

**Belasting per KRW  
waterlichaam voor  
probleemstoffen in Nederland**

Technische achtergrondrapportage





# **Belasting per KRW waterlichaam voor probleemstoffen in Nederland**

**Technische achtergrondrapportage**

Nanette van Duijnhoven  
Gerlinde Roskam  
Christophe Thiange

1205956-000



**Titel**

Belasting per KRW waterlichaam voor probleemstoffen in Nederland

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
RWS Waterdienst	1205956-000	1205956-000-ZWS-0008	70

**Trefwoorden**

KRW-Verkenner, probleemstoffen, Rijnrelevante stoffen, belasting oppervlaktewater, emissies, KRW-waterlichamen, EmissieRegistratie

**Samenvatting**

In opdracht van de RWS Waterdienst heeft Deltares een inventarisatie gemaakt van de belastingen naar oppervlaktewater per waterlichaam. De inventarisatie is uitgevoerd voor de Nederlandse probleemstoffen en een aantal Rijnrelevante stoffen. Resultaten uit deze inventarisatie worden aangeboden ten behoeve van de gebiedsprocessen 2013 en het nationaal kader.

De KRW-Verkenner is voor dit project ingezet om de emissies uit EmissieRegistratie te verdelen over de KRW-waterlichamen. De Verkenner is voor deze inventarisatie zodanig aangepast, dat chemische stoffen doorgerekend kunnen worden. Vergeleken met de belastingen per waterlichaam berekend voor de Stroomgebiedbeheerplannen 2009 – 2015, is de methodiek aanzienlijk verbeterd. Bij de huidige inventarisatie is, dankzij de KRW-Verkenner, nu rekening gehouden met retentie, afbraak en voorbelasting.

Deze inventarisatie kan beschouwd worden als een pilot en kan nog verbeterd worden richting het tweede stroomgebiedbeheerplan. In dit achtergronddocument wordt de werkwijze beschreven waarop de inventarisatie tot stand is gekomen en de manier waarop de KRW-Verkenner is aangepast.

Een vergelijking van de resultaten berekend met de KRW-Verkenner en de meetgegevens laat zien dat berekeningen met de Verkenner redelijk tot goede resultaten opleveren. Het overall beeld laat positieve resultaten zien voor een groot deel van de stoffen. Vooral in de Rijkswateren. Voor drie goed scorende stoffen P-totaal, koper en zink en twee slecht scorende stoffen chroom en bentazon, wordt op de vergelijking tussen berekende en gemeten concentraties ingezoomd.

De KRW-Verkenner berekent ook de voorbelasting. Een van de meest opvallende zaken is de hoge voorbelasting. In 50% van de waterlichamen bestaat de belasting voor bijna 100% uit voorbelasting. In deze inventarisatie is de herkomst van de voorbelasting niet meer aan te tonen.

Aangezien het in dit project om een pilot gaat, sluit het project af met aanbevelingen waarop de input voor de KRW-Verkenner aangepast zou kunnen worden. De belangrijkste aanbevelingen zijn het inzichtelijk maken van de bronnen die verantwoordelijk zijn voor de voorbelasting en een betere validatie tussen de berekende en de gemeten concentraties.

De resultaten worden gepresenteerd in tabellen en taartdiagrammen. De resultaten zijn digitaal aangeleverd aan de RWS Waterdienst.

**Titel**

Belasting per KRW waterlichaam voor  
probleemstoffen in Nederland

**Opdrachtgever**  
RWS Waterdienst

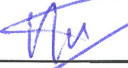
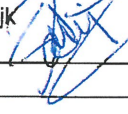

**Project**  
1205956-000

**Kenmerk**  
1205956-000-ZWS-0008

**Pagina's**  
70

**Referenties**

Duijnhoven, N. van, G. Roskam en C. Thiange, Belasting per KRW waterlichaam voor  
probleemstoffen in Nederland, Technische achtergrondrapportage, Deltares, december 2012.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	dec 2012	Nanette van Duijnhoven		Sacha de Rijk		Harm Duel	
		Gerlinde Roskam					
		Christophe Thiange					

**Status**  
definitief

## Inhoud

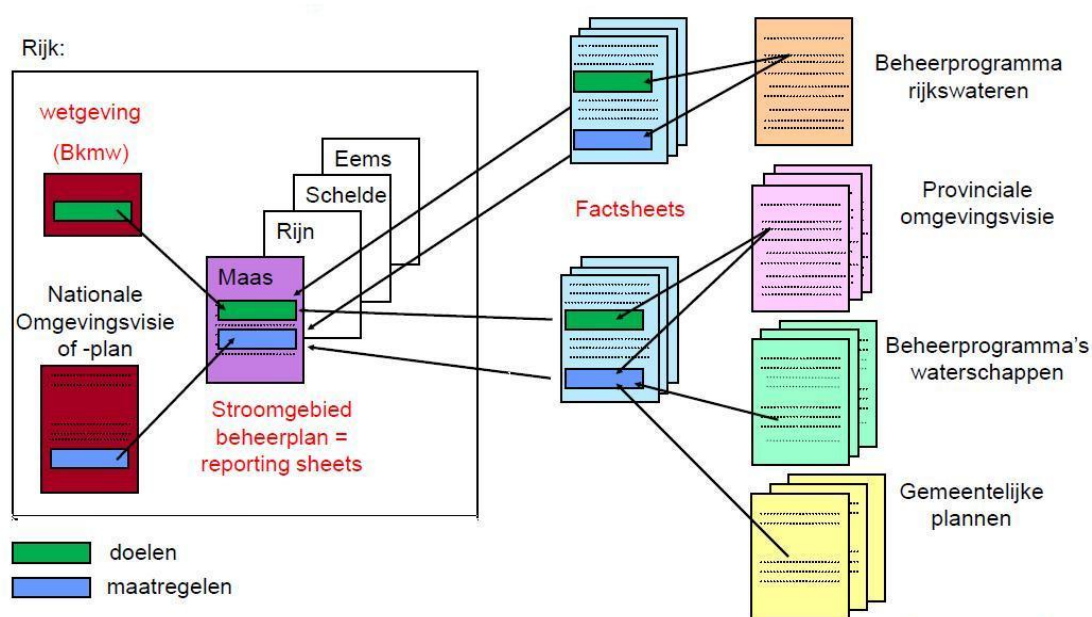
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
1.1	Probleemstelling	3
1.2	Doel	4
1.3	Werkwijze	4
1.4	Afbakening	4
1.5	Leeswijzer	5
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>7</b>
2.1	Emissiegegevens	7
2.2	Waterkwantiteit	8
2.3	Stoffen	9
2.4	Waterkwaliteitsgegevens	12
2.5	Door- en voorbelasting	13
<b>3</b>	<b>Werkwijze</b>	<b>15</b>
3.1	KRW-Verkenner schematisatie	15
3.2	Koppeling EmissieRegistratie aan KRW-Verkenner	16
3.2.1	Diffuse bronnen koppelen	16
3.2.2	Bedrijven en RWZI's koppelen aan waterlichamen	17
3.3	Afbraak en retentie in de KRW-verkenner	18
3.3.1	Zwevend stof in KRW-Verkenner	18
3.4	Berekeningen per waterlichaam	19
3.4.1	Concentraties per waterlichaam	20
3.4.2	Belasting per waterlichaam	20
3.5	Waterlichamen niet expliciet in KRW-Verkenner	20
3.5.1	Disaggregeren van concentraties per knoop	21
3.5.2	Disaggregeren van vrachten per knoop	21
3.6	Probleemstoffen niet doorgerekend met de KRW-Verkenner	22
<b>4</b>	<b>Presentatie resultaten</b>	<b>23</b>
4.1	Tabellen met significantie	23
4.1.1	Vrachten per waterlichaam (% totale belasting)	23
4.1.2	Relatieve belasting diffuse- en puntbronnen (% directe belasting)	23
4.2	Taartdiagrammen	24
<b>5</b>	<b>Vergelijking KRW-Verkenner resultaten met meetgegevens</b>	<b>27</b>
5.1	Concentraties per stof	27
5.2	Concentraties per watertype	30
5.3	Concentraties per stof per waterlichaamtype	32
5.3.1	P-totaal	32
5.3.2	Zink	35
5.3.3	Koper	38
5.3.4	Chroom	41
5.3.5	Bentazon	43
5.3.6	Conclusies	45
5.4	Belastingen per waterlichaam	45

<b>6 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>51</b>
6.1 Conclusies	51
6.2 Aanbevelingen	51
6.2.1 Stoffen	51
6.2.2 Gebruikte hydrologie	52
6.2.3 KRW Verkenner	52
6.2.4 Zoute- en overgangswateren	53
<b>7 Referenties</b>	<b>55</b>
<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A Bron categorieën KRW</b>	<b>A-1</b>
<b>B Zwevend stof concentraties</b>	<b>B-1</b>
<b>C Log Kp-waarden probleemstoffen.</b>	<b>C-1</b>
<b>D Afleiding formules</b>	<b>D-1</b>
D.1 Afleiding formule voor Retentie- factor	D-1
D.2 Afleiding formule voor eerste orde afbraak coëfficiënt:	D-2
<b>E Waterlichamen niet in KRW-Verkenner</b>	<b>E-1</b>
<b>F Watertypes KRW Waterlichamen</b>	<b>F-1</b>



## 1 Inleiding

In 2012 zijn de werkzaamheden door DG Ruimte en Water opgestart voor de gebiedsprocessen 2013, de voorbereidingen op de stroomgebiedbeheerplannen (SGBP) van 2015. In figuur 1 staat het processchema voor de SGBP's 2015 uitgewerkt.



Figuur 1.1 Stroomgebiedbeheerplannen 2015

In de factsheets in figuur 1.1 worden per waterlichaam o.a. de doelen, belastingen en maatregelen beschreven. Het Nationale kader, niet vermeld in de figuur, speelt ook een belangrijke rol bij de gebiedsprocessen. Voor het Nationale kader zijn o.a. de uitgangspunten voor de gebiedsprocessen, de stoffen, de bijbehorende normen en de toestand bepaling van belang.

Voor zowel het Nationale kader als voor de factsheets is een juiste inschatting van de belasting naar oppervlaktewater nodig. De RWS Waterdienst heeft Deltares gevraagd om de belastingen per KRW Waterlichaam aan te leveren, die als input kan dienen voor zowel het Nationale kader als de factsheets.

### 1.1 Probleemstelling

Deltares is in 2009 betrokken geweest bij de bepaling van de (significante) belasting per waterlichaam en (deel)stroomgebied. In 2009 werden de afwateringseenheden uit EmissieRegistratie middels een GIS actie verdeeld over de KRW waterlichamen en werden de belastingen per waterlichaam berekend. Daarbij werd een aantal knelpunten geconstateerd:

- De voor- en doorbelasting<sup>1</sup> kon niet worden berekend, omdat er geen hydrologisch model/functionaliiteit beschikbaar was om emissiegegevens aan te koppelen;
- Afwateringseenheden uit EmissieRegistratie en puntbronnen buiten een KRW waterlichaam konden niet gekoppeld worden aan een KRW waterlichaam;
- Er werd geen rekening gehouden met retentie en andere processen.

In 2011 heeft RWS Waterdienst Deltares opnieuw gevraagd om de belasting per waterlichaam te berekenen als voorbereiding op de gebiedsprocessen in 2013 (Fig 1.1). Deze ronde is het zaak om de knelpunten uit vorige ronde aan te pakken. Daarvoor wordt de KRW-Verkenner ingezet. Met behulp van de KRW verkenner kan de directe belasting – de punt- en diffuse bronnen - en de voor- en doorbelasting op een waterlichaam berekend worden. Een belangrijk voordeel daarbij is dat rekenen met de KRW-Verkenner meer is dan het berekenen van de jaarvrachten, de KRW-Verkenner berekent ook stofconcentraties. Dat maakt het mogelijk om te bekijken in welke mate de emissiegegevens matchen met de waterkwaliteit gegevens.

## 1.2 Doel

Het aanleveren van de belastingen per KRW waterlichaam voor de Nederlandse probleemstoffen. De aangeleverde data zijn geschikt voor zowel de op te stellen factsheets als de data benodigd voor het Nationale kader.

Per waterlichaam wordt er gerapporteerd voor de verschillende broncategorieën uit het KRW-guidance document [1]. Relatief grote belastingen (> 10%) worden als significant aangeduid .

## 1.3 Werkwijze

een uitgebreide beschrijving van de werkwijze komt aan bod in Hoofdstuk 3. Hieronder zijn de belangrijkste stappen kort aangegeven:

- Stoffeselectie;
- Het aanpassen van de KRW-Verkenner. Door aanpassing is het mogelijk om meerdere stoffen per rekensessie door te laten rekenen. Bij aanvang van dit project konden alleen de nutriënten worden doorgerekend;
- Rekenen met de aangepaste KRW-Verkenner. Hiervoor dient een juiste input klaar te worden gezet, waaronder een selectie van stoffen, data uit de Nederlandse EmissieRegistratie, waterbeweging NHI en een retentiefactor voor de geselecteerde stoffen. De berekende resultaten worden vervolgens in een overzichtelijke tabel gepresenteerd;
- Check van de uitkomsten. Een korte vergelijking tussen de waterkwaliteitsresultaten uit de KRW-Verkenner en de Nederlandse waterkwaliteit.

## 1.4 Afbakening

- Een deel van de Nederlandse probleemstoffen wordt doorgerekend met de KRW-verkenner, zie paragraaf 2.2. Het deel van de Nederlandse probleemstoffen dat niet kan worden doorgerekend met de KRW-verkenner wordt berekend volgens de methodiek die is toegepast in de stroomgebiedbeheersplannen 2009 [4].

---

<sup>1</sup> Voorbelasting is de belasting vanuit het buitenland of een ander stroomgebied, of regionale zoetwateraanvoer naar rijkswater. Doorbelasting is het transport van stoffen binnen aaneengesloten rijkswaterlichamen die tezamen de loop van de rivier vormen (bron: Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren 2010 – 2015)

- Er wordt gerekend met de KRW-verkenner die wordt toegepast voor de landelijke Pilot [6]. Er worden enkel wat aanpassingen gemaakt in de software die het mogelijk maken om andere stoffen dan nutriënten door te rekenen.
- In dit project wordt gewerkt met de jaarvrachten uit de EmissieRegistratie. Deze jaarvrachten worden verondersteld gelijkmatig over het jaar te emitteren. Er wordt geen rekening gehouden met mogelijke seizoensinvloeden.
- De vergelijking tussen de resultaten uit de KRW-Verkenner en de landelijke monitoringsdata is beperkt.

### 1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de uitgangspunten van dit project. Welk data(sets) worden er gebruikt, welke stoffen worden er doorgerekend en hoe wordt omgegaan met de door- en voorbelasting. Hoofdstuk 3 gaat in op de werkwijze; eerst wordt toegelicht hoe de schematisatie in de KRW-verkenner werkt, vervolgens wordt de omgang met retentie in de verkenner besproken en het hoofdstuk eindigt met de uitleg hoe belastingen concentraties per waterlichaam worden berekend..

Hoofdstuk 4 laat zien op welke manieren de resultaten gepresenteerd kunnen worden. In hoofdstuk 5 worden de berekende resultaten uit de KRW-Verkenner vergeleken met monitoringsgegevens en in hoofdstuk 6 wordt het rapport afgesloten met conclusies en aanbevelingen.



## 2 Uitgangspunten

Gebiedskenmerken, emissies en waterbalansen worden gebruikt als input voor de KRW-verkenner. Voor de invoer maakt de KRW-Verkenner waar mogelijk gebruik van externe databases met beschrijvingen van de hydrologie, emissies en kenmerken van waterlichamen. Hydrologische informatie wordt onttrokken aan bestaande SOBEK-toepassingen voor waterkwantiteit of andere waterkwantiteitsmodellen. De emissiegegevens worden onttrokken aan de EmissieRegistratie.

De KRW-Verkenner is een tool waarmee de effecten van maatregelen doorgerekend kunnen worden [9]. Voor dit project worden geen maatregelen doorgerekend, maar wordt de verdeling van de emissies over de verschillende waterlichamen doorgerekend met behulp van een stoffenbalans.

De berekening van de stoffenbalans wordt uitgevoerd met behulp van het programma DELWAQ. DELWAQ is een waterkwaliteitsmodule (onderdeel van o.a. SOBEK en Delft-3D) waarmee stof- en sedimenttransport in watersystemen berekend kan worden. DELWAQ is daarnaast voorzien van een uitgebreide processenbibliotheek en kan de dynamiek in een watersysteem meenemen in de berekeningen. De DELWAQ module draait onafhankelijk in de KRW-Verkenner, waardoor voor dit project DELWAQ kon worden aangepast en chemische stoffen doorgerekend konden worden.

In dit hoofdstuk worden de keuzes van datasets, hydrologie en stoffenselectie toegelicht.

### 2.1 Emissiegegevens

Voor deze opdracht is de beschikbare informatie voor het jaar 2010 uit de landelijke EmissieRegistratie dataset ER1990-2010 gebruikt. Bij het maken van de analyse was dat de meest recente geregionaliseerde dataset.

Voor het doorrekenen van de emissiegegevens in de KRW-Verkenner wordt niet de indeling van de emissieoorzaken of doelgroepen uit de EmissieRegistratie gebruikt, maar worden de emissieoorzaken geaggregeerd naar de KRW broncategorieën uit het KRW Guidance document [1]. De broncategorieën zijn onderverdeeld in diffuse en puntbronnen naar oppervlaktewater, zie bijlage A:

#### Puntbronnen

De puntbronnen met bijbehorende coördinaten kunnen afzonderlijk uit de EmissieRegistratie gedownload worden. Voor de puntbronnen worden vier categorieën onderscheiden:

- *UWWTP plants*  
Voor de RWZI's wordt gebruik gemaakt van zowel de EmissieRegistratie als de RWZI-database van CBS [2]. RWZI's worden in 5 population equivalent (pe) klassen onderscheiden: <2000 pe, 2000-10.000 pe, 10.000-15.000 pe, 15.000-100.000 pe en >100.000 pe.
- *IPPC plants (EPRTR)/ Other industrial plants outside the IPPC Directive not covered in EPRTR*  
Op basis van gerapporteerde emissies van verschillende bedrijven in het elektronisch milieujaarverslag (oktober 2011) zijn bedrijven ingedeeld als E-PRTR of als non-E-PRTR bedrijf.

- *Additional point sources (e.g. small agglomerations) that may cause a significant impact in the status of water body or water bodies.*  
Deze categorie wordt niet gerapporteerd, omdat er geen emissies bekend zijn in de EmissieRegistratie.

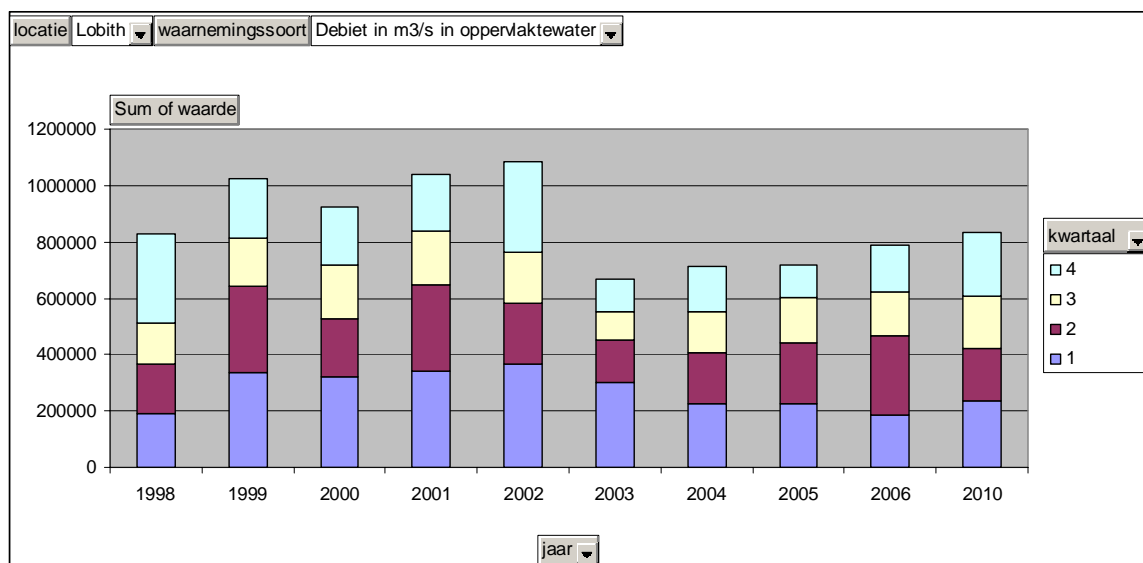
#### Diffuse bronnen

Voor de diffuse belasting, worden acht KRW broncategorieën onderscheiden. Hieronder volgt een korte opsomming van de belangrijkste emissieoorzaken uit EmissieRegistratie die bij de verschillende broncategorieën zijn ingedeeld. Het totale overzicht is terug te vinden in bijlage A:

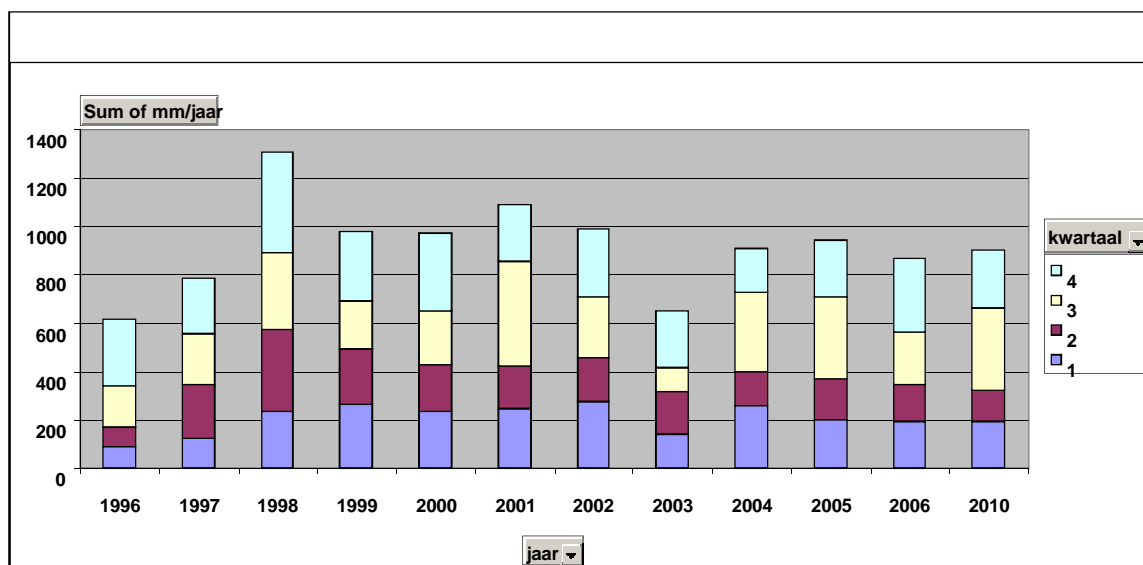
- *The built environment (urban run-off)*  
Onder run-off wordt hier verstaan de run-off die direct het oppervlaktewater belast. Run-off dat via RWZI's het oppervlaktewater bereikt valt hier niet onder. Afstromend wegwater dat niet door het riool wordt opgevangen en regenwater dat via regenwaterriolen ongezuiverd het oppervlaktewater bereikt wordt wel tot de run-off gerekend. De belangrijkste emissieoorzaken zijn slijtage van banden, remmen en wegdek, lekkage van motorolie en het afsteken van vuurwerk.
- *Via storm overflows (if data not available to allow this to be treated as a point source)*  
De overstorten worden voor deze rapportage beschouwd als diffuse bron. De exacte locaties van de overstorten zijn niet bekend, waardoor ze niet als puntbron beschouwd kunnen worden.
- *Due to agricultural activities (via leaching, erosion, spills, direct drainage discharges);*  
Alle landbouwactiviteiten als uit- en afspoeling, meemesten sloten, glastuinbouw etc. worden onder deze activiteit gerapporteerd.
- *Due to transport and infrastructure without connection to canalization/sewers (ships, trains automobiles and airplanes and their respective infrastructures outside the urban area);*  
Scheepvaart (o.a. coatings, uitlaatgassen en bilgewater), spoorwegen (slijtage en corrosie bovenleidingen) en gecreosoteerd en gewolmaniseerd hout in de waterbouw worden toegekend aan deze categorie.
- *Abandoned industrial sites;*  
Binnen EmissieRegistratie is geen informatie beschikbaar over deze categorie. Er zijn weinig tot geen verlaten industriële gebieden in Nederland.
- *Releases from facilities for the storage and/or treatment of domestic effluent in areas without sewerage networks (e.g. leaks from septic tanks etc.);*  
Corrosie van verzinkt stalen vangrails bij snelwegen, ongezuiverde huishoudelijke lozingen en huishoudelijke lozingen via een IBA worden aan deze broncategorie toebedeeld.
- *Other diffuse sources not listed above.*  
Atmosferische depositie is de enige belangrijke bron in deze categorie. De overige emissieoorzaken hebben weinig tot geen belastingen naar oppervlaktewater.

## 2.2 Waterkwantiteit

In de landelijke KRW-Verkenner wordt met weerjaren gewerkt, gebaseerd op het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI 2.2). Op het moment van rekenen met de KRW-Verkenner waren de weerjaren 1996 – 2006 beschikbaar. Om te bepalen welk weerjaar het meest leek op de hydrologie van 2010 is de aanvoer vanuit de Rijn bij Lobith en de totale neerslag in De Bilt bekeken voor de jaren 1996 – 2006. De aanvoer via de Rijn, figuur 2.1, is gekozen omdat het deelstroomgebied van de Rijn het grootste oppervlak bepaald in Nederland. De neerslag bij de Bilt, figuur 2.2, omdat dit een centraal punt in Nederland is.



Figuur 2.1 Debiet bij Lobith 1998 – 2006 en 2010 in m3/sec.



Figuur 2.2 Neerslag in mm/jaar in De Bilt 1996 – 2006 en 2010.

Uit bovenstaande figuren komt 2006 als meest geschikte NHI weerjaar naar voren. Het debiet in 1998 en 2006 bij Lobith lijkt - in orde van grootte - het meeste op het debiet bij Lobith in 2010. Voor de neerslag in De Bilt zijn de jaren 2004 tot en met 2006 het meest geschikt.

## 2.3 Stoffen

Om tot een selectie van stoffen te komen is gebruik gemaakt van twee stoffenlijsten:

- Nederlandse probleemstoffen aangeleverd door de waterbeheerders. Op 1 juli 2012 was de deadline voor Waterbeheerders om een voorlopige toetsing in te voeren in de Aquokit. Het informatiehuis Water (IHW) heeft op 24 juli 2012 vanuit Aquokit een voorlopige lijst met Nederlandse probleemstoffen, periode 2009 – 2011, aan Deltares geleverd. Uiteindelijke resultaat was een lijst van 39 probleemstoffen. Gebromeerde vlamvertragers en PCB's staan hierin niet genoemd per individuele stof maar zijn gesommeerd tot een somparameter. In de EmissieRegistratie komen ze

namelijk ook voor als somparameter. Daardoor zullen ze ook als somparameter berekend worden met de KRW-Verkenner.

- Internationale stoffen voor het Rijnstroomgebied.  
Met de RWS Waterdienst is afgesproken dat, indien mogelijk, ook stoffen van de stoffenlijst van de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) worden doorgerekend. De stoffenlijst van de ICBR bestaat uit 42 stoffen, waarvan 4 individuele PAK's gesommeerd zijn tot twee somparameters. Voor dit project blijven er 40 stoffen over. Daarnaast heeft de ICBR nog een toetsingslijst met 18 stoffen. Deze is wegens gebrek aan waterkwaliteitsgegevens of emissiegegevens buiten beschouwing gelaten.

Het samenvoegen van de Nederlandse probleemstoffen en de ICBR stoffen leverde een lijst op van 66 stoffen, 13 van de 39 probleemstoffen stonden ook op de Rijn stoffenlijst.

Voor het doorrekenen met de KRW verkenner dienen emissiegegevens voorhanden te zijn in de Nederlandse EmissieRegistratie. Daarnaast dienen er waterkwaliteitsgegevens beschikbaar te zijn op minimaal de grenslocaties van de grote rivieren in Nederland. Op basis van deze vereisten is een verdere selectie gemaakt in de gecombineerde lijst met 66 probleemstoffen in onderstaande volgorde:

1. Er is gekeken of er emissies voorkomen in de Nederlandse EmissieRegistratie (ER). Indien er geen emissies beschikbaar zijn in ER is het niet mogelijk om de stoffen door te rekenen met de KRW-Verkenner. Voor 27 stoffen blijken er geen emissies voor te komen in ER.
2. Voor een aantal stoffen is bekend dat de emissies die voorkomen in EmissieRegistratie niet volledig zijn. Dit geldt voor 4 stoffen.
3. Stoffen zonder waterkwaliteitsgegevens op (in elk geval) de locaties Eijsden, Lobith en Schaar van Ouden Doel, kunnen niet worden doorgerekend met de KRW-Verkenner. Zonder waterkwaliteitsgegevens ontbreken ook de vrachten voor de grenslocaties, de zogenaamde randen in de Verkenner. Daarnaast kunnen de berekende waterkwaliteitsgegevens niet vergeleken worden met de gemeten waterkwaliteit. Er vallen om deze reden nog eens 3 stoffen af.

In totaal blijven er 32 stoffen die met de KRW-Verkenner doorgerekend kunnen worden over, zie tabel 2.1.



Tabel 2.1 Geselecteerde stoffen voor de berekening met de KRW-Verkenner.

*P = probleemstof, R = stof van Rijnstoffenlijst*

lijst	stof	opmerking
R	arseen	
P/R	cadmium	
R	chromium	
P	kobalt	
P/R	koper	
P/R	kwik	
R	lood	
R	nikkel	
P	seleen	
P	zilver	Veel onbetrouwbare metingen
P/R	zink	
P	barium	
P	fenanthreen	
R	anthraceen	
P/R	fluorantheen	
P	benzo(a)Anthraceen	
P/R	benzo(a)Pyreen	
P/R	som benzo(b)bluorantheen en benzo(k)bluorantheen	
P/R	som benzo(ghi)peryleen en indeno (1,2,3-c,d)pyreen	
R	nonylfenol/ethoxylaten(Np/Npe)	Veel metingen onder rapportagegrens
P	linuron	
P/R	di(2-Ethylhexyl)ftalaat	Veel onbetrouwbare metingen
P	hexachloorcyclohexaan	
P/R	isoproturon	
R	bentazon	Veel metingen onder rapportagegrens
P	dimethoaat	Alle metingen onder rapportagegrens
R	diuron	
R	hexachloorbenzeen	Alle metingen onder rapportagegrens
P/R	gebromeerde difenylethers, PBDE	Alle metingen onder rapportagegrens
R	glyfosaat	Op twee van de drie grenslocaties is deze stof gemeten.
P	pirimicarb	
P	imidacloprid	

Tabel 2.2 Niet geselecteerde stoffen voor de berekening met de KRW-Verkenner.

P = probleemstof, R = stof van Rijnstoffenlijst

lijst	Stof	opmerking
P	4-chlooraniline	niet in ER
P	ammonium	niet in ER
P	beryllium	niet in ER
P	carbendazim	niet in ER
P	cis-heptachloorepoxide	niet in ER
P	dibutyltin (kation)	niet in ER
P	dichloorvos	niet in ER
P	metolachloor	niet in ER
P	mevinfos	niet in ER
P	som drins	niet in ER
P	tirbutyltin (kation)	niet in ER
P	uranium	niet in ER
P/R	4-teraiir-octylfenol	niet in ER
R	amidotrizoinezuur	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	amidotrizoinezuur	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	ammonium	niet in ER
R	AMPA	niet in ER
R	chloortoluron	niet in ER
R	diglyme	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	DTPA	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	EDTA	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	ETBE	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	iopamidol	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	iopromid	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	MTBE	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	PFT's	niet in ER/geen waterkwaliteit info
R	tributylverbindingen	niet in ER
P	vanadiumverb. (als V)	onvolledig in ER
P	thalliumverb. (als Tl)	onvolledig t in ER
P	boriumverb. (als B)	onvolledig in ER
P/R	PCB's	niet gemeten/slecht in ER
R	mecoprop-p	niet gemeten in OOW
R	carbamazepine	niet gemeten in OOW
R	diclofenac	niet gemeten in OOW

Voor de probleemstoffen die niet worden doorgerekend met de KRW-Verkenner zal de oude methodiek, gebruikt voor de stroomgebiedbeheerplannen 2009 [4] worden toegepast. Hier wordt in paragraaf 3.6 op ingegaan.

## 2.4 Waterkwaliteitsgegevens

De berekende concentraties uit de KRW-Verkenner worden vergeleken met de werkelijk gemeten concentraties in oppervlaktewater. De berekende jaargemiddelde concentraties uit de KRW-Verkenner hebben als input het jaar 2010 uit de EmissieRegistratie. Voor de vergelijking met de gemeten waterkwaliteit wordt daarom ook het jaar 2010 gebruikt. Het jaargemiddelde per locatie wordt berekend met behulp van ruwe meetdata. Voor de Rijkswateren zijn de ruwe, niet bewerkte meetdata uit DONAR gebruikt, voor de regionale wateren ruwe, niet bewerkte meetdata uit de bulkdatabase in beheer bij het Informatie Huis

Water. Voor de berekeningen wordt geen rekening gehouden met het aantal meetwaarden. De halve waarde van de rapportagegrens wordt gebruikt voor meetwaarden gemeten onder de rapportagegrens

Vervolgens zijn de meetpunten toegekend aan waterlichamen. Voor zowel de Rijkswateren als de regionale wateren was deze informatie per meetpunt beschikbaar op het KRW-portaal. Voor de regionale wateren bleken niet voor alle meetpunten, gekoppeld aan de regionale waterlichamen, meetgegevens beschikbaar te zijn in de bulkdatabase. Daarom is een aantal meetpunten handmatig gekoppeld aan regionale waterlichamen om toch zoveel mogelijk resultaten te kunnen vergelijken. In sommige gevallen bleken meerdere meetpunten per waterlichaam aanwezig te zijn. Voor die situaties is het jaargemiddelde berekend door gebruik te maken van zowel de meetgegevens als de meetpunten.

## 2.5 Door- en voorbelasting

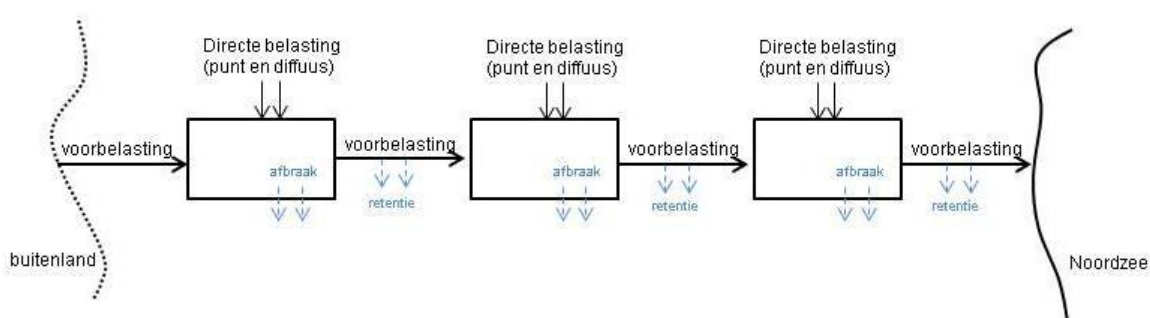
In het projectplan werd uitgegaan van de volgende definitie voor de voor- en doorbelasting (bron: Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren 2010 – 2015):

*Voorbelasting is de belasting vanuit het buitenland of een ander stroomgebied, of regionale zoetwateraanvoer naar Rijkswater. Doorbelasting is het transport van stoffen binnen aaneengesloten rijkswaterlichamen die samen de loop van de rivier vormen*

Bij de presentatie van de resultaten bleken de termen voor- en doorbelasting verwarrend en lastig uit te leggen. Daarom is er - in dit project - voor gekozen om voor geheel Nederland alleen de term voorbelasting te gebruiken, waarbij er onderscheid gemaakt kan worden in twee soorten voorbelasting:

- Voorbelasting. De belasting van waterlichamen op andere waterlichamen binnen Nederland.
- Voorbelasting buitenland. De belasting van wateren uit het buitenland op de aangrenzende waterlichamen in Nederland. De voorbelasting buitenland wordt alleen berekend op het aangrenzende waterlichaam, maar niet gepresenteerd in de resultaten omdat voor de voorbelasting buitenland op de grote rivieren een aparte rekenslag vereist was. Het doorrekenen van de voorbelasting buitenland op alle waterlichamen was voor dit project niet haalbaar.

In figuur 2.3 wordt de terminologie, zoals gehanteerd in dit project, schematische weergegeven. De retentie en afbraak komen in paragraaf 3.4 aan de orde.



Figuur 2.3 Schematisatie KRW verkenner voorbelasting, directe belasting, retentie en afbraak per waterlichaam.



### 3 Werkwijze

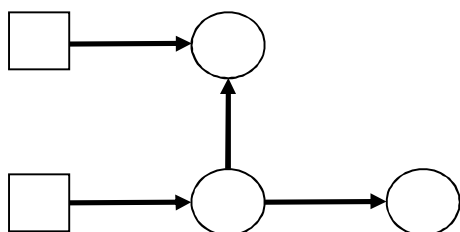
In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe er in de KRW-Verkenner wordt omgegaan met de koppeling van data uit de EmissieRegistratie, op welke manier de retentie berekend wordt en hoe uiteindelijk de belastingen en concentraties berekend worden. Om een beter begrip te krijgen hoe de KRW-Verkenner werkt, wordt eerst de schematisatie van de Verkenner toegelicht.

#### 3.1 KRW-Verkenner schematisatie

De KRW-Verkenner is een modelprogramma waarmee de (historische, huidige of toekomstige) waterkwaliteitssituatie binnen een studiegebied, zowel chemisch als ecologisch, kan worden doorgerekend. Hierbij zijn verschillende soorten invoer nodig, waaronder een schematisatie van het studiegebied. In deze paragraaf wordt de algemene opzet van een schematisatie in de nieuwe KRW-Verkenner toegelicht.

Een KRW-Verkenner schematisatie van een studiegebied bestaat uit *nodes* (knopen) en *links* (koppelingen tussen knopen). Een node kan hierbij een *local surface water* (afwateringseenheid) óf een *surface water unit* (oppervlaktewatereenheid) zijn. Een *local surface water* (LSW) representeert een deelgebied met inliggend oppervlaktewater, een *surface water unit* (SWU) een expliciet geschematiseerd deel van het watersysteem (bv. waterlooptraject of meer). Een link tussen twee nodes geeft aan dat tussen deze nodes uitwisseling van water mogelijk is.

In figuur 3.1 is een voorbeeld van een KRW-Verkenner schematisatie gegeven met twee LSW's (weergegeven als vierkanten), drie SWU's (weergegeven als cirkels) en vier links (weergegeven als pijlen). Opgemerkt dient te worden dat de pijlen hier geen stromingsrichting aangeven, maar slechts dienen als referentie voor de stromingsrichting. De stromingsrichting kan per tijdseenheid (kwartaal) verschillen. Per link kunnen één of meer relatieve debieten (fracties) en/of absolute debieten ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) worden opgegeven. Positieve debieten geven een stroming in de richting van de pijl aan, negatieve debieten een stroming in tegengestelde richting.



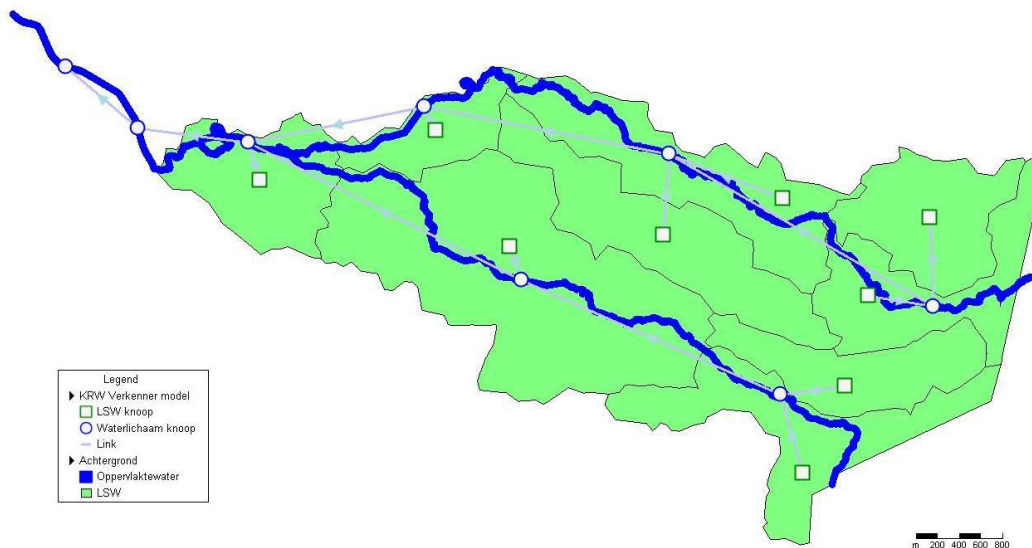
Figuur 3.1 Voorbeeld eenvoudige schematisatie

Een KRW-Verkenner schematisatie kan ook voorzien worden van een achtergrondkaart met basins en één met SWU's. Deze dienen dan in de vorm van *shapefiles* (polygonen) aan de Verkenner te worden aangeboden. Wanneer van deze mogelijkheid gebruik wordt gemaakt, wordt de schematisatie ook op basis van deze shapefiles opgebouwd.

LSW's (vierkanten) en SWU's (cirkels) worden binnen de Verkenner gepositioneerd aan de hand van de in de shapefile opgegeven X/Y-coördinaten.

Ook worden uit de shapefiles de ID's, namen, watervolumes ( $m^3$ ) en wateroppervlakken ( $m^2$ ) van de basins en SWU's geëxtraheerd. Het watervolume speelt een rol bij de bepaling van de retentie van stoffen. De link definities dienen in de vorm van een tekstfile aan de Verkenner te worden aangeboden (LinkID, NodeFrom, NodeTo).

In figuur 3.2 is de schematisatie verduidelijkt door deze toe te passen in een gebied. De afwateringsgebieden, de LSW's (groene vlakken), zijn weergegeven als vierkanten. De oppervlaktewatereenheden, de SWU's (blauwe lijnen) zijn weergegeven als cirkels en de witte pijlen zijn de water- en stofstromen tussen de rekeneenheden. Een oppervlaktewatereenheid kan een KRW-waterlichaam zijn of een gedeelte hiervan. Meerdere SWU's kunnen één KRW-waterlichaam vormen.



Figuur 3.2 Voorbeeld van een KRW-Verkenner schematisatie.

### 3.2 Koppeling EmissieRegistratie aan KRW-Verkenner

Voor de rapportage worden niet de emissieoorzaken of doelgroepen uit de Nederlandse EmissieRegistratie gebruikt. De broncategorieën uit het *Guidance document* [1], worden voor deze rapportage gebruikt, zie paragraaf 2.1. De broncategorieën worden vervolgens aan de KRW-Verkenner schematisatie gekoppeld.

#### 3.2.1 Diffuse bronnen koppelen

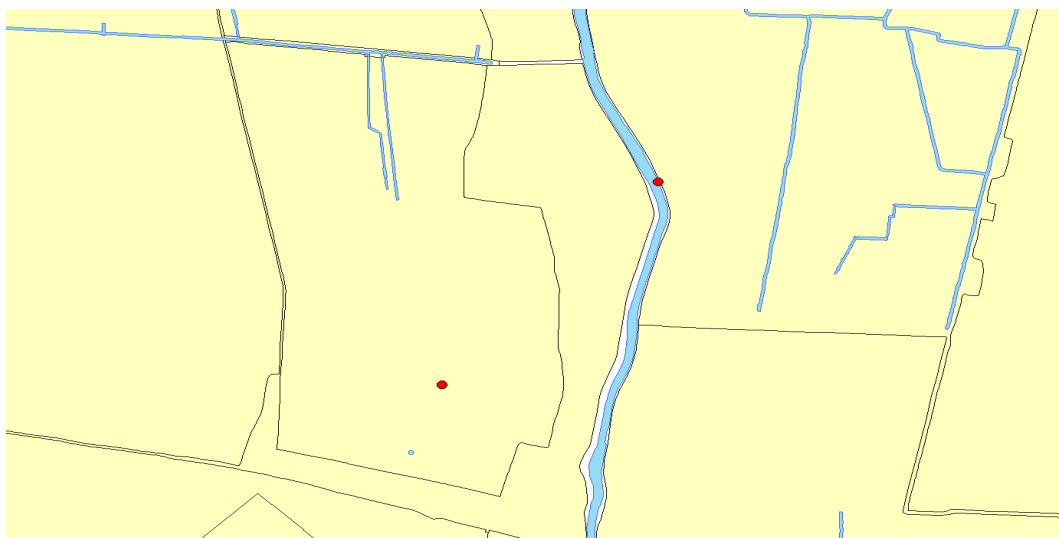
De data uit de EmissieRegistratie zijn onderverdeeld in afwateringseenheden gebaseerd op de gaf90\_nl kaart [7]. In de KRW-Verkenner wordt, zoals beschreven in de vorige paragraaf, gebruik gemaakt van andere afwateringseenheden, de *local surface waters (LSW)*. De afwateringseenheden uit de EmissieRegistratie zijn groter dan de LSW's. Middels een GIS actie zijn de data uit de EmissieRegistratie verdeeld over de LSW's, naar rato van oppervlak. De belasting die daarbij wordt toegewezen aan de LSW's heeft dezelfde verhouding.

### 3.2.2 Bedrijven en RWZI's koppelen aan waterlichamen

Direct lozende bedrijven in de EmissieRegistratie hebben een lozingspunt op een oppervlaktewater. Voor de meeste bedrijven konden deze lozingspunten direct aan een waterlichaam gekoppeld worden. Voor een aantal bedrijven kon het lozingspunt niet direct aan een KRW-waterlichaam gekoppeld worden. In dat geval kunnen de volgende situaties zich voor doen:

1. Voor elk bedrijf wordt er met behulp van een GIS actie gezocht naar het dichtstbij liggende waterlichaam in een straal van 300 meter. Indien een waterlichaam gevonden is, wordt het lozingspunt hieraan toegekend.
2. Er wordt onderscheid gemaakt in bedrijven die lozen op een regionaal water of op een Rijkswater. Een bedrijf dat loost op een regionaal water dat op een zeer geringe afstand ligt van een Rijkswater waterlichaam wordt toegekend aan het Rijkswater waterlichaam. Bedrijven die lozen op een Rijkswater worden niet toegekend aan een regionaal waterlichaam. Lozingspunten waarvan de afstand tot een KRW-waterlichaam groter is dan 300 meter worden niet gekoppeld aan een waterlichaam, maar aan een afwateringseenheid *local surface water (LSW)*. De bedrijven worden wel meegenomen in de KRW-Verkenner berekeningen, maar worden niet afzonderlijk geschematiseerd.

Een voorbeeld van de toewijzing staat in figuur 3.2. In de figuur staan twee lozingspunten (in rood): de bovenste wordt gekoppeld aan het (blauwe) waterlichaam, de onderste ligt te ver van een waterlichaam en wordt gekoppeld aan de LSW waarin het zich bevindt. Voor de schematisatie in de KRW-Verkenner wordt daarvoor de LSW knoop van het LSW gebruikt.



Figuur 3.3 Koppeling tussen puntbronnen de KRW-Verkenner schematisatie, waarin:

Gele vlakken: afwateringseenheden (LSW)

Blaauwe polygonen: Waterlichamen (SWU)

Blaauwe punten: LSW knooppunten

Rode punten: Lozingspunten

### 3.3 Afbraak en retentie in de KRW-verkenner

Stoffen die in het oppervlaktewater terechtkomen worden vaak niet volledig door het hele watersysteem getransporteerd. In het geval van organische verontreinigingen kan er sprake zijn van afbraak en vervluchtiging, en daarnaast vindt er retentie van stoffen plaats. Zwevend stof bindt veel verschillende stoffen en is zelf onderhevig aan sedimentatie en opwerveling afhankelijk van onder andere de stroomsnelheid en windwerking. Afhankelijk van de verdeling tussen het water en het zwevend stof, worden verontreinigingen sterker of minder sterk beïnvloed door het gedrag van zwevend stof.

De retentie door zwevend stof wordt in de KRW-verkenner door twee parameters bepaald: 1) een evenwichtspartiticoëfficiënt bepaalt de verdeling tussen de vrij-opgeloste en zwevend stof gebonden fractie, en 2) het verschil in KRW-watertypes tussen de bovenstroomse en huidige knoop bepaalt of er sedimentatie van zwevend stof optreedt (Bijlage B).

Wat betreft de afbraak van organische verontreinigingen zijn aannames gehanteerd. Er vindt alleen afbraak plaats als de stoffen vrij-opgelost in de waterfase aanwezig zijn. Aangenomen is dat er sprake is van temperatuur onafhankelijke 1<sup>ste</sup> orde afbraak. Deze aanname is noodzakelijk door gebrek aan informatie over de temperatuurafhankelijkheid. Afbraak van pesticiden in oppervlaktewater verloopt over het algemeen veel trager dan in de bodem doordat er veel minder organische stof en micro-organismen aanwezig zijn.

#### *Zwevend stof concentraties per watertype*

Aan elke LSW-knoop in de KRW-Verkenner is op basis van het KRW-watertype een zwevend stof concentratie toegekend (zie bijlage B). Deze opgelegde concentraties zijn afgeleid vanuit de gemiddelde zwevend stof concentraties die door Rijkswaterstaat en de regionale waterbeheerders in 2009 en 2010 zijn gemeten.

#### *Binding van verontreinigingen aan zwevend stof*

De verdeling van verontreinigingen over het water en het zwevend stof is vastgelegd in evenwichtspartitie-coëfficiënten (Kp). De uit literatuur en databases verzamelde Kp-waarden voor de lijst met probleemstoffen staan weergegeven in bijlage C. Daarnaast staan in bijlage C voor een achttal pesticiden de afbraakconstante door hydrolyse weergegeven. Deze Kp-waarde wordt voor alle watertypen aangehouden.

Voor N- en P-totaal worden de in de KRW-Verkenner aanwezige retentiefactoren gebruikt. De gebruikte factoren zijn terug te vinden in de rapportage over de landelijke pilot [6].

#### 3.3.1 Zwevend stof in KRW-Verkenner

Voor dit project diende de KRW-Verkenner aangepast te worden om de retentie van zwevend stof door te kunnen rekenen. De afbraakconstante, de eerste orde afbraak, kon al wel met de KRW-Verkenner worden doorgerekend. De zwevend stof waarden per watertype, zie bijlage B, worden als constante waarden ingevoerd en gebruikt voor het bepalen de retentie en de afbraak.

##### 3.3.1.1 Retentie van zwevend stof

De berekening van de stoffenbalans in de KRW-Verkenner wordt uitgevoerd met behulp van het programma DELWAQ. DELWAQ is een waterkwaliteitsmodule waarmee stof- en sedimenttransport in watersystemen berekend kan worden. De aanpassing voor de retentie van stoffen gebeurt in DELWAQ. Bij de implementatie van de retentie van de gebonden fractie wordt rekening gehouden met het volgende:

- De massa van de gebonden fractie neemt af tussen LSW-knopen wanneer de bovenstroomse knoop een hogere zwevend stof concentratie heeft.



- De afname wordt berekend als de verhouding tussen de zwevend stof concentraties van de twee LSW knopen.

In DELWAQ wordt de vracht tussen twee knopen bepaald door de concentratie van de bovenstroomse knoop te vermenigvuldigen met het debiet. Om bovengenoemde de retentie te implementeren is het debiet verminderd met een factor R. Deze factor is berekend op basis van de zwevend stof concentraties en partitie coëfficiënten, waarbij twee situaties voor kunnen komen, met de volgende formule. Een afleiding van de formule is terug te vinden in bijlage D.

$$\text{Formule 1: } \quad ZS_A > ZS_B: \quad R_{tot} = R_{part} \times K_p \times ZS / (K_p \times ZS + 1) + 1 / (K_p \times ZS + 1)$$

$$\text{Formule 2: } \quad ZS_A \leq ZS_B: \quad R = 1$$

Waarin:

$R_{tot}$  : retentie te gebruiken tussen knoop A en knoop B  
 $ZS_A$  : zwevend stof concentratie in bovenstroomse knoop  
 $ZS_B$  : zwevend stof concentratie in benedenstroomse knoop  
 $K_p$  : partitie coëfficiënt  
 $R_{part}$  :  $ZS_B / ZS_A$   
 $ZS$  : zwevend stof concentratie in bovenstroomse knoop

Voor de nutriënten worden deze formules niet toegepast, maar de retentiefactoren zoals gebruikt in de landelijke pilot van de KRW-Verkenner [6].

### 3.3.1.2 Afbraak van de opgeloste fractie.

De Verkenner maakt geen onderscheid tussen opgeloste en gebonden fracties van een stof. De eerste orde afbraak term wordt daarom aangepast (verminderd) als functie van de  $K_p$  en zwevend stof concentraties volgens de volgende formule. Een afleiding van de formule is terug te vinden in bijlage D.

$$\text{Formule 3: } \quad K_{tot} = K_{diss} / (K_p \times ZS / 1000000 + 1)$$

Waarin:

$K_p K_{diss}$  : eerste orde afbraak  $K_{tot} = K_{diss}$   
 $K_p$  : partitie coëfficiënt  
 $ZS$  : zwevend stof concentratie

De gebruikte partitie (in log vorm) en afbraak coëfficiënten zijn terug te vinden in bijlage B. Voor N en P is deze aanpassing niet gebruikt. De afbraak coëfficiënten voor N en P zijn verschillen per regio en/of waterlichaam en zijn opgenomen in de KRW-Verkenner Landelijke pilot [6]. De waarden uit de landelijke pilot [6] zijn overgenomen.

## 3.4 Berekeningen per waterlichaam

De KRW-Verkenner berekent concentraties per knoop, en debieten per link (tussen knopen). Deze uitvoer moet vervolgens verwerkt worden tot concentraties per waterlichaam (die uit verschillende SWU knopen kunnen bestaan). Daarnaast moet de belasting per waterlichaam berekend worden aan de hand van concentraties en debieten. Dit wordt in de volgende paragrafen toegelicht.

### 3.4.1 Concentraties per waterlichaam

De concentratie van een waterlichaam is berekend door het volume gewogen gemiddelde te nemen van de concentraties van de knopen die tot dat waterlichaam behoren. De berekeningen zijn gebaseerd op kwartalen en worden uiteindelijk gemiddeld tot een jaargemiddelde.

### 3.4.2 Belasting per waterlichaam

De jaarlijkse voorbelasting op een waterlichaam wordt als volgt berekend:

- Berekenen van de netto vrachten, per stof en per periode, voor elke link tussen een interne en externe knoop.
- Optellen van alle inkomende vrachten per belasting categorie (voorbelasting).
- Optellen van vrachttotalen per periode

Het berekenen van de netto vracht per link maakt gebruik van het debiet door de link, de bovenstroomse concentratie en de retentiefactor:

$$\text{Formule 4: } Q * R * C_{\text{bovenstrooms}}$$

Waarin:

Q : debiet

R : retentiefactor

$C_{\text{bovenstrooms}}$  : concentratie in de bovenstroomse knoop

Vervolgens worden alle inkomende vrachten per KRW broncategorie per waterlichaam opgeteld, nog steeds per stof en per periode. Vrachten tussen knopen die tot hetzelfde waterlichaam behoren worden niet meegenomen. Om het jaartotaal te bepalen worden de vrachtsommen van de vier periodes opgeteld.

## 3.5 Waterlichamen niet expliciet in KRW-Verkenner

De schematisatie van de KRW-Verkenner is overgenomen uit de landelijke pilot [6]. Deze schematisatie is niet landsdekkend. Een aantal waterlichamen in Limburg, Friesland, Zeeland ontbreken. Daarnaast ontbreekt de koppeling naar het zoute wateren (de kustwateren, Noordzee en Waddenzee). In totaal gaat het om 102 ontbrekende waterlichamen.

Een aantal waterlichamen is niet expliciet aanwezig in de landelijke schematisatie. Hier zijn verschillende redenen voor:

1. De pilot is niet 100% landsdekkend: Waddeneilanden en Zuid Limburg ontbreken;
2. De pilot is nog niet gekoppeld aan zoute wateren, op 1 waterlichaam na;
3. Op sommige plaatsen is de schematisatie te grof om alle kleine waterlichamen te kunnen onderscheiden. Dit is bijvoorbeeld het geval in de boezems van Delfland en Friesland, waar vele waterlichamen binnen dezelfde Verkenner knoop vallen.

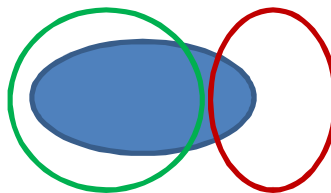
Aan punten 1 en 2 is weinig te doen. Er kunnen geen vrachten berekend worden voor de waterlichamen die in zulke gebieden gelegen zijn met behulp van de KRW-Verkenner. Voor deze waterlichamen is de methodiek toegepast voor het bepalen van de emissies voor de stroomgebiedbeheerplannen 2009 [4]. Het gaat om 36 waterlichamen, zie bijlage E. Daarbij zijn de afwateringseenheden uit EmissieRegistratie toegekend aan de verschillende waterlichamen. Het percentage van de afwateringseenheid dat overlapt met het waterlichaam wordt vermenigvuldigd met de emissie van de betreffende afwateringseenheid.

Voor de 66 waterlichamen uit punt 3 kunnen de KRW-verkenner resultaten gedisaggregeerd worden. Hiervoor is een koppelkabel gemaakt waarin aangegeven wordt welke knoop/knoppen een waterlichaam overlappen en wat de oppervlakte van de overlappende delen is. Het disaggregeren van de waterlichamen heeft effect op 91 waterlichamen. De koppeltabel is vervolgens gebruikt om resultaten per knoop om te zetten naar concentraties en vrachten per waterlichaam. De methode voor het berekenen van concentraties verschilt van de methode voor het bepalen van de vrachten en wordt apart beschreven.

### 3.5.1 Disaggregeren van concentraties per knoop

Indien een waterlichaam slechts één knoop overlapt, dan krijgt dat waterlichaam dezelfde concentratie als berekend voor deze knoop.

Indien een waterlichaam een overlap heeft met meerdere knopen, dan wordt de concentratie berekend als een gewogen gemiddelde van de knoopconcentraties. Om het gemiddelde te berekenen worden de overlappende oppervlakten van het waterlichaam gedeeld door de som van de oppervlakten. In het voorbeeld hieronder, figuur 3.4, overlapt het blauwe waterlichaam twee knopen. De overlap met de groene knoop is ~90% van de totale overlapoppervlakte van dit waterlichaam. De concentratie voor dit waterlichaam wordt dus  $0.9 * C_{\text{groen}} + 0.1 * C_{\text{rood}}$ .



Figuur 3.4 Voorbeeld van een berekening van de gemiddelde concentratie voor een waterlichaam door disaggregatie van knopen.

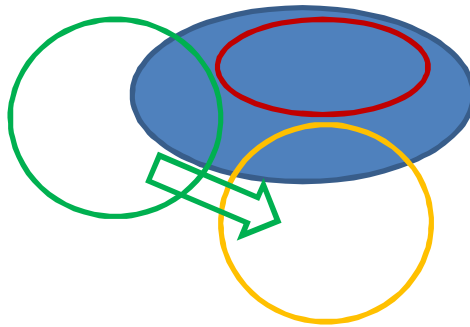
### 3.5.2 Disaggregeren van vrachten per knoop

De vracht op een knoop is de som van alle inkomende debieten vermenigvuldigd met de concentraties van bovenstroomse knopen.

Indien een waterlichaam slechts één knoop overlapt, dan is de vracht op dat waterlichaam berekend als een fractie van de vracht op de knoop. De fractie wordt berekend als het overlappende oppervlakte gedeeld door de oppervlakte van de knoop.

Heeft een waterlichaam meerdere overlappende knopen dan worden eerst de vrachten per knoop opnieuw berekend om mogelijke uitwisselingen tussen de knopen niet mee te tellen. Vervolgens wordt de vracht op het waterlichaam berekend door de vrachten per knoop te vermenigvuldigen met een fractie en op te tellen. Zoals voor waterlichamen die slechts één knoop overlappen zijn de fracties hier de overlappende oppervlaktes gedeeld door de knoopoppervlaktes.

In het voorbeeld hieronder (Fig 3.5) krijgt het blauwe waterlichaam 100% van de vracht op de rode knoop, ~25% van de vracht op de groene knoop en ~20% van de vracht op de gele knoop. De vracht die de gele knoop van de groene knoop krijgt wordt hier niet in rekening genomen.



Figuur 3.5 Voorbeeld van een berekening van de vracht voor een waterlichaam door disaggregatie van knopen

### 3.6 Probleemstoffen niet doorgerekend met de KRW-Verkenner

In paragraaf 2.2 wordt uitgebreid ingegaan op de stoffenselectie. Een aantal Nederlandse probleemstoffen heeft geen of onvoldoende informatie in de EmissieRegistratie of de waterkwaliteitsgegevens ontbreken om te kunnen rekenen met de KRW-Verkenner. Om toch wat over deze stoffen te kunnen zeggen wordt de methodiek gebruikt die is toegepast voor het bepalen van de emissies voor de stroomgebiedbeheerplannen 2009-2015 [4]. Daarbij werden de emissies uit de afwateringseenheden uit de EmissieRegistratie met behulp van GIS verdeeld over KRW Waterlichamen. De koppeltabel voor de verdeling van de afwateringseenheden over de waterlichamen is gebruikt voor de stoffen die niet met de KRW-Verkenner zijn doorgerekend.

Het gaat om de volgende stoffen, die niet of onvoldoende in de EmissieRegistratie aanwezig zijn:

- carbendazim
- chloride
- endosulfan (som alfa- en beta-isomeer)
- malathion
- molybdeen
- selenium
- som hexachloorcyclohexaan
- som PCB's
- trifenyyltin
- vanadium

Daarnaast konden voor een aantal waterlichamen geen vrachten en concentraties berekend worden, omdat de waterlichamen ontbreken in de KRW-schematisatie. Het gaat om 36 waterlichamen, zie paragraaf 3.5. Voor deze waterlichamen is ook de methodiek toegepast uit de stroomgebiedbeheerplannen 2009-2015 [4].

## 4 Presentatie resultaten

De resultaten zijn op twee manieren gepresenteerd. Een visuele presentatie in een taartdiagram en de resultaten per stof en per waterlichaam in een tabel. In de volgende paragrafen wordt dit nader toegelicht.

### 4.1 Tabellen met significantie

Er zijn twee tabellen beschikbaar op RWS site [www.kaderrichtlijnwater.nl](http://www.kaderrichtlijnwater.nl). Beide tabellen bevatten per waterlichaam de Nederlandse probleemstoffen en de doorgerekende Rijn relevante stoffen. Indien een waterlichaam niet voldoet aan de norm voor een bepaalde stof [8], dan wordt dit aangegeven in de tabel. Voor beide tabellen geldt dat indien er geen vrachten voor de probleemstoffen bekend zijn in EmissieRegistratie, er geen vrachten beschikbaar zijn in deze tabel.

#### 4.1.1 Vrachten per waterlichaam (% totale belasting)

In deze tabel is per waterlichaam de belasting weergegeven voor de totale vracht op het betreffende waterlichaam in kilogram per jaar. De voorbelasting, diffuse bronnen en puntbronnen worden weergegeven in percentages.

#### 4.1.2 Relatieve belasting diffuse- en puntbronnen (% directe belasting)

In deze tabel is de totale vracht per stof per waterlichaam getoond en de relatieve belasting van de punt- en diffuse bronnen. Met behulp van deze tabel wordt per stof inzichtelijk gemaakt welke KRW-broncategorie relatief de meeste impact heeft op het waterlichaam. In de tabel worden de volgende KRW-broncategorieën getoond, zie tabel 4.1.

Tabel 4.1 Indeling van broncategorieën en subcategorieën voor de relatieve belasting.

directe belasting	KRW-broncategorie	subcategorie
Puntbronnen	industrie	IPPC
		Non-IPPC
	RWZI	< 2.000 pe
		2.000 – 10.000 pe
		10.000 – 15.000 pe
		15.000 – 100.000 pe
> 100.000 pe		
Diffuse bronnen	depositie	geen
	landbouw	geen
	ongerioleerd gebied	geen
	ongelukken	geen
	overstort	geen
	run-off	geen
	verkeer en vervoer	geen

Met kleuren wordt aangegeven of een broncategorie belangrijk is voor het betreffende waterlichaam. De bijdrage van de broncategorieën is in 3 klassen ingedeeld, zie tabel 4.2.

Tabel 4.2 Indeling van de bijdrage van broncategorieën aan de belasting van oppervlaktewater.

Kleurcodering	omschrijving	betekenis
	Minder belangrijk	Bijdrage 0 – 10%
	Belangrijk	Bijdrage 10 – 25%
	Zeer belangrijk	Bijdrage groter dan 25%

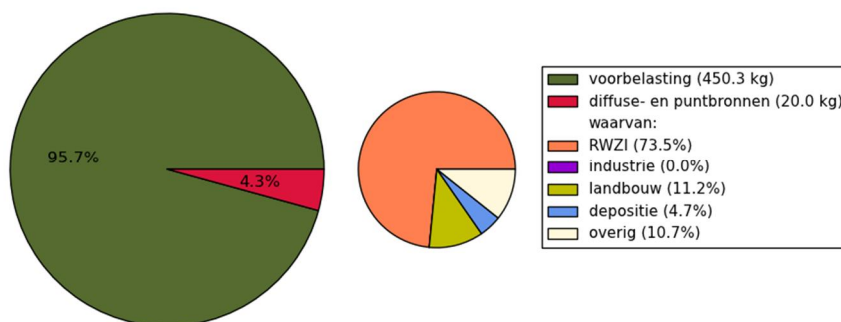
## 4.2 Taartdiagrammen

Alleen voor stoffen waarvoor gegevens beschikbaar zijn in EmissieRegistratie kunnen taartdiagrammen worden gemaakt. In de taartdiagrammen komen de berekende belastingen op een waterlichaam te staan. Om duidelijk leesbare taartdiagrammen te creëren is besloten om niet alle KRW-broncategorieën weer te geven. In overleg met de RWS Waterdienst en DGW&M is besloten om de volgende vijf categorieën weer te geven:

- Landbouw: *agricultural activities*;
- Depositie: *other diffuse sources*;
- Overig: *storm overflows, transport and infrastructure, Abandoned industrial sites and Releases from facilities for the storage and/or treatment of domestic effluent in areas without sewerage networks (e.g. leaks from septic tanks etc.)*;
- Industrie: *IPPC plants (EPRTTR)/ Other industrial plants outside the IPPC*;
- RWZI: *UWWTP plants*

Voor de met de KRW-Verkenner berekende gegevens zijn taartdiagrammen gemaakt zoals in figuur 4.1 is weergegeven. Per waterlichaam en per stof is zowel de voorbelasting als de directe belasting - diffuse en puntbronnen – berekend. In het grote taartdiagram worden alleen de voorbelasting en de directe belasting getoond, het kleine taartdiagram toont de relatieve verdeling van de verschillende broncategorieën die verantwoordelijk zijn voor de directe belasting.

NL90\_1: lood

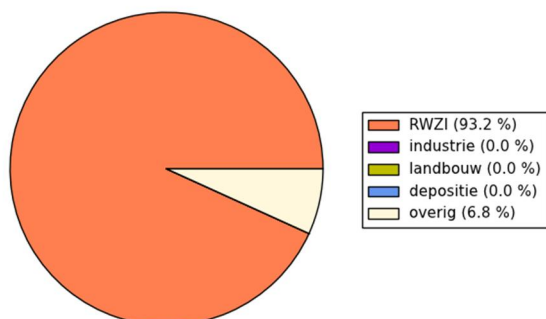


Berekend met de KRW-Verkenner

Figuur 4.1 Een voorbeeld taartdiagram voor resultaten berekend met de KRW-Verkenner

Figuur 4.2 toont het taartdiagram voor stoffen die niet met de KRW-Verkenner berekend zijn. Er is geen voorbelasting berekend, alleen het relatieve aandeel van de verschillende broncategorieën wordt getoond, zoals in het kleine taartdiagram in figuur 4.1.

NL58WRO30: bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)



Berekend volgens methodiek Stroomgebiedbeheerplannen 2009-2015

Figuur 4.2 Een voorbeeld taartdiagram voor resultaten niet berekend met de KRW-Verkenner.





## 5 Vergelijking KRW-Verkenner resultaten met meetgegevens

Bij de vergelijking van de KRW-Verkenner resultaten met monitoringsgegevens wordt er zowel gekeken naar de berekende concentraties als naar de berekende belastingen per waterlichaam. In dit hoofdstuk wordt toegelicht op wat voor manier de vergelijking is uitgevoerd.

### 5.1 Concentraties per stof

De monitoringsdata van zowel RWS als de regionale waterbeheerders zijn gebruikt om jaargemiddelde concentraties per waterlichaam te berekenen. Vervolgens zijn berekende jaargemiddelde concentraties per waterlichaam vergeleken met de gemeten jaargemiddelde concentraties per waterlichaam. Hierbij is vooral gekeken naar de berekende concentraties waarbij gerekend is met zwevend stof retentie. Voor het presenteren van de resultaten van de vergelijking wordt het verschil tussen gemeten en berekend in klassen ingedeeld, zie tabel 5.1.

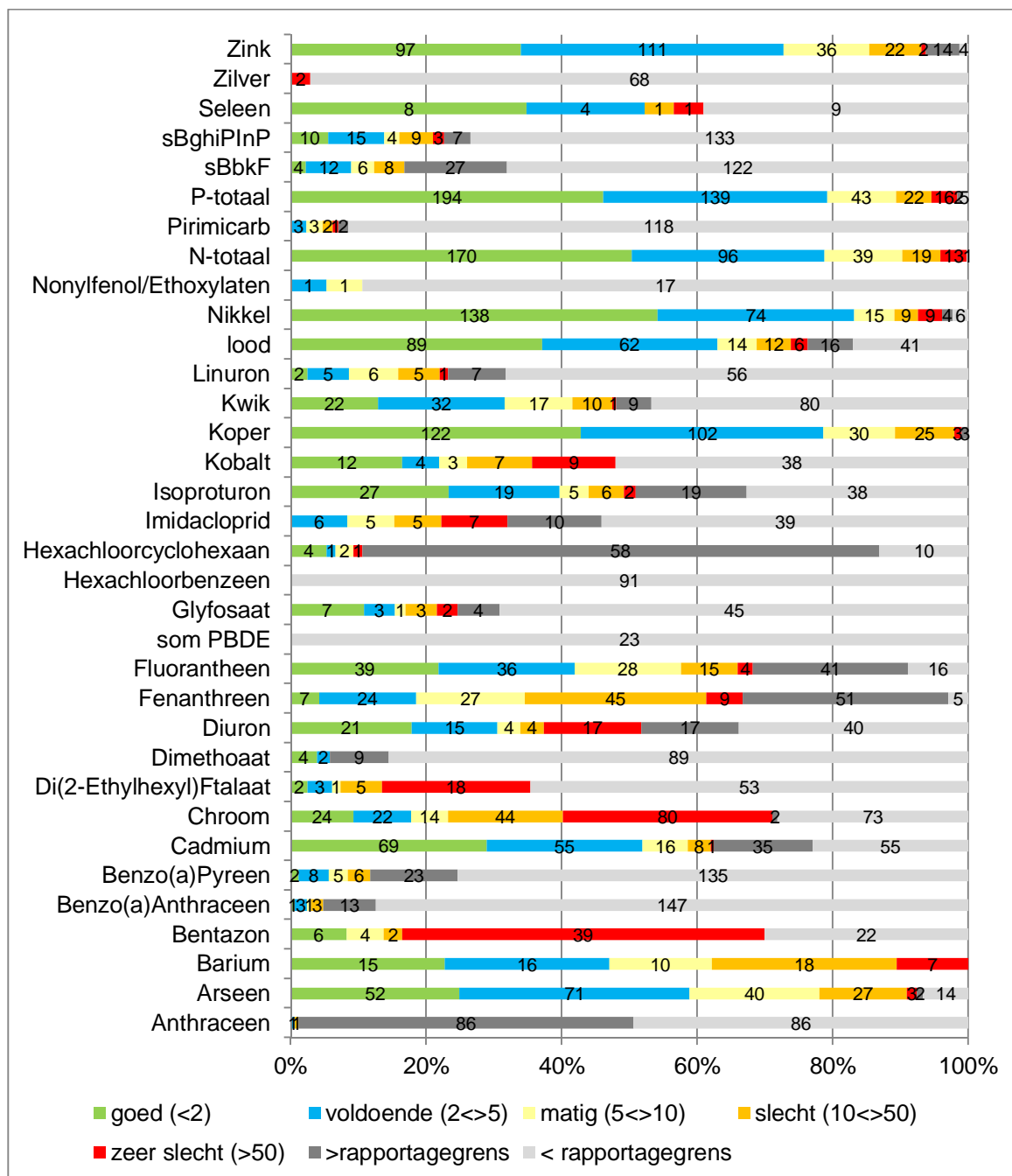
Tabel 5.1 Klasse indeling vergelijking gemeten en berekende concentratie per waterlichaam.

Klasse	Omschrijving
goed	De berekende concentratie is maximaal een factor 2 afwijkend van de gemeten concentratie.
voldoende	De berekende concentratie is een factor 2 tot 5 afwijkend van de gemeten concentratie
matig	De berekende concentratie is een factor 5 tot 10 afwijkend van de gemeten concentratie
Slecht	De berekende concentratie is een factor 10 tot 50 afwijkend van de gemeten concentratie
Zeer slecht	De berekende concentratie is meer dan factor 50 afwijkend van de gemeten concentratie.
< rapportagegrens	De gemeten concentraties lagen voor meer dan 80% onder de rapportagegrens en de berekende concentratie is berekend onder de gehanteerde rapportagegrens.
> rapportagegrens	De gemeten concentraties lagen voor meer dan 80% onder de rapportagegrens en de berekende concentratie is berekend onder de gehanteerde rapportagegrens.

Uit tabel 5.1 blijkt dat afwijkingen tussen de berekende en de gemeten concentratie tot maximaal een factor 5 mogen afwijken om als goed bestempeld te worden. Deze factor lijkt wellicht wat ruim genomen, maar er wordt rekening gehouden met de volgende onzekerheden:

- Van de ingevoerde retentie is nog niet bekend is of het goed doorwerkt op de belastingen en concentraties;
- De gegevens uit de EmissieRegistratie hebben een bepaalde onzekerheid;
- De schematisatie van de KRW-Verkenner is niet 100% dekkend;
- Er wordt gerekend met hydrologisch weerjaar 2006 in plaats van 2010;
- Er is een bepaalde mate van onnauwkeurigheid in de stofinformatie;
- Er wordt voor de eerste keer gerekend met chemische stoffen in de KRW-Verkenner, finetuning heeft nog niet kunnen plaatsvinden;
- Niet in alle KRW-waterlichamen is monitoringsinformatie voorhanden, waardoor niet alle waterlichamen in de vergelijking konden worden meegenomen.

Resultaten voor de berekende stoffen zijn terug te vinden in figuur 5.1. De Rijkswateren en regionale wateren staan samengevat in deze figuur. De berekende jaargemiddelden (2010) met de KRW-Verkenner met retentie (jaar 2010) zijn afgezet tegen gemeten jaargemiddelde concentraties.



Figuur 5.1 Vergelijking resultaten jaargemiddelde concentratie in de Nederlandse KRW-waterlichamen, berekend met de KRW-Verkenner met retentie per stof voor totaal Nederland.

Uit de figuur kan op basis van de kleuren een snel overzicht worden verkregen. Veel blauw en groen betekent een voldoende tot goede score van de berekende resultaten ten opzichte van de gemeten resultaten. Veel oranje en rode kleuren betekent een slechte score. Bevat een stof veel lichtgrijs, dan liggen de metingen voor meer dan 80% onder de rapportagegrens en ligt ook de berekende waarde onder de gehanteerde rapportagegrens. Die metingen scoren in principe goed. Bij de donkergrijze kleuren is meer dan 80% onder de rapportagegrens gemeten, maar liggen de berekende waarden boven de gehanteerde rapportagegrens. Per stofgroep worden de opvallendste resultaten in onderstaande tekst besproken. Niet alle 724 KRW waterlichamen zijn in de vergelijking opgenomen. Voor de besproken stoffen wordt het aantal waterlichamen genoemd waarop de vergelijking is gebaseerd.

#### *Nutriënten*

Uit figuur 5.1 blijkt dat zowel P-totaal als N-totaal voor bijna 80% scoren voldoende tot goed. De figuur is gebaseerd op 422 metingen voor P-totaal en 339 voor N-totaal. Een geringe fractie van iets meer dan 20% scoort matig tot zeer slecht.

#### *Zware metalen*

Bij de zware metalen laten arseen (209), koper (296), nikkel (258) en zink (297) een voldoende score zien. Voor deze metalen scoort meer dan 60% op voldoende tot goed. Lood (243), cadmium (241), seleen (23) en barium (66) scoren de helft van de berekende jaargemiddelden in de categorie voldoende tot goed. Chroom (260), kobalt (73) en kwik (201) hebben minder goede resultaten. Bij chroom is slechts 18% voldoende te noemen, daar is het percentage slecht tot zeer slecht vertegenwoordigd met 38%. Ruim 25% wordt gemeten en berekend onder de rapportagegrens. Voor kobalt is dit percentage bijna 50%, bij kwik zo'n 60% en zilver (85) spant de kroon met 98%.

Opgemerkt dient te worden dat de metalen met weinig monitoringslocaties niet goed dekkend zijn voor deze vergelijking. Het gaat om seleen, barium, kobalt en zilver.

#### *PAK's*

De PAK's laten een vertekend beeld zien. Antraceen (174) wordt voor de helft onder de rapportagegrens berekend en de andere helft wordt juist berekend boven de rapportagegrens. Benzo(a)antraceen (168) en Benzo(a)pyreen (179) en de som PAK - benzo(ghi)peryleen en indenopyreen (179) en benzo(b)fluorantheen en benzo(k)fluorantheen (181) - hebben een overgroot percentage berekend en gemeten beneden de rapportagegrens. Fluorantheen (179) en fenantreen (168) scoren in elke categorie. Waarbij fluorantheen wat meer voldoende tot goed scoort en fenanthreen matig tot slecht.

#### *Bestrijdingsmiddelen*

Bij de bestrijdingsmiddelen is een wisselend beeld te zien. Dimethoaat (104), imidacloprid (72), linuron (82) en pirimicarb (129) worden vaak gemeten én berekend onder de rapportagegrens. Hexachloorcyclohexaan (76) wordt ook gemeten onder de rapportagegrens, maar berekend boven de rapportagegrens. Bentazon (73) scoort voor bijna de helft zeer slecht en diuron (118) en isoproturon (116) tot slot worden voor een groot deel gemeten en berekend onder de rapportagegrens, maar scoren beide ook 25% resp. 40% voldoende tot goed.

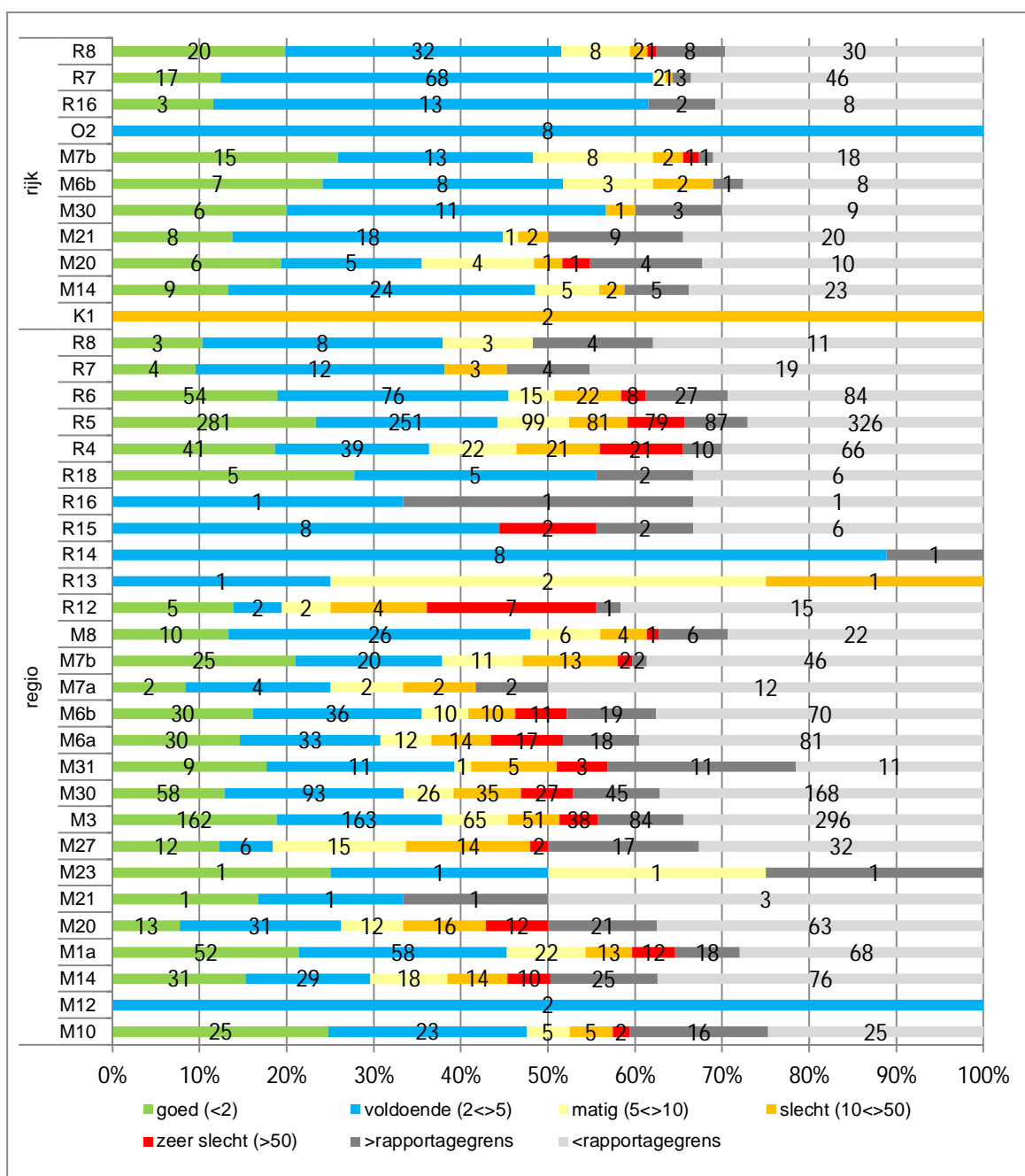
### *Overige microverontreinigingen*

De vier overige stoffen die niet in bovenstaande categorieën ingedeeld kunnen worden zijn alle vier niet goed meetbaar in oppervlaktewater. Bij de gebromeerde difenylethers (23) en hexachloorbenzeen (91) zijn alle jaargemiddelden gemeten onder de rapportagegrens. De berekende jaargemiddelden zijn ook lager dan de rapportagegrens. Voor DEHP (82) en nonylfenol (19) ligt 50% resp. 90% onder de rapportagegrens. De overige metingen voor DEHP scoren slecht tot zeer slecht en bij nonylfenol matig - voldoende.

## **5.2 Concentraties per watertype**

In deze paragraaf worden de vergelijking van de resultaten uit de KRW-Verkenner en de monitoringsdata per watertype bekeken. In figuur 5.2 wordt per watertype de score aangegeven per waterlichaam, waarvoor de vergelijking gemaakt kon worden. In de vergelijking zijn alle stoffen meegenomen. Er is een onderscheid gemaakt tussen rijks- en regionale wateren. Dezelfde klassen worden gehanteerd als in de vorige paragraaf. De indeling van de klassen staat vermeld in tabel 5.1.

In bijlage F staat de omschrijving van de verschillende watertypen weergegeven.



Figuur 5.2 Vergelijking resultaten jaargemiddelde concentratie berekend met de KRW-Verkenner met retentie per watertype.

Er is een verschil te zien tussen de rijks- en regionale wateren. De rijkswateren scoren over het algemeen net iets beter dan de regionale wateren. Dat is ook logisch, omdat de rijkswateren direct “gevoed” worden door de aanvoer vanuit het buitenland. De concentraties bij de grenslocaties zijn bekend. Bij de regionale wateren spelen lokale processen een belangrijkere rol en deze zijn niet compleet in beeld.

Voor veel van de watertypes is meer dan 20% van de balk lichtgrijs. De stoffen die onder deze klasse vallen zijn gemeten onder de rapportagegrens en het berekende jaargemiddelde ligt ook onder de rapportagegrens. In feite zijn deze metingen dus matig - voldoende te noemen.

Er blijven een behoorlijk aantal regionale watertype over, waarvoor minimaal 15% slecht tot zeer slecht scoort. Dat zijn:

- R4 Permanente langzaam stromende bovenloop op zand
- R5 Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand
- R6 Langzaam stromend riviertje op zand/klein
- M1a Zoete gebufferde sloten
- M3 Gebufferde (regionale) kanalen
- M6a Grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart
- M6b Grote ondiepe kanalen met scheepvaart
- M7b Grote diepe kanalen met scheepvaart
- M14 Grote ondiepe gebufferde plassen
- M20 Matig grote diepe gebufferde meren
- M27 Matig grote ondiepe laagveenplassen
- M30 Zwak brakke wateren.

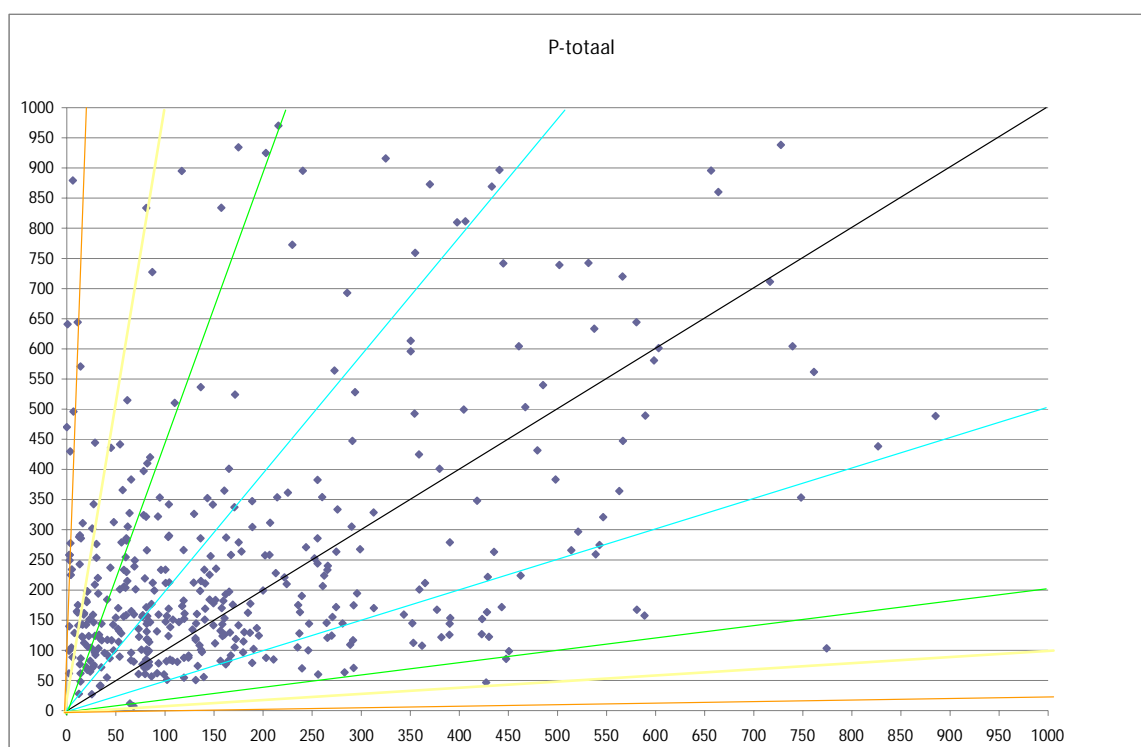
### 5.3 Concentraties per stof per waterlichaamtype

Voor dit project is slechts een korte vergelijking uitgevoerd. Voor een aantal stoffen zijn twee manieren voor de vergelijking uitgewerkt. Er is gekeken naar de berekende concentraties per waterlichaamtype, omdat er per waterlichaamtype een gemiddelde zwevend stof concentratie is afgeleid. Daarnaast is ook gekeken naar de spreiding van de concentraties. De vergelijking wordt uitgevoerd voor 5 stoffen. Drie stoffen die goed scoren, P-totaal, zink en koper en twee stoffen die slecht scoren in figuur 5.1, chroom en bentazon.

#### 5.3.1 P-totaal

De nutriënten wijken enigszins af van de overige stoffen die berekend zijn voor dit project. Waar de retentie bij de overige stoffen gebaseerd is op het gemiddelde zwevend stof gehalte per watertype, zijn voor de nutriënten de retentiewaarden gebruikt, zoals ze zijn vastgelegd in de pilot van de KRW-Verkenner [4].

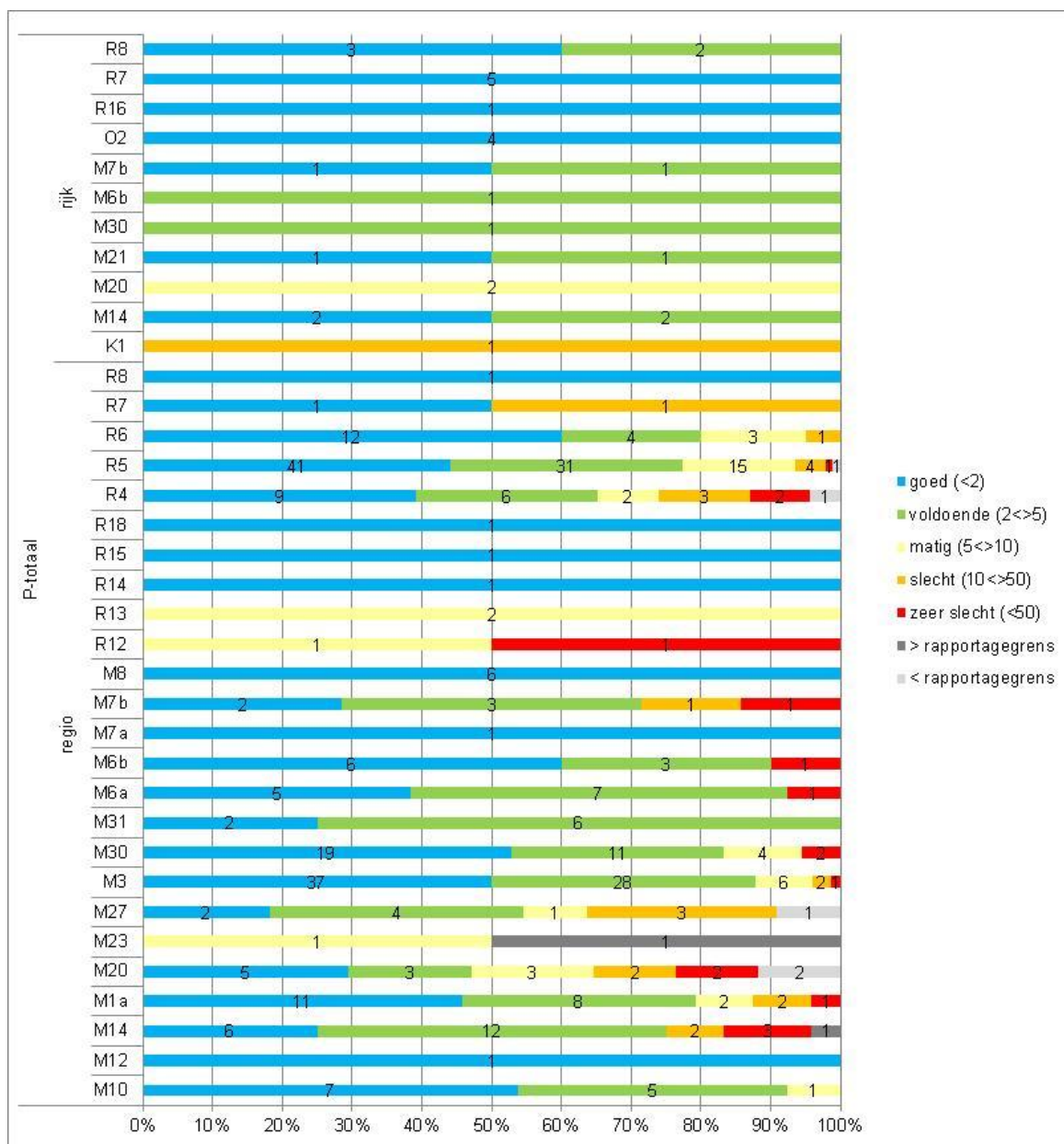
In figuur 5.3, is de relatie weergegeven tussen de berekende en gemeten jaargemiddelde concentratie. De zwarte lijn geeft de ideale lijn weer. Alle punten tussen de blauwe lijnen wijken maximaal een factor 2 af van de ideale lijn. In dit project worden ze gescoord als "goed". Punten tussen de groene lijnen wijken maximaal een factor 5 af van de ideale lijn en worden gescoord als "voldoende". "Matig" scoren de punten tussen de groene en gele lijnen en "slecht" de punten tussen de gele en oranje lijnen. Buiten de oranje lijnen worden bestempeld als "zeer slecht".



Figuur 5.3 Relatiediagram van de berekende jaargemiddelde concentraties (X-as) uitgezet tegen de gemeten jaargemiddelde concentraties (Y-as). De zwarte lijn is de "ideale lijn". Punten tussen de blauwe lijnen wijken maximaal een factor 2 af van de "ideale lijn" en punten tussen de groene lijnen maximaal een factor 5. Binnen de gele lijnen maximaal een factor 10 en binnen de oranje lijnen maximaal een factor 50.

Uit de figuur volgt dat de punten tussen de blauwe lijnen, score "goed", zowel boven als onder de "ideale lijn" zijn gesitueerd. De punten tussen de groene lijnen, score "voldoende", liggen vaker boven de "ideale lijn". Dit geldt ook voor de minder goede scores. De KRW-Verkenner berekeningen die verder afwijken van de gemeten concentraties liggen vooral aan de linkerkant van de ideale lijn. Ze worden over het algemeen te laag berekend.

Er kan ook gekeken worden naar het watertype, de snelstromende beek versus een diep gebufferd meer. Dat is gedaan in figuur 5.4. In deze figuur is ook nog het onderscheid gemaakt tussen regionale- en Rijkswateren.



Figuur 5.4 Validatieresultaten jaargemiddelde concentratie berekend met de KRW-Verkenner met retentie voor P-totaal per watertype. De aantallen geven het aantal waterlichamen aan dat vergeleken wordt met de resultaten uit de KRW-Verkenner.

Bij de Rijkswateren zijn vooral de blauwe en groene kleuren goed vertegenwoordigd, wat duidt op een voldoende tot goede score. Alleen M20, matig grote diepe gebufferde meren, en K1, open polyhalien kustwater, scores matig resp. slecht.

Bij de regionale wateren zijn ook de blauwe en groene kleuren duidelijk aanwezig, maar komen de overige scores vaker voor. De zeer slechte scores, rode kleur, komen in zeer kleine aantallen voor bij 11 van de 25 watertypen. In vier gevallen gaat het om twee tot drie metingen in dat watertype, bij de overige 7 watertypen heeft slechts één meting een zeer slecht resultaat.



Bij 6 watertypen is meer dan de helft van de metingen matig tot zeer slecht. Het gaat om:

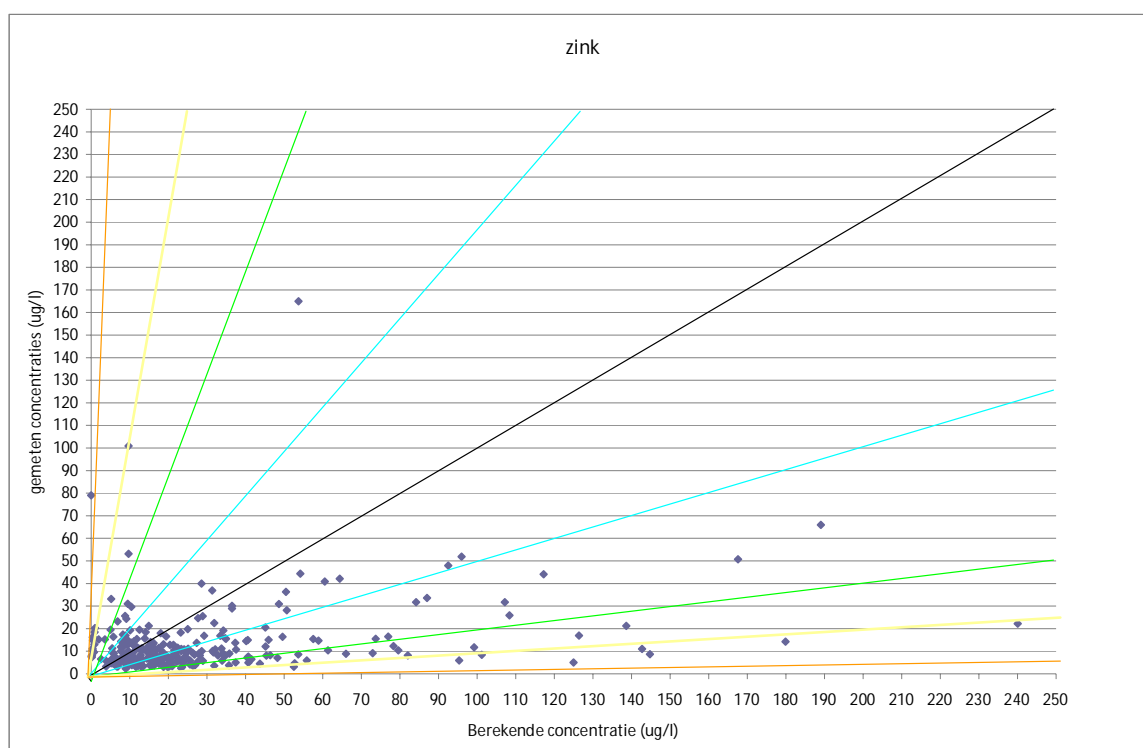
- R7 – langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei
- R12 – langzaam stromende middenloop/benedenloop op veenbodem
- R13 – snelstromende bovenloop op zand
- M20 – matig grote diepe gebufferde meren
- M23 – grote ondiepe kalkrijke plassen
- M27 – matig grote ondiepe laagveenplassen

Watertypen R7, R12, R13 en M23 hebben maar 2 valideerbare metingen. Het is daardoor lastig om over deze watertypen een uitspraak te doen.

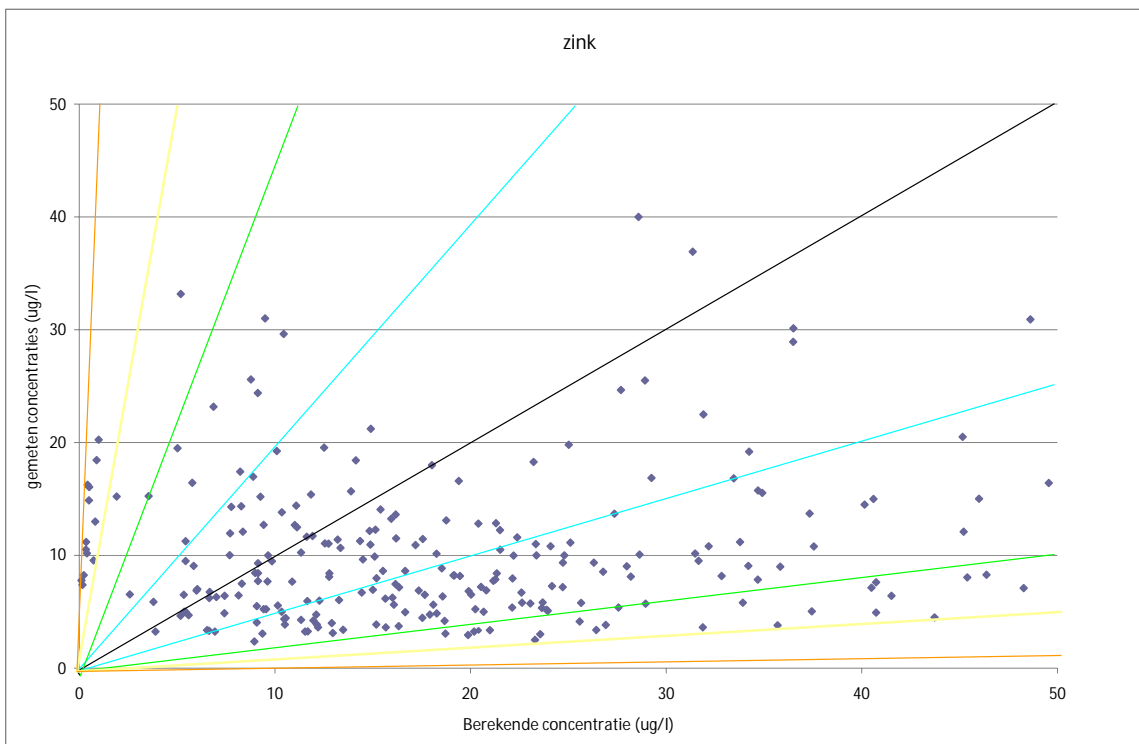
Overall scoort 46% goed, 33% voldoende, 10% matig en 9% slecht tot zeer slecht.

### 5.3.2 Zink

In tegenstelling tot P-totaal is zink wel bepaald middels een gemiddelde zwevend stof gehalte per watertype. In onderstaand figuur, figuur 5.5, is het relatiediagram weergegeven. De schaal is vrij groot, vanwege een aantal hoog berekende zinkconcentraties. In figuur 5.6 is de schaal aangepast.

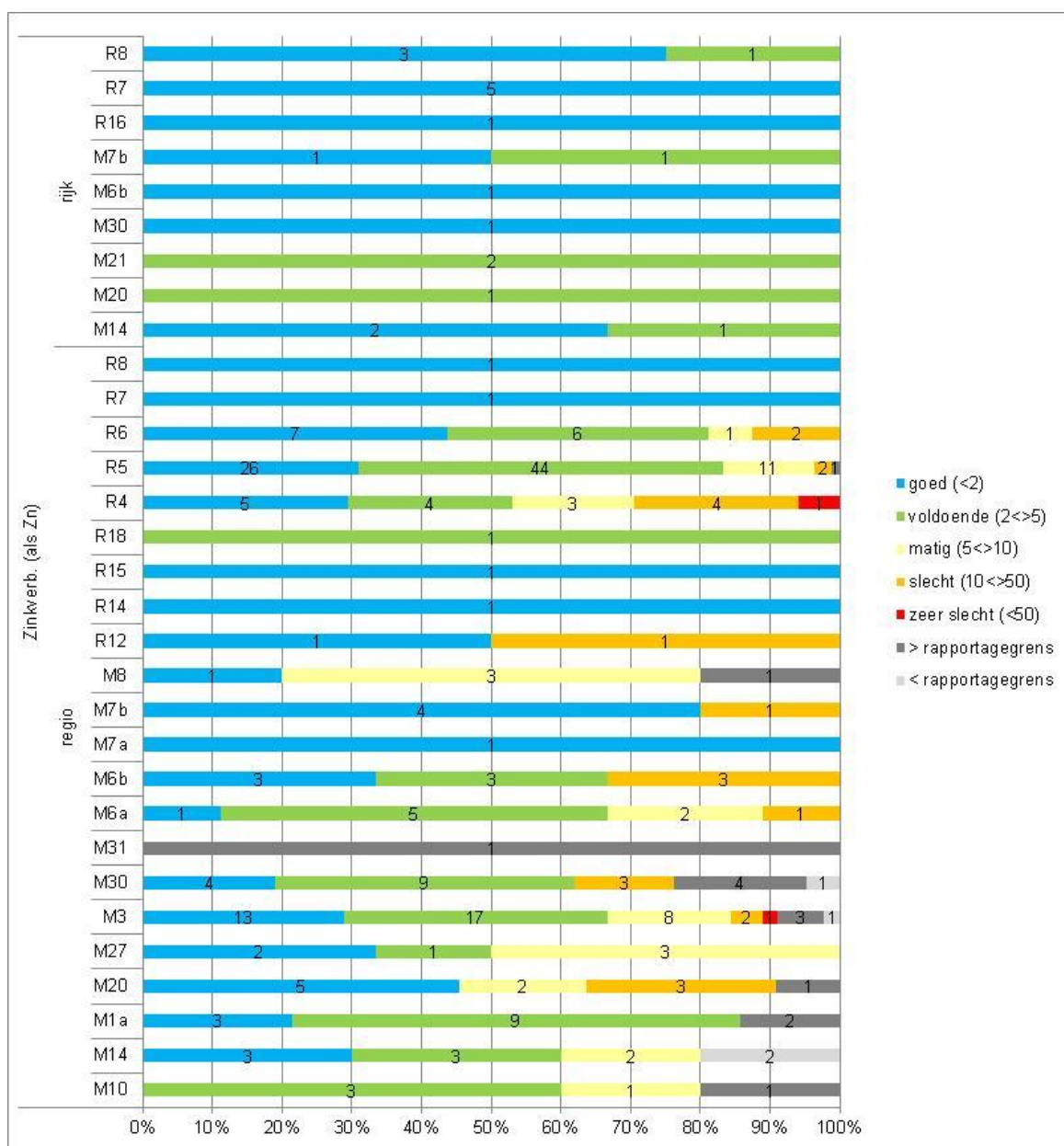


Figuur 5.5 Relatiediagram voor zink van de berekende jaargemiddelde concentraties (X-as) uitgezet tegen de gemeten jaargemiddelde concentraties (Y-as). De zwarte lijn is de "ideale lijn". Punten tussen de blauwe lijnen wijken maximaal een factor 2 af van de "ideale lijn" en punten tussen de groene lijnen maximaal een factor 5. Binnen de gele lijnen maximaal een factor 10 en binnen de oranje lijnen maximaal een factor 50.



Figuur 5.6 Relatiediagram voor zink van de berekende jaargemiddelde concentraties (X-as) uitgezet tegen de gemeten jaargemiddelde concentraties (Y-as). De zwarte lijn is de "ideale lijn". Punten tussen de blauwe lijnen wijken maximaal een factor 2 af van de "ideale lijn" en punten tussen de groene lijnen maximaal een factor 5. Binnen de gele lijnen maximaal een factor 10 en binnen de oranje lijnen maximaal een factor 50.

Figuur 5.6 laat zien dat er spreiding van de punten tussen de "goede" blauwe lijnen redelijk verdeeld is boven en onder de lijn. Maar in tegenstelling tot P-totaal liggen de punten tussen de groene lijnen, score "voldoende", hier vaker onder de "ideale lijn". Dit betekent dat de zinkconcentraties over het algemeen te hoog berekend worden.



figuur 5.7 Validatieresultaten jaargemiddelde concentratie berekend met de KRW-Verkenner met retentie voor zink per watertype. De aantallen geven het aantal waterlichamen aan dat vergeleken wordt met de resultaten uit de KRW-Verkenner.

Net als bij P-totaal scores de Rijkswateren voldoende tot goed en is bij de regionale wateren de score wat meer verdeeld. Slechts bij twee watertypen komt bij één meetpunt een zeer slechte score voor. Voor 8 watertypen liggen de gemeten concentraties onder de rapportagegrens en liggen de berekende concentraties boven deze rapportagegrens. Dat klopt met het beeld uit figuur 5.6 dat er over het algemeen iets te hoge concentraties worden berekend.

De watertypen waar minder dan 60% voldoende tot goed scoort zijn vooral meren en plassen. Voor de beken en rivieren geldt dit maar voor twee typen, R4 en R12, waarbij R12 maar uit twee meetpunten bestaat. Voor de meren gaat het om de volgende watertypen:

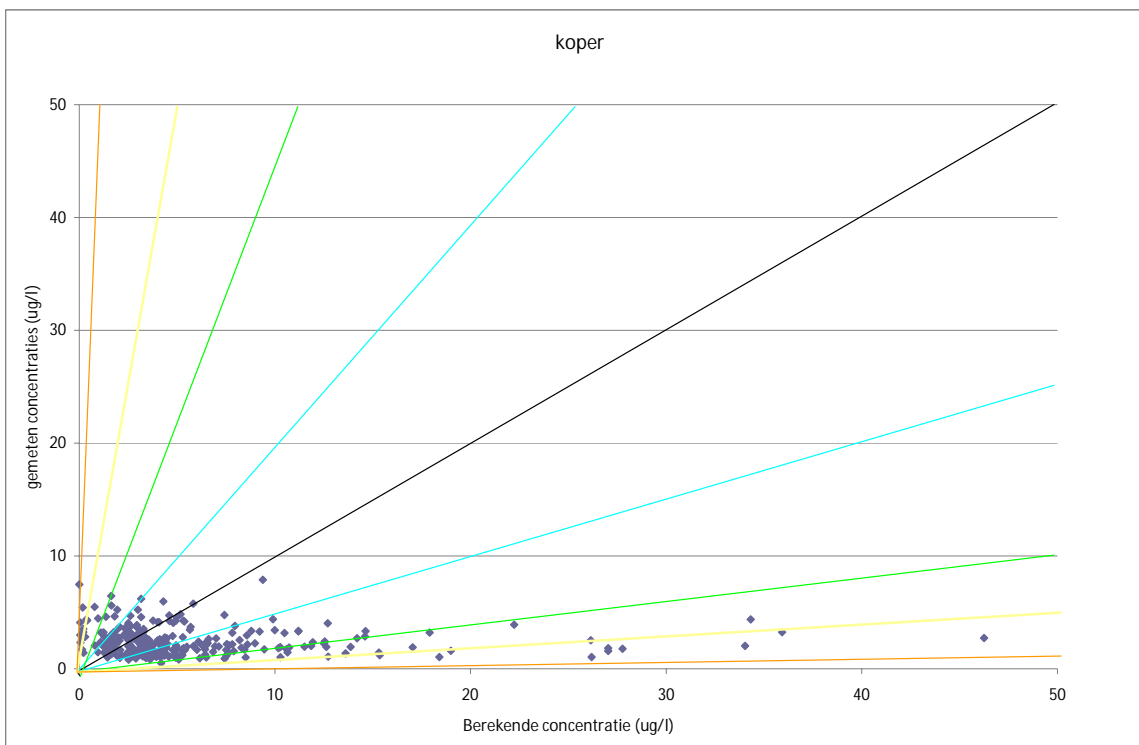
- M3 – gebufferde regionale kanalen

- M6a – grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart
- M8 – gebufferde laagveensloten
- M10 – laagveen vaarten en kanalen
- M20 – matig grote diepe gebufferde meren
- M27 – matig grote ondiepe laagveenplassen
- M30 – zwak brakke wateren
- M31 – kleine brakke tot zoute wateren

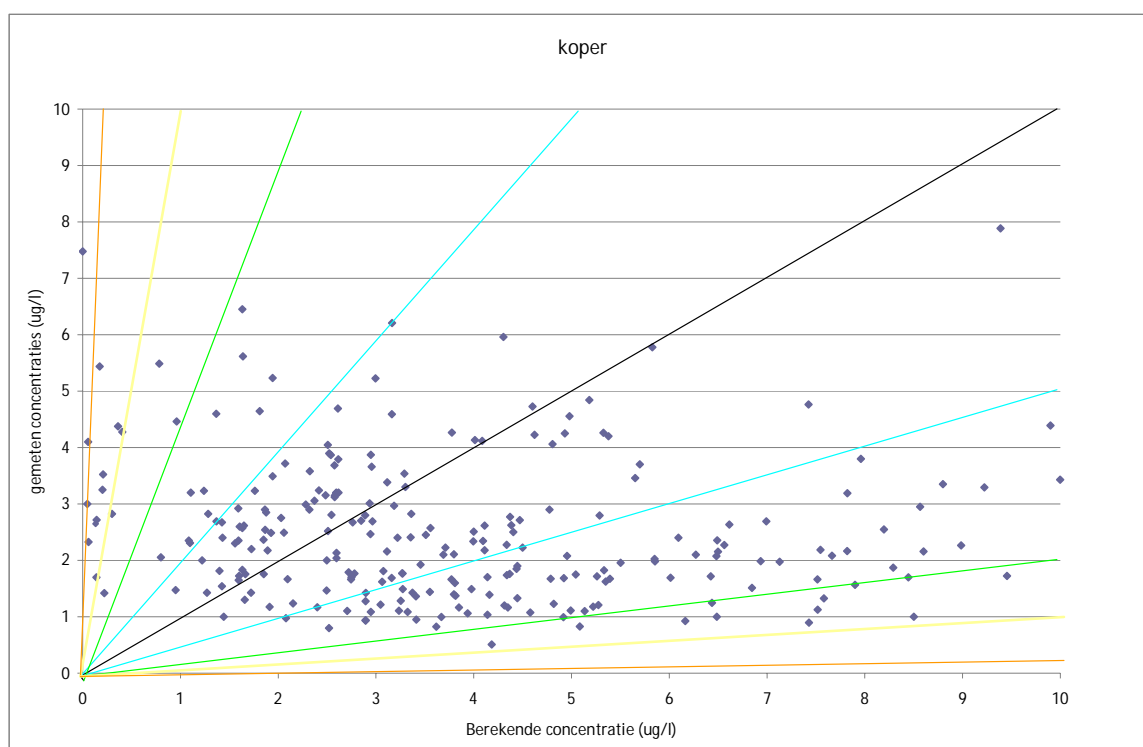
Overall scoort zink in 73% van de berekende meetgegevens voldoende tot goed, 13% scoort matig en 8% slecht. 1% scoort zeer slecht. Opvallend is dat er bij 5% van de metingen boven de rapportagegrens gemeten wordt. Blijkbaar wordt zink nog onder de rapportagegrens gemeten. Van de metingen ligt 1% onder de rapportagegrens. De berekende concentraties zijn over het algemeen iets te hoog ten opzichte van de gemeten concentraties.

### 5.3.3 Koper

Ook koper is, net als zink bepaalt middels een gemiddelde zwevend stof gehalte per watertype. In onderstaand figuur, figuur 5.8, is het relatiediagram weergegeven. De schaal is vrij groot, vanwege een aantal hoog berekende koperconcentraties. In figuur 5.9 is zowel de grove schaal als de fijne schaal weergegeven.

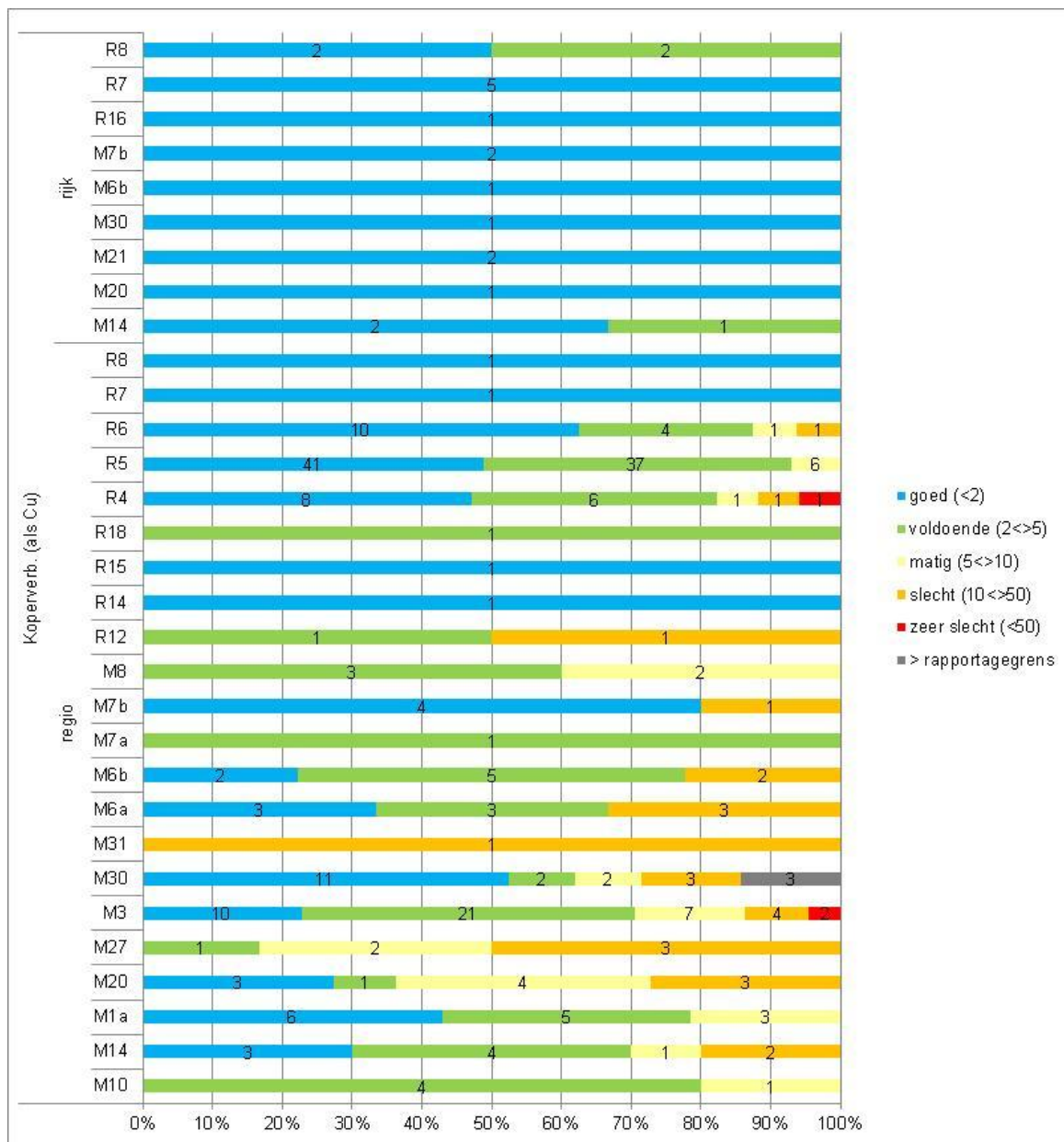


Figuur 5.8 Relatiediagram voor koper van de berekende jaargemiddelde concentraties (X-as) uitgezet tegen de gemeten jaargemiddelde concentraties (Y-as). De zwarte lijn is de "ideale lijn". Punten tussen de blauwe lijnen wijken maximaal een factor 2 af van de "ideale lijn" en punten tussen de groene lijnen maximaal een factor 5. Binnen de gele lijnen maximaal een factor 10 en binnen de oranje lijnen maximaal een factor 50.



Figuur 5.9 Relatiediagram voor koper van de berekende jaargemiddelde concentraties (X-as) uitgezet tegen de gemeten jaargemiddelde concentraties (Y-as). De zwarte lijn is de "ideale lijn". Punten tussen de blauwe lijnen wijken maximaal een factor 2 af van de "ideale lijn" en punten tussen de groene lijnen maximaal een factor 5. Binnen de gele lijnen maximaal een factor 10 en binnen de oranje lijnen maximaal een factor 50.

Figuur 5.9 laat zien dat er spreiding van de punten tussen de "goede" blauwe lijnen redelijk verdeeld is boven en onder de lijn. En net als bij zink liggen de punten tussen de groene lijnen, score "voldoende", hier vaker onder de "ideale lijn". Dit betekent dat de koperconcentraties te hoog worden berekend.



Figuur 5.10 Validatieresultaten jaargemiddelde concentratie berekend met de KRW-Verkenner met retentie voor koper per watertype. De aantallen geven het aantal waterlichamen aan dat vergeleken wordt met de resultaten uit de KRW-Verkenner.

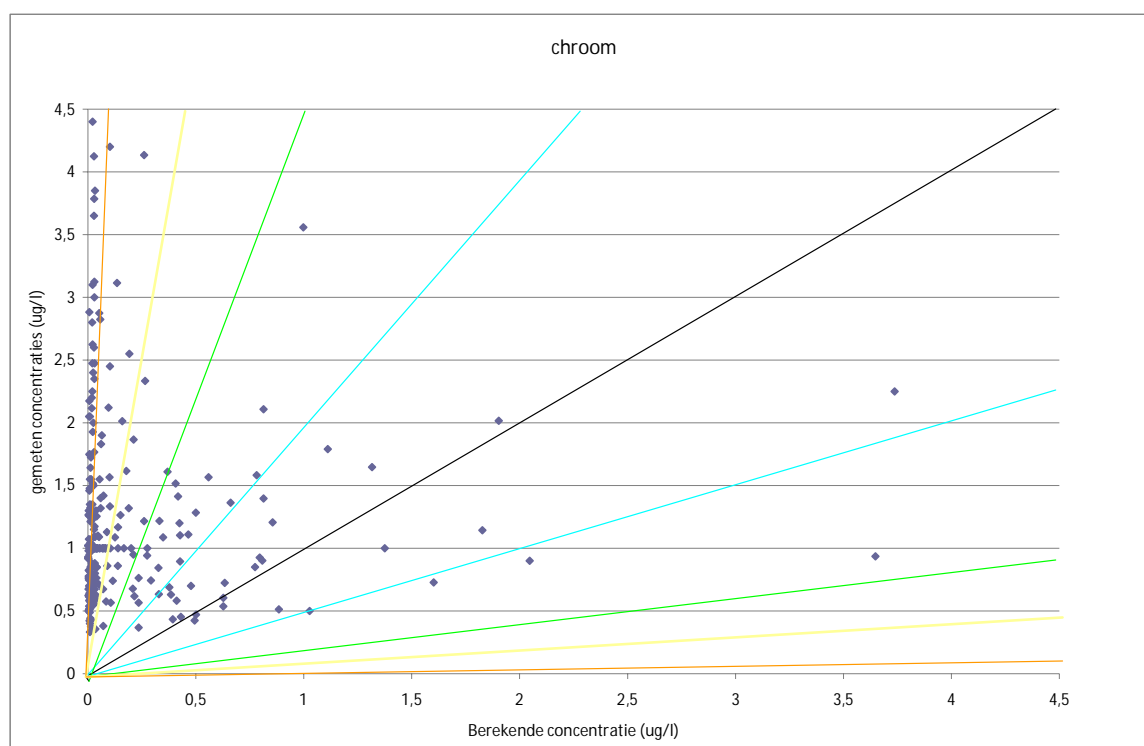
Net als bij P-totaal en zink scores de Rijkswateren voldoende tot goed en is bij de regionale wateren de score wat meer verdeeld, zie figuur 5.10. Slechts bij twee watertypen komen meetpunten met een zeer slechte score voor. De watertypen waar minder dan 60% voldoende tot goed scoort zijn de kanalen, meren en plassen en één type rivier. Voor de meren gaat het om de volgende watertypen:

- R12 – matig grote diepe gebufferde meren
- M20 – matig grote diepe gebufferde meren
- M27 – matig grote ondiepe laagveenplassen
- M31 – kleine brakke tot zoute wateren

Overall scoort koper met 43% goed, 36% voldoende, 11% matig, 9% slecht en 1% zeer slecht. De berekende concentraties liggen over het algemeen, hoe verder wordt afgeweken van de "ideale lijn", te hoog ten opzichte van de monitoringsdata.

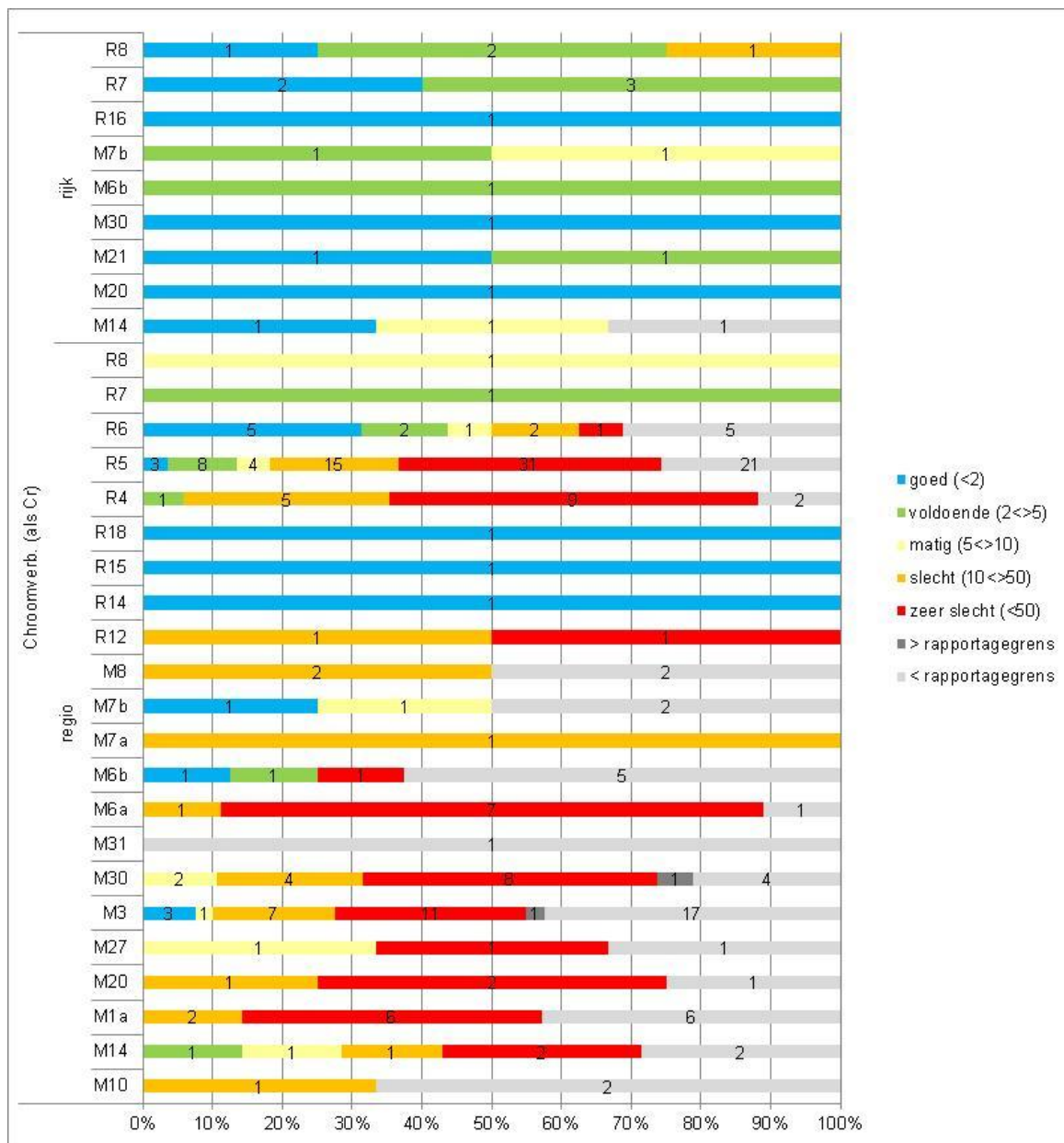
#### 5.3.4 Chroom

Deze stof is gekozen voor de korte validatie omdat de stof minder goede resultaten oplevert. Dit wordt al snel duidelijk in figuur 5.11. Een klein deel van de meetpunten ligt tussen de blauwe en groene lijnen. Maar het overgrote deel van de meetpunten ligt rond de oranje lijn links van de "ideale lijn". De berekende chroom concentraties worden veel te laag berekend.



Figuur 5.11 Relatiediagram voor chroom van de berekende jaargemiddelde concentraties (X-as) uitgezet tegen de gemeten jaargemiddelde concentraties (Y-as). De zwarte lijn is de "ideale lijn". Punten tussen de blauwe lijnen wijken maximaal een factor 2 af van de "ideale lijn" en punten tussen de groene lijnen maximaal een factor 5. Binnen de gele lijnen maximaal een factor 10 en binnen de oranje lijnen maximaal een factor 50

Ook voor chroom wordt er gekeken naar de verschillende watertypen, figuur 5.12.



Figuur 5.12 Validatieresultaten jaargemiddelde concentratie berekend met de KRW-Verkenner met retentie voor chroom per watertype. De aantallen geven het aantal waterlichamen aan dat vergeleken wordt met de resultaten uit de KRW-Verkenner.

De resultaten in de Rijkswateren zijn voldoende tot goed. Alleen bij M14 en R8 wordt 1 meetpunt redelijk resp. slecht berekend.

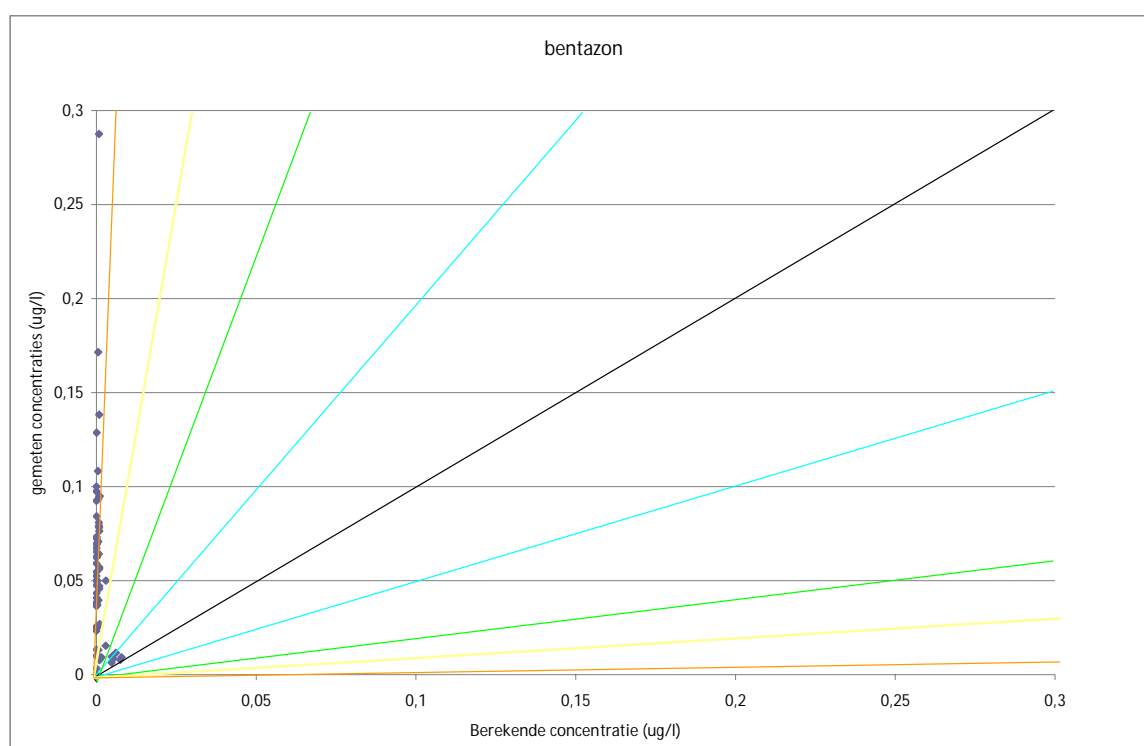
Bij de regionale wateren is het een ander verhaal. Bij 4 van de 9 rivieren/beken gaat het goed, maar de overige watertypen scoort erg vaak “zeer slecht” tot “matig”. Bij de regionale wateren wordt er ook vaak gemeten onder de rapportagegrens en de berekende waarde ligt onder die rapportagegrens. Deze metingen kunnen als goed bestempeld worden.



Het overall beeld van chroom geeft een score waarbij de iets minder dan de helft goed tot zeer goed scoort, 9% goed, 8% voldoende en 28% kleiner dan de rapportagegrens. De andere helft scoort redelijk tot slecht; 5% matig, 17% slecht en 31% zeer slecht.

### 5.3.5 Bentazon

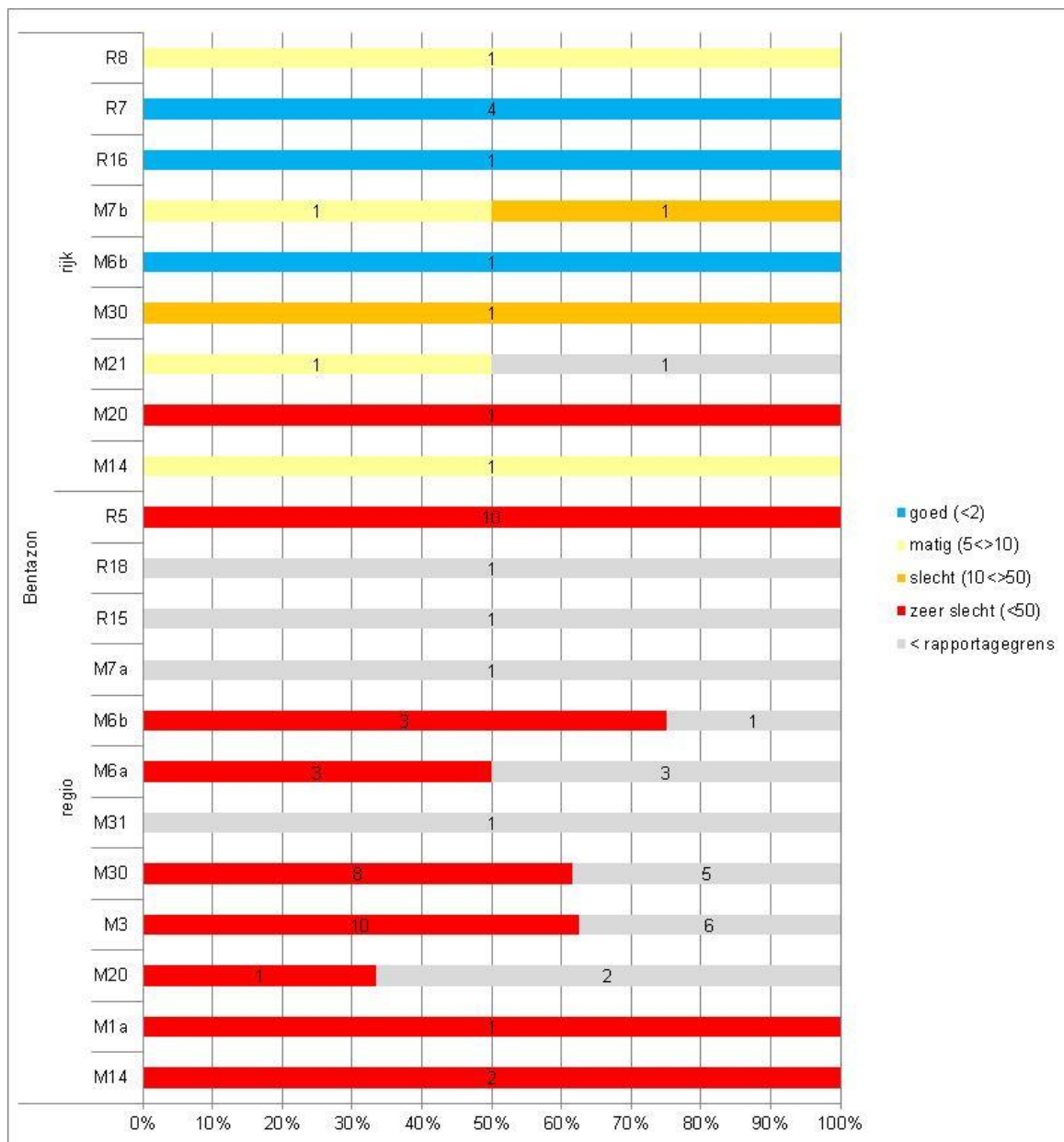
Het bestrijdingsmiddel bentazon is een andere stof die niet goed scoort met de berekende concentraties ten opzichte van de gemeten concentraties. In figuur 5.13 zijn de meetpunten zo ongeveer tegen de Y-as geplakt. De berekende meetwaarden zijn veel te laag, ze liggen meer dan een factor 50 onder de gemeten meetwaarden. Bij de grenslocaties lagen alle metingen onder de rapportagegrens. Wellicht speelt een te lage/verkeerde input van de KRW-Verkenner een grote rol bij deze stof.



Figuur 5.13 Relatiediagram voor bentazon van de berekende jaargemiddelde concentraties (X-as) uitgezet tegen de gemeten jaargemiddelde concentraties (Y-as). De zwarte lijn is de "ideale lijn". Punten tussen de blauwe lijnen wijken maximaal een factor 2 af van de "ideale lijn" en punten tussen de groene lijnen maximaal een factor 5. Binnen de gele lijnen maximaal een factor 10 en binnen de oranje lijnen maximaal een factor 50.

In figuur 5.13 is de score van bentazon uitgezet per watertype. Wat direct opvalt in de figuur zijn de vele rode en lichtgrijze kleuren. De lichtgrijze kleuren betekenen dat de metingen gemeten zijn onder de rapportagegrens en dat de berekende meetwaarde lager is dan de rapportagegrens. Deze metingen kunnen niet gevalideerd worden, omdat alleen bekend is dat de gemeten concentratie kleiner is dan de rapportagegrens. Deze waarden kunnen als goed worden beschouwd.

De zeer slechte scores komen vooral voor bij de regionale wateren. Bij de Rijkswateren zijn er drie watertypen die juist zeer goed scores. Zoals al eerder gezegd is dit niet zo vreemd, aangezien de Rijkswateren gevoed worden door het buitenland en de concentraties aan de grens goed bekend zijn.



Figuur 5.14 Validatieresultaten jaargemiddelde concentratie berekend met de KRW-Verkenner met retentie voor bentazon per watertype. De aantallen geven het aantal waterlichamen aan dat vergeleken wordt met de resultaten uit de KRW-Verkenner.

Voor bentazon zijn er niet zo heel veel waterlichamen die vergeleken kunnen worden met de berekende concentraties uit de KRW-Verkenner. In veel watertypen zijn er slechts 1-3 metingen. Uit bovenstaande figuur blijkt dat er in een aantal watertypen meer metingen zijn en dat de meeste van deze metingen meteen zeer slecht scoren of scoren onder de rapportagegrens. Voor de andere vergeleken stoffen was er bij de metingen onder de rapportagegrens nog sprake van een goede meting. Maar bij bentazon liggen alle metingen dusdanig ver af van de ideale lijn, dat ook bij de metingen onder de rapportagegrens wordt uitgegaan van grote afwijkingen.

Bentazon scoort vooral in de volgende watertypen slecht:

- R5 - Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand
- M6a/b - grote ondiepe kanalen zonder/met scheepvaart
- M30 - zwak brak water
- M3 - gebufferd regionaal kanaal

De overall score voor bentazon: 8% scoort goed, 0% voldoende, 5% matig, 3% slecht en 49% zeer slecht. 28% wordt berekend onder de rapportagegrens.

### 5.3.6 Conclusies

P-totaal, zink en koper worden voldoende tot goed berekend met de KRW-Verkenner. Wel wordt P-totaal iets te laag gemeten t.o.v. de berekende waardes. Zink en koper worden gemiddeld te hoog berekend ten opzichte van de gemeten concentratie. Chroom en bentazon worden beide veel te laag gemeten.

Gekeken naar de watertypen dan zijn er 7 watertypen die voor minimaal 2 van de 5 stoffen opvallend slecht scoren. Dit zijn:

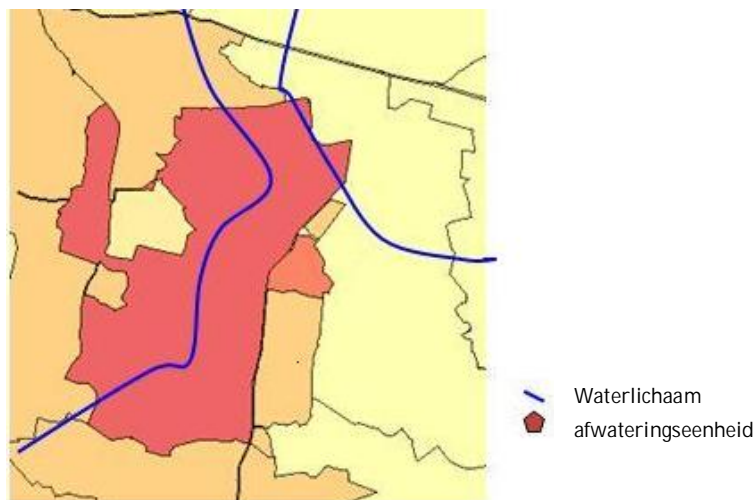
- M20 Matig groter diepe gebufferde meren (P-totaal, zink, koper en chroom)
- M27 Matig grote ondiepe laagveenplassen (P-totaal, zink, koper en chroom)
- M3 Gebufferde (regionale) kanalen (zink, chroom en bentazon)
- M30 Zwak brakke wateren (zink, chroom en bentazon)
- M31 Kleine brakke tot zoute wateren (zink en koper)
- M6a Grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart (zink en bentazon)
- M6b Grote ondiepe kanalen met scheepvaart (chroom en bentazon)

## 5.4 Belastingen per waterlichaam

De validatie van de belastingen is wat lastiger. De gehanteerde data afkomstig uit de EmissieRegistratie zijn niet vergelijkbaar met de berekende belastingen uit de KRW-Verkenner. Een oplossing daarvoor leek om de belastingen uit de stroomgebiedbeheersplannen 2009 te vergelijken met de belastingen uit de KRW-Verkenner. Dat blijkt ook niet goed mogelijk.

### *Verdeling stroomgebiedbeheerplannen*

In EmissieRegistratie worden de vrachten verdeeld over de afwateringseenheden. Er wordt geen rekening gehouden met de waterlichamen. Om die reden wordt nu de KRW-Verkenner ingezet. Voor de SGBP 2009 [4] zijn de afwateringseenheden uit de EmissieRegistratie via een GIS-actie gekoppeld aan de waterlichamen. Daarbij werden de afwateringseenheden toegekend aan de waterlichamen, afhankelijk van het oppervlak en/of de lengte van de waterlichamen. In figuur 5.15 lopen er twee waterlichamen door de rode afwateringseenheid. Deze afwateringseenheid is voor 5% toegekend aan het rechts gelegen waterlichaam en voor 95% aan het links gelegen waterlichaam. De gehele belasting van de afwateringseenheden werd toegekend aan de waterlichamen. De EmissieRegistratie is opgebouwd uit 2410 afwateringseenheden, hiervan konden er 91 niet gekoppeld worden aan een waterlichaam.



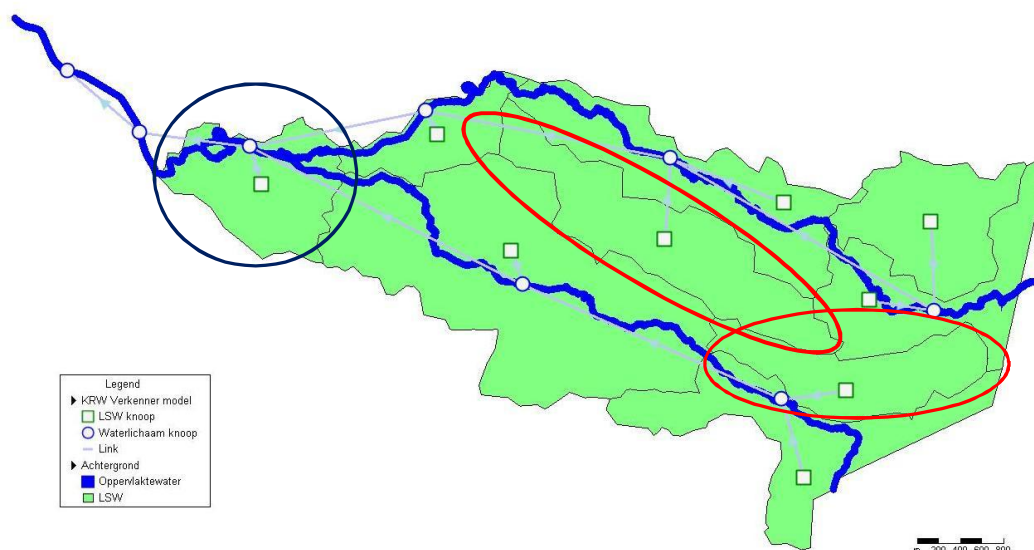
Figuur 5.15 Verdeling afwateringseenheden EmissieRegistratie over KRW-waterlichamen

### Verdeling KRW-Verkenner

Geregionaliseerde data op afwateringseenheidniveau uit EmissieRegistratie zijn omgezet naar de KRW-Verkenner afwateringseenheden LSW's, deze worden beschouwd als de directe belasting op de LSW's. Via de LSW knopen worden de emissies in de KRW-Verkenner gelinkt aan SWU-knoop/waterlichaam, zie paragraaf 3.1. De belasting op de LSW knopen, minus de retentie en afbraak, komt als voorbelasting terecht op de waterlichamen, zie ook figuur 5.16.

In deze figuur zijn de LSW's in de rode cirkel niet direct gelinkt met een waterlichaam. Deze gehele LSW komt via de KRW-verkenner berekening als voorbelasting, minus retentie, op een waterlichaam terecht. Door de LSW met de blauwe cirkel loopt een waterlichaam. De belasting van deze LSW, minus de berekende retentie, komt op het betreffende waterlichaam terecht.

In de KRW-Verkenner wordt er met ruim 8000 LSW's gerekend. Een zeer groot deel van deze LSW's zullen als voorbelasting op de waterlichamen terechtkomen.



Figuur 5.16 Schematisatie KRW-Verkenner

Samengevat zijn de belangrijkste verschillen tussen de berekening met de KRW-Verkenner en de methodiek voor de stroomgebiedbeheerplannen zijn:

1. De KRW-Verkenner rekent met voorbelasting, bij de SGBP methodiek gaat het alleen om directe belasting.
2. De regionalisatie in de KRW-Verkenner is opgebouwd uit ruim 8000 LSW's (local surface waters). Een groot deel van deze LSW's komt als voorbelasting op de waterlichamen terecht. Dit betreft vooral de kleinere watergangen en beken. Bij de SGBP methodiek gaat het om ruim 2400 afwateringseenheden. De gehele emissie van een afwateringseenheid komt als directe belasting op de waterlichamen terecht. Er waren 91 afwateringseenheden zonder doorlopend waterlichaam. Deze emissies zijn niet in de SGBP methodiek opgenomen.
3. Bij de SGBP methodiek uit 2009 worden geen retenties berekend. Dit gebeurt wel in de KRW-Verkenner.

Om toch een validatie uit te voeren zijn voor een aantal grote meren en rivieren opnieuw berekeningen gedaan volgens de methodiek van de stroomgebiedbeheerplannen 2009. De resultaten zijn vergeleken met de resultaten van de KRW-Verkenner. De berekende voorbelasting is niet meegenomen in de vergelijking. Voor de vergelijking zijn vijf waterlichamen gekozen. Reden van deze selectie is omdat de grootte en ligging van de afwateringseenheden uit de EmissieRegistratie (bijna) overeenkomen met de grootte en de ligging van de waterlichamen in de KRW-Verkenner. Er heeft voor deze afwateringseenheden slechts een kleine GIS-actie plaats hoeven vinden. Het overgrote deel van de belasting komt uit het betreffende rijkswater zelf. Slechts een kleine belasting is afkomstig van de omliggende afwateringseenheden. Voor de KRW-verkenner resultaten zijn de berekende belastingen gebruikt zonder retentie. In tabel 5.2 zijn de resultaten van 5 rijkswaterlichamen met elkaar vergeleken voor de stoffen die al eerder terugkomen in de validatie.

Tabel 5.2 Vergelijking resultaten per waterlichaam berekend met de KRW-Verkenner (geel) en de methodiek gebruikt voor de stroomgebiedbeheerplannen 2009. Cursief aangegeven staan de vrachten met een afwijking van  $\pm 30\%$ . De vrachten staan weergegeven in kg/jaar.

Water lichaam	stof	landbouw	materialen/ constructie ongeriold gebied	overige bronnen	overstort	run-off	verkeer en infrastructuur	
Amsterdam-Rijnkanaal	chroom		0,0017	0,14	0,0033	0,22		
	chroom		0,0018	0,17	0,0034	0,21		
	koper	0,90	0,0607	2,0	0,46	32,2	62,0	
	koper	0,83	0,0523	2,1	0,43	31,2	79,6	
	zink	5,2	0,84	6,1	0,64	47,4	640	
	zink	5,2	0,84	7,6	0,64	45,9	660	
	P-totaal	74,8	6,7			2,3	120	1.193
	P-totaal	76,9	7,0			2,4	116	1.179
Haringvliet	chroom		0,0012	14,9	0,0022	0,0112		
	chroom		0,0014	13,5	0,0021	0,0102		
	koper	4,5	0,0428	105	0,30	1,5	183	
	koper	3,9	0,0476	95	0,28	1,3	167	
	zink	52,6	2,7	420	0,41	6,8	481	
	zink	44,0	2,5	381	0,39	6,1	439	
	P-totaal	1.828	4,7			1,5	3,3	969
	P-totaal	1.684	5,5			1,5	3,0	884

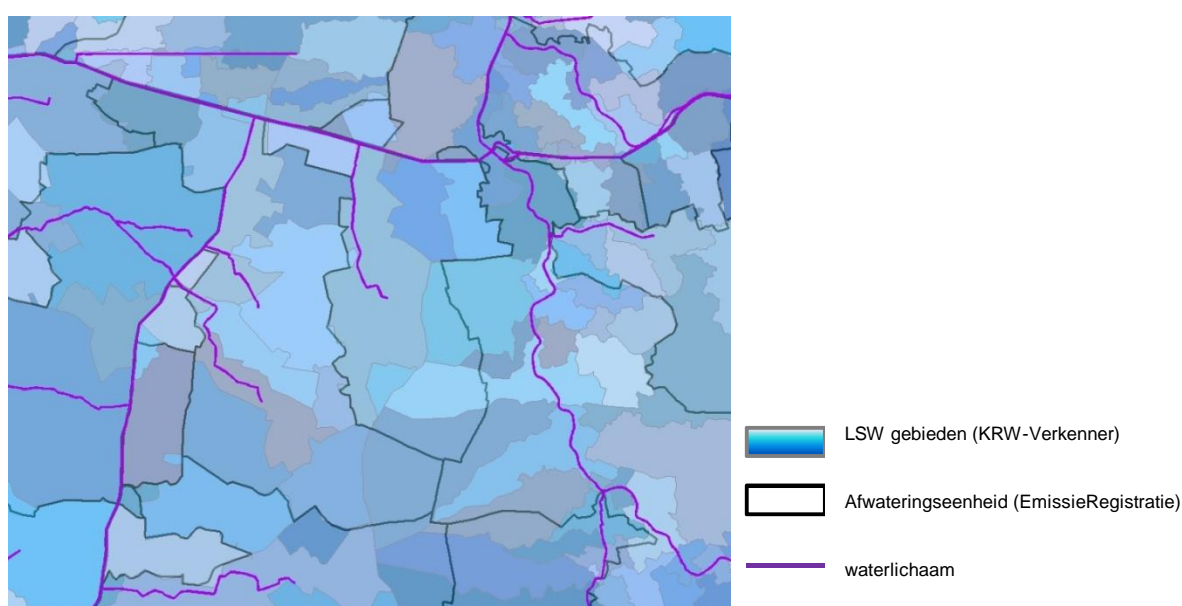
Water lichaam	stof	landbouw	materialen/ constructie ongerioleerd gebied	overige bronnen	overstort	run-off	verkeer en infrastructuur	
IJssel	chromium		0,0056	1,0	0,0182	0,0089		
	chromium		0,0066	1,6	0,0249	0,0171		
	koper	29,8	0,20	<b>13,2</b>	2,5	<b>1,1</b>	285	
	koper	41,0	0,19	<b>21,4</b>	3,4	<b>2,2</b>	340	
	zink	185	<b>2,3</b>	<b>48,3</b>	3,5	<b>9,0</b>	211	
	zink	254	<b>3,5</b>	<b>79,3</b>	4,7	<b>13,2</b>	282	
	P-totaal	4.715		22,1429		12,9	<b>0,30</b>	1.938
	P-totaal	6.492		26,2359		17,6	<b>3,1</b>	2.346
Volkerak	chromium		0,0001	6,0		0,0020		
	chromium		0,0002	5,9		0,0020		
	koper	0,2978	0,0052	37,9	<b>0,0013</b>	0,15	50,4	
	koper	0,2911	0,0071	37,4	<b>0,0019</b>	0,13	49,8	
	zink	7,8	2,2	157	<b>0,0017</b>	2,3	338	
	zink	7,7	2,2	155	<b>0,0026</b>	2,3	333	
	P-totaal	298	0,58		<b>0,0064</b>		585	
	P-totaal	295	0,78		<b>0,0094</b>	0,0010	577	
Zoommeer	chromium		0,0007	1,4	0,0000	0,0020		
	chromium		0,0007	1,7	0,0000	0,0022		
	koper	0,18	0,0254	8,2	0,0003	0,28	10,4	
	koper	0,21	0,0165	10,4	0,0003	0,29	14,5	
	zink	3,4	0,15	34,0	0,0004	0,69	237	
	zink	4,6	0,39	42,3	0,0004	0,90	315	
	P-totaal	205	2,8		0,0014	0,90	294	
	P-totaal	239	2,8		0,0015	0,90	388	

In de niet gekleurde cellen staan de resultaten berekend volgens de methodiek uit de SGBP's 2009. De geel gearceerde cellen bevatten de resultaten voor deze waterlichamen berekend met de KRW-verkenner. De berekende belasting komt goed met elkaar overeen. Alle vrachten vallen binnen de gekozen marge van  $\pm 30\%$ , op de vet en cursief gedrukte vrachten na:

- In de IJssel geldt dit voor alle vier de stoffen in de categorie overig (vnl. depositie) en run-off;
- In het Volkerak voor alle vier de stoffen bij de categorie overstorten;
- En bij de categorie materialen/constructie ongerioleerd gebied geldt in zowel de IJssel als het Zoommeer voor zink.

Een validatie voor de regionale wateren is niet gemaakt. Gehele afwateringseenheden uit de EmissieRegistratie zijn voor de SGBP's toegekend aan waterlichamen, zie figuur 5.15 en 5.17. In figuur 5.17 zijn de zwart omliggende gebieden de afwateringseenheden uit EmissieRegistratie. Alle emissies in de afwateringseenheid zijn als directe belasting toegekend aan de waterlichamen die in de betreffende afwateringseenheid liggen. Zo zijn bijvoorbeeld alle landbouwemissies uit één afwateringseenheid toegewezen aan het waterlichaam dat gelegen is in de betreffende afwateringseenheid.

In de KRW-Verkenner, bestaande uit veel meer kleinere afwateringsgebieden (LSW's), komen alleen de emissies van LSW's waarin een waterlichaam gelegen is als directe belasting op het betreffende waterlichaam terecht, zie figuur 5.16 en 5.17. In figuur 5.17 zijn alle LSW met verschillende blauwe kleuren weergegeven. De directe emissies van LSW's waarin geen waterlichaam ligt komen via de KRW-Verkenner schematisatie uiteindelijk als voorbelasting op een waterlichaam terecht. De kleinere sloten en watergangen liggen nu vaak in een LSW dat niet grenst aan een waterlichaam, zie de rode cirkels in figuur 5.16. De broncategorie landbouw bijvoorbeeld, waarbij de emissies met name plaatsvinden op de kleinere wateren, zal hierdoor voor een erg groot deel terechtkomen in de voorbelasting.



Figuur 5.17 toedeling local surface waters KRW-Verkenner vanuit afwateringseenheden en vanuit EmissieRegistratie op KRW- waterlichamen.





## 6 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van voorliggend rapport worden in dit hoofdstuk de belangrijkste conclusies getrokken. Daarnaast worden een flink aantal aanbevelingen gedaan voor verbetering van de KRW-Verkenner berekeningen.

### 6.1 Conclusies

De KRW-Verkenner is voor dit project ingezet om de emissies uit EmissieRegistratie te verdelen over de KRW-waterlichamen. Vergeleken met de belastingen per waterlichaam berekend voor de Stroomgebiedbeheerplannen 2009 – 2015, is de methodiek aanzienlijk verbeterd. Bij de huidige inventarisatie is, dankzij de KRW-Verkenner, nu rekening gehouden met retentie, afbraak en voorbelasting.

Door het rekenen met de KRW-Verkenner was het mogelijk om naast de belastingen ook de concentraties per KRW-waterlichaam te berekenen. De eerste berekeningen voor chemische stoffen met de KRW-Verkenner leveren redelijk tot goede resultaten op. Het overall beeld laat positieve resultaten zien voor een groot deel van de stoffen.

De gehanteerde methodiek dient beschouwd te worden als een pilot. Er zijn veel aannames gedaan om te kunnen rekenen met de KRW-Verkenner op landelijke schaal. In paragraaf 6.2 wordt nader ingegaan op de mogelijke verbeteringen van deze aannames.

De resultaten in de Rijkswateren zijn aanzienlijk beter dan in de regionale wateren, omdat de grensconcentraties van de grote rivieren gebruikt zijn als input voor de KRW-Verkenner. De berekende concentraties voor de Rijkswateren zijn “gevoed” door de gebruikte grensconcentraties. In de regionale wateren zijn de resultaten minder goed. Er vinden intensievere processen plaats in de regionale wateren, afbraak en retentie. Daarnaast is er gerekend met een gemiddelde retentiefactor per watertype. Dit is ook van invloed op de resultaten.

Een van de meest opvallende zaken is de zeer dominante voorbelasting. Er was wel bekend dat de voorbelasting een belangrijke rol speelde, maar in de helft van de waterlichamen is de voorbelasting bijna 100% van de belasting op het betreffende waterlichaam. Onderliggende KRW-broncategorieën als landbouw en depositie zijn nu niet als directe bron zichtbaar, maar komen via voorbelasting op de waterlichamen terug. Ook het onderscheid tussen voorbelasting binnenland en voorbelasting buitenland is nu nog niet mogelijk in de berekeningen.

### 6.2 Aanbevelingen

#### 6.2.1 Stoffen

- Voor probleemstoffen in Nederland waar nog geen emissies beschikbaar zijn in EmissieRegistratie of waarvoor de emissies nog onvolledig zijn, wordt op basis van deze studie aanbevolen om voor de volgende stroomgebiedbeheerplannen van 2015 – 2021 verbeteringen door te voeren in de EmissieRegistratie. Het gaat om de stoffen carbendazim, malathion, molybdeen, selenium en vanadium.

- Naast de geconstateerde probleemstoffen zou in de EmissieRegistratie ook al ingespeeld kunnen worden op de kandidaatstoffen uit de nieuwe dochterrichtlijn prioritaire stoffen.
- Bij de stoffen waar met de KRW-Verkenner een veel te hoog of juist te laag berekende concentraties berekend werd ten opzichte van de monitoringsdata, dient gekeken te worden of er een verbetering van de emissies in EmissieRegistratie mogelijk is. Daarvoor dient wel een uitgebreidere validatie van de resultaten plaats te vinden.

## 6.2.2 Gebruikte hydrologie

- In de gebruikte NHI hydrologie ontbreekt een deel van Limburg, Zeeland, en de Waddeneilanden. Het verdient aanbeveling om de nieuwe NHI hydrologie landsdekkend te maken.
- Voor deze berekeningen is gebruik gemaakt van weerjaar en NHI hydrologie uit 2006, 2010 was nog niet beschikbaar. Er is wel met waterkwaliteitsdata en met emissiegegevens voor het jaar 2010 gerekend. Het is beter om ook met het juiste weerjaar te rekenen.

## 6.2.3 KRW Verkenner

- De nutriënten zijn op gelijke wijze behandeld als de andere stoffen. Data uit EmissieRegistratie zijn gebruikt. Resultaten uit de KRW-Verkenner pilot konden niet worden gebruikt, omdat er in de pilot gerekend is tot en met 2006. Voor dit project is het jaar 2010 doorgerekend.
- Met de huidige Verkenner is het niet (goed) mogelijk om de voorbelasting buitenland door te rekenen naar elk waterlichaam. Dit is relevante informatie voor de gebiedsprocessen en in scenarioberekeningen met reducties aan diverse diffuse en/of puntbronnen. Met dit soort informatie komt er inzicht of de voorbelasting voortkomt uit de belasting in Nederland of uit het buitenland.
- Een belangrijke bron van nutriënten en zware metalen, de landbouw, komt nagenoeg niet terug als significante bron in de regionale wateren. De landbouwemissies, die vooral terechtkomen in de kleinere sloten en beken, komen bijna in zijn geheel terug in de voorbelasting. Indien mogelijk zou de KRW-Verkenner een onderscheid moeten maken in soorten voorbelasting, waarbij grote bronnen als landbouw, RWZI's, depositie en industrie meegenomen dienen te worden. De aanvoerroutes zijn hierbij van belang. Voor een stof als stikstof zou een onderscheid in bronnen als directe diffuse bronnen, directe puntbronnen en voorbelasting via landbouw, RWZI's, depositie en buitenland relevante informatie opleveren.
- Dit project is een eerste poging om andere stoffen dan nutriënten te berekenen met de KRW-Verkenner. Wordt er gelet op de berekende concentraties versus de gemeten concentraties dan zijn de berekende concentraties in behoorlijk veel gevallen voldoende tot goed (max factor 5 afwijking) te noemen. Voor een eerste modelberekening zijn dit geen slechte resultaten, maar wellicht kunnen de volgende aanpassingen leiden tot verbeteringen:
  - In de KRW-Verkenner is de retentie berekend met een gemiddeld gemeten zwevend stof concentratie per watertype. Voor de berekening verdient het aanbeveling om te rekenen met een zwevend stof gemiddelde per SWU/waterlichaam.

- De Kp waarden toepassen op gestandaardiseerde zwevend stof concentraties, waarbij rekening wordt gehouden met percentage organisch stof en het lutumgehalte. Nu wordt er voor elk waterlichaamtype een gemiddeld gemeten zwevend stof concentratie gebruikt. Het zou goed zijn om te kijken of de berekende resultaten wellicht verbeteren door toepassing van een gestandaardiseerd zwevend stof gemiddelde i.p.v. het gemeten gemiddelde.
  - De Kp waarden zijn nu standaard waarden voor alle watertypen. De nauwkeurigheid en betrouwbaarheid is beperkt en de Kp waarden zijn sterk afhankelijk van macro-ionen in de waterlichamen. Voor niet-zoete waterlichamen zijn deze waarden niet bruikbaar. De Kp waarden zouden mede afhankelijk gemaakt dienen te worden van de macro-ionen.
  - In meren met een grote primaire productie is de hoge mate van algenmassa in zwevend stof in lente en zomer een probleem voor het afleiden van een juiste Kp. Het verdient aanbeveling om rekening te houden met de invloed van de primaire productie op de Kp waarde.
  - Voor de afbraaksnelheden is ook één waarde per stof aangehouden voor alle watertypen. Ook deze zouden specifiek gemaakt kunnen worden per type waterlichaam, macro ion samenstelling en wellicht de temperatuur.
- De vergelijking van de berekende jaargemiddelde waterkwaliteitsconcentraties met de jaargemiddelde monitoringsgegevens is nu uitgevoerd op basis van jaargemiddelde emissiecijfers en jaargemiddelde zwevend stofconcentraties. Wellicht kan er een verbetering bereikt worden door de berekeningen per kwartaal uit te voeren. Daarvoor dient de input van zowel de emissies als de zwevend stof concentraties ook per kwartaal plaats te vinden. Voor de emissies kan er per KRW broncategorie met onderliggende emissieoorzaken uit EmissieRegistratie een verdeling van de emissies per kwartaal gemaakt kunnen worden. De emissies worden dan beter verdeeld over het jaar. De zwevend stof concentraties per kwartaal kunnen berekend worden uit de monitoringsdata.

#### 6.2.4 Zoute- en overgangswateren

- Voor dit project was het niet mogelijk om te rekenen voor zoute wateren. Voor een volgende berekening zou het beter zijn om de zoute Verkenner wel te gebruiken. Ten tijde van dit project was deze nog niet gereed. Daardoor worden ook de zoute waterlichamen beter ingeschat. Met de huidige resultaten is het nog niet mogelijk om conclusies te trekken die relevant zijn voor de kustwaterlichamen.
- De overgangswateren zijn op dezelfde manier doorgerekend met de KRW-Verkenner als de zoete oppervlaktewateren. Voor alle KRW-wateren met veel getijdebewegingen en veel gelaagdheid is deze aanname minder valide. Dit type water dient apart beschouwd te worden.



## 7 Referenties

1. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Technical Report – 2009-029, Guidance Document No. 21
2. RWZI-base, RWZI in- en effluenten tot en met 2010, CBS, 2011
3. EmissieRegistratie 1990-2010, jaartal 2010, RIVM, 2012
4. Duijnhoven, N. van et al, Achtergronddocument update KRW artikel 5: belasting grond- en oppervlaktewater 2009, Deltares, oktober 2009.
5. Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren 2010 – 2015
6. Roovaart, J. van den, Landelijke pilot KRW-Verkenner 2.0, Effecten van beleidsscenario's op de nutriëntenkwaliteit, Deltares 2012.
7. Gaf90 shape file;  
<http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/misc/documenten.aspx?ROOT=Water\GEO%20%28Shape%20files%20ARC%20Info%29>.
8. KRW portaal - TOMTTT tabel (stoffen\_in\_KRW\_20121115)
9. <https://publicwiki.deltares.nl/display/KRWV/KRW-Verkenner>



## A Bron categorieën KRW

De emissieoorzaken uit de Nederlandse EmissieRegistratie

Doelgroep	EMKcode	Proces omschrijving	KRW broncategorie
Landbouw	0403703	NMI3 emissies vanuit kassen	landbouw
Landbouw	0403701	NMI3 drift	landbouw
Landbouw	0403702	NMI3 erfafspoeling	landbouw
Landbouw	0500600	Hengelsport - vislood zoetwater	landbouw
Landbouw	0500601	Hengelsport - vislood zoutwater	landbouw
Landbouw	UIT_A01	Uitspoeling zware metalen landelijk gebied	landbouw
Landbouw	0403705	NMI3 lozing uit schuren voor champignonteelt, bedekte teelt	landbouw
Landbouw	0403400	Uitspoeling nutriënten landelijk gebied	landbouw
Landbouw	0403706	NMI3 drainage	landbouw
Landbouw	0403300	Afspoeling nutriënten landelijk gebied	landbouw
Landbouw	0450100	Meemesten sloten	landbouw
Landbouw	0505100	Jachthagel	landbouw
Landbouw	0450400	Glastuinbouw	landbouw
Landbouw	0403704	NMI3 lozing uit bewaarruimtes bloembollen, open teelt	landbouw
Landbouw	0411900	Corrosie verzinkt staal tuinbouwkassen	landbouw
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	0920400	Corrosie waterleidingen kantoorgebouwen	materialen/constructie ongerioleerd gebied
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	1900100	Tandartspraktijken	materialen/constructie ongerioleerd gebied
Consumenten	0920700	Corrosie loodslabben woningen	materialen/constructie ongerioleerd gebied
Consumenten	0901001	Huishoudelijk afvalwater via IBA	materialen/constructie ongerioleerd gebied
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	0920800	Corrosie loodslabben utiliteitsbouw	materialen/constructie ongerioleerd gebied
Consumenten	0901000	Huishoudelijk afvalwater	materialen/constructie ongerioleerd gebied
Verkeer en vervoer	0119900	Corrosie verzinkt staal vangrails	materialen/constructie ongerioleerd gebied
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	8922100	SBI 96.012: Chemische wasserijen en ververijen (> 10 werknemers)	non_EPRTTR
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	8922200	SBI 96.012: Chemische wasserijen en ververijen (< 10 werknemers)	non_EPRTTR
Verkeer en vervoer	E232700	Binnenvaart morsingen havens Rotterdam	ongelukken
Verkeer en vervoer	E231700	Binnenvaart morsingen havens Amsterdam	ongelukken
Verkeer en vervoer	0233700	Binnenvaart morsingen overige binnenwateren	ongelukken
Afvalverwijdering	8924000	Bodemsanering Budelco	overige bronnen
Overig	E400100	Atmosferische depositie	overige bronnen
Overige industrie	8922500	Historische bodemverontreiniging Budelco	overige bronnen
Riolering en waterzuiveringsinstallaties	E901300	Ongezuiverde riolen	overige bronnen
Riolering en waterzuiveringsinstallaties	E901000	Overstorten	puntbronnen_overstort
Verkeer en vervoer	0140103	Wegdekslijtage lichte voertuigen incl. tweewielers, buitenweg	run-off

Doelgroep	EMKcode	Proces omschrijving	KRW broncategorie
Verkeer en vervoer	0150102	Lekkage motorolie lichte voertuigen incl. tweewielers, autosnelweg	run-off
Verkeer en vervoer	0150202	Lekkage motorolie zware voertuigen, autosnelweg	run-off
Verkeer en vervoer	0130202	Remslijtage zware voertuigen, autosnelweg	run-off
Verkeer en vervoer	0120202	Bandenslijtage zware voertuigen, autosnelweg	run-off
Riolering en waterzuiveringsinstallaties	E901100	Regenwaterriolen	run-off
Verkeer en vervoer	0140102	Wegdekslijtage lichte voertuigen incl. tweewielers, autosnelweg	run-off
Verkeer en vervoer	0140202	Wegdekslijtage zware voertuigen, autosnelweg	run-off
Consumenten	0801700	Afsteken vuurwerk	run-off
Verkeer en vervoer	0130203	Remslijtage zware voertuigen, buitenweg	run-off
Verkeer en vervoer	0150203	Lekkage motorolie zware voertuigen, buitenweg	run-off
Verkeer en vervoer	0140203	Wegdekslijtage zware voertuigen, buitenweg	run-off
Verkeer en vervoer	0120203	Bandenslijtage zware voertuigen, buitenweg	run-off
Verkeer en vervoer	0150103	Lekkage motorolie lichte voertuigen incl. tweewielers, buitenweg	run-off
Verkeer en vervoer	0130103	Remslijtage lichte voertuigen incl. tweewielers, buitenweg	run-off
Verkeer en vervoer	0120102	Bandenslijtage lichte voertuigen incl. tweewielers, autosnelweg	run-off
Verkeer en vervoer	0130102	Remslijtage lichte voertuigen incl. tweewielers, autosnelweg	run-off
Verkeer en vervoer	0120103	Bandenslijtage lichte voertuigen incl. tweewielers, buitenweg	run-off
Verkeer en vervoer	0230702	Vissersschepen NCP coatings	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0260201	Zeeschepen varende van/naar/in havens coatings	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0500200	Recreatievaart coatings	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0260200	Zeeschepen varende van/naar/in havens anodes	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0200200	Spoorwegen - slijtage van stroomafnemers	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230600	Binnenvaart anodes	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0260203	Zeeschepen huishoudelijke lozingen - zwart water	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0203100	Spoorwegen - vonkerosie bovenleidingen	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230400	Binnenvaart bilgewater	verkeer en infrastructuur
Consumenten	0500201	Recreatievaart huishoudelijke lozingen	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230801	Zeeschepen anodes NCP	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230301	Corrosie zinkanodes sluisdeuren	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0804300	Gewolmaniseerd hout in de waterbouw	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0260202	Zeeschepen huishoudelijke lozingen - grijs water	verkeer en infrastructuur



Doelgroep	EMKcode	Proces omschrijving	KRW broncategorie
Verkeer en vervoer	0500100	Recreatievaart uitlaatgassen	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230500	Binnenvaart schroefasvet	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0500300	Uitloging gecreosoteerd hout waterbouw	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0233701	Zeeschepen morsingen	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230200	Binnenvaart coatings	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230901	Vissersschepen stilliggend in havens anodes	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0231000	Binnenvaart huishoudelijke lozingen	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0340200	Zeeschepen stilliggend in havens coatings	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230701	Vissersschepen stilliggend in havens coatings	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230900	Vissersschepen anodes NCP	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0260204	Zeeschepen lozingen scheepsreiniging	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0230800	Zeeschepen stilliggend in havens anodes	verkeer en infrastructuur
Verkeer en vervoer	0340201	Zeeschepen NCP coatings	verkeer en infrastructuur
Overige industrie	8902500	SBI 30.1: Scheepsbouw	verkeer en infrastructuur



## B Zwevend stof concentraties

Wanneer er voor een bepaald watertype veel gegevens van meerdere locaties beschikbaar waren, is de mediaan van de gemeten concentraties gebruikt. Wanneer er slechts gegevens van een beperkt aantal locaties beschikbaar waren, zijn de concentraties van verschillende verwante watertypen gecombineerd. Voor M14 (Ondiepe gebufferde plassen) was er een groot verschil tussen de mediaan van de gegevens van Rijkswaterstaat en die van de regionale waterbeheerders. Rijkswaterstaat meet gemiddeld 8 mg/l op meetlocaties die zich in de randmeren bevinden, terwijl de gegevens van de regionale waterbeheerders worden gedomineerd door meetlocaties in de Friese meren waarin gemiddeld 16 mg/l gemeten wordt. Op basis van dit verschil is besloten om de randmeren een lagere zwevend stof concentratie op te leggen dan de overige M14 locaties. Van watertype M23 (Ondiepe kalkrijke (grotere) plassen) waren geen gegevens beschikbaar, voor deze wateren is dezelfde zwevend stof concentratie als voor M14 (overige locaties) gebruikt.

Daarnaast kent de KRW-verkenner veel eenheden die geen KRW-waterlichaam zijn. Het water in de haarvaten van het systeem, de kleine slootjes, zijn in de KRW-verkenner per gebied samengevoegd in een eenheid 'local surface water' (LSW). De zwevend stof concentratie in dergelijke slootjes zullen we niet aantreffen in de gegevens van de waterbeheerders. Gebruikelijke waarden liggen tussen 5 en 20 mg zwevend stof per liter, en omdat we veel retentie in dit deel van het watersysteem verwachten, is besloten om te rekenen met 20 mg zwevend stof per liter.

Het water vanuit deze haarvaten wordt verzameld in de grotere sloten (in KRW-verkenner genaamd 'surface water unit' in 'local surface water'). Als zwevend stof concentratie voor deze eenheden hebben we de gegevens gebruikt van alle locaties waar het woord 'sloot'(of 'sleat') in de naam voorkwam en waar geen KRW-watertype was toegekend.

Tabel B-1 *Zwevend stof concentraties in de verschillende KRW-watertypen*

KRW-watertype	aantal	omschrijving	z.s. (mg/l)	herkomst waarde*
M1A	162	Gebufferde sloten (overgangssloten, sloten in rivierengebied) - zoet	12	M1, M2 en M8 gecombineerd
M1B	3	Gebufferde sloten (overgangssloten, sloten in rivierengebied) - zout	12	M1, M2 en M8 gecombineerd
M2	10	Zwak gebufferde sloten (poldersloten)	12	M1, M2 en M8 gecombineerd
M3	413	Gebufferde (regionale) kanalen	11	
M6A	61	Grote ondiepe kanalen - zonder scheepvaart	12	
M6B	24	Grote ondiepe kanalen - met scheepvaart	12	
M7A	1	Grote diepe kanalen - zonder scheepvaart	12	
M7B	18	Grote diepe kanalen - met scheepvaart	12	
M8	30	Gebufferde laagveensloten	12	M1, M2 en M8 gecombineerd
M10	86	Laagveen vaarten en kanalen	13	
M14 regionaal		Ondiepe gebufferde plassen	16	M14 uit regionale databases
M14 randmeren		Ondiepe gebufferde plassen	8	M14 uit RWS databases
M20	25	Matig grote diepe gebufferde meren	5	
M21	2		24	

KRW-watertype	aantal	omschrijving	z.s. (mg/l)	herkomst waarde*
M23	11	Ondiepe kalkrijke (grotere) plassen	16	op basis van M14 regionaal
M27	46	Matig grote ondiepe laagveenplassen	22	
M30	109	Zwak brakke wateren	17	M30 en M31 gecombineerd
M31	26	Matig brakke wateren	17	M30 en M31 gecombineerd
O2	46		46	
R4	236	Permanente langzaam stromende bovenloop op zand	9.6	
R5	879	Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand	5.9	
R6	188	Langzaam stromend riviertje op zand/klei	8.6	
R7	24	Langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei	8	R7 en R8 gecombineerd
R8	20	Zoet getijdenwater (uitlopers rivier) op zand/klei	8	R7 en R8 gecombineerd
R12	14	Langzaam stromende middenloop/benedenloop op veenbodem	11	
R13	7	Snelstromende bovenloop op zand	11	R13, R14 en R15 gecombineerd
R14	7	Snelstromende middenloop/benedenloop op zand	11	R13, R14 en R15 gecombineerd
R15	1	Snelstromend riviertje op kiezelhoudende bodem	11	R13, R14 en R15 gecombineerd
R17	10	Snelstromende bovenloop op kalkhoudende bodem	12.5	R17 en R18 gecombineerd
R18	32	Snelstromende middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem	12.5	R17 en R18 gecombineerd
	?	LSW	20	schatting
	6393	virtuele SWU in LSW	9	alle locaties met woord 'sloot' (of 'sleat') in regionale databases

## C Log Kp-waarden probleemstoffen.

Tabel C.1 Log Kp waarden en een aantal afbraakconstantes voor 32 probleemstoffen.

stofcode	stof	log Kd	k (1/d)*	ref
As	arseen	4.00		A
Ba	barium	3.13		A
BaA	benzo(a)antraceen	4.86		A
BaP	benzo(a)pyreen	5.04		A
Cd	cadmium	5.11		A
Co	kobalt	3.59		A
Cr	chroom	5.46		A
Cu	koper	4.69		A
DEHP	bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)	7.19		B
Dmtat	dimethoaat	0.83	0.0102	A/D
Fen	fenanthreen	3.53		A
Flu	fluorantheen	4.23		A
Hg	kwik	5.23		A
imdcpd	imidacloprid	1.72	0.0231	D/D
linrn	linuron	1.85	0.0026	A
Ni	nickel	3.90		A
pirmcb	pirimicarb	1.69		A
sBbkF	som benzo(b)fluorantheen en benzo(k)fluorantheen	5.07		A
sBghiPnP	som benzo(g,h,i)peryleen en indeno(1,2,3-c,d)pyreen	5.70		A
Se	selenium	2.77		A
sHCH4	som a-, b-, c- en d-HCH	2.25		A
Zn	zink	5.04		A
Ag	zilver	5.00		A
iptrn	isoproturon	1.52		A
sPBDE6	PBDE's (PBDE28, 47, 99, 100, 153, 154)	4.80		F
Pb	lood	5.81		A
Ant	anthraceen	3.52		A
s4C9yFol	som vertakte 4-nonylfenol-isomeren	4.00	0.0046	H/I
bentzn	bentazon	0.83	0.0231	C/D
Durn	diuron	1.98	0.0005	C/D
HCb	hexachloorbenzeen	4.00		C
glyfst	glyfosaat	3.68	0.0198	C/D
N	N-totaal	Nvt	Nvt	
P	P-totaal	Nvt	Nvt	

\*, Halfwaardetijd van pesticiden is gebruikt. Afbraak van pesticiden in oppervlaktewater over het algemeen veel langer dan in bodem doordat er veel minder organische stof en micro-organismen aanwezig zijn. Hierdoor zijn de beschikbare afbraakconstantes voor (aerobe of anaerobe) bodem niet bruikbaar.

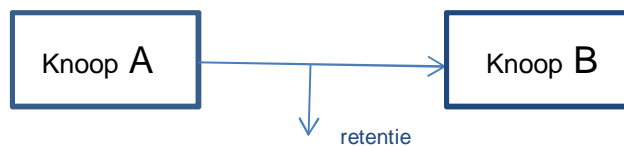
- A Normen voor het waterbeheer, Achtergronddocument NW4, CIW, mei 2000
- B Van Noort, P.C.M., Verbeterde schatting van log Koc, log BCF en log Kow waarden voor SEDISOIL stoffen  
Interne notitie Deltares. (Stoffen die niet in ES&T zijn genoemd; methodiek is gelijk)
- C [npic.orst.edu/ingred/ppdmove.htm](http://npic.orst.edu/ingred/ppdmove.htm)
- D [www.pesticideinfo.org](http://www.pesticideinfo.org)
- E Moermond et al. (2008) - RIVM Letter report 601716021/2008
- F Gemiddelde KRW-factsheet 1
- I Andersson, H., 2008. Evaluation of the SOCOPSE Decision Support System – A case study of nonylphenol in the river basin of Viskan. Master. Ekotoxikologiska avdelningen, Uppsala Universitet, Nr 134.



## D Afleiding formules

### D.1 Afleiding formule voor Retentie- factor

Stel de situatie waarbij knoop A op knoop B afwatert.



Zonder retentie is de vracht van stof S tussen knoop A en B het product van de afvoer tussen A en B en de concentratie in A.

$$Vracht = Q \cdot C_{tot}$$

Omdat stof S een gebonden (particulate) en opgeloste (dissolved) fractie heeft kunnen we dit ook zo schrijven:

$$Vracht = Q \cdot C_{diss} + Q \cdot C_{part}$$

Stel nu dat de zwevend stof concentratie in knoop B 70% is van de zwevend stof concentratie in knoop A, dan is de verwachting dat 30% retentie plaatsvindt op de gebonden fractie van stof S tussen knoop A en knoop B:

$$\frac{ZS_B}{ZS_A} = 0.7 = R_{part} \quad (1)$$

De factor  $R_{part}$  zou zo gebruikt kunnen worden bij knoop B:

$$Vracht = Q \cdot C_{diss} + Q \cdot R_{part} \cdot C_{part}$$

Omdat er in de Verkenner geen onderscheid wordt gemaakt tussen opgeloste en gebonden fracties van stof S kan  $R_{part}$  niet op deze manier gebruikt worden maar moeten dit eerst worden aangepast (verhogen) zodat het op de hele fractie van stof S kan worden toegepast.

$$Vracht = Q \cdot R_{tot} \cdot C_{tot}$$

Waar:

$$C_{tot} = C_{diss} + C_{part}$$

De bepaling van  $R_{tot}$  gaat als volgt::

$$R_{tot} \cdot C_{tot} = C_{diss} + R_{part} \cdot C_{part} \quad (2)$$

De verhouding tussen  $C_{part}$  en  $C_{diss}$  wordt gegeven door de partitie coëfficiënt  $K_p$ :

$$C_{part} = K_p \cdot ZS \cdot C_{diss} \quad (3)$$

De  $K_p$  wordt ook nog door  $10^6$  gedeeld omdat de eenheden van  $K_p$  l/kg zijn terwijl de concentraties in g/m<sup>3</sup> behandeld worden. ZS is de zwevend stof concentratie in knoop A.

Vervolgens worden  $C_{tot}$  en  $C_{part}$  herschreven in vergelijking (2) aan de hand van (1) en (3):

$$R_{tot} \cdot (K_p \cdot ZS \cdot C_{diss} + C_{diss}) = C_{diss} + R_{part} \cdot K_p \cdot ZS \cdot C_{diss}$$

Alles delen door  $C_{diss}$  geeft:

$$R_{tot} \cdot (K_p \cdot ZS + 1) = 1 + R_{part} \cdot K_p \cdot ZS$$

$$R_{tot} \cdot (K_p \cdot ZS + 1) = R_{part} \cdot K_p \cdot ZS + 1$$

$$R_{tot} = \frac{R_{part} \cdot K_p \cdot ZS + 1}{(K_p \cdot ZS + 1)}$$

Of

$$R_{tot} = R_{part} \cdot K_p \cdot ZS / (K_p \cdot ZS + 1) + 1 / (K_p \cdot ZS + 1)$$

## D.2 Afleiding formule voor eerste orde afbraak coëfficiënt:

De eerste orde afbraak moet enkel een impact hebben op de opgeloste fractie van een stof. Omdat de Verkenner geen onderscheid maakt tussen opgeloste en gebonden fracties moet de eerste orde afbraak coëfficiënt wat verlaagd worden zodat:

$$Afbraak = K_{diss} \cdot C_{diss} = K_{tot} \cdot C_{tot}$$

Dus:

$$K_{diss} \cdot \frac{C_{diss}}{C_{tot}} = K_{tot}$$

$$K_{diss} \cdot \frac{C_{diss}}{C_{diss} + C_{part}} = K_{tot}$$

Door  $C_{part}$  te vervangen met vergelijking (2) (zie hierboven) ontstaat de volgende formule:

$$K_{diss} \cdot \frac{C_{diss}}{C_{diss} + K_p \cdot ZS \cdot C_{diss}} = K_{tot}$$

Delen door  $C_{diss}$  geeft:

$$K_{diss} \cdot \frac{1}{1 + K_p \cdot ZS} = K_{tot}$$



$$K_{tot} = K_{diss} / (K_p \cdot ZS + 1)$$

Omdat  $K_p$  hier nog in l/kg is terwijl de concentraties in g/m<sup>3</sup> zijn moet  $K_p$  gedeeld worden door  $10^6$ :

$$K_{tot} = K_{diss} / (K_p \cdot ZS / 1000000 + 1)$$



## E Waterlichamen niet in KRW-Verkenner

Tabel E.1 Ontbrekende KRW-waterlichamen in KRW-Verkenner

OWLcode	OWL_omschrijving
NL02L12	Polder eilanden - zwak brakke sloten
NL04_OVERIJSSSELSKNL-ZW	Overijssels Kanaal (Zwolle)
NL04_SAL-NIEUWEWTR-BO	Nieuwe Wetering (bovenloop)
NL08_05	Stadsgracht Elburg
NL09_31	Zouweboezem
NL10-0019	Arkervaart
NL12_610	waterdelen polder Eijerland +
NL12_620	waterdelen Waal en Burg en het Noorden +
NL12_630	waterdelen Gemeenschappelijke polders +
NL12_840	waterdelen duingebied Texel
NL13_14	Vogelplas Starrevaart
NL13_23	Aalsmeer
NL14_29	Grecht
NL19_14	Afwatering Stadspolders
NL19_45	Boezem van Oude-Tonge
NL25_18	Roode Vaart
NL25_42	Binnenschelde
NL33OM	Oldambtmeer
NL37_Harderbroek	Harderbroek
NL39_06	Bleiswijkse Zoom
NL58WRO18	Keutelbeek
NL58WRO27	Worm
NL58WRO30	Geul
NL58WRO30C	Eyserbeek
NL58WRO32	Selzerbeek
NL58WRO34	Gulp
NL58WRO39	Jeker
NL58WRO41	Caumerbeek
NL58WRO43	Anselderbeek
NL81_3	Eems-Dollard Kust
nl89_antwknpd	Antwerps kanaal pand
nl89_kantnzt	kanaal Terneuzen Gent
NL94_6	Bergsche Maas
NL95_4A	Waddenkust (kustwater)
NL95_4B	Waddenkust (territoriaal water)
NL95_5B	Eems kust (territoriaal waterdeel)



## F Watertypes KRW Waterlichamen

In onderstaande tabel staat de KRW-typologie beschreven van de KRW-typen.

Tabel F.1 KRW-typologie van de KRW-typen (K = kunstmatig, n – natuurlijk en sv = sterk veranderend watertype).

categorie	k/n/sv*	code	omschrijving
Kustwateren	n	K1	Open polyhalien kustwater
Kustwateren	n	K2	Beschut polyhalien kustwater
Kustwateren	n	K3	Euhalien kustwater
Overgangswateren	sv	O1	Estuarium met beperkt getijverschil
Overgangswateren	n	O2	Estuarium met matig getijverschil
Meren	k	M1a	Zoete gebufferde sloten
Meren	k	M1b	Niet-zoete gebufferde sloten
Meren	k	M2	Zwak gebufferde sloten (poldersloten)
Meren	k	M3	Gebufferde (regionale) kanalen
Meren	k	M4	Zwak gebufferde (regionale) kanalen
Meren	n	M5	Ondiep lijnvormig water, open verbinding met rivier / geïnundeerd
Meren	k	M6a	Grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart
Meren	k	M6b	Grote ondiepe kanalen met scheepvaart
Meren	k	M7a	Grote diepe kanalen zonder scheepvaart
Meren	k	M7b	Grote diepe kanalen met scheepvaart
Meren	k	M8	Gebufferde laagveen sloten
Meren	k	M9	Zwak gebufferde hoogveen sloten
Meren	k	M10	Laagveen vaarten en kanalen
Meren	n	M11	Kleine ondiepe gebufferde plassen
Meren	n	M12	Kleine ondiepe zwak gebufferde plassen (vennen)
Meren	n	M13	Kleine ondiepe zure plassen (vennen)
Meren	n	M14	Grote ondiepe gebufferde plassen
Meren	n	M16	Diepe gebufferde meren
Meren	n	M17	Diepe zwakgebufferde meren
Meren	n	M18	Diepe zure meren
Meren	k	M19	Diepe meren in open verbinding met rivier
Meren	n	M20	Matig grote diepe gebufferde meren
Meren	n	M21	Grote diepe gebufferde meren
Meren	n	M22	Kleine ondiepe kalkrijke plassen
Meren	n	M23	Grote ondiepe kalkrijke plassen
Meren	n	M24	Diepe kalkrijke meren
Meren	n	M25	Ondiepe laagveenplassen
Meren	n	M26	Ondiepe zwak gebufferde hoogveenplassen/vennen
Meren	n	M27	Matig grote ondiepe laagveenplassen
Meren	n	M28	Diepe laagveenmeren
Meren	sv	M29	Matig grote diepe laagveenmeren
Meren	n	M30	Zwak brakke wateren
Meren	n	M31	Kleine brakke tot zoute wateren
Meren	n	M32	Grote brakke tot zoute meren
Rivieren	n	R1	Droogvallende bron
Rivieren	n	R2	Permanente bron
Rivieren	n	R3	Droogvallende langzaam stromende bovenloop op zand

categorie	k/n/sv*	code	omschrijving
Rivieren	n	R4	Permanente langzaam stromende bovenloop op zand
Rivieren	n	R5	Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand
Rivieren	n	R6	Langzaam stromend riviertje op zand/klei
Rivieren	n	R7	Langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei
Rivieren	n	R8	Zoet getijdenwater (uitlopers rivier) op zand/klei
Rivieren	n	R9	Langzaam stromende bovenloop op kalkhoudende bodem
Rivieren	n	R10	Langzaam stromende middenloop op kalkhoudende bodem
Rivieren	n	R11	Langzaam stromende bovenloop op veenbodem
Rivieren	n	R12	Langzaam stromende middenloop/benedenloop op veenbodem
Rivieren	n	R13	Snelstromende bovenloop op zand
Rivieren	n	R14	Snelstromende middenloop/benedenloop op zand
Rivieren	n	R15	Snelstromend riviertje op kiezelhoudende bodem
Rivieren	n	R16	Snelstromende rivier/nevengeul op zandbodem of grind
Rivieren	n	R17	Snelstromende bovenloop op kalkhoudende bodem
Rivieren	n	R18	Snelstromende middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem