

iStockphoto



## AUTEURS



Ruud Steenbeek en Peer Timmers  
(KWR)

## WASTEWATER-BASED EPIDEMIOLOGY: RIOOLWATER ALS SPIEGEL VAN DE SAMENLEVING



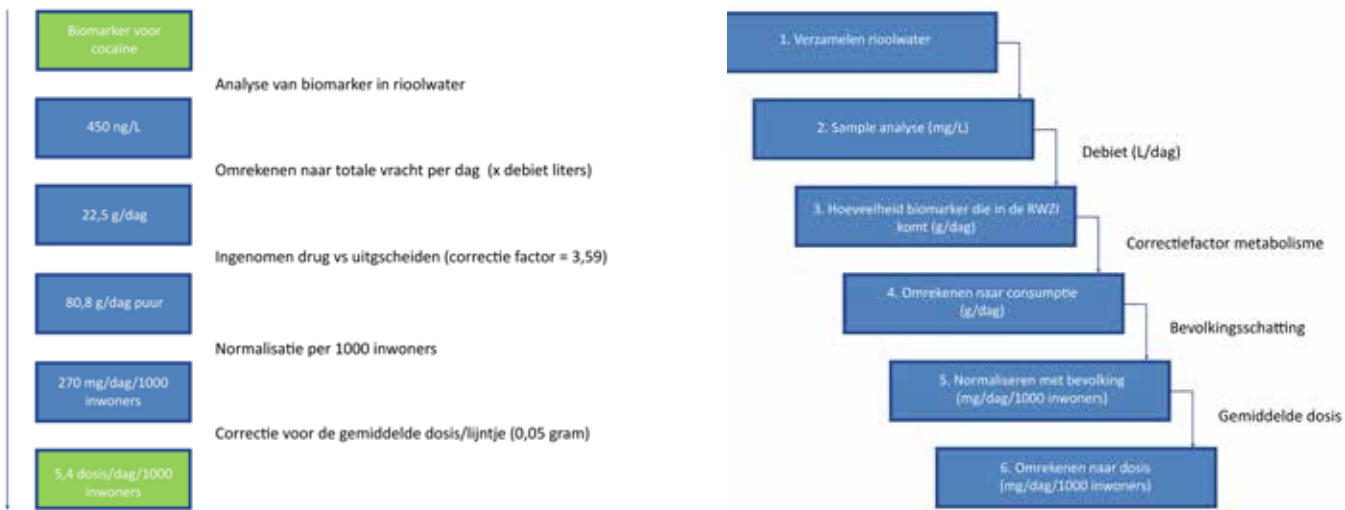
Thomas ter Laak en Erik Emke  
(KWR)

In 2005 werd in Italië voor het eerst een nieuwe methode toegepast om het drugsgebruik in een stad te meten. De bron: chemische analyse van rioolwater. Het succes van dit onderzoek maakte in één klap duidelijk dat rioolwater veel informatie kan opleveren over de gezondheid en de levensstijl van de bevolking.



Frederic Béen  
(KWR)

Allerlei chemische stoffen en microorganismen komen via het menselijk lichaam of via directe lozing in het rioolwater terecht en vervolgens bij de rioolwaterzuivering. In de rioolwater-epidemiologie ofwel wastewater-based epidemiology (WBE) staat de identificatie van biologische markers (biomarkers) centraal. Het kan gaan om chemische stoffen (die bijvoorbeeld wijzen op consumptie, gebruik of blootstelling) of ziekteverwekkers (bacteriën, virussen of hun genetisch materiaal). Een biomarker is bruikbaar als hij door mensen



Afbeelding 1: De belangrijkste stappen bij de analyse van rioolwater in de rioolwaterepidemiologie (WBE) en de benodigde data per stap (naar Castiglioni et al., 2014) met een rekenvoorbeeld

uitgescheiden wordt, in detecteerbare hoeveelheden in het rioolwater terecht komt, geen relevante andere bronnen heeft én stabiel is. Onderzoek van drugsgebruik door de bevolking is de bekendste toepassing.

**WBE stap voor stap**

De eerste stap is monsternamen, waarbij dagelijks elke 5-15 minuten rioolwater verzameld en gemengd wordt om tot één verzamelmonster te komen. Dit wordt gedaan omdat de samenstelling van het rioolwater gedurende de dag erg variabel kan zijn. Het monster wordt bewerkt en eventueel geëxtraheerd en geconcentreerd om de meting van de biomarkers te optimaliseren. Hierna wordt de gevonden concentratie van biomarker vermenigvuldigd met het debiet (de hoeveelheid water die per dag door de waterzuivering stroomt), zodat de vracht van de biomarker bekend is. In het geval van drugs kan het gebruik per dag per 1000 inwoners berekend worden door de vracht te corrigeren voor de menselijke uitscheiding en te delen door het aantal mensen in het voorzieningsgebied. Ook omrekening tot het aantal doses per 1000 inwoners is mogelijk. Zie afbeelding 1 voor een schema van de stappen en een rekenvoorbeeld.

**Grootte van de populatie**

Bij WBE is het belangrijk om de data te normaliseren voor de populatiegrootte. Het officiële aantal

inwoners van een voorzieningsgebied is vaak niet up-to-date wat betreft geboorte en sterfte, maar deze variaties zijn klein. Veel belangrijker is de invloed van de mobiliteit van mensen voor werk, vertier of vakantie. Het is daardoor onduidelijk hoeveel mensen per dag of zelfs per uur hun biomarkers lozen in een bepaald rioolnetwerk. Dit is te corrigeren door te werken met 'populatiebiomarkers'. Dat zijn biomarkers waarvan de uitscheiding sterk correleert met de populatiegrootte én onafhankelijk is van abiotische factoren als het weer en de geografische locatie. Als de gemiddelde emissie van een individu voor zo'n populatiebiomarker bekend is, kan het aantal mensen in het voorzieningsgebied op een bepaald moment worden berekend. Bekende populatiebiomarkers zijn zoetstoffen en ammonium.

**Huidige toepassingen van WBE**

WBE werd voor het eerst toegepast in Italië in 2005 om gebruik van illegale drugs te meten. Hierbij werd gekeken naar cocaïne, THC, ketamine, MDMA en heroïne en humane metabolieten van deze stoffen. Later is WBE ook toegepast om het gebruik van onder andere cafeïne, nicotine, afslankmiddelen en alcohol vast te stellen. Het is ook mogelijk gebleken om op deze wijze het gebruik van nieuwe psychoactieve stoffen (nieuwe drugs) te signaleren en afvallozingen van drugsproductie te traceren (Choi et al., 2015). Tevens

Rioolwater als spiegel van de samenleving

kan met rioolwateronderzoek onderscheid gemaakt worden tussen legaal en illegaal gebruik van bijvoorbeeld geneesmiddelen. Zo bleek in diverse Nederlandse steden dat slechts een derde van de gebruikte viagra legaal via een doktersrecept was verkregen (Venhuis et al., 2014).

Belangrijk bij het toepassen van WBE is de invloed van omgevingsfactoren op de meting. Een voorbeeld is de toename in de vracht van nicotine tijdens periodes van regen. Dat bleek te komen door transport van as en peukenresten door het regenwater naar het rioolwater. Behalve naar middelen die mensen gebruiken wordt er ook gekeken naar stoffen waaraan mensen op andere wijze worden blootgesteld. Dit kan gaan om bestrijdingsmiddelen, mycotoxines, parabenen, plasticizers, brandvertragende stoffen en UV-filters. De manier van blootstelling varieert, maar van al deze stoffen zijn biomarkers terug te vinden in het rioolwater. De blootstelling kan vervolgens gerelateerd worden aan locatie (bijvoorbeeld nabij industrie) en aan trends in de tijd (denk aan seizoensgebonden gebruik van bestrijdingsmiddelen).

Het Europees netwerk van rioolwateranalyse, *Sewage analysis CORe group Europe* (SCORE), heeft laten zien dat ook het structureel en grootschalig meten van drugsgebruik mogelijk is. Dit netwerk coördineert internationale studies en zorgt voor kwaliteitscontrole. Op deze manier kan onderzoek gedaan worden met dezelfde gevalideerde methodes, wat resultaten robuust en vergelijkbaar maakt. Jaarlijks worden deze gegevens dan ook gebruikt door het European Monitoring Centre for Drug and Drug Addiction. In 2011 is zo in 19 Europese steden voor het eerst het illegale drugsgebruik vergeleken. Sindsdien is het meetnetwerk uitgebreid tot bijna 120 steden binnen en buiten Europa (González Mariño et al., 2020).

### Toekomst

Een breed scala aan biomarkers in het afvalwater kan ons bijna real-time en met een hoge geografische resolutie iets vertellen over een bepaalde populatie. Het kan gaan om gedrag (bijvoorbeeld drugsgebruik of voedingspatroon), blootstelling (bijvoorbeeld aan bestrijdingsmiddelen en industriële stoffen) en gezondheid (bijvoorbeeld pathogenen of antibio-

ticaresistentie). De meeste studies naar biomarkers hebben nog een academisch en verkennend karakter. In de toekomst kan analyse van rioolwater veel maatschappelijk relevante informatie opleveren. Zo kan WBE dienen om de gezondheid van de bevolking te peilen. Het geeft bijvoorbeeld informatie over het dieet van een populatie en het gebruik van medicijnen. Voor antibiotica kan dit bovendien worden gerelateerd aan het voorkomen van antibioticaresistentie, want rioolwater bevat bacteriële resistentiegenen. Analyse van specifieke DNA-fragmenten van pathogene ziekteverwekkers kan informatie opleveren over de verspreiding van infecties. Zeer recent is deze techniek toegepast om het voorkomen van SARS-CoV2, het virus verantwoordelijk voor Covid-19, in diverse steden in Nederland te meten (H<sub>2</sub>O/Waternetwerk, 2020). Analyse van rioolwater kan zo een goed instrument zijn om een virusuitbraak te monitoren op verschillende geografische schalen en zelfs, als de resolutie van de technieken toereikend is, om een virus in een populatie vroegtijdig op te sporen.

### Koppeling aan andere gegevens

In alle gevallen is het van belang dat de toegepaste methoden robuust en betrouwbaar zijn, maar ook dat gegevens uit het rioolonderzoek worden gekoppeld aan andere informatiebronnen over het voorzieningsgebied van rioolwaterzuiveringen, zodat verbanden kunnen worden gelegd. In het geval van drugsproductie gaat dit om informatie bij politie en opsporingsdiensten. WBE kan ook toegepast worden bij evenementen. Hierbij kan bijvoorbeeld gekeken worden naar de alcohol- en drugsconsumptie op een festival of gebruik van prestatiebevorderende middelen bij een (niet-)professioneel sportevenement. In het geval van antibioticaresistentie gaat het om een relatie tussen antibioticacconsumptie enerzijds en het aantreffen van infecties met resistente bacteriën bij patienten anderzijds. Zo wordt signalering van antibioticaresistentie in een populatie een stuk eenvoudiger.

### Conclusie

Al met al is ons rioolwater een bijna onuitputtelijke bron van informatie over ons gedrag en onze gezondheid zonder dat hiermee de privacy geschonden

wordt. Door deze informatie te combineren met bijvoorbeeld bevolkingsonderzoeken of gezondheidsstatistieken kunnen we onszelf beter leren kennen. Na 2005 is er steeds meer onderzoek gedaan naar deze methode en het aantal onderzoeken blijft groeien. De toepassingen van WBE en het aantal onderzochte biomarkers zijn de laatste jaren dan ook sterk uitgebreid.

De waterschappen hebben met WBE een belangrijke informatiebron in handen die relevant is voor het toetsen en vormgeven van beleid. Overheden op alle niveaus inclusief hun uitvoerende organisaties op het gebied van volksgezondheid, milieu en handhaving kunnen hun voordeel doen met deze informatie (Verhoeven et al., 2020).

Ruud Steenbeek, Peer Timmers, Thomas ter Laak, Erik Emke en Frederic Béen (KWR)

#### Referenties

Castiglioni, S., Thomas, K. V., Kasprzyk-Hordern, B., Vandam, L., & Griffiths, P. (2014). Testing wastewater to detect illicit drugs: state of the art, potential and research needs. *Science of the Total Environment*, 487, 613-620.

Choi, P. M., Tschärke, B. J., Donner, E., O'Brien, J. W., Grant, S. C., Kaserzon, S. L., ... & Mueller, J. F. (2018). Wastewater-based epidemiology biomarkers: Past, present and future. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 105, 453-469.

González Mariño, I., Baz-Lomba, J. A., Alygizakis, N. A., Andrés-Costa, M. J., Bade, R., Bannwarth, A., ... & Bijlsma, L. (2020). Spatio-temporal assessment of illicit drug use at large scale: evidence from 7 years of international wastewater monitoring. *Addiction*, 115(1), 109-120.

"KWR vindt Coronavirus in Rioolwater En Werkt Aan Ontwikkeling Screeningstool." H2O/Waternetwerk, 24 Mar. 2020, [www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/kwr-vindt-coronavirus-in-rioolwater](http://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/kwr-vindt-coronavirus-in-rioolwater)

Venhuis, B. J., de Voigt, P., Emke, E., Causanilles, A., & Keizers, P. H. (2014). Success of rogue online pharmacies: sewage study of sildenafil in the Netherlands. *BMJ: British Medical Journal (Online)*, 349.

Verhoeven, M et al. (2020). Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. Geraadpleegd op 16 maart. Persoonlijke communicatie.

Rioolwater als  
spiegel van de  
samenleving

#### SAMENVATTING

In de rioolwater-epidemiologie ofwel wastewater-based epidemiology (WBE) wordt rioolwater benut als bron van informatie over de gezondheid en de levensstijl van burgers. Analyse van rioolwater kan informatie opleveren over drugs- en medicijngebruik, gebruik van voedingsmiddelen en andere producten en over blootstelling aan bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelen in het voorzieningsgebied van een rioolwaterzuivering. Ook monitoring van pathogenen is mogelijk. Onderzoek naar zulke 'biomarkers' is voor het eerst gedaan in 2005 voor illegale drugs, maar daarna snel verbreed. Rioolwater blijkt een spiegel van de samenleving. Door de data te normaliseren voor de populatie, kunnen verschillende regio's vergeleken worden. Dergelijke informatie kan overheden helpen hun beleid toetsen en verbeteren.