

Grondwaterkwaliteit uniform in beeld met landelijke dataset

Arnaut van Loon, Tessa Pronk, Bernard Raterman, Steven Ros (KWR), Janco van Gelderen (provincie Utrecht, Platform Meetnetbeheerders)

De kwaliteit van het grondwater staat onder – mogelijk toenemende - druk. Maar door versplintering van de grondwaterkwaliteitsmonitoring was de omvang van het probleem lastig te duiden. Met gecoördineerde meetrondes van algemene tot behoorlijk exotische stoffen hebben de provincies een landelijk uniforme dataset van de grondwaterkwaliteit van Nederland samengesteld.

Nederland is van nature gezegend met grote, zoete grondwatervoorraden van veelal goede kwaliteit. Dat deze voorraden een wezenlijk natuurlijk kapitaal vertegenwoordigen blijkt uit het gegeven dat 60 procent van ons drinkwater uit grondwater wordt geproduceerd. Daarnaast zijn diverse natuurtypen in Nederland afhankelijk van voldoende en schoon grondwater. Een deel hiervan geniet zelfs internationale bescherming vanwege hun soortenrijkdom en zeldzaamheid. Grondwater wordt tevens op grote schaal benut voor de industriële productie en de beregening van gewassen.

Al een halve eeuw geleden wakkerde milieukundig onderzoek het besef aan dat industrialisatie, toenemende welvaart en schaalvergroting in de landbouw de goede grondwaterkwaliteit aantasten. Deze effecten werkten, en werken nog steeds, in wisselende mate door op de kwaliteit van het onttrokken grondwater van drinkwaterbedrijven en hebben tot gevolg dat een deel van de kenmerkende natuur is aangetast. In extreme gevallen kwam de volksgezondheid zelfs direct in het geding, zoals in het gifschandaal van Lekkerkerk, waar een nieuwbouwwijk gebouwd bleek op een ernstig verontreinigde bodem.

Om het tij te keren zijn sindsdien diverse wetten geïntroduceerd, eerst landelijk en daarna internationaal. Op een aantal dossiers zijn daarmee grote stappen voorwaarts gemaakt. Zo heeft 30 jaar meststoffenbeleid ertoe geleid dat de gemiddelde nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater onder zandgrond is afgenomen van 200 mg/l naar 50 mg/l [1]. Ook is een aantal bestrijdingsmiddelen die zich gemakkelijk via het grondwater verspreiden inmiddels verboden, is het gebruik ingeperkt of zijn gebruiksvoorschriften van kracht.

Ondanks de geboekte vooruitgang, zijn de klassieke waterkwaliteitsproblemen nog niet overal verholpen. Sterker: verontreinigingen lijken zich door aanhoudende emissies steeds verder en tot steeds grotere diepte in het grondwater te verspreiden. Daarnaast dient een breed scala aan relatief nieuwe antropogene stoffen, zoals medicijnresten en industriële stoffen, zich aan. Ook kunnen laboratoria steeds meer stoffen in steeds lagere concentraties detecteren, waarmee ook stoffen in beeld komen die eerst niet te zien waren.

Om tijdig te kunnen anticiperen op ongewenste ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit is adequate monitoring vereist. Deze monitoring wordt voor een belangrijk deel door de provincies uitgevoerd. Tot 2006 was de meetinspanning echter versplinterd, zowel qua strategie als de te monitoren stoffen, zodat het niet goed mogelijk was om een uniform beeld van de grondwaterkwaliteit in Nederland te verkrijgen.

Vanaf 2010 stemmen de provincies de stofpakketten voor de algemene parameters en de bestrijdingsmiddelen onderling af en sinds 2015 zijn deze ook uitgebreid met farmaceutische stoffen en overige verontreinigende stoffen. Met de komst van de Kaderrichtlijn Water (KRW) in 2000 zijn de

meetrondes onderling gecoördineerd afgestemd. Deze samenwerking heeft geleid tot een (nu nog) unieke dataset met landsdekkende informatie over de aanwezigheid van uiteenlopende verontreinigingen in het grondwater. In dit artikel wordt het landelijk beeld gepresenteerd van de grondwaterkwaliteit dat uit deze dataset (2015-2019) is op te maken en wordt ingegaan op de uitdagingen in het hedendaagse grondwaterkwaliteitsbeheer.

Kwaliteitsdoelstellingen grondwater in de KRW

Voor de kwaliteit van grondwater is een beperkt aantal kwaliteitsdoelstellingen vastgelegd in de KRW (zie tabel 1). Voor grondwater in het algemeen geldt voor nitraat een norm van 50 mg/l en zijn voor zes andere algemene stoffen drempelwaarden van kracht. Voor bestrijdingsmiddelen en humaan toxicologische relevant verklaarde metabolieten geldt een norm van 0,1 µg/l voor individuele stoffen en 0,5 µg/l voor de som-concentratie van stoffen die boven de rapportagegrens zijn aangetroffen. Voor niet-relevante metabolieten en opkomende stoffen bestaan signaleringswaarden voor grondwater dat is bestemd voor drinkwaterproductie. Bij overschrijding van een signaleringswaarde wordt een risicobeoordeling uitgevoerd en wordt besloten of verdere monitoring, toetsing en maatregelen noodzakelijk zijn.

Tabel 1. Overzicht van de kwaliteitsdoelstellingen die gelden voor grondwater

Parameter	Doel	Aanduiding	Beleidskader	Waarde
Nitraat	Algemeen	Norm	Grondwaterrichtlijn	50 mg/l
Chloride, arseen, nikkel, lood, cadmium en fosfaat	Algemeen	Drempel-waarde	Grondwaterrichtlijn	stofs specifiek
Bestrijdingsmiddelen en relevante metabolieten	Algemeen	Norm	Grondwaterrichtlijn	0,1 µg/l Som < 0,5 µg/l
	Drinkwaterproductie	Signalerings-waarde	BKMW (Drinkwaterbesluit)	0,1 µg/l of 0,03 µg/l ^{*1} Som < 0,5 µg/l
Niet-relevante metabolieten ^{*2}	Drinkwaterproductie	Signalerings-waarde	BKMW (Drinkwaterbesluit)	1,0 µg/l
Opkomende stoffen	Drinkwaterproductie	Signalerings-waarde	BKMW (Drinkwaterbesluit)	0,1 µg/l

^{*1}aldrin, dieldrin, heptachloor en heptachloorepoxide

^{*2} BAM, AMPA, desphenyl-chloridazon, dimethenamide, metazachloor, metola-chloor, methyl-desphenyl-chloridazon, propachloor

Landelijke dataset grondwaterkwaliteit

In 2015/2016 en 2018/2019 hebben de provincies, verenigd in het Platform Meetnetbeheerders Grondwaterkwaliteit, een gecoördineerde meetronde grondwaterkwaliteit uitgevoerd. In totaal zijn 1.874 bemonsteringsfilters bemonsterd op anorganische stoffen, 1.517 op bestrijdingsmiddelen, 659 op farmaceutica en 669 op overige antropogene stoffen. Er was grote overlap tussen beide meetronden voor de anorganische stoffen en bestrijdingsmiddelen, zodat de gegevens voor deze stofgroepen met de meetronde 2018/2019 zijn geactualiseerd. Voor de farmaceutica en overige verontreinigende stoffen was dit niet of veel minder het geval. Voor deze stoffen zijn met de

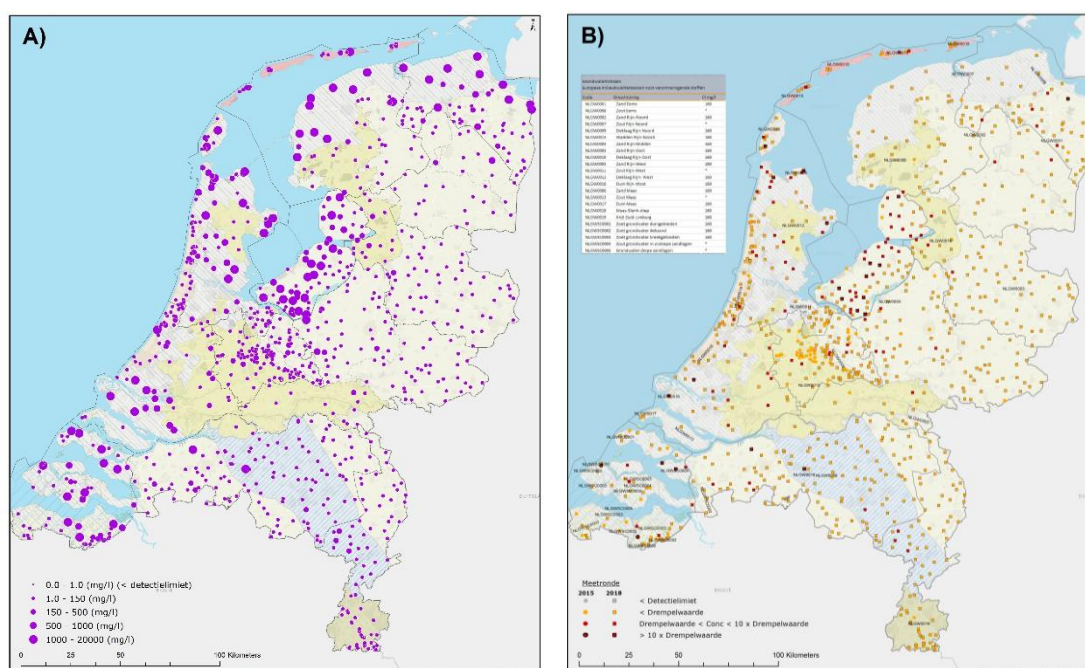
meetronde 2018/2019 een aantal 'witte vlekken' in de dataset opgevuld. Beide meetronden tezamen geven daarmee een vollediger en actueler ruimtelijk beeld van de grondwaterkwaliteit dan elke afzonderlijke meetronde.

De meetronden bevatten de KRW-locaties en locaties uit het provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit (PMG). Sommige provincies hebben ook 'risicolocaties' meegenomen, zoals nabij RWZI-effluentlozingspunten of vuilstorten. Op de meeste plaatsen is op twee diepten gemeten, namelijk op minder dan ongeveer 10 meter (ondiep) en 25 meter onder het maaiveld (diep). Voor de nieuwe stoffen en farmaceutische stoffen is vaak alleen een ondiepe meting beschikbaar.

In dit artikel wordt ingegaan op de waarnemingen in de ondiepe filters. De resultaten hebben daarmee een leeftijd van ongeveer tien jaar.

Chloride

De gemeten chlorideconcentraties variëren van 2 tot 2000 mg/l en vertonen een duidelijk ruimtelijk patroon (afbeelding 1a). Dit patroon hangt voor een groot deel samen met de aanwezigheid van fossiel zoutwater in West- en Noord-Nederland. De chlorideconcentratie is daar op 10 m diepte van nature hoog. Ook landinwaarts zijn echter lokaal hoge concentraties chloride aangetroffen, soms boven de drempelwaarde van 160 mg/l die geldt voor zoete grondwaterlichamen (afbeelding 1b). In sommige gevallen hangen deze overschrijdingen samen met een niet geheel correcte begrenzing van de grondwaterlichamen. Zo wordt de drempelwaarde in Flevoland op veel plaatsen overschreden, maar dit is slechts administratief door de indeling als zoet grondwaterlichaam. Hoge chlorideconcentraties zijn ook aangetroffen in stedelijk gebied en direct langs snelwegen, waarbij strooizout de vermoedelijke oorzaak is.



Afbeelding 1. Waargenomen chlorideconcentratie in grondwater op 10 m diepte. A) concentraties, (B) concentraties ten opzichte van de drempelwaarde voor grondwaterlichamen

Bestrijdingsmiddelen

Bestrijdingsmiddelen of hun metabolieten zijn verspreid over Nederland in meer dan de helft (62%) van de filters aangetroffen (afbeelding 2a). Hoge concentraties komen vooral voor in de westelijke bollenstreek, een aantal fruitteelt- en akkerbouwgebieden en rond de uitspoelingsgevoelige lössgronden van Limburg. Als de humaan-toxicologisch niet-relevant verklaarde metabolieten buiten beschouwing worden gelaten, dan zijn bestrijdingsmiddelen nog in bijna de helft (49%) van de filters aangetroffen.

De database bevestigt dat herbiciden (onkruidbestrijdingsmiddelen) veel vaker in het grondwater aanwezig zijn dan fungiciden (tegen schimmel), biociden (tegen ongedierte en bacteriën) en insecticiden [2]. Vooral het inmiddels verboden middel chloridazon en haar niet-relevante metabolieten (desphenylchloridazon en methyl-desphenylchloridazon) zijn op veel locaties aangetroffen (zie tabel 2). Dit is illustratief voor de trage doorwerking van stoffenbeleid op de diepere grondwaterkwaliteit.

Van de 10 meest aangetroffen stoffen in tabel 2) zijn er vijf gerelateerd aan middelen die nog zijn toegelaten. Dit zijn tolylfluanide (fungicide), bentazon, MCPP en glyfosaat (herbiciden), en DEET (biocide) (CTGB, 2020). De brede toepassing van deze middelen speelt daarin een belangrijke rol, omdat effecten van verschillende toepassingen bij elkaar optellen zonder dat de toelatingseisen daarop zijn toegesneden.

Farmaceutica

Farmaceutica zijn vooral aangetroffen op risicolocaties in gebieden die via beregening en/of latere infiltratie onder invloed staan van oppervlaktewater dat wordt gevoed met RWZI-effluent (afbeelding 2b). Op de hoge zandgronden zonder oppervlaktewateraanvoer zijn ze alleen bij uitzondering aangetroffen. Daar vormen lekkende riolen en vuilstorten mogelijk de bron van uitspoeling. Om deze herkomst te kunnen bevestigen, zijn aanvullende locatiespecifieke gegevens noodzakelijk.

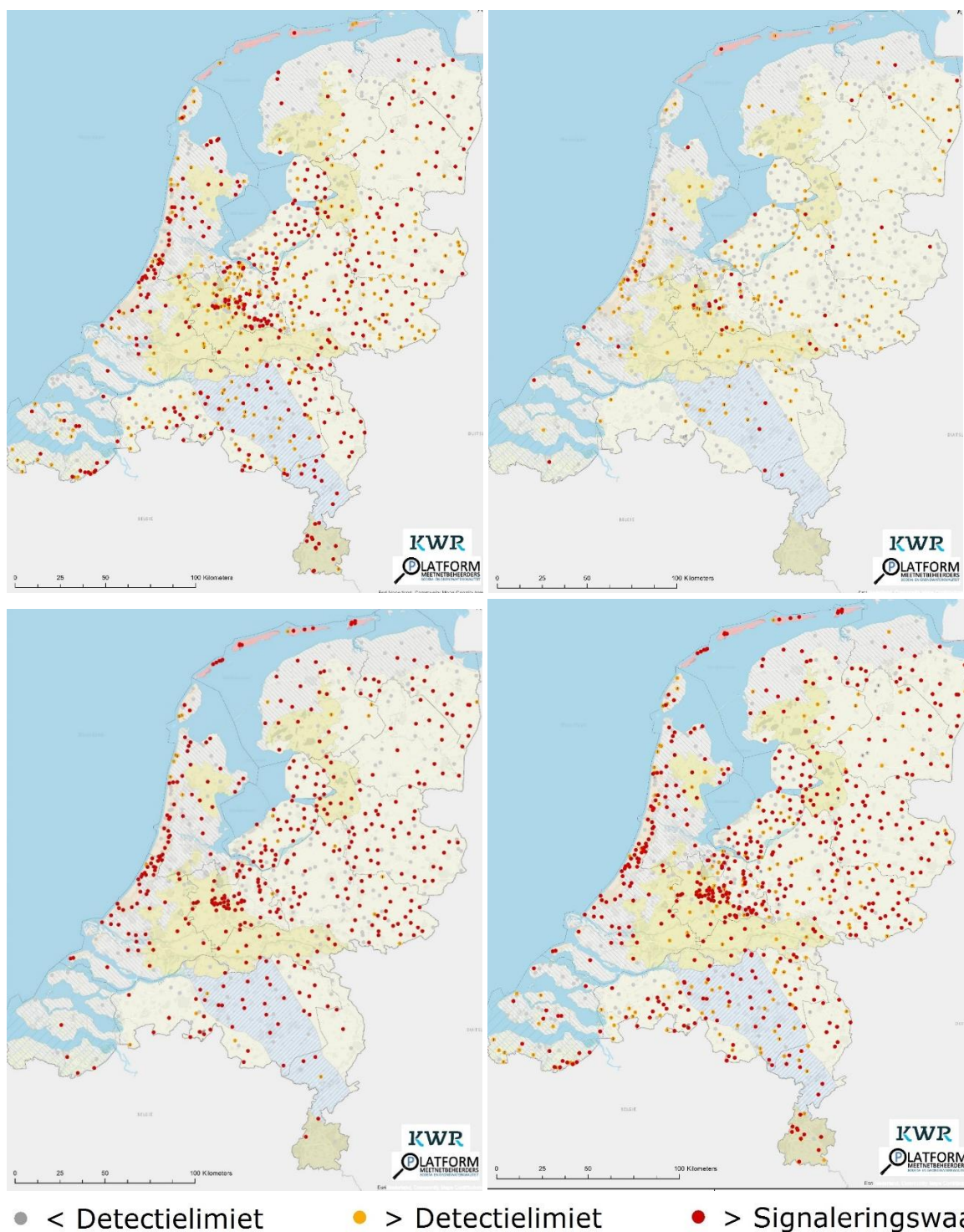
De database geeft aan dat de aangetroffen farmaceutica een sterk wisselende toepassing hebben. De tien meest aangetroffen stoffen bestaan uit één hormoonverstorende stof, één hormoon, drie pijnstillers, twee anti-epileptica, één antibioticum en twee röntgencontrastmiddelen (zie tabel 2).

De waargenomen concentraties zijn over het algemeen lager dan de signaleringswaarde, en lager dan de concentraties die worden waargenomen in oppervlaktewater. Verdunning en afbraak spelen hierin een belangrijke rol, maar in hoeverre deze dempende mechanismen op de langere termijn werken is niet goed bekend.

Overige antropogene stoffen

Overige antropogene stoffen zijn verspreid over Nederland in ruim twee derde (71%) van de filters aangetroffen (afbeelding 2c). Hierin voert ethyleendiaminetetra-azijnzuur (EDTA), dat in bijna al deze filters is aangetroffen, de boventoon. Deze complexvormer komt in veel consumentenproducten (o.a. wasmiddelen, textiel en cosmetica) en agrarische stoffen (veevoer, meststoffen en pesticiden) voor, breekt zeer langzaam af en spoelt gemakkelijk met het grondwater uit. EDTA is niet erg toxisch (de indicatieve drinkwater-richtwaarde bedraagt 600 µg/l), maar wel slecht afbreekbaar. Wordt EDTA buiten beschouwing gelaten, dan zijn in nog altijd bijna de helft van de filters overige antropogene stoffen aangetroffen, waarvan vaak in concentraties boven de signaleringswaarde.

Ook perfluorooctaanzuur (PFOA) en perfluorooctaansulfonaat (PFOS), twee PFAS-stoffen in het meetpakket, zijn relatief vaak aangetroffen (zie tabel 2). Van PFOS, dat onder andere in blusschuim wordt toegepast, kan een sterke relatie met luchthavens, raffinaderijen, opslagplaatsen van olieproducten en locaties voor brandblus oefeningen worden verwacht. Deze relatie is echter niet direct zichtbaar en kan verder worden onderzocht. De resultaten geven aan dat stoffen die PFOA vervangen, en zich mogelijk gemakkelijker verspreiden door het grondwater, vermoedelijk ook relevant zijn voor monitoring.



Afbeelding 2. Totaalkaarten van antropogene stoffen in grondwater (10 m diepte) boven de rapportagegrens en boven de signaleringswaarde. (A) bestrijdingsmiddelen en alle metabolieten, (B) geneesmiddelen, (C) overige antropogene stoffen, (D) totaal antropogene stoffen

Tabel 2. Top-10 bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige antropogene stoffen inclusief hun herkomst en aantreffen boven de rapportagegrens (%)

Bestrijdingsmiddelen en Geneesmiddelen				Overige antropogene stoffen					
metabolieten									
Rang	Stof	Her- komst	%	Stof	Herkomst	%	Stof	Herkomst	%
1	Desphenyl-chloridazon ¹	Herb ³	35	Bisfenol-a ⁴	Weekmaker	19	EDTA	Complexator	60
2	DMS ²	Fung	28,9	Fenazon	Pijnstiller	6,8	TCPP	Weekmaker	8,9
3	Bentazon	Herb	15,7	Carbamaze	Anti- epilepticum	5,7	Teflon		
4	Methyl-desphenyl-chloridazon ¹	Herb ³	14,3	17beta-estradiol	Hormoon	4,3	PFOA ³		8,5
5	BAM ¹	Herb ³ , Fung ³	13,6	Paracetamol	Pijnstiller	3,6	Fenantreen	PAK	5,8
6	MCCP	Herb	9,1	Primidon	Anti- epilepticum	3,0	Tolueen	Oplosmiddel	5,2
7	AMPA ¹	Herb	8,8	Sulfadimidine	Antibioticum	2,7	PFOS	Teflon	4,1
8	Chloridazon	Herb ³	4,0	Jopamidol	Röntgencont rast	2,2	1,3-xyleen	Oplosmiddel	4,1
9	DEET	Bioc	3,8	Jopromide	Röntgencont rast	2,2	Tetrahydr- ofuraan	Oplosmiddel	3,8
10	2-hydroxy-atrazine ²	Herb ³	3,3	Diclofenac	Pijnstillers/ ontstekingsr emmer	1,3	1,2-xyleen	Oplosmiddel	3,8
							Fluor-antheen en pyreen	PAK	3,5

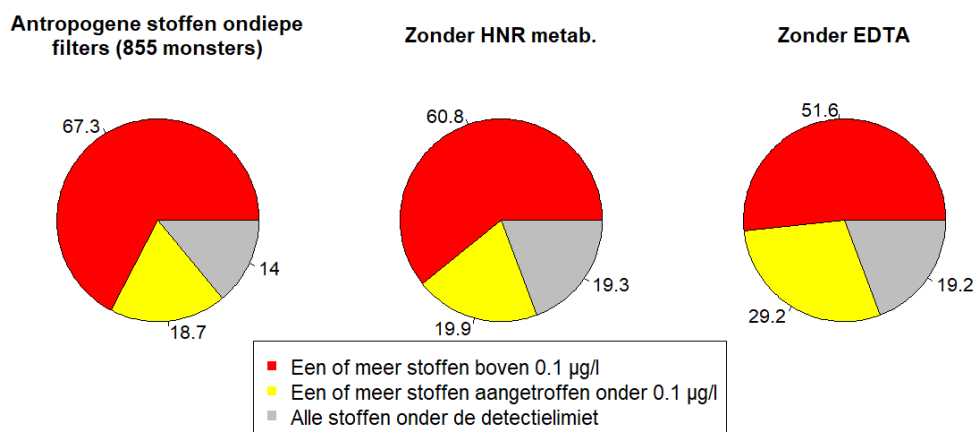
¹ Niet-relevante metaboliet, ² metaboliet, ³ toelating vervallen, ⁴ hormoonverstorende werking, gedeeltelijk uitgefaseerd

Totaal antropogene stoffen

Als de resultaten voor de antropogene stoffen over elkaar worden gelegd, wordt duidelijk dat het Nederlandse grondwater tot 10 meter diepte op grote schaal is beïnvloed (afbeelding 2d). In ongeveer twee derde van de bemonsterde filters zijn één of meerdere stoffen boven de signaleringswaarde aangetroffen. Ook uit data van drinkwaterbedrijven blijkt dat antropogene stoffen op grote schaal in het grondwater aanwezig zijn [3]. Dit geldt vooral voor de watervoerende pakketten die niet zijn afgedekt met een kleilaag en relatief jong grondwater bevatten [4].

Uit de dataset blijkt dat eigenlijk alleen de grote natuurgebieden, zoals de Veluwe, de Brabantse Wal en stukken kustduinen, zijn gevrijwaard van hoge concentraties antropogene stoffen. Locaties waar antropogene stoffen niet zijn aangetroffen liggen verspreid over het land, zonder een duidelijke

ruimtelijke samenhang. Hoewel niet-relevante metabolieten en (vooral) EDTA relatief vaak zijn aangetroffen, hebben ze niet zo'n grote invloed op dit totaalbeeld (afbeelding 3).

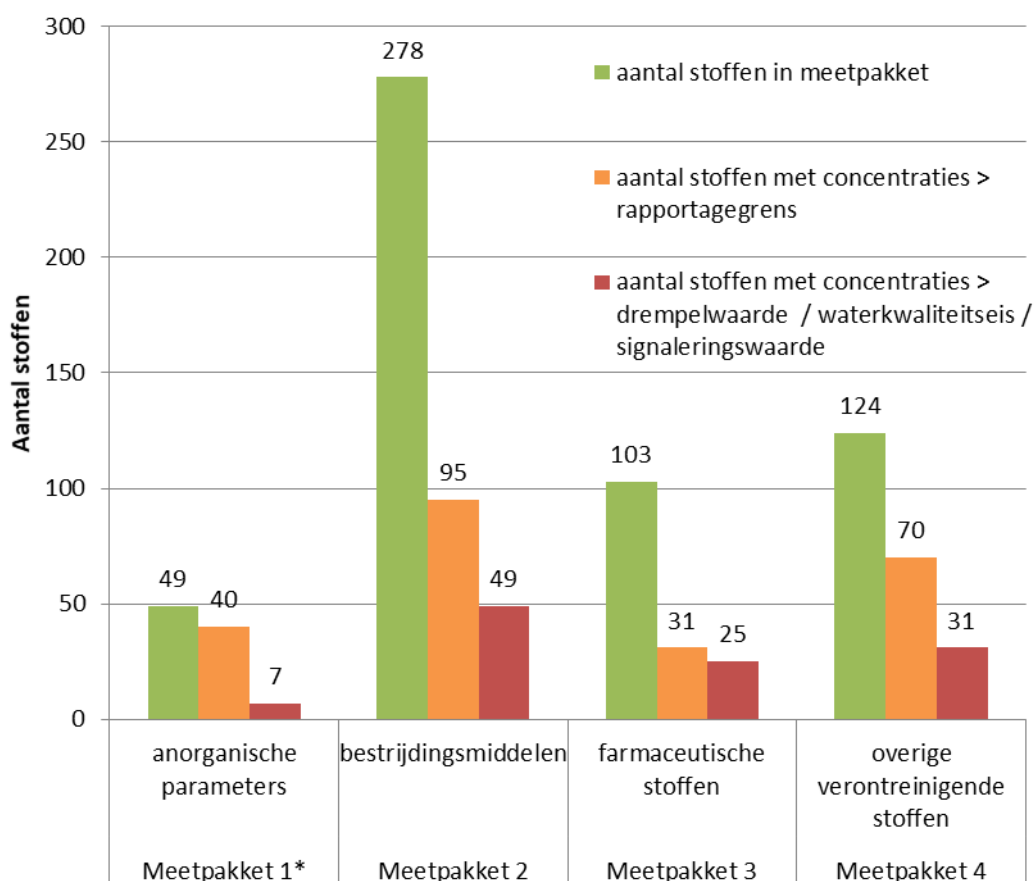


Afbeelding 3. Aantal filters waar antropogene stoffen in ondiep grondwater (10 m diepte) zijn aangetroffen. Links: alle antropogene stoffen. Midden: exclusief niet-relevante metabolieten. Rechts: exclusief EDTA

Frequentie van aantreffen van stoffen

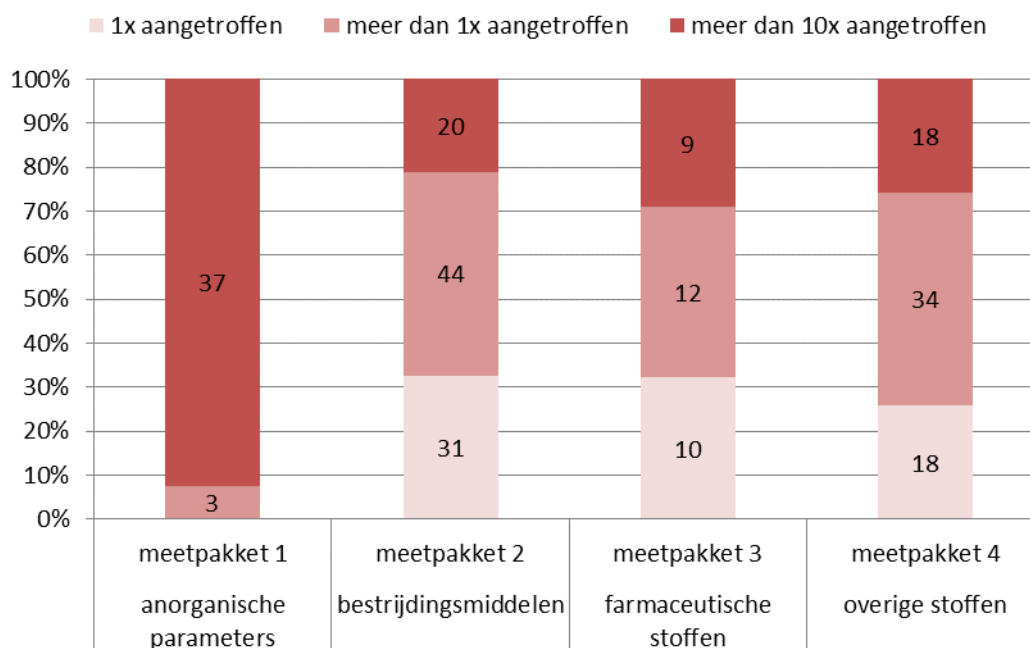
De vier onderzochte meetpakketten bevatten in totaal: 49 anorganische parameters, 278 bestrijdingsmiddelen, 103 farmaceutica (geneesmiddelen en medische hulpstoffen) en 124 overige verontreinigende stoffen. In elk meetpakket wordt ongeveer één derde van de geanalyseerde stoffen aangetroffen en ongeveer een kwart boven de signaleringswaarde van 0,1 µg/l (afbeelding 4). Hoewel de meetpakketten zorgvuldig zijn samengesteld, wordt een aanzienlijk deel van de geanalyseerde stoffen dus niet aangetroffen. In de toekomst kan daar echter wel sprake van zijn en kunnen ook andere stoffen relevant worden.

Van de stoffen die worden aangetroffen wordt ongeveer één derde slechts één keer aangetroffen (afbeelding 5). Dit geeft aan dat lokale factoren en activiteiten bepalend zijn voor de ontwikkeling van de algehele grondwaterkwaliteit. Dit beeld roept de analogie op met zwerfafval: een verscheidenheid aan bronnen en soorten afval resulteert gezamenlijk in de aantasting van de omgevingskwaliteit en leidt in specifieke gevallen zelfs tot overlast of problemen.



*In meetpakket 1 hebben 7 stoffen een drempelwaarde

Afbeelding 4. Aantal geanalyseerde en aangetroffen stoffen in ondiep grondwater (10 m diepte) per meetpakket



Afbeelding 5. Frequentie van aantreffen van stoffen in ondiep grondwater (10 m diepte) per meetpakket

Conclusies

Deze studie bevestigt het beeld dat de grondwaterkwaliteit in Nederland op grote schaal antropogeen beïnvloed is. Hoewel bestrijdingsmiddelen hier een dominant aandeel in hebben, is ook de invloed van diverse opkomende stoffen zichtbaar. De verspreiding van farmaceutica is tot nog toe grotendeels beperkt tot de gebieden met oppervlaktewaterinvloed, terwijl bestanddelen uit diverse consumentenproducten een diffusere verspreiding laten zien. Omdat emissies traag doorwerken op het grondwater en nieuwe stoffen relevant kunnen zijn, is het van belang om de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit te blijven volgen.

In totaal zijn 236 verschillende stoffen in het grondwater aangetroffen. Door ze gebundeld in stofgroepen te presenteren is de alomtegenwoordige menselijke invloed op de ondiepe grondwaterkwaliteit zichtbaar gemaakt. Data van drinkwaterbedrijven bevestigen het beeld dat grote volumes grondwater antropogeen beïnvloed zijn.

Met deze gecoördineerde monitoring en rapportage is een belangrijke stap gezet in het op uniforme wijze in beeld brengen van de algehele grondwaterkwaliteit. De dataset die dit onderzoek heeft opgeleverd biedt volop materiaal voor vervolgonderzoek naar de lokale factoren en activiteiten waar specifieke verontreinigingen mee samenhangen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de invloed van infiltrerend oppervlaktewater, het uitsplitsen van verschillende agrarische invloeden en de dominante bronnen van PFAS. Tegelijkertijd geven de gegevens een verdere onderbouwing van de bestuurlijke afspraken die in het IPO Position paper Delta-aanpak Waterkwaliteit zijn voorgesteld [5]. Door de trage stroming van grondwater blijft het verbeteren van de grondwaterkwaliteit wel een kwestie van een lange adem.

Ontsluiting van de dataset

Provincies zullen deze dataset heeft opgeleverd komend jaar aanleveren aan de Basisregistratie Ondergrond (BRO) en de Grondwateratlas voor bestrijdingsmiddelen. De dataset is nu ook al te downloaden via de website van het Informatiehuis Water [6]. Daar is ook het rapport inclusief bijlagen als download beschikbaar. Binnenkort zal daar ook een webviewer worden gepubliceerd om de kaarten van de meest waargenomen stoffen en de totaalkaarten voor elke stofgroep interactief te visualiseren.

Referenties

1. Fraters, B. et al. (2016). *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2012-2014) en trend (1992-2014). Resultaten van de monitoring voor de Nitraatrichtlijn*. RIVM, Bilthoven, 2016-0076.
2. Kruijne, R., Wenneker, M., Montforts, M., Weert, J. de, Loon, A.H. van (2020). *Analyse van de bijdrage van verschillende emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen aan de waterkwaliteit*. STOWA-rapport 2020-12, ISBN 978.90.5773.874.6
3. Kools, S., Loon, A. van, Sjerps, R., en Rosenthal, L. (2019). *De kwaliteit van bronnen van drinkwater in Nederland*. KWR, Nieuwegein, KWR2019.072.
4. Loon, A. van, Sjerps, R., en Raat, K.J. (2019). *Gewasbeschermingsmiddelen en afbraakproducten in Nederlandse drinkwaterbronnen*. BTO2019.016
5. Interprovinciaal Overleg (2019). *IPO Position paper Delta-aanpak Waterkwaliteit: interprovinciale standpunten ten aanzien van bestuurlijke afspraken waterkwaliteit*. Oktober 2019. https://ipo.nl/files/7515/7009/4790/IPO_position_paper_Delta-aanpak-waterkwaliteit.pdf
6. <https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Beheer/Data/Grondwaterkwaliteit>