



Schoner effluent RWZI's Waterschap Aa en Maas

Effluentkwaliteit om de KRW opgave voor nutriënten in te vullen

Peter Schipper en Erwin van Boekel



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Schoner effluent RWZI's Waterschap Aa en Maas

Effluentkwaliteit om de KRW opgave voor nutriënten in te vullen

Peter Schipper en Erwin van Boekel

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, maart 2023

Gereviewd door:

Gert Jan Reinds, teamleider Duurzaam Bodemgebruik (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:

Gert Jan Reinds, teamleider van Duurzaam Bodemgebruik

Rapport 3243
ISSN 1566-7197

Schipper, P. en E. van Boekel, 2023. *Schoner effluent RWZI's Waterschap Aa en Maas; Effluentkwaliteit om de KRW opgave voor nutriënten in te vullen*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3243. 34 blz.; 1 fig.; 7 tab.; 7 ref.

De oppervlaktewateren in het Maasstroomgebied bevatten te veel stikstof en fosfor. Dat vormt een belangrijke belemmering om de waterkwaliteitsdoelen te halen zoals die voor de KRW zijn vastgesteld. In deze studie is met modelberekeningen voor enkele gebieden van het waterschap Aa en Maas verkend wat de benodigde emissiereductie zou moeten zijn voor de RWZI's in die gebieden, opdat het Waterschap voldoet aan de opgaven die vanuit de KRW aan het waterschap kunnen worden toebedeeld.

Trefwoorden: nutriëntenbelasting oppervlaktewater, diffuse bronnen, RWZI's, KRW-opgave stikstof, KRW-opgave fosfor, afwenteling

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/590701> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2023 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3243 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Luchtfoto RWZI Dinther

Inhoud

Verantwoording	5
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond en onderzoeksvraag	11
1.2 Doel van het onderzoek	11
1.3 Leeswijzer	11
2 Uitgangspunten en aanpak onderzoek	12
2.1 Algemene uitgangspunten	12
2.2 Beschouwde RWZI's	12
2.3 Onderzoeksmethode	13
3 Resultaten berekeningen	17
3.1 Huidige effluentgehalten RWZI's	17
3.2 Vrachtreductie en bijhorende effluentgehalten RWZI's	17
3.1 Vergelijking met voorgaande studie	20
3.2 Discussie	21
4 Conclusies en aanbevelingen	23
Literatuur	25
Bijlage 1 Berekende herkomst nutriënten zomerhalfjaar 2014-2017	26
Bijlage 2 RWZI-effluentconcentraties	28

Verantwoording

Rapport: 3243

Projectnummer: 5200047077

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: teamleider

naam: Gert Jan Reinds

datum: 6 maart 2023

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Gert Jan Reinds

datum: 6 maart 2023

Woord vooraf

De hoge gehalten aan fosfor en stikstof belemmeren de ecologische KRW-doelen van de oppervlaktewateren in de Maasregio. In voorgaande studies zijn de bronnen van de nutriëntenbelasting gekwantificeerd en zijn de KRW-opgaven voor het verminderen van de nutriëntenbelasting toegekend aan de betrokken partijen (waterschap, landbouw, gemeente, buitenland, Rijkswaterstaat). De KRW-opgaven voor het waterschap kunnen vooral worden ingevuld door de belasting vanuit de RWZI's te verminderen. Het Waterschap Aa en Maas heeft in 2021 aan Wageningen Environmental Research opdracht gegeven om te onderzoeken (kwantificeren) in hoeverre de effluentconcentraties van vijf RWZI's van Waterschap Aa en Maas moeten worden verlaagd teneinde de KRW-opgave, zoals die is berekend voor de Maasregio, voor het waterschap in te vullen.

Voor het onderzoek is gebruikgemaakt van gegevens, modellen en methodes die in lijn zijn met eerdere studies, zoals rapportages voor evaluatie van de Meststoffenwet en landelijke en regionale bronnenanalyses ter bepaling van de KRW-opgave voor nutriënten. In het onderhavige onderzoek is gebruikgemaakt van het nutriëntenbalansmodel KRW-ECHO dat voor de Maasregio is ontwikkeld en ingezet wordt om effecten van (beleids)maatregelen op de emissies van stikstof en fosfor naar water te kwantificeren. Dit model is op enkele punten voor de onderhavige studie verbeterd om zo correct mogelijk de effecten van emissiereductie op de RWZI's te berekenen op de benedenstroomse oppervlaktewaterlichamen. Deze aanpassingen zijn vastgelegd in het versiebeheer van KRW-ECHO, zodat deze ook meegenomen worden in eventuele vervolgstudies.

Het onderzoek is begeleid door Harrie Menning, Wim van de Hulst, Janneke Snijders van Waterschap Aa en Maas en in de beginfase ook door Maarten Nederlof (thans Waterschap Rijn en IJssel). De aangebrachte verbeteringen in het model betreffen de waterverdeling en doorvoer van inlaatwater van enkele kanalen (Peelkanaal, Defensiekanaal). Input hiervoor is geleverd door Johnny van Keulen (hydroloog bij Waterschap Aa en Maas).

De auteurs, februari 2023

Samenvatting

De waterkwaliteit voldoet op veel plaatsen in de Maasregio (Noord-Brabant en Limburg) nog niet aan de doelen die voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn gesteld. De stoffen stikstof en fosfor (nutriënten) zijn belangrijke factoren voor het bereiken van de waterkwaliteitsdoelen. De emissiereducties (vermindering van de nutriëntenbelasting naar oppervlaktewater) die nodig zijn om de KRW-doelen voor nutriënten te halen, worden aangeduid als KRW-opgave. Deze KRW-opgave wordt per vanggebied van de waterlichamen rekenkundig bepaald op basis van de gemeten gehalten in het zomerhalfjaar, de KRW-doelen voor stikstof en fosfor en de berekende belasting in het vanggebied. De KRW-opgave wordt vervolgens verdeeld over de sectoren op basis van de bijdrage van de sectoren in de belasting. In voorgaande onderzoeken voor de Maasregio zijn de methode en uitgangspunten om deze opgave te kwantificeren, afgesproken met de betrokken waterbeheerders en overheden (Regionaal Bestuurlijk Overleg Maas).

De opgaven voor de waterschappen, zijnde de benodigde vrachtreductie, kunnen vooral worden ingevuld door de belasting vanuit de RWZI's te verminderen. De onderzoeksvraag voor deze studie is in hoeverre de effluentconcentraties van vijf RWZI's van Waterschap Aa en Maas moeten worden verlaagd teneinde de KRW-opgave voor het waterschap in te vullen. In deze studie is dit berekend met het nutriëntenbalansmodel KRW-ECHO, dat in eerder onderzoek is opgezet voor het kwantificeren van de KRW-opgave in de Maasregio. Hiermee is de nutriëntenbelasting voor de oppervlaktewaterlichamen berekend voor de periode 2014-2017 en daarbij de bijdrage van de verschillende punt- en diffuse bronnen. Dit model is op enkele punten voor de onderhavige studie verbeterd om zo correct mogelijk de effecten van emissiereductie op de RWZI's te berekenen op de benedenstroomse oppervlaktewaterlichamen. Deze aanpassingen zijn vastgelegd in het versiebeheer van KRW-ECHO, zodat deze ook meegenomen worden in eventuele vervolgstudies.

Met de berekende belasting en bijdrage van de verschillende bronnen is conform de voorgaande Maas-brede studie Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in stroomgebied Maas (WUR 2021) de KRW-opgave voor emissiereductie berekend voor het waterschap. Vervolgens is berekend in hoeverre de stikstof- en fosforbelasting van vijf RWZI's moeten worden verlaagd om de KRW-opgave van het waterschap in de oppervlaktewateren waarop de RWZI's lozen, in te vullen. Deze vrachtreducties zijn vertaald naar de debietgemiddelde effluentconcentraties.

Voor stikstof is voor de referentieperiode (zomerhalfjaar 2014-2017) een grote KRW-opgave berekend voor vier van de vijf beschouwde RWZI's, namelijk Asten, Aarle-Rixtel, Dinther en Vinkel. Dit komt omdat in de oppervlaktewateren waarop deze RWZI's lozen, stikstofgehalten zijn gemeten van 3,5 mgN/L tot 6,0 mgN/L, hetgeen veel hoger is dan de KRW-doelen die voor deze wateren gelden (2,3 mgN/l en 2,8 mgN/L). Om de KRW-opgave voor het waterschap in te vullen, zijn effluentconcentraties (debiet-gewogen in het zomerhalfjaar) berekend van 1,4 tot 2,8 mgN/L. Dit is een sterke verlaging ten opzichte van de effluentconcentraties in de referentieperiode. Voor de oppervlaktewateren waarop de RWZI Asten, Dinther en Vinkel lozen, is de huidige overschrijding van het KRW-doel op het KRW-meetpunt en daarmee de KRW-opgave zodanig groot, dat invulling ervan door de RWZI's zou neerkomen op effluentconcentraties die zelfs iets lager zijn dan de KRW-doelen van het ontvangende oppervlaktewater. Dit is mogelijk doordat de methode voor het bepalen van de KRW-opgave uitgaat van gemeten overschrijdingen in het oppervlaktewater en het berekende aandeel van de RWZI's in de totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater. Voor RWZI Oijen is geen verlaging van effluentconcentraties van stikstof berekend, omdat daar het KRW-doel van stikstof op het KRW-meetpunt niet wordt overschreden.

Voor fosfor is voor alle vijf RWZI's een grote KRW-opgave berekend. De KRW-doelen voor fosfor (0,11 mgP/L en 0, 0,15 mgP/L) worden in alle vijf oppervlaktewaterlichamen waarop deze RWZI's lozen namelijk sterk overschreden (0,25 mgP/L tot 0,64mgP/L). Om de KRW-opgave voor het waterschap met de RWZI's in te vullen, zijn effluentconcentraties berekend van 0,16 tot 0,51 mgP/L. Deze zijn veel lager dan in de huidige situatie, maar wel hoger dan de KRW-doelen voor fosfor (0,11 en 0,15 mgP/L).

Voor diverse oppervlaktewaterlichamen wordt de KRW-opgave van het Waterschap niet alleen bepaald door de RWZI-lozing op het waterlichaam, maar in belangrijke mate ook door RWZI-effluent van waterschap De Dommel en Limburg, dat geloosd wordt op bovenstroomse wateren en/of kanalen waaruit water wordt ingelaten. Zo telt bijvoorbeeld de belasting van RWZI van Weert via afwenteling mee in de KRW-opgave van de Aa van Eeuwselse Loop tot Helmond, de Aa bij Helmond, Aa van Gemert tot Den Bosch en uiteindelijk de Dieze. Als in de bovenstroomse wateren de KRW-opgave wordt ingevuld, wordt een deel van de KRW-opgave voor het waterschap in die wateren van Aa en Maas al ingevuld.

De resultaten tonen dat voor het invullen van de KRW-opgave die aan het waterschap zijn toebedeeld, een belangrijke verlaging van de effluentgehalten van de RWZI's nodig zijn. Gelet op de onzekerheden en het niet meenemen van emissiereducties van RWZI's van waterschap Dommel en Limburg, dienen de hier berekende effluentgehalten met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd, zeker voor de RWZI's waar effluentgehalten zijn berekend die lager uitvallen dan het KRW-doel in het ontvangende water. Want dat er voor het invullen van de KRW-opgave effluentconcentraties zijn berekend die lager uitvallen dan het KRW-doel waarop wordt geloosd, is beleidsmatig moeilijk uit te leggen, ook al is het een gevolg van de methode zoals die voor de KRW-opgave gehanteerd wordt.

Omdat voor een deel de KRW-opgave in oppervlaktewateren van waterschap Aa en Maas veroorzaakt wordt door RWZI's van waterschap Dommel en Limburg, is het logisch om in volgende berekeningen de hele Maasregio te beschouwen, waarbij dus ook de benodigde emissiereducties van de RWZI's van waterschap Limburg en Dommel worden meegenomen.

Aanbevolen wordt om voor het invullen van de KRW-opgave beleidsmatig aandacht te besteden aan de methodes en uitgangspunten die hiervoor gehanteerd kunnen worden. Om de rekenresultaten beter te kunnen duiden, wordt aanbevolen om een gevoeligheidsanalyse uit te voeren, waarbij de onzekerheden in het modelinstrumentarium worden doorvertaald naar bandbreedtes van de berekende effluentgehalten.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en onderzoeksvraag

De waterkwaliteit voldoet op veel plaatsen in de Maasregio (Noord-Brabant en Limburg) nog niet aan de doelen die voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn gesteld. De stoffen stikstof en fosfor (nutriënten) zijn belangrijke factoren voor het bereiken van de waterkwaliteitsdoelen. Voor de Maasregio is door de Wageningen Environmental Research (WEnR) met de methode KRW-ECHO een modelinstrumentarium opgebouwd waarmee op het niveau van de KRW-waterlichamen de nutriëntenbelasting, herkomst en retentie in het oppervlaktewater zijn gekwantificeerd voor de periode 2010-2013 (Schipper et al., 2019). Gecombineerd met het doelgat voor nutriënten (de gemeten overschrijding van het KRW-doel voor de stikstof- en fosforconcentraties op het KRW-meetpunt in het oppervlaktewaterlichaam) zijn daarbij per vanggebied van ieder KRW-oppervlaktewaterlichaam (ook wel aangeduid als afwateringsgebied of catchment) de emissiereducties berekend die nodig zijn om de KRW-doelen voor stikstof en fosfor te halen. Deze zijn vervolgens verdeeld over de sectoren en partijen die hun bijdrage aan de nutriëntenbelasting kunnen beïnvloeden, te weten landbouw, waterschap, gemeenten, Rijkswaterstaat en buurlanden (Schipper en Rozemeijer, 2018; RAOM en Programmabureau Maas, 2019; RBOM, 2019).

De emissiereducties (vermindering nutriëntenbelasting naar oppervlaktewater) die nodig zijn om de KRW-doelen voor stikstof en fosfor te halen, worden in dit rapport aangeduid als KRW-opgave. Deze KRW-opgave wordt voor stikstof en fosfor per vanggebied rekenkundig bepaald op basis van de gemeten gehalten in het zomerhalfjaar op de KRW-meetpunten, de KRW-doelen voor stikstof en fosfor en de berekende belasting van het oppervlaktewater in het zomerhalfjaar. De KRW-opgave wordt vervolgens verdeeld over de sectoren op basis van de bijdrage van de bronnen aan de belasting.

De KRW-opgaven voor waterschappen zullen hoofdzakelijk ingevuld worden door de belasting vanuit RWZI's te verminderen. Het Waterschap Aa en Maas heeft behoefte aan inzicht hoeveel schoner (lagere stikstof- en fosforgehalten) het effluent van hun RWZI's in de zomer moet worden om te voldoen aan de KRW-opgaven die aan het waterschap zijn toebedeeld. In 2019 is dit in opdracht van het Waterschap Aa en Maas door de WEnR voor zeven RWZI's doorgerekend met het toen beschikbare model. De resultaten hiervan zijn beschreven in een notitie (Schipper en Van Boekel, 2019).

In 2020 is in opdracht van het projectbureau Maas en de ministeries van I&W en LNV een update van het modelinstrumentarium voor de Maasregio uitgevoerd en zijn hiermee de effecten van diverse landbouwscenario's berekend ([Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in stroomgebied Maas](#), Schipper et al., 2021). Het Waterschap Aa en Maas heeft nu aan WEnR gevraagd een actualisatie van de studie voor hun RWZI's uit te voeren met de update van het Maas-brede modelinstrumentarium.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het project is om voor een aantal van de RWZI's van het Waterschap de zomerhalfjaargemiddelde effluentconcentraties te berekenen waarmee de KRW-opgave van het waterschap in de regionale wateren die onder invloed staan van de RWZI's wordt ingevuld.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de methode en uitgangspunten van het onderzoek. De resultaten staan beschreven in hoofdstuk 3. De conclusies en aanbeveling zijn in hoofdstuk 4 geformuleerd. De berekende nutriëntenbalansen voor het zomerhalfjaargemiddelde in de periode 2014-2017 zijn voor alle vanggebieden van Aa en Maas weergegeven in Bijlage 1. Het verloop van de gemeten concentraties van de beschouwde RWZI's in de tijd zijn weergegeven in Bijlage 2.

2 Uitgangspunten en aanpak onderzoek

2.1 Algemene uitgangspunten

De KRW-opgave wordt per vanggebied van de waterlichamen rekenkundig bepaald op basis van de gemeten gehalten in het zomerhalfjaar, de KRW-doelen voor stikstof en fosfor en de berekende belasting in het vanggebied. In de onderhavige studie zijn hiervoor de uitgangspunten aangehouden zoals toegepast in het onderzoek naar de KRW-opgave voor landbouw in de Maasregio (Schipper et al., 2021). Deze zijn:

- De gemeten overschrijding van de KRW-doelen op de KRW-meetpunten in het zomerhalfjaar, gemiddeld over de periode 2015 t/m 2017. Deze overschrijding wordt aangeduid als doelgat.
- De door het Waterschap gehanteerde KRW-doelen voor N en P zoals die ook in de KRW-factsheets zijn opgenomen (en door de provincie zijn vastgesteld).¹
- De berekende nutriëntenbelasting zomerhalfjaar 2014 t/m 2017 en de hierin opgenomen RWZI-effluentvrachten 2014-2017 (zomerhalfjaar apart berekend).
- Bij de berekening van het aandeel van de bronnen in een vanggebied wordt de bronverdeling van het water dat van bovenstrooms wordt afgewenteld, verdisconteerd.
- Bij de verdeling van de KRW-opgave wordt ook het aandeel van de belasting meegenomen die afkomstig is van bronnen die beleidsmatig als natuurlijk worden beschouwd.

De driejarige periode voor de overschrijding wordt aangehouden, omdat in de methode van de KRW voor het beoordelen van de toestand uitgegaan wordt van de metingen in de voorgaande drie jaar. Met de tool KRW-NUTrend² wordt dan ook steeds het zomerhalfjaargemiddelde van drie jaar berekend. Dat dit niet geheel overeenkomt met de periode waarop de belasting is berekend (2014 t/m 2017) geeft weinig verschuiving, omdat 2014 een vrij gemiddeld weerjaar was en de belastingen van de RWZI's in 2014 niet sterk afweken van de opvolgende drie jaren.

De KRW-opgave kan op verschillende manieren over sectoren worden verdeeld (Groenendijk et al., 2016), waarbij verschillend omgegaan kan worden met de belasting die toegeschreven kan worden aan natuurlijke bronnen en de belasting die voortkomt door mestgiften die in het verleden zijn toegepast. De keuzes daarvoor zijn beleidsmatig. In het onderhavige onderzoek worden voor de verdeling van de opgave dezelfde uitgangspunten gehanteerd als bestuurlijk is afgesproken in de Maasregio (RAOM, 2019, RBOM 2019), hetgeen ook is toegepast in het onderzoek *Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in stroomgebied Maas* (Schipper et al., 2021).

2.2 Beschouwde RWZI's

De in dit onderzoek beschouwde RWZI's zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 De in het onderzoek beschouwde RWZI's, de oppervlaktewaterlichamen waarop deze lozen en de gemeten concentraties van stikstof en fosfor in de oppervlaktewaterlichamen.

RWZI	Nummer vanggebied en naam oppervlaktewaterlichaam waarop de RWZI loost	KRW-meetpunt gebruikt voor berekening doelgat	Concentratie (mg/L) zomerhalfjaar 2015-2017	
			Stikstof	Fosfor
Aarle-Rixtel	[1] Aa bij Helmond	NL38_oDE_AA_410	5,0	0,64
Dinther	[3] Aa van Gemert tot Den Bosch	NL38_900001	3,9	0,30
Asten	[4] Aa vanaf Eeuwselse Loop tot Helmond	NL38_900080	6,0	0,44
Vinkel	[58] Groote Wetering	NL38_oGROOWE690	3,5	0,25
Oijen	[63] Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.	NL38_Hertwe900	2,3	0,39

¹ https://waterkwaliteitsportaal.factsheet_Waterschap_Aa_en_Maas_2022-05-12.pdf

² <https://krw-nutrend.netlify.app/>

In de oppervlaktewateren Groote Wetering en Hertogswetering is het KRW-doel voor stikstof 2,8 mgN/L en voor fosfor 0,15 mgP/L, in de overige drie oppervlaktewaterlichamen is dat respectievelijk 2,3 mgN/L en 0,11 mgP/L.

De waterschapsopgave in de waterlichamen waarop de RWZI's van 's-Hertogenbosch en Land van Cuijk op lozen, wordt sterk bepaald door bovenstrooms gelegen RWZI's van waterschap Limburg en Dommel. Als uitgangspunt voor dit onderzoek is besloten om geen maatregelen voor schonere RWZI-effluent van bovenstroomse Waterschappen mee te nemen. Daarom zijn de RWZI's van Land van Cuijk en 's-Hertogenbosch niet meegenomen in de berekeningen.

De RWZI Land van Cuijk loost ook een deel van het effluent via een helofytenfilter op regionaal water; de Laarakkerse Waterleiding. Deze waterleiding maakt deel uit van het oppervlaktewaterlichaam Graafse Raam, waarin concentraties van stikstof worden gemeten van 4,8 mgN/L, dit is ruim tweemaal zo hoog als het KRW-doel van 2,3 mgN/L. Omdat het stikstofgehalte van de RWZI-lozing door het helofytenfilter al zoveel lager is dan het ontvangende water, namelijk 2,9 mgN/L, zijn berekeningen voor deze deelstroom niet in het onderhavige rapport meegenomen.

2.3 Onderzoeksmethode

Voor het berekenen van de benodigde effluentgehalten wordt op basis van gemeten overschrijdingen op KRW-metpunten een KRW-opgave in termen van een vrachtreductie berekend. Er wordt daarmee van uitgegaan dat als de belasting van het oppervlaktewater met x % afneemt, de concentraties in het benedenstroomse meetpunt met hetzelfde percentage afneemt. De KRW-opgave wordt vervolgens verdeeld over de sectoren (waterschap, landbouw, buitenland, gemeente), op basis van het aandeel van de sectoren in de totale belasting. Voor het invullen van de KRW-opgave die voor het waterschap is berekend, wordt ervan uitgegaan dat deze wordt ingevuld door de emissies van de RWZI's te verlagen.

Het modelinstrumentarium waarmee de belasting en daarbij de bronverdeling wordt berekend, speelt derhalve een belangrijke rol. In het volgende wordt ingegaan op het gebruikte modelinstrumentarium en daarbij gedane aanpassingen. Vervolgens wordt toegelicht hoe de effluentconcentraties voor het invullen van de KRW-opgave zijn berekend.

Modelinstrumentarium

Voor de Maasregio zijn met de methode KRW-ECHO de nutriëntenbalansen berekend voor de periode van 2000 tot en met 2013 (Schipper et al., 2018). Hiermee is voor de referentieperiode 2010-2013 de KRW-opgave berekend. Met dit model is in een voorgaande studie voor RWZI's van Aa en Maas berekend hoeveel de stikstof- en fosforvracht minimaal moeten afnemen opdat het deel van de KRW-opgave die is toebedeeld aan het waterschap geheel wordt ingevuld (notitie Schipper en Van Boekel, september 2019).

In 2020 is in een vervolgstudie voor de Maasregio door WENR een update van het modelinstrumentarium uitgevoerd. Daarmee is de nutriëntenbelasting en de KRW-opgave berekend voor de periode 2014-2017 en zijn effecten van diverse landbouwscenario's voor de zichtjaren 2027-2030 berekend (Schipper et al., 2021). In deze update is het model verfijnd qua regionale verdeling van mestgiften en zijn de RWZI-effluenten gedetailleerder ingevoerd (zomer- en winterhalfjaar). Verder is de modelschematisatie voor de grote kanalen uitgebreid, zodanig dat de herkomst van kanaalwater dat wordt ingelaten, is gelabeld naar de onderliggende bronnen (landbouw, waterschap, buitenland, natuurlijke en overig). In de voorgaande versie van het model werd dit inlaatwater gelabeld als 'inlaat rijkswater'. Doordat dit inlaatwater (vanuit Peelkanaal, Midden-Limburgse en Noordbrabantse Kanalen) nu gelabeld is naar de onderliggende bronnen, wordt een grotere KRW-opgave berekend voor Landbouw, Waterschap en Buitenland en wordt geen opgave meer berekend voor Rijkswaterstaat. In het voorliggende onderzoek is dit model als basis genomen voor de berekeningen.

Aanpassingen modelinstrumentarium

Voor de onderhavige studie is het model op enkele punten, in nauw overleg met het waterschap, aangepast. Dit betreft de volgende aanpassingen:

- De doorvoer (afwenteling) van het Peelkanaal naar het Peelkanaal/Defensiekanaal: in het model werd voor deze doorvoer geen rekening gehouden met de hoeveelheden die vanuit het Peelkanaal worden ingelaten naar de aangrenzende beken. Door de aanpassing wordt in het zomerhalfjaar nu nog nauwelijks water vanuit het Peelkanaal naar het Peelkanaal/Defensiekanaal afgewenteld. Dit sluit aan bij de aan- en afvoeren zoals die op de diverse plaatsen door het waterschap worden gemeten.
- De uitstroom van de midden-beneden Dommel ging in het model in zijn geheel naar de Dieze. Op aangeven van het Waterschap is nu aangehouden dat de helft afwatert naar het Drongelens kanaal.
- Op enkele uitwisselpunten (Aa bij Helmond en Groote Beerze) wordt in het model de berekende afwenteling overschreven door de afwenteling zoals die uit metingen (debieten en bijhorende concentraties) van het waterschap kon worden afgeleid. Dit is op enkele punten omgezet naar de berekende afwenteling. Daarbij zijn de diffuse bronnen (en dus niet een RWZI) in het vanggebied van Aa en Helmond en Goorloop Wilhelminakanaal en de Groote Beerze zodanig aangepast dat de berekende afwenteling van dat vanggebied overeenkomt met de uit metingen afgeleide stofvracht. Deze aanpassing is gedaan, omdat anders effecten van maatregelen voor bovenstroomse RWZI's niet correct benedenstrooms doorwerken.

Andere aanpassingen zijn een correctie van de effluentvracht van RWZI Simpelveld en een correctie voor de labeling van het water dat wordt afgevoerd door vanggebied 51 (Goorloop, boerdonkse Aa en Aa van Helmond) en vanggebied 53 (Grensmaas). Dit zijn verbeteringen die ook in navolgende toepassingen worden aangehouden.

Met deze aanpassingen zijn de nutriëntenbalansen voor het zomerhalfjaar voor de periode 2014-2017 berekend en de daarvan afgeleide KRW-opgaven. Deze balansen, die het vertrekpunt vormen voor de berekeningen van de effluentconcentraties om te voldoen aan de KRW-opgave, zijn weergegeven in Bijlage 1.

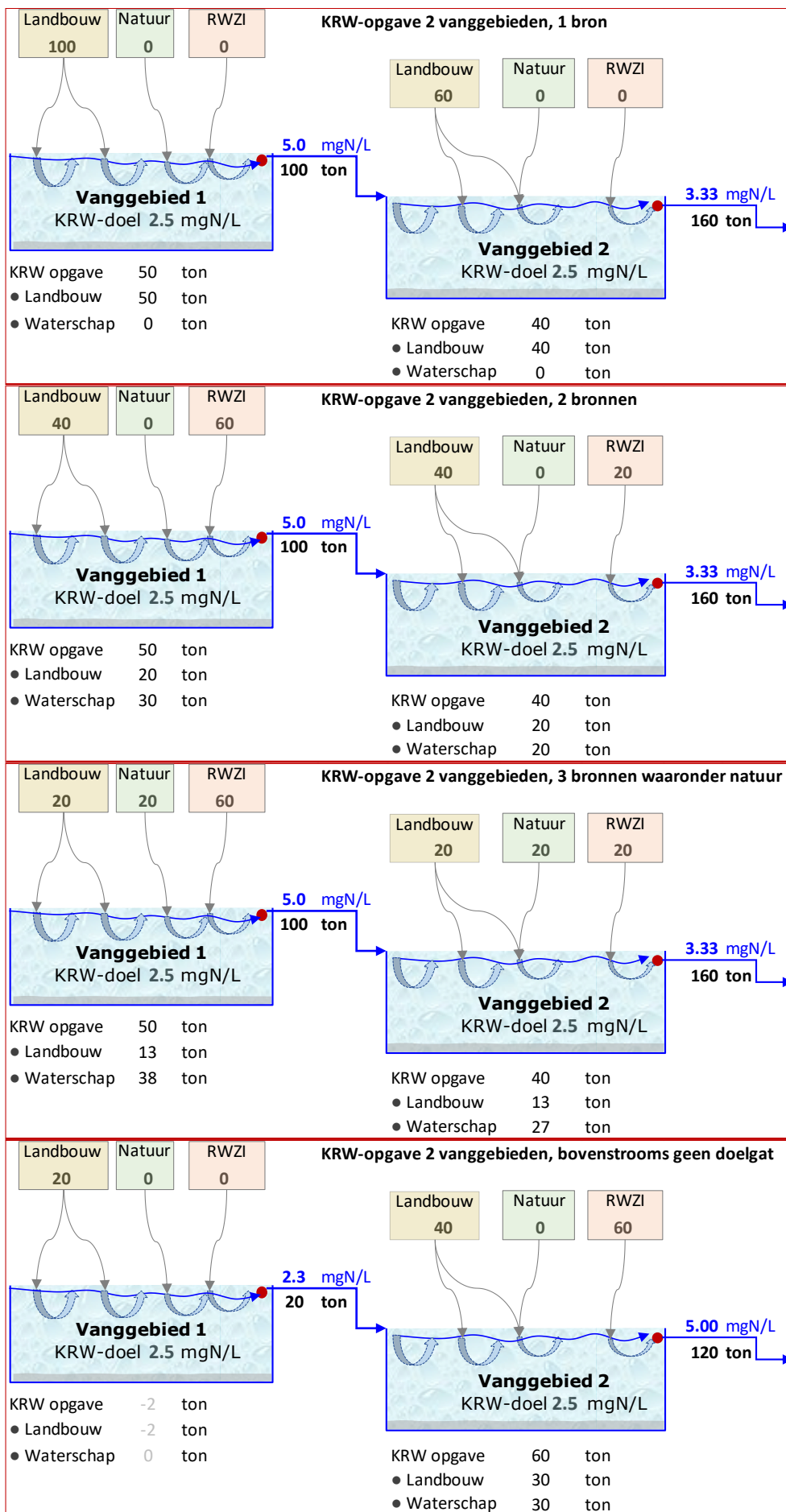
Afwenteling: van bovenstrooms naar benedenstrooms de opgave invullen

De effecten van emissie-reducerende maatregelen werken door van bovenstroomse naar benedenstroomse waterlichamen. Dit wordt aangeduid als afwenteling. Vanwege de afwenteling wordt in de berekeningen begonnen met de emissiereductie die op de meest bovenstrooms gelegen RWZI nodig is. De effecten daarvan worden meegenomen in de berekeningen van de emissiereductie van de benedenstrooms gelegen RWZI's.

Het principe van afwenteling en de doorwerking daarvan op de verdeling van de KRW-opgave is complex. De methode voor de berekening van de KRW-opgave en de verdeling ervan over de sectoren worden daarom in vier eenvoudige (fictieve) voorbeelden geïllustreerd in Figuur 2.1.

In alle voorbeelden is het KRW-doel 2,5 mgN/L en is er een oppervlaktewaterlichaam (vanggebied 1) die afwentelt op een benedenstrooms oppervlaktewaterlichaam (vanggebied 2). In de eerste drie voorbeelden wordt in vanggebied 1 een concentratie gemeten van 5,0 mgN/L en in vanggebied 2 een concentratie van 3,33 mgN/L. In het vierde voorbeeld is het juist bovenstrooms relatief schoon en wordt daar het KRW-doel niet overschreden. Het effect van retentie is in deze voorbeelden omwille van de eenvoud buiten beschouwing gelaten.

In het voorbeeld met één bron, namelijk landbouw, wordt de opgave in vanggebied 2 voor een belangrijk deel bepaald door de afwenteling en dus de belasting van de landbouw in het bovenstroomse vanggebied 1.



Figuur 2.1 Fictieven voorbeelden die de rekenwijze van de KRW-opgave en de invloed van afwenteling op de verdeling ervan over de sectoren illustreren.

De wijze van het verdelen van de KRW-opgave over de sectoren wordt geïllustreerd in de voorbeelden met twee en drie bronnen. In het voorbeeld met twee bronnen is de opgave voor het waterschap in vanggebied 2, ondanks de daar relatief geringe belasting van de RWZI, net zo groot als de opgave voor landbouw. Dit komt omdat de bronverhouding in het water dat vanuit vanggebied 1 wordt afgewenteld, meegenomen wordt in de stoffenbalans en daarmee de bronverhouding van vanggebied 2. In het voorbeeld met drie bronnen wordt duidelijk hoe de belasting van de bron 'natuur' meegenomen wordt bij de verdeling van de opgave over de sectoren landbouw en waterschap.

In het vierde voorbeeld is het water bovenstrooms relatief schoon en voldoet aan het KRW-doel. De invloed van afwenteling is dan relatief gering, maar de belasting in het bovenstroomse gebied telt wel mee in de verdeling van de KRW-opgave benedenstrooms. Ditzelfde principe zal ook kunnen voorkomen in situaties waar bijvoorbeeld het KRW-doel van kanaalwater minder streng is dan wateren waar dit kanaalwater wordt ingelaten.

Effluent concentraties RWZI's

Voor de invulling van de benodigde vrachtreductie wordt ervan uitgegaan dat de concentraties in het effluent moeten afnemen, ervan uitgaande dat het debiet (de waterafvoer) niet wijzigt. Vanuit de berekende vrachtreducties is de benodigde verlaging van de effluentgehalten van de RWZI's berekend volgens de formule:

$$\text{Effluent gehalte nieuw} = \text{Effluent gehalte oud} * (100\% - \text{vrachtreductie}) \quad (1)$$

Hierbij is:

- Effluent nieuw: nutriëntengehalte zomerhalfjaar (stikstof en fosfor en mg/L) waarmee de KRW-opgave voor waterschap wordt ingevuld;
- Effluent oud: nutriëntengehalte zomerhalfjaar 2014-2017 (periode waarop de KRW-opgave is berekend);
- Vrachtreductie: de berekende verlaging van de huidige RWZI-belasting (%) in het zomerhalfjaar waarmee de KRW-opgave voor het waterschap wordt ingevuld.

Gerekend is met de debiet-gewogen effluentgehalten, omdat deze bepalend zijn voor de stofvracht.

3 Resultaten berekeningen

3.1 Huidige effluentgehalten RWZI's

De stikstof- en fosforvrachten van de effluenten zijn afgeleid op basis van de monitoringsdata van het waterschap. Dit betreft de afvoeren en concentraties die ongeveer 4 à 6 keer per maand zijn gemeten. Het verloop van de gemeten effluentconcentraties in de tijd is weergegeven in Bijlage 1. Tabel 3.1 geeft per RWZI de hiermee berekende afvoeren en stofvrachten voor het zomerhalfjaargemiddelde over de periode 2014-2017 en de daarvan afgeleide debiet-gewogen zomerhalfjaargemiddelde concentraties.

Tabel 3.1 Gemeten debieten, effluentconcentraties en hiervan afgeleide vrachten van de RWZI's in de periode 2014 tot en met 2017.

	Aarle- Rixtel	Asten	Dinther	Oijen	Vinkel
Debiet (Mm ³) zomerhalfjaargemiddeld (Mm ³)	11.4	2.5	7.8	8.9	1.9
N-vracht zomerhalfjaargemiddeld (ton)	72.0	12.4	35.1	32.1	7.1
P-vracht zomerhalfjaargemiddeld (ton)	8.7	2.2	6.1	15.7	2.2
N-concentratie effluent zomerhalfjaar					
• debiet gewogen gemiddelde (mgN.L ⁻¹)	6.3	4.9	4.5	3.6	3.6
• rekenkundig gemiddelde (mgN.L ⁻¹)	6.1	4.6	4.4	3.2	3.4
P-concentratie effluent zomerhalfjaar					
• debiet gewogen gemiddelde (mgP.L ⁻¹)	0.76	0.88	0.78	1.76	1.14
• rekenkundig gemiddelde (mgP.L ⁻¹)	0.69	0.82	0.73	1.58	1.12

De debiet-gewogen gemiddelde concentraties van de effluenten variëren voor stikstof van 3,6 tot 6,3 mgN.L⁻¹ en voor fosfor van 0,76 tot 1.76 mgP.L⁻¹. De debiet-gewogen gehalten zijn steeds iets hoger dan de niet-debiet-gewogen gehalten. Het zuiveringsrendement is tijdens perioden met veel waterafvoer dus lager dan in perioden met weinig waterafvoer. De effluentvrachten van RWZI Astén en Vinkel zijn relatief klein.

3.2 Vrachtreductie en bijhorende effluentgehalten RWZI's

Tabel 3.2 geeft de uitgangssituatie die bepalend is voor de berekening van de emissiereducties van de RWZI's. Dit betreft de huidige nutriëntenbelasting (totaal en RWZI), de gemeten concentraties, het KRW-doel en de KRW-opgave die op basis van de bronnenanalyse aan het waterschap kan worden toebedeeld.

Omdat bij het toedelen van de KRW-opgave rekening wordt gehouden met de afwenteling van bovenstrooms gelegen RWZI's, kan de opgave bijna gelijk of zelfs groter zijn dan de stofvracht (N- en P-lozing) van de RWZI in het vanggebied zelf (zie rekenvoorbeeld 2 en 3 in Figuur 2.1). Die opgave zal in zulke situaties mede door de bovenstrooms gelegen RWZI's moeten worden geleverd. Deze situatie doet zich voor in het vanggebied Aa vanaf Eeuwelse Loop tot Helmond. Daar is de KRW-opgave voor het waterschap groter dan de RWZI-lozing van Astén, omdat de KRW-opgave daar mede wordt bepaald door bovenstroomse gelegen RWZI's (Meijel en vooral ook RWZI Weert). Als deze afwenteling niet wordt meegerekend, is de opgave een stuk kleiner; voor stikstof 8,8 in plaats van 16,5 ton en voor fosfor 1,8 in plaats van 2,7 ton. De vrachtreductie van RWZI Astén is daarom berekend voor een KRW-opgave van 8,8 ton voor stikstof en 1,8 ton voor fosfor.

De berekende vrachtreducties van de RWZI's en daarbij horende nieuwe effluentconcentraties (debiet-gewogen) zijn weergegeven in Tabel 3.3. Zoals aangegeven in hoofdstuk 2, zijn de effluentconcentraties in

het zomerhalfjaar waarmee de reductieopgaven voor het waterschap worden ingevuld, berekend door de effluentconcentraties die in Tabel 3.1 zijn aangegeven, te vermenigvuldigen volgens de in hoofdstuk 2 aangegeven formule ($100\% - \text{vrachtreductie}\%$).

Voor stikstof worden vrachtreducties berekend van 29 tot 71%. De bijbehorende effluentconcentraties (debiet-gewogen in het zomerhalfjaar) variëren van 1,4 (RWZI Asten) tot 2,8 mgN/L (Aarle-Rixtel). De voor stikstof berekende effluentconcentraties van RWZI Asten, Dinther en Vinkel zijn lager dan het KRW-doel voor stikstof.

Voor fosfor worden vrachtreducties berekend van 50 tot 82%. De bijbehorende effluentconcentraties (debiet-gewogen in het zomerhalfjaar) variëren van 0,16 tot 0,51 mgP/L. Deze zijn hoger dan de KRW-doelen voor fosfor (0,11 en 0,15 mgP/L).

Tabel 3.2 Bepalende (model)input voor de berekeningen: zomerhalfjaargemiddelde concentraties van de oppervlaktewateren waarop de RWZI's lozen in de periode 2015-2017, de KRW-doelen, de totale belasting van de oppervlaktewateren en het deel daarvan dat afkomstig is van de RWZI's in de periode 2014-2017. Tussen haakjes zijn de stofvrachten van de RWZI's weergegeven als ook de afwenteling van bovenstroomse RWZI's worden meegerekend.

Nummer en naam vanggebied (waterlichaam) waar RWZI's lozen	Concentratie KRW-meetpunt zomerhalfjaar 2015-2017		KRW-doelen		Totale belasting waterlichaam		Effluent concentratie zomerhalfjaar 2014-2017		Belasting RWZI's (incl. afwenteling bovenstrooms)		Opgave waterschap ton zomerhalfjaar	
	(mg/L)		(mg/L)		(ton zomerhalfjaar)		(mg/L)		(ton zomerhalfjaar)		(ton zomerhalfjaar)	
	Stikstof	Fosfor	stikstof	fosfor	stikstof	fosfor	stikstof	fosfor	Stikstof	fosfor	stikstof	fosfor
[4] Aa vanaf Eeuwselse Loop tot Helmond. RWZI Asten	6.0	0.44	2.3	0.11	112	12.7	4.9	0.88	12.4 (19.0)	2.2 (2.7)	8.8 (zonder afwenteling) ¹	1.8
[1] Aa bij Helmond RWZI Aarle-Rixtel	5.0	0.64	2.3	0.11	116	11.5	6.3	0.76	72.0 (87.3)	9.7 (9.4)	48.9	8.3
[58] Groote Wetering RWZI Vinkel	3.5	0.25	2.8	0.15	103	6.7	3.6	1.14	7.1 (7.1)	2.2 (2.2)	2.0	1.2
[3] Aa van Gemert tot Den Bosch RWZI Dinther	3.9	0.30	2.3	0.11	350	30.4	4.5	0.78	35.1 (124.2)	6.1 (15.4)	63.8	12.7
[63] Hertogswetering, Hoefgraaf e.a. RWZI Oijen	2.3 ²	0.39	2.8	0.15	183	22.8	3.6	1.76	32.1 (40.5)	15.7 (16.4)	0	11.7

¹) Als afwenteling van bovenstroomse RWZI's wel wordt meegerekend, is de opgave voor stikstof 16,5 ton N en voor fosfor 2,7 ton P.

²) In voorgaande studie was een concentratie van 2.6 mgN/L aangehouden; op aangeven van Wim van der Hulst (26-6-2019) is dit gewijzigd, omdat het een ander meetpunt was.

Tabel 3.3 Berekende vrachtreductie RWZI's voor stikstof en fosfor en bijhorende effluentconcentraties zomerhalfjaar (debiet-gewogen). In de totale afname van de belasting wordt in het gehanteerde KRW-ECHO-model rekening gehouden met retentie en via afwenteling het effect van bovenstroomse vrachtreducties.

RWZI's	RWZI vrachtreductie stikstof om te voldoen aan de KRW-opgave		Totale afname stikstofbelasting vanggebied	Effluent concentratie stikstof 2014-2017 en berekend voor invulling KRW-opgave Waterschap (mgN/l)		RWZI vrachtreductie fosfor om te voldoen aan de KRW-opgave		Totale afname fosforbelasting vanggebied	Effluent concentratie fosfor 2014-2017 en berekend voor invulling KRW-opgave waterschap (mgP/l)	
	%	[ton N]		2014-2017	KRW-opgave	%	[ton P]		2014-2017	KRW-opgave
Asten	71%	8.8	8.8	4.9	1.4	82%	2.3	1.8	0.88	0.16
Aarle-Rixtel	56%	40.0	48.9	6.3	2.8	76%	7.3	8.3	0.76	0.19
Vinkel	29%	2.0	2.0	3.6	2.6	55%	1.2	1.2	1.14	0.51
Dinther	53%	18.6	63.8	4.5	2.1	50%	12.3	12.7	0.78	0.39
Oijen	-	-	-	3.6	3.6	75%	12.4	11.7	1.76	0.44

3.1 Vergelijking met voorgaande studie

In 2019 zijn dezelfde type berekeningen voor de RWZI's van het waterschap uitgevoerd. Hierbij is echter uitgegaan van de periode 2010-2013. In Tabel 3.4 worden de resultaten van deze studie vergeleken met de resultaten die in de onderhavige studie zijn berekend.

Tabel 3.4a Vergelijking berekende stikstofreductieopgave toebedeeld aan waterschap en de benodigde vrachtreductie voor de RWZI's die hierbij zijn berekend in de voorgaande en onderhavige studie. De voorgaande studie ging uit van de belasting en daarbij afgeleide opgave voor de periode 2010-2013, terwijl de onderhavige studie uitgaat van de periode 2014-2017 en waarbij inlaatwater van grote kanalen is gelabeld naar herkomst.

RWZI	Concentratie stikstof waterlichaam zomerhalfjaar [mgN/L]		Effluentgehalte stikstof zomerhalfjaar mgN/L		KRW-opgave stikstof waterschap [ton N zomerhalfjaar]		Vrachtreductie (%) en daarmee berekend effluentgehalte (mgN/L)	
	2010- 2013	2015- 2017	2010- 2013	2014- 2017	2010- 2013	2014- 2017	Voorgaande studie	Deze studie
Asten	5.5	6.0	5.7	4.9	11.5	8.8	56% (2,5)	71% (1,4)
Aarle-Rixtel	5.6	5.0	7.5	6.4	62.3	48.9	59% (3,1)	56% (2,8)
Vinkel	3.8	3.5	5.6	3.6	4.4	2.0	33% (3,8)	29% (2,6)
Dinther	4.2	3.9	5.0	4.5	69.6	63.8	21% (4,0)	53% (2,1)
Oijen	3.3	2.3	5.0	3.6	10.6	0	16% (4,2)	geen

Tabel 3.4b Vergelijking berekende fosforreductieopgave toebedeeld aan waterschap en de benodigde vrachtreductie voor de RWZI's die hierbij zijn berekend in de voorgaande en onderhavige studie. De voorgaande studie ging uit van de belasting en daarbij afgeleide opgave voor de periode 2010-2013, terwijl de onderhavige studie uitgaat van de periode 2014-2017 en waarbij inlaatwater van grote kanalen is gelabeld naar herkomst.

RWZI	Fosfor concentratie waterlichaam zomerhalfjaar [mgP/L]		Effluentgehalte fosfor zomerhalfjaar (mgP/L)		KRW-opgave fosfor waterschap [ton P zomerhalfjaar]		Vrachtreductie (%) en daarmee berekend effluentgehalte (mgP/L)	
	2010- 2013	2015- 2017	2010- 2013	2014- 2017	2010- 2013	2014- 2017	Voorgaande studie	Deze studie
Asten	0.40	0.44	0.83	0.88	2.2	2.3	63% (0,39)	82% (0,16)
Aarle-Rixtel	0.71	0.64	0.91	0.76	9.1	7.3	85% (0,14)	76% (0,19)
Vinkel	0.52	0.25	1.27	1.14	1.9	1.2	89% (0,14)	55% (0,51)
Dinther	0.31	0.30	0.97	0.78	13.0	12.3	45% (0,53)	50% (0,39)
Oijen	0.35	0.39	1.85	1.76	10.8	12.4	62% (0,70)	75% (0,44)

De verschillen komen door drie oorzaken:

- In de periode 2010-2013 zijn andere concentraties op de KRW-meetpunten gemeten dan in de periode 2014-2017 en dus verschilt ook de mate waarin het KRW-doel wordt overschreden. Gemiddeld zijn de concentraties in de periode 2010-2013 circa 9% hoger.
- De effluentgehalten van de RWZI's zijn in de periode 2010-2013 verschillen ook met die uit de periode 2014-2017. Voor alle beschouwde RWZI's zijn de effluentgehalten in 2014-2017 beduidend lager dan in 2010-2013 (10 à 36%), terwijl het doelgat minder is afgenomen en in het waterlichaam waarop Asten loost, zelfs toegenomen.
- De versie van het nutriëntenbalansmodel waarmee in de onderhavige studie is gerekend, verschilt ten opzichte van de voorgaande studie. Het belangrijkste verschil met de oudere versie (Schipper et al., 2019) is de doorwerking van de belasting die komt door inlaat van rijkswater (Maas-trajecten waaronder Bedijkte Maas en Grensmaas) en grote kanalen (met name Zuid-Willemsvaart, Midden-Limburgse en Noord Brabantse kanalen). In de oudere versie was deze inlaat gelabeld als 'rijkswater'. In de nieuwe versie is die inlaat gelabeld naar de onderliggende bronnen, waaronder landbouw, buitenland, en RWZI's die lozen op die rijkswateren. Dat brengt met zich mee dat voor diverse regionale waterlichamen een grotere opgave

voor landbouw, buitenland en waterschap is berekend. De opgave voor rijkswateren is door deze labeling verdwenen. En de KRW-opgave voor het waterschap wordt nu in diverse wateren van Aa en Maas voor een belangrijk deel bepaald door lozingen van RWZI's in het beheergebied van Waterschap Dommel en Limburg.

3.2 Discussie

De resultaten van de berekeningen worden in sterke mate bepaald door de methode en uitgangspunten waarmee de KRW-opgave voor het waterschap wordt berekend. Deze methode en uitgangspunten zijn conform de Maas-brede onderzoeken die voor de nutriëntenaanpak zijn gehanteerd (Schipper en Rozemeijer, 2018; Schipper et al., 2021) en die ook bestuurlijk voor de Maasregio is afgesproken (RAOM, 2019, RBOM, 2019). Belangrijke uitgangspunten hierbij zijn:

- De KRW-opgave wordt berekend als vrachtreductie (vermindering emissie naar oppervlaktewater). De mate van overschrijding op de KRW-meetpunten bepaalt het percentage van de benodigde vrachtreductie. Hierbij wordt uitgegaan van een driejarig gemiddeld gemeten gehalte. In de huidige studie is, net als in de Maasbrede studie van Schipper et al. (2021), gekozen voor de periode 2015-2017. Gesteld kan worden dat een driejarige periode vrij kort is, gelet op de invloed van het weer en met name daarbij de neerslag. Voor de periode 2015-2017 zijn de weerjaren redelijk gemiddeld. Als voor een recentere periode wordt gekozen, zoals 2018-2020, moet worden bedacht dat deze weinig representatief is voor een langjarig gemiddelde door de lange droge voorjaren en zomers. Deze hebben veel invloed op de retentie, de af- en uitspoeling en er zijn toen ook veel beektrajecten (deels) drooggevallen.
- De stofvrachten worden berekend met een model waarmee de punt- en diffuse bronnen zodanig worden gekwantificeerd dat voor ieder vanggebied een stoffenbalans wordt berekend met de bijdrage van de antropogene bronnen (per sector) en de overige bronnen die beleidsmatig als natuurlijk worden beschouwd.
- De bronnen die beleidsmatig als natuurlijk worden beschouwd, zijn het deel van de af- en uitspoeling die niet gedreven wordt door bemesting, alsmede de atmosferische depositie op open water en emissies van watervogels. Bedacht moet worden dat dit beleidsmatige keuzes zijn. De atmosferische depositie wordt bijvoorbeeld voor een niet onbelangrijk deel bepaald door emissies vanuit de landbouw, buitenland en andere antropogene bronnen en de uitspoeling door mineralisatie is niet geheel natuurlijk, omdat de mineralisatie wordt versneld door de aangebrachte ontwatering.
- De methode houdt rekening met afwenteling, zodanig dat de bronverdeling van de afwenteling meegerekend wordt in de KRW-opgave van het ontvangende water.
- De methode gaat uit van de bronverdeling in het zomerhalfjaar, omdat de KRW-doelen ook voor het zomerhalfjaar worden beoordeeld. In het zomerhalfjaar is de bijdrage van RWZI's groter dan wanneer wordt uitgegaan van jaarrond. Dit komt omdat de effluentvrachten van RWZI's vrij constant in het jaar zijn, terwijl de belasting door af- en uitspoeling sterk wordt gedreven door het neerslagoverschot en daardoor in het winterhalfjaar groter is dan in het zomerhalfjaar. Als wordt uitgegaan van de jaargemiddelde bronverdeling, zou de KRW-opgave voor waterschap dus lager uitvallen.

Onzekerheden die doorwerken in de berekende KRW-opgave voor het waterschap zijn:

- Onzekerheden rond het modelinstrumentarium: welke bandbreedtes van onzekerheden gelden voor de berekende belasting, de retentie en de bijdragen van de verschillende punt- en diffuse bronnen in de nutriëntenbelasting? Het gebruikte modelinstrumentarium is gevalideerd door de berekende debieten en stofvrachten op diverse uitwisselpunten van het watersysteem te vergelijken met hetgeen uit beschikbare monitoringsgegevens (debieten en concentraties) kan worden afgeleid. Globaal wordt voor de berekende stofvrachten een bandbreedte van onzekerheden aangenomen van 25% (overschatting en onderschatting). Deze bandbreedte komt vooral door de berekening van de diffuse bronnen (de emissieschattingen van de RWZI's zijn minder onzeker), de onzekerheden rond de in het model aangehouden belasting door inlaatwater en de met het model berekende retentie. Omdat de KRW-opgave wordt berekend op basis van de gemeten overschrijdingen en de bronverdeling, werken onzekerheden van het model door via de berekende bronverdeling op de per sector berekende KRW-opgave. Maar er zijn ook gebieden waar zeer hoge stikstof- en/of fosforgehalten zijn gemeten die niet in lijn zijn met de belasting die voor die gebieden is berekend. Als daar onbekende bronnen voor verantwoordelijk zijn, wordt de

bijdrage van die onbekende bronnen in feite verdisconteerd in de KRW-opgaven van de bronnen die wel bekend (en berekend) zijn.

- De gemeten overschrijdingen. In hoeverre zijn de meetpunten waarmee de overschrijdingen worden berekend representatief voor de waterkwaliteit bij de uitstroompunten van de vanggebieden? Want de vrachtreductie wordt bepaald op basis van alle bronnen in het vanggebied. Een meetpunt dat net bovenstrooms ligt van een grote puntbron in het vanggebied zoals een RWZI, is dan niet representatief. Voor de hier beschouwde vanggebieden speelt dit geen belangrijke rol. Een andere onzekerheid rond de metingen is de meetfrequentie. Een hoogfrequente bemonstering levert een meer betrouwbaar en representatief gemiddelde dan de gangbare monitoring (1 à 2 keer per maand).

Naast deze onzekerheden is in de berekeningen van de KRW-opgave rekening gehouden met de invloed van RWZI's van waterschap De Dommel en Limburg, maar is vervolgens geen rekening mee gehouden dat die invloed afneemt als in die gebieden de RWZI's worden aangepast (verbeterd) om daar ook te voldoen aan de KRW-opgave. Want ook in die gebieden worden de KRW-doelen van diverse waterlichamen overschreden en is er dus ook voor die waterlichamen van Dommel en Limburg een KRW-opgave berekend.

De KRW-opgaven worden berekend op basis van overschrijding van de KRW-doelen en de nutriëntenbelasting in het zomerhalfjaar. Dat roept de vraag op of de berekende emissiereducties en daarmee de aanvaardbare effluentconcentraties ook voor de winter zouden moeten gelden. Hier is in deze studie niet naar gekeken. Dit hangt in principe af van de mate waarin de belasting van de oppervlaktewateren in het winterhalfjaar bepalend zijn voor de nutriëntengehalten in het zomerhalfjaar. In het algemeen zijn de verblijftijden van het water (en daarin meegevoerde stoffen) in het winterhalfjaar relatief kort ten opzichte van het zomerhalfjaar. Wel kan nalevering vanuit slib in de watergangen een belangrijke bijdrage leveren aan de belasting in het zomerhalfjaar. Vooral ten aanzien van fosfor, omdat fosfor zich sterk kan binden aan slibdeeltjes en neerslaan (co-precipiteert) aan ijzer(hydr)oxides. Vooral onder zuurstofloze omstandigheden kan dit gebonden fosfor in oplossing komen. Deze nalevering zit niet in het modelconcept, want daar wordt met een (netto) retentiepercentage gerekend. Daar waar nalevering een belangrijke bijdrage heeft in de nutriëntenbelasting in het zomerhalfjaar, zal het nodig zijn om ook in het winterhalfjaar de emissies te reduceren. Want de samenstelling van het slib in de watergangen zal in veel gebieden een resultante zijn van de stofbelasting van voorgaande jaren.

4 Conclusies en aanbevelingen

In deze studie zijn met het nutriëntenbalansmodel KRW-ECHO de verlaging van effluentconcentraties van vijf RWZI's berekend. De resultaten hiervan zijn samengevat in Tabel 4.1. Met deze verlaging wordt de KRW-opgave van het waterschap in de oppervlaktewaterlichamen waarop de RWZI's lozen, ingevuld.

Tabel 4.1 Overzicht KRW-doelen, effluentconcentraties zomerhalfjaar referentieperiode (2014-2017) en berekende effluentconcentraties om te voldoen aan de KRW-opgave van het waterschap.

RWZI	KRW-waterlichaam waarop wordt geloosd	KRW-doel stikstof (mgN/L)	KRW-meetpunt oppervlaktewater 2015-2017 (mgN/L)	Effluent RWZI stikstof zomerhalfjaar (mgN/L)	
				2014-2017	berekend voor invulling KRW-opgave
Asten	Aa vanaf Eeuwselse Loop tot Helmond	2.3	6.0	4.9	1.4
Aarle-Rixtel	Aa bij Helmond	2.3	5.0	6.3	2.8
Vinkel	Groote Wetering	2.8	3.5	3.6	2.6
Dinther	Aa van Gemert tot Den Bosch	2.3	3.9	4.5	2.1
Oijen	Hertogswetering, Hoefgraaf	2.8	2.3	3.6	3.6

RWZI	KRW-waterlichaam waarop wordt geloosd	KRW-doel fosfor (mgP/L)	KRW-meetpunt oppervlaktewater 2015-2017 (mgP/L)	Effluent RWZI Fosfor zomerhalfjaar (mgP/L)	
				2014-2017	berekend voor invulling KRW-opgave
Asten	Aa vanaf Eeuwselse Loop tot Helmond	0.11	0.44	0.88	0.16
Aarle-Rixtel	Aa bij Helmond	0.11	0.64	0.76	0.19
Vinkel	Groote Wetering	0.15	0.25	1.14	0.51
Dinther	Aa van Gemert tot Den Bosch	0.11	0.30	0.78	0.39
Oijen	Hertogswetering, Hoefgraaf	0.15	0.39	1.76	0.44

Voor stikstof is voor de referentieperiode (2014-2017) een grote KRW-opgave berekend voor vier van de vijf beschouwde RWZI's, namelijk Astén, Aarle-Rixtel, Dinther en Vinkel. In de referentieperiode zijn hier namelijk de gemeten concentraties in het oppervlaktewater op de KRW-meetpunten hoger dan het KRW-doel. Om de KRW-opgave voor het waterschap in te vullen, zijn effluentconcentraties (debiet-gewogen in het zomerhalfjaar) berekend van 1,4 tot 2,8 mgN/L. Dit is een sterke verlaging ten opzichte van de effluentconcentraties in de referentieperiode. Voor RWZI Astén, Dinther en Vinkel is de huidige overschrijding van het KRW-doel en daarmee de KRW-opgave zodanig, dat invulling ervan door de RWZI's zou neerkomen op effluentconcentraties die zelfs iets lager zijn dan de KRW-doelen van het ontvangende oppervlaktewater. Voor RWZI Oijen is geen verlaging van effluentconcentraties van stikstof berekend, omdat daar het KRW-doel van stikstof op het KRW-meetpunt niet wordt overschreden.

Voor fosfor is voor alle vijf RWZI's een grote KRW-opgave berekend. De KRW-doelen worden in alle wateren waarop deze RWZI's lozen namelijk sterk overschreden. Om de KRW-opgave voor het waterschap met de RWZI's in te vullen, zijn effluentconcentraties berekend van 0,16 tot 0,51 mgP/L. Deze zijn veel lager dan in de huidige situatie, maar wel hoger dan de KRW-doelen voor fosfor (0,11 en 0,15 mgP/L).

Voor diverse oppervlaktewaterlichamen wordt de KRW-opgave van het waterschap niet alleen bepaald door de RWZI-lozing op het waterlichaam, maar in belangrijke mate ook door RWZI-effluent van Waterschap De

Dommel en Limburg dat geloosd wordt op bovenstroomse wateren en/of kanalen waaruit water wordt ingelaten. Zo telt bijvoorbeeld de belasting van de RWZI van Weert via afwenteling mee in de KRW-opgave van de Aa van Eeuwselse Loop tot Helmond, de Aa bij Helmond, Aa van Gemert tot Den Bosch en uiteindelijk de Dieze. Als in de bovenstroomse wateren de KRW-opgave wordt ingevuld, wordt een deel van de KRW-opgave voor het waterschap in die wateren van Aa en Maas al ingevuld.

De resultaten tonen dat voor het invullen van de KRW-opgave die aan het waterschap zijn toebedeeld, een belangrijke verlaging van de effluentgehalten van de RWZI's nodig is. Gelet op de onzekerheden en het niet meenemen van emissiereducties van RWZI's van Waterschap Dommel en Limburg, dienen de hier berekende effluentgehalten met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd, zeker voor de RWZI's waar effluentgehalten zijn berekend die lager uitvallen dan het KRW-doel in het ontvangende water. Want dat er voor het invullen van de KRW-opgave effluentconcentraties zijn berekend die lager uitvallen dan het KRW-doel waarop wordt geloosd, is wellicht beleidsmatig moeilijk uit te leggen.

Omdat een deel van de KRW-opgave in oppervlaktewateren van Waterschap Aa en Maas veroorzaakt wordt door RWZI's van waterschap Dommel en Limburg, is het logisch om in volgende berekeningen de hele Maasregio te beschouwen, waarbij dus ook de benodigde emissiereducties van de RWZI's van Waterschap Limburg en Dommel worden meegenomen.

Aanbevolen wordt om voor het invullen van de KRW-opgave beleidsmatig aandacht te besteden aan de methodes en uitgangspunten die hiervoor gehanteerd kunnen worden. Om de rekenresultaten beter te kunnen duiden, wordt aanbevolen om een gevoeligheidsanalyse uit te voeren, waarbij de onzekerheden in het modelinstrumentarium worden doorvertaald naar bandbreedtes van de berekende effluentgehalten.

Literatuur

- Groenendijk, Piet; Boekel, Erwin van; Renaud, Leo; Greijdanus, Auke; Michels, Rolf; Koeijer, Tanja de, 2016. 'Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in regionale wateren: het aandeel van landbouw in de KRW-opgave, de kosten van enkele maatregelen en de effecten ervan op de uit- en afspoeling uit landbouwgronden', Wageningen, WENR-rapport 2749.
- RAOM en Programmabureau Maas 15-2-2019. "Bestuurlijke duiding "Nutriëntenaanpak Maas". Notitie 19RBOMDHZ01-04 15.
- RBOM, maart 2019. "Nutriëntenaanpak Maas en agendering voor bestuurlijke tafels Delta-aanpak". Brief aan dhr. Doornbos van het Ministerie van infrastructuur en Waterstaat, RBOM/DHZ/20190318 /02.
- Schipper, P., L. Renaud, E. van Boekel, 2018. "Bronnenanalyse nutriënten Stroomgebied Maas". Wageningen Environmental Research rapport 2931.
- Schipper, P. en J. Rozemeijer, 2018. "Toedelen KRW-opgave nutriënten stroomgebied Maas aan broneigenaren". Notitie RBOM-DHZ 7 december 2018.
- Schipper, P., van Boekel, E., Gies, E., Groenendijk, P., Jeurissen, L., Kros, H., Renaud, L., & Voogd, J.C., 2021. Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in stroomgebied Maas: opgave voor landbouw en de potentie van maatregelen voor het behalen van doelen. Wageningen Environmental Research rapport 3046.
- Schipper, P en E. van Boekel ,2019. "Schoner effluent RWZI's Aa en Maas om te voldoen aan reductieopgave nutriënten". WEnR-notitie 2019.

Bijlage 1 Berekende herkomst nutriënten zomerhalfjaar 2014-2017

Berekende herkomst stikstofbelasting zomerhalfjaar 2014-2017.

bron: KRW-ECHO april 2022 Maasmodel		Belasting Stikstof in ton/zomerhalfjaar																				
0	Deelgebied	A_bem	H_bem	Bodem	Depositie_L	Kwel	Infiltratie	uitspoeling natuurground	Rwzi	erfafspoeling	meemesten	sloten	glastuinbouw	Industrie	overstort	regenwater	overige (Iba's, recreatie e.a.)	depositie op water	Buitenland	Inlaat_R	Afwenteling	Totaal
1	Aa bij Helmond	0.08	0.02	0.04	0.01	0.02	0.00	0.17	71.96	0.04	0.00	0	0.00	0.18	0.18	0.00	0.42	0	0		43.29	116.42
3	Aa van Gemert tot Den Bosch	14.56	1.50	1.54	2.17	0.27	0.02	0.96	35.13	0.70	0.05	0.09	0.00	0.33	0.58	0.03	0.83	0	0		329.74	388.49
4	Aa vanaf Eeuwse Loop tot Helmond	2.34	0.43	0.58	0.36	0.35	0.01	0.41	12.43	0.14	0.01	0.70	0.00	0.07	0.07	0.01	0.53	0	0		91.71	110.17
5	Aa, Eeuwse Loop en Kievitsloop	25.18	3.48	4.40	3.71	0.91	0.10	4.64	0.71	0.98	0.16	1.85	0.00	0.25	0.57	0.07	2.62	0	0		0	49.64
9	Astense Aa en Soeloop	9.82	1.60	2.18	1.54	0.61	0.02	2.44	0	0.52	0.06	0.33	0	0.14	0.12	0.02	0.45	0	0		13.32	33.17
10	Bakelse Aa, Oude Aa en Kaweise Loop	27.57	4.60	6.07	4.44	1.02	0.07	3.09	0	1.14	0.14	0.35	0	0.40	0.40	0.06	1.58	0	0		17.19	68.10
14	Bedijkte Maas	1.88	0.41	0.97	0.24	0.07	0.02	0.84	28.29	0.36	0.01	0.00	0.00	0.10	0.06	0.01	2.70	0	0		9037.08	9073.05
15	Beekerloop	2.21	0.25	0.30	0.33	0.04	0.00	0.50	0	0.18	0.01	0	0	0.06	0.06	0.00	0.12	0	0		0	4.06
16	Beekgraaf	9.58	0.79	0.79	1.38	0.18	0.01	0.55	0	0.38	0.02	0.55	0	0.22	0.38	0.02	0.25	0	0		0	15.10
21	Beneden Maas	0.98	0.21	0.61	0.11	0.07	0.02	0.22	0	0.19	0.05	0.09	0.01	0.13	0.23	0.03	3.41	0	0		10042.38	10048.74
23	Biezenloop	13.67	1.63	1.95	2.08	0.69	0.03	1.80	0	0.74	0.06	0.07	0.01	0.34	0.79	0.04	0.89	0	0		0	24.80
34	Dieze	0.58	0.12	0.29	0.07	0.05	0.01	0.37	85.81	0.26	0.02	0.06	0.00	1.70	2.51	0.11	3.53	0	0		1136.39	1231.88
35	Drongelens kanaal	5.81	0.53	0.59	0.83	0.15	0.01	3.42	0	0.57	0.03	0.13	0.01	0.22	2.34	0.05	1.50	0	0		141.76	157.93
36	Dungense Loop	8.84	0.89	1.01	1.28	0.46	0.04	0.66	0	0.46	0.06	0.14	0.00	0.08	0.20	0.07	0.56	0	0		0	14.76
39	Espersloop en Snelle Loop	9.57	1.05	1.36	1.42	0.38	0.02	1.54	0	0.53	0.04	0.08	0	0.02	0.02	0.00	1.33	0	0		6.49	23.85
50	Goorloop tot aan Wilhelminakanaal	8.85	0.93	1.22	1.32	0.42	0.02	4.12	0	0.42	0.06	0.13	2.30	0.44	0.85	0.46	1.00	0	0		0	22.53
51	Goorloop, Boerdonkse Aa en Aa van Helmond	10.03	1.38	1.73	1.50	0.28	0.04	1.40	0	0.64	0.06	0.79	1.08	0.32	0.58	0.03	1.02	0	0		164.16	185.04
52	Graafse Raam, Lage Raam, Peelkanaal ea	31.32	2.52	3.15	4.85	3.04	0.03	2.94	2.63	0.90	0.07	0.26	0.00	0.21	0.27	0.05	1.84	0	0		202.34	256.42
58	Groote Wetering	56.57	5.45	5.67	8.48	3.67	0.06	4.00	7.06	1.30	0.13	0.03	0	0.35	0.49	0.06	0.77	0	0		9.20	103.28
61	Halsche Beek en Hooge Raam	13.89	1.18	1.03	1.98	0.27	0.01	1.00	0	0.53	0.07	0.13	0.00	0.12	0.21	0.05	0.14	0	0		0	20.62
63	Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.	30.62	4.46	9.06	4.16	3.17	0.24	3.37	32.13	2.06	0.50	0.13	0.00	1.79	2.40	0.23	3.33	0	0		85.80	183.45
69	Kleine Aa	5.89	0.74	0.88	0.90	0.29	0.01	0.50	0	0.29	0.02	2.23	0.03	0.25	0.36	0.02	0.39	0	0		0	12.81
72	Kleine Wetering	7.37	0.74	0.80	1.13	0.50	0.01	0.45	0	0.14	0.02	0.03	0	0.07	0.09	0.03	0.13	0	0		0	11.51
73	Koningsvliet Oost	5.19	0.81	1.45	0.64	1.12	0.05	1.92	0	0.31	0.12	0.00	0.00	0.24	0.47	0.05	2.40	0	24.17		0	38.92
74	Koningsvliet West	9.74	1.16	1.67	1.24	1.33	0.03	0.82	0	0.45	0.22	2.82	0.07	0.45	1.13	0.10	0.89	0	14.38		15.66	52.18
77	Lage Raam gegraven	15.67	1.49	1.60	2.37	0.44	0.02	0.74	0	0.49	0.03	0.05	0	0.00	0.00	0.00	0.17	0	0		2.89	25.98
78	Landmeersche Loop	5.04	0.39	0.37	0.71	0.12	0.00	0.21	0	0.21	0.01	0.05	0	0.06	0.10	0.00	0.09	0	0		0	7.37
79	Ledeackerse Beek en St Anthonisloop	11.32	1.01	1.16	1.71	0.32	0.02	0.74	0	0.36	0.03	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0	0		0	16.89
81	Leijgraaf	38.67	3.52	3.33	5.64	1.48	0.03	1.51	0	1.27	0.11	0.12	0	0.22	1.17	0.13	0.83	0	0		0	58.04
85	Lorregraaf en andere M1 waterlopen	4.38	0.78	3.12	0.49	0.17	0.09	0.18	0	0.47	0.10	0.09	0	0.08	0.09	0.00	0.33	0	0		0	10.38
93	Midden Limburgse en Noord-Brabantse Kanaal	0.25	0.89	0.78	0	0.06	0.01	0.29	64.85	0.09	0.00	0	0.00	0.03	0.05	0.19	0.55	143.22	0		163.96	375.20
98	Munsche Wetering	6.81	0.74	0.85	0.99	0.41	0.01	0.97	0	0.41	0.05	0.09	0	0.25	0.33	0.03	0.48	0	0		0	12.41
101	Oploosche Molenbeek, Oeffeltsche Raam ea	26.08	2.57	2.99	3.82	0.72	0.04	2.29	0	0.84	0.07	0.16	0.27	0.46	0.19	0.07	0.94	0	0		9.80	51.31
104	Peelkanaal/Defensiekanaal ea	26.24	2.17	2.20	3.92	1.10	0.02	1.60	0	0.72	0.07	0.19	0.00	0.16	0.31	0.02	0.46	0	0		121.00	160.17
105	Peelse Loop	15.07	1.35	1.25	2.18	0.19	0.01	3.78	0	0.76	0.04	0.23	0	0.16	0.34	0.03	0.46	0	0		18.72	44.57
114	Sambeekse Uitwatering + Lactariabeek	22.73	2.15	2.40	3.32	0.78	0.02	2.10	0	0.57	0.04	0.16	0.01	0.15	0.23	0.02	0.50	0	0		0.51	35.69
118	St Jansbeek	5.11	0.63	0.99	0.75	0.05	0.01	0.76	0	0.22	0.02	0.05	0.00	0.04	0.03	0.00	0.17	0	0		0	8.86
119	Stads-Aa	1.04	0.12	0.16	0.13	0.09	0.01	0.11	0	0.13	0.02	0	0	0.16	0.24	0.02	1.44	0	0		456.02	459.69
123	Tochtsloot	0.97	0.16	0.29	0.13	0.09	0.00	0.22	0	0.11	0.01	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0	0		0	3.81
126	Tovensche Beek	1.83	0.18	0.20	0.28	0.05	0.00	0.65	0	0.12	0.00	0	0	0	0	0	0.01	0	0		0	3.31
131	Voordeldonkse Broekloop	5.65	1.02	1.30	0.87	0.44	0.02	0.53	0	0.29	0.04	1.83	0	0.16	0.16	0.01	0.07	0	0		0	12.39
132	Wambergse Beek	9.13	0.89	0.88	1.35	1.12	0.01	0.28	0	0.18	0.03	0.01	0	0.02	0.02	0.00	0.15	0	0		0	14.06
139	Zuid-Willemsvaart Traverse Helmond	0.58	0.08	0.23	0.08	0.10	0.00	0.15	0	0.05	0.01	0.57	0.19	0.08	0.11	0.00	0.35	0	0		0	2.59

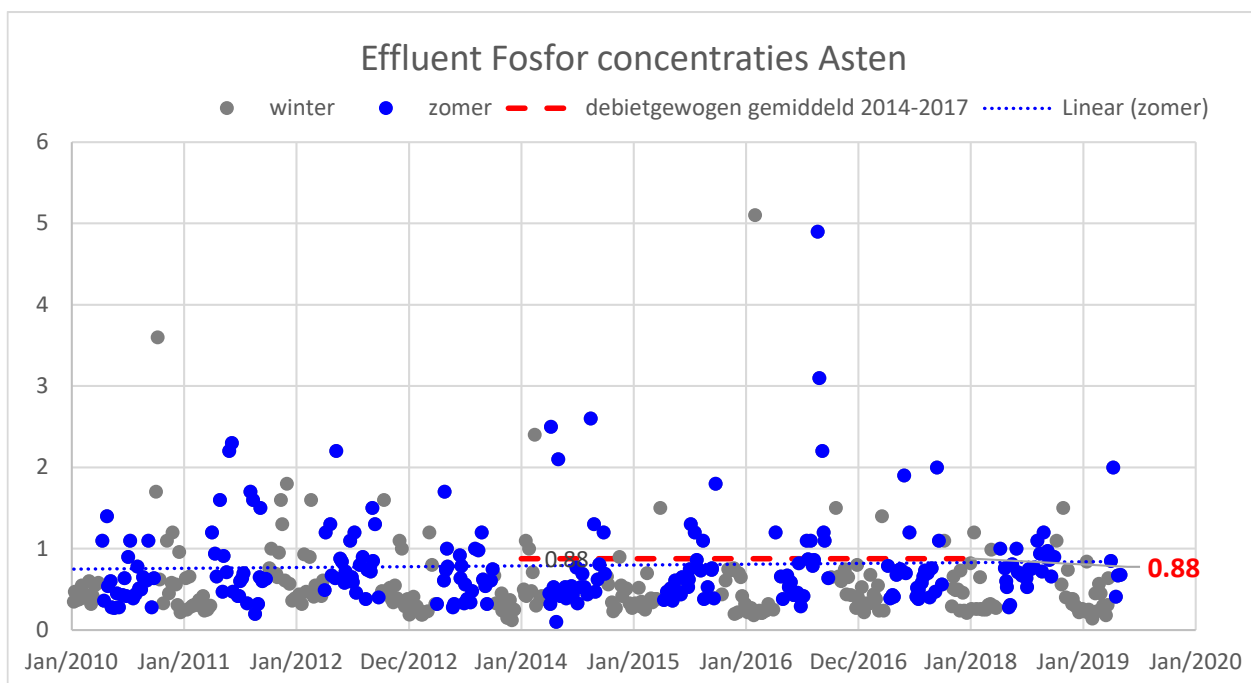
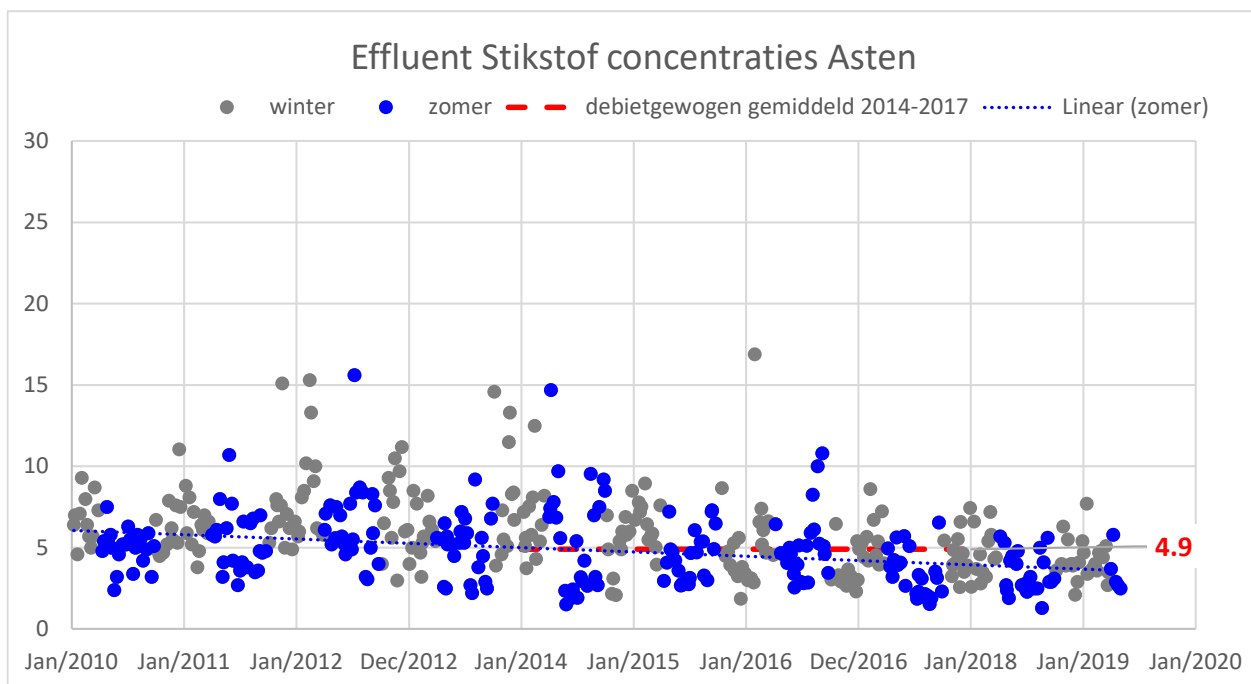
Berekende herkomst fosforbelasting zomerhalfjaar 2014-2017.

bron: KRW-ECHO april 2022 Maasmodel		Belasting Fosfor in ton/zomerhalfjaar																				
ID	Deelgebied	A_bem	H_bem	Bodem	Depositie_L	Kwel	Infiltratie	uitspoeling natuurgrond	Rwzi	erfafspoeling	meemesten	sloten	glastuinbouw	Industrie	overstort	regenwater	overige (iba's, recreatie e.a.)	depositie op water	Buitenland	Inlaat_R	Afwenteling	Totaal
1	Aa bij Helmond	0.00	0.01	0.01	0	0.00	0.00	0.02	8.69	0.01	0.00	0	0.00	0.03	0.02	0.00	0	0	0	2.7	11.5	
3	Aa van Gemert tot Den Bosch	0.16	0.22	0.34	0	0.04	0.00	0.05	6.09	0.23	0.00	0.01	0.00	0.06	0.08	0.00	0	0	0	23.0	30.3	
4	Aa vanaf Eeuwselse Loop tot Helmond	0.09	0.25	0.17	0	0.01	0.00	0.03	2.22	0.05	0.00	0.09	0.00	0.01	0.01	0.00	0	0	0	9.7	12.7	
5	Aa, Eeuwselse Loop en Kievitsloop	1.21	1.42	1.02	0	0.03	0.01	0.44	0.29	0.33	0.01	0.25	0.00	0.04	0.07	0.01	0	0	0	0	5.1	
9	Astense Aa en Soeloop	0.19	0.76	0.55	0	0.04	0.00	0.21	0	0.17	0.00	0.04	0	0.02	0.02	0.00	0	0	0	1.0	3.0	
10	Bakelse Aa, Oude Aa en Kaweise Loop	0.47	2.33	1.35	0	0.06	0.00	0.19	0	0.38	0.00	0.05	0	0.06	0.05	0.01	0	0	0	1.2	6.2	
14	Bedijkte Maas	0.06	0.01	0.09	0	0.01	0.00	0.05	4.96	0.12	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0	0	0	472.1	477.5	
15	Beekerloop	0.03	0.05	0.08	0	0.00	0.00	0.02	0	0.06	0.00	0	0	0.01	0.01	0.00	0	0	0	0	0.3	
16	Beekgraaf	0.16	0.09	0.11	0	0.01	0.00	0.02	0	0.13	0.00	0.07	0	0.03	0.05	0.00	0	0	0	0	0.7	
21	Beneden Maas	0.04	0.01	0.07	0	0.01	0.00	0.01	0	0.06	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.00	0	0	0	525.2	525.5	
23	Biezenloop	0.19	0.30	0.40	0	0.09	0.00	0.11	0	0.25	0.00	0.01	0.00	0.08	0.10	0.01	0	0	0	0	1.6	
34	Dieze	0.02	0.02	0.05	0	0.01	0.00	0.04	13.97	0.09	0.00	0.01	0.00	0.25	0.33	0.02	0	0	0	65.9	80.7	
35	Drongelens kanaal	0.07	0.09	0.11	0	0.01	0.00	0.10	0	0.19	0.00	0.02	0.01	0.08	0.40	0.01	0	0	0	44.9	46.0	
36	Dungense Loop	0.41	0.33	0.24	0	0.14	0.00	0.05	0	0.15	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	0.01	0	0	0	0	1.4	
39	Esperloop en Snelle Loop	0.12	0.25	0.26	0	0.03	0.00	0.04	0	0.18	0.00	0.01	0	0.03	0.05	0.00	0	0	0	0.5	1.5	
50	Goorloop tot aan Wilhelminakanaal	0.14	0.26	0.27	0	0.01	0.00	0.22	0	0.14	0.00	0.02	1.15	0.06	0.11	0.08	0	0	0	0	2.5	
51	Goorloop, Boerdonkse Aa en Aa van Helmond	0.10	0.39	0.36	0	0.03	0.00	0.07	0	0.21	0.00	0.11	0.54	0.07	0.08	0.00	0	0	0	12.9	14.9	
52	Graafse Raam, Lage Raam, Peelkanaal ea	1.74	1.24	0.52	0	0.14	0.00	0.15	0.22	0.30	0.00	0.03	0.00	0.04	0.05	0.01	0	0	0	4.5	9.0	
58	Groote Wetering	0.76	1.16	0.89	0	0.37	0.00	0.17	2.21	0.43	0.00	0.00	0	0.06	0.07	0.01	0	0	0	0.6	6.7	
61	Halsche Beek en Hooge Raam	0.17	0.12	0.17	0	0.02	0.00	0.03	0	0.18	0.00	0.02	0.00	0.02	0.03	0.01	0	0	0	0	0.8	
63	Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.	0.88	0.72	1.74	0	0.35	0.03	0.14	15.66	0.69	0.02	0.02	0.00	0.26	0.31	0.03	0	0	0	1.7	22.5	
69	Kleine Aa	0.05	0.28	0.21	0	0.02	0.00	0.03	0	0.10	0.00	0.30	0.02	0.04	0.05	0.00	0	0	0	0	1.1	
72	Kleine Wetering	0.10	0.25	0.12	0	0.05	0.00	0.03	0	0.05	0.00	0.00	0	0.01	0.01	0.00	0	0	0	0	0.6	
73	Koningsvliet Oost	0.12	0.21	0.49	0	0.09	0.01	0.13	0	0.10	0.00	0.00	0.00	0.04	0.06	0.01	0	0	2.09	0	3.3	
74	Koningsvliet West	0.20	0.21	0.49	0	0.15	0.01	0.06	0	0.15	0.01	0.38	0.05	0.07	0.15	0.01	0	0	1.25	2.4	5.6	
77	Lage Raam gegraven	0.18	0.23	0.23	0	0.04	0.00	0.02	0	0.16	0.00	0.01	0	0.01	0.02	0.00	0	0	0	0.1	1.0	
78	Landmeersche Loop	0.07	0.03	0.05	0	0.01	0.00	0.01	0	0.07	0.00	0.01	0	0.01	0.01	0.00	0	0	0	0	0.3	
79	Ledeackerse Beek en St Anthonisloop	0.17	0.25	0.19	0	0.03	0.00	0.02	0	0.12	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0	0	0	0	0.8	
81	Leijgraaf	0.55	0.53	0.50	0	0.12	0.00	0.05	0	0.09	0.00	0.56	0	0.04	0.17	0.03	0	0	0	0	2.6	
85	Lorregraaf en andere M1 waterlopen	0.23	0.08	0.42	0	0.01	0.01	0.02	0	0.16	0.00	0.01	0	0.01	0.01	0.00	0	0	0	0	1.0	
93	Midden Limburgse en Noord-Brabantse Kanaal	0.01	0.05	0.04	0	0.00	0.00	0.02	7.21	0.03	0.00	0	0.00	0.02	0.01	0.03	0	7.11	0	18.1	32.7	
98	Munsche Wetering	0.07	0.09	0.15	0	0.04	0.00	0.03	0	0.14	0.00	0.01	0	0.04	0.04	0.00	0	0	0	0	0.6	
101	Oploosche Molenbeek, Oeffeltsche Raam ea	0.35	0.38	0.49	0	0.06	0.00	0.09	0	0.28	0.00	0.02	0.02	0.07	0.03	0.01	0	0	0	0.3	2.1	
104	Peelkanaal/Defensiekanaal ea	0.57	0.37	0.27	0	0.08	0.00	0.03	0	0.24	0.00	0.03	0.00	0.02	0.04	0.00	0	0	0	0.7	2.3	
105	Peelse Loop	0.18	0.13	0.16	0	0.02	0.00	0.07	0	0.25	0.00	0.03	0	0.02	0.05	0.00	0	0	0	1.1	2.0	
114	Sambeekse Uitwatering + Lactariabeek	0.43	0.44	0.34	0	0.07	0.00	0.04	0	0.19	0.00	0.02	0.00	0.02	0.03	0.01	0	0	0	0.0	1.6	
118	St Jansbeek	0.07	0.08	0.13	0	0.00	0.00	0.03	0	0.07	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0.4	
119	Stads-Aa	0.06	0.03	0.04	0	0.02	0.00	0.01	0	0.04	0.00	0	0.00	0.04	0.05	0.00	0	0	0	35.5	35.8	
123	Tochtsloot	0.02	0.01	0.05	0	0.01	0.00	0.01	0	0.04	0.00	0	0.00	0.01	0.00	0.00	0	0	0	0	0.2	
126	Tovensche Beek	0.02	0.02	0.03	0	0.01	0.00	0.03	0	0.04	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0.2	
131	Voordeldonkse Broekloop	0.15	0.40	0.32	0	0.03	0.00	0.03	0	0.10	0.00	0.24	0	0.02	0.02	0.00	0	0	0	0	1.3	
132	Wambergse Beek	0.14	0.74	0.18	0	0.10	0.00	0.02	0	0.06	0.00	0.00	0	0.02	0.02	0.00	0	0	0	0	1.3	
139	Zuid-Willemsvaart Traverse Helmond	0.01	0.10	0.07	0	0.00	0.00	0.01	0	0.02	0.00	0.08	0.10	0.02	0.01	0.00	0	0	0	0	0.4	

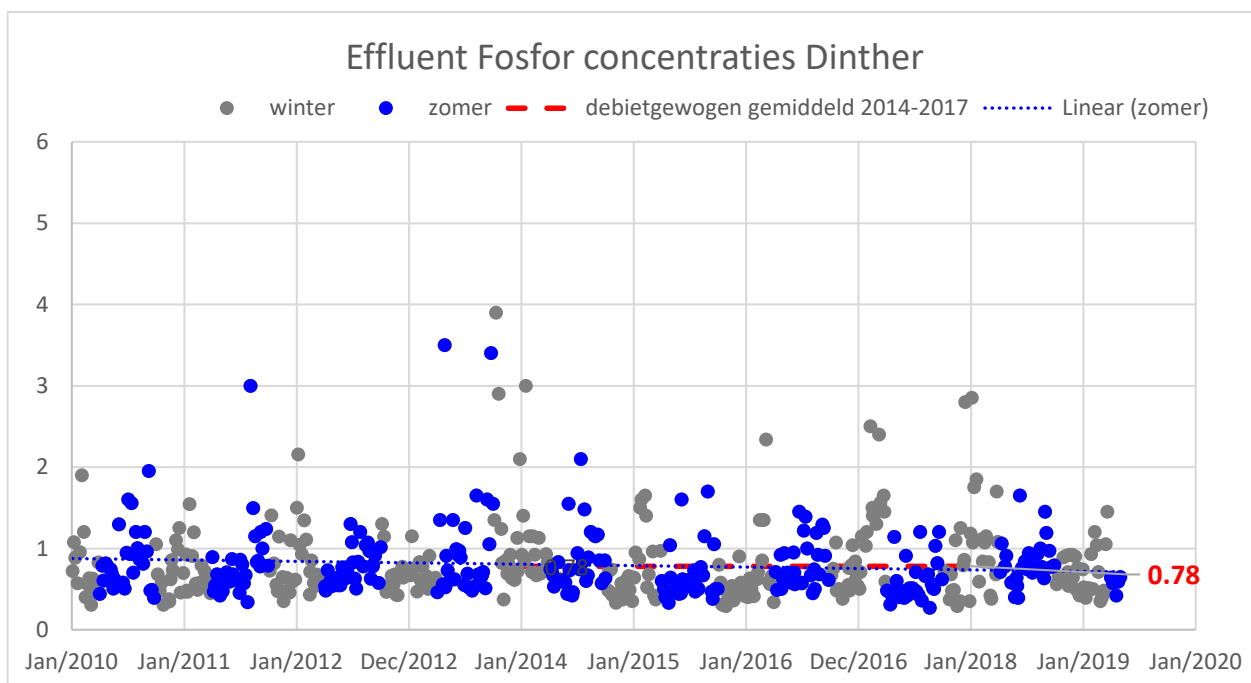
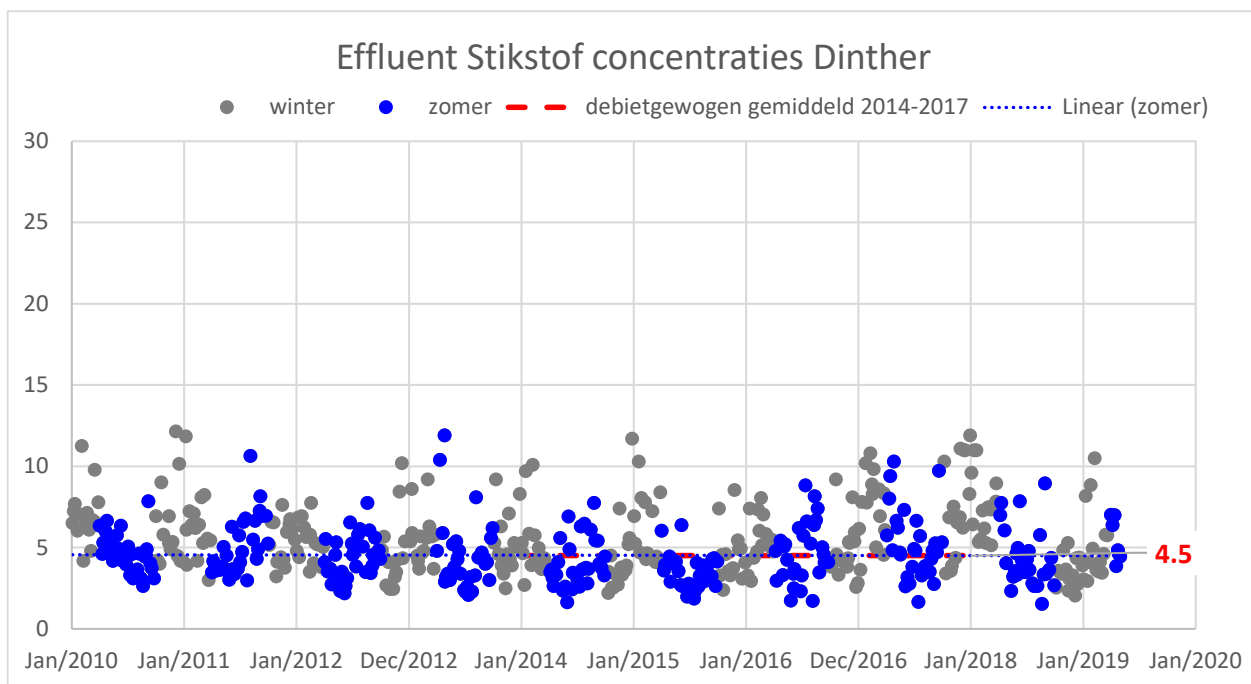
Bijlage 2 RWZI-effluentconcentraties



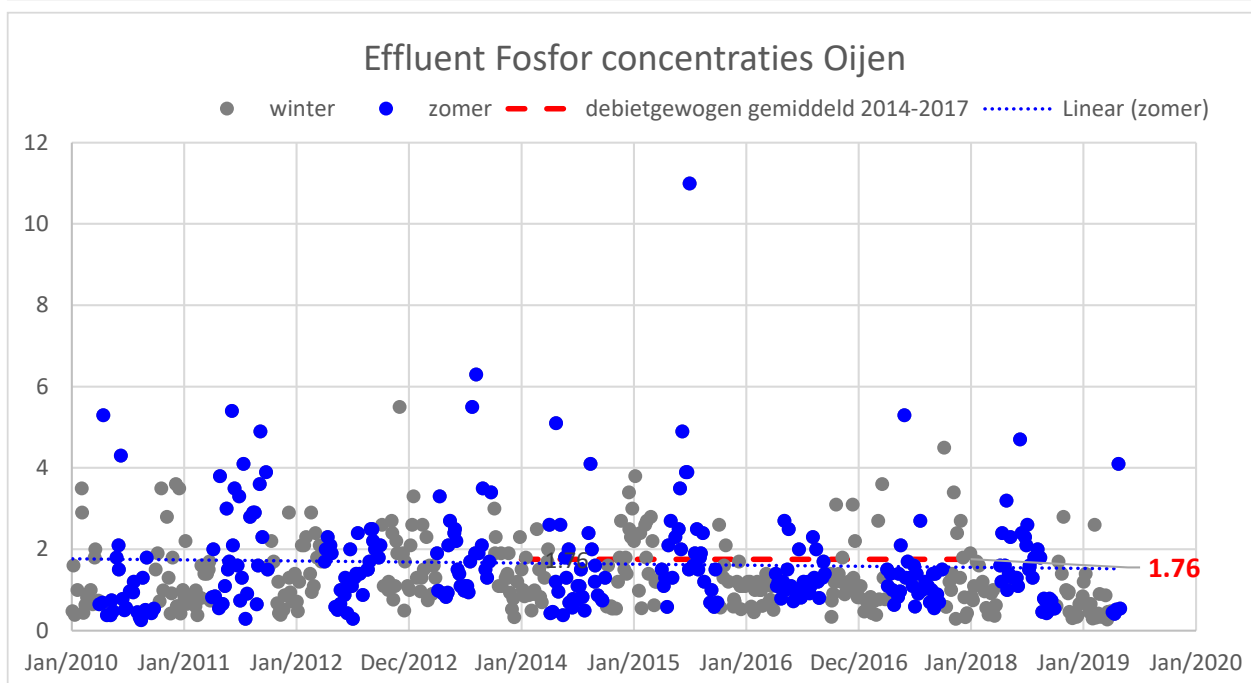
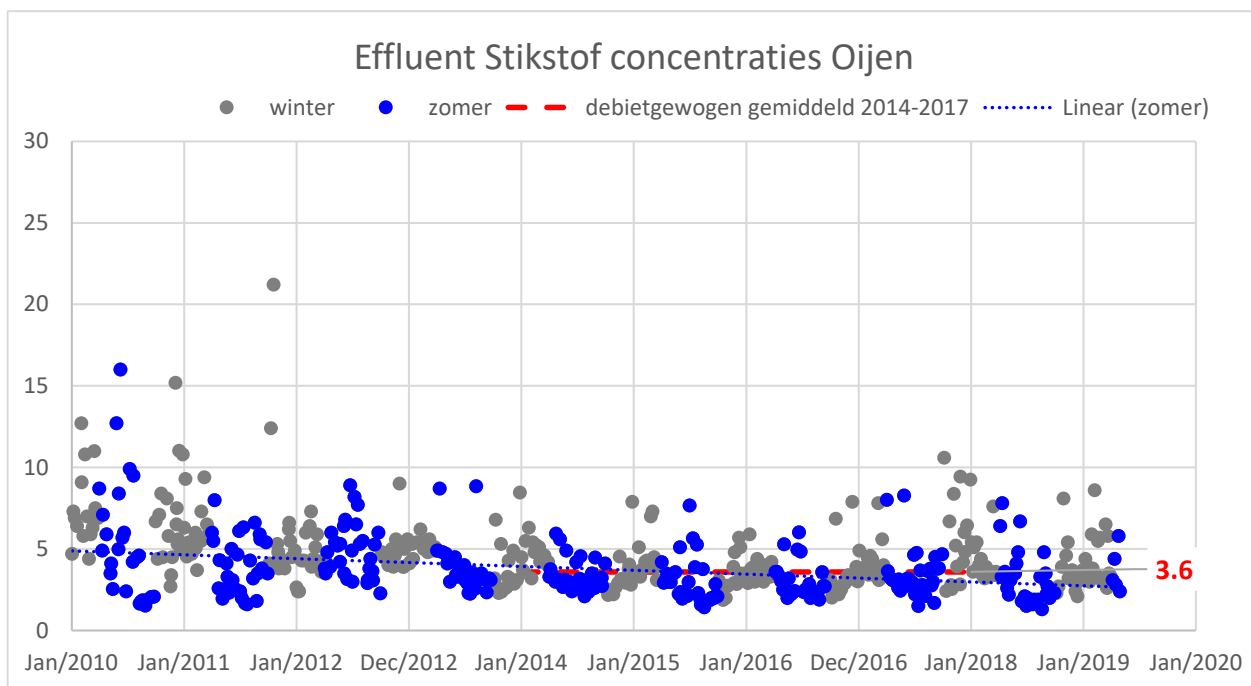
Gemeten effluentconcentraties RWZI Aarle-Rixtel voor stikstof (mgN/L, boven) en fosfor (mgP/L, onder). De debiet-gewogen gemiddelde concentraties in die periode zijn rood geduid. In de periode 2010-2013 waren de debiet-gewogen concentraties hoger, namelijk respectievelijk 7,5 mgN/L en 0,91 mgP/L.



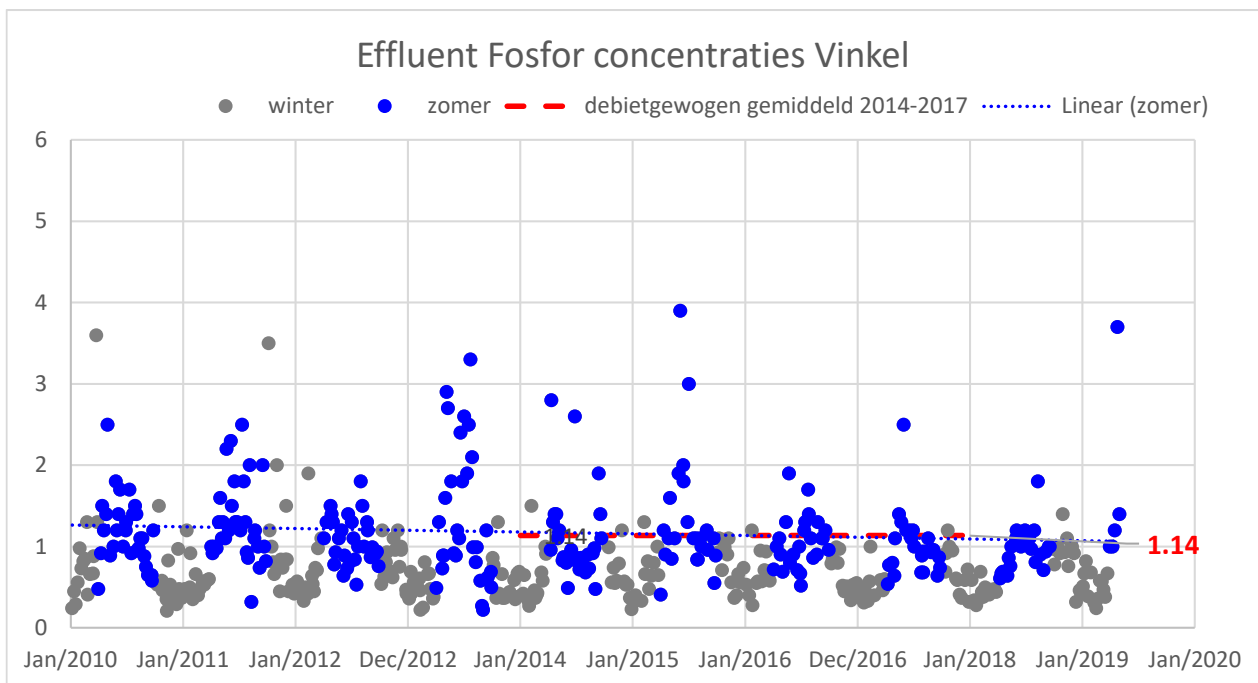
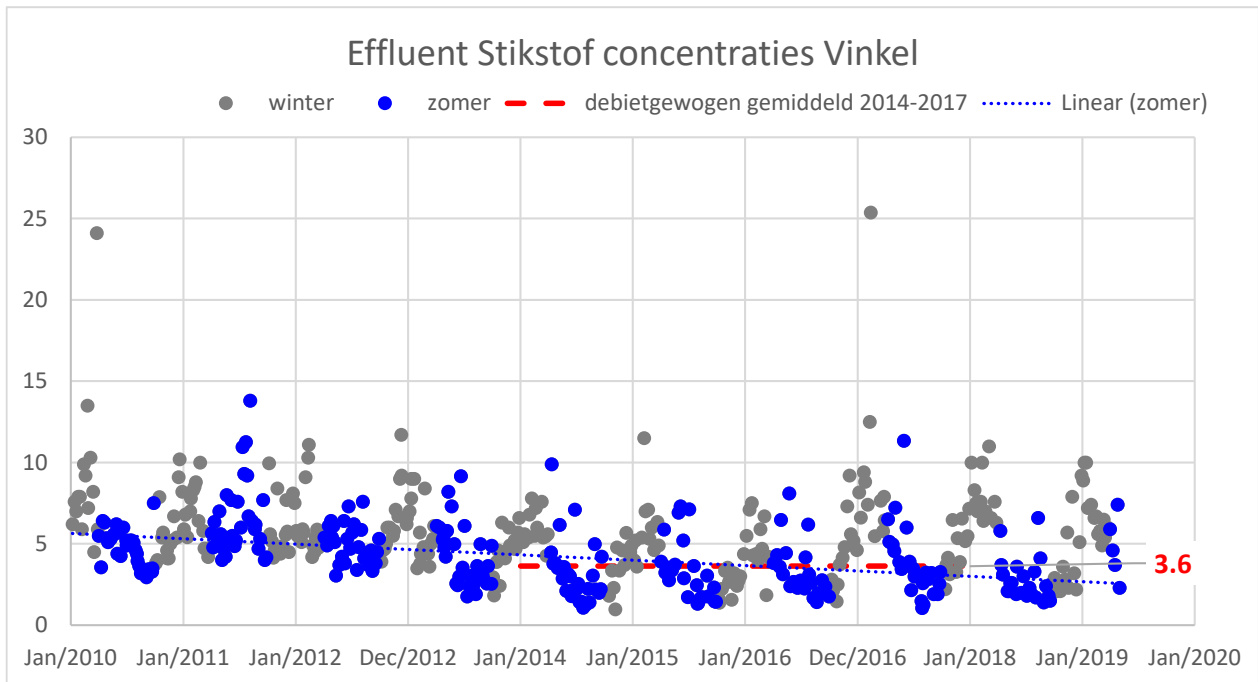
Gemeten effluentconcentraties RWZI Asten voor stikstof (mgN/L, boven) en fosfor (mgP/L, onder). De debiet- gewogen gemiddelde concentraties in die periode zijn rood geduid. In de periode 2010-2013 waren de debiet-gewogen concentraties van stikstof hoger, namelijk respectievelijk 5,7 mgN/L en van fosfor iets lager, namelijk 0,83 mgP/L.



Gemeten effluentconcentraties RWZI Dinther voor stikstof (mgN/L, boven) en fosfor (mgP/L, onder). De debiet-gewogen gemiddelde concentraties in die periode zijn rood geduid. In de periode 2010-2013 waren de debiet-gewogen concentraties hoger, namelijk respectievelijk 5,0 mgN/L en 0,97 mgP/L.



Gemeten effluentconcentraties RWZI Oijen voor stikstof (mgN/L, boven) en fosfor (mgP/L, onder). De debiet-gewogen gemiddelde concentraties in die periode zijn rood geduid. In de periode 2010-2013 waren de debiet-gewogen concentraties hoger, namelijk respectievelijk 5,0 mgN/L en 1,85 mgP/L.



Gemeten effluentconcentraties RWZI Vinkel voor stikstof (mgN/L, boven) en fosfor (mgP/L, onder). De debiet-gewogen gemiddelde concentraties in die periode zijn rood geduid. In de periode 2010-2013 waren de debiet-gewogen concentraties hoger, namelijk respectievelijk 5,6 mgN/L en 1,27 mgP/L.

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3243
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3243
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

