,84%	163.001	0,38%			157	0,57%	153	0,30%	1,11	1,52%
	Gemaal Wouda	1.675	0,14%	100.418	0,23%	2.946	0,25%	98	0,36%	133	0,26%	0,27	0,37%
	Gemaal Hoogland	23.315	1,95%	618.306	1,44%	20.004	1,70%	583	2,13%	1.062	2,08%		
	Gemaal Vissering	23.758	1,99%	1.005.808	2,35%	26.169	2,22%	355	1,30%	1.312	2,57%	0,89	1,22%
	Gemaal Buma	18.059	1,51%	623.034	1,46%	27.683	2,35%	255	0,93%	919	1,80%	0,92	1,26%
	Totaal interne belasting	117.302	9,81%	2.816.891	6,58%	76.802	6,51%	1.592	5,81%	4.185	8,21%	4,99	6,83%
Directe belasting	Atmosferische depositie			1.721.677	4,02%			656	2,39%	2.255	4,42%	25,14	34,41%
	Binnenscheepvaart	206	0,02%	1.302	< 0,01%			1	0,01%	202	0,40%	0,88	1,20%
	Recreatievaart							794	2,90%	1	< 0,01%	0,39	0,53%
	Huishoudelijk afvalwater	2.178	0,18%	12.378	0,03%			0,06	< 0,01%	0,08	< 0,01%	0,0001	< 0,01%
	Meemesten sloten	29	< 0,01%	885	< 0,01%			0,01	< 0,01%	0,09	< 0,01%		
	Productgebruik landbouw									4	0,01%		
	Uit- en afspoeling landelijk gebied	3.410	0,29%	28.396	0,07%			5	0,02%	26	0,05%		
	Wegverkeer- niet uitlaatgassen							1	0,01%	22	0,04%	0,05	0,07%
	Metaalelektro							382	1,39%				
	Ongezuiverd rioolwater	9	< 0,01%	162	< 0,01%	6	< 0,01%	2	0,01%	3	0,01%	0,0006	< 0,01%
	Glastuinbouw afvalwater	19	< 0,01%	147	< 0,01%								
	Opwekking elektriciteit	8	< 0,01%	424	< 0,01%								
	Visserij							7	0,03%	4	0,01%		
	Totaal directe belasting	5.859	0,49%	1.765.371	4,12%	6	< 0,01%	1.849	6,74%	2.517	4,94%	26,46	36,22%
Totaal		1.195.950	100%	42.816.927	100%	1.180.108	100%	27.420	100%	50.992	100%	73,06	100%

Tabel E.6 Aangevoerde vrachten / totale belasting gehele onderzoeksgebied

			Fosfaat totaal (kg)	Totaal (%)	Stikstof totaal (kg)	Totaal (%)	Barium (kg)	Totaal (%)	Koper (kg)	Totaal (%)	Zink (kg)	Totaal (%)	SBghiPnP (kg)	Totaal (%)
Voorbelasting	IJssel	Nederrijn (IJsselskop)	1.027.054	56,31%	32.189.989	59,86%	818.638	82,08%	18.170	57,69%	39.853	45,04%	77,78	57,35%
		Twentekanaal (Almen)	28.885	1,58%	1.972.267	3,67%	16.437	1,65%	745	2,37%	1.244	1,41%	1,56	1,15%
	Vecht / Zwarte Water	Overijsselse Vecht	144.670	7,93%	4.586.817	8,53%			2.307	7,32%	11.179	12,63%	11,80	8,70%
		Meppelerdiep	51.678	2,83%	1.311.533	2,44%			1.587	5,04%	3.089	3,49%	1,00	0,74%
	IJsselmeer	Krabbersgat spuisluizen	5.730	0,31%	355.308	0,66%	11.432	1,15%	247	0,78%	135	0,15%	0,50	0,37%
		Houtrib spuisluizen	7.510	0,41%	518.677	0,96%	16.703	1,67%	349	1,11%	195	0,22%	0,79	0,58%
			Totaal voorbelasting	1.265.527	69,38%	40.934.591	76,12%	863.209	86,55%	23.405	74,31%	55.695	62,94%	93
Interne belasting	IJssel	Schipbeek	12.498	0,69%	538.958	1,00%			362	1,15%	1.363	1,54%	0,49	0,36%
		Overijssels Kanaal (Zwolle)	1.181	0,06%	41.039	0,08%			31	0,10%	134	0,15%	0,10	0,07%
		Baakse Beek	3.311	0,18%	118.617	0,22%			77	0,24%	119	0,13%	0,14	0,10%
		Oude IJssel	27.424	1,50%	1.535.989	2,86%			658	2,09%	2.606	2,95%	1,44	1,06%
		Didamse Wetering	1.377	0,08%	193.900	0,36%			43	0,14%	96	0,11%	0,10	0,07%
	Vecht / Zwarte Water	Ommerkanaal	20.715	1,14%	392.539	0,73%			157	0,50%	653	0,74%		
		Beneden Regge	81.917	4,49%	1.494.555	2,78%			667	2,12%	7.704	8,71%	1,63	1,20%
	Zwarte Meer	Steenwetering	4.736	0,26%	98.575	0,18%			29	0,09%	160	0,18%	0,17	0,13%
		Dedemsvaart	4.669	0,26%	76.499	0,14%			43	0,14%	176	0,20%	0,13	0,10%
		Soestwetering (benedenloop)	27.502	1,51%	543.265	1,01%			521	1,65%	2.329	2,63%	1,10	0,81%
		Vollenhovermeer en Kadoelermeer	12.286	0,67%	363.936	0,68%	5.003	0,50%	253	0,80%	490	0,55%	0,47	0,34%
		Goot/Ganzediep	630	0,03%	17.378	0,03%	516	0,05%	8	0,03%	18	0,02%	0,03	0,02%
	Ketelmeer / Vossemeer	Gemaal Colijn hoog	5.744	0,31%	234.690	0,44%	5.791	0,58%	121	0,38%	642	0,73%	0,32	0,24%
		Gemaal Colijn Laag	22.325	1,22%	1.118.198	2,08%	36.041	3,61%	273	0,87%	1.564	1,77%	0,90	0,66%
		Uitwateringskanaal Roggebot	850	0,05%	15.649	0,03%	351	0,04%	10	0,03%	43	0,05%	0,02	0,01%
	IJsselmeer	Roggebotsluis / spuiokers	644	0,04%	63.538	0,12%	2.077	0,21%	53	0,17%	102	0,11%	0,03	0,02%
		Gemaal Vier Noorder Koggen	28.514	1,56%	306.324	0,57%			143	0,45%	606	0,68%	1,80	1,32%
		Gemaal Lely	21.981	1,21%	163.001	0,30%			157	0,50%	153	0,17%	1,11	0,82%
		Gemaal Wouda	1.675	0,09%	100.418	0,19%	2.946	0,30%	98	0,31%	133	0,15%	0,27	0,20%
		Gemaal Hoogland	23.315	1,28%	618.306	1,15%	20.004	2,01%	583	1,85%	1.062	1,20%		
		Gemaal Vissering	23.758	1,30%	1.005.808	1,87%	26.169	2,62%	355	1,13%	1.312	1,48%	0,89	0,66%
		Gemaal Buma	18.059	0,99%	623.034	1,16%	27.683	2,78%	255	0,81%	919	1,04%	0,92	0,68%
			Totaal interne belasting	345.110	18,92%	9.664.215	17,97%	126.581	12,69%	4.898	15,55%	22.382	25,29%	12
Directe belasting		Atmosferische depositie			1.923.994	3,58%	2	< 0,01%	716	2,27%	2.428	2,74%	27,21	20,06%
		Binnenscheepvaart	561	0,03%	3.546	0,01%	1	< 0,01%	19	0,06%	545	0,62%	2,14	1,58%
		Effluenten lozingen	196.421	10,77%	1.065.107	1,98%	7.407	0,74%	693	2,20%	6.938	7,84%	0,10	0,07%
		Glastuinbouw afvalwater	27	< 0,01%	206	< 0,01%								
		Huishoudelijk afvalwater	5.371	0,29%	30.524	0,06%	0,11	< 0,01%	0,47	< 0,01%	0,44	< 0,01%	0,0004	< 0,01%
		Meemesten sloten	116	0,01%	3.597	0,01%	0,0039	< 0,01%	0,07	< 0,01%	0,33	< 0,01%		
		Metaalelektro					23	< 0,01%	471	1,49%				
		Ongezuiverd rioolwater	38	< 0,01%	677	< 0,01%	21	< 0,01%	10	0,03%	16	0,02%	0,0074	0,01%
		Opwekking electriciteit	8	< 0,01%	425	< 0,01%								
		Overige afvalbedrijven									145	0,16%		
		Productgebruik landbouw							3	0,01%	25	0,03%		
		Railverkeer					0,28	< 0,01%	1	< 0,01%				
		Recreatiescheepvaart					63	0,01%	1.173	3,72%	1	< 0,01%	0,60	0,44%
		Uit- en afspoeling landelijk gebied	10.772	0,59%	152.991	0,28%	7	< 0,01%	92	0,29%	267	0,30%		
		Visserij							7	0,02%	4	< 0,01%		
		Wegverkeer - niet uitlaatgassen					0,48	< 0,01%	8	0,02%	39	0,04%	0,10	0,07%
				Totaal directe belasting	213.313	11,70%	3.181.068	5,91%	7.527	0,75%	3.192	10,14%	10.409	11,76%
Totaal			1.823.950	100%	53.779.874	100%	997.317	100%	31.496	100%	88.486	100%	136	100%

Bijlage F. MTWL meetpunten

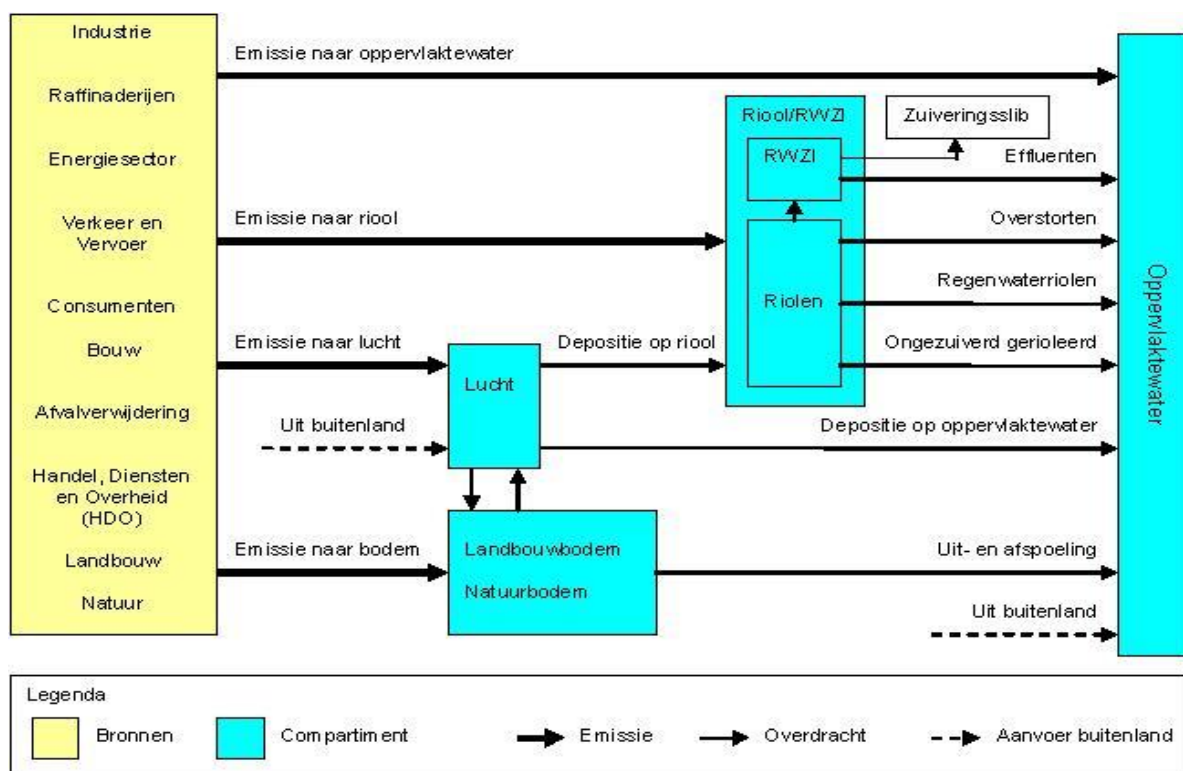


Figuur F.1 Concentratie- en debiet meetpunten van het MTWL-netwerk binnen het onderzoeksgebied

Bijlage G. Toelichting opbouw en reikwijdte Emissieregistratie Database

De Emissieregistratie Database [Rijksoverheid, 2014] bevat data over 350 beleidsrelevante stoffen en stofgroepen. De meetgegevens geven per bron en locatie een jaarlijks overzicht van de emissies afkomstig uit geregistreerde puntbronnen en diffuse bronnen. Centrale informatievoorziening over emissies is van belang als kwantitatieve basis voor nationale en internationale rapportageverplichtingen. Op basis van deze bron specifieke emissieregistratie is het mogelijk gericht invulling te geven aan milieubeleid en de effecten van maatregelen te kunnen monitoren. De registratie vindt plaats in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Binnen de emissieregistratie worden de bronnen onderverdeeld in 14 sectoren die belastingen vormen op het ecosysteem; de Energiesector, Afvalverwerkingsbedrijven, Verkeer en vervoer, Landbouw, Handel, diensten en overheid (HDO), Consumenten, Bouw, Chemische industrie, Drinkwater bedrijven, Raffinaderijen, Overige industrie, Riolering en Waterzuivering, Natuur en overig. Bij het vaststellen van bronnen wordt onderscheid gemaakt tussen puntbronnen (specifieke individuele bronnen) en diffuse bronnen (menselijke activiteiten waarvoor geen specifieke locaties zijn vastgesteld). Om de belasting door stoffen te relateren aan specifieke ecosysteemonderdelen wordt onderscheidt gemaakt tussen belastingen naar zes verschillende compartimenten; lucht, lucht volgens IPCC, bodem, belasting oppervlaktewater, emissie op riool en oppervlaktewater, emissie op riool. Het compartiment “emissie op riool en oppervlaktewater” bevat de bruto vrijkomende vracht naar het watermilieu. Het compartiment “belasting oppervlaktewater” bevat de netto vrachten op het oppervlaktewater. In het schema op de volgende bladzijde is de relatie tussen de verschillende compartimenten en het watermilieu verbeeld.



Figuur G.1 Schematische weergave van de belasting van oppervlaktewater [Rijksoverheid, 2009]

De emissiegegevens worden langs drie wegen verzameld;

- Een groot aantal bedrijven (grote bedrijven in de industrie, energie en afval sector) is verplicht emissiegegevens aan te leveren middels een milieujaarverslag. Deze gegevens worden na controle door Bevoegd Gezag opgeslagen in de database en worden beschouwd als puntbronnen.
- Sommige andere bedrijven (ook puntbronnen) leveren op vrijwillige basis of in kader van een milieuconvenant gegevens aan over hun eigen emissies.
- De emissies van diffuse bronnen zoals landbouw, verkeer en kleine bedrijven die geen specifieke gegevens aanleveren worden op basis van diverse statistische gegevens berekend door verscheidene kennisinstituten.

Op basis van de nationale emissiegegevens zijn online kaarten op te stellen per stof. Op de kaarten is het mogelijk de emissies per gemeente, per provincie, per afwateringseenheid, waterkwaliteitbeheerder, deelstroomgebied, per vierkant van 5 bij 5km of 1 bij 1km. Voor stikstof, fosfaat en zware metalen naar water is de invoer van de kaarten gebaseerd op modeluitkomsten. Daarom zijn deze emissiegegevens niet betrouwbaar genoeg om op lokale schaal conclusies aan te verbinden. De individueel aangeleverde emissiedata van bedrijven zijn wel locatiespecifiek en nauwkeurig te gebruiken. Overigens wordt de kwaliteit (betrouwbaarheid) van alle emissiedata beïnvloed door verscheidene factoren;

- de kwaliteit en de nauwkeurigheid van de metingen (van emissies of emissiefactoren)
- de toepasbaarheid van gehanteerde meetmethoden
- de kwaliteit en de nauwkeurigheid van de dataverzameling (basisgegevens/activiteitendata)
- de mate van controle op fouten (bij conversies, in datastromen)
- de volledigheid van de emissieberekeningen (zijn alle bronnen bekend)
- de consistentie van de emissieberekeningen (worden emissies uit vergelijkbare processen op consistente wijze berekend).

Bron bijlage G.

Rijksoverheid. (2014). *Emissieregistratie; Uitleg emissieregistratie*. Opgehaald van Rijksoverheid:
<http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/content/explanation.nl.aspx>

Bijlage H. Gebruikte afwateringseenheden

Voor dit onderzoek is er gekeken naar de belasting van de afzonderlijke afwateringseenheden waaruit een Rijkswater bestaat om de bijdrage van directe bronnen aan de totale belasting te bepalen. Voor de verschillende Rijkswateren zijn de volgende afwateringseenheden gebruikt:

IJssel	IJssel Beneden Kampen IJssel Dieren-Zutphen IJssel van Deventer tot Wijhe IJssel van Wijhe tot Zwolle IJssel van Zutphen tot Deventer IJssel van Zwolle tot Kampen IJssel Westervoor-Velp Gebieden lozend op de IJssel van Velp tot Dieren RNOO_1956
Vecht & Zwarte Water	Vecht van stuw bij Junne tot de stuw Dalfsen Oost Overijsselse Vecht van Holt tot Schutsluis Broekhuizen Vecht beneden de stuw Vechterweerd Het Zwarte Water van IJssel tot de Vecht bij Zwolle Zwarte Water: van de mond van de Vecht tot Zwartsluis Zwarte Water van Zwartsluis tot het Zwolsche Diep
Zwarte Meer	Zwartemeer Zwartemeer buitendijks RO_124 Zwartemeer buitendijks RO_130
Ketel- & Vossemeer	Ketelmeer Ketelmeer buitendijks Vossemeer Vossemeer buitendijks
IJsselmeer	IJsselmeer (RWS deel) IJsselmeer (HHNK deel)

Bijlage I. Oorspronkelijke vraagstelling in onderzoeksvorstel

Hoofdvraag

In welke mate dragen bronnen bij aan afwenteling van stoffen binnen het onderzoeksgebied, en welke aanbevelingen kunnen een bijdrage leveren aan het oplossen van een specifieke afwentelingsopgave?

Afkadering hoofdvraag

Omdat het binnen de beschikbare tijdsperiode niet mogelijk is om afwenteling van alle stoffen en waterlichamen inzichtelijk te maken beperkt het onderzoek zicht tot de waterlichamen; de IJssel, Vecht, Zwarte Water, Zwarte Meer, Ketelmeer, IJsselmeer en Waddenzee (figuur 5). Daarnaast wordt het aantal stoffen beperkt tot; de ecologie ondersteunende stoffen stikstof totaal (N_{tot}) en fosfaat totaal (P_{tot}), de stroomgebiedrelevante stoffen koper (Cu), zink (Zn) en barium (Ba) en de som van de prioritair gevaarlijke stoffen benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen (sBghiPInP). Er is gekozen voor deze stoffen omdat de opdrachtgever deze als de belangrijkste normoverschrijdende stoffen beschouwd binnen het onderzoeksgebied. Er is nog onvoldoende zicht op de herkomst van deze stoffen hoewel er wel meetgegevens beschikbaar zijn. Voor veel andere stoffen zoals geldt dat de bronnen al voldoende inzichtelijk zijn (bijvoorbeeld voor chloride) of de meetgegevens en kennis over de effecten grotendeels ontbreken (zoals medicatie, hormonen en bestrijdingsmiddelen). De vrachten die in de Rijn bij Lobith en via de Vecht op Nederlands grondgebied binnenkomen worden in dit onderzoek als voorbelasting genomen. Voor de Waddenzee wordt het IJsselmeer benaderd als puntbron.

Deelvragen en uitzoekvragen

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de onderstaande deelvragen en uitzoekvragen geformuleerd.

- 1. Bij welke Rijkswaterlichamen binnen het onderzoeksgebied is sprake van afwenteling van probleemstoffen en welke bijdrage leveren de individuele (punt)bronnen aan de totale belasting van deze oppervlaktewaterlichamen?**
 - 1.1 Wat zijn de ruimtelijke karakteristieken van de verschillende waterlichamen en wat is de beleid- en beheersmatige inrichting op het vlak van waterkwaliteit en –kwantiteit?
 - 1.2 Bij welke Rijkswateren is sprake van normoverschrijdingen, wat zijn de vrachten tussen de Rijkswaterlichamen en welke trends komen naar voren uit de concentraties en vrachten per stof en uitwisselpunt?
 - 1.3 Wat zijn de relevante uitwisselpunten per waterlichaam, wie is de achterliggende beheerder en welke norm wordt er gehanteerd per probleemstof?
 - 1.4 Hoe groot zijn de aan- en afgevoerde debieten per uitwisselpunt?
 - 1.5 Wat zijn de concentraties van de probleemstoffen in de aan- en afgevoerde debieten gemeten op de uitwisselpunten?
 - 1.6 Wat zijn de directe bronnen voor het Rijkswaterlichaam?
 - 1.7 Welke vrachten (voorbelasting, interne belasting en directe belasting) worden er per probleemstof aangevoerd op het waterlichaam?
 - 1.8 Welke bijdrage leveren de individuele (punt)bronnen per probleemstof aan de totale belasting van de waterlichamen?
 - 1.9 Bij welke Rijkswaterlichamen en welke probleemstoffen is er sprake van afwenteling?
 - 1.10 Welke grote achterliggende bronnen kunnen hierbij worden aangewezen?
 - 1.11 Hoe ziet de afwentelingsproblematiek er geografisch gezien uit?

2. Wat zijn de oorzaken van een specifieke afwentelingsopgave?

- 2.1 Wat is een geschikte afwentelingsopgave voor een casus?
- 2.2 Wat zijn de kenmerken van het onderzoeksgebied van de casus?
- 2.3 Hoe wordt het gebied beheerd?
- 2.4 Welke bronnen zorgen voor afwenteling en wat zijn de oorzaken?
- 2.5 Wat zijn de beleidskaders voor de afwentelingsopgave?
- 2.6 Wie zijn de actoren en wat zijn de belangen?
- 2.7 Wat zijn de verschillen (en overeenkomsten) tussen de belangen en welke kansen en knelpunten komen hieruit naar voren?
- 2.8 Hoe is het besluitvormingsproces tot zover gelopen?
- 2.9 Wat zijn de bestaande afspraken over de afwentelingsopgave?
- 2.10 Conclusies: Wat zijn de oorzaken van de afwentelingsopgave?

3. Welke aanbevelingen kunnen een bijdrage leveren aan het oplossen van de specifieke afwentelingsopgave?

- 3.1 Kan het besluitvormingsproces worden verbeterd en zo ja op welke wijze?
- 3.2 Welke specifieke maatregelen zijn mogelijk om de afwentelingsopgave op te lossen?
- 3.3 Welke generieke maatregelen zijn mogelijk (noodzakelijk) om de afwentelingsopgave op te lossen?
- 3.4 Wat zijn kansrijke scenario's/ strategieën voor het oplossen van de afwentelingsopgave?
- 3.5 Conclusie: Welke aanbevelingen kunnen worden gegeven?