

Relatie afvoer Maas en Rijn en waterkwaliteitsproblemen met oog op drinkwaterbereiding



Relatie afvoer Maas en Rijn en waterkwaliteitsproblemen met oog op drinkwaterbereiding

Auteur(s)

Nienke Kramer

Kevin Ouwerkerk

Relatie afvoer Maas en Rijn en waterkwaliteitsproblemen met oog op drinkwaterbereiding

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	de heer J. Hin
Referenties	
Trefwoorden	waterkwaliteit, drinkwater, innamebeperkingen, afvoeren Rijn en Maas




Documentgegevens

Versie	0.1
Datum	12-12-2023
Projectnummer	11209246-011
Document ID	11209246-011-BGS-0003
Pagina's	97
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Nienke Kramer	
	Kevin Ouwerkerk	

Gebruik van deze tabel is voor de controle van de juiste uitvoering door Deltares van de opdracht. Ieder ander klantgebruik en externe verspreiding is niet toegestaan.

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
0.1	Nienke Kramer 	Erwin Meijers 	Sophie Moinier 

Samenvatting

Uit de rivierdossiers waterwinningen Maas en Rijndelta (Arcadis, 2019) blijkt dat concentraties van verontreinigende stoffen en chloride toenemen bij lage rivierafvoeren. Bij laagwater moet immers dezelfde vracht over minder water worden verdeeld, waardoor hogere concentraties optreden. Voorliggend rapport gaat in op de relatie tussen de afvoer van de Rijn enerzijds en de Maas anderzijds en het optreden van problemen met de waterinname voor drinkwaterbedrijven.

De waterkwaliteit van de Rijn en de Maas wordt beïnvloed door de stoffen die in het water zitten. Of een bepaalde stof een relatie heeft met de grootte van de rivierafvoer zal afhangen van de emissieroutes, het type lozing (continu/seizoen afhankelijk/incidenteel), de persistentie (halfwaardetijd) van de stof en de adsorptie-eigenschappen. In dit rapport zijn per gebruikerscategorie (ofwel emissieroute) representatief geachte stoffen geselecteerd binnen de groepen bestrijdingsmiddelen (isoproturon, glyfosaat, AMPA), industriechemicaliën (MTBE, PFOA, PFOS, EDTA en 1,4-dioxaan), medicijnresten (jomeprol en totaal metformine) en natuurlijke parameters (temperatuur, chloride, mosselmonitor). Vervolgens zijn de tijdseries en de relatie tussen afvoer en concentratie voor de periode 2000-2020 in beeld gebracht voor verschillende Maas locaties (Eijsden, Roosteren, Heel, Brakel, Keizersveer) en Rijn locaties (Lobith, Nieuwegein, Nieuwersluis en Haringvliet). En is er gekeken of er voor deze stoffen in het verleden innamestops zijn geweest en of dit te maken had met laagwater en/of een calamiteit.

In dit rapport zijn de tijdseries en correlatieplots voor alle locaties weergegeven. De tijdseries voor alle locaties geven inzicht hoe de concentraties zich in benedenstroomse richting veranderen. Bij de correlatieplots is met name aandacht besteed aan de locaties Keizersveer, Heel, Roosteren, Eijsden en Lobith. Op de overige locaties wordt een mogelijke relatie verstoord door lange looptijden, verblijftijden, overige factoren en/of operationeel beheer.

Bestrijdingsmiddelen

Bestrijdingsmiddelen worden op de gewassen gespoten die zich op het land bevinden, de voornaamste route naar het oppervlaktewater is via uit- en afspoeling in navolging van neerslag. De bestrijdingsmiddelen zullen dus vertraagd in het oppervlaktewater terecht komen. De onderzochte stoffen (isoproturon en glyfosaat) laten voor alle locaties dan ook geen sterke relatie met de afvoer zien. Daarnaast geldt dat de vracht niet constant is over het jaar. Bestrijdingsmiddelen spoelen met name uit in de toepassingsperiode. AMPA, laat voor verschillende locaties (Eijsden, Heel, Roosteren en Keizersveer) wel een sterkere relatie zien met de afvoer. AMPA is zowel een afbraakproduct van glyfosaat als een afbraakproduct van koelwateradditieven die in de industrie worden gebruikt, die meer constant worden geloosd.

Industriechemicaliën

De industrie heeft meestal een constante lozing, daarom wordt een sterke correlatie met rivierafvoer verwacht. Voor de onderzochte stoffen (MTBE, PFOA, PFOS, EDTA en 1,4-dioxaan) zijn er voor Eijsden en/of Lobith relaties waar te nemen. De relaties kunnen voor de meeste stoffen en locaties alleen aangetoond worden door naar een korte periode in de tijdreeks te kijken. De meetgegevens zijn namelijk onderhevig aan onder andere veranderende rapportagegrenzen en verandering van emissies.

Medicijnresten

De emissieroute van medicijnresten loopt via RWZI's. Voor de medicijnen waarvan het gebruik niet seizoensgebonden is, wordt hier een constante vracht verwacht, en daarmee een relatief constante lozing op de rivier. Bij de onderzochte stoffen (jomeprol en totaal metformine) is deze hypothese niet bevestigd. Literatuur laat zien dat het afbraakproces van totaal metformine al start in het riool. Omdat dit proces sneller gaat in de zomer dan in de winter is de vracht niet constant over het jaar. Dit seizoenspatroon verstoort de relatie tussen afvoer en concentratie. Ook bij jomeprol is dit een mogelijke oorzaak. Een andere oorzaak die bij jomeprol zou kunnen spelen is het 'first flush' effect. Tijdens droogte blijven medicijnresten langer in het rioolsysteem hangen en worden dan met hevige regenval doorgespoeld of komen via de riooloverstorten in het oppervlaktewater terecht.

Natuurlijke parameters

De watertemperatuur heeft een sterke relatie met de buitentemperatuur en een zwakke relatie met de afvoer. Lage afvoeren kunnen namelijk ook in de winter optreden (zoals december 2018). Verder komt naar voren dat de chlorideconcentraties bij Lobith en Eijsden een relatie hebben met de afvoer. Om de concentraties te voorspellen kan gebruikt worden gemaakt van het regressiemodel van KWR (2021), waar ook andere parameters zoals de maand en de dag van de week worden meegenomen.

De chloride concentraties bij Haringvliet, Andijk, Brakel en Gat van Kerksloot (Keizersveer) en Nieuwegein zijn naast de afvoer (minder tegendruk zou en hogere achtergrondconcentraties) ook afhankelijk van veel andere factoren zoals stormopzet, schutdebieten van naburige zeesluizen en sturing van het water. Als laatste laat de mosselmonitor bij Heel geen relatie zien met de afvoer bij Eijsden.

Eerdere studies (o.a. Van Vliet en Zwolsman 2008) laten zien dat de waterkwaliteit negatief wordt beïnvloed door zomerdroogte. De afname in waterkwaliteit tijdens zomerdroogte is zowel gerelateerd aan de hoge watertemperaturen (bijvoorbeeld stijging van de primaire productie) als de lage afvoeren (beperkte verdunning van puntbronnen). Wanneer we alleen naar de afvoeren kijken, dan vinden we, zoals hierboven beschreven, alleen bij enkele industriechemicaliën en de achtergrondconcentraties van chloride een directe relatie met de afvoer. Bij veel andere stoffen is er geen relatie gevonden, er spelen daar meerdere processen; 1) het afbraakproces is afhankelijk van de watertemperatuur, 2) tijdens een laagwaterperiode is er vaak weinig neerslag en dus minder uitspoeling, 3) de emissies zijn afhankelijk van de toepassingsperiode. Het is dan ook niet triviaal dat er tijdens laagwater ook echt meer innamestops te verwachten zijn. Dit neemt niet weg dat bij calamiteiten de grootte van de afvoer wel degelijk van belang is, tijdens lage afvoeren hebben emissies voor een langere periode impact op de waterkwaliteit en daarmee op de duur van de innamestops.

Richting de toekomst is de voorspelling van het KNMI dat laagwatersituaties vaker zullen voorkomen. Naast de afvoer zal het aantal innamestops en de duur ervan afhankelijk zijn van de emissies, de temperatuur van het water, de mogelijkheden voor nazuivering en het optreden van calamiteiten

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Aanleiding	8
1.2	Doel	8
1.3	Aanpak en leeswijzer	8
1.4	Uitgangspunten	9
1.5	Terminologie	9
2	Selectie stoffen/parameters	10
2.1	Inleiding	10
2.2	Literatuuronderzoek	10
2.3	Emissieroutes per gebruikerscategorie	10
2.4	Gedegen analyse mogelijk?	12
2.5	Selectie stoffen/parameters	13
2.6	Hypotheses	14
3	Meetgegevens verzamelen	16
3.1	Inleiding	16
3.2	Tijdseries waterkwaliteit en locaties	16
3.3	Rapportagegrenzen	19
3.4	Tijdseries waterkwantiteit	19
3.5	Droogte-indices	19
4	Bestrijdingsmiddelen	21
4.1	Inleiding	21
4.2	Isoproturon	21
4.3	Glyfosaat	25
4.4	AMPA	29
4.5	Conclusies	32
5	Industriechemicaliën	33
5.1	Inleiding	33
5.2	MTBE	33
5.3	PFOA en PFOS	35
5.4	EDTA	40
5.5	1,4-Dioxaan	44

5.6	Conclusies	47
6	Medicijnresten	48
6.1	Inleiding	48
6.2	Totaal metformine	48
6.3	Jomeprol	52
6.4	Conclusie	55
7	Natuurlijke parameters	56
7.1	Inleiding	56
7.2	Chloride	56
7.2.1	Achtergrondconcentraties Lobith en Eijsden	56
7.2.2	Haringvliet	57
7.2.3	Nieuwe Maas en Lekmonding	59
7.2.4	Nieuwersluis	59
7.2.5	Andijk	60
7.3	Watertemperatuur	60
7.4	Mosselmonitor	65
7.5	Conclusie	67
8	Conclusies	68
9	Referenties	71
A	Samenvatting begeleidingsgroep 8 april 2022	75
B	Definities	78
C	Droogte-indices	80
D	Stoffen analyse	81
E	Correlatieplots	82
E.1	Isoproturon	82
E.2	PFOS en PFOA	83
E.3	EDTA	85
F	Recente innamebeperkingen waterwinning	87
F.1	Recente innamebeperkingen	87
F.2	Nieuwegein	88
F.3	Andijk	89
F.4	Haringvliet	91
F.5	Heel	91
F.6	Brabantse Biesbosch	92
F.7	Brakel	94

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Uit de rivierdossiers waterwinningen Maas en Rijndelta (Arcadis, 2019) blijkt dat concentraties van verontreinigende stoffen, chloride en de watertemperatuur toenemen bij lage rivierafvoeren. Er ontbreekt echter goed inzicht in de relatie tussen de afvoer van de Rijn enerzijds en de Maas anderzijds en het optreden van problemen met de waterinname voor drinkwaterbedrijven. Dit inzicht is nodig om beter te kunnen anticiperen met het water(kwaliteits)beheer en emissiebeheer. Naar de toekomst toe zal dit nog urgenter worden aangezien de KNMI-klimaatscenario's aangeven dat lage Rijn- en Maasafvoeren in de toekomst vaker voor kunnen komen.

Dit onderzoek maakt deel uit van de uitvoeringsprogramma's bij de rivierdossiers waterwinningen Rijndelta en Maas (RWS, 2021a en b). De studie is uitgevoerd in de periode 2022-2023. Voor het project is door RWS-WVL een begeleidingsgroep geformeerd met vertegenwoordigers van de drinkwatersector. De begeleidingsgroep bestaat uit:

- Eddy Yedema (Waternet)
- Peter van Diepenbeek (WML)
- Gertjan Zwolsman (Dunea)
- Astrid Fischer (Evides)
- Koen Zuurbier (PWN)
- André Bannink (RIWA-Maas)
- Thomas Oomen (RIWA-Maas)
- Rozemarijn Neefjes (RIWA-Rijn)
- Carmen Hogendoorn (RWS-WVL)
- Erwin Slingerland (RWS-WVL)
- John Hin (RWS-WVL)
- Jasper Schürgers (RWS-ZN)
- Roel Kwanten (RWS-ZN)

1.2 Doel

Doel van deze studie is om te bepalen welke invloed lage Rijn- en Maasafvoeren in de afgelopen 20 jaar hebben gehad op de concentraties van stoffen die relevant zijn voor de geschiktheid van het rivierwater als bron voor de drinkwatervoorziening. Daarbij is het interessant om te zien bij welke afvoeren er problemen ontstaan voor de inname.

1.3 Aanpak en leeswijzer

Hoofdstuk 2 van dit rapport gaat in op het selecteren van stoffen/parameters die representatief zijn voor een grotere stofgroep. Per stofgroep is aan de hand van de emissieroutes een hypothese met betrekking tot de relatie tussen afvoer en concentratie opgesteld. Hoofdstuk 3 gaat in op het verzamelen van de meetgegevens. Vervolgens worden de hypothesen getest (hoofdstukken 4 t/m 7). Naast het achterhalen of er een relatie is tussen de aangetroffen concentraties van de indicatoren en het debiet worden (indien van toepassing) ook de volgende vragen behandeld: hoe vaak zijn de normen in het verleden overschreden (vanaf 2000)? En is er destijds inderdaad een innamestop of -beperking geweest? En op de vraag wat er bekend is over de betreffende situatie: betrof het een calamiteit?

Zijn er voor dezelfde stof ook innamestops of -beperkingen geweest bij hoge(re) afvoeren? Het rapport sluit af met conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 8).

1.4 Uitgangspunten

- De analyseperiode loopt van 2000 t/m 2020.
- Deze studie focust zich op waterkwaliteitsproblemen tijdens laagwatercondities, problemen naar aanleiding van hoogwater en troebelheid worden dus niet geanalyseerd.
- De laagwatersituaties worden primair beschreven op basis van de afvoer bij de grens (Lobith en Eijsden) en Megen.
- Deze studie richt zich op de relatie tussen afvoer en concentratie. Hierbij wordt het gehele jaar in beschouwing genomen. Daarbij moet bedacht worden dat een laagwater die samenvalt met een warme periode andere effecten heeft op de waterkwaliteit dan een laagwaterperiode die in de winter valt.
- In dit rapport zijn de tijdseries en correlatieplots voor alle locaties weergegeven. De tijdseries voor alle locaties geven inzicht hoe de concentraties zich in benedenstroomse richting veranderen. Bij deze plots is met name aandacht besteed aan de locaties Keizersveer, Eijsden en Lobith. De overige locaties wordt een relatie verstoord door lange looptijden, verblijftijden en/of sturing.
- Bij verzilting wordt met name ingegaan op interne verzilting, er wordt slechts kort ingegaan op de processen die spelen bij externe verzilting.

1.5 Terminologie

Om de drinkwaterkwaliteit te waarborgen zijn er diverse wetten en regels vastgesteld. Als het gaat om innamebeperkingen dan is met name de **Drinkwaterregeling** van belang.

De Drinkwaterregeling (2011) geeft in bijlage 5a specifieke kwaliteitseisen aan het oppervlaktewater dat gebruikt wordt voor de productie van drinkwater. Deze **kwaliteitseisen** zijn getalsmatig gelijk aan de **milieukwaliteitseisen (MKE)** voor innamepunten van oppervlaktewater in bijlage III van het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009 (Bkmw 2009). Het Bkmw vormt de nationale implementatie van de kwaliteitsdoelstellingen van de Europese kaderrichtlijn water.

Naast de MKE's uit het Bkmw 2009 zijn er **drinkwaternormen en drinkwaterrichtwaarden**. Drinkwaterrichtwaarden zijn niet wettelijk vastgelegde waarden. Deze drinkwaterrichtwaarde geeft voor een individuele stof een gezondheidskundig onderbouwde veilige risicogrens aan voor een drinkwaterbron of drinkwater.

Voor antropogene stoffen waarvoor in de Drinkwaterregeling geen kwaliteitseis voor oppervlaktewater als drinkwaterbron is opgenomen, wordt in bijlage 5b van de Drinkwaterregeling een signaleringsparameter met een waarde van 1,0 µg/l gebruikt. Omdat het woord parameter in dit verband verwarrend werkt, wordt in dit rapport gesproken van een **signaleringswaarde van 1,0 µg/l**.

In bijlage C is op alfabetische volgorde een begrippenlijst opgenomen van drinkwaterdefinities, wettelijke kaders en overige termen en afkortingen.

2 Selectie stoffen/parameters

2.1 Inleiding

De waterkwaliteit van de Rijn en de Maas wordt beïnvloed door de stoffen die in het water zitten en verschillende natuurlijke eigenschappen (temperatuur, chloridegehalte, zuurstofgehalte) hebben. Of een bepaalde stof een relatie heeft met de grootte van de rivierafvoer zal afhangen van de emissieroutes, het type lozing (continu/seizoen afhankelijk/incidenteel), de persistentie (halfwaardetijd) van de stof en de adsorptie-eigenschappen. In deze paragraaf zijn stoffen geselecteerd die representatief zijn voor de gebruikerscategorie waartoe ze behoren. Daarnaast is er op gelet of er voldoende meetgegevens van deze stof zijn om een gedegen analyse op uit te voeren.

2.2 Literatuuronderzoek

Het effect van warme droge zomers op de waterkwaliteit is in het verleden al uitvoerig onderzocht. De resultaten zijn gepubliceerd in diverse H₂O-artikelen (Van Vliet en Zwolsman 2007, Zwolsman en van Vliet 2007, Bokhoven en Zwolsman 2007) en in peer reviewed journals (Zwolsman en Bokhoven 2007, Van Vliet en Zwolsman 2008). In deze studies is steeds gebruik gemaakt van een dataset van slechts drie jaar (bijv. 1975 t/m 1977, of 2002 t/m 2004), waarin het middelste jaar het droogtejaar is, en de omliggende jaren de referentiejaar zijn (met hogere afvoeren). Gebleken is dat op een dergelijke tijdschaal voor veel stoffen zinvolle uitspraken kunnen worden gedaan over het effect van een warme zomer met lage afvoeren op de concentratie.

In de genoemde studies is aangetoond dat de waterkwaliteit negatief wordt beïnvloed door zomerdroogte. De afname in waterkwaliteit tijdens zomerdroogte is zowel gerelateerd aan de hoge watertemperaturen (bijvoorbeeld stijging van de primaire productie) als de lage afvoeren (beperkte verdunning van puntbronnen). Van Vliet en Zwolsman (2008) toont aanzienlijke nadelige effecten van lage afvoeren aan met betrekking tot de concentratie opgeloste zuurstof, eutrofiëring, concentraties van belangrijke elementen (chloride en fluoride) en enkele zware metalen en metalloïden (selenium, nikkel en barium). Aan de andere kant is de uitspoeling van stoffen uit het stroomgebied verminderd tijdens droogte, waardoor de belasting van de rivier met nutriënten (met name nitraat) en bestrijdingsmiddelen lager zal zijn. Ook voor reactieve zware metalen (lood, chroom, kwik en cadmium) werd een verlaging van de concentraties gevonden tijdens de droge jaren.

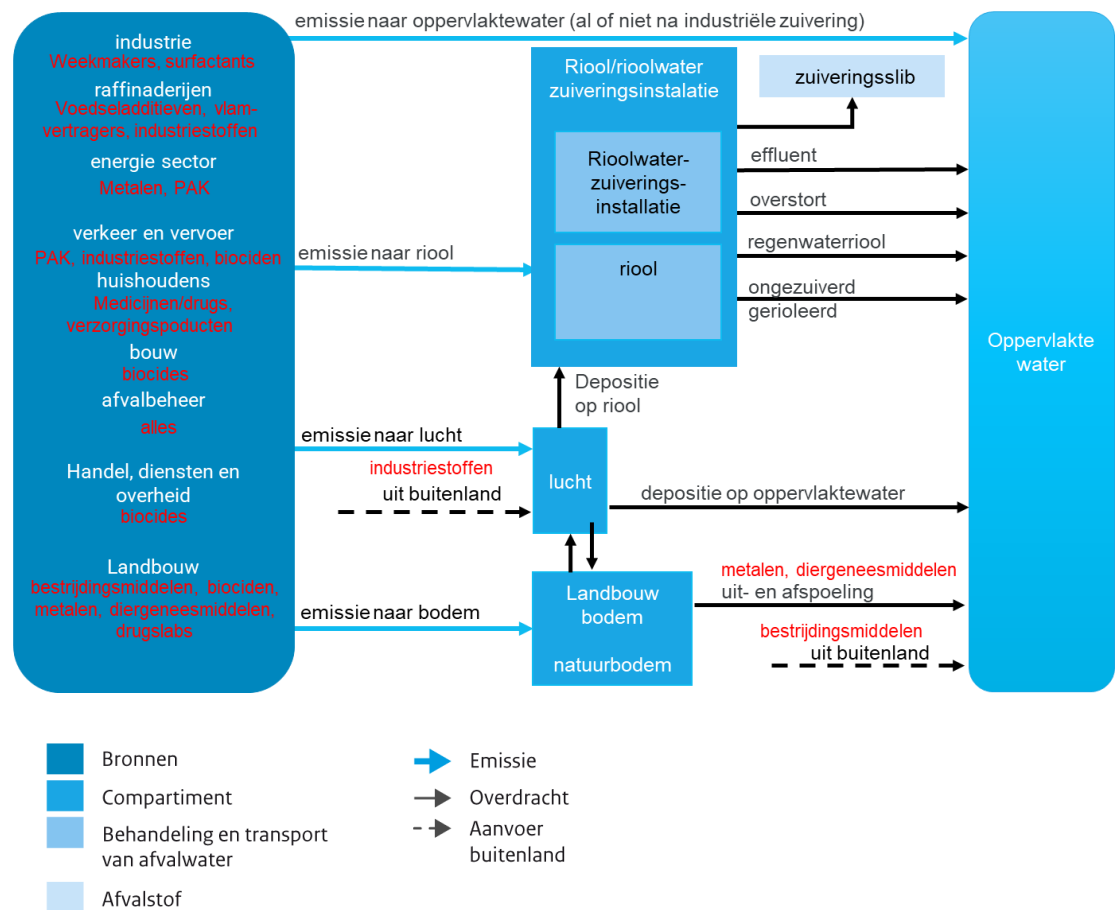
Uit de genoemde studies is elke keer een kort tijdsbestek tussen referentieperiode en bestuurde droogte gebruikt omdat anders veranderingen in gebruik en emissie van de stof het verband kunnen vertroebelen. In de onderliggende studie is een langere periode beschouwd (2000-2010). Dit geeft inzicht in de variatie tussen de jaren en seizoenen en een mogelijke langjarige trend. Daarnaast geldt dat we in deze studie puur naar lage afvoeren kijken (en niet in combinatie met droogte), dus ook de lage afvoeren die in de wintermaanden zijn opgetreden.

2.3 Emissieroutes per gebruikerscategorie

In het NORMAN project (2021-2022) zijn emissieroutes naar het oppervlaktewater in kaart gebracht (zie Figuur 2-1). De genoemde bronnen hebben verschillende emissieroutes naar het oppervlaktewater: emissies direct via het oppervlaktewater, via het riool en de rioolwaterzuivering, via de lucht en via de bodem.

Het figuur is tevens aangevuld met de Norman gebruikerscategorieën, te weten:

- biociden
- desinfectie bijproducten (drinkwater)
- drugs
- brandvertragende middelen
- voedseladditieven
- industriechemicaliën
- producten voor persoonlijke verzorging
- medicijnen
- bestrijdingsmiddelen
- weekmakers
- oppervlakreactieve stoffen (surfactants)
- chemische stofgroepen:
 - metalen
 - polyaromatische koolwaterstoffen (PAK)
- Effectgerichte stofgroepen
 - algen toxines
 - hormoonontregelaars



Figuur 2-1 Emissieroutes per bron en gebruikerscategorie (bron: CBS). De rode tekst is zelf toegevoegd.

2.4 Gedegen analyse mogelijk?

Om de beschikbaarheid van de data te controleren is er op basis van de RIWA- en RWS-databases met stoffen een ranking gemaakt op basis van de volgende criteria:

- P90 van meetreeks > 0,1 µg/l
- Minimaal 10 metingen > LoQ (=rapportagegrens)
- Minimaal 30% van de metingen > LoQ
- Stoffen zijn ingedeeld in 1 gebruikerscategorie

De tabellen met resultaten zijn opgenomen in bijlage D. Wanneer we de resultaten combineren met stofeigenschappen en emissieroutes, dan komen we tot Tabel 2-1. Bij de stofeigenschappen is er onderscheid gemaakt in de P (persistence)-, M (mobility)- en T(toxicity)-score. De persistentie zegt iets over de halfwaardetijd van de stof, ofwel hoe makkelijk een stof afbreekt. En de mobiliteit geeft aan hoe goed een stof oplost in water en daardoor makkelijk met het water mee beweegt. Een stof die goed in water oplost (zoals zouten) zijn lastig te verwijderen uit water, ze blijven namelijk minder goed achter in het bodemmateriaal waardoor water passeert, rivieroeveren of allerlei waterbehandelingsprocessen. De toxiciteit van een stof zegt iets over de effecten voor de menselijke gezondheid.

Tabel 2-1 Resultaten ranking stoffen per stofeigenschap en emissieroute. P=persistentie, M=mobility). Tussen haakjes staat de T-waarde. De dikgedrukt de stoffen die in paragraaf 2.4 zijn geselecteerd. De score is afkomstig van <https://rvszoekstelsysteem.rivm.nl/PmtTool>.

Stofeigenschappen		emissieroutes		
P-score	M-score	Medicijnen/ voedingstoffen → RWZI	Bestrijdingsmiddelen → uit- en afspoeling	Industriële chemicaliën → direct of via RWZI/IAWZI
Heel hoog (>0,5)	Hoog (>0,33 & <0,5)		Metolachloor (0,74)	PFOA (0,61)
	Laag/gematigd (<0,33)			PFOS (0,55)
Hoog (>0,33 & <0,5)	Heel hoog (>0,5)	Sucralose (0,61)		
	Hoog (>0,33 & <0,5)			Melamine (0,61)
	Laag/gematigd (<0,33)			
Laag (<0,33)	Heel hoog (>0,5)	Metoprolol (0,56) Metformine (0,34) Guanylureum (0,33) Gabapentine (0,34)	AMPA** (0,33) Glyfosaat (0,34)	1,4-dioxaan (0,84) MTBE (0,74) EDTA (0,68) Triethyl fosfaat (0,89)
	Hoog (>0,33 & <0,5)		Isoproturon (0,44)	
	Laag/gematigd (<0,33)	Jomeprol	Prosulfocarb* (0,61)	

* in water halfwaardetijd van enkele dagen, in sediment 19-45 dagen (PRI Nota 297: <https://edepot.wur.nl/24373>)

2.5 Selectie stoffen/parameters

Om tot een definitieve lijst van stoffen te komen die in deze studie verder geanalyseerd worden is gebruik gemaakt van de stoffen genoemd in de vorige paragraaf en de stoffen genoemd in de begeleidingsgroep bijeenkomst van 8 april 2022. De samenvatting van de bijeenkomst is weergegeven in bijlage A. Zo zijn PFAS toegevoegd, stoffen waar de drinkwaterbedrijven momenteel veel problemen mee ondervinden om ze uit het oppervlaktewater te zuiveren. Daarnaast werden natuurlijke eigenschappen van het oppervlaktewater? door de drinkwaterbedrijven belangrijk gevonden. De definitief gekozen stoffen/indicatoren en kwaliteitseisen zijn weergegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Geselecteerde stoffen/indicatoren en eisen zoals gebruikt in deze studie.

	Stof/indicator	eis oppervlaktewater (of drinkwater)
Bestrijdingsmiddel	isoproturon	0,1 µg/l
	glyfosaat	0,1 µg/l
	AMPA	1 µg/l (zowel metaboliet van bestrijdingsmiddel glyfosaat als koelwateradditief van de industrie)
Industriechemicaliën	MTBE	Signaleringswaarde = 1 µg/l
	EDTA	Signaleringswaarde = 1 µg/l Drinkwaterrichtwaarde = 600 µg/l
	1,4-dioxaan	Signaleringswaarde = 1 µg/l Drinkwaterrichtwaarde = 3 µg/l
	glyfosaat	0,1 µg/l
	PFAS (PFOS en PFOA)	Signaleringswaarde voor opp.water=1 µg/l Kwaliteitseis drinkwater in nieuwe Drinkwaterrichtlijn (EU) 2020/2184 (zie bijlage I deel B): PFAS totaal= 0,50 µg/l Som van PFAS = 0,10 µg/l
medicijnresten	totaal metformine (= guanylureum + metformine)	Signaleringswaarde = 1 µg/l Drinkwaterrichtwaarde: metformine = 196 µg/l guanylureum = 22,5 µg/l
	jomeprol	Signaleringswaarde=1 µg/l
Natuurlijke stoffen	Temperatuur	25 °C
	chloride	150 mg/l (jaargemiddeld)
	(o.a.) Mosselmonitor	Eigen criterium per drinkwaterbedrijf

2.6 Hypotheses

De in de vorige paragraaf geselecteerde stoffen kunnen worden onderverdeeld in vier groepen: (metabolieten van) bestrijdingsmiddelen, industriechemicaliën, humane geneesmiddelen en natuurlijke parameters. Hieronder en in Tabel 2-3 volgt per stofgroep de emissieroute en hypothese:

- **(Metabolieten van) bestrijdingsmiddelen.** Bestrijdingsmiddelen worden de gewassen gespoten die zich op het land bevinden. De voornaamste route naar het oppervlaktewater is via directe afspoeling in navolging van neerslag. Een ander deel komt via drift (verwaaiing) op plekken waar het niet hoort zoals de slootkant of de sloot zelf. Een deel komt via de riolering/RWZI in het oppervlaktewater terecht. En een deel komt indirect via het grondwater in het oppervlaktewater. De verwachting hierbij is dat er slechts een beperkte relatie is met de afvoer van de Rijn en de Maas. Tijdens lage afvoeren is er op zomerbuien na, vaak weinig neerslag. De bestrijdingsmiddelen zullen dus vertraagd in het oppervlaktewater terecht komen. Ook in KWR (2005) komt naar voren dat een droge zomer met een laag debiet een beperkt tot geen effect heeft op de concentratie bestrijdingsmiddelen. De concentratie bestrijdingsmiddelen wordt vooral bepaald door de seizoensgebonden toepassing ervan en pas in tweede instantie door de afvoer.
- **Industriechemicaliën:** De industrie heeft meestal een constante lozing, hierdoor wordt een duidelijke correlatie met rivierafvoer verwacht. Verder kunnen hier ook pieken optreden door calamiteiten.
- **Medicijnresten:** Deze emissieroute loopt via RWZI's. Doordat het medicijngebruik van mensen over het algemeen niet aan een seizoen gebonden is, wordt hier een constante vracht verwacht, en daarmee een relatief constante lozing op de rivier. Echter, er kan bij RWZI's sprake zijn van een 'first flush' effect. Tijdens droogte blijven geneesmiddelen langer in het rioolsysteem hangen en worden dan met hevige regenval doorgespoeld of komen via de riooloverstorten in het oppervlaktewater. Voor deze emissieroute wordt ook een duidelijke relatie met de afvoer verwacht.
- **Natuurlijke parameters:**
 - Watertemperatuur heeft een sterke relatie met de buitentemperatuur. Hoge watertemperaturen zullen alleen voorkomen als de luchttemperatuur ook hoog is. KWA(2005) laat dan ook zien dat tijdens de droge warme zomer van 2003 de watertemperatuur bij Lobith hoger lag dan eerdere jaren. Echter, lage afvoeren kunnen ook voorkomen buiten het zomerseizoen. Zo was in 2018 de afvoer van de Rijn tot en met december laag. De verwachting is daarom dat de relatie met de afvoer zwak is.
 - Hoge chlorideconcentraties komen in de monding voor bij lage rivierafvoeren, de tegendruk tegen het zout is in deze situatie laag. Naast de afvoer zijn er ook andere parameters van belang, zoals stormopzet, operationeel beheer en de zoutlek bij schutsluizen. De relatie met de afvoer zal afhankelijk zijn van de locatie.
 - Mosselmonitor. De verwachting is dat de mosselmonitor vaker af gaat bij lage afvoeren en warm water.

Tabel 2-3: Hypothese per stofgroep.

Stofgroep	Stof/parameter	Belangrijkste emissieroute naar oppervlaktewater	Hypothese m.b.t. de relatie tussen concentratie stof/parameter en afvoer
Bestrijdingsmiddelen	AMPA glyfosaat isoproturon	uit- en afspoeling na neerslag (onverhard oppervlak)	zwakke relatie
Industriechemicaliën	MTBE EDTA 1,4-dioxaan PFAS	direct of via RWZI/AWZI	relatie
Medicijnresten	totaal metformine jomeprol	via RWZI	relatie
Natuurlijke parameters	temperatuur	buitentemperatuur + lozingen koelwater	zwakke relatie
	chloride (achtergrond concentraties)	directe of via RWZI/AWZI	relatie
	chloride (extern)	zee	zwakke relatie (afhankelijk locatie)
	mosselmonitor	-	relatie

3 Meetgegevens verzamelen

3.1 Inleiding

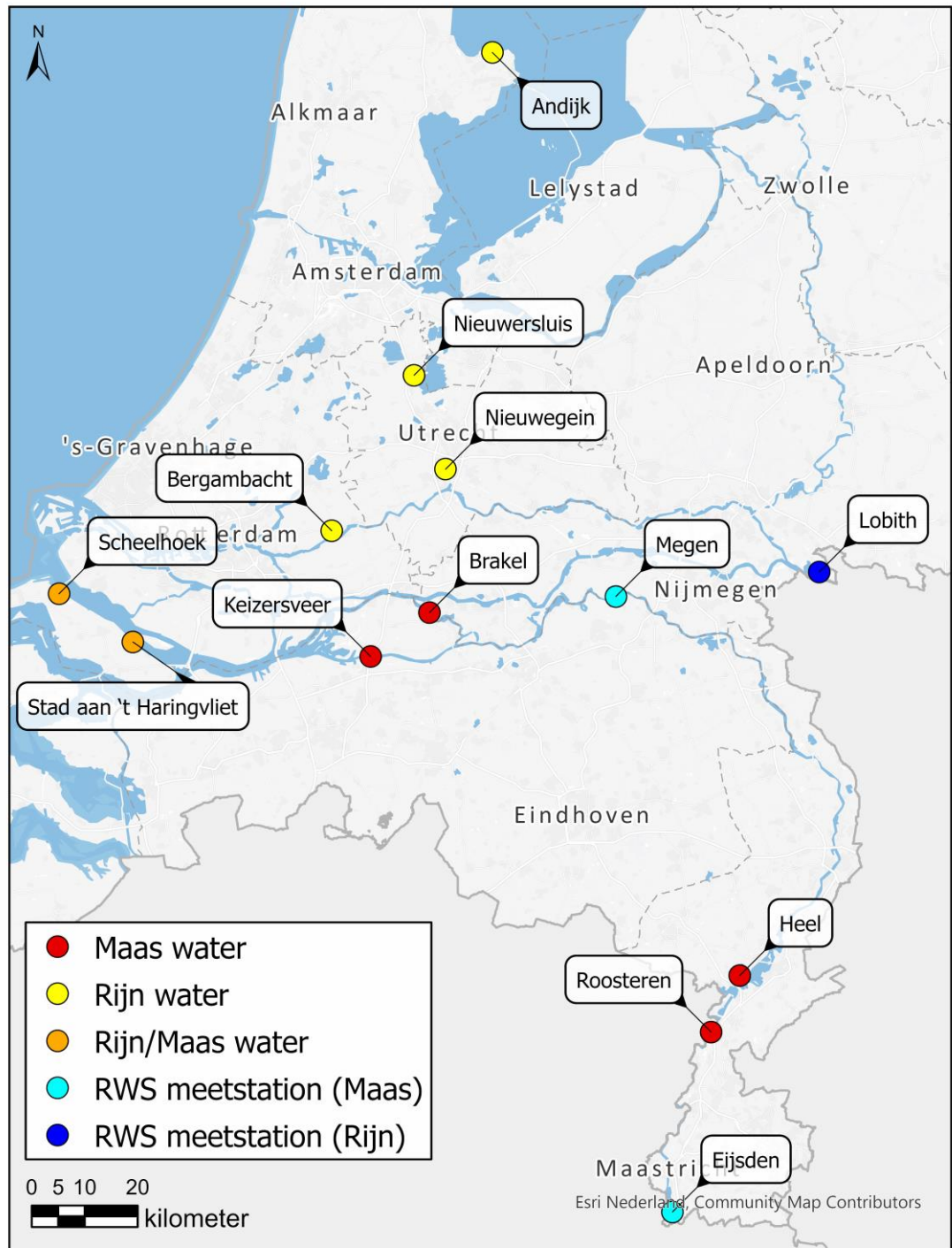
Om de relatie tussen de waterkwaliteit en waterkwantiteit te kunnen beoordelen is in eerste instantie gekeken naar de lijst van innamestops bij drinkwaterbedrijven die in het verleden zijn voorgekomen (bijlage F). Deze data bleek niet bruikbaar voor het beantwoorden van de vraag in dit rapport, vanwege:

- Het detailniveau en de beschikbaarheid van de gegevens (exacte periode en aard van de innamestops).
- De criteria waarbij sprake is van een innamestop zijn in de loop van de tijd aangepast.
- Per innamepunt worden andere criteria gehanteerd.
- Niet voor alle stoffen zijn wettelijke normen beschikbaar, wettelijke normen zijn in de loop der tijd veranderd.
- De aard van de relevante stoffen is in de loop van periode 2000-2020 veranderd: bepaalde stoffen zijn niet meer in gebruik, andere stoffen zijn ervoor in de plaats gekomen.

Om toch naar de relatie tussen de waterkwaliteit en lage afvoeren te kunnen kijken, is overgestapt op tijdserie analyses van de metingen. De gebruikte waterkwaliteit metingen en bijbehorende rapportagegrenzen worden besproken in paragraaf 3.2 en 3.3. Paragraaf 3.4 bespreekt de gebruikte waterkwaliteit metingen. En paragraaf 3.5 gaat in op de relatie met de droogte-indices die gebruikt worden in de internationale Maas- en Rijncommissie.

3.2 Tijdseries waterkwaliteit en locaties

Voor onderhavige studie zijn zowel waterkwaliteits- als afvoermetingen van de afgelopen 20 jaar verzameld. Voor de geselecteerde stoffen uit paragraaf 2.3 zijn bij RIWA-Maas en RIWA-Rijn meetgegevens opgevraagd. De meetgegevens van Lobith, Nieuwegein, Nieuwersluis en Andijk komen uit de RIWA-Rijn database en die van de overige locaties uit de database van RIWA-Maas. De in deze studie gebruikte monitoringslocaties worden weergegeven in Figuur 3-1. Het station Scheelhoek is in 2017 verplaatst naar Stad aan 't Haringvliet. In het rapport zijn de tijdseries van beide stations samengevoegd tot één tijdserie Haringvliet.



Figuur 3-1 Waterkwaliteit en/of afvoer monitoringslocaties.

De lengte en frequentie van de meetreeksen zijn per stof en locatie verschillend. Voor de wettelijk genormeerde stoffen wordt op de innamepunten 13 keer per jaar gemeten. Ook veel niet genormeerde stoffen worden frequent gemeten op de innamepunten. Bij Lobith en Eijsden worden hoogfrequente metingen uitgevoerd, zie waterinfo.rws.nl.

In Tabel 3-1 is een overzicht gegeven van de definitief gebruikte waterkwaliteitslocaties en de koppeling met de debiet locatie. In de tabel zijn de waterkwaliteitslocaties aan Lobith of Eijsden gekoppeld, afhankelijk of het water uit de Rijn of Maas afkomstig is.

Zoals in de tabel vermeld, bestaat het Haringvliet uit een mengsel van Maas- en Rijnwater. Het Maas-Rijnmengsel fluctueert met de afvoer van beide rivieren. Niet al het water van de Maas komt ook werkelijk bij het Haringvliet aan. Het grootste deel van het water stroomt via het Spui en de Dordtsche Kil richting de Nieuwe Waterweg. Uitgaande van een volledige menging van het Maas en Waalwater, kan gezegd worden dat tijdens de droge periode in augustus 2018 circa 10 % van het water in het Haringvliet uit Maas bestond en 90% uit de Rijn. In de natte maand maart 2019 kwam circa 30% uit de Maas (RIWA jaarrapport 2018).

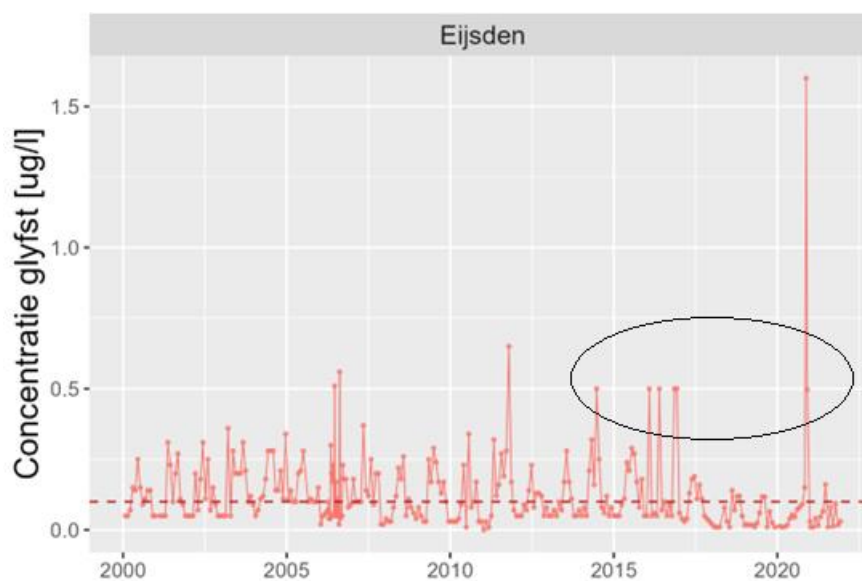
Tabel 3-1 Monitoringslocaties waterkwaliteit voor Rijn- of Maaswater per drinkwaterbedrijf. De dikgedrukte locaties worden in het vervolg van dit rapport gebruikt.

bedrijf	Waterkwaliteitslocatie	innamepunten	Debiet locatie	opmerking
WNK	Heel (Lateraalkanaal Maas)		Eijsden	De waterkwaliteit bij Heel is gecorreleerd aan het water bij Eijsden. Vanwege het schutten van schepen vindt er ten alle tijden wateruitwisseling plaats tussen de Maas en het Lateraalkanaal. Wel dient rekening gehouden te worden met vertragingen. Bij lage afvoeren is dit een paar dagen. Onder normale omstandigheden is dit een enkele dag.
	Roosteren	-	Eijsden	Direct aan de Maas
Dunea	Brakel (Afgedamde Maas)		Megen	De Afgedamde Maas is een langzaam stromend systeem met een verblijftijd van gemiddeld zes weken. De stroming is het gevolg van de onttrekking van Dunea aan het einde van de Afgedamde Maas (bij de sluisen).
	Bergambacht (Lek)		Megen	Dit innamepunt wordt inmiddels vaker gebruikt door Dunea (zie rivierdossier) → weinig data
Evides	Keizersveer (Maas/Biesbosch/Amer)	Gat van de Kerksloot	Megen	Oud punt, nu wordt bij Hank gemeten.
	Haringvliet Stad aan 't Haringvliet (vanaf 2017), daarvoor Scheelhoek		Lobith (en Maas)	Innamepunt verplaatst wegens kierbesluit. Weinig verschil in concentraties microverontreinigingen tussen beide locaties
Waternet	Nieuwersluis (ARK)		Lobith	Dit innamepunt wordt ingezet wanneer de winning van kwelwater uit de Bethunepolder niet toereikend is
	Nieuwegein (Lekkanaal)		Lobith	Tussen Lobith en Nieuwegein zit een sterke vertraging. Tijdens laagwater een week, normaal circa 5 dagen. Bij extreem laag water langer dan een week.
PWN	Andijk (IJsselmeer)		Lobith	

3.3 Rapportagegrenzen

Een belangrijk punt bij het interpreteren van de metingen zijn de rapportagegrenzen. Zoals te zien is in Figuur 3-2 zijn er bijvoorbeeld veel metingen met een waarde van 0,5 µg/l. In het figuur zijn deze waarden omcirkeld. Onder andere bij deze metingen is aangegeven dat het hier om een rapportagegrens gaat; “< 0,5 µg/l”. In de analyses in dit rapport is ervoor gekozen om de rapportagegrens metingen eruit te halen als de rapportagegrens hoger is dan de oppervlaktewater eis (of drinkwater eis). Boven de eis verstoren ze de analyses, er lijkt dan sprake van een overschrijding van de eis, terwijl dit eigenlijk door een hoger rapportage grens wordt veroorzaakt.

Naast “< 0,5 µg/l” zijn er ook andere rapportagegrenzen in de grafieken, bijvoorbeeld 0,05 µg/l. Het variëren van de rapportagegrenzen wordt veroorzaakt door verschillende meetmethoden of een ander lab. We hebben er voor gekozen om rapportagegrens metingen lager dan de eis er niet uit te halen, omdat dan de meetreeksen erg kort zouden worden.



Figuur 3-2 Glysofaat metingen Lobith en Eijsden voor de periode 2000-2020. De rood gestippelde lijn weergeeft de drinkwater kwaliteitseis .

3.4 Tijdsreeks waterkwantiteit

Naast waterkwaliteitsmetingen zijn er afvoermetingen van de afgelopen 20 jaar verzameld. Bij de afvoermetingen gaat het om tijdsreeks van de Maasafvoer te Eijsden en Megen en de Rijnafvoer te Lobith. Deze debietgegevens zijn afkomstig van de website waterinfo.rws.nl.

3.5 Droogte-indices

Om de resultaten van dit rapport ook bruikbaar te maken voor discussies in het kader van de internationale Maas- en Rijncommissie (ICBR en IMC) is nagegaan of het zinvol is om aan te sluiten bij de door hen gebruikte laagwaterparameters. In Deltares 2019, IMC 2020 en ICBR 2018 worden verschillende droogte-indices genoemd.

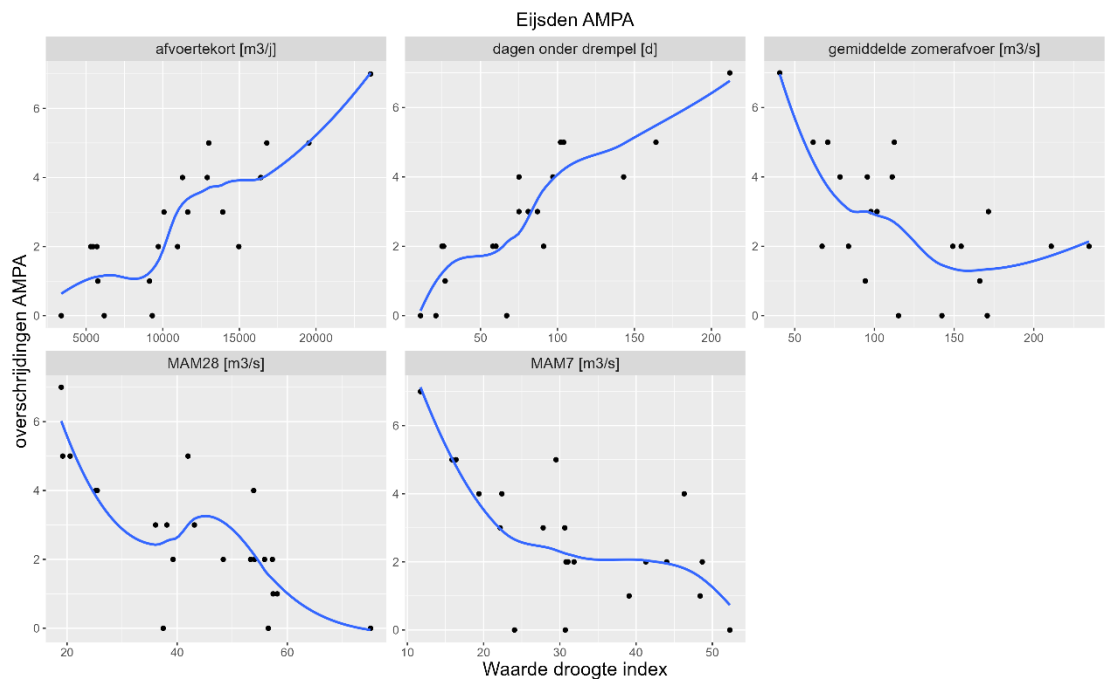
De volgende parameters zijn voor deze studie geselecteerd:

- jaarlijks afvoertekort;
- gemiddelde zomerafvoer (april t/m september);
- aantal dagen onder de drempel;
- MAM7 (laagste 7 daagse gemiddelde afvoer in een jaar);
- MAM28 (laagste 28 daagse gemiddelde afvoer in een jaar).

Voor slechts enkele stoffen kwam een (zwakke) relatie met de droogte-index naar voren, waaronder AMPA. Voor AMPA is in Figuur 3-3 de droogte-index uitgezet tegen het aantal overschrijdingen. Voor de overige stoffen liepen we aan tegen de volgende complicaties:

- Vaak geen of weinig overschrijdingen van de norm. Als alternatief is getest om de droogte-index uit te zetten tegen de gemiddelde concentratie over dezelfde periode als de droogte-index. Aangezien de stofconcentraties vaak maar een keer per maand worden gemeten, zijn de figuren MAM7 en MAM28 vergelijkbaar met de 'scatterplots' die reeds in dit rapport staan.
- De overige indicatoren gaan over jaarlijkse waarden, en dus het vergelijken van de jaren onderling. Aangezien er bij veel locaties een trend zichtbaar is in de concentratie, is dit niet bruikbaar. De periode 2000-2020 begint relatief nat en eindigt droog. Dit betekent dat bij de locaties waarbij de gemiddelde concentraties de afgelopen 20 jaar zijn toegenomen (positieve trend), zoals chloride bij Eijsden, er mogelijk een sterker correlatie tussen concentratie en afvoer wordt gevonden dan er werkelijk is. En bij locaties met een negatieve trend (wat bij de meeste stoffen het geval is i.v.m. afname in gebruik) wordt er geen trend gevonden, waar die er mogelijk wel is.

De droogte-indices kunnen wel gebruikt worden om te checken welke jaren droog en nat zijn. In bijlage C zijn de jaren per droogte-index gerangschikt, van droog naar minder droog.



Figuur 3-3: Drogte-index per jaar uitgezet tegen het aantal overschrijdingen van AMPA

4 Bestrijdingsmiddelen

4.1 Inleiding

Bestrijdingsmiddelen worden op gewassen gespoten die zich op het land bevinden. De voornaamste route naar het oppervlaktewater is via directe afspoeling in navolging van neerslag. Een ander deel komt via drift (verwaaiing) op plekken waar het niet hoort zoals de slootkant of de sloot zelf. Een ander deel komt indirect via het grondwater in het oppervlaktewater terecht. En nog een ander deel spoelt af van het erf en komt in het riool of rechtstreeks in het oppervlaktewater terecht (denk aan schoonmaken veldspuiten, knoeien bij vullen etc.). Bestrijdingsmiddelen die in de kassenteelt worden gebruikt kunnen via het riool in het oppervlaktewater terecht komen.

In dit hoofdstuk wordt voor drie bestrijdingsmiddelen de relatie met de afvoer onderzocht, te weten: isoproturon, glyphosaat en AMPA (afbraak product glyphosaat).

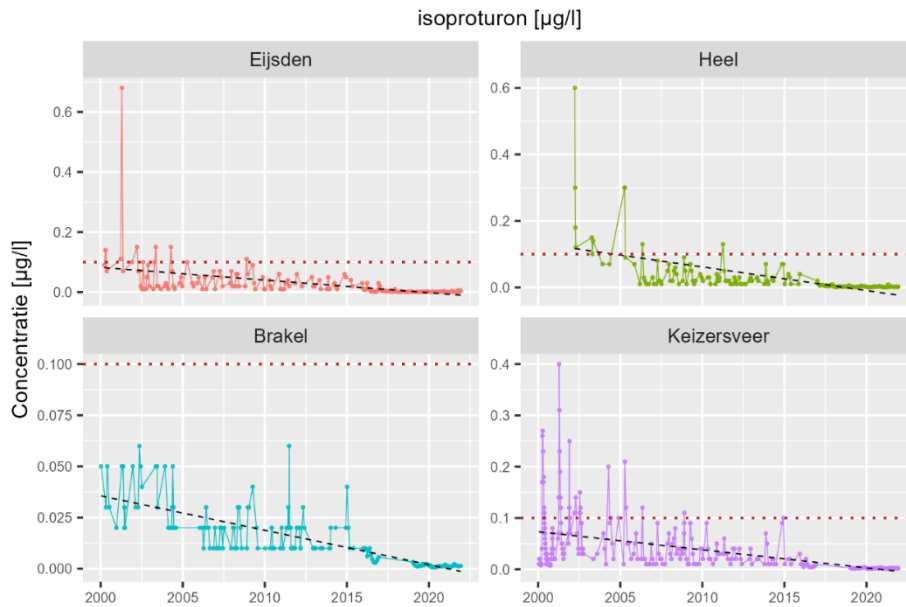
4.2 Isoproturon

Isoproturon is een bestrijdingsmiddel dat valt binnen de groep herbiciden die gebruikt worden in de graanteelt. Isoproturon is in het verleden relatief veel gebruikt vanwege de gunstige prijs. Verder is het matig toxisch en accumuleert het niet in zoogdieren. Isoproturon is echter slecht afbreekbaar en wordt daarom regelmatig aangetroffen in oppervlaktewater. Tussen 2000 en 2002 heeft isoproturon geleid tot verschillende forse overschrijdingen en één van de langste innamestops uit de geschiedenis. In november 2001 moest de inname van de WRK te Nieuwegein 34 dagen worden gestaakt. In januari 2002 was dat 19 dagen. Ook in de jaren erna zijn bijvoorbeeld bij Nieuwegein nog een aantal innamestops geweest:

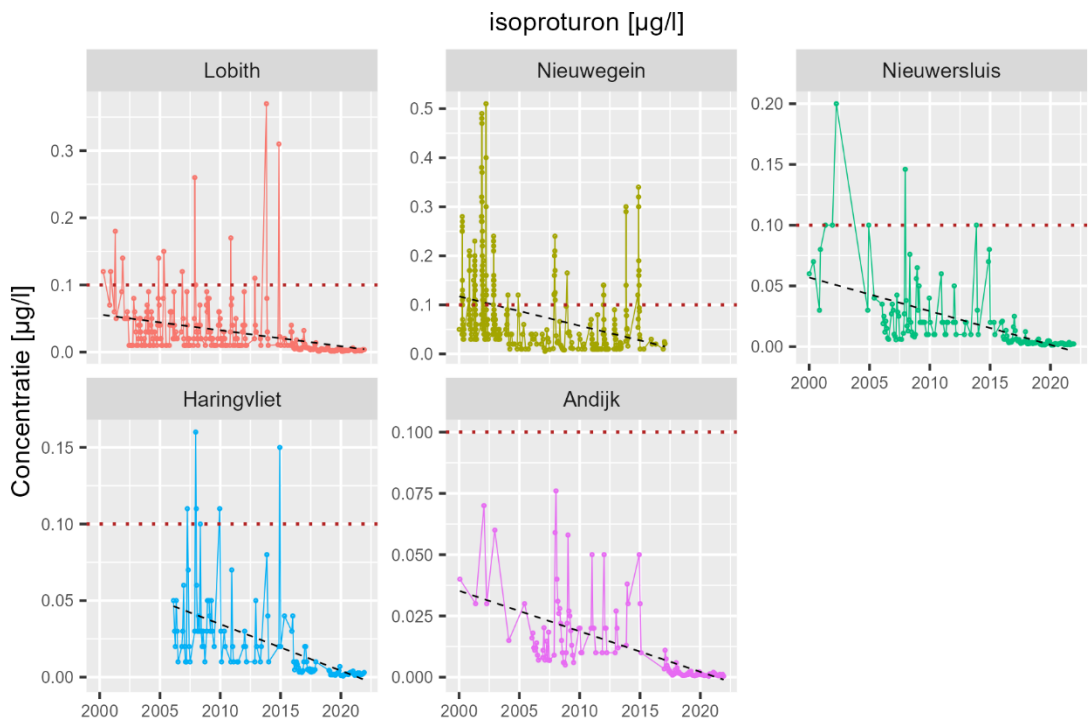
- 2011 (1 en 8 dagen)
- 2013 (11 dagen)
- 2014 (32 dagen)

Door beperkingen op gebruik zijn deze overschrijdingen de laatste jaren bijna niet meer voorgekomen. Isoproturon mag alleen nog worden gebruikt met inachtneming van een aantal maatregelen om de uitspoeling van het product naar grondwater of de afspoeling naar oppervlaktewater te vermijden.

In Figuur 4-1 en Figuur 4-2 is te zien dat de concentraties van isoproturon op alle Maas- en Rijnlocaties afnemen over de tijd. Een versturende factor is dat de rapportagegrens van isoproturon ook afneemt over de tijd. Maar ook als de waarden onder de rapportagegrens niet mee worden genomen blijven de concentraties nog steeds dalen.



Figuur 4-1 Tijdserie van isoproturon op verschillende Maas-locaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven als rode stippellijn (0,1 µg/l).

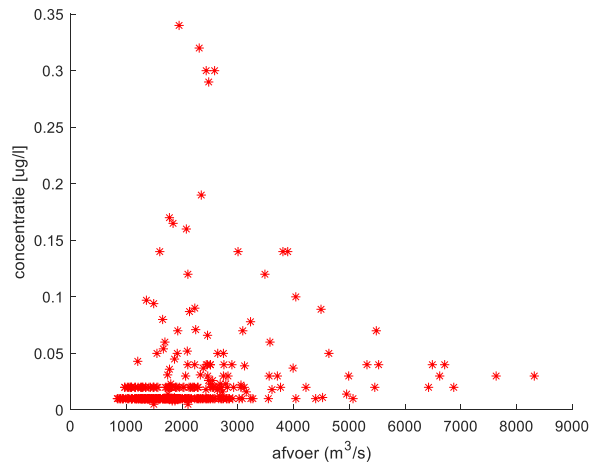


Figuur 4-2: Tijdserie van isoproturon op verschillende Rijn-locaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven als rode stippellijn (0,1 µg/l).

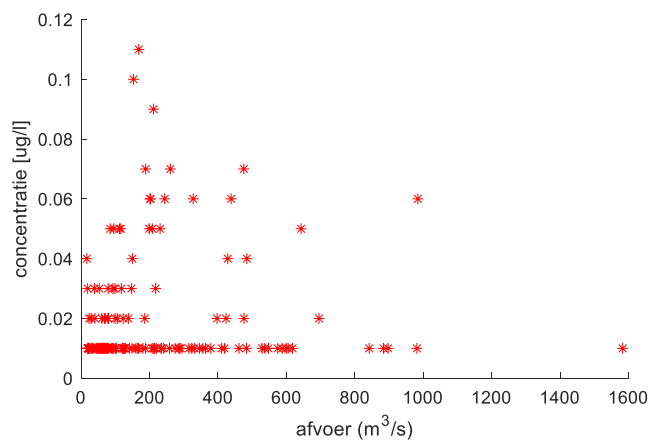
Voor de meeste locaties is de dalende trend in de tijdserie in verband met restricties in gebruik dusdanig groot, dat het geen zin heeft een correlatieplot te maken waarbij de afvoer is uitgezet tegen de concentratie isoproturon. Om de trend en ook het effect van de rapportagegrenzen te omzeilen is er voor drie locaties een periode gekozen waarbij de data enigszins homogeen oogt (zie Figuur 4-3 t/m Figuur 4-5). Bij alle drie de figuren is een zwakke relatie tussen de afvoer en concentratie waar te nemen.

Dat er slechts sprake is van een zwakke relatie kan verschillende oorzaken hebben. Een logische reden is dat isoproturon een bestrijdingsmiddel is met als voornaamste route afspoeling in navolging van neerslag. Dit zal dan met name in de periode zijn dat isoproturon wordt toegepast, in en het voor- en najaar. Dit is ook te zien in Figuur 4-6 waar de maximale en gemiddelde concentraties toenemen rond april en november.

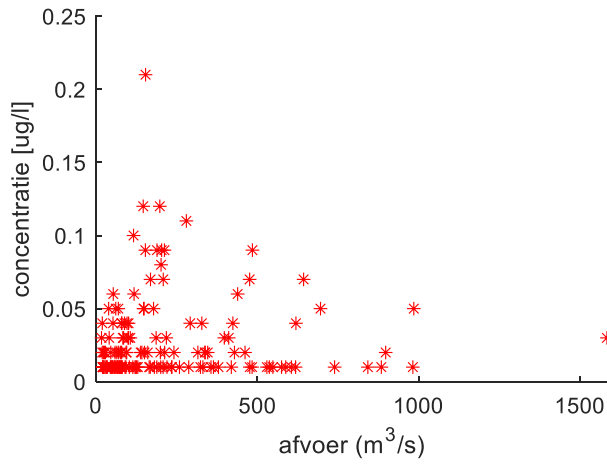
Er zijn verschillende analyses gedaan om te kijken of er een correlatie is tussen afvoer en concentratie. Zo is er gekeken of de maand invloed had: in de maanden met lage afvoeren is de vracht immers ook veel minder. Toch geeft dit geen verbetering (Figuur 4-7). Ook is er geen relatie te vinden tussen de lengte van een droge periode zonder neerslag en de concentratie op de eerstvolgende tijdstap (zie Figuur 4-8).



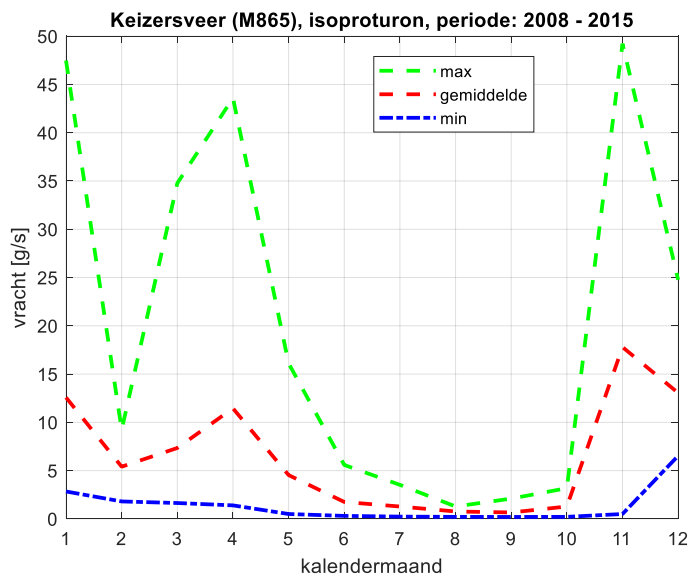
Figuur 4-3 Concentratie isoproturon te Nieuwegein uitgezet tegen het debiet bij Lobith voor de periode 2006-2014.



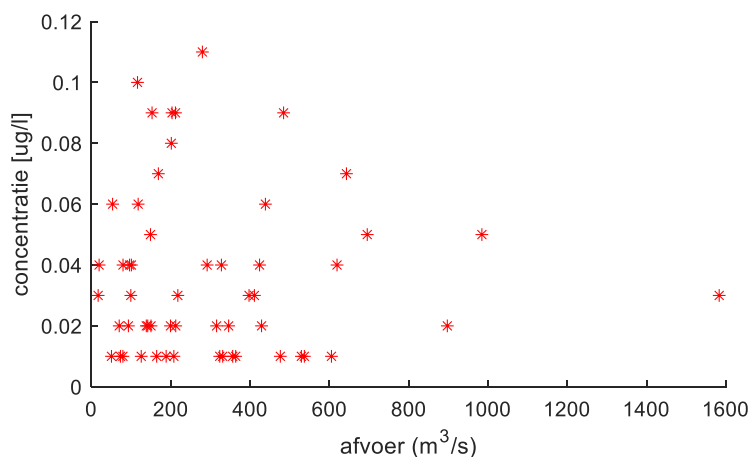
Figuur 4-4 Concentratie isoproturon te Eijsden uitgezet tegen het debiet bij Eijsden voor de periode 2005-2015.



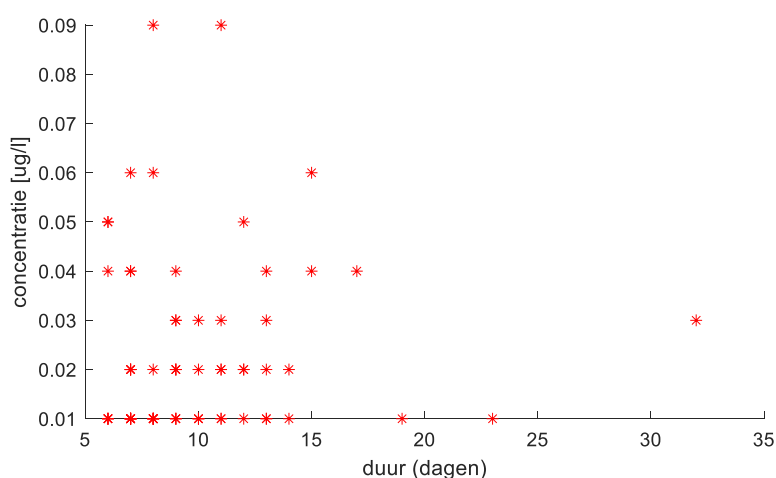
Figuur 4-5 Concentratie isoproturon te Keizersveer uitgezet tegen het debiet bij Megen voor de periode 2005-2015.



Figuur 4-6: Vracht isoproturon bij Keizersveer per kalendermaand voor de periode 2008-2015.



Figuur 4-7 Concentratie isoproturon te Keizersveer uitgezet tegen het debiet bij Megen voor de periode 2005-2015. In dit figuur zijn alleen alle datapunten van de maanden januari, maart, april, mei, november en december meegenomen..



Figuur 4-8 Duur periode zonder neerslag uitgezet tegen de concentratie isoproturon gemeten bij Keizersveer op de volgende tijdstap.

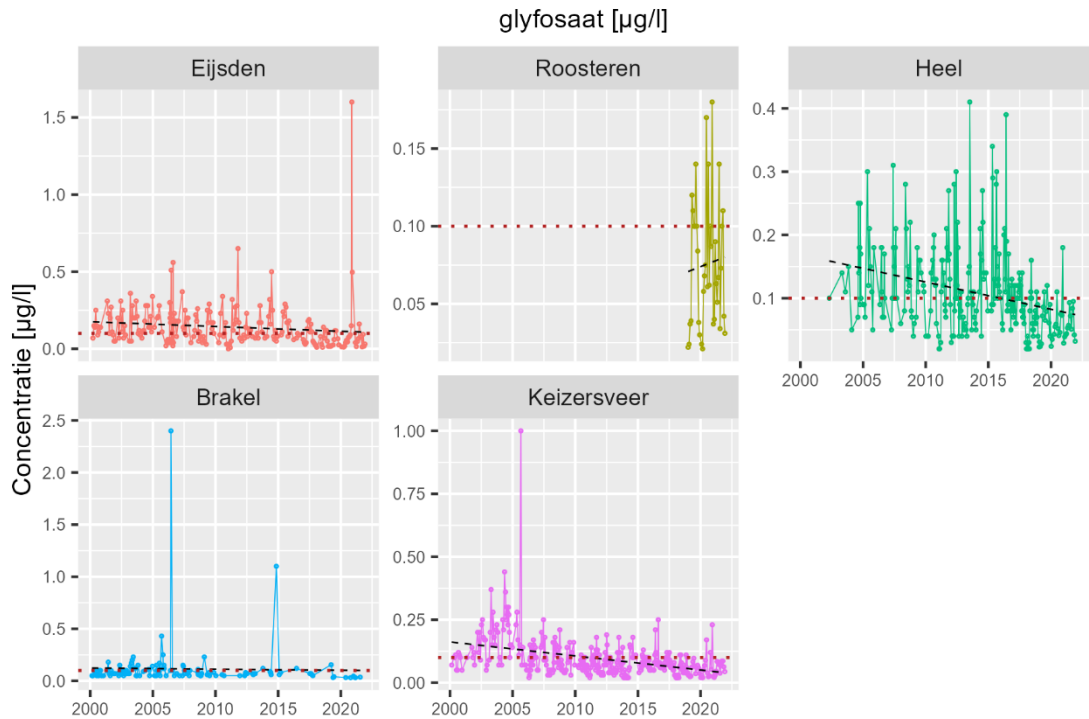
4.3 Glyfosaat

Glyfosaat is een bestrijdingsmiddel (herbicide) met een wettelijke drinkwaternorm van 0,1 µg/L (Drinkwaterregeling, 2011). In Figuur 4-9 en Figuur 4-10 is te zien dat de wettelijke norm bij alle locaties frequent wordt overschreden. Toch zijn er nauwelijks innamestops voor glyfosaat beschreven in de RIWA jaarrapporten (1 dag in 2011 bij Nieuwegein), meestal zijn er bij het overschrijden van de norm ontheffingen verleend om het glyfosaat bevattende oppervlaktewater te mogen gebruiken bij de productie van drinkwater. Ook bij de piek bij Eijsden in 2020 is er geen innamestop geweest.

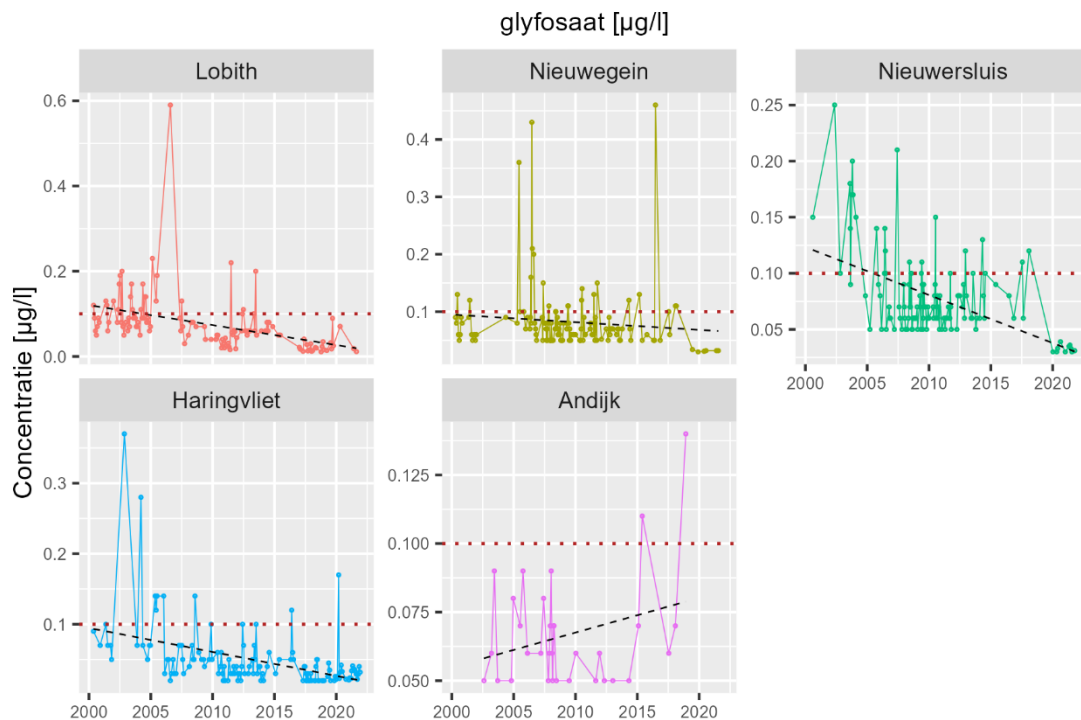
Deze piek bij Eijsden in 2020 kwam vermoedelijk door lozing van het waterspoelbedrijf (zie RIWA-Maas jaarrapport 2020) en heeft ertoe geleid dat er 74 dagen teveel glyfosaat in de Maas aanwezig was. Het incident vond plaats buiten het gebruikseizoen van het onkruidbestrijdingsmiddel, in de periode 11 oktober - 24 december 2020. Volgens RIWA bleek dit pas achteraf, nadat alle data van de verschillende betrokken partijen in 2021 waren samengevoegd en geanalyseerd. De lozing bleef onopgemerkt omdat deze stof (glyfosaat) op station Eijsden niet 24/7 wordt gemeten. Rijkswaterstaat neemt deze parameter wel mee in de reguliere bemonstering van de doelstoffen.

Omdat er tussen de monsternamen en analyse uitslagen soms 3 tot 4 weken tijd zit, wordt er bij een normoverschrijding dan geen alarm meer gegeven: het moment is immers voorbij. De piek in het najaar van 2020 is veel kleiner of niet aanwezig in benedenstroomse richting, dit kan verklaard worden door een ander moment van meten en door de afbraak van het product.

Verder geldt dat de gemiddelde concentratie glyfosaat op bijna alle locaties afneemt over de tijd. Vanaf maart 2016 mogen professionele gebruikers bij het stedelijk groenbeheer geen bestrijdingsmiddelen meer op een verharde ondergrond gebruiken. Verder zijn de rapportagegrenzen een versturende factor, met name de laatste jaren is de rapportagegrens gedaald. Dit versterkt ogenschijnlijk de dalende trendlijn.



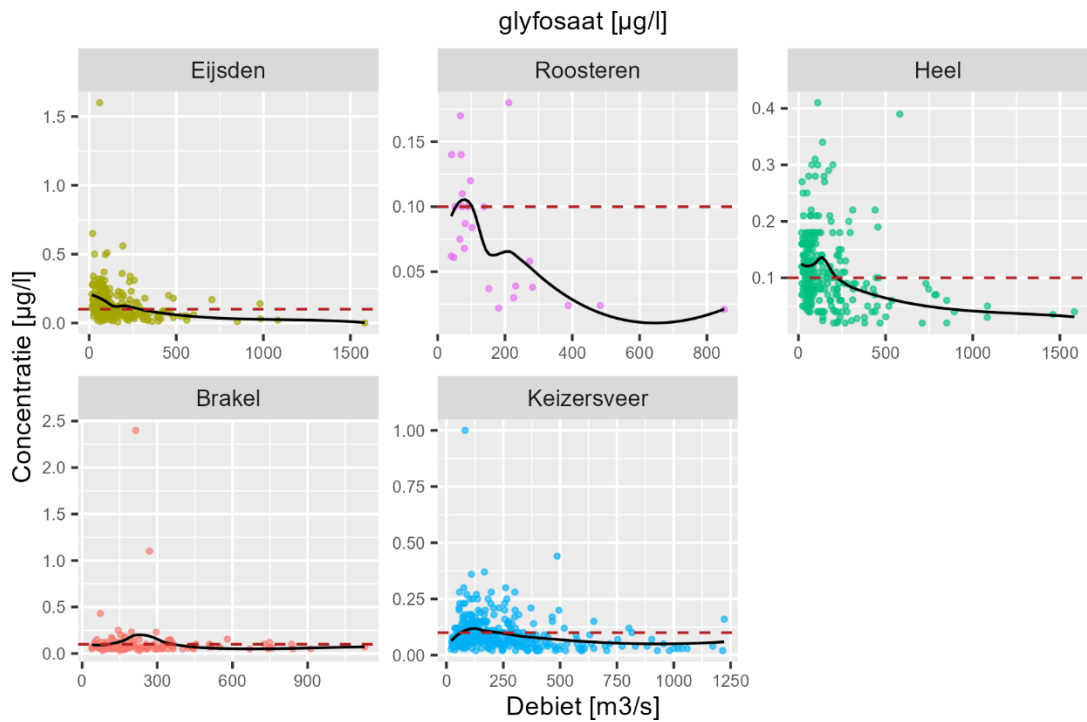
Figuur 4-9: Tijdsree van glyfosaat op verschillende Maas-locaties en de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven als rode stippellijn (0,1 µg/l).



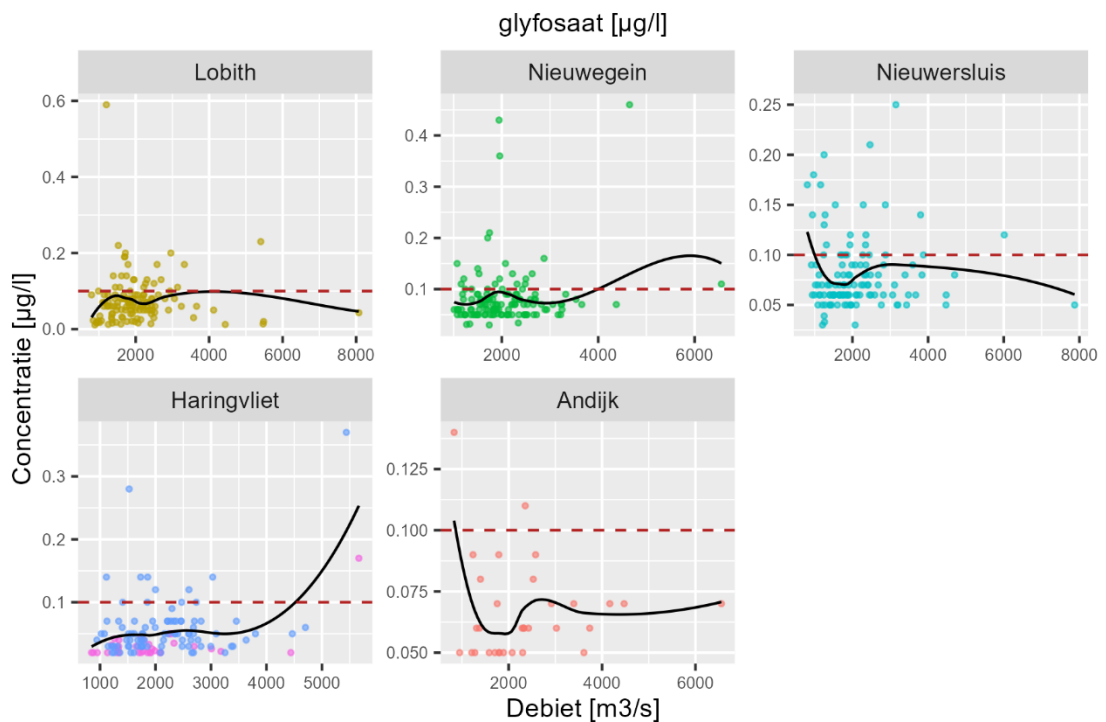
Figuur 4-10 tijdserie van glyfosaat op verschillende Rijn-locaties en de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven als rode stippellijn (0,1 $\mu\text{g/l}$).

Figuur 4-11 en Figuur 4-12 geven de correlatieplots. Bij Eijsden, Heel en Keizersveer is een lichte correlatie te zien met de afvoer, maar dit is minimaal. Bij Roosteren lijkt de correlatie nog het meest duidelijk echter zijn er bij Roosteren maar een beperkt aantal metingen waardoor de gegevens minder betrouwbaar zijn.

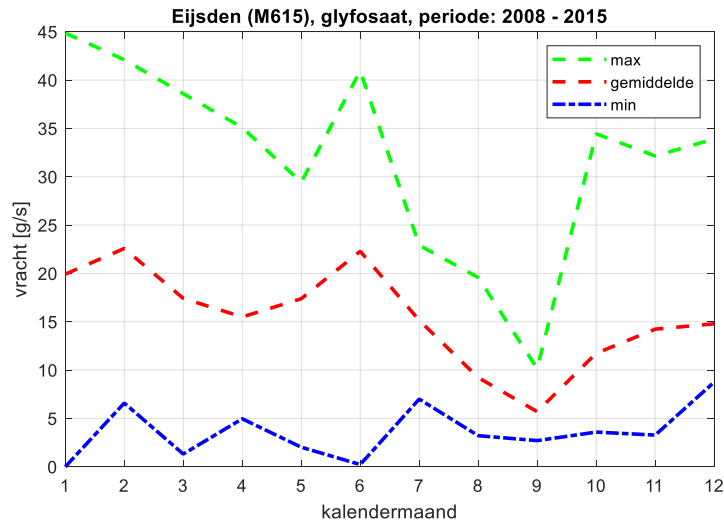
In Clo (2021) wordt vermeld dat 95% van het aandeel glyfosaat in oppervlaktewater afkomstig is uit het compartiment riolering en rioolwaterzuivering. De overige 5% is afkomstig vanuit landbouw. Een groot aan deel is nu afkomstig vanuit toepassing bij particuliere gebruikers. Binnen het compartiment riolering en rioolwaterzuivering bereikt 63% het oppervlaktewater via overstorten en regenwaterriolen. Dit geeft dus ook aan dat er eerder een relatie met overstort (en de neerslag) wordt verwacht dan met de afvoer van de rivieren.



Figuur 4-11 correlatie plot glyfosaat voor de Maas-locaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven als rode stippellijn (0,1 µg/l). De datapunten komen overeen met de tijdseries zoals weergegeven in de voorgaande figuren.



Figuur 4-12: correlatie plot glyfosaat voor de Rijnlocaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven als de rode stippellijn (0,1 µg/l). De datapunten komen overeen met de tijdseries zoals weergegeven in de voorgaande figuren.



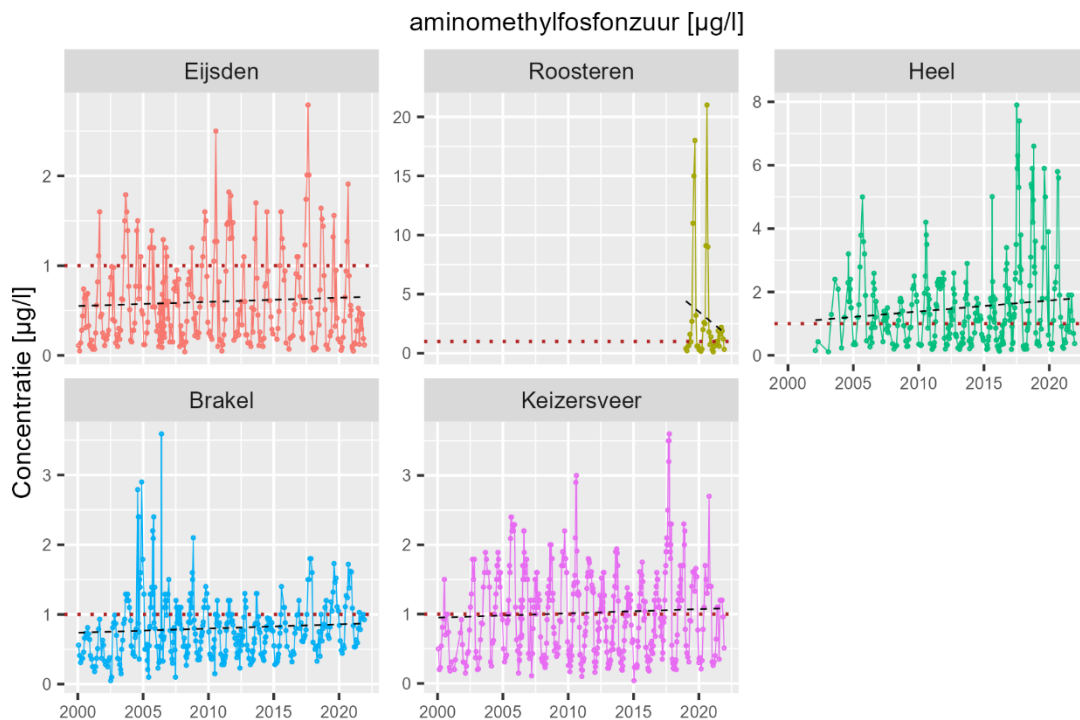
Figuur 4-13 Vracht glyfosaat bij Eijsden per kalendermaand

4.4 AMPA

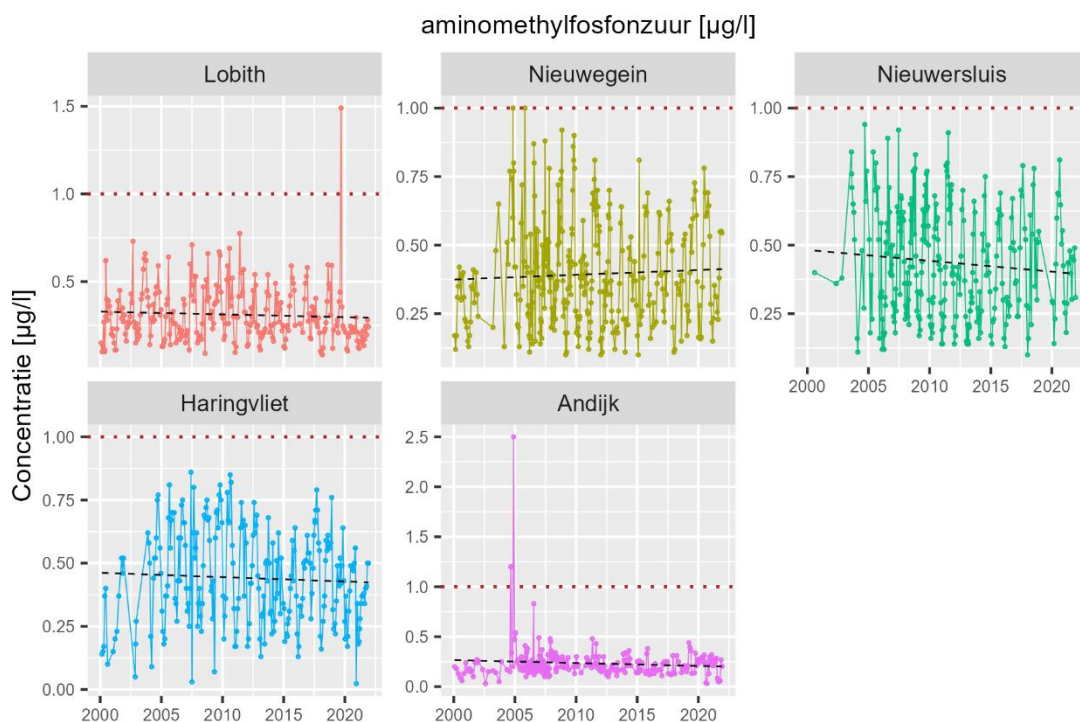
AMPA (aminomethylfosfonzuur) is een omzettingsproduct van het onkruidbestrijdingsmiddel glyfosaat, maar wordt ook gevormd door de afbraak van andere fosfonaten zoals aminotrimethyleenfosfonzuur (ATMP), die voorkomen in wasmiddelen en koelwaterconditioneringsmiddelen.

De concentraties AMPA in de Rijn liggen lager dan in de Maas. Daar waar bij de Maas frequent de waterkwaliteitseis van 1 µg/l wordt overschreden, is dit bij de Rijn slechts enkele keren gebeurd (Figuur 4-15 en Figuur 4-14). Ondanks dat de norm voor AMPA wordt overschreden, wordt AMPA niet genoemd bij de innamestops in de RIWA jaarrapportages. Wel wordt er in de jaarrapportage RIWA-Maas van 2017 gesproken over een ontheffing die verleend is om het AMPA bevattende oppervlaktewater bij Heel en Keizersveer te mogen blijven gebruiken voor de productie van drinkwater. Een dergelijke ontheffing was destijds nog vereist op grond van de regelgeving.

De gemeten concentraties AMPA in de Maas bij Roosteren en Heel liggen duidelijk hoger dan bij Eijsden. Volgens het rivierdossier Maas (Arcadis, 2019a) wordt tussen Eijsden en Heel AMPA geloosd op de Maas. Ook stroomafwaarts van Heel wordt AMPA direct of indirect geloosd op de Maas, als afbraakproduct van een koelwaterconditioneringsmiddel of reinigingsmiddel. Kleinere hoeveelheden AMPA (<5%) komen vrij uit (vaat)wasmiddelen en komen via RWZI's in de Maas terecht.



Figuur 4-14: tijdserie van AMPA voor de Maas-locaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven als rode stippellijn (1 µg/l).

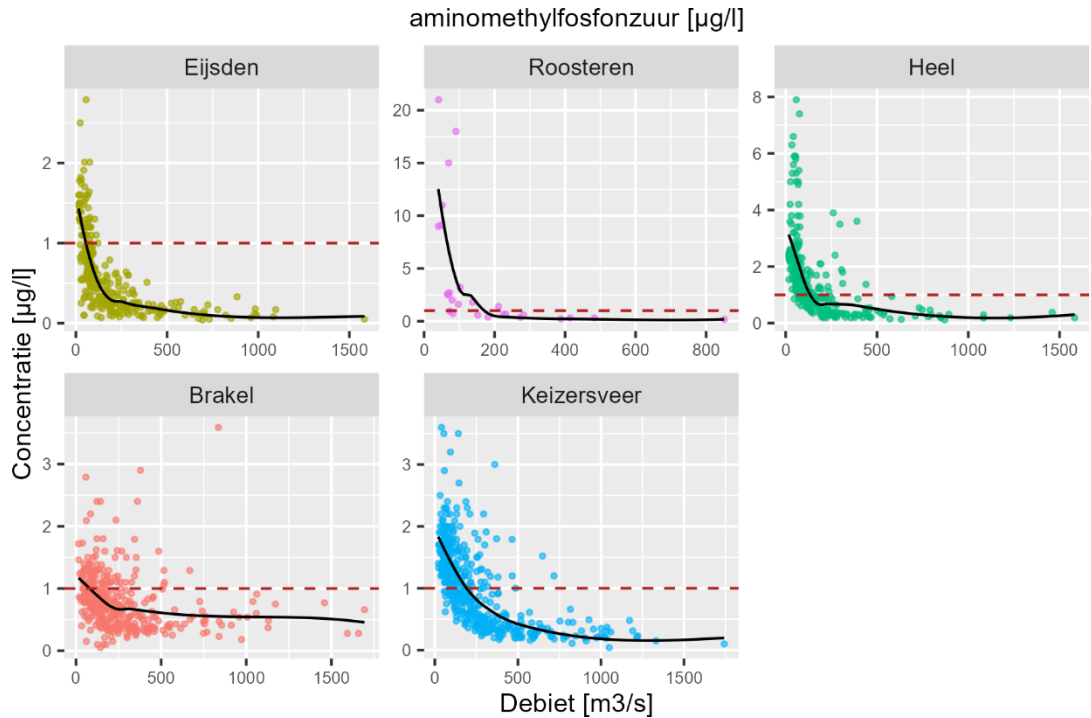


Figuur 4-15 tijdserie van AMPA voor de Rijn-locaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven als de rode stippellijn (1 µg/l).

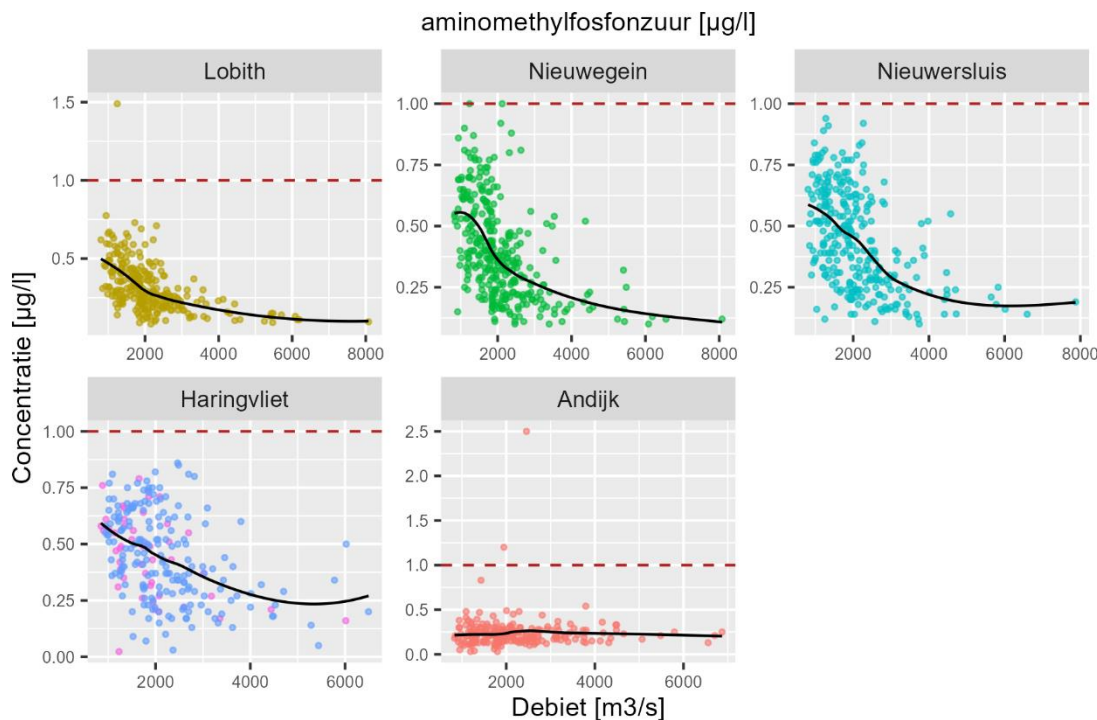
In Figuur 4-16 en Figuur 4-17 is de concentratie AMPA tegen de afvoer uitgezet. AMPA heeft een sterkere relatie met de afvoer dan de overige bestrijdingsmiddelen die hier zijn behandeld. Dit komt waarschijnlijk doordat afbraak van glyfosaat niet de enige bron van AMPA is maar dat het ook van andere bronnen afkomstig is.

Door industriechemicaliën en via de RWZI's komt ook AMPA in het oppervlaktewater terecht. Daarnaast is de vracht constant verdeeld over het jaar, wat in tegenstelling tot isopoturon en glyfosaat de data-analyse niet verstoort.

In de afgelopen 20 jaar zien we dat er bij Eijsden overschrijdingen van de norm plaats hebben gevonden bij Maasafvoeren lager dan circa 150 m³/s. Bij Lobith is de norm slechts 1 keer overschreden in de zomer van 2019.



Figuur 4-16 correlatie plot AMPA voor de Maas-locaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven als rode stippellijn (1 µg/l). Bij Eijsden, Roosteren en Heel is het debiet bij Eijsden gebruikt, voor Brakel en Keizersveer het debiet bij Keizersveer. De datapunten komen overeen met de tijdseries zoals weergegeven in de voorgaande figuren.



Figuur 4-17: correlatie plot AMPA voor de Rijn-locaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven met rode stippellijn (1 µg/l). Het debiet is de afvoer bij Lobith. De datapunten komen overeen met de tijdseries zoals weergegeven in de voorgaande figuren.

4.5 Conclusies

Bestrijdingsmiddelen worden gespoten op de gewassen die zich op het land bevinden. De voornaamste route naar het oppervlaktewater is via directe afspoeling in navolging van neerslag en atmosferische depositie. Een ander deel komt via drift (verwaaing) op plekken waar het niet hoort zoals de slootkant of de sloot zelf. En een deel komt indirect via het grondwater in het oppervlaktewater. En nog een ander deel spoelt af van het erf en kan via afspoeling (in het riool of rechtstreeks) in het oppervlaktewater komen (denk aan schoonmaken veldspuiten, knoeien bij vullen etc.).

De hypothese voor bestrijdingsmiddelen was dat er slechts een beperkte relatie is tussen de concentraties en de afvoer van de Rijn en Maas. In dit hoofdstuk wordt inderdaad een zwakke relatie gevonden. Wat we verder uit de data kunnen halen is dat een bestrijdingsmiddel uitspoelt in de toepassingsperiode. Naast het debiet is het dus van belang om de toepassingsperiode van bestrijdingsmiddelen te kennen om de concentraties in het oppervlaktewater te verklaren. De conclusies komen overeen KWR (2005), hierin komt naar voren dat een droge zomer met een laag debiet een beperkt tot geen effect heeft op de concentratie bestrijdingsmiddelen. De concentratie bestrijdingsmiddelen wordt vooral bepaald door de seizoensgebonden toepassing ervan en pas in tweede instantie door de afvoer. Wat ook opvalt is dat AMPA een duidelijk sterkere relatie laat zien met de afvoer dan glyfosaat en isoproturon. Dit is interessant omdat AMPA zowel een afbraakproduct is van glyfosaat en daarmee de emissieroute van een bestrijdingsmiddel volgt, als andere meer constante emissieroutes heeft.

5 Industriechemicaliën

5.1 Inleiding

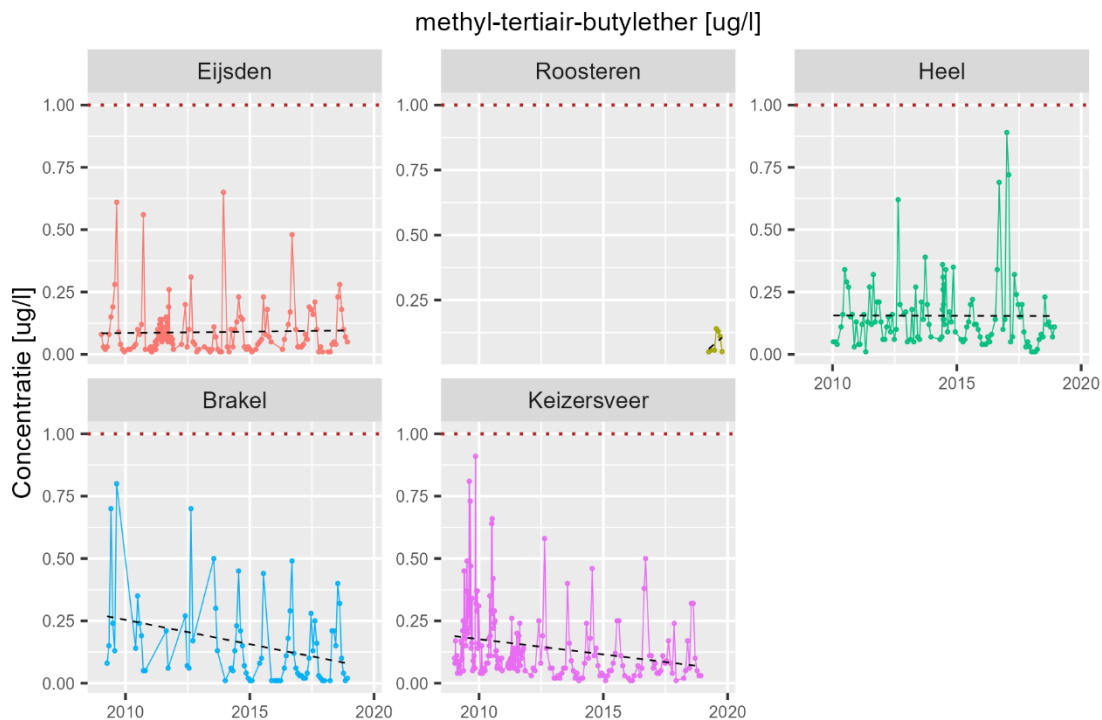
In dit hoofdstuk worden vijf industriechemicaliën besproken, te weten; MTBE, PFOA, PFOS, EDTA en 1,4-dioxaan.

5.2 MTBE

Methyl-tert-butylether (MTBE) wordt in Nederland vanaf 1973 op kleine schaal als bijproduct in de petrochemische industrie geproduceerd. Vanaf 1984 wordt het in Nederland op grote schaal geproduceerd. MTBE wordt sinds 1988 in benzine toegepast ter verhoging van de klopvastheid en als loodvervanger in benzine toegepast om de luchtkwaliteit te verbeteren. Vroeger werd daarvoor het zeer giftige tetraethyllood (TEL) gebruikt. In het grondwater is de stof zeer mobiel en slecht afbreekbaar (vooral anaëroob). MTBE staat op de lijst van potentieel zeer zorgwekkende stoffen (<https://rvszoekstelsysteem.rivm.nl/stof/detail/942>, nov 2023). De laatste jaren is MTBE in toenemende mate vervangen door ethyl-tert-butylether (ETBE), een stof met vergelijkbare eigenschappen. MTBE zorgt bij lage concentraties al voor een vieze smaak aan het drinkwater.

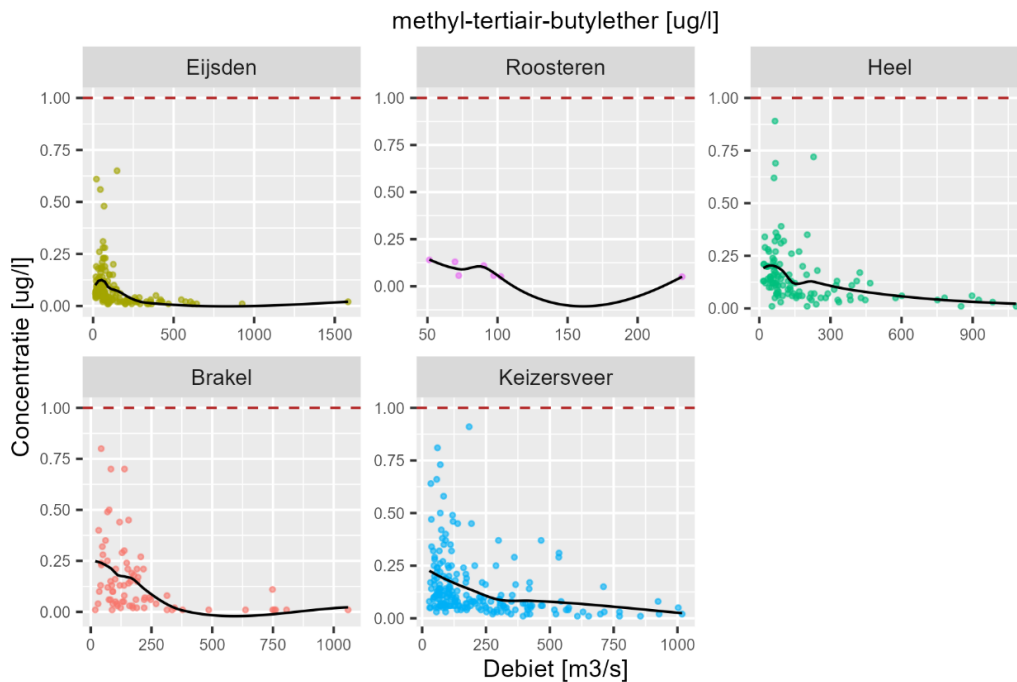
MTBE kent een diffuse lozing, via de weg komt het via het grondwater of riool en RWZI's in het oppervlaktewater terecht. Dit gebeurt zowel in Nederland als in de bovenstroomse buurlanden. Figuur 5-1 laat de concentraties MTBE in de tijd zien voor verschillende Maas-locaties. De Rijnlocaties zijn hier niet weergegeven, vanwege de beperkte data. Volgens het rivierdossier Maas is er sprake van verschillen tussen de gemeten concentraties in Eijsden en op de innamepunten. Mogelijk speelt het gebruik van verschillende analysemethoden een rol bij de geconstateerde verschillen.

In het verleden heeft MTBE alleen in 2004 geleid tot een beperkte inname bij Nieuwegein. In de gebruikte meetreeks (2009-2020) zijn de concentraties altijd onder de signaleringswaarde van 1 µg/l gebleven.

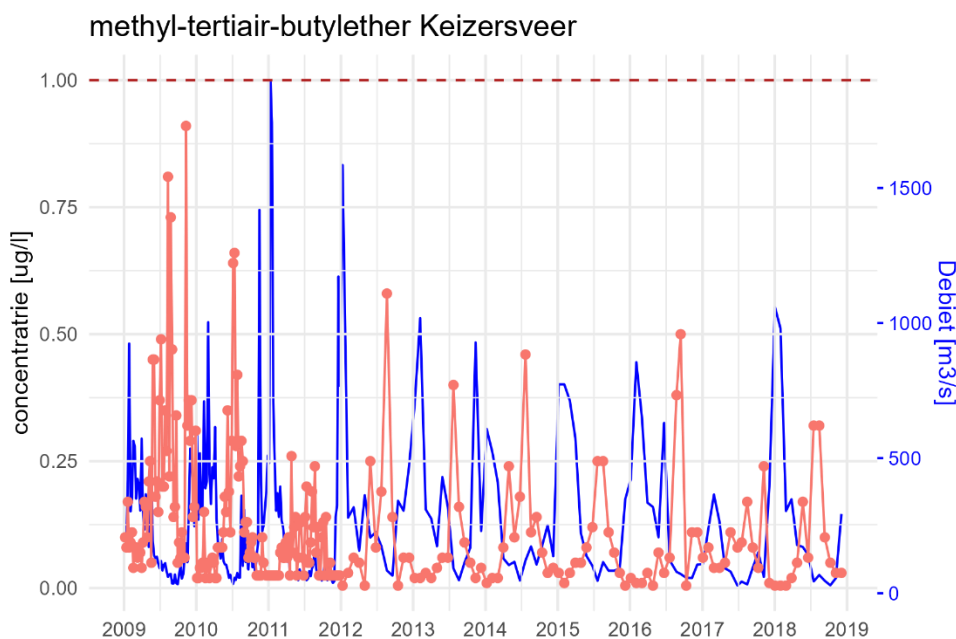


Figuur 5-1 Tijdsree MTBE voor Maas-locaties, de signaleringswaarde van $1 \mu\text{g/l}$ is weergegeven met de rode stippellijn.

In Figuur 5-2 is de concentratie bij de verschillende Maas-locaties uitgezet tegen de afvoer bij Megen/Eijsden. De figuren laten een zwakke relatie zien tussen afvoer en debiet. En ook Figuur 5-3 laat zien dat de concentraties vaak toeneemt bij lage rivierafvoeren. Deze zwakke relatie is in lijn met de verwachtingen aangezien het hier een constante diffuse lozing betreft, die vertraagd met buien via het grondwater of riool, in het oppervlaktewater terecht komt. Bovendien is MTBE zeer vluchtig, waardoor er met hoge buitentemperaturen meer verdampt. Daarbij dient opgemerkt te worden dat lage afvoeren niet altijd samenvallen met hoge buitentemperaturen.



Figuur 5-2 correlatie plot MTBE voor de Maas-locaties, de signaleringswaarde van 1 µg/l is weergegeven met de rode stippellijn. De datapunten komen overeen met de tijdseries zoals weergegeven in de voorgaande figuren.



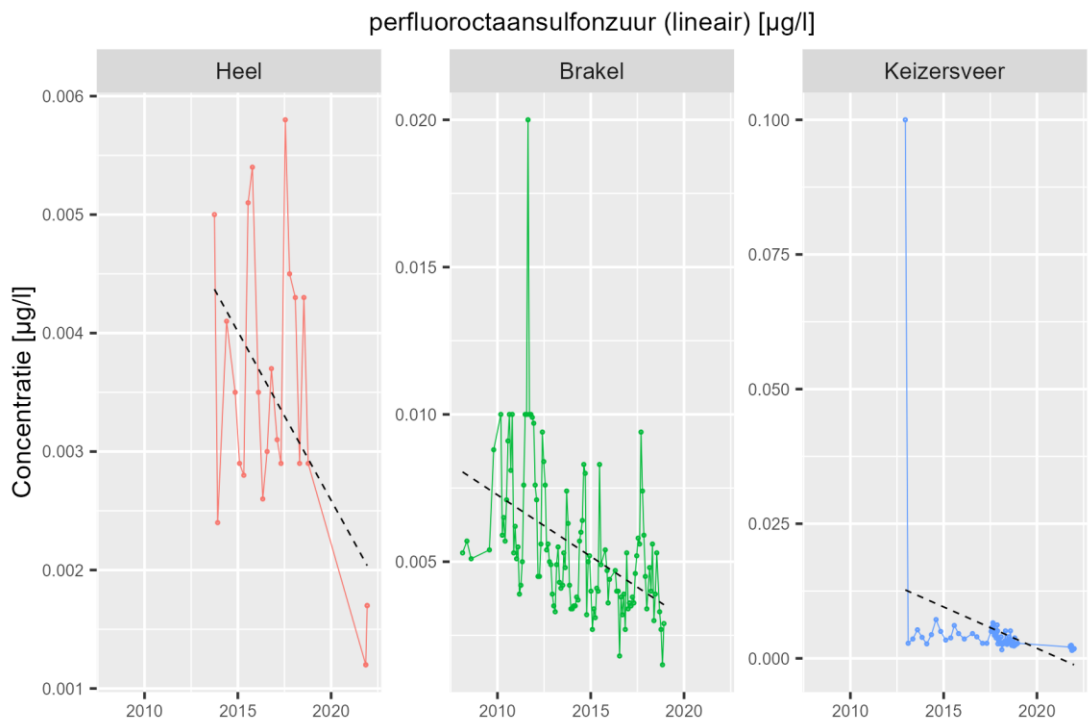
Figuur 5-3 Afvoer Megen en concentratie MTBE uitgezet tegen de tijd.

5.3 PFOA en PFOS

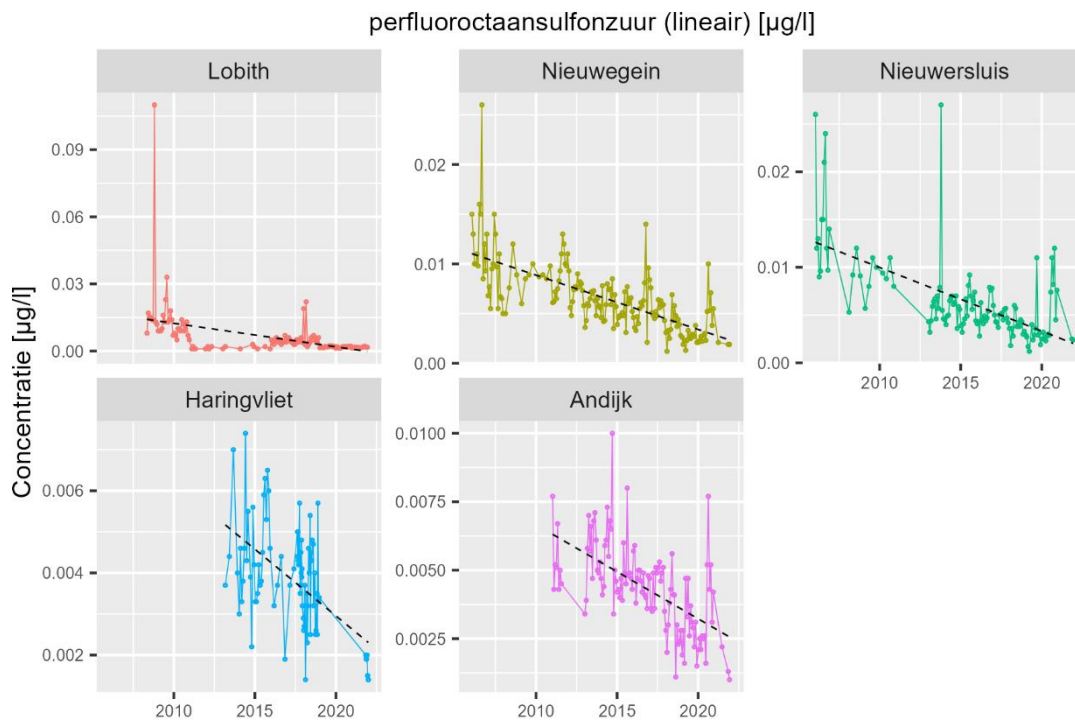
Industriechemicaliën van de PFAS groep krijgen recent veel aandacht. Deze stoffen zijn erg persistent en mobiel en komen daarom ook veel voor in het milieu en daarmee ook in het oppervlaktewater. Verder zijn de stoffen in deze groep toxisch en hebben verschillende negatieve effecten op de gezondheid en zijn daarom door het RIVM ook geclassificeerd als Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS).

Omdat deze stoffen goed vuil en water afstoten en niet gemakkelijk aangetast worden door warmte of andere chemische stoffen worden ze voor veel verschillende toepassingen gebruikt. In dit rapport wordt er gefocust op twee PFAS, PFOA en PFOS, omdat van deze stoffen de meeste metingen beschikbaar zijn in het oppervlaktewater en daarom de concentraties het beste vergeleken kunnen worden met de afvoer.

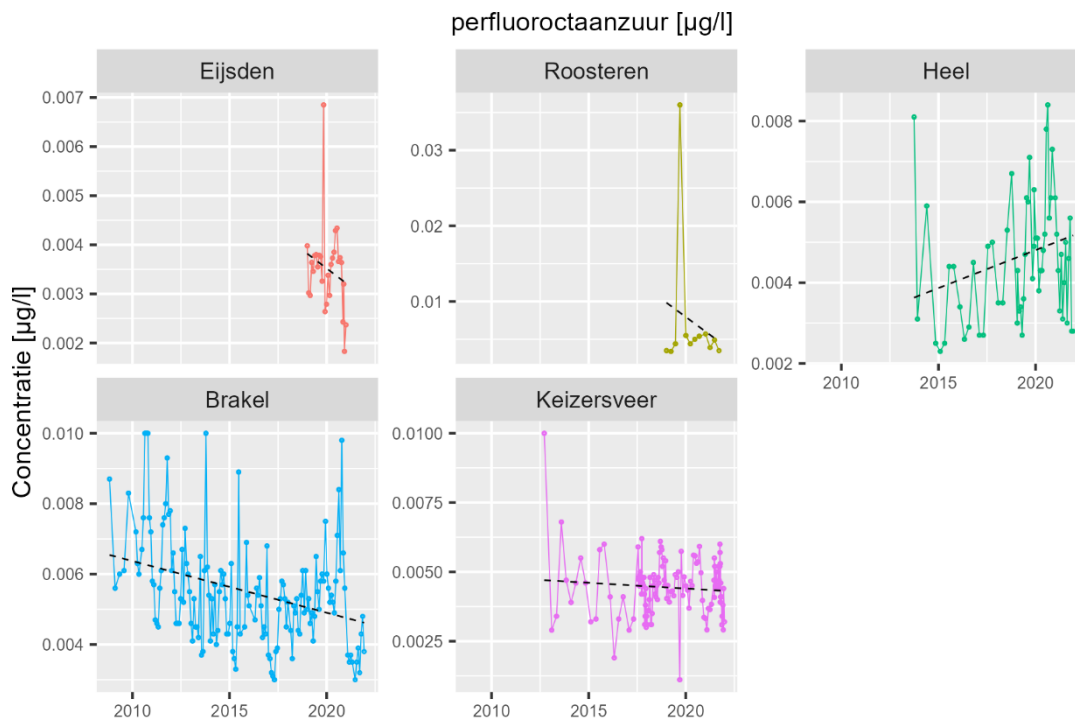
Figuur 5-4 en Figuur 5-5 geven het metingen van PFOA en PFOS in de tijd weer. In de figuren is geen drinkwatereis gegeven. De concentraties liggen namelijk vele malen lager dan de signaleringswaarde voor oppervlaktewater van 1 µg/l. De kwaliteitseis drinkwater in nieuwe Drinkwaterriichtlijn (EU) 2020/2184 ligt aanzienlijk lager en is 0,50 µg/l voor PFAS totaal en 0,10 µg/l voor de som van PFAS. RIVM (2022) geeft daarnaast nog een andere gezondheidskundige norm, namelijk 4,4 ng/l PEQ voor de som van PFAS. Bij het afleiden van deze waarde is ervan uitgegaan dat 20% van de dagelijkse inname door de mens via drinkwater plaatsvindt. De waarde geldt (voorlopig) niet als drinkwaternorm, maar wordt wel gebruikt bij de vergunningverlening voor lozingen op het oppervlaktewater.



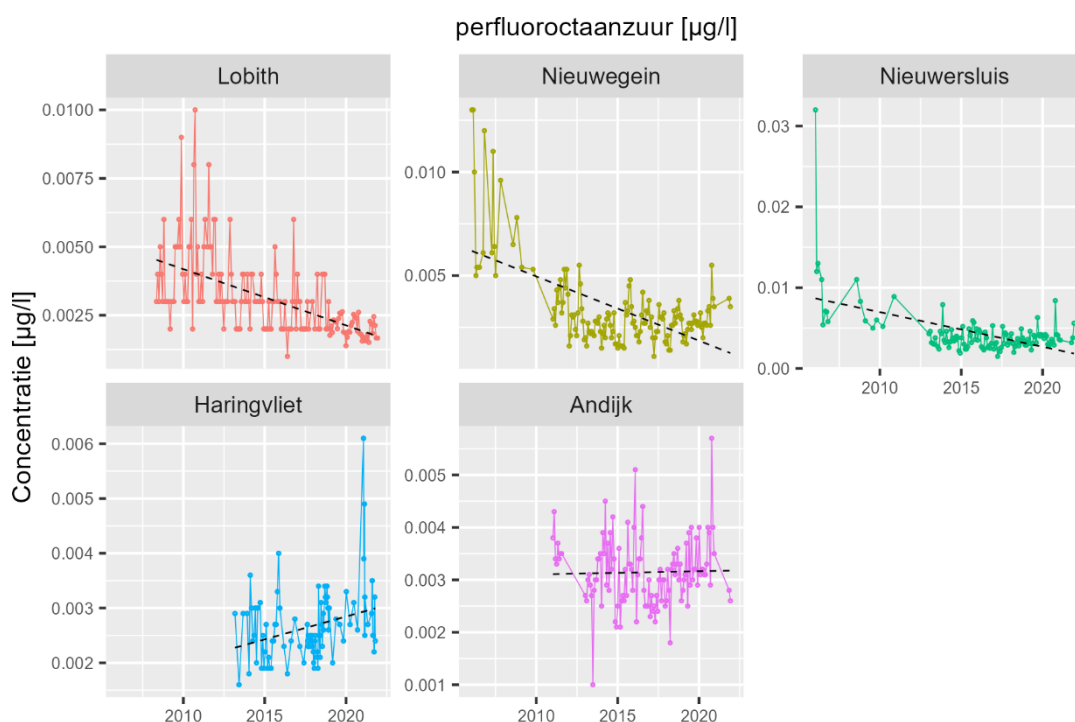
Figuur 5-4 Tijdsree van PFOS voor de Maas-locaties.



Figuur 5-5 Tijdserie van PFOS voor de Rijn-locaties.



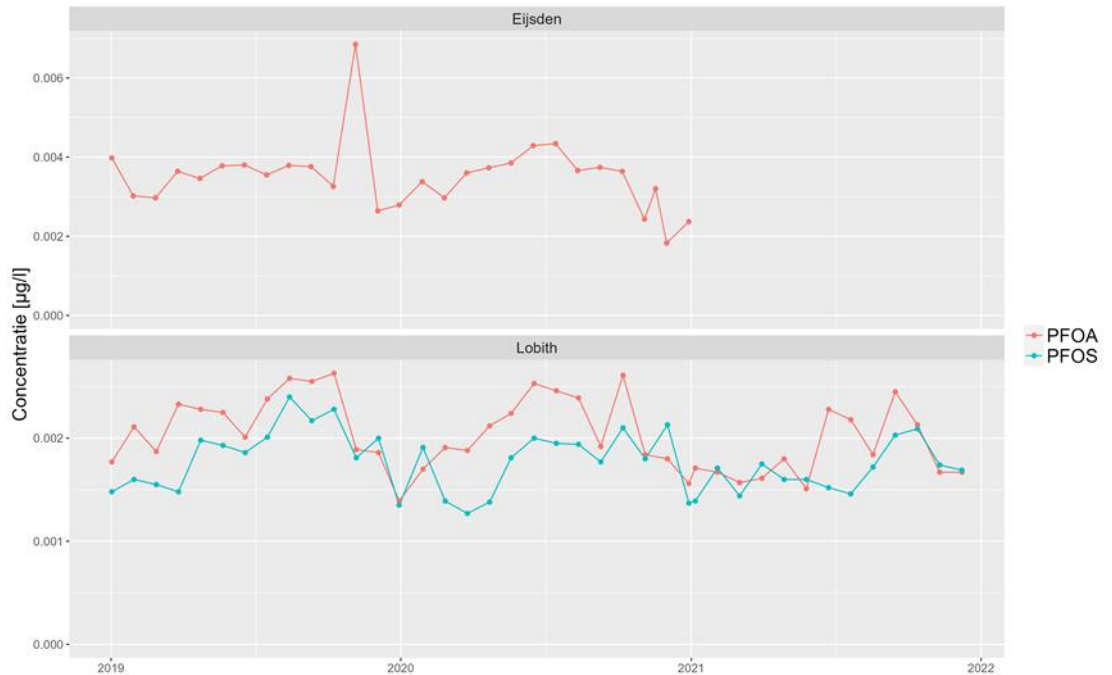
Figuur 5-6 tijdserie PFOA voor de Maas-locaties.



Figuur 5-7 tijdserie van PFOA voor de Rijn-locaties.

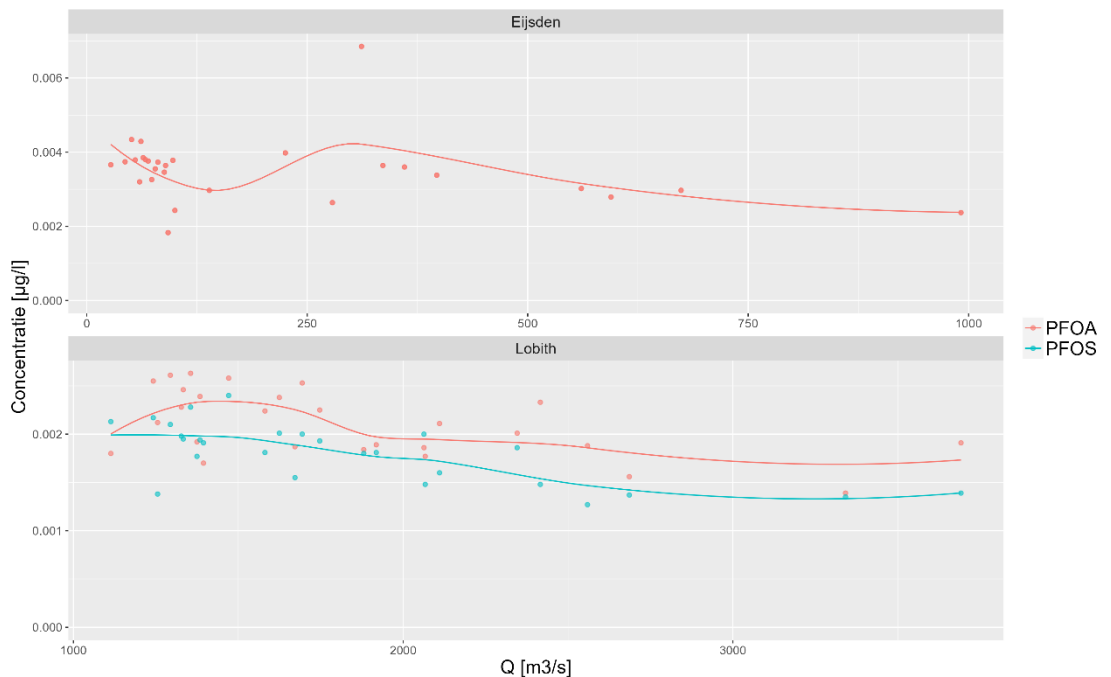
Ondanks dat PFAS-verbindingen een brede toepassing hebben en op verschillende manieren in het oppervlaktewater terecht komen is er geen duidelijke relatie met de afvoer te zien (zie bijlage D). Een versturende factor is de trend in de data, het relatief hoge percentage metingen onder de rapportagegrens en de verschillende rapportagegrenzen (veroorzaakt door verschillende meetmethoden en laboratoria).

Om de vertroebeling van de trend en het verschil in rapportagegrenzen er uit te halen, is de tijdserie verkort tot een meer recente periode waar betrouwbaardere metingen zijn met een lagere rapportagegrens. De gebruikte tijdserie voor PFOS en PFOA bij Eijsden en Lobith is te zien in Figuur 5-8. Voor PFOS zijn bij Eijsden in deze periode geen metingen beschikbaar.



Figuur 5-8 ingekorte tijdserie van PFOA en PFOS voor Lobith en Eijsden.

In Figuur 5-9 is de relatie tussen de afvoer en de PFOA- en PFOS-concentratie te zien voor dezelfde periode (2019 t/m 2021) als in Figuur 5-8. Wanneer de metingen minder beïnvloed zijn door rapportagegrenzen lijkt er toch een relatie te zijn met de afvoer. Hoewel deze niet zo sterk is als bijvoorbeeld bij AMPA is het toch duidelijk dat bij de hoge afvoeren (Eijsden > 500 m³/s en Lobith > 2000 m³/s) de concentraties lager zijn. Bij Lobith is te zien dat dit patroon vergelijkbaar is voor zowel PFOA als PFOS, waar PFOA wel in wat hogere concentraties wordt gemeten.



Figuur 5-9 Correlatie plot van PFOA en PFOS bij Eijsden en Lobith voor de ingekorte tijdserie (2019:2022).

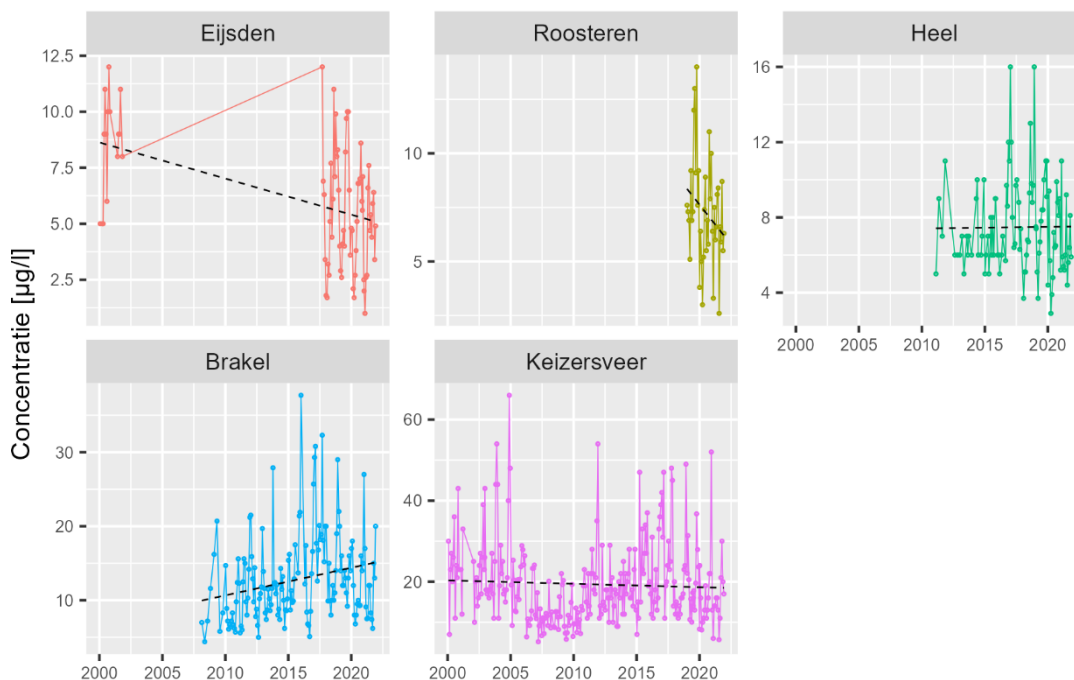
5.4 EDTA

EDTA (ethyleendiaminetetraethaanzuur) is een organische verbinding die veel wordt toegepast als complexvormer. Het wordt vooral gebruikt in wasmiddelen en in de geneeskunde voor het vervangen en verwijderen van calcium en andere zware metalen. De eigenschap van EDTA om metaalionen te binden wordt ook veel gebruikt in de textiel en papierindustrie. EDTA breekt slecht af in het milieu en wordt daarom vaak aangetroffen in het oppervlaktewater. EDTA is een voor de mens weinig toxische verbinding, maar het heeft de eigenschap zware metalen uit slib vrij te maken en in water op te lossen (RIWA-Maas jaarrapport, 2016).

De concentraties van EDTA liggen vele malen lager dan de drinkwaterrichtwaarde van 600 µg/l en hoger dan de signaleringswaarde van 1 µg/l. Er zijn in het verleden geen innamestops voor EDTA geweest omdat de stof bij de concentraties die gemeten worden in het drinkwater niet schadelijk is voor de mens.

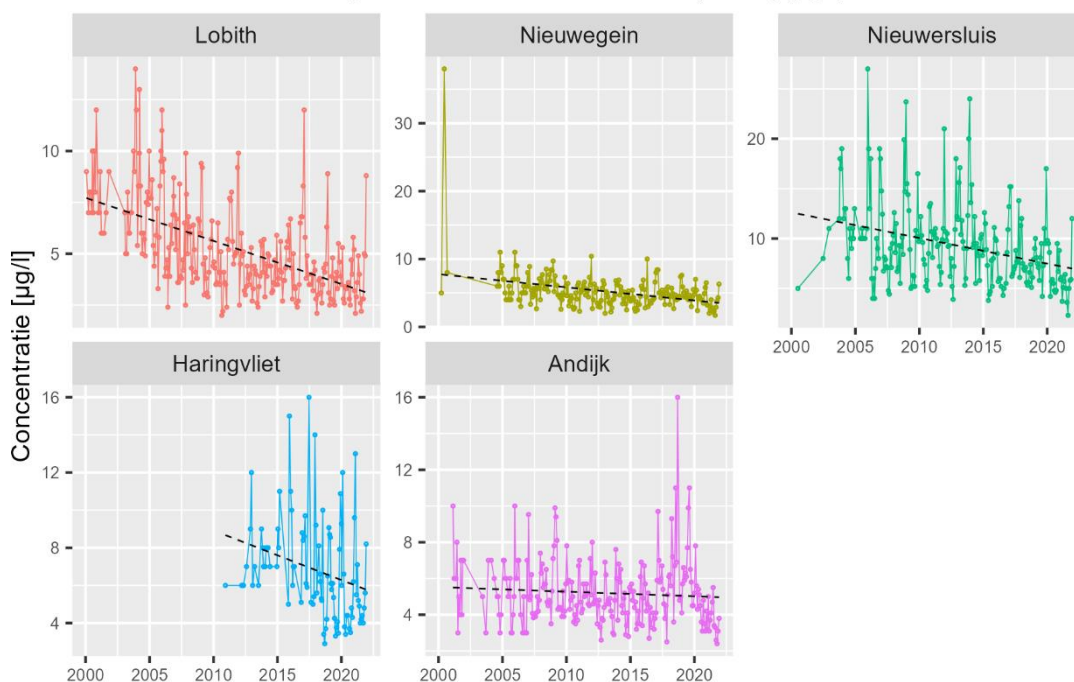
De hoeveelheid EDTA die Nederland binnenkomt bij Eijsden en Lobith lijkt af te nemen als gekeken wordt naar de trendlijn (zwart gestippelde lijn) voor de EDTA concentratie in water op deze locaties (Figuur 5-11). Verder zijn de concentraties van EDTA verder stroomafwaarts na Eijsden en Lobith vele malen hoger dan bij Eijsden en Lobith zelf, wat een aanwijzing is dat er ook bronnen van EDTA in Nederland zijn die bijdragen aan de emissies. EDTA wordt ook aangetroffen in het waterbeheergebied van onder andere de waterschappen De Dommel, Aa en Maas en Limburg. Deze stof is hoogstwaarschijnlijk via aangrenzende industriegebieden in het watersysteem terechtgekomen.

ethyleendiaminetetraethaanuur (EDTA) [$\mu\text{g/l}$]



Figuur 5-10 Tijdserie EDTA voor de Maas-locaties.

ethyleendiaminetetraethaanuur (EDTA) [$\mu\text{g/l}$]

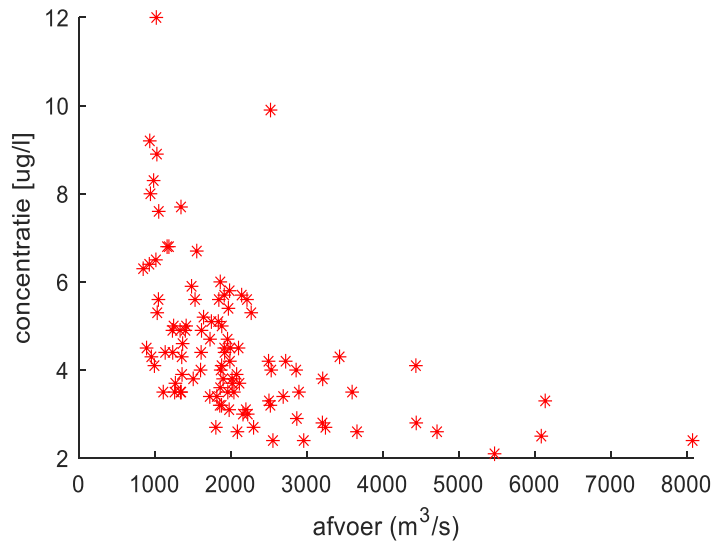


Figuur 5-11 Tijdserie EDTA voor de Rijn-locaties.

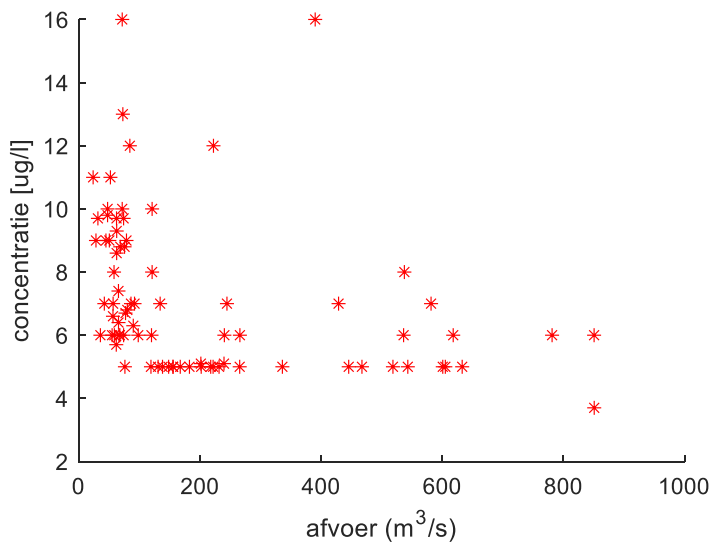
Aangezien er voor veel locaties een duidelijke afnemende trend in de data zit, heeft het geen zin om correlatieplots tussen concentratie en afvoer te maken over de hele periode. In Figuur 5-12 en Figuur 5-13 zijn correlatieplots gemaakt voor een kortere periode voor de locaties Lobith en Heel, bij een kortere periode zal de aanwezige trend minder invloed hebben. Met name bij Lobith lijkt een correlatie met de afvoer aanwezig te zijn.

Ook Figuur 5-16 laat zien dat de EDTA-concentraties in 2018 van 2 naar 10 µg/l stegen toen de Maasafvoer bij Eijsden tot onder 30 m³/s zakte. Hier is dus een relatie met de Maasafvoer zichtbaar.

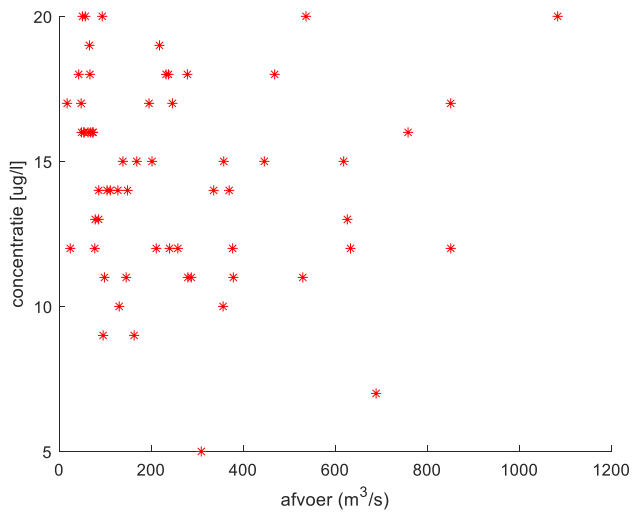
Voor de locaties Keizersveer en Andijk wordt geen relatie tussen concentratie en afvoer gevonden (Figuur 5-14 en Figuur 5-15). Bij Andijk kan dit verklaard worden door de lange verblijftijden in het IJsselmeer, de concentraties reageren traag op de afvoer. Bij Keizersveer is de oorzaak onbekend.



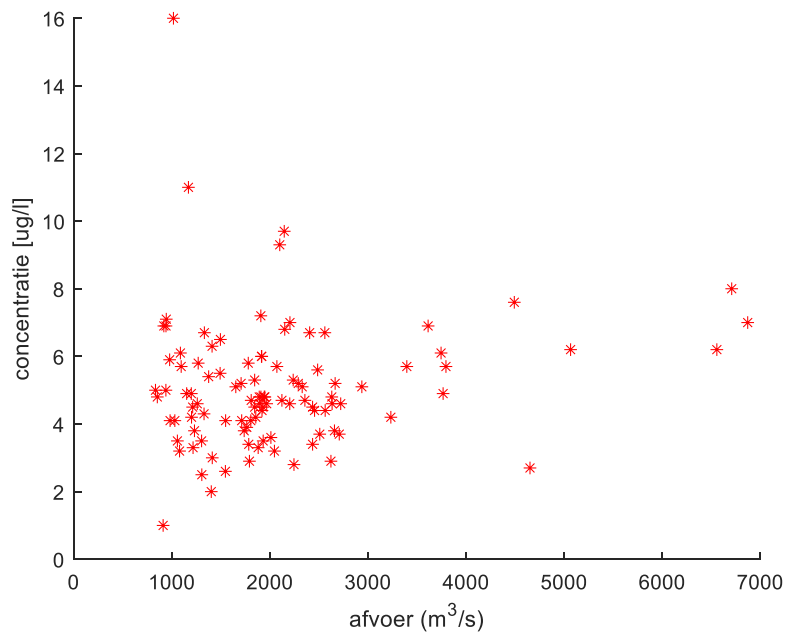
Figuur 5-12 Concentratie EDTA bij Heel uitgezet tegen de afvoer bij Lobith voor de periode 2011 t/m 2018.



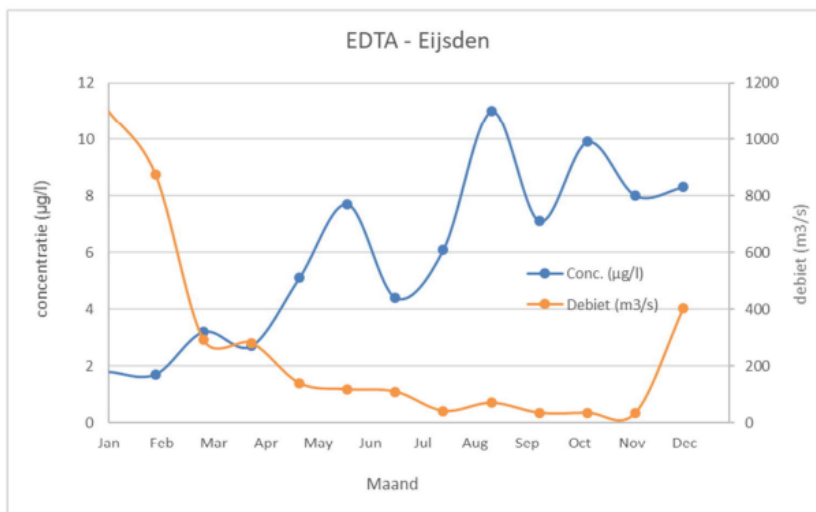
Figuur 5-13: concentratie EDTA bij Heel uitgezet tegen de afvoer bij Eijsden voor de periode 2011 t/m 2018.



Figuur 5-14 Concentratie EDTA bij Keizersveer uitgezet tegen de afvoer bij Eijsden voor de periode 2011 t/m 2018.



Figuur 5-15 Concentratie EDTA bij Keizersveer uitgezet tegen de afvoer bij Eijsden voor de periode 2011 t/m 2018.

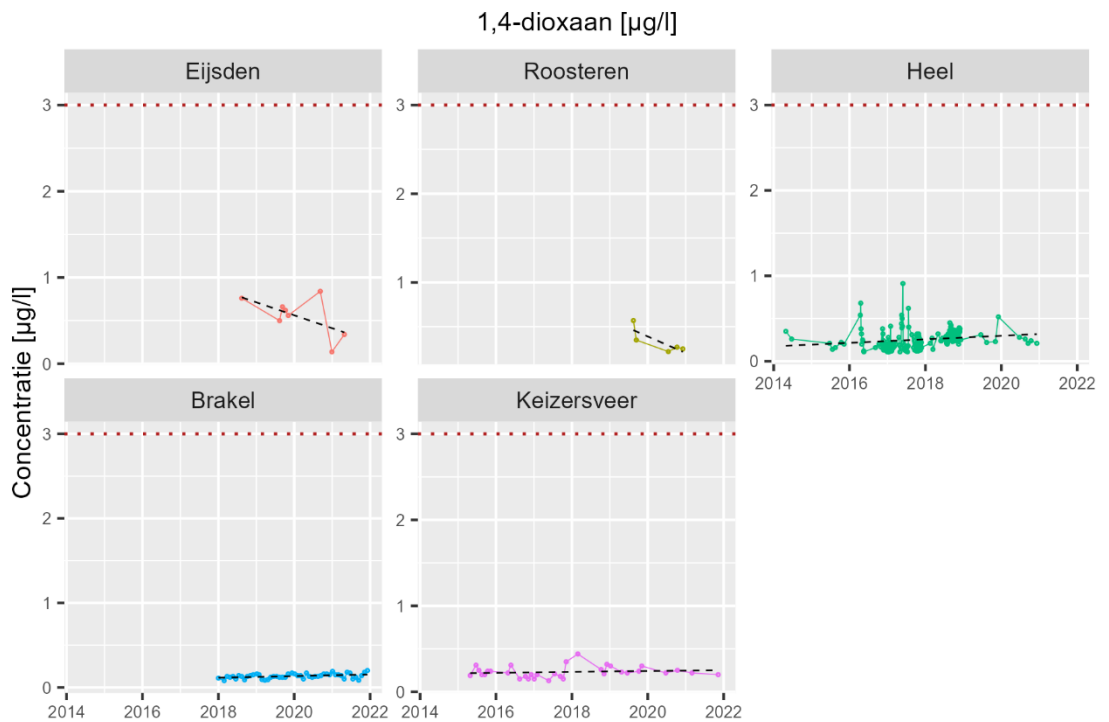


Figuur 5-16 Gemeten concentraties EDTA op meetpunt Eijsden in de Maas in 2018, alsmede de afvoer op beide meetpunten op het moment van monsternamming (oranje punten/lijnen) in de Maas in 2018, alsmede de afvoer op beide meetpunten op het moment van monsternamming (oranje punten/lijnen) (Bron: Arcadis, 2019a).

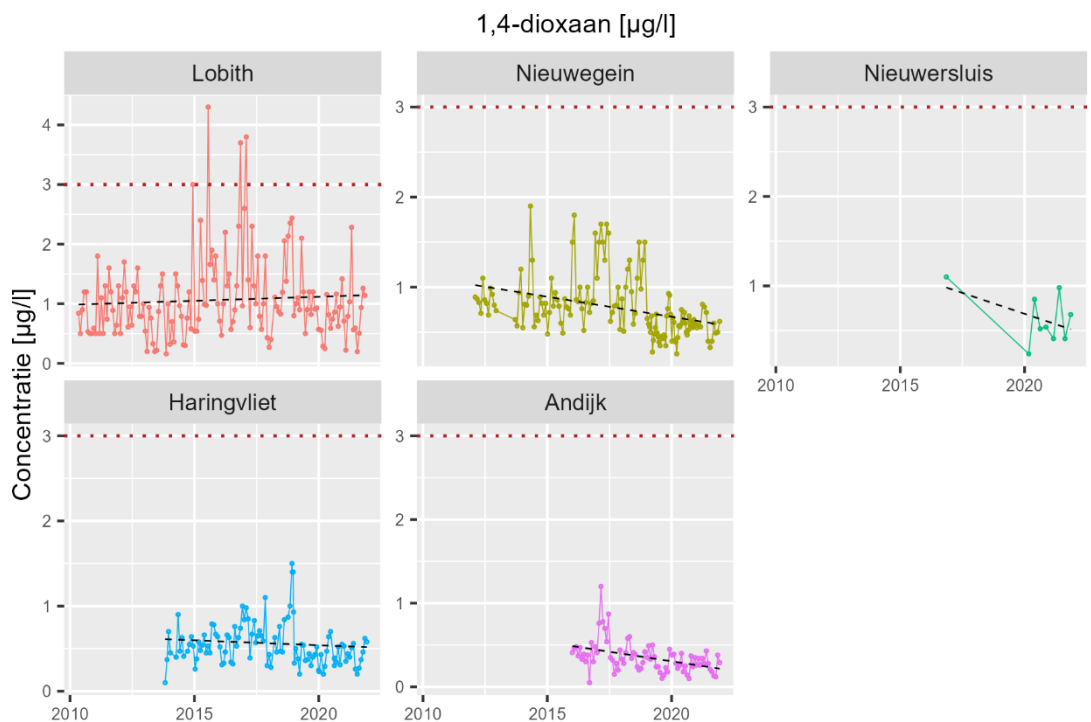
5.5 1,4-Dioxaan

1,4-Dioxaan, is een organische, licht ontvlambare vloeistof. Het is een ether met twee functionele ethergroepen. 1,4-Dioxaan wordt vooral gebruikt als oplosmiddel in de papier-, katoen- en textielindustrie, in koelvloeistof voor auto's, als uitgangsstof voor de synthese van andere stoffen, als schuimmiddel in de polymeer-industrie en bij de productie van cosmetische stoffen en shampoos. 1,4-Dioxaan is door het RIVM geclassificeerd als Zeer Zorgwekkende Stof (ZZS).

Vanwege de gemeten concentraties is er een risicobeoordeling uitgevoerd waaruit een drinkwaterrichtwaarde van 3 µg/l vastgesteld is. Deze waarde ligt dicht tegen de concentraties aan die zich in de Rijn en in mindere mate in de Maas voordoen. Er zijn in het verleden geen innamestops voor 1,4-dioxaan geweest.



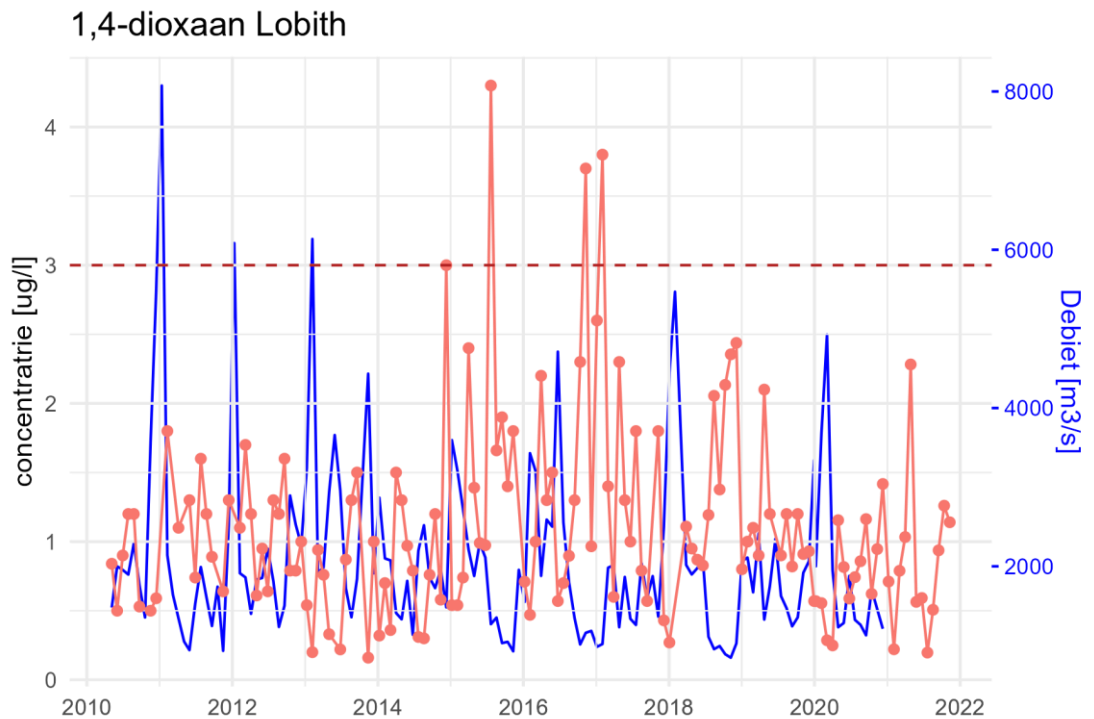
Figuur 5-17: Tijdsree 1,4-dioxaan voor de Maas-locaties met de drinkwaterrichtwaarde weergegeven met de rode stippellijn (3 µg/l).



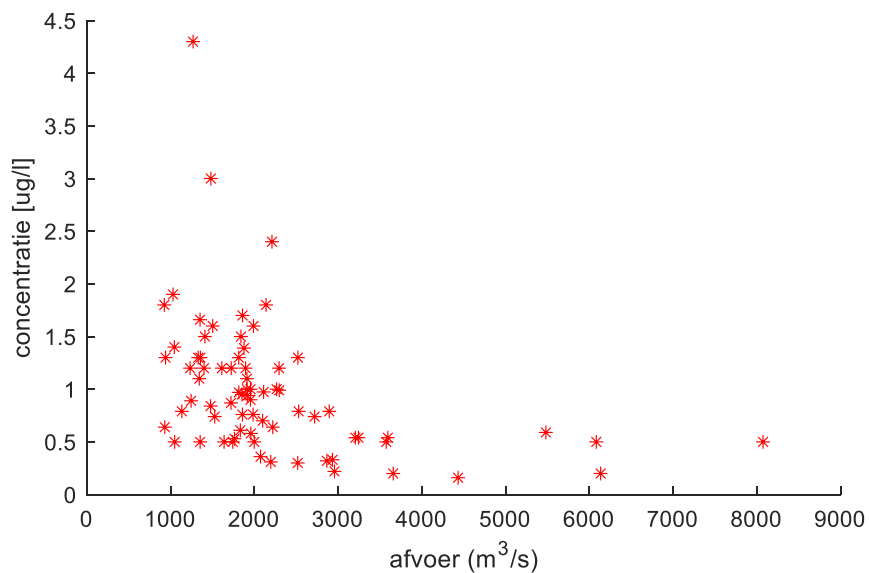
Figuur 5-18 Tijdsree 1,4-dioxaan voor de Rijn-locaties met de drinkwaterrichtwaarde weergegeven met de rode stippellijn (3 µg/l).

In Figuur 5-19 is de concentratie bij Lobith uitgezet tegen het debiet. Door de oogharen heen is te zien dat de concentraties toenemen bij lage rivierafvoeren en andersom. In de droge zomer van 2018 nam de concentratie sterk toe, maar is onder de drinkwaterrichtwaarde van 3,0 µg/l gebleven.

Dit zien we ook terug in de scatterplot van Figuur 5-20. De drinkwaterrichtwaarde van 3,0 µg/l is bij een debiet lager dan 1.500 m³/s in Lobith enkele malen overschreden.



Figuur 5-19 Concentratie en debiet bij Lobith uitgezet tegen de tijd. Alleen de debieten op de dag dat concentraties gemeten zijn meegenomen.



Figuur 5-20 Scatterplot waarbij de concentratie van 1,4-dioxaan te Lobith is uitgezet tegen het bijbehorende debiet op dezelfde dag. Periode 2008-2015.

5.6 Conclusies

De industrie heeft meestal een constante lozing, dit betekent dat er bij een verminderde afvoer minder verdunning optreedt en daarmee hogere concentraties te verwachten zijn. De hypothese is dan ook dat er een sterke correlatie met rivierafvoer is. Bij de vier stoffen die in dit hoofdstuk zijn onderzocht wordt inderdaad een relatie met de afvoer gevonden. De relatie was bij de stoffen niet zo sterk als verwacht, dit heeft met name te maken met het gebruik van inhomogene tijdseries en vervluchting.

Dat bij alle stoffen de tijdseries niet homogeen zijn komt doordat de meeste stoffen het volgende pad afleggen: 1) stoffen worden ontdekt; 2) onderzoek naar de stof; 3) meettechnieken worden verbeterd (rapportagegrens gaat naar beneden); 4) beperkingen op gebruik; 5) afname concentraties; 6) de industrie gaat op zoek naar alternatieven. Van toekomstige stoffen mag worden verwacht dat ze ditzelfde pad bewandelen.

6 Medicijnresten

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden totaal metformine en jomeprol besproken als proxy voor medicijnresten die voornamelijk via RWZI's in het oppervlaktewater terecht komen.

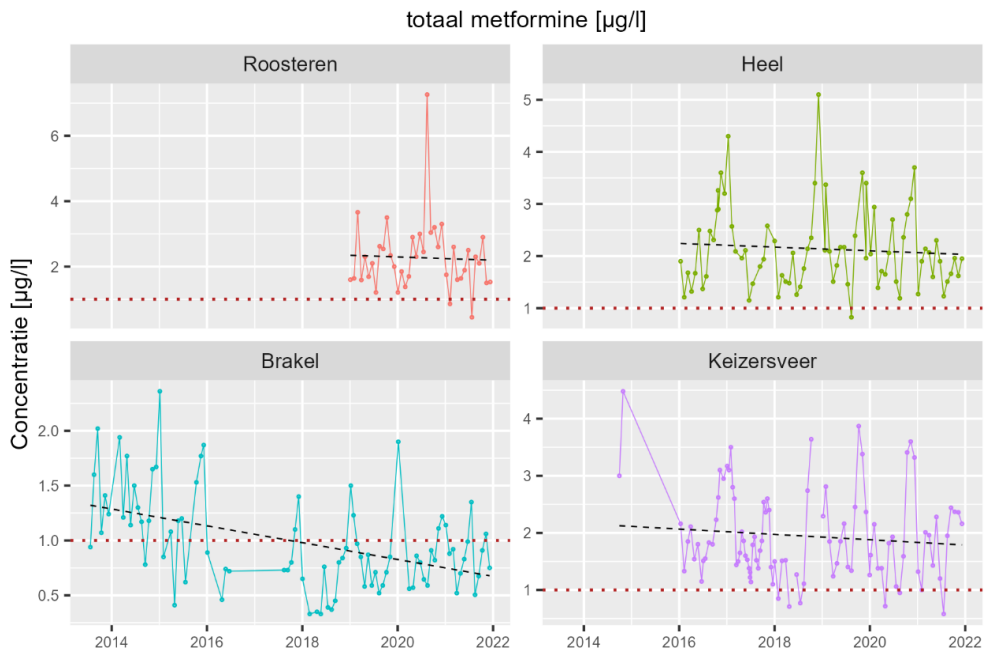
6.2 Totaal metformine

Totaal metformine is een samenstelling van metformine en het bijbehorende afbraakproduct guanylureum¹. Volgens het rivierdossier dragen beide stoffen voor meer dan de helft bij aan de totale hoeveelheid medicijnresten in het oppervlaktewater (STOWA/KWR, 2013). Het aantal uitgiftes van metformine in Nederland is tussen 2012 en 2016 gestegen van 5,4 miljoen naar 6,2 miljoen per jaar (Bron: Gipdatabank). Als signaleringswaarde van totaal metformine wordt in dit rapport 1 µg/l aangehouden. De drinkwaterrichtwaarden liggen veel hoger: 196 µg/l voor metformine en 22,5 µg/l voor guanylureum.

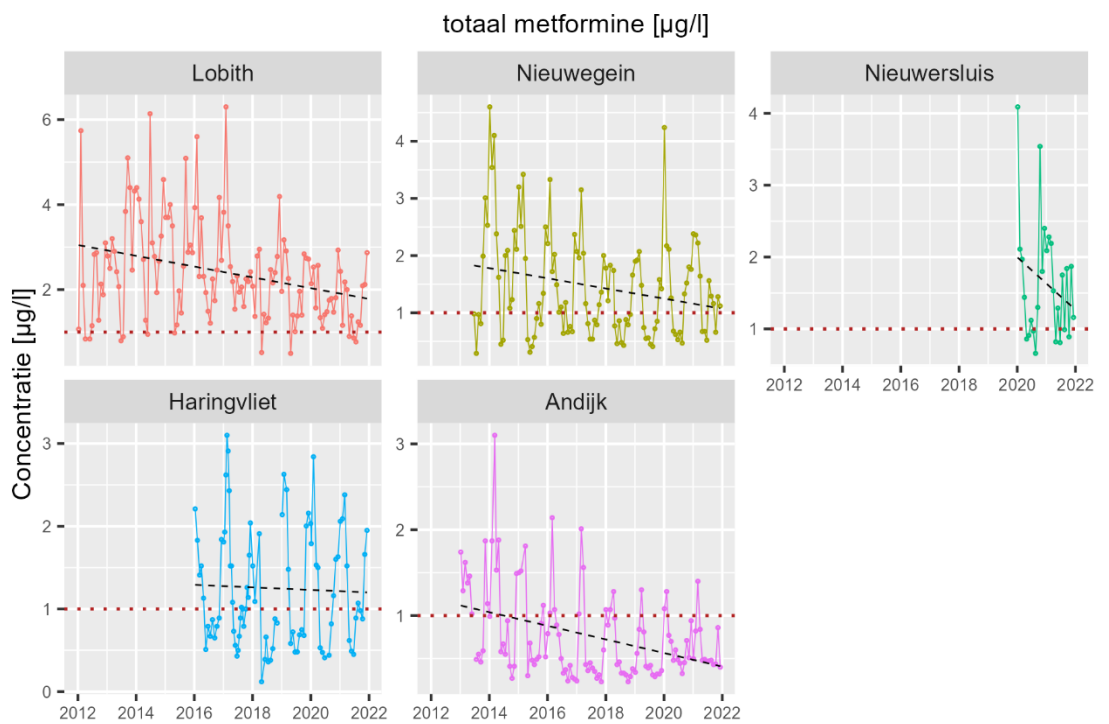
Figuur 6-1 en Figuur 6-2 geven voor de verschillende Rijn- en Maaslocaties de tijdreeksen aan. Voor Eijsden zijn geen meetgegevens beschikbaar en voor Lobith zijn er meetgegevens vanaf 2012 (zie). De figuren laten zien dat voor de meeste locaties de signaleringswaarde van 1 µg/l frequent wordt overschreden. Voor alle locaties (met name de Rijn locaties) zien we een dalende trendlijn in de tijd. De oorzaak van deze trend is onbekend. Aangezien het medicijngebruik door de jaren heen is toegenomen, kan dit niet de oorzaak zijn.

Daarnaast zien we, met name bij Lobith, Nieuwegein en Andijk, een seizoensfluctuatie: hoog in de winter en laag in de zomer. Deze seizoensfluctuatie wordt ook teruggevonden wanneer we metformine en guanylureum apart bekijken (Figuur 6-3 en Figuur 6-4). Tisler en Zwiener (2018) beschrijven dat metformine en guanylureum al afbreken in het rioolstelsel. En omdat de afbraak van zowel metformine (MF) als guanylureum (GU) in de zomer sneller gaat dan in de winter, zijn de concentraties hoger in de winter.

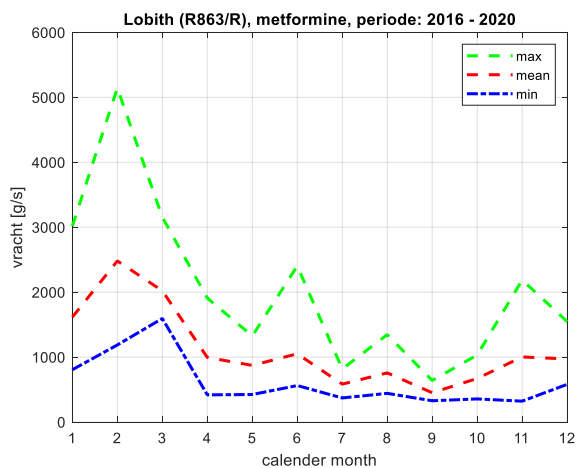
¹ In dit rapport zijn de concentraties van metformine en Guanylureum opgeteld, beter zou het zijn om naar de molmassa van de stoffen te kijken en deze op te tellen.



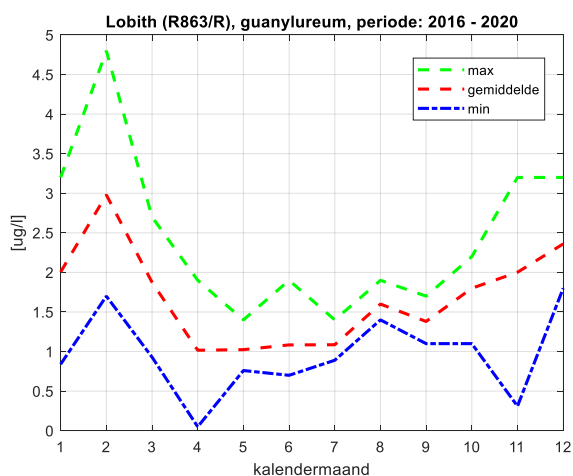
Figuur 6-1 Tijdsree totale metformine voor de Maas-locaties met de signaleringswaarde weergegeven met de rode stippellijn (1 µg/l).



Figuur 6-2: Tijdsree totale metformine voor de Rijn-locaties met de signaleringswaarde weergegeven met de rode stippellijn (1 µg/l).



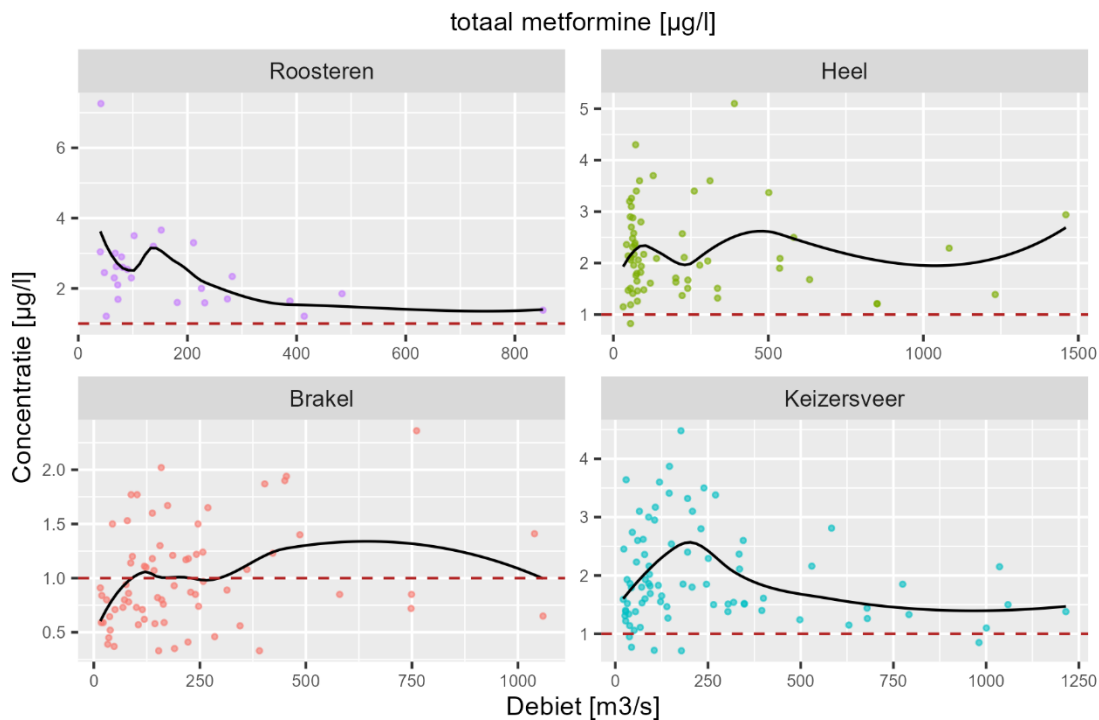
Figuur 6-3 Vracht metformine te Lobith per kalendermaand voor de periode 2016 t/m 2020.



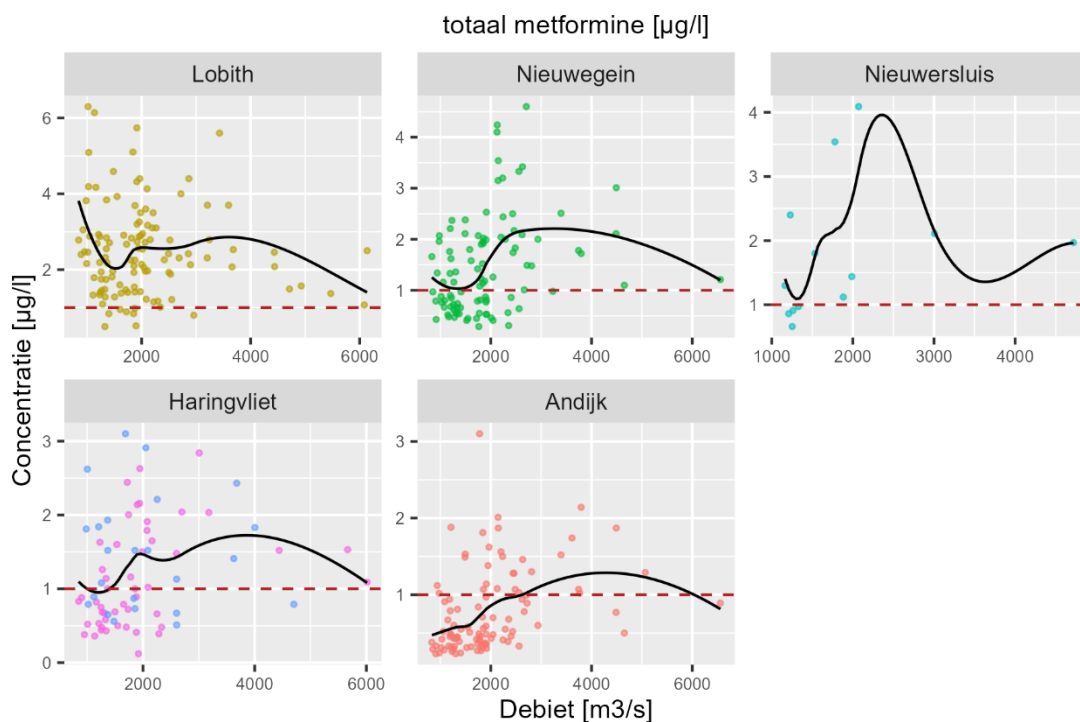
Figuur 6-4 Vracht guanylureum te Lobith per kalendermaand voor de periode 2016 t/m 2020.

De scatterplots in Figuur 6-5 en Figuur 6-6 laten geen relatie zien tussen de concentratie totaal metformine en de afvoer. Verwacht wordt dat dit met name wordt veroorzaakt door de seizoensfluctuatie. De vracht neemt hier namelijk toe in het seizoen dat de afvoer hoog is; dit verstoort de data-analyse sterk.

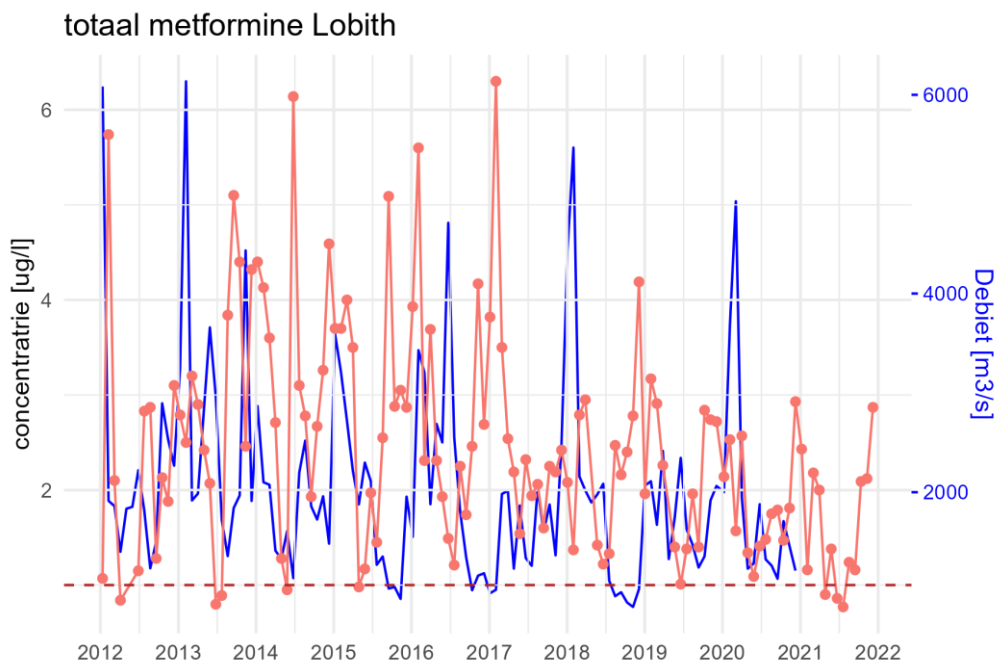
In Figuur 6-7 wordt de tijdserie van Lobith nogmaals weergegeven, nu met de afvoer erbij geplott. In de jaren 2015, 2016 en 2018 zien we dat de lage afvoer richting het najaar/winter doorloopt, dit gaat samen hoge concentraties.



Figuur 6-5: correlatieplot totaal metformine voor de Maas-locaties met de signaleringswaarde weergegeven met de rode stippellijn ($1 \mu\text{g/l}$). De datapunten komen overeen met de tijdseries zoals weergegeven in de voorgaande figuren.



Figuur 6-6 correlatieplot totaal metformine voor de Rijn-locaties met de signaleringswaarde weergegeven met de rode stippellijn ($1 \mu\text{g/l}$). De datapunten komen overeen met de tijdseries zoals weergegeven in de voorgaande figuren.



Figuur 6-7: tijdserie van totaal metformine bij Lobith met de tijdserie van de afvoer op de secundaire y-as (signaleringswaarde = rode stippellijn 1 µg/l).

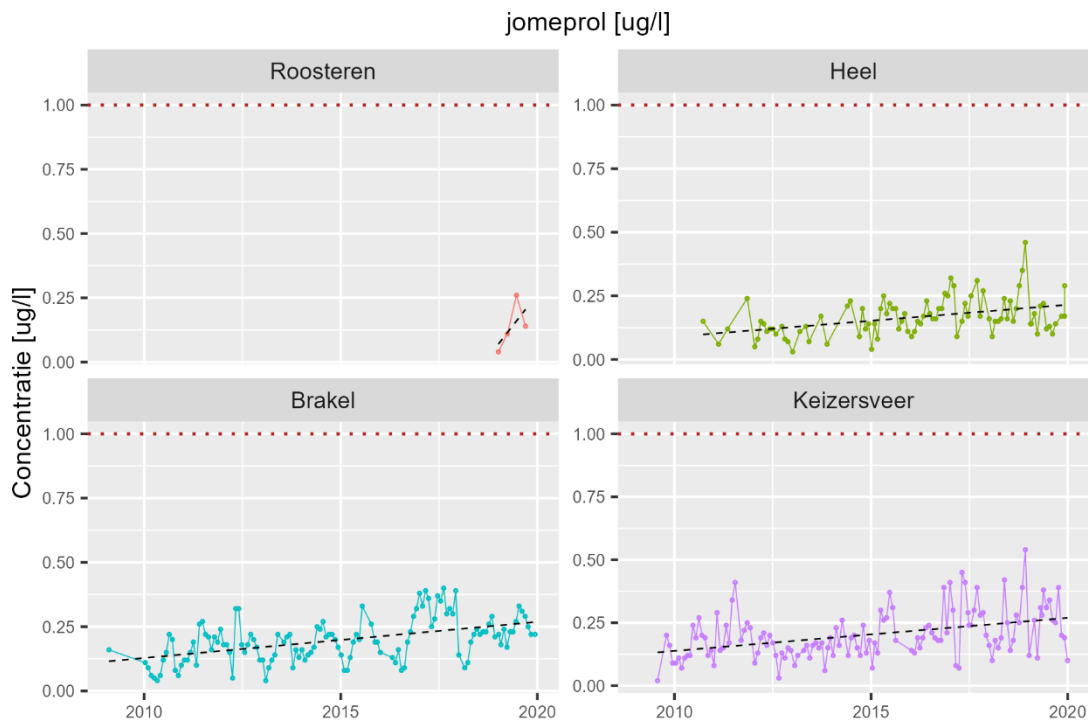
Bij totaal metformine wordt de hypothese (sterke relatie met de afvoer) niet bevestigd. De relatie wordt met name verstoord doordat de vracht door het jaar heen niet constant is: hoog in de winter en laag in de zomer. In de zomer gaat de afbraak sneller dan in de winter, waardoor de concentraties in de winter hoger zijn.

6.3 Jomeprol

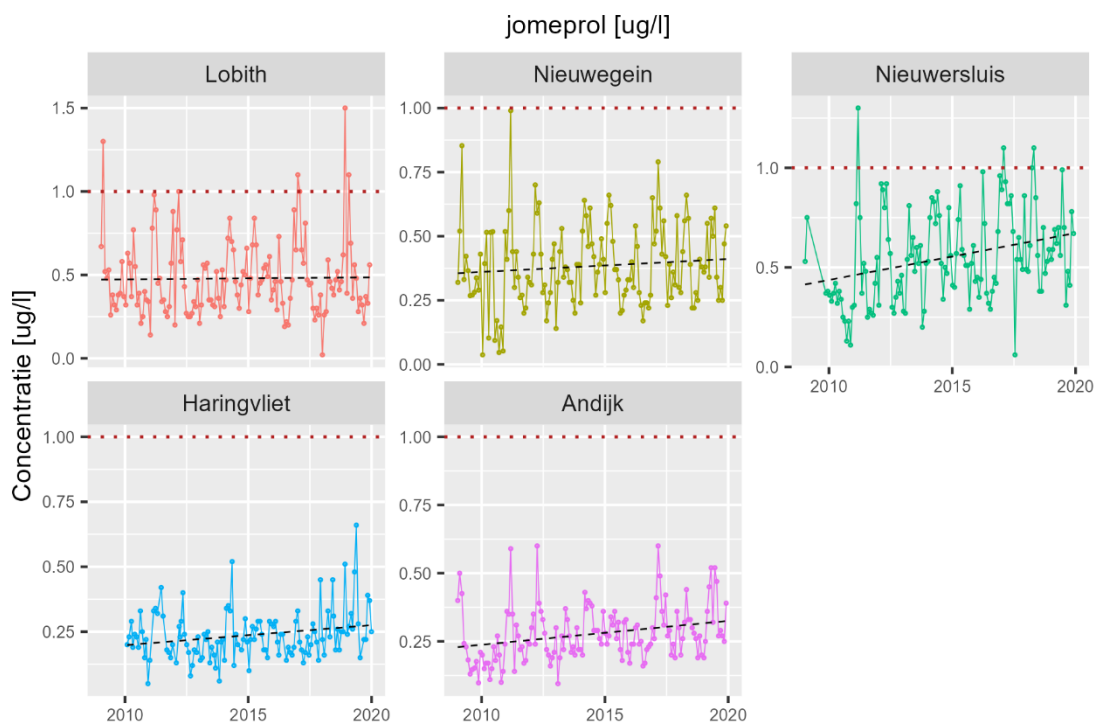
Jomeprol is een röntgencontrastmiddel, deze middelen komen vooral door lozing van huishoudelijk afvalwater in het riool terecht. Na toediening in het ziekenhuis worden deze stoffen veelal thuis uitgescheiden. In RWZI's worden ze slecht verwijderd, waardoor ze met het effluent in het oppervlaktewater terechtkomen. Naar schatting wordt jaarlijks minimaal 30 ton contrastmiddelen geloosd in de Nederlandse wateren. De middelen worden hoog gedoseerd, zijn mobiel, en passeren vrijwel ongehinderd het lichaam en de rioolwaterzuivering (bron: RIWA jaarrapport Maas, 2018).

Bij de Maas-locaties (Figuur 6-8) liggen de historische waarden ruim onder de signaleringswaarde van 1 µg/l, wel is er een stijgende trend waar te nemen in de tijd. Mogelijk is het gebruik van het röntgencontrastmiddel afgelopen jaren toegenomen.

Bij de Rijn-locaties (Figuur 6-9) zijn de fluctuaties rondom het contrastmiddel veel groter, bij Lobith en Nieuwersluis is het dan ook meerdere keren voorgekomen dat de signaleringswaarde van 1 µg/l is overschreden. Er zijn geen innamestops geweest. Het verschil tussen de locaties komt door de halfwaardetijd van het middel (<20 dagen) en de emissies.



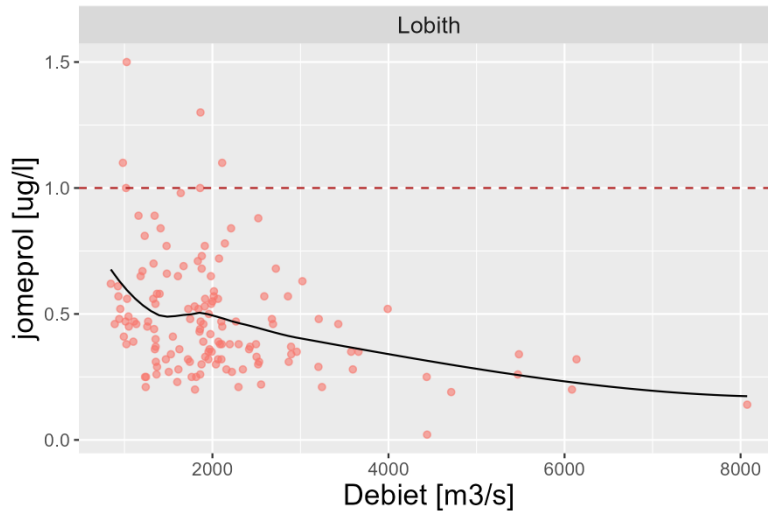
Figuur 6-8 Tijdsree jomeprol voor Maas-locaties, de signaleringswaarde van 1 µg/l is weergegeven met de rode stippellijn.



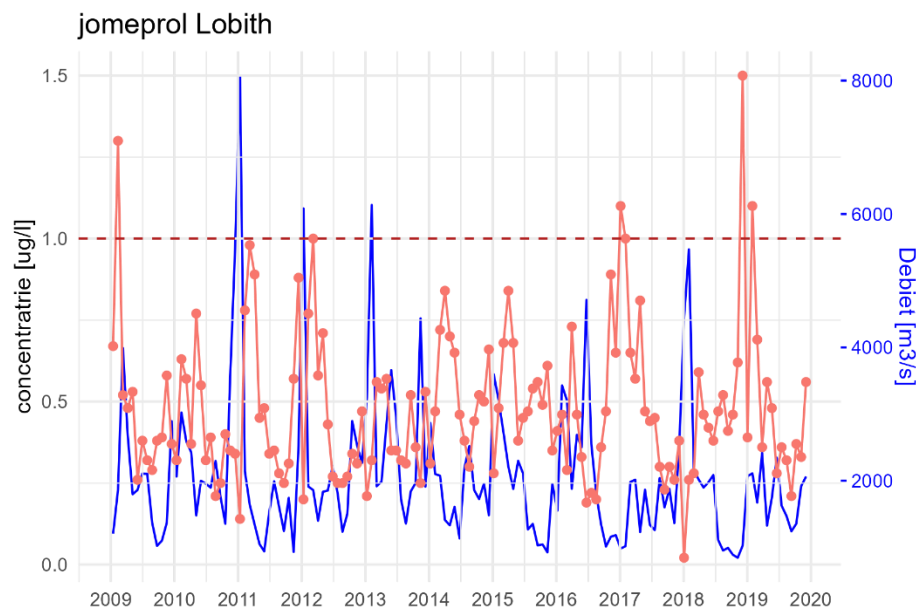
Figuur 6-9 Tijdsree jomeprol voor Rijn-locaties, de signaleringswaarde van 1 µg/l is weergegeven met de rode stippellijn.

Bij de meeste locaties is er een sterk stijgende trendlijn te zien, waardoor het maken van een correlatieplot niet zinvol is. Bij Lobith lijkt geen sprake te zijn van een stijgende trend.

De bijbehorende correlatieplot tussen concentratie en afvoer wordt weergegeven in Figuur 6-10. We zien een zwakke relatie, waar we een sterke relatie verwachten. Het middel wordt namelijk constant gebruikt over het jaar heen en komt direct via RWZI's in het oppervlaktewater terecht. De zwakke relatie zou net als bij totaal metformine te maken kunnen hebben met een snellere afbraak in de zomer dan in de winter. Echter, de seizoensfluctuatie lijkt hier iets minder duidelijk. Een andere potentiële oorzaak kan het 'first flush' effect bij RWZI's zijn. Tijdens droogte blijven medicijnresten langer in het rioolsysteem hangen en worden dan met hevige regenval doorgespoeld of komen via de riool overstorten in het oppervlaktewater terecht. Dit laatste lijkt aannemelijker wanneer we kijken naar Figuur 6-11. Door de oogharen heen zien we toch wel iets van een relatie tussen afvoer en concentratie.



Figuur 6-10 correlatie plot jomeprol voor de Rijn-locaties, de signaleringswaarde van 1 $\mu\text{g/l}$ is weergegeven met de rode stippellijn. De datapunten komen overeen met de tijdseries zoals weergegeven in de voorgaande figuren.



Figuur 6-11 Concentratie en debiet bij Lobith uitgezet tegen de tijd. Alleen de debieten op de dag dat concentraties gemeten zijn meegenomen.

6.4 Conclusie

De emissieroute van medicijnresten loopt via RWZI's. Voor de medicijnen waarvan het gebruik niet seizoensgebonden is, wordt hier een constante vracht verwacht, en daarmee een relatief constante lozing op de rivier. Bij de onderzochte stoffen in dit hoofdstuk (jomeprol en totaal metformine) wordt deze hypothese niet bevestigd. Literatuur laat zien dat het afbraakproces van totaal metformine al start in het riool. Omdat dit proces sneller gaat in de zomer dan in de winter is de vracht niet constant over het jaar. Dit seizoenspatroon verstoort de relatie tussen afvoer en concentratie. Ook bij jomeprol zou dit een oorzaak kunnen zijn. Een andere oorzaak die bij jomeprol zou kunnen spelen is het 'first flush' effect. Tijdens droogte blijven medicijnresten langer in het riolsysteem hangen en worden dan met hevige regenval doorgespoeld of komen via de riooloverstorten in het oppervlaktewater terecht.

7 Natuurlijke parameters

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden drie natuurlijke parameters besproken, te weten; chloride, watertemperatuur en de bio-monitor.

7.2 Chloride

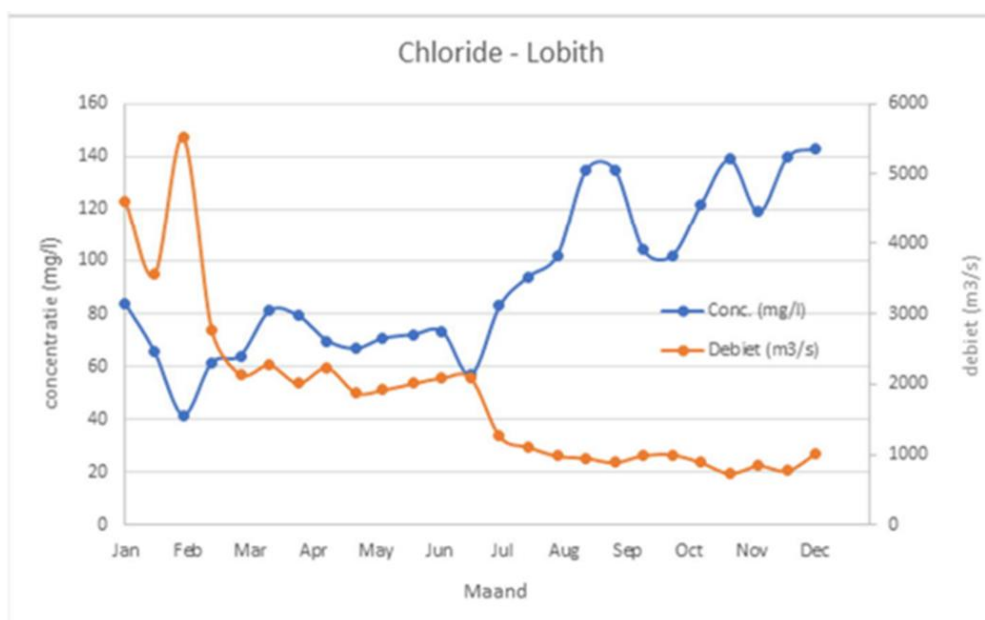
Verziltingsproblemen bij innamepunten ontstaan vaak door een combinatie van oorzaken; hoge achtergrondconcentraties, lage rivierafvoeren, stormopzet op zee en zoutindringing via de rivieren, kwel of schutsluizen.

In deze paragraaf over chlorideconcentraties gaat de meeste aandacht uit naar de achtergrondconcentraties bij Lobith en Eijsden. Bij de overige locaties wordt enkel een beschrijving van het systeem en de invloedsfactoren gegeven. Voor meer informatie over externe verzilting wordt verwezen naar het recente onderzoeken als Deltares (2019, 2021 en 2023), Bonte en Zwolsman (2010) en van den Brink et al (2019).

De wettelijke norm voor chloride is 150 mg/l, dit is een jaargemiddelde waarde. Binnen dit hoofdstuk is deze norm als instantane grenswaarde gebruikt. In het verleden zijn er bij verschillende locaties innamestops geweest vanwege externe verzilting. Innamestops vanwege hoge achtergrondconcentraties zijn er niet geweest aangezien de jaargemiddelde waarden onder de norm liggen.

7.2.1 Achtergrondconcentraties Lobith en Eijsden

De chlorideconcentraties in de Rijn te Lobith stegen in 2018 behoorlijk (75-100%, tot >140 mg/l) toen de Rijnafvoer bij Lobith onder circa 1.500 m³/s zakte. In oktober is in Lobith een maximumwaarde van 175 mg Cl/l gemeten (pers. med. G.J. Zwolsman, 2019).

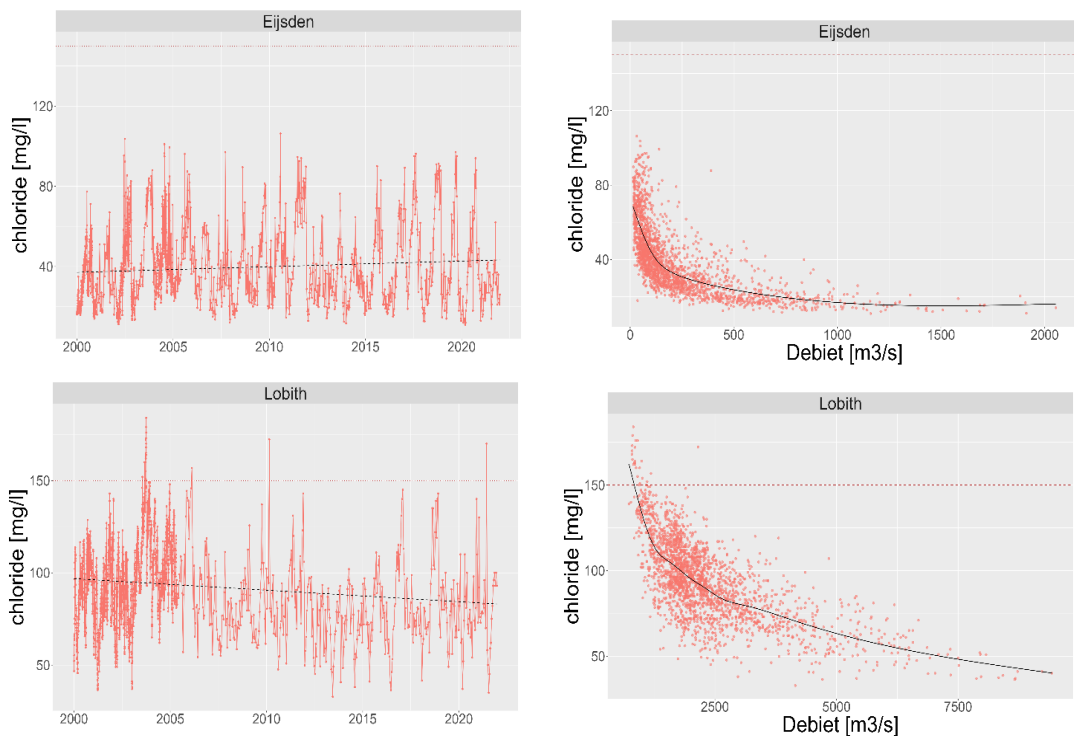


Figuur 7-1 Chloridegehalte en rivierafvoer te Lobith in 2018 (bron: rivierdossier Rijn).

Om uit te zoeken of de relatie tussen de afvoer en de chloridegehalten in andere droge jaren ook zo duidelijk is, zijn in Figuur 7-2-rechts scatterplots voor Lobith en Eijsden weergegeven. Als we naar de scatterplots kijken, dan is er wel een relatie te zien, maar er is geen eenduidige drempelwaarde vast te stellen waarboven er problemen optreden. Overige conclusies die uit Figuur 7-2 te halen zijn:

- Het water van de Rijn bij Lobith is zouter dan de Maas bij Eijsden. Eijsden is in het verleden altijd onder de norm van 150 mg/l gebleven. Bij Lobith is meerdere malen voorgekomen dat het chloride gehalte boven de 150 mg/l zat.
- Trendlijn Eijsden neemt toe in de tijd terwijl Lobith afneemt. Waarschijnlijk komt dit door minder zoutlozingen bovenstrooms in de Rijn. Daarentegen lijkt het zoutgehalte van de Maas juist iets toe te nemen. Ook wanneer we de vracht (concentratie/debiet) uitzetten tegen de tijd, laat de trendlijn van Eijsden een lichte toename zien. De toename heeft dus een externe oorzaak, mogelijk extra lozingen.
- In de tijdserie-grafiek is te zien dat de pieken bij Lobith zijn groter dan bij Eijsden. Volgens Wolf en van Vliet (2021) is de respons in zoutgehalten gedurende droogte groter bij de Rijn dan bij de Maas. Dit komt waarschijnlijk omdat de achtergrondconcentratie in de Rijn al hoger is.

KWR (2021) heeft een regressiemodel voor chlorideconcentraties bij Lobith en Eijsden. Het rapport laat zien dat het van belang is om naast de afvoer ook andere factoren mee te nemen, zoals de betreffende maand en de dag in de week. .



Figuur 7-2 Links: tijdserie chloridegehalte (2000-2020) te Eijsden en Lobith. Rechts: scatterplot chloridegehalte versus rivierafvoer.

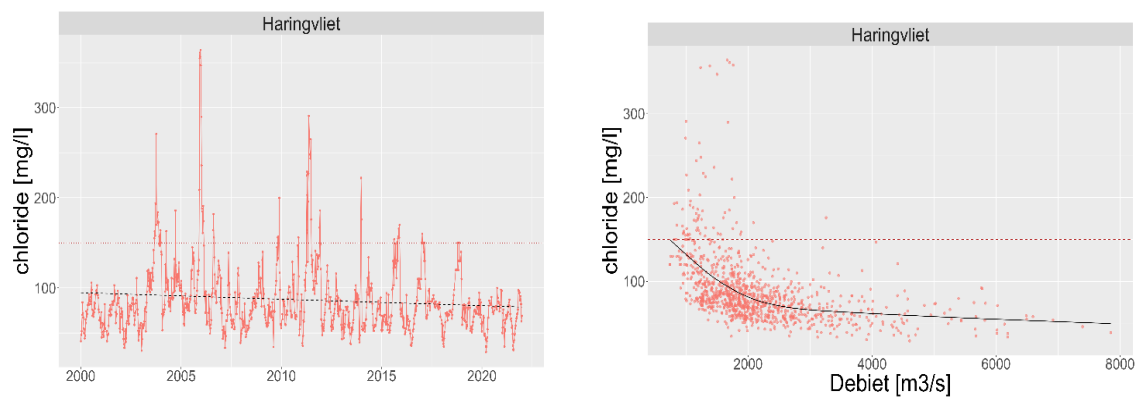
7.2.2 Haringvliet

Hoge chlorideconcentraties in het Haringvliet traden op in meerdere jaren, waaronder in de jaren 2003, 2006, 2011, 2013 en 2015 (zie Figuur 7-3). In deze jaren is er ook meerdere dagen/weken sprake geweest van een innamestop. Bij de innamestop van 2013 was er volgens de RIWA jaarrapporten sprake van achterwaartse verzilting.

Ook in 2018 was er sprake van achterwaartse verzilting (lage rivierafvoer in combinatie met stormopzet), alleen heeft dit niet geleid tot een innamestop. Dat concentraties in 2018 net onder de norm bleven, heeft waarschijnlijk te maken met het verplaatsen van het innamepunt in 2017 (18 km naar het oosten van Scheelhoek naar Stad aan 't Haringvliet). Het innamepunt is verplaatst vanwege mogelijke verzilting door het kierbesluit.

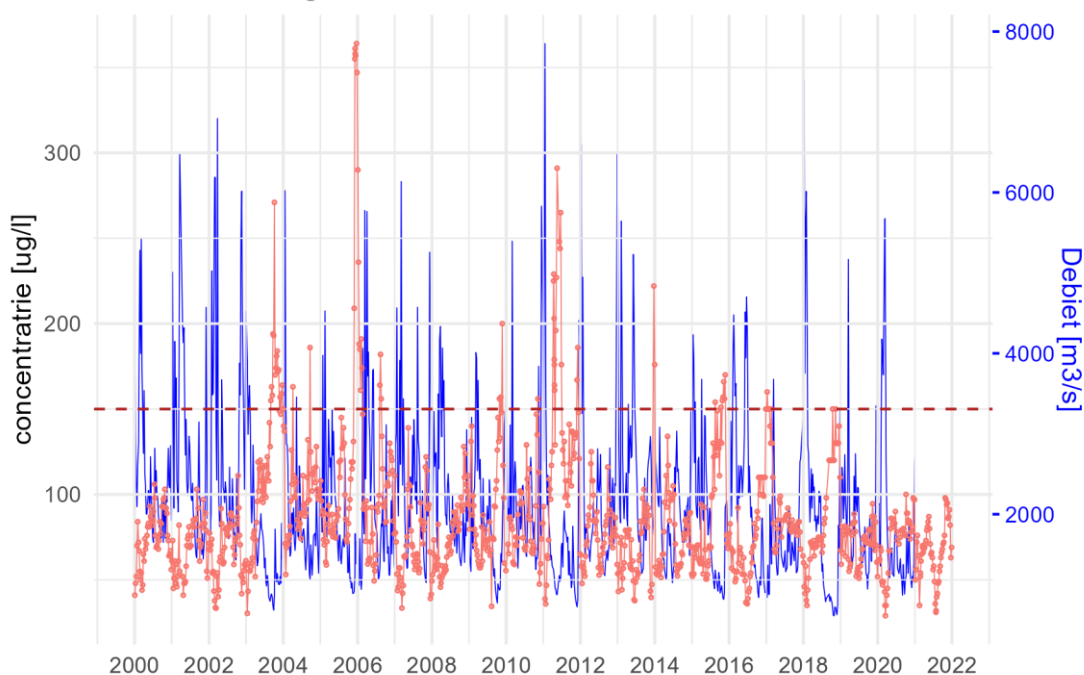
Sinds najaar 2018 is het Kierbesluit voor de Haringvlietssluis van kracht. De sluis wordt 'op een kier gezet' als de waterstand op het Haringvliet lager is dan op zee én als de afvoer van Rijn en Maas dit toestaat vanwege verzilting op het Haringvliet en via de Nieuwe Waterweg. Dat is belangrijk voor de internationale vismigratie. Op deze manier kunnen trekvissoorten waaronder zalm en zeeforel de sluis passeren richting hun paaigebieden, die stroomopwaarts liggen. Bij een afvoer bij Lobith van 1.100 m³/s worden de Haringvlietssluis gesloten. De Maasafvoer (Eijsden) is in dergelijke droge omstandigheden gemiddeld 65 m³/s. De effecten van het Kierbesluit worden intensief gemonitord. Hierop wordt in meer detail ingegaan in het gebiedsdossier Haringvliet (Arcadis, 2019b).

De kier in de Haringvlietssluis wordt op zodanige manier ingezet dat de toename van verzilting in het Haringvliet als gevolg van het openzetten van de sluis beperkt blijft tot het gebied ten westen van de lijn Spui-Middelharnis. Verziltingsproblemen bij Middelharnis worden met name veroorzaakt door achterwaartse verzilting en hoge achtergrondconcentraties op de Rijn.



Figuur 7-3: Links: tijdserie chloridegehalte (2000-2020) te Haringvliet. Rechts: scatterplot chloridegehalte versus rivierafvoer. (voor 2017 = station Scheelhoek, na 2017 = Stad aan 't Haringvliet)

chloride Haringvliet



Figuur 7-4: tijdsree van totaal chloride bij Haringvliet met de tijdsree van de afvoer op de secundaire y-as (de rode stippellijn geeft de wettelijke norm 150 µg/l). (voor 2017 = station Scheelhoek, na 2017 = Stad aan 't Haringvliet)

7.2.3 Nieuwe Maas en Lekmondig

Volgens het rivierdossier Rijn (Arcadis, 2019b) neemt de kans op verziltingsproblemen in de Rijn-Maasmondig toe bij een debiet van 1300 m³/s of lager bij Lobith. Onder normale omstandigheden met voldoende rivierafvoer spoelt zout zeewater niet verder het land in, maar ten tijde van droge periodes trekt de zouttong landinwaarts.

Volgens Hydrologic (2018) zijn de oevergrondwaterwinningen van Ridderkerk (Nieuwe Maas) en Krimpen aan de Lek / Nieuw Lekkerland (Monding van de Lek) gevoelig voor verzilting. Zoutindringing via Nieuwe Waterweg en Nieuwe Maas reikt nu geregeld tot aan Krimpen aan de IJssel en incidenteel bij lage afvoeren ook tot in de Lek. Pieken tot 4.000 mg/l zijn waargenomen. Omdat dit kortdurend is, is dit in de huidige situatie geen probleem.

Tijdens de droge zomers van 2018 en 2022 is de afvoer van de Maas en de Rijn sterk gestuurd om het beschikbare water optimaal te benutten. Onder ander door de kennis die was opgedaan in 2018, was de sturing in 2022 optimaal. In 2022 werd de KWA² gevoed door de afvoer over de Lek te verhogen en bij Hagestein water te onttrekken. Tijdens het onttrekken werden de zoutgehalten continu gemonitord en de onttrekking werd gestaakt toen de zoutgehalten te ver de rivier optrokken. In 2022 was de afvoer lager dan in 2018, het voordeel van 2022 was dat stormopzet was uitgebleven.

In de jaarrapportages van RIWA-Maas en -Rijn worden er bij Brakel en Gat van Kerksloot (Keizersveer) en Nieuwegein geen innamestops ten aanzien van chloride beschreven.

7.2.4 Nieuwersluis

De zoutgehalten bij Nieuwersluis aan het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) zijn afhankelijk van de afvoer bij Weesp en de zoutlekkage via de schutsluizen bij IJmuiden.

² Klimaatbestendige wateraanvoer, zoetwatervoorziening van West-Nederland tijdens droogte.

De afvoer bij Weesp is op haar beurt weer afhankelijk van de afvoer door de Irenesluizen, de afvoer vanuit de regio en de inzet van de KWA³. Aangezien de relatie met de rivierafvoeren beperkt is, worden in deze paragraaf geen figuren getoond.

Naar de toekomst toe worden de zoutgehaltes in het ARK meer onder druk gezet door de oplevering van de Zeesluis IJmuiden in 2022. De selectief onttrekking (gericht op het spuien van vooral verzilt water, met minder verzilting tot gevolg) compenseert voor het extra zout. De selectief onttrekking is nog niet opgeleverd. Tot die tijd wordt de nieuwe zeesluis beperkt ingezet.

In de RIWA-Rijn jaarrapporten wordt geen melding gemaakt van een innamestop bij Nieuwersluis. Echter dit innamepunt wordt enkel gebruikt voor de drinkwatervoorziening wanneer de winning van kwelwater uit de Bethunepolder niet toereikend is.

7.2.5 Andijk

Voor de locatie Andijk is de relatie tussen het chloridegehalte en de rivierafvoer beperkt. Dit komt onder andere door de lange verblijftijd van water in het IJsselmeer (3-4 maanden), zoutgehaltes reageren traag op de afvoer van de IJssel. Ook wanneer de afvoer weer hoog is, zijn de zoutgehaltes niet direct weer op orde.

De verblijftijden lopen nog verder op tijdens droge zomers met een lage rivierafvoer (zoals 2003, 2011, 2017, 2018, 2022). Het IJsselmeer wordt dan gebruikt als zoetwaterbuffer. Er wordt dan zo min mogelijk water gespuid richting de Waddenzee. De zoutgehaltes in het IJsselmeer nemen dan toe door toevoer van zout via het schutten van schepen, verhoogde achtergrondconcentraties en zoute kwel. Daarnaast zorgt ook verdamping voor een toename van het zout in het meer, op warme dagen kan er een halve centimeter verdampen. Omdat het water dat verdamt geen zout bevat, neemt het zoutgehalte van het resterende water langzaam toe. In 2018 liepen de concentraties zelfs op tot 250 mg/l, in dit jaar waren de rivierafvoeren vanaf juli t/m november erg laag⁴. Zoals beschreven in bijlage F3 is er vanaf 2018 frequent sprake geweest van een innamestop bij Andijk vanwege chloride.

Naast bovengenoemde factoren zijn de zoutgehaltes bij Andijk ook afhankelijk van de uitslag van water van het gemaal Lely. Volgens het gebiedsdossier Andijk (2019) is de bedrijfsvoering van gemaal Lely gericht op uitslag van water met een zo laag mogelijk zoutgehalte. Gemaal Lely verpompt water uit het relatief zoutarme deel van de Wieringermeer en wordt in geval van (zoute) kwelsituaties buiten werking gesteld. Water uit de zoutere delen van de Wieringermeer wordt uitgeslagen door gemaal Leemans bij Den Oever. Alleen in geval van piekbelasting en storingen wordt gemaal Lely ingezet voor bemaling van de gehele Wieringermeer en kan relatief zout polderwater in het IJsselmeer uitgeslagen worden.

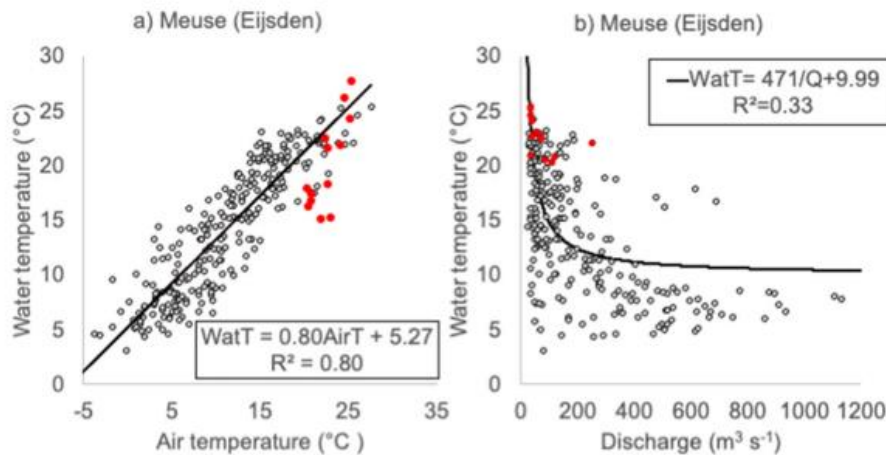
7.3 Watertemperatuur

In Wolf en Van Vliet (2021) is onderzoek gedaan naar de relatie tussen de afvoer en de temperatuur. Figuur 7-5 – links laat zien dat er een sterke relatie is tussen de watertemperatuur bij Eijsden en de luchttemperatuur. Daarnaast geldt dat de watertemperatuur extra wordt verhoogd bij lage afvoeren als gevolg van een verminderde thermische capaciteit en beperkte verdunningscapaciteit van thermische effluënten van energiecentrales en industrieën, zoals blijkt uit de relatie tussen watertemperatuur en -afvoer (Figuur 7-5-rechts).

³ Klimaatbestendige wateraanvoer, zoetwatervoorziening van West-Nederland tijdens droogte.

⁴ Bron: <https://www.waterpeilen.nl/berichten/zondag-14-april-2019-141>

Watertemperaturen zijn sterker gerelateerd aan afvoer van de Maas dan de Rijn, vanwege de hogere opwarmingssnelheden in de Maas (lagere afvoeren). Ook worden bovenstrooms (Eijsden) in het algemeen hogere watertemperaturen waargenomen dan benedenstrooms (Keizersveer) in de Maas. Dit kan worden verklaard door de afkoeling van het rivierwater benedenstrooms van Eijsden (ondanks de aanwezigheid van enige koelwaterafvoeren van elektriciteitscentrales en industrieën), en door de instroom van zijrivieren met lagere watertemperaturen langs het traject Eijsden-Keizersveer.



Figuur 7-5 Links: Relatie tussen watertemperatuur bij Eijsden en de luchttemperatuur bij Maastricht. Rechts (Relatie tussen watertemperatuur en afvoer bij Eijsden voor 2014-2018. De rode punten geven de metingen in 2018 weer tijdens de droge zomer (juni-aug). Bron: Wolf en van Vliet (2021).

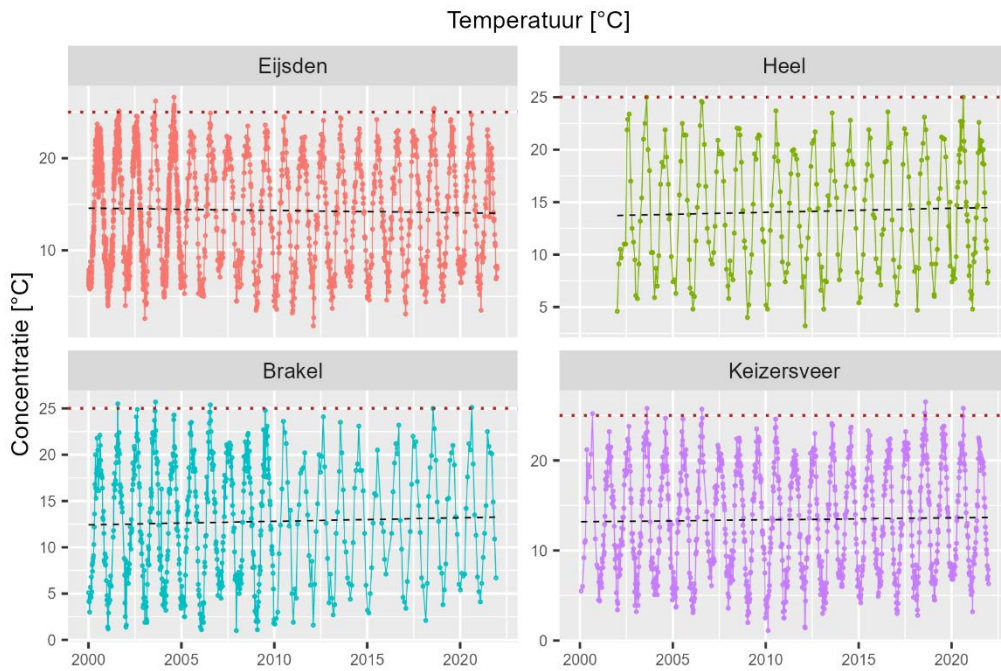
Figuur 7-6 en Figuur 7-7 geven voor verschillende locaties de watertemperatuur weer uitgezet in de tijd. De seizoensfluctuaties van de watertemperatuur komen duidelijk naar voren. In de figuren is te zien dat de watertemperatuur verschillende keren op de verschillende stations boven de 25 graden is uitgekomen, bij Keizersveer was dit in 2003, 2006, 2018 en 2020. Dit zijn bekende jaren met een warme droge zomer. Bij Heel en Brakel heeft de watertemperatuur in 2018 en 2020 voor enkele dagen gezorgd voor een innamestop. Hoge (water)temperaturen zorgen voor teveel blauwalg, en daardoor voor inname-technische problemen.

Van Vliet en Zwolsman (2008) laten zien dat tijdens de warme zomer van 2003 dat hoge watertemperaturen en stagnante condities van het rivierwater leiden tot sterke algenbloei, minder verdunning van puntbronnen én toename van de uitwisseling tussen bodem en water (met name nutriënten). Daarnaast laten Zwolsman en van Vliet (2007) zien dat de hittegolf in 2006 effect heeft op de watertemperatuur, het zuurstofgehalte de algengroei. Op 27 juli 2006 is een historisch maximum bereikt bij Lobith, met een maximale watertemperatuur van 28,0°C en een gemiddelde temperatuur van 27,7°C. Wanneer deze situatie een halve dag langer had aangehouden, zouden vier elektriciteitscentrales zijn stilgelegd.

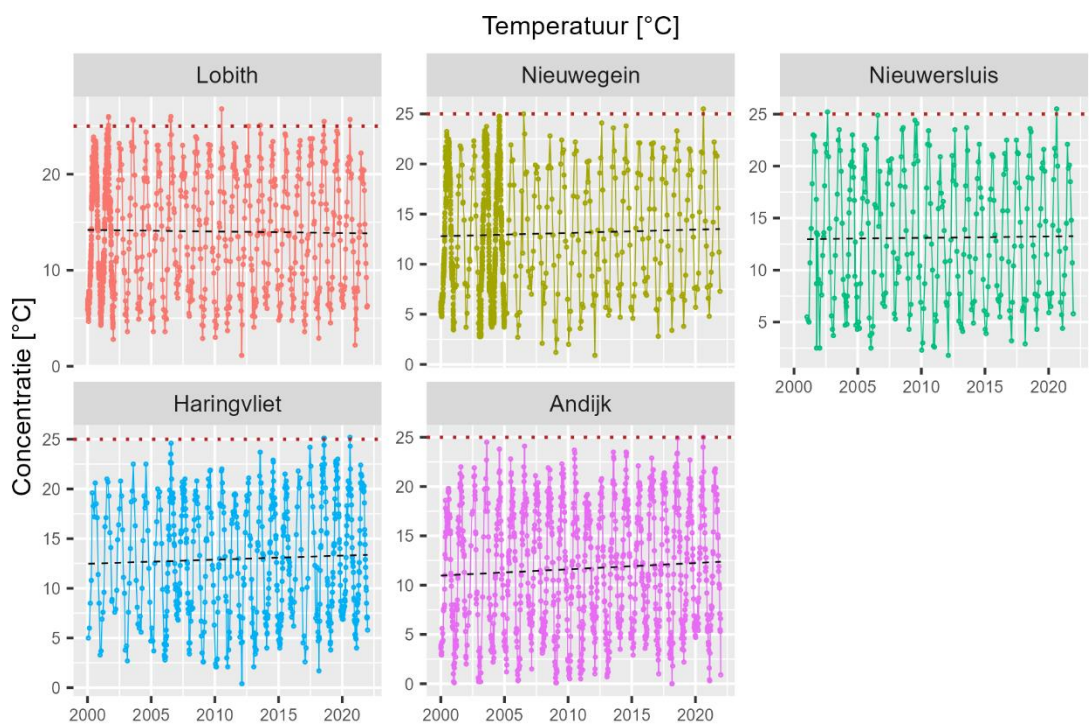
De zwarte lijnen in de figuren geven een lineaire trendlijn weer. De trendlijn van de meeste locaties loopt licht op, wat te verwachten is vanwege het warmer wordende klimaat en omdat de laatste jaren van de tijdreeks (2016-2020) relatief warm waren t.o.v. van de eerste jaren (2000-2010).

Volgens Clo (2019) is de gemiddelde watertemperatuur bij Lobith en Eijsden tussen 1910 en 2019 respectievelijk 3 en 2 graden gestegen. De stijging is groter dan de stijging van de luchttemperatuur in dezelfde periode, welke 1,5 graad bedroeg.

De stijging van de watertemperatuur in de grote rivieren komt namelijk door de combinatie van lozingen van koelwater en de stijging van de luchttemperatuur. Sinds 2000 is de watertemperatuur niet verder gestegen, waarschijnlijk door minder lozing van koelwater.

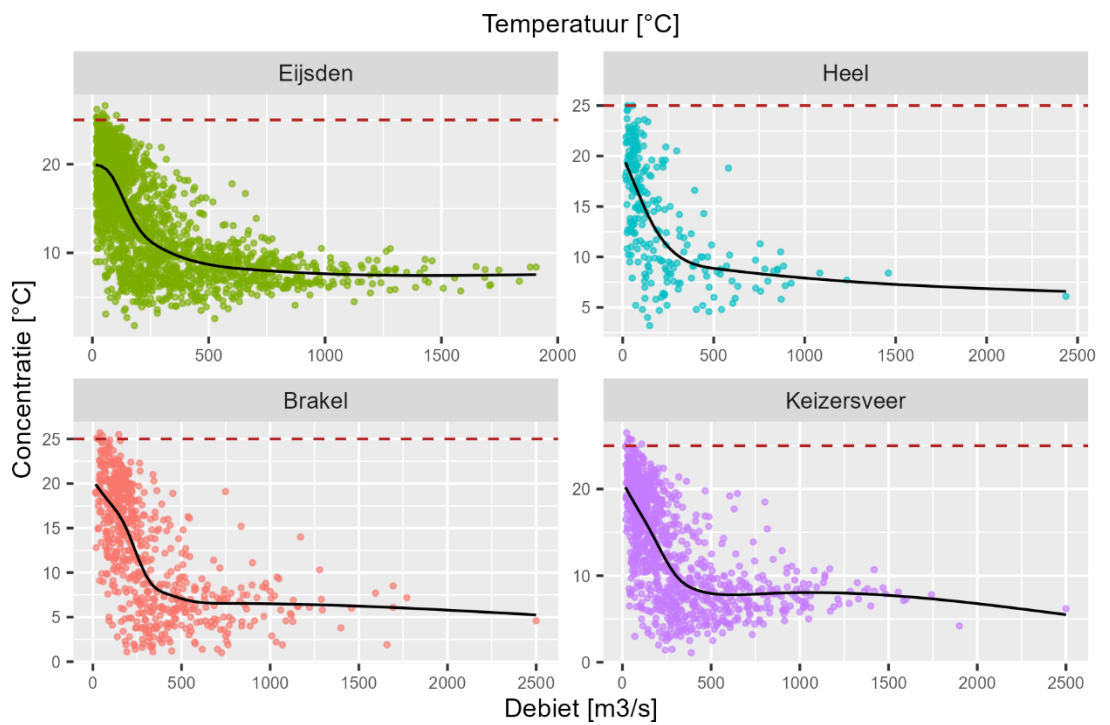


Figuur 7-6 Watertemperatuur voor verschillende Maas-locaties tussen 2000 en 2020.

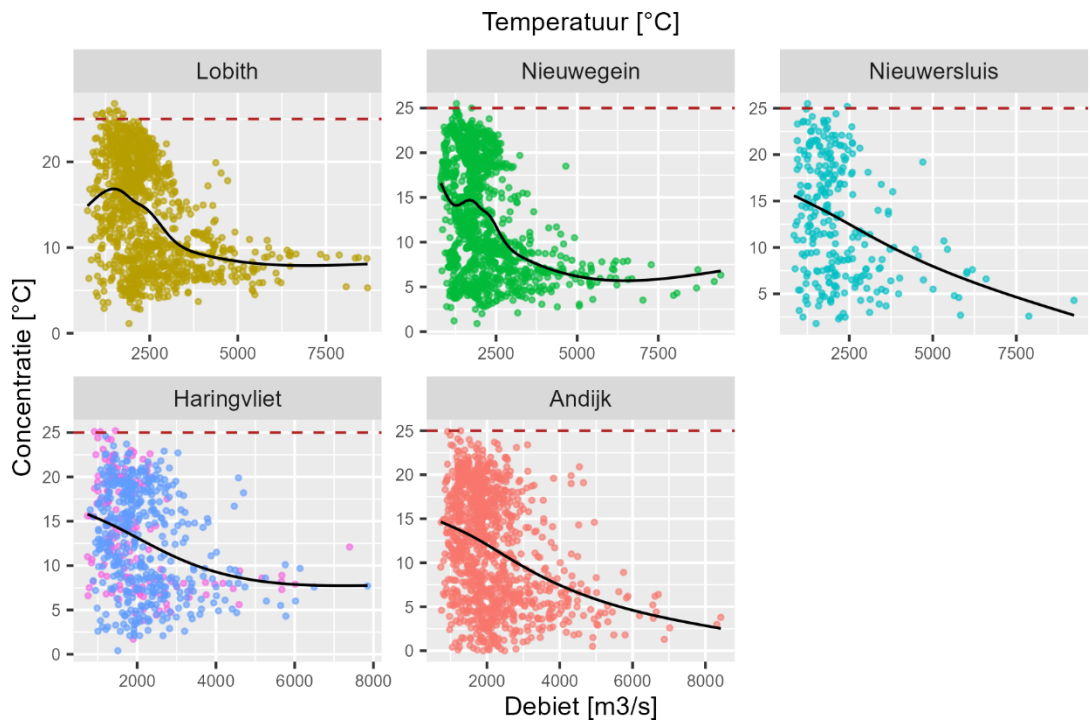


Figuur 7-7 Watertemperatuur voor verschillende Rijn-locaties tussen 2000 en 2020.

Figuur 7-8 en Figuur 7-9 geven voor verschillende locaties de relatie tussen watertemperatuur en de afvoer. Voor de Maas zijn de relaties beter dan voor de Rijn, echter ook bij de Maas is de bandbreedte groot.



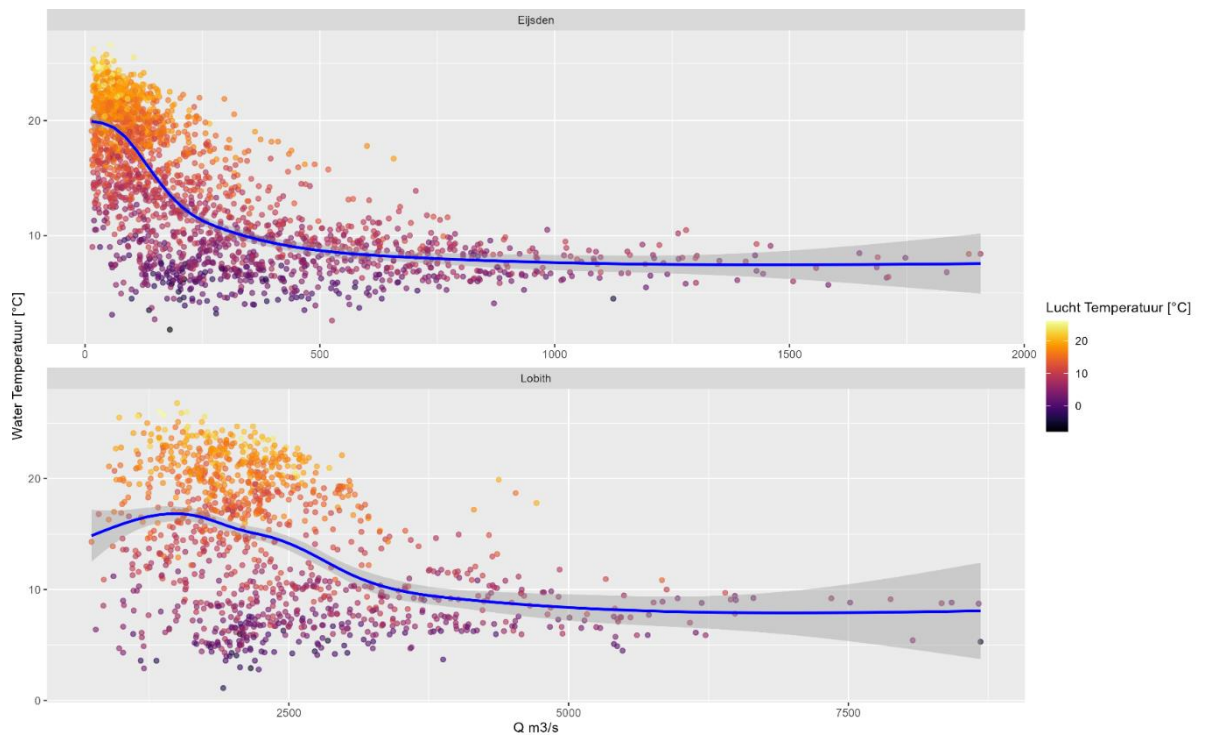
Figuur 7-8 Relatie watertemperatuur Eijsden en Heel met debiet Eijsden. En relatie watertemperatuur Brakel en Keizersveer met debiet bij Megen.



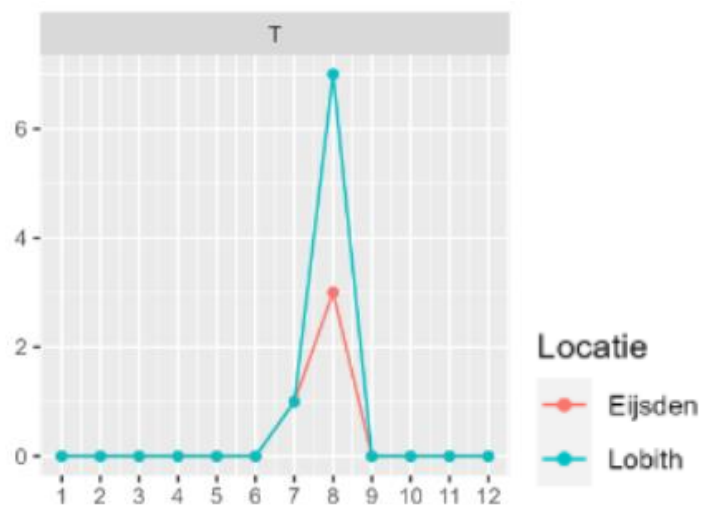
Figuur 7-9 Relatie watertemperatuur (Andijk, Haringvliet, Lobith, Nieuwegein, Nieuwersluis) en debiet bij Lobith.

Watertemperaturen boven de grenswaarde van 25 graden te krijgen doen zich voor bij een combinatie van langdurig hoge buitentemperaturen en een verlaagde afvoer. Volgens de scatterplots in Figuur 7-11 is bij Eijsden een 7-daagse (voorafgaand) luchttemperatuur van boven de 22 graden en een afvoer van onder de 100 m³/s nodig. Bij Lobith lijkt de afvoer minder van belang, maar hoge watertemperaturen lijken vooral voor te komen bij 7-daagse luchttemperaturen van meer dan 22 graden en afvoeren lager dan 2500 m³/s.

Dergelijke hoge temperaturen komen enkel voor in de zomermaanden. In het verleden zijn er dan ook alleen overschrijdingen (>25 graden) in de maanden juli en augustus voorgekomen (Figuur 7-11).



Figuur 7-10 Scatterplot waarbij de watertemperatuur bij Eijsden (boven) en Lobith (onder) is uitgezet tegen het debiet op dezelfde dag.



Figuur 7-11 Aantal overschrijdingen van de watertemperatuur boven de 25 graden Celsius per kalendermaand voor de locaties Eijsden en Lobith.

7.4 Mosselmonitor

Lozingen van onvoldoende gezuiverd industrieel afvalwater kunnen een bedreiging vormen voor de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater. Online-bewaking met biologische meetsystemen (zoals de mosselmonitoring) kan helpen bij het vroegtijdig detecteren van veranderingen in de effluentkwaliteit die mogelijk leiden tot verhoogde toxiciteitsdruk op het ontvangende oppervlaktewater. De mosselmonitor heeft in het verleden vaak tot innamestops of beperkingen geleid onder andere bij Heel en Keizersveer.

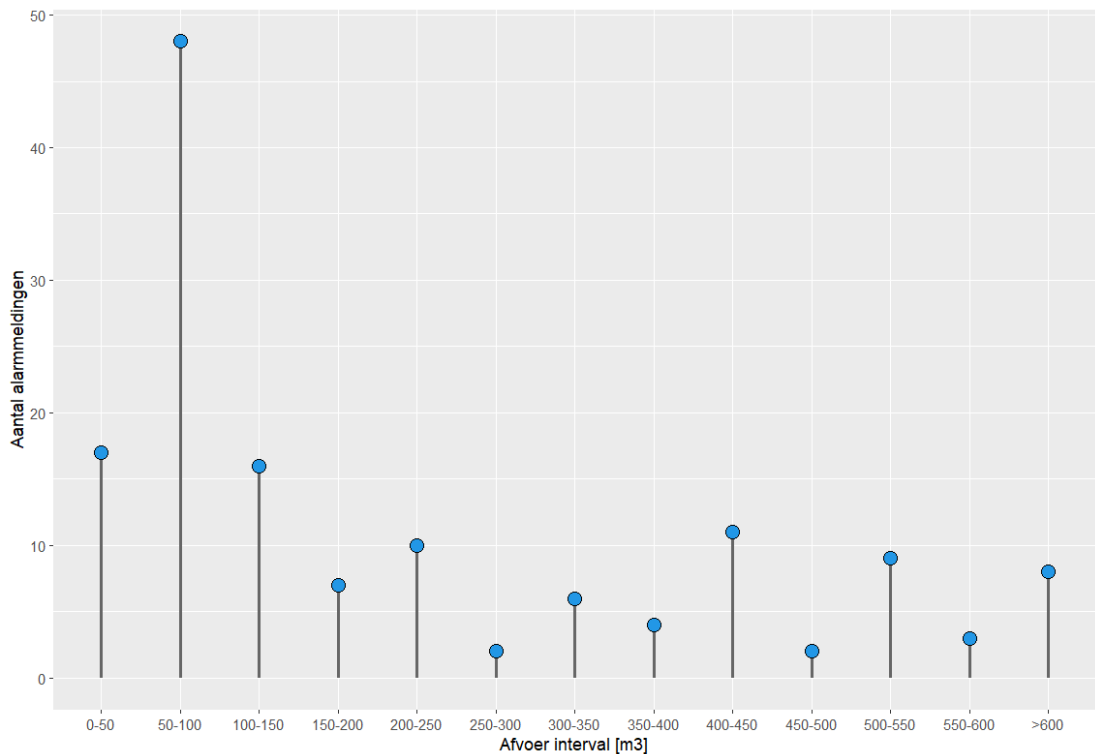
Het principe van Mosselmonitor is gebaseerd op het detecteren van afwijkende patronen in het openen en sluiten van mosselschelpen.

Mosselen sluiten hun schelpen wanneer de waterkwaliteit slecht is of afwijkt van normaal. In de Mosselmonitor wordt van acht mosselen iedere minuut de afstand tussen de schelpen gemeten door middel van inductie.

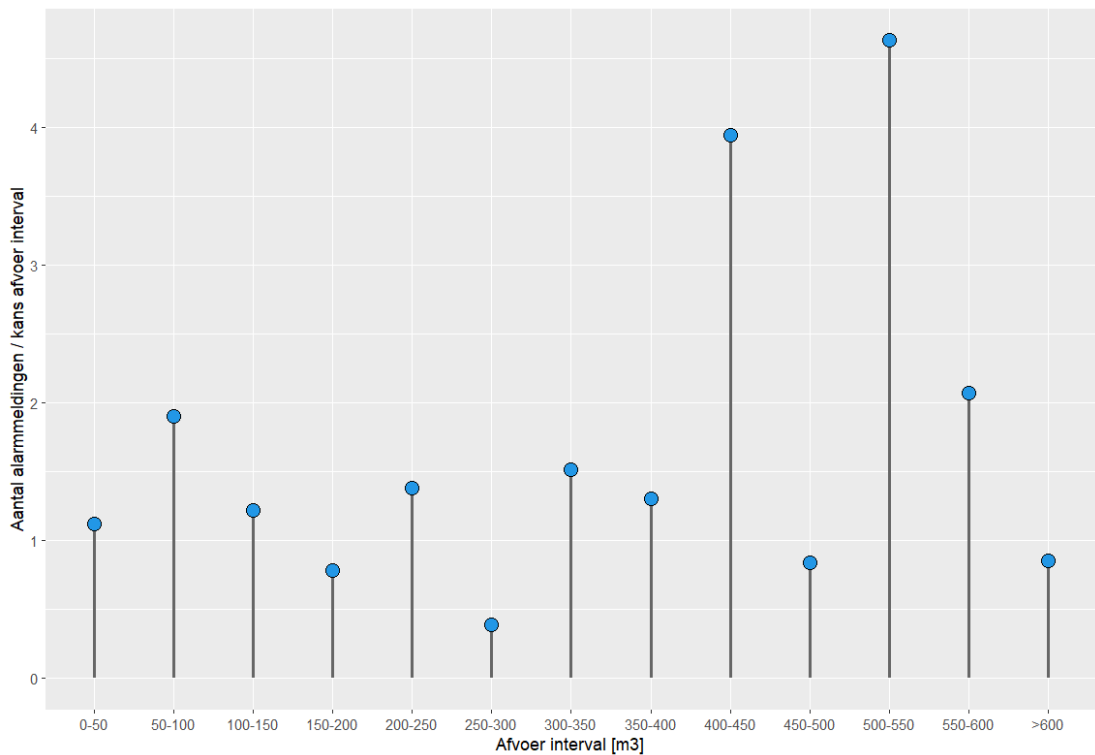
De gevoeligheid van het biologische bewakingssysteem is in de praktijk mede afhankelijk van de instellingen van de alarmen. De alarmen worden geactiveerd op het moment dat een bepaald aantal mosselen gelijktijdig gesloten blijft voor een bepaalde tijdsduur. Het aantal mosselen en de duur van gelijktijdige sluiting zijn hierbij de instelbare parameters. De gevoeligheid neemt, evenals de kans op vals-positieve alarmen, af als het aantal mosselen dat wordt meegenomen hoger is en/of de sluitingsduur toeneemt (H₂O, 2019).

Voor de analyse is een tijdserie van Heel gebruikt. In Figuur 7-12 is te zien dat de mosselmonitor vaker af gaat bij lage afvoeren dan bij hoge afvoeren. Toch is deze vergelijking niet helemaal eerlijk. We zien een piek bij afvoeren bij de 50-100 m³/s en dit zijn juist ook de afvoeren die het vaakst voorkomen. Om hiervoor te disconteren is in Figuur 7-13 het aantal meldingen gedeeld door de kans dat het betreffende afvoerinterval voor komt. We zien nu dat er de mosselmonitor niet vaker af gaat tijdens lage afvoeren.

Hoewel de mosselmonitor een nuttig waarschuwingssysteem kan zijn, is een punt van aandacht dat de mosselmonitor beperkt gevalideerd is. Er moet daarom voorzichtig om gegaan worden met het trekken van directe conclusies over de waterkwaliteit.



Figuur 7-12 Alarm mosselmonitor Heel uitgezet tegen debiet bij Eijsden (tijdreeks 2014-2020). In 2014 is de mosselmonitor opnieuw afgesteld, daarom zijn alleen de jaren na 2014 beschouwd.



Figuur 7-13 Aantal alarmmeldingen mosselmonitor Heel/ kans dat een afvoerinterval voor komt. Tijdreeks afvoer = Eijsden in de periode 2014-2020.

7.5 Conclusie

Verziltingsproblemen bij innamepunten voor drinkwater ontstaan vaak door een combinatie van oorzaken; lage rivierafvoeren (minder verdunning en hogere achtergrondconcentraties), stormopzet op zee en zoutindringing via de rivieren, kwel, zoutvracht bij het schutten van schepen, lokale bronnen (zoals Gemaal Lely bij Andijk) en verdamping.

De achtergrondconcentraties van de Rijn liggen hoger dan bij de Maas. Bij lage afvoeren (<1500 m³/s) is er een vergrote kans dat bij Lobith de drinkwaterrichtwaarde van 150 mg/l wordt overschreden. Dit betekent niet direct een innamestop, aangezien de norm een jaargemiddelde waarde betreft.

De watertemperatuur laat vooral een sterke relatie zien met de buitentemperatuur, maar een zwakke relatie met de afvoer. Lage afvoeren kunnen ook in de winter optreden (zoals december 2018). Verder komt naar voren dat de chlorideconcentraties bij Lobith en Eijsden een relatie hebben met de afvoer. Om de concentraties nog beter te voorspellen kan gebruikt worden gemaakt van het regressiemodel van KWR (2021).

De verwachting is dat de mosselmonitor vaker af gaat bij lage afvoeren. Deze hypothese is niet bevestigd. Hoewel de mosselmonitor een nuttig waarschuwingssysteem kan zijn, is een punt van aandacht wel dat de mosselmonitor beperkt gevalideerd is. Er moet daarom voorzichtig om gegaan worden met het trekken van directe conclusies over de waterkwaliteit.

8 Conclusies

De waterkwaliteit van de Rijn en de Maas wordt beïnvloed door stoffen en andere parameters in het water. Of een bepaalde stof of parameter een relatie heeft met de grootte van de rivierafvoer zal afhangen van de locatie, de emissieroutes, het type lozing (continue/seizoen afhankelijk/incidenteel), de persistentie (halfwaardetijd) van de stof en de adsorptie-eigenschappen. In dit rapport zijn per gebruikerscategorie representatieve stoffen geselecteerd, vervolgens is gecontroleerd of de gestelde hypothese bevestigd kon worden en of deze stof in het verleden tot innamestops heeft geleid.

De volgende conclusies kunnen getrokken worden per gebruikerscategorie:

- **Bestrijdingsmiddelen:** Bestrijdingsmiddelen worden op gewassen gespoten die zich op het land bevinden, de voornaamste route naar het oppervlaktewater is via uit- en afspoeling in navolging van neerslag. De bestrijdingsmiddelen zullen dus vertraagd in het oppervlaktewater terecht komen. De onderzochte stoffen (isoproturon en glyfosaat) laten dan ook voor geen van de beschouwde locaties een relatie met de afvoer zien. Daarnaast geldt dat de vracht niet constant is over het jaar. Bestrijdingsmiddelen spoelen met name uit in de toepassingsperiode. Naast het debiet is het dus van belang om de toepassingsperiode van bestrijdingsmiddelen te kennen. Wat ook opvalt is dat AMPA wel een duidelijk sterkere relatie laat zien met de afvoer voor de locaties Eijsden, Heel, Roosteren en Keizersveer. AMPA is zowel een afbraakproduct van glyfosaat als een afbraakproduct van koelwateradditieven die in de industrie worden gebruikt, die meer constant worden geloosd. Dit is een bevestiging dat de emissieroute van belang is voor de relatie van een bepaalde stof en de afvoer in de rivier.
- **Industriechemicaliën:** De industrie heeft meestal een constante lozing, daarom wordt een sterke correlatie met rivierafvoer verwacht. Voor de onderzochte stoffen (MTBE, PFOA, PFOS, EDTA en 1,4-dioxaan) zijn er voor Eijsden en/of Lobith relaties waar te nemen. De relatie kon voor de meeste stoffen alleen aangetoond worden door naar een korte periode in de tijdreeks te kijken. De meetgegevens zijn namelijk onderhevig aan veranderende rapportagegrenzen en verandering van emissies. Een gevonden relatie kan dus niet zomaar worden geprojecteerd op een toekomstige situatie.
- **Medicijnresten:** De emissieroute van medicijnresten loopt via RWZI's. Voor de medicijnen waarvan het gebruik niet seizoensgebonden is, wordt hier een constante vracht verwacht, en daarmee een relatief constante lozing op de rivier. Bij de onderzochte stoffen (jomeprol en totaal metformine) en locaties is deze hypothese niet bevestigd. Literatuur laat zien dat het afbraakproces van totaal metformine al start in het riool. Omdat dit proces sneller gaat in de zomer dan in de winter is de vracht niet constant over het jaar. Dit seizoenspatroon verstoort de relatie tussen afvoer en concentratie. Ook bij jomeprol is dit een mogelijke oorzaak. Een andere oorzaak die bij jomeprol zou kunnen spelen is het 'first flush' effect. Tijdens droogte blijven medicijnresten langer in het rioolsysteem hangen en worden dan met hevige regenval doorgespoeld of komen via de riooloverstorten in het oppervlaktewater terecht.
- **Natuurlijke parameters:**
 - Watertemperatuur heeft vooral een sterke relatie met de buitentemperatuur, maar een zwakke relatie met de afvoer. Deze hypothese is bevestigd.
 - Chloride-achtergrondconcentraties: Hoge chlorideconcentraties bij Lobith en Eijsden komen voor bij lage afvoeren.
 - Chloride-extern: Hoge chlorideconcentraties komen in Haringvliet, Andijk, Brakel, Gat van Kerksloot (Keizersveer) en Nieuwegein voor bij lage rivierafvoeren, de tegendruk

tegen het zout is in deze situatie laag. Naast de rivierafvoer zijn ook stormopzet, achtergrondconcentraties, de schutdebieten en de sturing van het water van belang.

- Mosselmonitor: De verwachting is dat de mosselmonitor vaker af gaat bij lage afvoeren. Deze hypothese wordt niet bevestigd. Hoewel de mosselmonitor een nuttig waarschuwingssysteem kan zijn, is een punt van aandacht wel dat de mosselmonitor beperkt gevalideerd is. Er moet daarom voorzichtig omgegaan worden met het trekken van directe conclusies over de waterkwaliteit.

In onderstaande tabel is per groep aangegeven of deze studie de vooraf gestelde hypothesen heeft bevestigd. Bij de medicijnresten en de mosselmonitor was dit niet het geval. Zoals hierboven beschreven, wordt hier geen relatie gevonden. Bij het vullen van de tabel is met name gekeken naar de locaties Keizersveer, Heel, Roosteren, Eijsden en Lobith. Op de overige locaties wordt een mogelijke relatie verstoord door onder andere lange looptijden, verblijftijden en/of operationeel beheer.

groep	Stof/parameter	Belangrijkste emissieroute naar oppervlaktewater	Hypothese relatie afvoer	Hypothese check
Bestrijdingsmiddelen	AMPA glyfosaat isoproturon	uit- en afspoeling na neerslag (onverhard oppervlak)	zwakke relatie	✓
Industriechemicaliën	MTBE EDTA 1,4-dioxaan PFAS	direct of via RWZI/AWZI	relatie	✓
Medicijnresten	totaal metformine jomeprol	via RWZI	relatie	✗
Natuurlijke parameters	temperatuur	buitentemperatuur + lozingen koelwater	zwakke relatie	✓
	chloride (achtergrond concentraties)	directe of via RWZI/AWZI	relatie	✓
	chloride (extern)	zee	zwakke relatie (afhankelijk locatie)	✓
	mosselmonitor	-	relatie	✗

Als we de mosselmonitor (vanwege geringe validatie) en chloride buiten beschouwing laten dan zijn er in de afgelopen 20 jaar voor de onderzochte stoffen en locaties maar weinig innamestops geweest tijdens laagwater. Dit betekent niet dat er met het oog op de inname voor drinkwater maar weinig waterkwaliteitsproblemen zijn. Slechts een selectie van stoffen en parameters is hier onderzocht. Daarbij wordt een verontreiniging niet altijd tijdig gesignaleerd en komen er voortdurend nieuw ontwikkelde stoffen op de markt.

De data-analyse in dit rapport laat zien dat het ingewikkeld is om de relatie tussen stoffen en de rivierafvoer aan te tonen gebied. Ten eerste zijn niet voor alle waterkwaliteit meetstations afvoergegevens beschikbaar (Andijk, Haringvliet, Bergambacht, Brakel, Nieuwegein, Nieuwersluis). Ten tweede hebben we te maken operationeel beheer.

Bij locaties waar wel relevante afvoergegevens beschikbaar zijn, worden mogelijke relaties vaak verstoord door o.a. rapportagegrenzen, beperkingen op het gebruik van de stof (trends in de data), calamiteiten en seizoensfluctuaties in emissies. De eerste twee genoemde punten ontstaan doordat de meeste stoffen het volgende pad afleggen:

- 1) stoffen worden ontdekt;
- 2) onderzoek naar de stof;
- 3) meettechnieken worden verbeterd (rapportagegrens gaat naar beneden);
- 4) beperkingen op gebruik;
- 5) afname concentraties;
- 6) de gebruiker gaat op zoek naar een alternatieve stof.

Verwacht mag worden dat ook toekomstige stoffen ditzelfde pad bewandelen. Aangezien de grootte van de emissie van een stof dus verandert in de tijd, is er geen specifieke afvoer te noemen waarbij voor een stof of andere parameter waterkwaliteitsproblemen ontstaan/innamestops optreden.

9 Referenties

Arcadis, 2019a

Rivierdossier waterwinningen Maas. Feitendossier. Rijkswaterstaat, 30 april 2019.

Arcadis, 2019b

Rivierdossier waterwinningen Rijndelta, Feitendossier, Concept, 30 april 2019

Van den Brink et al (2019)

Climate Change Induced Salinization of Drinking Water Inlets along a Tidal Branch of the Rhine River: Impact Assessment and an Adaptive Strategy for Water Resources Management, Matthijs van den Brink 1,*, Ymkje Huismans 2, Meinte Blaas 3 and Gertjan Zwolsman, Climate 2019, 7, 49; doi:10.3390/cli7040049

Bokhoven en Zwolsman (2007)

Klimaatverandering en de waterkwaliteit van de Rijn, Ad van Bokhoven, Gertjan Zwolsman,

H2O / 9 - 2007

Bonte en Zwolsman (2010)

Climate change induced salinisation of artificial lakes in the Netherlands and consequences for drinking water production Matthijs Bonte*, John J.G. Zwolsman, Water Research,

Volume 44, Issue 15,

Bureau Waardenburg (2017)

Onderzoek invloed stedelijk gebied onkruidbestrijdingsmiddelen Drentsche Aa, Reinder Torenbeek

Clo (2019)

[Temperatuur oppervlaktewater, 1910 - 2019 | Compendium voor de Leefomgeving \(clo.nl\)](#)

Clo (2021)

[Belasting van het oppervlaktewater vanuit riolering en rioolwaterzuivering, 1990-2020 | Compendium voor de Leefomgeving \(clo.nl\)](#)

Deltares (2019)

Effectmodules in het Deltaprogramma Zoetwater, Van hydrologisch effect naar economisch effect van droogte, Femke Schasfoort, Jurjen de Jong en Erwin Meijers. Deltares rapport, 11203734-000-ZWS-0010

Deltares (2019)

Voorspellen optreden nalevering bij Bernisse © Ymkje Huismans Julien Groenenboom Firmijn Zijl Remi van der Wijk, 11203734-008-ZWS-0003

Deltares (2021)

Verziltling Hollandsche IJssel en Lek Evaluatie en systeemanalyse op basis van metingen 11206830-017-ZWS-0001 Stendert Laan Victor Chavarrias Ymkje Huismans Remi van der Wijk

Deltares (2023)

Effect bodemligging op verziltling Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Lek ten behoeve van de Basisrivierbodemligging (BRL) Stendert Laan Ymkje Huismans Socorro Rodrigo Leo Leummens Wouter Kranenburg 11208075-010-ZWS-0001

Gebiedsdossier Nieuwegein (2019)

Nieuwegein C.Biemonnd, Arcadis, 083903685 A -10 mei 2019, Gebiedsdossier waterwinning, Arcadis

Gebiedsdossier Andijk (2019)

Gebiedsdossier oppervlaktewaterwinning Andijk, Arcadis, 083903671 A.1, 10 mei 2019.

Gebiedsdossier Brakel (2019)

Gebiedsdossier oppervlaktewaterwinning Brakel, Arcadis, 079876834 C., 3 juni 2019.

Gebiedsdossier Haringvliet (2019)

Gebiedsdossier oppervlaktewaterwinning Haringvliet, Arcadis, 083903683 A, 10 mei 2019

Gebiedsdossier Brabantse Biesbosch (2019)

Gebiedsdossier oppervlaktewaterwinning Brabantse Biesbosch, Arcadis, 083903682 A, 10 mei 2019

H₂O (2019)

Biologische monitoring van industrieel effluent: betere bewaking van waterkwaliteit, Peter van der Maas (WLN / VHL University of Applied Sciences), Bego Osuna (Centre of Expertise WaterTechnology), Gerhard Wubbels (WLN), Arco Wagenvoort (AqWa), Ger Notermans (Sitech Services) H2O-Online / 13 december 2019, https://aquadect.nl/files/H2O-Online_191213_Mosselmonitor_Nederlands.pdf

IMC (2020)

Plan van aanpak voor de beheersing van uitzonderlijke laagwatersituaties in het stroomgebied van de Maas, December 2020

ICBR (2018)

Inventarisatie van de laagwateromstandigheden in de Rijn, Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

KNMI'14

<https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-14-klimaatscenario-s>

KNMI-klimaatsignaal'21

<https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-klimaatsignaal-21>

KWR (2005)

Waterkwaliteit Rijn en Maas bij (extreem) lage afvoeren, KWR 05.061_Gertjan Zwolsman en Annette Doomen

KWR (2021)

Actualisatie regressiemodel voor chlorideconcentraties bij Lobith en Eijsden, KWR 2021.045| Mei 2021,
Opdrachtnummer(s) 403334/001/001, 403772/001/001, Projectmanager

Astrid Reus, MSc

Van Vliet en Zwolsman (2007)

Klimaatverandering en de waterkwaliteit van de Maas, Michelle van Vliet, Universiteit Utrecht, thans TNO
Gertjan Zwolsman, Kiwa Water Research, H2O

Van Vliet en Zwolsman (2008)

Impact of summer droughts on the water quality of the Meuse river

M.T.H. van Vliet a,* , J.J.G. Zwolsman

Journal of Hydrology (2008) 353, 1– 17

Zwolsman en Bokhoven (2007)

Impact of summer droughts on water quality of the Rhine River - a preview of climate change? J.J.G.
Zwolsman and A.J. van Bokhoven Water Science & Technology Vol 56 No 4 pp 45–55

Zwolsman en van Vliet (2007)

Effect van een hittegolf op de waterkwaliteit van de Rijn en de Maas, Gertjan Zwolsman, Michelle van Vliet,
H2O, 2007

NORMAN project (2021-2022)

NORMAN prioritering Nederlandse waterkwaliteitsdata. Leonard Osté, Kevin Ouwerkerk, Anja Derksen.
Deltaresrapport, 11206216-010-BGS-0001, 31 mei 2022

RIWA-Rijn jaarrapporten

<https://www.riwa-rijn.org/publicaties/>

RIWA-Maas jaarrapporten

<https://www.riwa-maas.org/publicaties/>

RIVM (2022)

PFAS in Nederlands drinkwater vergeleken met de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn en relatie met
gezondheidskundige grenswaarde van EFSA, RIVM-briefrapport 2022-0149, N.G.F.M. van der Aa | J.
Hartmann | C.E. Smit, <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2022-0149.pdf>

RWS (2021a)

Uitvoeringsprogramma rivierdossier waterwinningen Maas 2022-2027, John Hin, 27 januari 2021, Definitief

RWS (2021b)

Uitvoeringsprogramma rivierdossier waterwinningen Rijn-delta 2022-2027, John Hin, Rijkswaterstaat, 26
januari 2021, Definitief

Tisler en Zwiener (2018)

Formation and occurrence of transformation products of metformin in wastewater and surface water. Tisler S,
Zwiener C. Sci Total Environ. 2018 Jul 1;628-629:1121-1129. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.105.
Epub 2018 Feb 20. PMID: 30045535.

Wolf en van Vliet (2021)

Impact of the 2018 drought on pharmaceutical concentrations and general water quality of the Rhine and
Meuse rivers Emma Wolff, Michelle T.H. van Vliet * Department of Physical Geography, Utrecht
University, P.O. Box 80.115, 3508 TC Utrecht, the Netherlands

A Samenvatting begeleidingsgroep 8 april 2022

Datum: 8 april 2022

Aanwezig:

- John Hin (RWS-WVL)
- Emiel Spanier (RWS-WVL)
- Nienke Kramer (Deltares)
- Kevin Ouwerkerk (Deltares)
- André Bannink (RIWA)
- Astrid Fischer (Evides)
- Peter van Diepenbeek (WML)
- Gertjan Zwolsman (Dunea)
- Roel Kwanten (RWS-ZN)
- Eddy Yedema (Waternet)

Innamestops:

- Wanneer laagwatersituaties in de toekomst vaker voorkomen, zal het systeem kwetsbaarder worden voor calamiteiten. Het duurt langer voordat de stoffen uit het water verdwenen zijn. In deze studie worden de laagwatersituaties in het verleden (2000-2020) in beeld gebracht en de waterkwaliteitsproblemen (inclusief innamestops/beperkingen) die daarbij optraden. Daarmee wordt duidelijk of door calamiteiten bij laagwatersituaties inderdaad vaker waterkwaliteitsproblemen zijn opgetreden dan bij hogere afvoeren.

Type	Stof/indicator	Type stof	Eis oppervlaktewater (of drinkwater)	Rijn of Maas?	Opmerking
Stoffen met wettelijke normen voor innamepunten (bijlage 5a Drinkwaterregeling)	Temperatuur	-	25 °C	Rijn en Maas	
	chloride	Anorganische stof, zout	150 mg/l	Rijn	
	isoproturon	Bestrijdingsmiddel	0,1 µg/l	Rijn	Na 2000 zijn de concentraties afgenomen
	glyfosaat	Bestrijdingsmiddel (gebruik o.a. in landbouw en op verharde oppervlakken)	0,1 µg/l	Maas	Gebruik op verharde oppervlakken zorgt voor hoge concentraties tijdens eerste flush (regenbui) na droge periode.
	AMPA	Humaantoxicologisch niet-relevante metaboliet van bestrijdingsmiddel glyfosaat. Daarnaast omzettingproduct van koelwaterconditionerings-middel ATMP (categorie industriechemicaliën)	1 µg/l (als humaan toxicologisch niet-relevante metaboliet)	Maas en Rijn	Grote industriële lozing bij Geleen (50% van totale vracht), o.b.v. aangescherpte vergunning wordt de industriële lozing geleidelijk gereduceerd
Niet wettelijk voor innamepunten genormeerde stoffen	EDTA	Industriechemicaliën	Signaleringswaarde= 1 µg/l Drinkwaterrichtwaarde=600 µg/l	Maas en Rijn	Altijd boven norm 1 µg/l, ook in drinkwater terug te vinden, niet toxisch.
	1,4-dioxaan	Industriechemicaliën	Signaleringswaarde =1 µg/l Drinkwaterrichtwaarde=3 µg/l	Maas en Rijn	Deze stof wordt nog niet zo lang gemeten in de Maas. Drinkwaterrichtwaarde ligt laag, dicht tegen de concentraties die zich in Rijn en mindere mate Maas voordoen
	Pfas (Pfos en Pfoa)	Industriechemicaliën	Signaleringswaarde voor opp.water=1 µg/l Kwaliteitseis drinkwater in nieuwe Drinkwaterrichtlijn (EU) 2020/2184 (zie bijlage I deel B): PFAS totaal= 0,50 µg/l Som van PFAS= 0,10 µg/l	Maas en Rijn	Eis wordt in de toekomst op grond van EFSA opinie (Europees, voedselveiligheid) waarschijnlijk strenger dan die in nieuwe Drinkwaterrichtlijn
	totaal metformine (=guanylureum)	Medicijnresten. guanylureum is afbraakproduct van metformine	Signaleringswaarde= 1 µg/l	Maas en Rijn	metformine valt snel uiteen in guanylureum

Type	Stof/indicator	Type stof	Eis oppervlaktewater (of drinkwater)	Rijn of Maas?	Opmerking
	+ metformine)		Drinkwaterrichtwaarde: metformine = 196 µg/l guanylureum = 22,5 µg/l		
Biomonitor	(o.a.) Mosselmonitor	Uitslag indicatief voor het effect van het totaal aan stoffen	Eigen criterium per drinkwaterbedrijf	Maas-Heel Maas-Biesbosch	Check frequentie van voorkomen innamestops/beperkingen gerelateerd aan afvoersituatie.

Stoffen niet meenemen, zijn wel in discussie naar voren gekomen:

- Bromaat: opkomend probleem, meer RWZI's gaan Ozon voor de waterzuivering gebruiken waardoor bromide in bromaat wordt omgezet, nu vaak nog onder 1 µg/l.
- Diuron (bestrijdingsmiddel): was een probleem tot 2010, nu verboden en de concentraties liggen nu laag.
- Infiltratiebesluit vanuit bodembescherming:
 - Chroom: veel strengere eis dan in Drinkwaterregeling. In Infiltratiebesluit genormeerd op totaal-chroom. Deel zit in slib. Theoretisch probleem, heeft in de praktijk niet geleid tot innamestops of -beperkingen.
 - PAK's: veel strengere eis dan in Drinkwaterregeling, maar leidt in de praktijk niet tot innamestops of -beperkingen.
- Carbamazepine: al lang in reeks, maar concentraties laag. Gekozen voor stof met hogere concentraties, namelijk metformine-totaal (= metformine + guanylureum)
- Stoffen in antifouling (vallen onder bestrijdingsmiddelen): geen gegevens beschikbaar die op waterkwaliteitsproblemen voor drinkwaterbedrijven wijzen. Geen innamestops of -beperkingen.

B Definities

In onderstaande tabellen is op alfabetische volgorde een begrippenlijst opgenomen van drinkwaterdefinities, wettelijke kaders en overige termen en afkortingen.

Definities drinkwater	Omschrijving en wettelijk kader
(Drinkwater) kwaliteitseis	<p>Vastgestelde maximumwaarde voor de concentratie van een stof in oppervlaktewater dat als drinkwaterbron wordt gebruikt, te monitoren door drinkwaterbedrijven. Waarden zijn vastgesteld in de Drinkwaterregeling (Artikel 16 en bijlage V) (tabel IIIC). Per stof is een maximumwaarde vastgesteld.</p> <p>Deze drinkwater kwaliteitseisen zijn getalsmatig gelijk aan de milieukwaliteitseisen (MKE) voor innamepunten.</p>
Drinkwaternorm	Een wettelijk vastgelegde (maximum) waarde in drinkwater, te monitoren door drinkwaterbedrijven.
Drinkwaterrichtwaarde	<p>Een op basis van gezondheidsrisico's afgeleide waarde voor een individuele stof in een drinkwaterbron of in het drinkwater. Deze waarde geeft voor een individuele stof een gezondheidskundig onderbouwde veilige risicogrens aan voor drinkwater.</p> <p>Deze richtwaarde is niet wettelijk vastgelegd.</p>
Innamepunt	Locatie waar oppervlaktewater wordt ingenomen voor de bereiding van drinkwater.
Milieukwaliteitseis (MKE) – KRW	Concentratie van een bepaalde verontreinigende stof of groep van verontreinigende stoffen in water, in sediment of in biota die ter bescherming van de gezondheid van de mens en het milieu niet mag worden overschreden. De waterbeheerder dient daarvoor te zorgen.
Milieukwaliteitseis (MKE) – drinkwater innamepunten	Vastgestelde maximumwaarde voor de concentratie van een stof (of stofgroep) in oppervlaktewater vanuit het Besluit kwaliteitseisen monitoring water (2009, bijlage 3). Per stof of stofgroep is een maximumwaarde vastgesteld. Oppervlaktewater dat aan deze maximumwaarde voldoet, kan met de toegepaste zuiveringsmethoden gebruikt worden voor de productie van drinkwater, dat aan de eisen van de Drinkwaterrichtlijn (98/83/EG) voldoet. De waterbeheerder dient ervoor te zorgen dat op de innamepunten voor de drinkwatervoorziening aan deze eis wordt voldaan.
Signaleringswaarde 0,1 µg/l	Signaleringswaarde voor opkomende antropogene stoffen in oppervlaktewater op de innamepunten voor de productie van drinkwater. De signaleringswaarde is van toepassing op die stoffen, waarvoor geen Milieukwaliteitseis (MKE) is vastgesteld. De signaleringswaarde geeft een handvat om te toetsen of voldaan wordt aan de doelstelling van verbetering van de waterkwaliteit met het oog op vermindering van de zuiveringsinspanning. Deze signaleringswaarde geldt als voorzorgswaarde voor opkomende stoffen op de drinkwater innamepunten. Bij overschrijding dient nader onderzoek plaats te vinden (Protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW). De waterbeheerder dient deze signaleringswaarde te hanteren voor de innamepunten voor drinkwater.
Signaleringsparameter 1,0 µg/l	De signaleringsparameter met een waarde van 1,0 µg/l geldt voor antropogene stoffen, waarvoor in de Drinkwaterregeling (artikel 16, bijlage V) geen kwaliteitseis voor oppervlaktewater als drinkwaterbron is opgenomen. Het betreft een voorzorgswaarde voor de productie van drinkwater door het drinkwaterbedrijf. Bij overschrijding dient nader onderzoek plaats te vinden. Het drinkwaterbedrijf dient deze waarde van 1,0 µg/l te hanteren voor het oppervlaktewater dat zij innemen.

Tabel B-1 Lijst met algemene wettelijke kaders Bron: rivierdossier Maas (Arcadis, 2019a)

Wettelijke kaders	Omschrijving
Besluit kwaliteitseisen monitoring water 2009 (Bkmw 2009)	Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (2009). Dit besluit geldt voor waterbeheerders en stelt normen voor oppervlaktewater en grondwater. Het besluit bevat specifieke milieukwaliteitseisen voor locaties waar oppervlaktewater wordt gewonnen dat als drinkwaterbron wordt gebruikt.
Drinkwaterregeling	Regeling onder de Drinkwaterwet, waarin onder meer specifieke kwaliteitseisen worden gesteld aan het oppervlaktewater dat drinkwaterbedrijven mogen gebruiken voor de productie van drinkwater.
Drinkwaterwet	Wet ter bevordering van de volksgezondheid door de voorziening van drinkwater aan alle consumenten op een maatschappelijk verantwoorde wijze te waarborgen.
EU Drinkwaterrichtlijn (98/83/EG)	Door de Europese Unie vastgestelde richtlijn voor de controle, de evaluatie en het beheer van de kwaliteit van het drinkwater, en voor het verstrekken van informatie over de kwaliteit van dit water. In Nederland is deze richtlijn geïmplementeerd in de Drinkwaterwet en de daarbij behorende besluiten.
Europese Kaderrichtlijn Water (KRW)	De Europese Kaderrichtlijn Water geeft kaders voor een duurzaam watersysteem en een duurzame bescherming van water. Doel van de KRW is het waarborgen van de kwaliteit van oppervlaktewater en grondwater in Europa. De KRW stelt specifieke eisen aan de bescherming van drinkwaterbronnen uit grond- en oppervlaktewater.
Protocol monitoring en toetsing drinkwaterbronnen KRW	Protocol waarin uitwerking is gegeven aan de wijze waarop de monitoring en toetsing van drinkwaterbronnen dient plaats te vinden in het kader van het Besluit kwaliteitsdoelstellingen en monitoring water 2009 (Bkmw 2009).
Waterwet	<p>De Waterwet regelt in hoofdzaak het beheer van watersystemen, waaronder waterkeringen, oppervlaktewater- en grondwaterlichamen. De wet is gericht op het voorkomen dan wel beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en op het beschermen en verbeteren van de kwaliteit van watersystemen en het vervullen van maatschappelijke functies door watersystemen. De Waterwet geeft de kaders voor lozingen op oppervlaktewater.</p> <p>Lozingen die niet door middel van algemene regels zijn vrijgesteld van vergunningplicht moeten in het vergunningverleningstraject worden beoordeeld op hun toelaatbaarheid. De Waterwet stelt ook de eisen met betrekking tot het omgaan met calamiteiten en incidenten.</p>

C Droogte-indices

Droogte-indices voor de Maasafvoer te Eijsden en de Rijnafvoer te Lobith voor de historische jaren 2000-2020. In de tabel zijn de bekendste jaren met een droge zomer gearceerd, dit zijn 2003, 2011, 2017, 2018, 2019 en 2020.

1	afvoertekort hele jaar				gemiddelde zomerafvoer				aantal dagen onder drempel				MAM7				MAM28			
	drempel =130 m3/s		drempel =1500m3/s						drempel =130 m3/s		drempel =1500m3/s									
	Eijsden		Lobith		Eijsden		Lobith		Eijsden		Lobith		Eijsden		Lobith		Eijsden		Lobith	
	Mm3/jaar		Mm3/jaar		m3/s		m3/s		m3/s		m3/s		m3/s		m3/s		m3/s		m3/s	
2	2011	23564	2018	90383	2011	41	2003	1360	2011	212	2020	205	2011	11.7	2018	737.0	2011	19.0	2018	785.9
3	2003	19538	2003	65439	2017	62	2020	1367	2003	164	2011	197	2003	15.9	2003	808.3	2003	19.2	2011	902.4
4	2017	16790	2011	64265	2020	67	2011	1378	2005	143	2003	183	2009	16.4	2011	848.4	2009	20.6	2003	911.9
5	2005	16396	2020	49068	2003	71	2018	1525	2017	104	2018	166	2005	19.4	2009	914.7	2005	25.2	2015	982.4
6	2020	14966	2015	48833	2005	78	2017	1578	2009	102	2017	156	2004	22.2	2015	922.2	2010	25.5	2009	1008.3
7	2018	13918	2016	37122	2019	84	2019	1691	2010	97	2015	139	2010	22.4	2016	974.7	2006	36.1	2016	1012.4
8	2009	13002	2017	34374	2014	94	2004	1769	2020	91	2016	114	2007	24.1	2017	977.2	2002	37.5	2017	1022.0
9	2010	12904	2009	33279	2010	96	2015	1816	2018	87	2009	103	2006	27.8	2020	998.5	2018	38.1	2005	1050.0
10	2004	11629	2005	27592	2004	98	2012	1825	2004	81	2005	102	2017	29.5	2005	1016.7	2020	39.3	2020	1148.2
11	2015	11289	2006	21273	2018	102	2014	1842	2006	75	2006	94	2018	30.6	2006	1081.4	2017	42.0	2019	1197.3
12	2019	10967	2014	15306	2015	111	2009	1884	2015	75	2019	91	2002	30.7	2019	1086.0	2004	43.1	2014	1248.0
13	2006	10081	2019	15215	2009	112	2010	2030	2002	67	2014	84	2019	30.8	2014	1142.0	2019	48.4	2006	1256.8
14	2016	9712	2004	12109	2002	115	2005	2039	2019	60	2004	74	2020	31.1	2007	1165.6	2016	53.3	2007	1263.7
15	2002	9317	2007	9195	2007	142	2000	2152	2016	58	2012	56	2001	31.9	2004	1193.1	2015	53.9	2012	1282.7
16	2014	9137	2012	8533	2012	149	2002	2155	2008	27	2010	48	2014	39.1	2012	1201.3	2001	54.0	2013	1343.6
17	2007	6180	2010	4878	2013	154	2008	2195	2014	27	2007	44	2012	41.3	2013	1233.7	2012	55.9	2004	1372.0
18	2008	5763	2013	4815	2008	166	2007	2260	2001	26	2013	29	2016	44.0	2010	1315.6	2007	56.5	2010	1417.7
19	2013	5705	2008	2573	2000	171	2006	2380	2012	25	2008	25	2015	46.3	2008	1317.6	2013	57.3	2008	1475.4
20	2012	5442	2001	1024	2006	172	2013	2464	2013	25	2001	14	2008	48.4	2001	1406.1	2014	57.4	2001	1568.7
21	2001	5301	2002	423	2016	211	2016	2503	2007	21	2002	6	2013	48.7	2002	1440.0	2008	58.2	2002	1716.1
22	2000	3377	2000	0	2001	235	2001	2722	2000	11	2000	0	2000	52.3	2000	1623.4	2000	75.1	2000	1767.6

D Stoffen analyse

RWS-database (Engelse naam):

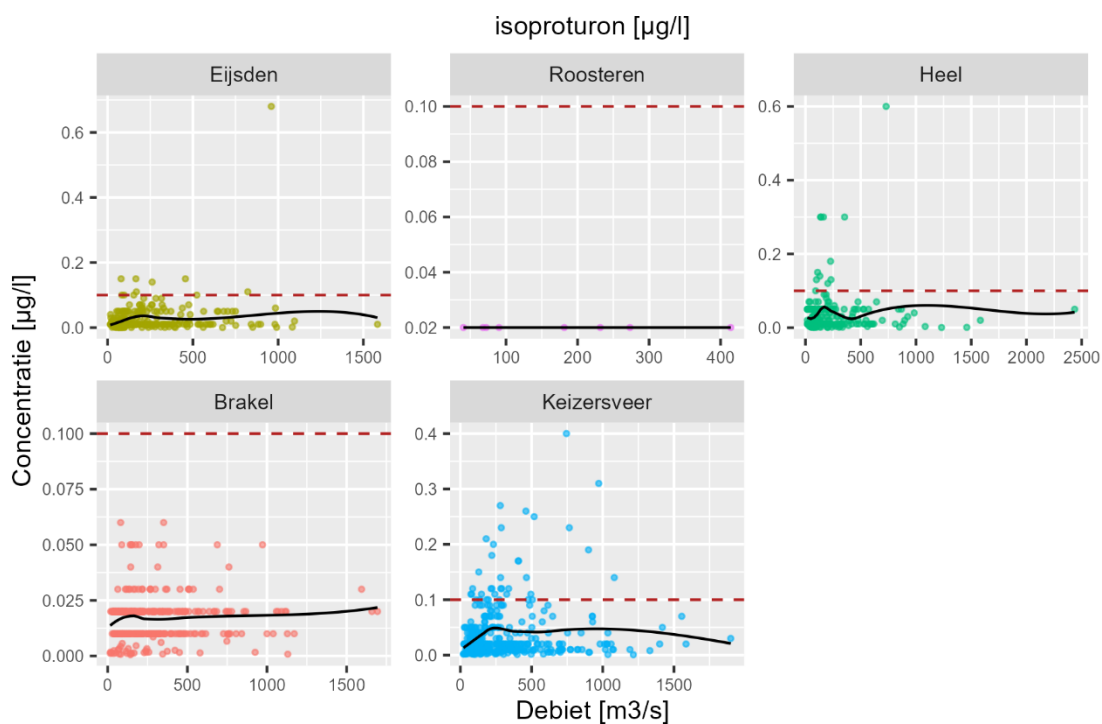
Substance	No. of J	No. of J	%>LoQ	90th Co	use category	log Koc
Methyl tert-butyl ether	4936	4089	83%	0,40	industrial chemicals / gasoline	1,31
Aminomethylphosphonic acid (AMPA)	2615	2348	90%	1,40	plant protection products	0,62
Glyphosate	2680	1399	52%	0,16	plant protection products	0,27
Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	547	546	100%	9,65	Industrial chemicals	1,58
Metoprolol	560	447	80%	0,12	pharmaceuticals	3,11
Gabapentin	433	432	100%	0,32	pharmaceuticals	2,10
Triethyl phosphate (TEP)	447	405	91%	0,13	flame retardants / alkyl phosphate esters	1,78
Irbesartan	434	363	84%	0,11	pharmaceuticals	4,33
Valsartan	466	355	76%	0,14	pharmaceuticals	2,77
lomeprol	340	333	98%	0,51	pharmaceuticals (contrast media)	1,68
Iopromide	339	320	94%	0,47	pharmaceuticals (contrast media)	1,69
Metformin	294	292	99%	1,32	pharmaceuticals	0,98
Nitrilotriacetic acid	547	280	51%	3,58	Industrial chemicals	-0,11
Diatrizoic acid	498	277	56%	0,29	pharmaceuticals (contrast media)	2,52
Iopamidol	528	250	47%	0,31	pharmaceuticals (contrast media)	1,88
6-methyl-1,2,3-oxathiazin-4(3H)-one 2,2-dioxide	246	246	100%	1,11	food additives	1,35
Melamine	246	245	100%	2,67	industrial chemicals	0,83
Ioxitalamic acid	339	245	72%	0,11	pharmaceuticals (contrast media)	2,03
Sucralose	245	244	100%	2,89	food additives	1,45
Iohexol	246	242	98%	0,29	pharmaceuticals (contrast media)	1,68
Saccharin	246	235	96%	0,17	food additives	1,33
Trifluoroacetic acid	242	233	96%	1,56	industrial chemicals	0,61
Guanyurea	246	214	87%	2,29	pharmaceuticals	0,60
Cyclamic acid	241	209	87%	0,28	food additives	1,93
4-Toluenesulfonamide	447	192	43%	0,14	industrial chemicals	1,81
2-Hydroxyibuprofen	290	169	58%	0,21	pharmaceuticals	1,89
Caffeine	125	96	77%	0,35	pharmaceuticals	1,79
Pyrazole	158	70	44%	4,70	industrial chemicals	0,74
Doxycycline	126	55	44%	0,10	pharmaceuticals	2,75

RIWA-database:

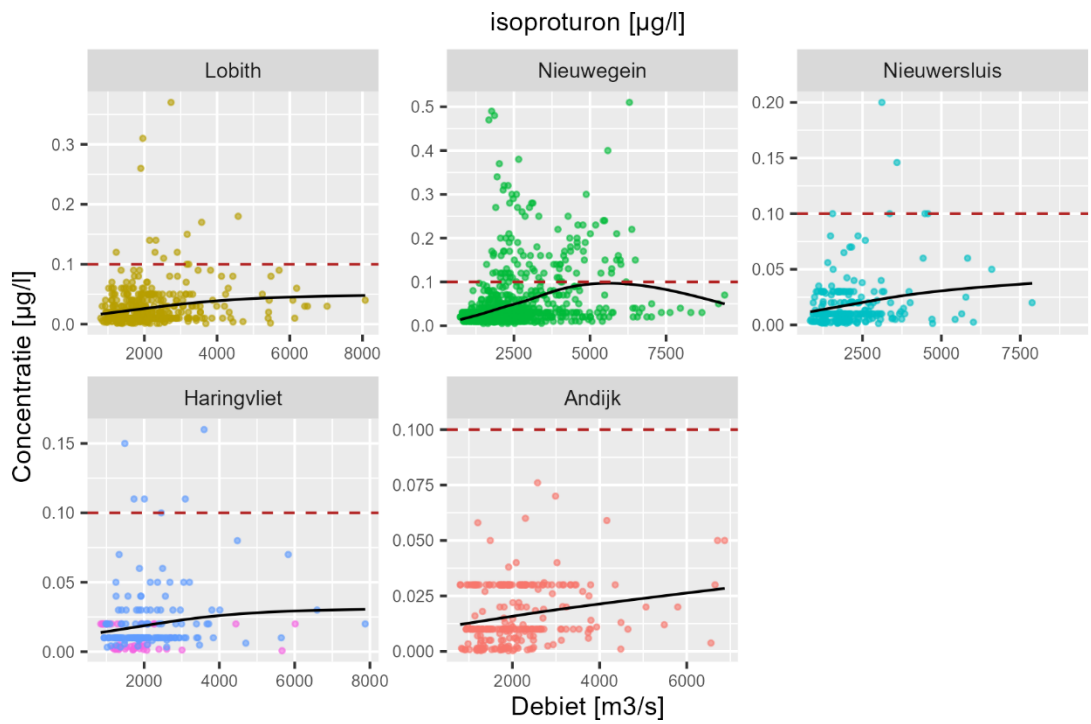
Substance	Use category	No. of J	No. of J	%>LoQ	90th Co	log Koc
Aminomethylphosphonic acid (AMPA)	plant protection products	1653	1595	96%	1,76	0,62
Pyrazole	industrial chemicals	1669	1230	74%	4,81	0,74
Methyl tert-butyl ether	industrial chemicals / gasoline	1687	1184	70%	0,28	1,31
Iopromide	pharmaceuticals (contrast media)	1079	1065	99%	0,36	1,69
Iomeprol	pharmaceuticals (contrast media)	1046	1029	98%	0,58	1,68
4-Methyl-1H-benzotriazole	Industrial chemicals	1142	1021	89%	0,54	#N/A
Diatrizoic acid	pharmaceuticals (contrast media)	1043	1011	97%	0,29	2,52
1,2,3-Benzotriazole	Industrial chemicals	1082	1010	93%	0,90	1,74
Iohexol	pharmaceuticals (contrast media)	1047	1004	96%	0,18	1,68
Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	Industrial chemicals	1066	1001	94%	17,26	1,58
Caffeine	pharmaceuticals	1572	996	63%	0,60	1,79
Iopamidol	pharmaceuticals (contrast media)	1047	956	91%	0,29	1,88
Isopropyl ether	industrial chemicals / solvents	1519	915	60%	2,26	1,60
Metoprolol	pharmaceuticals	1068	902	84%	0,11	3,11
5-Methyl-1H-benzotriazole	Industrial chemicals	1148	887	77%	0,23	1,80
Glyphosate	plant protection products	1566	880	56%	0,16	0,27
Metformin	pharmaceuticals	860	825	96%	1,10	0,98
6-methyl-1,2,3-oxathiazin-4(3H)-one 2,2-dioxide	food additives	580	579	100%	1,62	1,35
Melamine	industrial chemicals	625	573	92%	2,88	0,83
1,4-Dioxane	industrial chemicals	958	569	59%	1,22	0,91
Cyclamic acid	food additives	573	558	97%	0,16	1,93
Trichloroacetic acid	industrial chemicals	729	543	74%	0,18	0,60
Sucralose	food additives	552	529	96%	2,40	1,45
Hydrochlorothiazide	pharmaceuticals	809	529	65%	0,14	1,72
Methanamine	industrial chemicals / pharmaceuticals	531	527	99%	2,10	2,12
Guanyurea	pharmaceuticals	551	518	94%	2,30	0,60
Saccharin	food additives	576	487	85%	0,18	1,33
Gabapentin	pharmaceuticals	493	478	97%	0,40	2,10
3(2H)-Pyridazinone, 5-amino-4-chloro-	plant protection products	488	477	98%	0,30	1,80
Acetone	industrial chemicals	612	463	76%	10,65	0,78
Sulfamide, N,N-dimethyl-	plant protection products	707	387	55%	0,11	0,87
trans-10,11-Dihydroxy-10,11-dihydrocarba	pharmaceuticals	434	297	68%	0,19	2,37
S-Metolachlor	plant protection products	283	233	82%	0,20	2,43
Metolachlor OA	plant protection products	306	201	66%	0,13	1,91
Trifluoroacetic acid	industrial chemicals	192	192	100%	1,50	0,61
Valsartan acid	pharmaceuticals	114	114	100%	0,42	1,63
Sitagliptin	pharmaceuticals	114	114	100%	0,16	2,48
Oxypurinol	pharmaceuticals	114	102	89%	1,30	2,18
Hexa(methoxymethyl)melamine	Industrial chemicals	91	87	96%	3,20	2,43
Candesartan	pharmaceuticals	91	78	86%	0,14	2,86
Metoprolol acid	pharmaceuticals	36	36	100%	0,11	2,50
Naphthalene-1,3,6-trisulphonic acid, sodium	industrial chemicals / naphtalene sulfonate	32	32	100%	0,49	#N/A
Naphthalene-1,3,5-trisulphonic acid	industrial chemicals / naphtalene sulfonate	32	32	100%	0,27	1,95
Disodium naphthalene-1,6-disulphonate	industrial chemicals / naphtalene sulfonate	32	32	100%	0,21	#N/A
Naphthalene-2,7-disulphonic acid, sodium	industrial chemicals / naphtalene sulfonate	32	32	100%	0,20	#N/A
Metolachlor ESA	plant protection products	40	28	70%	0,13	2,60
2-Aminonaphthalene-1,5-disulfonic acid	industrial chemicals / naphtalene sulfonate	32	17	53%	0,17	2,25

E Correlatieplots

E.1 Isoproturon

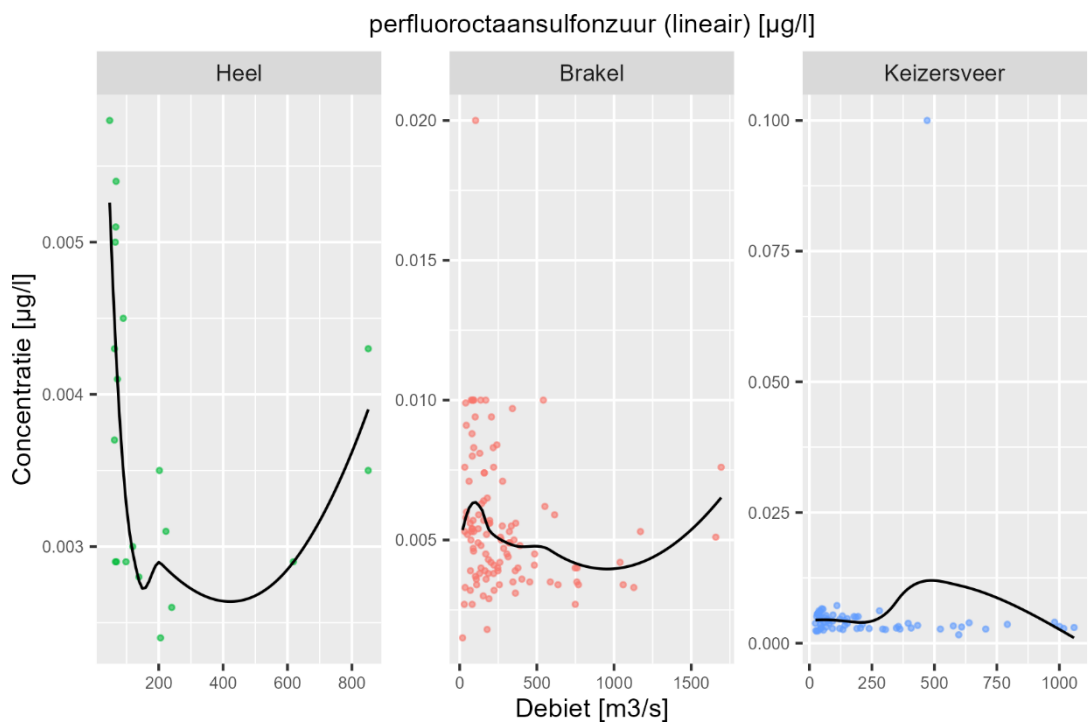


Figuur E-1 Correlatie plot isoproturon voor Maas-locaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven met rode stippellijn (0,1 µg/l). Bij Eijsden, Roosteren en Heel is het debiet bij Eijsden gebruikt, voor Brakel en Keizersveer het debiet bij Keizersveer.

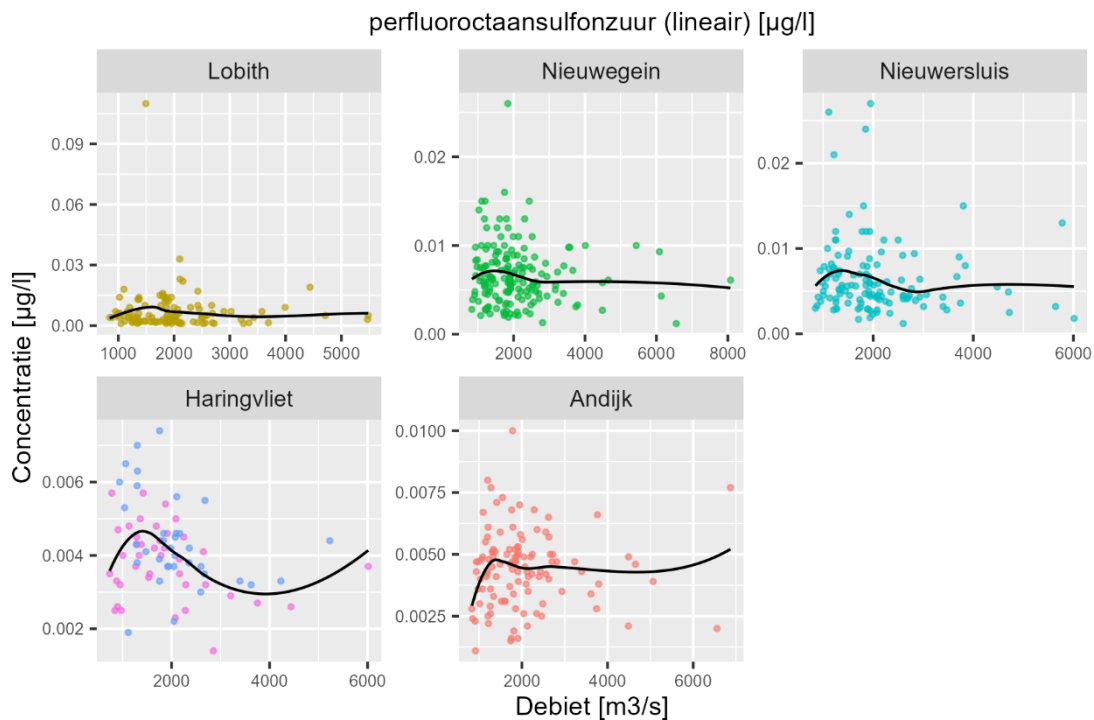


Figuur E-2 Correlatie plot isoproturon voor Rijn-locaties met de drinkwater kwaliteitseis (uit de drinkwaterregeling) weergegeven met rode stippellijn (0,1 µg/l).

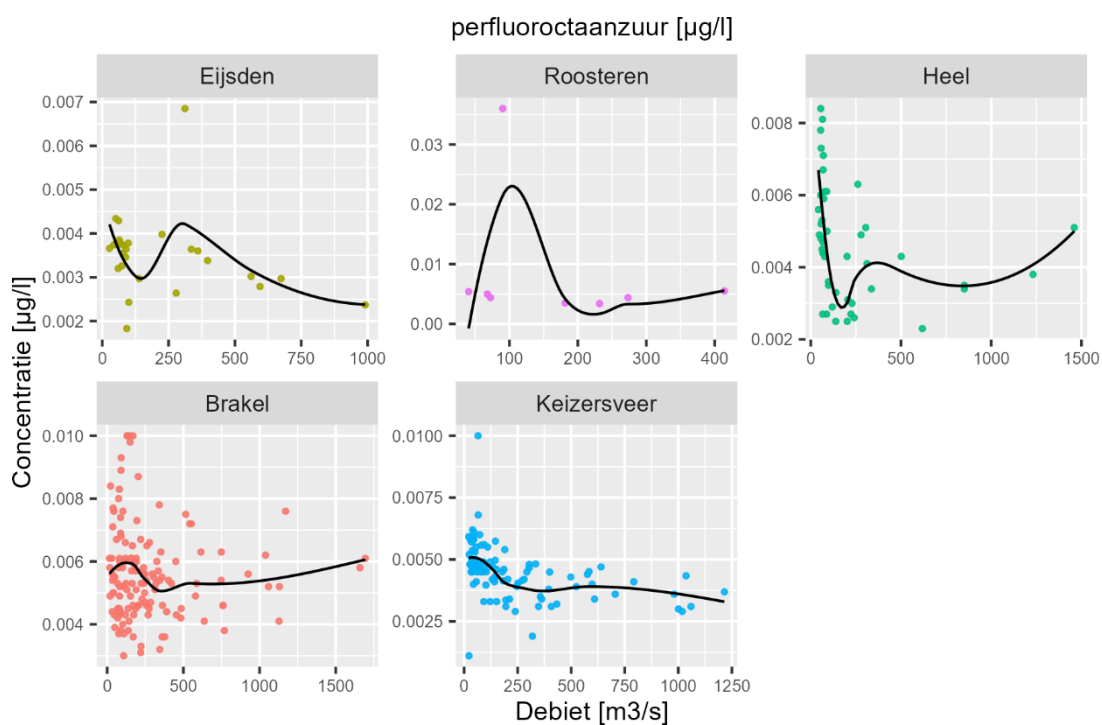
E.2 PFOS en PFOA



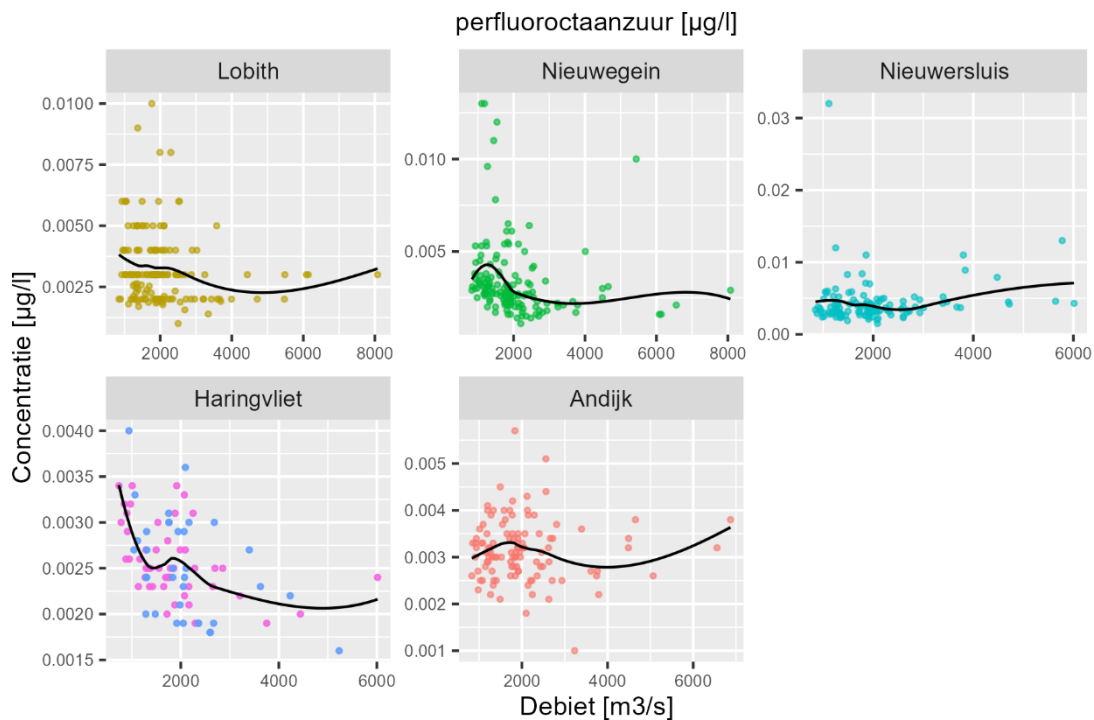
Figuur E-3 Correlatie plot PFOS voor de Maas-locaties.



Figuur E-4: Correlatie plot PFOS voor de Rijn-locaties.

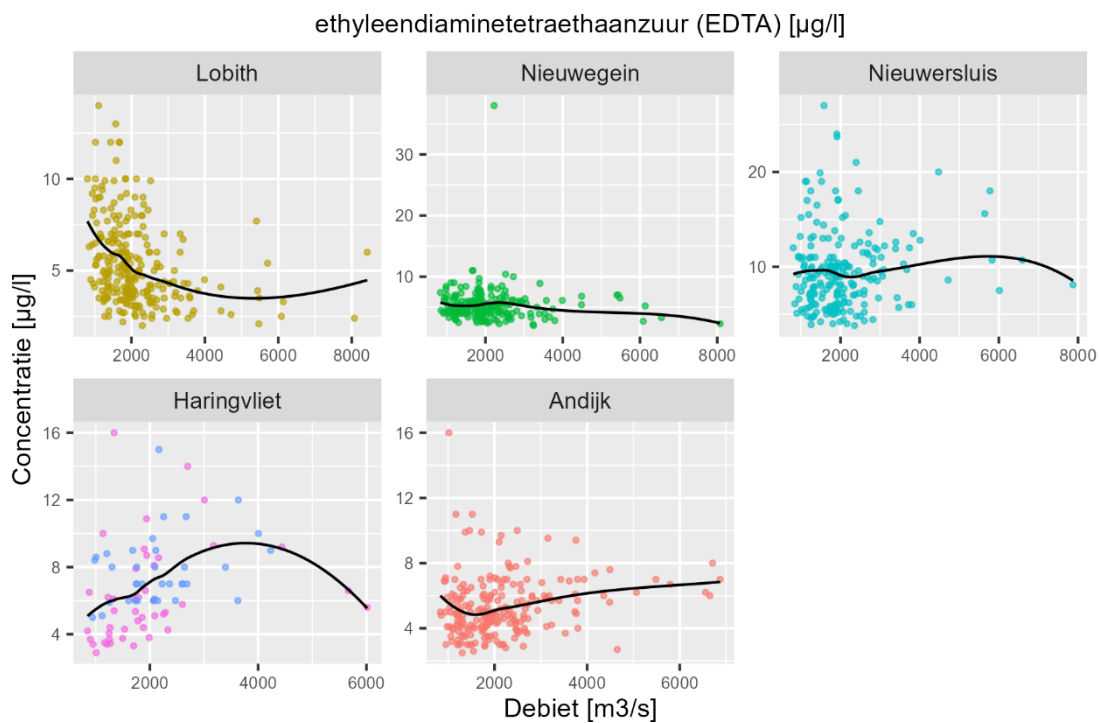


Figuur E-5 correlatie plot PFOA voor de Maas-locaties.

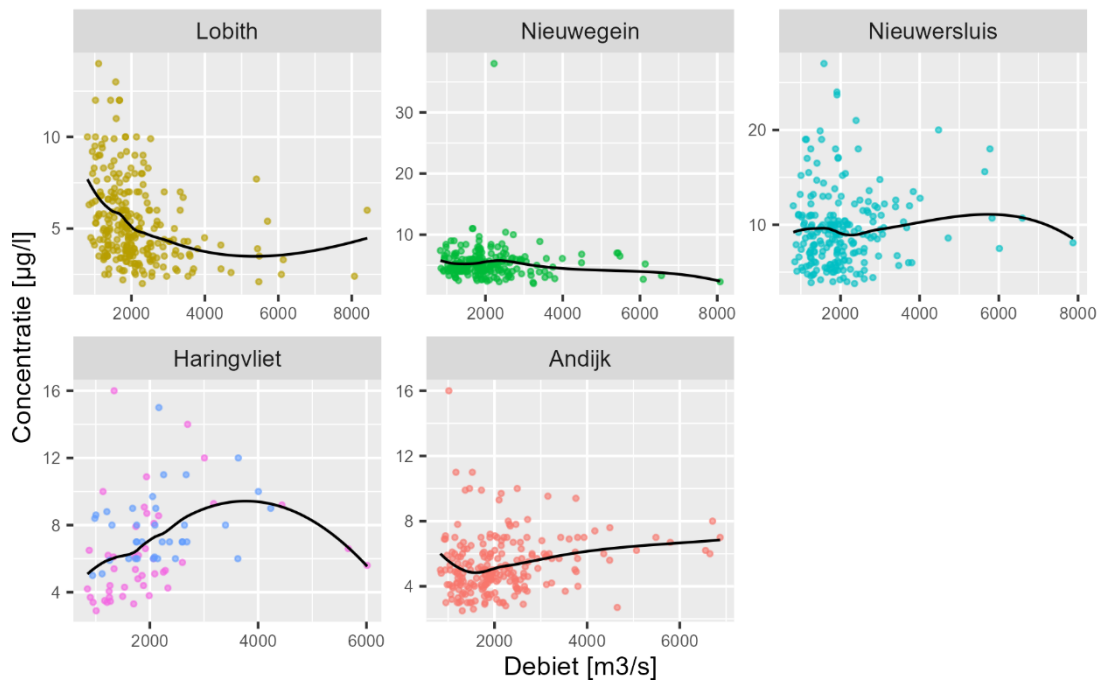


Figuur E-6 correlatie plot PFOA voor de Rijnlocaties.

E.3 EDTA



ethyleendiaminetetraethaanzuur (EDTA) [$\mu\text{g/l}$]



F Recente innamebeperkingen waterwinning

F.1 Recente innamebeperkingen

In de afgelopen decennia zijn meerdere innamestops en -beperkingen opgetreden bij de innamepunten die gebruik maken van Rijn of Maaswater. Of en hoe vaak drinkwaterbedrijven hun waterinname sluiten (innamestop) verschilt per locatie. Het bovenstroomse innamepunt Taifer in Wallonië, sluit nooit. Verderop in Vlaanderen sluit het Belgische drinkwaterbedrijf water-link de inname bij het Albertkanaal het liefst zo min mogelijk, want schoon zoet water is daar schaars. Over de Nederlandse grens, bij het innamepunt Heel, sluit drinkwaterbedrijf WML regelmatig de poort. Er is daar voldoende buffer. Bij het innamepunt Brakel was er in 2020 voor het eerst in de geschiedenis geen enkele innamestop. Dat komt door het nieuwe innameconcept, waarbij er gebruik gemaakt wordt van verschillende waterbronnen. Om minder afhankelijk te zijn van de beschikbaarheid van Maaswater wordt er water uit de Afgedamde Maas en de Lek (Rijnwater) gemengd (Bron: RIWA-Maas, 2021). In deze bijlage wordt hiervan per innamepunt een samenvatting van gegeven. De belangrijkste innamestops/calamiteiten waren:

- **Pyrazool, juli-dec 2015:** In de zomer van 2015 is duidelijk geworden dat industriechemicaliën kunnen leiden tot serieuze problemen voor de inname van rivierwater voor de productie van drinkwater. Het begon allemaal in Limburg toen bleek dat Maaswater gedurende lange tijd de signaalwaarde uit de Drinkwaterregeling overschreed. Alle Nederlandse drinkwaterbedrijven langs de Maas - WML, Evides en Dunea - zijn preventief gestopt met de inname van Maaswater voor drinkwaterproductie. Het langste duurde de innamestop van WML productiebedrijf Heel: 138 dagen. De oorzaak bleek het tijdelijk niet goed functioneren van de industriële afvalwaterzuiveringsinstallatie (IAZI) op het terrein van Chemelot in Geleen. Later bleek pyrazool eveneens voor te komen in de Rijn, waarop ook Waternet en PWN kortstondig de inname van water uit het Lekkanaal hebben gestaakt, net als Dunea die de noodinname uit de Lek moest beëindigen (RIWA jaarrapport Maas, 2015).
- **Prosulfocarb, okt-dec 2019 en sept 2021:** Eind oktober 2019 kregen Nederlandse drinkwaterbedrijven te maken met de lozing van prosulfocarb in de Maas, bovenstrooms van de Nederlandse grens bij Eijsden. Allen moesten voor langere tijd de inname van water uit de Maas staken als gevolg van deze verontreiniging. De overschrijding van de norm door prosulfocarb bij Keizersveer heeft geduurd van 5 november tot en met 27 november en van 3 december tot en met 5 december. De hoogste concentratie bij Keizersveer is gemeten tijdens de innamestop, namelijk 2,8 µg/l. De exacte locatie van de oorsprong van deze verontreiniging werd destijds niet gevonden, maar wel kon worden ingezoomd op een specifiek deel van de rivier in Wallonië. Op 28 augustus en op 9, 17 en 30 september 2021 werden wederom pieken prosulfocarb waargenomen bij metingen van grensmeetstation Eijsden.
Uiteindelijk is de bron van de verontreiniging vastgesteld: Solirem, een bedrijf in Wandre dat zorgt voor de reiniging en reconditionering van blikken en vaten (RIWA jaarrapport Maas, 2019 en 2021).
- **Glyfosaat, november 2020:** Dit was een incident waarbij er 74 dagen te veel glyfosaat in de Maas aanwezig was. Het incident heeft niet geleid tot een innamestop, noch tot een melding. Dat er in 2020 te veel glyfosaat in de Maas zat bleek pas achteraf, nadat alle data van de verschillende betrokken partijen in 2021 waren samengevoegd en geanalyseerd. Dat de norm voor glyfosaat ruim twee maanden lang werd overschreden, tot maximaal 16 keer de wettelijke norm tijdens hoge waterafvoer in de Maas.

De lozing bleef on opgemerkt omdat er geen alarmmelding vanuit Eijsden is uitgegaan. Dat is verklaarbaar. Deze stof (Glyphosaat) wordt op station Eijsden niet 24/7 gemeten. Rijkswaterstaat neemt deze parameter wel mee in de reguliere bemonstering van de doelstoffen (RIWA jaarrapport Maas, 2020).

Andere innamestops met een relatief lange duur werden veroorzaakt door (metabolieten van) bestrijdingsmiddelen. Voorbeelden zijn isoproturon (Nieuwegein, 2013 en 2014) en diuron (Heel, 2008).

In de afgelopen decennia zijn er verschillende innamestops geweest vanwege signaleringswaarde-overschrijdende stoffen in het oppervlaktewater. De hiervoor bepalende parameters zijn (metabolieten van) bestrijdingsmiddelen, in de industrie gebruikte chemicaliën en medicijnresten.

Veel, vaak kortdurende innamestops zijn veroorzaakt door technische problemen en alarmen van de biologische waterkwaliteitsbewaking met de Daphnia-toximeter of de mosselmonitor. De herkomst van de vermoedelijke verontreiniging is in de meeste gevallen niet bekend.

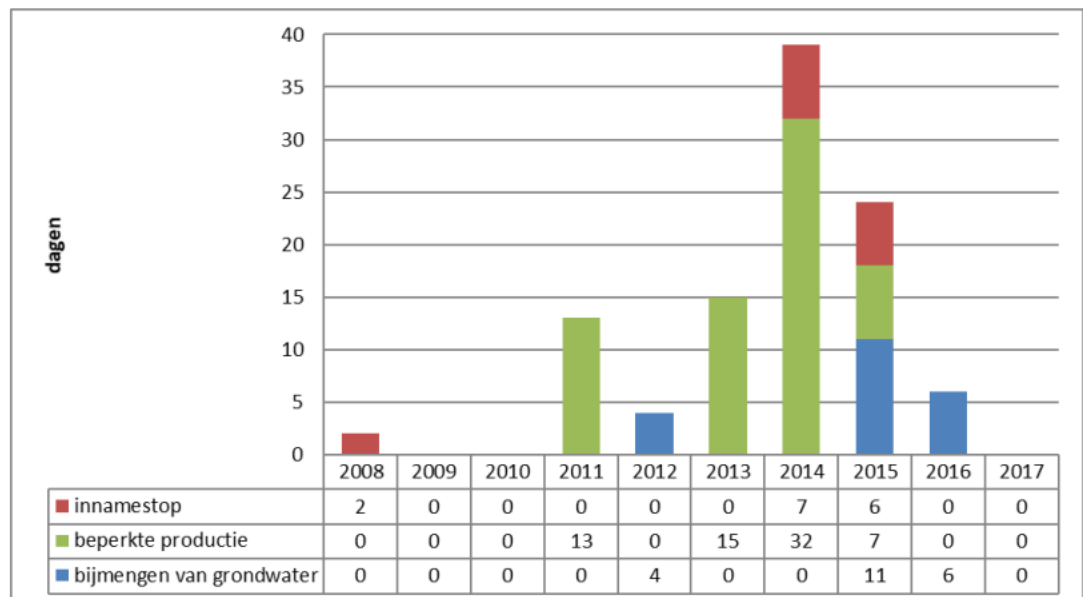
F.2 Nieuwegein

Volgens gebiedsdossier Nieuwegein (2019) zijn er de laatste 10 jaar zijn meerdere innamestops en -beperkingen opgetreden bij Nieuwegein, alle veroorzaakt door signaleringswaarde-overschrijdende stoffen in het oppervlaktewater. De hiervoor bepalende parameters in de laatste jaren zijn (metabolieten van) bestrijdingsmiddelen en in de industrie gebruikte chemicaliën.

Om de oorzaken van innamestops voor onttrekking van oppervlaktewater, gerelateerd aan de Rijnwaterkwaliteit, inzichtelijk te maken zijn in Figuur F-1 de jaarlijkse duur (dagen) en de oorzaken van de innamestops bij Nieuwegein in de periode 2008-2017 weergegeven. Uit informatie van RIWA-Rijn (RIWA jaarrapport Rijn, 2017) blijkt dat de oorzaak in alle gevallen een waterverontreiniging in het oppervlaktewater van het Lekkanaal was. De aard van de verontreinigingen loopt echter uiteen:

- In 2008 één stop van 2 dagen door 1,2, dichloorbenzeen.
- In 2011 beperkte inname van 1 dag door glyphosaat, 1 en 8 dagen dag door isoproturon, 1 dag door chloortoluron en 3 dagen door xyleen.
- In 2012 één periode van 4 dagen beperkte inname en opmenging met grondwater door metolachloor.
- In 2013 beperkte inname gedurende 4 dagen door tetrapropylammonium en 11 dagen door isoproturon.
- In 2014 één stop van 4 dagen door fenol en beperkte inname gedurende 32 dagen door isoproturon.
- In 2015 een innamestop en opmenging met grondwater gedurende 4 dagen door fenol, 7 dagen beperkte inname met inzet van grondwater door metolachloor en een innamestop van 2 dagen door pyrazool.
- In 2016 gedurende 6 dagen bijmengen met grondwater (50/50) door acetochloor.

In 2009, 2010 en 2017 is geen sprake geweest van innamestops of -beperkingen. Zonder gebruikmaking van ontheffingen van de Minister van IenW zouden er in 2017 (preventieve) innamestops geweest zijn ten gevolge van de volgende stoffen: melamine (12 maanden), 1,4-dioxaan (6 maanden), TFA (11 maanden) en pyrazool (5 maanden). Dergelijke lange innamestops zijn zeer ongewenst, aangezien de vergunningsruimte voor inzet van de calamiteitenwinning is beperkt tot 1,7 Mm3 per maand en 2,999 Mm3 per jaar.



Figuur F-1 Totale duur innamestops en beperkte productie waterwinning ir. Cornelis Biemond te Nieuwegein (Bron: Gebiedsdossier Nieuwegein)

In 2018 hebben normoverschrijdingen plaatsgevonden voor de watertemperatuur van het innamewater. Dit heeft geen negatieve gevolgen gehad voor infiltratie in de Amsterdamse Waterleidingduinen (meded. Provincie Noord-Holland, 2018)

F.3 Andijk

Volgens gebiedsdossier Andijk (2019) zijn er tot en met 2017 door het drinkwaterbedrijf PWN geen innamebeperkingen ingesteld. In 2018 zijn innamebeperkingen ingesteld vanwege te hoge chlorideconcentraties als gevolg van de droogte en het ontstane zoetwatertekort.

De zomer van 2018 was uitzonderlijk droog. Naar aanleiding hiervan werd opgeschaald door de Landelijke commissie waterverdeling (LCW) naar niveau 2: feitelijk watertekort. Eén van de beslissingen is geweest om vanuit het IJsselmeer, als grootste zoetwaterbuffer van Nederland, niet te spuien richting Waddenzee, om zo het zoete water zoveel mogelijk te benutten om verzilting van IJsselmeer en omliggende gebieden (polders) te kunnen tegengaan (Bron: PWN, 2018).

Er is een bijkomend negatief effect ontstaan doordat de diepere geulen in het IJsselmeer, onder andere de geulen die vlak voor de spuisluisen bij de Afsluitdijk liggen, zijn volgelopen met zout water wat naar binnenkomt met het schutten van schepen. Onder normale omstandigheden wordt het zoutwater via de spuisluisen weer afgevoerd naar de Waddenzee. Door de droogte was dit in de zomerperiode van 2018 niet het geval. Na ongeveer 6 weken niet spuien waren de putten en geulen volgelopen met zout water en zijn zij overgelopen. Daardoor zijn er zoutwaterbellen gaan 'zwerven' over het IJsselmeer. Op 12 augustus was een eerste chloridepiek zichtbaar in de geleidbaarheidsmeting bij Andijk.

Deze piek werd gevolgd door een nog hogere piek chloride op 17 augustus 2018. Vanaf 17 augustus 2018 tot 23 augustus is de eerste innamestop ingesteld. Daarna is er een tweede innamestop geweest van 27 augustus tot 3 september.

Ook na 2018 was er meerdere malen sprake van hoge chloride gehalten bij Andijk, onderstaand figuur geeft hier een overzicht van (bron: RIWA-jaarrapport 2021)

Innamestops en beperkte productie

Pompstation Andijk (PSA) in Andijk (2018 - 2021)

Jaar	Verontreiniging	Maand	Aantal dagen	Toelichting
2021	Chloride/EGV	Januari	8	Innamestops In januari werd het verhoogde zoutgehalte op 6 dagen veroorzaakt door een storing op gemaal Leemans, waardoor gemaal Lely werd ingezet.
		Februari	3	
		Maart	13	
		April	13	
		September	2	
		November	6	
2020	Chloride/EGV	Februari	9	Innamestops In december werd het verhoogde zoutgehalte op 10 dagen veroorzaakt door een storing op gemaal Leemans, waardoor gemaal Lely werd ingezet.
		Maart	12	
		Mei	1	
		Juli	3	
		Augustus	1	
		September	7	
		Oktober	9	
		November	5	
		December	13	
		2019	Chloride/EGV	
Februari	1			
Maart	2			
April	3			
Augustus	8			
September	3			
Oktober	2			
November	10			
December	1			
2018	Chloride/EGV			Augustus
		September	22	
		Oktober	22	
		November	14	
		December	10	

WRK Waterwinstation Prinses Juliana (WJP) in Andijk (2018 - 2021)

Jaar	Verontreiniging	Maand	Aantal dagen	Toelichting
2021	Chloride/EGV	April	2	Innamestops In beide maanden werd het verhoogde zoutgehalte veroorzaakt door spui-activiteiten vanuit het Markermeer
		Mei	2	
2020			-	Geen
2019	Troebelheid	April	1	Innamestop Hogere troebelheid veroorzaakt door werkzaamheden aan de Houtribdijk i.c.m. oostenwind
2018	Chloride/EGV	Augustus	5	Innamestops
		September	5	

F.4 Haringvliet

Volgens gebiedsdossier Haringvliet (2019) kunnen diverse oorzaken, zoals calamiteiten of overschrijding van bepaalde waterkwaliteitsconcentraties, leiden tot een innamebeperking of -stop. Het streven is om deze innamestops zo kort mogelijk te laten duren omdat gedurende een innamestop geen water in de duinen wordt geïnfiltrerd, maar wel water wordt onttrokken voor de productie van drinkwater. Dit heeft een negatieve invloed op de waterbalans (verschil tussen geïnfiltrerde hoeveelheid water en de hoeveelheid teruggewonnen water) en op de waterstanden en de buffervoorraad in de duingebieden en daarmee op de langere termijn op de natuurwaarden.

De innamestops bij het voormalige innamepompstation Scheelhoek werden voornamelijk veroorzaakt door:

- Te hoge troebelheid van het Haringvlietwater.
- Te hoog geleidingsvermogen bij 20°C door verzilting.
- Technische storingen op het pompstation.
- Onderhoud aan het pompstation, de transportleidingen of aan de voorzuivering.

Sinds de opstart van het nieuwe pompstation Haringvliet is er sprake geweest van een viertal innamestops van in totaal nog geen totale duur van een dag. Dit is inclusief een stop vanwege het opstarten van het pompstation. De innamestops van het nieuwe innamepompstation Haringvliet over 2018 werden veroorzaakt door:

- Te hoge troebelheid (2 stops van totaal 3 dagen en 5 uur).
- Werkzaamheden aan het pompstation, de leidingen (proppen) of de voorzuivering op Ouddorp (5 stops van totaal 3 dagen en 16 uur).
- Technische storingen (9 stops van totaal 19 dagen en 5 uur); oorzaken waren o.a. diverse keren de vacuüminstallatie, haperende modbusverbinding en verstopping lamellenseparator voorzuivering Ouddorp.

De verwachting is dat voor het nieuwe innamepompstation Haringvliet de belangrijkste redenen voor een innamestop in de toekomst zullen zijn:

- Te hoge troebelheid van het Haringvlietwater.
- Te hoog geleidingsvermogen bij 20°C (verzilting).
- Alarmering van de mosselmonitor.
- Organische microverontreinigingen.
- Onderhoud of storingen aan het pompstation, de transportleidingen en de voorzuivering.

F.5 Heel

Voor de locatie Heel is geen actueel gebiedsdossier beschikbaar. Wel worden in de jaarrapportages van RIWA-Maas de innamestops van het drinkwaterbedrijf bijgehouden. De locatie Heel kenmerkt zich door veel innamestops. Bij deze locatie is voldoende buffercapaciteit aanwezig, waardoor bij lichte twijfel aan de waterkwaliteit de inname al wordt stopgezet.

In de jaarrapportages worden de volgende oorzaken van de innamestops gegeven:

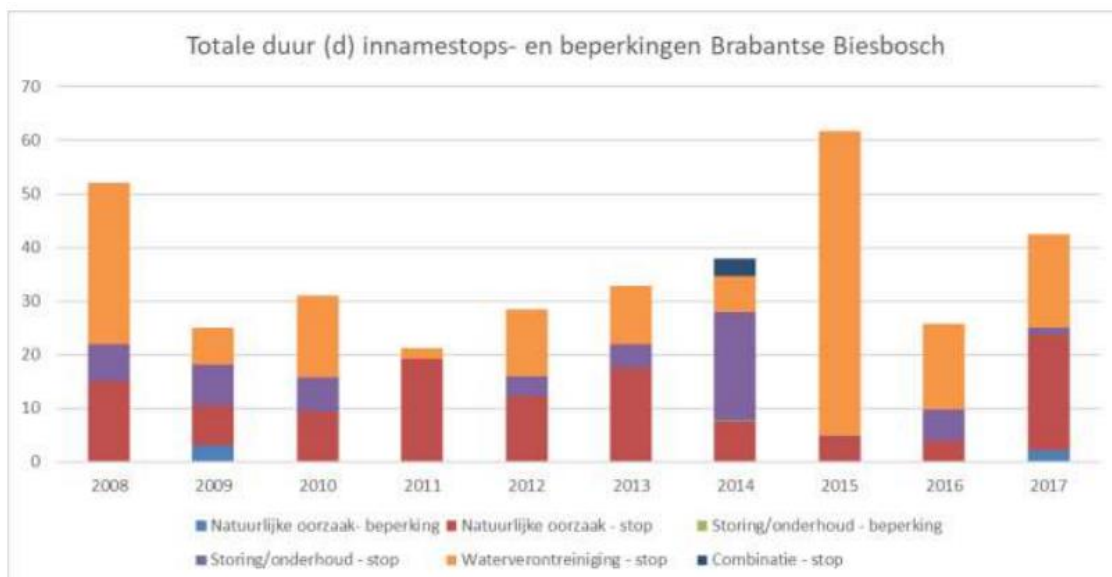
- Screeningsonderzoek
- Waarschuwing grensmeetstation Eijsden
- Fysische meting (pH, EGV, O₂, temp.)
- Eigen metingen
- Technische problemen
- Te hoge troebelheid
- Afvoer Maas > 1000 m³/s

De innamestops in de jaren 2018-2020 met een duur langer dan 5 dagen zijn hieronder weergegeven:

- 02-02-2018: 14 dagen, Screeningsonderzoek Significante verhoging in chromatogram, storing sensoren
- 07-03-2018: 6 dagen, Alarm biomonitoring (mossel) Cal A3, Cadmium met een concentratie van 5,7 µg/l
- 04-06-2018: 9 dagen, Waarschuwing grensmeet H7 significante afwijking LC chromatogram, station Eijsden Cal A7; drie onbekenden
- 21-08-2019: 5 dagen, Eigen meting Fysische meting (pH, EGV, O₂, temp.)
- 03-09-2019: 3 dagen, Melding waterbeheerder Waarschuwing Vuilwaterwacht
- 11-09-2019: 6 dagen, Eigen meting Screeningsonderzoek
- 18-09-2019: 5 dagen, Eigen meting Screeningsonderzoek
- 30-10-2019: 24 dagen, Eigen meting Screeningsonderzoek
- 29-07-2020: 7 dagen, LCAqua-160 1,8 µg/l. Difenylsulfon (CAS 127-63-9) 1,1 µg/l.
- 29-09-2020: 15 dagen, mosselmonitor, EGV, 1H-Benzotriazool 1,1 µg/l, Cal A8, A9 en A1
- 20-11-2020: 6 dagen, mosselmonitor, Cal A14 Tributylfosfaat 14,1 µg/l, proppen innameleiding
- 04-12-2020: 3 dagen, Cal A15 Aceton 22,5 µg/l

F.6 Brabantse Biesbosch

In het gebiedsdossier Brabantse Biesbosch (2019) is Figuur F-2 opgenomen om de oorzaken van innamestops gerelateerd aan de Maaswaterkwaliteit inzichtelijk te maken. In dit figuur zijn de jaarlijkse duur (dagen) en de oorzaken van de innamestops bij de Brabantse Biesbosch in de periode 2008-2017 weergegeven. In Figuur F-2 is onderscheid gemaakt in innamestops en -beperkingen 1) met een natuurlijke oorzaak, bijvoorbeeld hoog of (te) laag water, 2) vanwege een technische storing of onderhoud en 3) door een waterverontreiniging.



Figuur F-2 Overzicht van innamestops en beperkingen bij innamepunt Brabantse Biesbosch

Op basis van de aangeleverde logboeken van Evides is er op Brabantse Biesbosch de afgelopen 10 jaar sprake geweest van de volgende innamebeperkingen en -stops:

- 2008: met een totale duur van 52 dagen aan innamestops is dit driemaal vanwege een natuurlijke oorzaak, vijfmaal vanwege een storing of onderhoud en achtmaal vanwege de waterkwaliteit, waarvan eenmaal door de stof Diuron. Deze stof was gemeten op meetpunt Heel.
- 2009: een totale duur van 25 dagen aan innamestops of -beperkingen, waarvan vijfmaal door een natuurlijke oorzaak, vijfmaal door een storing of onderhoud en vijfmaal door waterkwaliteit. Hierbij zijn eenmaal tien onbekende stoffen gedetecteerd bij een HPLC-screening.
- 2010: er is sprake van een totale duur van 31 dagen, waarvan 2 maal een waterverontreiniging. Hierbij is eenmaal een verontreiniging met tributylfosfaat in de Maas bij Keizersveer gemeten en eenmaal illegale lozing van bilgewater in het Wilhelminakanaal waardoor 2 km verontreinigd was geraakt.
- 2011: 4 stops van in totaal 21 dagen, waarvan 19 door troebeling door hoge afvoeren en 2 vanwege de waterkwaliteit. Van deze 2 dagen was een halve preventief vanwege de brand bij ChemiePack in Moerdijk en de andere 1,5 dag vanwege het aantreffen van toluen, butylacetaat, cyclohexaan, 1-1- diethoxyethaan, methylester van butanoicacid en 1-octun-4ol tijdens een GC-MS screening. Deze laatste stop hield aan tot in 2012.
- 2012: De totale duur van de innamestop bedroeg 28 dagen. Dit waren in totaal 9 stops, waarvan 1 stop van 12 dagen vanwege troebeling en 1 stop van 5 dagen vanwege verontreiniging met verschillende glymen.
- 2013: dit jaar kende 7 innamestop van in totaal 32 dagen, waarvan driemaal een stop vanwege troebelingen, tweemaal vanwege een storing, eenmaal vanwege de waterkwaliteit gemeld vanuit Eijsden (naftaleen) en eenmaal verontreiniging op het Oude Maasje vanwege een overstort van een RWZI.
- 2014: 24 stops met een totale duur van 38 dagen. Hiervan waren 8 stops vanwege storingen door waterplanten die de aanzuiging verhinderden. Daarnaast was er onder meer sprake van 2 stops vanwege troebeling, één vanwege onbekende organische verbindingen en diverse stops als gevolg van alarmen van de Daphnia-toximeter (deels terecht, deels als gevolg van storingen).

- 2015: een jaar met 62 dagen aan innamestops waarvan een langdurige innamestop op de gehele Maas door een lozing van pyrazool. Andere innamestops hadden tweemaal betrekking op het aantreffen van een onbekende polaire verbinding bij Heel en Roosteren en diverse malen op andere alarmen van de Daphnia-toximeter.
- 2016: met een totale duur van 25 dagen aan innamestops is dit eenmaal vanwege troebelings, achtmaal door storing of onderhoud en negenmaal door waterkwaliteit (alarmen Daphnia-toximeter en mosselmonitor).
- 2017: een totale duur van 42 dagen aan innamestops of -beperkingen, waarvan driemaal (bijna 22 dagen) een stop vanwege te veel troebelings. Daarnaast was er sprake van 9 innamestops vanwege waterkwaliteit, waarvan eenmaal 7 dagen vanwege onder andere benzotriazolen, aceton en DIPE.

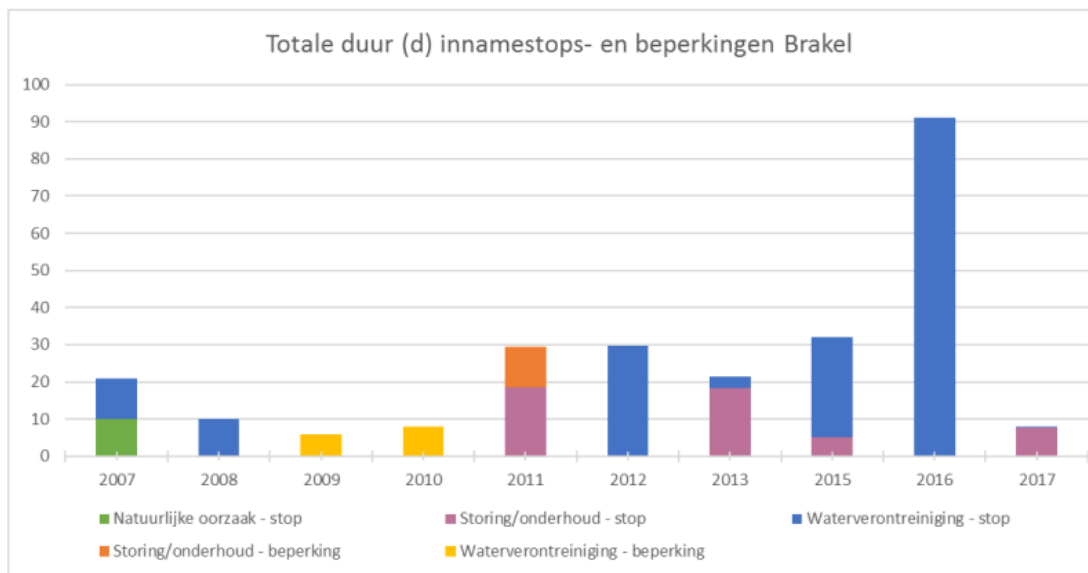
Concluderend geldt dat verschillende innamestops veroorzaakt zijn door een waterverontreiniging. Relatief veel, vaak kortdurende stops zijn veroorzaakt door alarmen van de biologische waterkwaliteitsbewaking met de Daphnia-toximeter of de mosselmonitor. De herkomst van de vermoedelijke verontreiniging is in de meeste gevallen niet bekend. Bij de meeste stops vanwege het aantreffen van verontreinigende stoffen lag de oorzaak (ver) bovenstrooms van de beschermingszone van Brabantse Biesbosch. In enkele situaties lag de oorzaak met zekerheid in of nabij de beschermingszone, of kan dat niet uitgesloten worden. Dit betreft:

- Een illegale lozing van bilgewater in het Wilhelminakanaal (2010).
- RWZI overstort verontreiniging in het Oude Maasje (2013).
- Het aantreffen van diverse (deels onbekende) stoffen bij Keizersveer (in meerdere jaren).

Naast verontreinigingen is vertroebeling, meestal als gevolg van hoge rivierafvoeren, een terugkerende oorzaak van relatief langdurige innamestops.

F.7 Brakel

Volgens gebiedsdossier Brakel (2019) zijn kunnen diverse oorzaken, zoals calamiteiten of overschrijding van bepaalde waterkwaliteitsconcentraties, leiden tot een innamebeperking of -stop. In Figuur F-3 zijn de innamestops en -beperkingen voor het innamepunt Brakel weergegeven voor de periode 2007-2017. Onderscheid is gemaakt in innamestops en -beperkingen: 1) met een natuurlijke oorzaak, bijvoorbeeld hoog of (te) laag water, 2) vanwege een technische storing of onderhoud en 3) door een waterverontreiniging.



Figuur F-3 Overzicht van innamestops en beperkingen bij Brakel

Bij Brakel is er de afgelopen 10 jaar sprake geweest van de volgende innamebeperkingen en -stops:

- 2007: met een totale duur van 20 dagen is driemaal sprake van een innamestop met een natuurlijke oorzaak (hoge troebelheid) en driemaal vanwege een waterverontreiniging.
- 2008: met een totale duur van 10 dagen is tweemaal een waterverontreiniging geconstateerd. Van 17 tot 21 november is bij Heel (in Limburg) sprake geweest van Diuron in het oppervlaktewater.
- 2009: in totaal is circa 6 dagen sprake geweest van een innamebeperking. Er is tweemaal een verontreiniging in de Bergse Maas geconstateerd, éénmaal ging het om bluswater.
- 2010: er is eenmaal een innamebeperking (8 dagen) ingesteld vanwege een olievervuiling in de Afgedamde Maas.
- 2011: een jaar met veel storingen en onderhoud. In totaal zijn er 5 innamebeperkingen geweest en 15 innamestops, allemaal van korte duur maar in totaal bijna 29 dagen.
- 2012: in de periode maart t/m mei is in totaal (bijna) 30 dagen een innamestop van kracht geweest vanwege een verontreiniging met Dimethomorf (een bestrijdingsmiddel).
- 2013: een jaar met opnieuw enkele storingen en onderhoud, daarnaast is er in maart gedurende 3 dagen een innamestop ingesteld vanwege Naftaleen.
- 2014: geen innamestops of -beperkingen.
- 2015: in februari is gedurende 5 dagen een proef ingesteld naar de inname vanuit de Lek. De overige innamestops (met een totale duur van 27 dagen) hebben te maken met te hoge concentraties pyrazool en dimethoaat (medio december). De oorzaak (van pyrazool) bleek het over een periode van vier weken tijdelijk niet goed functioneren van de industriële afvalwaterzuiveringsinstallatie op het terrein van Chemelot in Geleen (RIWA jaarrapport Maas, 2015). Naar aanleiding hiervan zijn er zowel fysieke maatregelen bij de betreffende zuiveringsinstallatie genomen, als instrumentele maatregelen. Een van de instrumentele maatregelen is het toevoegen van een specifieke norm voor pyrazool aan de Drinkwaterregeling per juli 2017.

- 2016: is tweemaal een innamestop ingesteld. Medio december 2015 is dimethoaat in verhoogde concentraties aangetroffen. De inname van water uit de Afgedamde Maas is op 6 januari 2016 gestopt en er is overgeschakeld op inname van water uit de rivier de Lek tot 7 april. Dimethoaat is een insecticide dat gebruikt wordt in de land- en tuinbouw. Volgens RIWA (jaarrapportage 2016) is de verontreiniging bij Brakel lokaal veroorzaakt. De innamestop in augustus werd veroorzaakt door restanten van bluswater, de innamestop betrof slechts enkele uren.
- 2017: over geheel 2017 is in totaal 8 dagen sprake geweest van een innamestop. Hier lagen met name technische storingen aan ten grondslag. Bluswater heeft gedurende 5 uur voor een innamestop gezorgd. Deze informatie is gebaseerd op logboeken van Dunea.
- 2018 + 2022: Er was geen sprake van een innamestop bij Brakel in de warme zomers van 2018 en 2022, wel van een innamebeperking vanwege de hoge watertemperatuur (-20% ten opzichte van benodigd). Dit konden werd opvangen door het ontbrekende debiet uit de Lek te halen.

Concluderend geldt dat verschillende innamestops veroorzaakt zijn door een waterverontreiniging. In een aantal situaties lag de oorzaak (ver) bovenstrooms van de beschermingszone van Brakel. In enkele situaties lag de oorzaak met zekerheid in of nabij de beschermingszone, of kan dat niet uitgesloten worden. Dit betreft:

- Enkele calamiteiten waarbij bluswater in het oppervlaktewater kwam.
- Het aantreffen van de insecticide dimethoaat.
- Het aantreffen van het bestrijdingsmiddel dimethomorf.
- Een olievervuiling.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl