



Voorkomen van verdovende middelen in Noord-Nederland



Voorkomen van verdovende middelen in Noord-Nederland

Projectnaam:	Het voorkomen van verdovende middelen in Noord Nederland
Projectnummer WLN:	843200
Datum:	Juli 2022
Status:	Definitief
Auteurs:	Ruud Vollenbroek
Documentnaam:	WON_Rapport_Het voorkomen van verdovende middelen in Noord Nederland_DefinitiefConcept
Vrijgave:	18 mei 2022
Goedgekeurd door:	Jantinus Bruins
Opdrachtgever:	Waterketen Onderzoek Noord (WON)



Het kwaliteitsmanagementsysteem van WLN B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001 en is van toepassing op het op projectmatige basis adviseren op het gebied van watertechnologie.

Ondanks alle zorg die aan de samenstelling van deze uitgave is besteed, kan noch de auteur, noch WLN B.V., noch WLN Business B.V. aansprakelijkheid aanvaarden voor schade die het gevolg is van enige fout in deze uitgave.

© WLN Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van WLN B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Managementsamenvatting

Het aantreffen van drugs gerelateerde stoffen in het milieu, is een onderwerp dat in Nederland steeds vaker wordt aangesneden. Met name in het zuiden van Nederland vormen drugsgebruik en drugsproductie een groeiend probleem. Daarnaast blijkt uit onderzoek van KWR (*Pronk, T 2020*) dat MDMA een groot risico kan (gaan) vormen voor de drinkwaterproductie. Vanuit de WON is daarom de behoefte uitgesproken voor een verkennende meetcampagne, om de invloed van verdovende middelen op het oppervlaktewater en het grondwater te kunnen duiden. In dit onderzoek is enkel naar de werkzame stoffen gekeken; hierdoor wordt het onderscheid tussen drugslozingen (waarin de werkzame stof ook aanwezig is) en drugsgebruik niet gemaakt.

In het onderzoek zijn 50 locaties onderzocht, verdeeld over Friesland, Groningen en Drenthe. Hierbij zijn 20 drinkwater gerelateerde en 30 effluent monsters genomen. Deze monsters zijn door KWR, middels LC-HR-MS, onderzocht op een vijftal werkzame stoffen, zijnde amfetamine, methamfetamine, MDMA, cocaïne en 11-nor-9-carboxy-THC (THC-COOH). De grond- en oppervlaktewaters zijn eerst geconcentreerd, waardoor de rapportagegrens een factor 10 à 50 lager ligt.

In de drinkwater gerelateerde monsters zijn geen van de onderzochte verdovende middelen aangetroffen. Daarnaast is in dit onderzoek het middel amfetamine niet boven de rapportagegrens aangetroffen.

In deze verkennende studie zijn de analyseresultaten van het RWZI-effluent vergeleken met in de literatuur gevonden predicted no-effect concentraties (PNEC's) om de ecotoxicologische effecten te kunnen duiden. Daarnaast zijn de resultaten vergeleken met een verkennend onderzoek van het RIVM uit 2009, waarin meerdere RWZI-effluenten zijn onderzocht op verdovende middelen.

Met name MDMA wordt veelvuldig aangetroffen in het RWZI-effluent. In 90% van de RWZI-monsters was de concentratie hoger dan de rapportagegrens (20 ng/l). Het beeld van MDMA in RWZI-effluent komt overeen met de landelijke cijfers. Op basis van de gevonden concentraties ligt een negatief ecotoxicologisch effect niet in de lijn der verwachting.

Methamfetamine wordt in 16,7% van de monsters boven de rapportagegrens van 20 ng/l aangetroffen. De gevonden concentraties passen niet in het beeld van het effluentonderzoek van het RIVM (2009). Recentere gegevens van waterschappen laten echter zien dat het beeld niet afwijkend is van de rest van Nederland. Op basis van de beschikbare PNEC's, worden geen ecotoxicologische effecten verwacht.

THC-COOH wordt in één monster boven de rapportagegrens (100 ng/l) aangetroffen. Dit is opvallend, omdat in het onderzoek van het RIVM (2009) THC-COOH in de RWZI's overal goed wordt verwijderd. De concentratie die gevonden is (130 ng/l), is bijna 4,5 maal boven de gevonden PNEC (29 ng/l). Omdat de PNEC ruim onder de rapportagegrens valt, is het niet mogelijk om voor de overige monsters duidelijke conclusies te trekken wat betreft het ecotoxicologische effect.

Cocaïne is in 10% van de effluentmonsters aangetroffen boven rapportagegrens van 20 ng/l. Met 10% is het aantal RWZI's waar cocaïne in het water voorkomt aanzienlijk lager dan in het onderzoek van het RIVM (2009), maar de gemiddelde concentratie is significant hoger (bijna 30 maal). De gevonden concentraties sluiten wel beter aan bij recentere data van de andere waterschappen. Enkel één meting in Heerenveen wijkt significant af. De gevonden concentraties zijn vele malen lager dan de vastgestelde PNEC's. Van een ecotoxicologisch risico is daarom naar verwachting geen sprake.

Om het potentiële risico van verdovende middelen voor de drinkwaterproductie in te kunnen schatten, is een theoretische vergelijking gemaakt met medicijn(rest)en en zoetstoffen. De stoffen zijn vergeleken door middel van literatuurwaarden over mobiliteit ($\log K_{ow}$) en afbraakpotentie, en op basis van gemeten concentraties in effluent. Hiermee is een vergelijking gemaakt tussen enerzijds medicijn(rest)en en zoetstoffen die worden aangetroffen in grondwater rond drinkwaterwinningen en anderzijds de vijf verdovende middelen uit dit onderzoek. De stoffeigenschappen en concentraties van cocaïne, MDMA en methamfetamine wijzen uit dat deze stoffen in potentie de drinkwaterwinningen kunnen bereiken. Hoewel het hier een grofmazige theoretische beschouwing betreft, geeft het voldoende aanleiding om verdovende middelen op te nemen in het monitoringsprogramma van de drinkwaterbedrijven.

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	1
2	OPZET VAN HET ONDERZOEK	2
2.1	LOCATIES MEETCAMPAGNE	2
2.2	PARAMETERS	3
2.3	ANALYSES	4
2.4	VOORSPELLING RISICO DRINKWATER	4
3	RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	6
3.1	RESULTATEN MEETCAMPAGNE	6
3.2	VERGELIJKING PNEC.....	6
3.3	VERGELIJKING RWZI-EFFLUENT.....	7
3.4	VOORSPELLING RISICO DRINKWATER.....	9
4	CONCLUSIE EN DISCUSSIE	11
	LITERATUURLIJST	13
	BIJLAGEN	

1 Inleiding

Het aantreffen van drugs gerelateerde stoffen in het milieu, is een onderwerp dat in Nederland steeds vaker wordt aangesneden. Met name in Noord-Brabant en Zuid-Holland zijn dumpingen van (afval)stoffen uit de drugsproductie een groeiend probleem. De meetinspanning naar verdovende middelen is in deze regio's de afgelopen jaren dan ook sterk toegenomen. Ook in Noord-Nederland worden steeds vaker drugsdumpingen gesignaleerd. Uit modelleringsonderzoek van KWR blijkt dat de lozing van MDMA via het riool, potentieel een groot risico kan vormen voor de drinkwaterproductie (Pronk, T 2020).

Waterschappen worden daarnaast steeds vaker bevraagd over het voorkomen van druggerelateerde middelen in het (huishoudelijk afval)water. Door de afwezigheid van meetgegevens, is de kennis over het voorkomen van verdovende middelen in Noord-Nederland beperkt.

Er is behoefte aan actuele beeldvorming met betrekking tot het voorkomen van verdovende middelen in RWZI-effluent en freatisch grondwater rond drinkwaterwinningen. Door deze verkennende studie wordt een eerste indruk verkregen van de omvang van het probleem in de regio, met betrekking tot de belasting van het oppervlaktewater en het voorkomen van deze middelen rond drinkwaterwinningen.

Door WON is in 2021 een oriënterende meetcampagne uitgevoerd naar het voorkomen van verdovende middelen in RWZI-effluent en grondwater in Groningen, Friesland en Drenthe. Dit rapport presenteert de resultaten van die meetcampagne. In de navolgende hoofdstukken wordt ingegaan op de opzet van het onderzoek (hoofdstuk 2), de resultaten (hoofdstuk 3) en de conclusies en discussie (hoofdstuk 4). Met dit inzicht kunnen onder andere toekomstige vragen van bijvoorbeeld bestuursleden en media worden beantwoord.

Het onderzoek is begeleid door een werkgroep bestaande uit Carli Aulich, Kirsten Kuik (Noorderzijlvest), Gerda Valkering, Otto Kluiving (Hunze en Aa's), Harry Boonstra, Bonnie Bult (Wetterskip Fryslân), Janet Hoven (WMD Drinkwater), Gerda Brilleman, Sjoerd Rijkema (Waterbedrijf Groningen) en Peter van der Maas (WLN).

2 Opzet van het onderzoek

In het onderzoek wordt gekeken naar de aanwezigheid van de werkzame stof van een vijftal verdovende middelen in RWZI-effluent, freatisch grondwater en één oppervlaktewaterlocatie welke wordt gebruikt als innamepunt voor drinkwaterproductie. Doordat de analyses hebben plaatsgevonden op basis van de werkzame stoffen, is er geen onderscheid te maken tussen verdovende middelen afkomstig van gebruik of van lozingen van productielocaties. In dit onderzoek is gekozen om enkel het effluent te bemonsteren, zodat kan worden vastgesteld wat de oppervlaktewaterbelasting is nadat het afvalwater de zuivering heeft gepasseerd. Vanuit het RIVM-rapport *“Drugs of abuse and tranquilizers in Dutch surface waters, drinking water and wastewater”* is bekend dat RWZI's enkele van de onderzochte verdovende middelen goed verwijderen. Hierdoor zijn de gevonden resultaten niet te gebruiken om verbruik- of productiecijfers vast te stellen.

2.1 Locaties meetcampagne

De twee waterbedrijven hebben een 18-tal pompputten en waarnemingsputten, één verzameld ruw grondwater en één oppervlaktewaterbron als monitoringslocatie gekozen. Voor elk van deze locaties is eerder vastgesteld dat er significante antropogene invloeden zijn, onder andere vanuit huishoudelijk afvalwater en/of oppervlaktewater.

De drie waterschappen hebben ieder tien 24h-debietproportionele monsters aangeleverd van het effluent. De selectie van de monitoringslocaties heeft plaatsgevonden op basis van expert judgement. Het moment van monsternamen is eveneens bepaald op basis van expert judgement (op een moment waarop veel drugsgebruik wordt verwacht) en het gemeten influent debiet van de zuivering. Hierbij is aangenomen dat de concentratie verdovende middelen het hoogst is bij droogweerafvoer. Omdat enkel wordt gekeken naar de concentratie werkzame stoffen, betreft het theoretisch gezien een 'worst-case scenario'.

Door Waterbedrijf Groningen is het water van de volgende locaties bemonsterd:

- Grondwater PS Nietap
- Grondwater PS Onnen (3x)
- Grondwater PS de Groeve (2x)
- Grondwater PS de Punt (2x)
- Verzameld ruw grondwater PS Sellingen
- Oppervlaktewater Drentsche Aa

Door WMD Drinkwater is het water van de volgende locaties bemonsterd:

- Grondwater PS Dalen (2x)
- Grondwater PS Noordbargeres (7x)
- Grondwater PS Valtherbos

Door Waterschap Hunze en Aa's is het effluent van de volgende RWZI's bemonsterd:

- Assen (2x)
- Gieten
- Hoogezand (2x)
- Scheve Klap (2x)

- Ter Apel
- Tweede. Exloërmond
- Veendam

Door Waterschap Noorderzijlvest is het effluent van de volgende RWZI's bemonsterd:

- Delfzijl
- Eelde (2x)
- Gaarkeuken
- Garmerwolde (2x)
- Leek
- Onderdendam
- Ulrum
- Winsum

Door Wetterskip Fryslân is het effluent van de volgende RWZI's bemonsterd:

- Birdaard
- Drachten
- Franeker
- Gorredijk
- Heerenveen
- Leeuwarden
- Oosterwolde
- Sneek
- Wolvega
- Workum

In bijlage 1 staat een overzicht van de bemonsterde locaties, inclusief monsternamedatum(s).

2.2 Parameters

De monsters uit dit onderzoek zijn onderzocht op een vijftal werkzame stoffen van verdovende middelen, zijnde amfetamine, methamfetamine, MDMA, cocaïne en 11-nor-9-carboxy-THC. Dit zijn de vijf drugsgerelateerde doelstoffen die regulier door KWR worden geanalyseerd. De onderzochte componenten zijn vijf van de meest gebruikte drugsvarianten in Nederland, samen met onder andere heroïne, GHB, LSD, lachgas, paddo's, ketamine, methadon en de 'designer drugs' [onderstaande informatie komt van de website Verslavingszorg Noord-Nederland, VNN].

Amfetamine staat bekend als 'speed' of 'pep' en is een opwekkende drug. De concentratie van de gebruiker wordt sterker en de vermoeidheid wordt onderdrukt. Amfetamine wordt in poedervorm geslikt of gesnoven en is een zogenaamde 'partydrug'.

Methamfetamine staat ook wel bekend als 'crystal meth' en is een krachtigere variant van amfetamine.

MDMA is de afkorting voor 3,4-methyleendioxymethamfetamine en staat ook wel bekend als 'XTC'. Deze drug heeft een oppeppend effect, je waarnemingen en gevoel van intimiteit worden versterkt. Tevens onderdrukt het vermoeidheid en slaap.

Cocaïne, kort voor cocaïnehydrochloride, is ook een oppeppend middel en geeft een opgewekt, energiek en vrolijk gevoel. De drug wordt voornamelijk gesnoven, maar kan ook gerookt worden.

11-nor-9-Carboxy-THC, ook wel bekend als THC-COOH, is de meest voorkomende metabooliet van THC (tetrahydrocannabinol). THC komt uit een wietplant en wordt verkocht als wiet en/of hasj. Het geeft een ontspannend gevoel en versterkt het gevoel (positief en negatief) van de gebruiker.

2.3 Analyses

De genomen monsters zijn ingevroren en verzameld bij WLN in Glimmen. Op 1 juli 2021 zijn deze verzonden naar KWR om geanalyseerd te worden. De effluentmonsters zijn na filtratie via een directe injectie geanalyseerd met behulp van 'vloeistofchromatografie-hoge-resolutie-massaspectrometrie' (LC-HR-MS). De oppervlaktewater- en grondwatermonsters zijn voorbereid met vaste fase extractie (SPE) en tevens geanalyseerd met behulp van LC-HR-MS. De SPE voorbehandeling zorgt ervoor dat het monster wordt geconcentreerd, waardoor de rapportagegrens wordt verlaagd.

In Tabel 1 zijn de onderzochte componenten weergegeven, inclusief de bijbehorende rapportagegrenzen.

Tabel 1 - Onderzochte werkzame stoffen, inclusief CAS nummer en rapportagegrenzen

		SPE	Directe injectie
Drug	CAS nummer	Rapportagegrens drinkwater, oppervlaktewater en grondwater (ng/l)	Rapportagegrens influent en effluent (ng/l)
Amfetamine	300-62-9	1	50
Methamfetamine	537-46-2	1	20
MDMA	42542-10-9	2	20
Cocaïne	50-36-2	1	20
11-nor-9-Carboxy-THC	56354-06-4	8	100

2.4 Voorspelling risico drinkwater

Om een inschatting te kunnen maken of verdovende middelen de potentie hebben om via het RWZI-effluent in de drinkwaterbronnen terecht te komen, is een vergelijking gemaakt met zoetstoffen en medicijnresten waarvan bekend is dat ze aangetroffen worden op drinkwaterlocaties in Groningen en Drenthe. Er wordt onderzocht welke stoffen in de laatste 10 jaar regelmatig (>3 maal) zijn aangetroffen in of rond drinkwaterproductielocaties en in welke concentraties deze in RWZI-effluent zijn gevonden. De gebruikte data voor de RWZI-effluent concentraties komt uit de Watson database (periode 1997 t/m 2018).

Van de vijf onderzochte verdovende middelen en van de stoffen die bij drinkwaterproductielocaties zijn aangetroffen zijn eigenschappen zoals de concentratie in RWZI-effluent, de molecuulmassa, de octanol-water-partiticoëfficiënt ($\log K_{ow}$) en de halfwaardetijden opgezocht en vergeleken.

De $\log K_{ow}$ waarde van een chemische stof zegt iets over de oplosbaarheid van die stof in water en vet. Bij waarden hoger dan 1 is de stof beter oplosbaar in vetten, zoals n-octanol (en is er in theorie meer kans op ophoping in lichaamsvetten), bij waarden lager dan 1 is de stof beter oplosbaar in water. Als

zodanig geeft de $\log K_{ow}$ een indruk van hoe gemakkelijk een stof met water wordt meegevoerd, waarbij een lage waarde een hogere affiniteit met water betekent.

Voor veel stoffen zijn de halfwaardetijden onderzocht. De halfwaardetijd zegt iets over de afbreekbaarheid en geeft de tijd aan waarna, van een oorspronkelijke hoeveelheid stof, precies de helft over is. De halfwaardetijd hangt sterk af van waar de stof zich in bevindt en is opgedeeld in biologisch, in water en in lucht. De biologische halfwaardetijd kan sterk variëren, afhankelijk van het onderzochte organisme. Ook de halfwaardetijd in water hangt sterk af van het water, de temperatuur, zuurstofgehalte en aanwezigheid van biologie. De halfwaardetijden zijn dus zeer indicatief.

3 Resultaten van het onderzoek

3.1 Resultaten meetcampagne

Een overzicht van alle analyseresultaten in tabelvorm is opgenomen in bijlage 2.

In het bemonsterde grondwater in en rond de onderzochte winvelden, zijn geen sporen van verdovende middelen aangetroffen. Ook in het verzamelde ruwwater van Sellingen en in de Drentsche Aa zijn geen kwantificeerbare concentraties gevonden door KWR.

In het effluent van de RWZI's zijn verdovende middelen aangetroffen. Met uitzondering van Scheve Klap, Gorredijk en Workum werd op alle locaties MDMA aangetroffen in concentraties boven de rapportagegrens (in totaal 90% van de monsters). De concentraties variëren van net boven de rapportagegrens (29 ng/l) tot en met 240 ng/l. De gemiddelde concentratie van MDMA op de locaties waarin de stof boven de rapportagegrens is aangetroffen, ligt op 108 ng/l.

Methamfetamine werd in 5 van de 30 (16,7%) effluent monsters boven de rapportagegrens aangetroffen. De hoogste concentraties zijn aangetroffen in Hoogezand (470 en 230 ng/l). Daarnaast is de stof in Garmerwolde (160 en 71 ng/l) en Winsum (22 ng/l) aangetroffen. In hetzelfde monster uit Winsum is ook 130 ng/l THC-COOH (voornaamste afbraakproduct van THC) in kwantificeerbare concentraties gevonden.

Cocaïne is in drie van de 30 (10%) effluentmonsters aangetoond van de RWZI's Heerenveen, Franeker en Assen met concentraties van respectievelijk 280, 38 en 24 ng/l. Tot slot is ook geanalyseerd op amfetamine. Deze stof is in geen van de effluentmonsters boven de rapportagegrens gevonden.

3.2 Vergelijking PNEC

Om de gevonden resultaten in perspectief te plaatsen, is gekeken naar de ecotoxicologische predicted no-effect concentrations (PNEC's) voor de actieve stoffen. De PNEC is de maximale concentratie waarbij geen nadelige ecotoxicologische effecten worden verwacht bij langdurige blootstelling.

In de literatuur worden verschillende PNEC's genoemd. Sommige worden vastgesteld op basis van experimentele waarden, andere worden afgeleid of berekend. Hierdoor kan de variatie in PNEC's tussen verschillende literatuurbronnen aanzienlijk zijn. Om een goed beeld te krijgen van eventuele ecotoxicologische risico's, is ervoor gekozen om een verzameling van PNEC's uit verschillende literatuurbronnen te gebruiken en de in dit onderzoek gevonden concentraties hieraan te toetsen.

De meest terugkomende en geciteerde PNEC's zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2 – PNEC's gevonden in literatuur

	THC-COOH	Amfetamine	Cocaïne	MDMA	Methamfetamine
	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
<i>Smit (2015)</i>	-	4900	2700	1600	1500
<i>Mendoza (2014)</i>	-	-	-	216	-
<i>Maasz (2021)</i>	-	28800	10000	-	1100000
<i>Schlabach (2007)</i>	-	3800	4910	2700	2260
<i>How (2021)</i>	29	-	-	-	-

De eerste bron, *Smit 2015*, gaat uit van experimentele waarden die zijn gevonden voor de stoffen. Hierbij wordt een veiligheidsmarge in acht genomen van 100 of 1000, afhankelijk van de experimentele waarde, om tot een PNEC te komen. Andere literatuurbronnen maken gebruik van berekende waardes. Er wordt voornamelijk gebruik gemaakt van computermodellen zoals ECOSAR (ECOLOGical Structure Activity Relationships) of QSAR (Computer-assisted Quantitative Structure–Activity Relationship). Beide modellen schatten de aquatische toxiciteit van stoffen door correlaties te leggen tussen de chemische structuur van onbekende (te onderzoeken) stoffen en stoffen met bekende toxicologische waarden. Zowel de PNEC's vanuit experimentele waarden als die vanuit de modellen zijn schattingen, dit wordt zichtbaar in het onderlinge verschil tussen de genoemde PNEC's in de verschillende bronnen.

Voor amfetamine, cocaïne en methamfetamine geldt dat de gevonden PNEC's in geen van de gevallen worden overschreden. Dit is anders voor MDMA. *Mendoza et.al. (2014)* rapporteert een PNEC van 216 ng/l. De PNEC in dit onderzoek is bepaald op basis van toxiciteitsgegevens van watervlooiën, waarbij uit toxicologische data een grens van 0,216 mg/l is vastgesteld. Hier wordt vervolgens nog een veiligheidsfactor (zogenaamde assessment factor) overheen gedaan van 1000, wat resulteert in een PNEC van 216 ng/l. Deze concentratie wordt in twee effluentmonsters overschreden, dit zijn monsters van RWZI Onderdendam en Garmerwolde met MDMA concentraties van respectievelijk 240 en 230 ng/l. De overschrijding is dermate gering, dat er (in verband met verdunning) geen effecten mogen worden verwacht in het oppervlaktewater.

Voor THC-COOH is er slechts beperkt literatuur beschikbaar. Er is slechts één referentie gevonden, *How et.al. (2021)* waarbij een PNEC van 29 ng/l wordt genoemd. De PNEC is vastgesteld op basis van experimentele data. De PNEC voor THC-COOH ligt aanzienlijk lager dan de rapportagegrens van 100 ng/l die KWR hanteert voor deze parameter. Hierdoor is het niet mogelijk om risico's voor deze stof in te schatten voor de RWZI's waarbij de analyseresultaten onder de rapportagegrens liggen. Er is één waarde boven de rapportagegrens gevonden, namelijk 130 ng/l in het effluent van RWZI Winsum. Dit betekent dat de PNEC net iets minder dan 4,5 maal wordt overschreden in het effluent.

3.3 Vergelijking RWZI-effluent

Om de resultaten uit het voorliggende onderzoek (NN-onderzoek) in een landelijk perspectief te plaatsen, wordt een vergelijking gemaakt met de gevonden waarden in RWZI effluent zoals benoemd in het RIVM-rapport *“Drugs of abuse and tranquilizers in Dutch surface waters, drinking water and wastewater” (Van der Aa, 2009)*. In dit rapport wordt onder andere een overzicht gegeven van gemeten concentraties van verdovende middelen in influent en effluent van meerdere RWZI's. Tabel 3 geeft een overzicht van de door het RIVM gevonden resultaten en de in het NN-onderzoek gevonden

resultaten. In de tabel staan het aantal metingen boven de rapportagegrens (> RG) en de gemiddelde concentratie van de metingen boven de rapportagegrens (C_{gem}).

Tabel 3 – Relevante resultaten RIVM onderzoek naar verdovende middelen in RWZI's en de resultaten uit het NN-Onderzoek

	RIVM (Van der Aa, 2009)				NN-Onderzoek	
	Influent		Effluent		Effluent	
	> RG n (%)	C_{gem} (ng/l)	> RG n (%)	C_{gem} (ng/l)	> RG n (%)	C_{gem} (ng/l)
THC-COOH	7 (88%)	424	0 (-)	-	1 (3,3%)	130
Amfetamine	8 (100%)	334	1 (13%)	15	0 (-)	-
Cocaine	8 (100%)	438	6 (75%)	4	3 (10%)	114
MDMA	8 (100%)	109	8 (100%)	126	27 (90%)	108
Methamfetamine	2 (25%)	151	4 (50%)	37	5 (16,7%)	190

MDMA wordt in het NN-onderzoek in 90% van de monsters boven de rapportagegrens (20 ng/l) aangetroffen. Het beeld dat MDMA veelvuldig wordt aangetroffen in effluent wordt bevestigd in het onderzoek van het RIVM (2009), waar MDMA zelfs in 100% van de metingen in het effluent is aangetoond (rapportagegrens varieert, afhankelijk van het laboratorium, tussen 1 en 9 ng/l). Ook de gemiddelde concentraties vertonen in de twee onderzoeken, met respectievelijk 108 ng/l om 126 ng/l, een overeenkomstig beeld. Waarbij de variatie in de aangetroffen concentraties in het onderzoek van het RIVM fors hoger was dan het NN-onderzoek. Opvallend is dat in het RIVM-onderzoek slechts beperkte verwijdering plaatsvindt in de onderzochte RWZI's.

Opvallend zijn de resultaten van methamfetamine. Dit middel stof wordt in het NN-onderzoek in 16,7% van de monsters aangetroffen met een gemiddelde concentratie van 190 ng/l. Dit komt meer overeen met de influent concentraties (25% / 151 ng/l) dan met effluent concentraties (50% / 37 ng/l) uit het RIVM 2009 onderzoek¹. Doordat het influent in het NN-onderzoek niet is onderzocht, is het onduidelijk of dit fenomeen wordt veroorzaakt door een hogere ingaande concentratie, of door een andere werking van de RWZI's (geen afbraak van, of wellicht zelfs wel formatie van methamfetamine in de RWZI).

In vergelijking met het RIVM-onderzoek uit 2009, is de aanwezigheid van THC-COOH in één effluent monster opvallend. In het RIVM-onderzoek wordt de stof in alle gevallen in de zuivering verwijderd en is deze dus niet boven de rapportagegrens (28 ng/l) aanwezig in het effluent. De aanwezigheid van THC-COOH in Winsum strookt niet met dit beeld. Ook voor deze stof is niet duidelijk waar dit door wordt veroorzaakt.

De resultaten van cocaïne in het NN-onderzoek zijn afwijkend in verhouding tot de landelijke resultaten uit het RIVM-onderzoek. Cocaïne wordt weliswaar op minder locaties aangetroffen (10% vs 75%) maar de concentraties in het effluent liggen met een gemiddelde van 114 ng/l aanzienlijk hoger dan de 4 ng/l (SD=3) uit het RIVM-onderzoek. Ook zonder de uitschieter in Heerenveen, is het

¹ De resultaten uit RIVM 2009 wekken de indruk dat op enkele locaties een toename van methamfetamine is geconstateerd. Als verklaring wordt gegeven: "In theorie kunnen sommige stoffen in de RWZI zijn teruggevormd uit afbraakproducten. Een andere oorzaak van het verschil tussen influent en effluent kan zijn dat beide tegelijk zijn bemonsterd: het effluent dat is geanalyseerd is dus al een paar dagen eerder als influent de RWZI binnengekomen."

gemiddelde van 31 ng/l significant hoger. De concentraties in het influent van het RIVM-onderzoek laten zien dat cocaïne gemiddeld met 438 ng/l de RWZI's in komt. Door het ontbreken van influent gegevens kan niet getoetst worden of dit fenomeen door een verminderd zuiverend vermogen van de RWZI's, of door een verhoogde concentratie in het influent wordt veroorzaakt.

Tot slot kan worden geconstateerd dat, met een rapportagegrens van 50 ng/l in het NN-onderzoek, het beeld van amfetamine overeenkomt met het RIVM-onderzoek. Hierin is op één locatie amfetamine aangetroffen met een concentratie van 15 ng/l, welke in het NN-onderzoek onder de rapportagegrens van 50 ng/l zou liggen.

Uitvraag waterschappen

Het RIVM-rapport uit 2009 presenteert relatief oude data, er is daarom uitvraag gedaan naar nieuwere data bij andere waterschappen en KWR. Er is reactie gekomen van KWR, Waterschap Aa & Maas, Waterschap Limburg, Waterschap De Dommel, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Vallei en Veluwe, Waternet, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Hoogheemraadschap van Rijnland en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Van vijf van deze waterschappen zijn (zowel kwalitatieve als indicatieve) gegevens over aangetroffen concentraties ontvangen over een periode van 2014 t/m 2020. Het betreft data van influent en effluent.

Op basis van de ontvangen gegevens wordt geconstateerd dat de conclusies voor MDMA, THC-COOH en amfetamine in het effluent van het NN-onderzoek niet significant veranderen van die ten opzichte van het RIVM-rapport uit 2009. Waar, op basis van het RIVM-rapport, methamfetamine een afwijkend beeld liet zien in het NN-onderzoek, wordt op basis van de nieuwe data geconstateerd dat de gevonden concentraties aansluiten bij het nationale beeld. Zonder uitschieters (van >1000 ng/l) worden er in het effluent concentraties tot en met 750 ng/l (indicatief) gerapporteerd door de overige waterschappen. De concentraties in het NN-onderzoek variëren tussen 20 en 470 ng/l methamfetamine. De nieuwe data laten daarnaast zien dat er indicatief tot 40 ng/l cocaïne wordt gevonden (kwantitatief tot maximaal 25 ng/l) in het effluent van RWZI's. Dat betekent dat alleen de 'uitschieter' in het RWZI-effluent van Heerenveen (280 ng/l) nog significant afwijkend is ten opzichte van de nieuwe data.

3.4 Voorspelling risico drinkwater

De resultaten van de literatuurstudie zijn weergegeven in bijlage 3. De log K_{ow} van de onderzochte verdovende middelen valt binnen de range van de zoetstoffen en medicijnen die in en rond drinkwaterwinningen worden aangetroffen. De verdovende middelen zitten in een range van 1,7 – 2,3 wat redelijk mobiel is. Ter vergelijking, de medicijnen ketoprofen en ibuprofen hebben met een log K_{ow} van respectievelijk 3,12 en 3,97 een aanzienlijk minder mobiel karakter en worden desondanks significant vaak aangetroffen in grondwater in en rond drinkwaterwinningen.

Om een indruk te krijgen van de afbraakpotentie van de stoffen, zijn halfwaardetijden van de stoffen onderzocht. De biologische halfwaardetijden en de halfwaardetijden in water (voor zover gerapporteerd) komen overeen, wat opvalt is dat de halfwaardetijd in 'lucht' wel relatief kort is voor in ieder geval amfetamine, methamfetamine en MDMA. De halfwaardetijd van cocaïne valt wel in de range van de referentiestoffen.

Van de stoffen die regelmatig zijn aangetroffen bij drinkwaterproductielocaties zijn methoxychlor en iso-butylbenzeen niet gevonden in RWZI-effluent. Cafeïne, gabapentine, sucralose en trans-1,11-

dihydroxy-1,11-dihydrocarbapine werden regelmatig gevonden in RWZI-effluent ($\geq 63\%$) en in 10-100 maal hogere concentraties dan de verdovende middelen. De zes overige stoffen werden aangetroffen in vergelijkbare concentraties als de verdovende middelen. Dit betekent dat 8 van de 12 stoffen die regelmatig zijn aangetroffen bij drinkwaterproductielocaties zijn gevonden in RWZI-effluent in dezelfde of zelfs lagere concentraties dan de verdovende middelen.

4 Conclusie en discussie

Omdat er enkel naar de werkzame stoffen is gekeken, is het onderscheid tussen drugslozingen en drugsgebruik niet gemaakt. Hoewel drugslozingen worden beschouwd als grootste risico, is monitoren naar aanleiding van drugslozingen complex, omdat deze dumpingen niet op vaste locaties en niet op gezette tijden plaatsvinden.

Het middel amfetamine is in dit onderzoek niet boven de rapportagegrens aangetroffen.

Grond- en oppervlaktewater

De bemonsterde grondwaterlocaties zijn op basis van kwetsbaarheid uitgekozen. Locaties met een hoge antropogene beïnvloeding zijn onderzocht op verdovende middelen om de pakkans zo groot mogelijk te maken. In de onderzochte winvelden van de waterbedrijven zijn geen van de onderzochte verdovende middelen aangetroffen. De stoffen zijn ten tijde van monsternamen tevens niet in de Drentsche Aa aangetroffen.

RWZI-effluent

De effluentmonsters zijn, op basis van expert judgement, genomen op momenten waarvan verwacht wordt dat het gebruik relatief hoog is (bijvoorbeeld na een weekend of festival). Tevens zijn monsters uit droge periodes onderzocht, waardoor er sprake is van laag water afvoer. Er vanuit gaande dat het gebruik van verdovende middelen in de zomer (= deze meetperiode) niet significant afwijkt ten opzichte van de rest van het jaar, is er dus theoretisch gezien sprake van 'worst-case' omstandigheden.

In 90% van de effluentmonsters van de RWZI's wordt MDMA boven de rapportagegrens aangetroffen. De concentraties variëren tussen 29 ng/l tot en met 240 ng/l met een gemiddelde van 108 ng/l over alle locaties met een concentratie boven de rapportagegrens. Methamfetamine wordt in 16,7% van de monsters aangetroffen, variërend tussen 22 en 470 ng/l. In drie effluentmonsters (10%) is cocaïne boven rapportagegrens gevonden (24 – 280 ng/l). Tot slot is THC-COOH enkel in effluent van RWZI Winsum boven de rapportagegrens aangetroffen in een concentratie van 130 ng/l.

Op basis van de gevonden PNEC's, zijn de ecotoxicologische effecten van de onderzochte middelen naar verwachting beperkt. Enkel van THC-COOH kan op basis van de gevonden concentraties geen uitsluitel worden gegeven over de afwezigheid van ecotoxicologische risico's. Dit wordt onder andere veroorzaakt, doordat de rapportagegrens van deze stof, ver boven de gevonden PNEC ligt. Er is één waarde boven de rapportagegrens gevonden (ongeveer 4,5 maal boven de PNEC). Dit monster is onder, theoretisch gezien, 'worst-case' condities genomen. Er is geen beeld van hoe de emissie van THC-COOH gedurende een langere periode is. De concentratie is gemeten in het effluent van de RWZI; er treedt derhalve ook nog significante verdunning op in het oppervlaktewater.

Ten opzichte van het landelijke beeld uit het RIVM-onderzoek (2009), valt op dat methamfetamine, THC-COOH en cocaïne in gemiddeld hogere concentraties voorkomen. Omdat in voorliggend onderzoek enkel effluent is onderzocht, is het onduidelijk waar dit door wordt veroorzaakt. De concentraties in het effluent in dit onderzoek zijn allemaal gelijk aan, of lager dan de concentraties in het influent van het RIVM-onderzoek. Hierdoor kan niet geconcludeerd worden waar dit verschil door wordt veroorzaakt. Een mogelijke hypothese is een minder zuiverend vermogen van de RWZI voor

deze stoffen, maar een hogere concentratie in het influent kan bijvoorbeeld ook ten grondslag liggen aan het afwijkende beeld.

Uitvraag naar waterschappen voor recentere analyses van verdovende middelen, leert dat de uitschieters voor methamfetamine en cocaïne minder significant zijn dan op basis van het RIVM-onderzoek (2009) wordt geconcludeerd. Enkel de uitschieter van 280 ng/l cocaïne in het effluent van RWZI Heereveen sluit niet aan bij het landelijke beeld dat wordt verkregen uit de recentere data.

Op basis van de gevonden meetresultaten lijken de risico's voor zowel drinkwater als oppervlaktewater gering. Hierdoor is een aanvullend onderzoek vanuit de WON niet gerechtvaardigd.

Te overwegen valt om THC-COOH in de RWZI Winsum verder te onderzoeken, omdat deze stof ruim boven de gevonden PNEC is aangetroffen in het effluent. Daarnaast is de (éénmalig gemeten) hoge concentratie cocaïne in de RWZI Heereveen mogelijk aanleiding voor vervolgonderzoek, omdat deze significant afwijkt van het beeld in de rest van Nederland.

Voorspelling risico drinkwater

De mobiliteit ($\log K_{ow}$) en afbraakpotentie van verdovende middelen geven, in vergelijking met medicijnresten en zoetstoffen, geen aanleiding om aan te nemen dat deze stoffen minder mobiel zijn. De concentraties van de verdovende middelen in RWZI-effluent zijn gelijk aan, of in sommige gevallen zelfs groter dan, de aangetoonde concentraties medicijn(rest)en en zoetstoffen in het effluent.

Op basis van de stoffeïenschappen en de gevonden concentraties verdovende middelen in RWZI-effluent, mag worden aangenomen dat cocaïne, MDMA en methamfetamine in potentie de drinkwaterbronnen kunnen bereiken. De voorspelling of de verdovende middelen in potentie bij de drinkwaterwinningen aan kunnen komen is echter een grofmazige theoretische beschouwing. Om beter inzicht te krijgen, wordt aanbevolen een meetprogramma in te stellen.

De $\log K_{ow}$ is een parameter die een indicatie geeft van de mobiliteit van een stof. De daadwerkelijke mobiliteit heeft echter met meer factoren te maken dan alleen deze constante. Hetzelfde geldt voor de halfwaardetijd. Beide parameters geven inzicht in hoe stoffen zich gedragen, maar zijn geen absolute waarheden.

Er is een vergelijking gemaakt tussen concentraties van stoffen in RWZI-effluent, om zo een indruk te krijgen van de emissies vanuit huishoudelijk afvalwater. Er zijn echter ook andere routes waardoor deze stoffen in het grondwater terecht kunnen komen. Deze routes zijn (met name voor verdovende middelen) zijn lastiger inzichtelijk te krijgen en daarom niet meegenomen in dit onderzoek.

Literatuurlijst

Pronk, T (2020). BTO 2019.059 – *Modellering van de verspreiding van MDMA drugsafvallozingen via het riool met de KRW-Verkenner*

Van der Aa, NGFM et al. (2009). *Drugs of abuse and tranquilizers in Dutch surface waters, drinking water and wastewater*

Smit, CE (2015). *Effecten van drugs op het waterecosysteem; Verkenning van de ecologische risico's van 10 stoffen"*

Mendoza, A et al. (2014). *Drugs of abuse and benzodiazepines in the Madrid Region (Central Spain): Seasonal variation in river waters, occurrence in tap water and potential environmental and human risk*. Environment international 70 (p76-87)

Maasz, G et al. (2021). *Illicit Drugs as a Potential Risk to the Aquatic Environment of a Large Freshwater Lake after a Major Music Festival*.

https://www.researchgate.net/publication/348822306_Illicit_Drugs_as_a_Potential_Risk_to_the_Aquatic_Environment_of_a_Large_Freshwater_Lake_after_a_Major_Music_Festival

Schlabach, M et al. (2007). *Human and Veterinary Pharmaceuticals, Narcotics, and Personal Care Products in the Environment*. Statens forurensningstilsyn, Report 2325/2007

How, ZT et.al. (2021). *A critical review on the detection, occurrence, fate, toxicity, and removal of cannabinoids in the water system and the environment*. Environ Pollut. 2021 jan 1; 268: 115642.

Bijlage 1. Monsterlocaties en bemonsteringsdata

Bedrijf	type	monsterlocatie	monster 1	monster 2
WBG	oppervlaktewater	Drentsche Aa	8-6-2021	
WBG	grondwater	De Groeve pompput 36	18-6-2021	
WBG	grondwater	De Groeve pompput 6	11-6-2021	
WBG	grondwater	De Punt pompput 2B	11-6-2021	
WBG	grondwater	De Punt WP WA-P007	16-6-2021	
WBG	grondwater	Nietap pompput PR5	11-6-2021	
WBG	grondwater	Onnen Pompput PU05C	16-6-2021	
WBG	grondwater	Onnen WP A	16-6-2021	
WBG	grondwater	Onnen WP WB18	16-6-2021	
WBG	grondwater	Ruwwater Sellingen	11-6-2021	
WMD	grondwater	Dalen pompput 10	14-6-2021	
WMD	grondwater	Dalen pompput 12	14-6-2021	
WMD	grondwater	Noordbargeres pompput 28	18-6-2021	
WMD	grondwater	Noordbargeres pompput 31	18-6-2021	
WMD	grondwater	Noordbargeres pompput 33	18-6-2021	
WMD	grondwater	Noordbargeres pompput 35	18-6-2021	
WMD	grondwater	Noordbargeres pompput 39	18-6-2021	
WMD	grondwater	Noordbargeres pompput 41	14-6-2021	
WMD	grondwater	Noordbargeres pompput 45	18-6-2021	
WMD	grondwater	Valtherbos pompput 1	14-6-2021	
HAA	effluent	Assen Effluent	12-5-2021	14-6-2021
HAA	effluent	Gieten Effluent	14-6-2021	
HAA	effluent	Hoogezand Effluent	11-5-2021	10-6-2021
HAA	effluent	Scheve klap Effluent	3-6-2021	14-6-2021
HAA	effluent	Ter Apel Effluent	8-6-2021	
HAA	effluent	Tw. Exloermond Effluent	8-6-2021	
HAA	effluent	Veendam Effluent	18-6-2021	
NZV	effluent	Delfzijl Effluent	3-6-2021	
NZV	effluent	Eelde Effluent	2-6-2021	16-6-2021
NZV	effluent	Gaarkeuken Effluent	19-5-2021	
NZV	effluent	Garmerwolde Effluent	8-6-2021	14-6-2021
NZV	effluent	Leek Effluent	16-6-2021	
NZV	effluent	Onderdendam Effluent	17-6-2021	
NZV	effluent	Ulrum Effluent	17-6-2021	
NZV	effluent	Winsum Effluent	17-6-2021	
WF	effluent	Birdaard Effluent	28-5-2021	
WF	effluent	Drachten Effluent	3-6-2021	
WF	effluent	Franeker Effluent	19-5-2021	
WF	effluent	Gorredijk Effluent	28-5-2021	
WF	effluent	Heerenveen Effluent	4-6-2021	
WF	effluent	Leeuwarden Effluent	20-5-2021	
WF	effluent	Oosterwolde Effluent	3-6-2021	
WF	effluent	Sneek Effluent	31-5-2021	
WF	effluent	Wolvega Effluent	4-6-2021	
WF	effluent	Workum Effluent	31-5-2021	

Bijlage 2. Analyseresultaten

Bedrijf	type	Mon.nr	monsterlocatie	datum	THC-COOH	Amphetamine	Cocaine	MDMA	Metamphetamine
					ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
HAA	effluent	124205	Hoogezand Effluent	11-5-2021	<100	<50	<20	100	470
HAA	effluent	124206	Scheve klap Effluent	3-6-2021	<100	<50	<20	<20	<20
HAA	effluent	124208	Ter Apel Effluent	8-6-2021	<100	<50	<20	72	<20
HAA	effluent	124209	Tw. Exloermond Effluent	8-6-2021	<100	<50	<20	35	<20
HAA	effluent	124211	Hoogezand Effluent	10-6-2021	<100	<50	<20	100	230
HAA	effluent	124212	Assen Effluent	12-5-2021	<100	<50	24	170	<20
HAA	effluent	124215	Assen Effluent	14-6-2021	<100	<50	<20	130	<20
HAA	effluent	124216	Gieten Effluent	14-6-2021	<100	<50	<20	92	<20
HAA	effluent	124217	Scheve klap Effluent	14-6-2021	<100	<50	<20	37	<20
HAA	effluent	124224	Veendam Effluent	18-6-2021	<100	<50	<20	88	<20
NZV	effluent	124207	Delfzijl Effluent	3-6-2021	<100	<50	<20	79	<20
NZV	effluent	124210	Garmerwolde Effluent	8-6-2021	<100	<50	<20	230	160
NZV	effluent	124213	Eelde Effluent	2-6-2021	<100	<50	<20	130	<20
NZV	effluent	124214	Garmerwolde Effluent	14-6-2021	<100	<50	<20	190	71
NZV	effluent	124218	Leek Effluent	16-6-2021	<100	<50	<20	110	<20
NZV	effluent	124219	Eelde Effluent	16-6-2021	<100	<50	<20	120	<20
NZV	effluent	124220	Winsum Effluent	17-6-2021	130	<50	<20	92	22
NZV	effluent	124221	Gaarkeuken Effluent	19-5-2021	<100	<50	<20	90	<20
NZV	effluent	124222	Ulrum Effluent	17-6-2021	<100	<50	<20	110	<20
NZV	effluent	124223	Onderdendam Effluent	17-6-2021	<100	<50	<20	240	<20
WF	effluent	124245	Birdaard Effluent	28-5-2021	<100	<50	<20	29	<20
WF	effluent	124246	Drachten Effluent	3-6-2021	<100	<50	<20	140	<20
WF	effluent	124247	Franeke Effluent	19-5-2021	<100	<50	38	74	<20
WF	effluent	124248	Gorredijk Effluent	28-5-2021	<100	<50	<20	<20	<20
WF	effluent	124249	Heerenveen Effluent	4-6-2021	<100	<50	280	46	<20
WF	effluent	124250	leeuwarden Effluent	20-5-2021	<100	<50	<20	120	<20
WF	effluent	124251	Oosterwolde Effluent	3-6-2021	<100	<50	<20	150	<20
WF	effluent	124252	Sneek Effluent	31-5-2021	<100	<50	<20	68	<20
WF	effluent	124253	Wolvega Effluent	4-6-2021	<100	<50	<20	82	<20
WF	effluent	124254	Workum Effluent	31-5-2021	<100	<50	<20	<20	<20

Bedrijf	type	Mon.nr	monsterlocatie	datum	THC-COOH ng/l	Amphetamine ng/l	Cocaine ng/l	MDMA ng/l	Metamphetamine ng/l
WBG	grondwater	124173	Ruwwater Sellingen	11-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WBG	grondwater	124174	De Punt pompput 2B	11-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WBG	grondwater	124175	De Punt WP WA-P007	16-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WBG	grondwater	124176	Onnen WP WB18	16-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WBG	grondwater	124177	Onnen WP A	16-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WBG	grondwater	124178	Onnen Pompput PU05C	16-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WBG	grondwater	124179	Nietap pompput PR5	11-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WBG	grondwater	124182	De Groeve pompput 6	11-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124165	Noordbargeres pompput 28	18-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124166	Noordbargeres pompput 31	18-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124167	Noordbargeres pompput 33	18-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124168	Noordbargeres pompput 35	18-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WBG	grondwater	124169	De Groeve pompput 36	18-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124170	Noordbargeres pompput 39	18-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124171	Noordbargeres pompput 41	14-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124172	Noordbargeres pompput 45	18-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124180	Dalen pompput 10	14-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124181	Dalen pompput 12	14-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WMD	grondwater	124183	Valtherbos pompput 1	14-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1
WBG	oppervlaktewater	124184	Drentsche Aa	8-6-2021	<8	<1	<1	<2	<1

Rapport Meetresultaten per stof over gehele periode
 Type afvalwater Effluent
 Stroomgebied EEMS
 Deelstroomgebied EEMS
 Datum van 3-12-1990
 Datum tot 9-3-2022
 Berekening Gehalte
 Stoffen ...Alle
 Rwzi T ZANDT, ASSEN, BELLINGWOLDE, BLIJHAM, BOURTANGE, DELFZIJL, EELDE, EMMER COMPASCUUM, EXLOO, FINSTERWOLDE, FOXHOL, GARMERWOLDE, GIETEN, GLIMMEN, HAREN, HEILIGERLEE, HOOGEZAND, MUNTENDAM, NIEUW WEERDINGE, NOORDBROEK, OUDE PEKELA, ROLDE, SCHEEMDA, SCHEEMDA-oud, SCHEVEKLAP, SELLINGEN, SIDDEBUREN, SLOCHTEREN, STADSKANAAL, TER APPEL, TWEDE EXLOERMOND, VEENDAM, VLAGTWEDDE, VRIESCHELOO, WEDDE, WINSCHOTEN, ZUIDBROEK, ZUIDLAREN
 Stofflijsten Medicijnresten

CAS_NUMME	STOFNAAM	TYPE	MIN	MED	GEM	PERC90	MAX	EENHEID	AANTAL > RG	TOTAAL	0
55589-62-3	acesulfame K	Effluent	0	7.9	14	27	89 ug/l		25	27	0
56038-13-2	sucralose	Effluent	0.01	24	22	31	41 ug/l		11	11	0
58-08-2	caffeine	Effluent	0	0.61	1.8	4.4	19 ug/l		21	27	0
36507-30-9	carbamazepine 10,11-epoxide	Effluent	0	0	1.2	2.6	18 ug/l		9	26	0
83-46-5	beta-sitosterol	Effluent	0	2.2	2.9	5.8	12 ug/l		14	15	0
486-66-8	daidzeine	Effluent	0	0.51	1.0	2.2	6.8 ug/l		8	15	0
35079-97-1	10,11-transdiol carbamazepine	Effluent	0.23	1.2	1.6	2.9	6.1 ug/l		26	26	0
58-93-5	hydrochloorthiazide	Effluent	0	2.4	2.6	4.9	5.5 ug/l		24	26	0
60142-96-3	gabapentine	Effluent	0.88	2.8	2.7	4.0	5.2 ug/l		12	12	0
37350-58-6	metoprolol	Effluent	0.42	1.5	1.6	2.6	4.4 ug/l		31	31	0
78649-41-9	jomeprol	Effluent	0	2.6	2.2	3.9	4.1 ug/l		5	6	0
3930-20-9	sotalol	Effluent	0.22	0.82	1.2	2.6	3.8 ug/l		31	31	0
15687-27-1	ibuprofen	Effluent	0	0.10	0.35	0.86	3.5 ug/l		17	31	1
22204-53-1	naproxen	Effluent	0	0.25	0.35	0.56	2.8 ug/l		22	31	0
28179-44-4	joxitalaminezuur	Effluent	0.92	1.8	1.8	2.6	2.6 ug/l		5	5	0
103-90-2	paracetamol	Effluent	0	0.10	0.25	0.53	2.4 ug/l		16	29	1
25812-30-0	gemfibrozil	Effluent	0.22	0.64	0.83	1.6	1.8 ug/l		6	6	0
29122-68-7	atenolol	Effluent	0	0.30	0.37	0.55	1.4 ug/l		26	29	0
298-46-4	carbamazepine	Effluent	0.12	0.47	0.50	0.85	1.3 ug/l		32	32	0
15307-86-5	diclofenac	Effluent	0	0.33	0.34	0.85	1.2 ug/l		21	32	0
137-58-6	lidocaïne	Effluent	0	0.13	0.19	0.42	1.00 ug/l		20	28	0
59017-64-0	joxaglinezuur	Effluent	0	0	0.08	0.24	0.40 ug/l		1	5	0
66108-95-0	johexol	Effluent	0	0	0.05	0.14	0.28 ug/l		1	6	0
22071-15-4	ketoprofen	Effluent	0	0	0.01	0	0.26 ug/l		1	31	1
723-46-6	sulfamethoxazol	Effluent	0	0	0.02	0.05	0.23 ug/l		8	32	0
81103-11-9	claritromycine	Effluent	0	0	0.06	0.15	0.19 ug/l		2	5	0
738-70-5	trimethoprim	Effluent	0	0.15	0.10	0.17	0.17 ug/l		3	5	0
525-66-6	propranolol	Effluent	0	0	0.04	0.12	0.13 ug/l		13	31	0
41859-67-0	bezafibraat	Effluent	0	0	0.001	0.002	0.004 ug/l		1	6	0

Bijlage 3. Stofeigenschappen en concentraties ter ondersteuning van de voorspelling of verdovende middelen in potentie het drinkwater kunnen bereiken.

Eigenschappen verdovende middelen

De molecuulmassa's en log K_{ow} waarden van de verdovende middelen zijn te zien in Tabel 4. De molecuulmassa's van de stoffen variëren van 135,21 tot 344,4 u. Voor THC-COOH is geen (berekende) log K_{ow} waarde beschikbaar. Voor de overige stoffen liggen de log K_{ow} waarden dicht bij elkaar (log K_{ow} = 1,76 – 2,3).

Tabel 4. Molecuulmassa en log K_{ow} waarden van de verdovende middelen

Stof	Molecuulmassa (u)	log K_{ow}				
		drugbank	EPA	HSDB	HMDB	ICSC
Amfetamine	135.21	1.76	1.76	1.76	1.8	-
Methamfetamine	149.23	2.07	2.07	2.07	2.07	-
MDMA	193.24	-	-	2.15	-	-
Cocaïne	303.35	2.3	2.3	2.3	2.3	-
11-nor-9-Carboxy-THC	344.4	-	-	-	-	-

In Tabel 5 zijn de halfwaardetijden van de verdovende middelen te zien. Voor THC-COOH is de halfwaardetijd niet onderzocht. De biologische halfwaardetijden zitten in de range van een half uur tot 34 uur en in de lucht is de range 1 - 7,3 uur. In water is alleen van methamfetamine en cocaïne de halfwaardetijd onderzocht, hier is de uitloop 15 dagen tot 55 jaar.

Tabel 5. Halfwaardetijden van de verdovende middelen (bron: PubChem)

Stof	halfwaardetijden		
	biologisch	water	lucht
Amfetamine	7 - 34 uur	-	3 uur
Methamfetamine	4 - 5 uur	15 dagen	1 uur
MDMA	2 - 9 uur	-	3 uur
Cocaïne	0,5 - 1,5 uur	5,5 - 55 jaar	7,3 uur
11-nor-9-Carboxy-THC	-	-	-

Aangetroffen stoffen in drinkwater locaties

In totaal werden 23 stoffen eenmalig of vaker in drinkwater locaties aangetroffen (Tabel 6), hiervan zijn 12 stoffen regelmatig (>3 maal) aangetroffen. Van deze 12 stoffen zijn de eigenschappen te zien in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** De molecuulmassa's van de 12 stoffen die in drinkwater locaties worden aangetroffen varieert van 151,2 tot 397,6 u. De log K_{ow} waarden zitten in een range van -1,25 tot 5,08 en zijn licht hydrofiel tot hydrofoob.

Tabel 6. Molecuulmassa en log K_{ow} waarden van stoffen die regelmatig zijn aangetroffen in drinkwater locaties.

Stof	molecuul- massa	log K _{ow}				
		drugbank	EPA	HSDB	HMDB	ICSC
Gamma-HCH (lindaan) (n =3)	290.8	3.72	3.72	3.72 - 4.14	-	3.61 - 3.8
Methoxychlor (n =3)	345.6	-	5.08	5.08	-	4.68 -
Iso-butylbenzeen (n =4)	134.2	-	-	-	-	5.08
Primidon (n =5)	218.3	0.91	0.91	0.91	1.6	-
Trans-1,11-dihydroxy-1,11-dihydrocarbazine (n =7)	270.3	-	-	-	-	-
Sucralose (n =8)	397.6	-	-	-1	-	-
Imidacloprid (n =8)	255.7	-	0.57	0.57	0.57	0.57
Ketoprofen (n =9)	254.3	3.12	3.12	3.2	-	-
Gabapentine (n =9)	171.2	1.25	-1.1	-1.1	-1.1	-
Ibuprofen (n =14)	206.3	3.97	3.97	3.97	3.97	-
Paracetamol (n =17)	151.2	0.91	0.46	0.46	0.46	0.49
Caffeïne (n =21)	194.2	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07

De biologische halfwaardetijden van de stoffen die regelmatig in drinkwater locaties zijn gevonden varieert van 0,7 uur tot 22 weken, maar de meeste stoffen zitten in de range van enkele tot tientallen uren. In water varieert de halfwaardetijd van 4,8 dagen tot meer dan een jaar. De brede range heeft mogelijk meer te maken met de condities van het water (pH, zuurstof, aanwezigheid van microbiologie) dan met de stof zelf. In lucht varieert de halfwaardetijd tussen de 7 uur en 84 dagen.

Tabel 7. Halfwaardetijden van stoffen die regelmatig zijn aangetroffen in drinkwater locaties (bron: PubChem).

Stof	halfwaardetijden		
	biologisch	water	lucht
Gamma-HCH (lindaan) (n =3)	17 uur - 22 weken	7 - 74 dagen	84 dagen
Methoxychlor (n =3)	8 - 10 dagen	4,8 - 367 dagen	7 uur
Iso-butylbenzeen (n =4)	10 dagen	-	-
Primidon (n =5)	1,85 - 41 uur	-	-
Trans-1,11-dihydroxy-1,11-dihydrocarbazine (n =7)	-	-	-
Sucralose (n =8)	2,5 uur	-	-
Imidacloprid (n =8)	4,5 - 118 uur	uren tot maanden	-
Ketoprofen (n =9)	1,1 - 5,4 uur	-	-
Gabapentine (n =9)	2 - 52 uur	-	-
Ibuprofen (n =14)	1,2 - 3,4 uur	20 dagen	32 uur
Paracetamol (n =17)	1 - 12 uur	-	22 uur
Caffeïne (n =21)	0,7 - 80 uur	>1 jaar	20 uur

Concentraties in RWZI-effluent water

De RWZI-effluent concentraties van de verdoovende middelen en van de stoffen die regelmatig in drinkwater locaties zijn aangetroffen zijn te zien in

Tabel 8. Amfetamine was niet aangetroffen in RWZI-effluent.

Tabel 8. Concentraties in RWZI effluent.

STOFNAAM	Gemiddeld d (µg/l)	90e percentiel (µg/l)	MAX (µg/l)	AANTAL > RG	TOTAAL
Methamfetamine	0.19	0.37	0.47	5	30
MDMA	0.11	0.18	0.24	27	30
Cocaïne	0.11	0.23	0.28	3	30
THC-COOH	0.13	0.13	0.13	1	30
methoxychlor	0.00	0.00	0.00	0	10
gamma- hexachloorcyclohexaan (lindaan)	0.00	0.01	1.00	360	737
caffeine	1.67	3.80	63.00	196	311
gabapentine	2.27	4.20	9.30	493	504
iso-butylbenzeen	0.00	0.00	0.00	0	1
ibuprofen	0.13	0.39	3.50	224	532
imidacloprid	0.09	0.14	1.51	384	437
ketoprofen	0.01	0.05	0.29	148	616
paracetamol	0.08	0.20	2.40	76	251
primidon	0.02	0.07	0.21	137	238
sucralose	9.78	27.40	41.00	35	39
trans-10,11-dihydroxy-10,11- dihydrocarbazeepine	1.68	3.00	3.80	101	105

Tabel 6. Stoffen die zijn aangevonden op drinkwaterlocaties in pomputten (PP) en waarnemingsputten (WP).

STOFNAAM	max	aantal	Annen		Assen		Beilen		Breevenen		Dalen		De Groeve		De Punt		Gasselte		Haren		Holtien	Hoogeveen	
			PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	
fenthion	0.2	1													0.2								
sulfadimidine	0.7	1											0.7										
lidocaïne	0.2	1																					
fenchloorfos	0.2	1														0.2							
chloorfenvinfos	0.2	1														0.2							
imazalil	0.2	1					0.2																
metoprolol	0.1	1																					
pyriproxyfen	0.1	1													0.1								
irbesartan	0.3	2											0.1										
naproxen	0.1	2																					
atenolol	0.1	2													0.1							0.1	
gamma-hexachloorcyclohexaan (lindaan)	0.2	3													0.1	0.2							
methoxychlor	0.3	3											0.1										
iso-butylbenzeen	0.4	4											0.1						0.1				
primidon	0.3	5													0.1	0.22							
trans-1,11-dihydroxy-1,11-dihydrocarbapine	0.6	7												0.6	0.1	0.18							
sucralose	1.92	8						0.8					0.13	0.8		1.92	0.1						
imidacloprid	1.1	8			0.1		0.1								0.2	0.2	1.1	0.3					
ketoprofen	0.1	9				0.1		0.1	0.1		0.1		0.1										
gabapentine	0.5	9			0.2		0.1						0.1	0.4		0.4							
ibuprofen	0.5	14	0.1				0.2		0.2		0.4		0.1		0.4		0.1						
paracetamol	0.8	17	0.2		0.8		0.3				0.1		0.1		0.3	0.1	0.1				0.1		
caffeïne	1.43	21	0.4	0.5	0.8		0.5	0.3		0.8		0.3	1.43	0.7	0.2	0.3					0.3		0.3

STOFNAAM	max	aantal	Kruidhaars		Leggeloo		Nietap		Noordbargeres		Onnen		Ruinervold		Sellingen	Valtherbos		Zuidlaren	Zuidwolde	
			PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	WP	PP	PP	WP	PP	PP	WP
fenthion	0.2	1																		
sulfadimidine	0.7	1																		
lidocaïne	0.2	1								0.2										
fenchloorfos	0.2	1																		
chloorfenvinfos	0.2	1																		
imazalil	0.2	1																		
metoprolol	0.1	1								0.1										
pyriproxyfen	0.1	1																		
irbesartan	0.3	2								0.3										
naproxen	0.1	2												0.1					0.1	
atenolol	0.1	2																		
gamma-hexachloorcyclohexaan (lindaan)	0.2	3																		
methoxychlor	0.3	3					0.1			0.3										
iso-butylbenzeen	0.4	4						0.1								0.4				
primidon	0.3	5							0.1	0.3		0.2								
trans-1,11-dihydroxy-1,11-dihydrocarbapine	0.6	7							0.4	0.23		0.6							0.27	
sucralose	1.92	8								1.77		1.1							0.11	
imidacloprid	1.1	8									0.1			0.2						
ketoprofen	0.1	9									0.1	0.1							0.1	0.1
gabapentine	0.5	9								0.12	0.1	0.5							0.4	
ibuprofen	0.5	14					0.1		0.2	0.5	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1				
paracetamol	0.8	17	0.1				0.1		0.1	0.3	0.3			0.1	0.1	0.8	0.6			
caffeine	1.43	21	0.3				0.9		0.2	0.14	0.7	0.2	0.2		0.5					