

Verwijdering van acesulfaam in rioolwaterzuiveringsinstallaties: wat bepaalt het verschil?

Peter van der Maas (WLN), Bonnie Bult (Wetterskip Fryslân), Hans de Vries (waterschap Noorderzijlvest), Otto Kluiving (waterschap Hunze en Aa's)

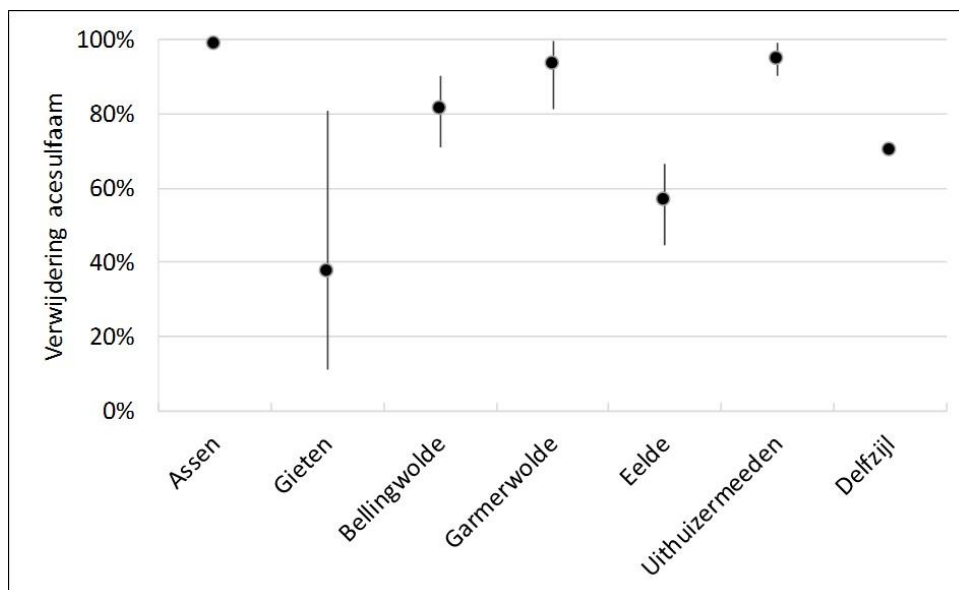
Kunstmatige zoetstoffen als acesulfaam komen via urine in huishoudelijk afvalwater terecht. Acesulfaam stond tot voor kort te boek als persistente stof. Onderzoek van noordelijke waterschappen en waterbedrijven laat echter zien dat de stof wel degelijk afgebroken wordt in RWZI's, maar ook dat de mate van verwijdering sterk varieert tussen RWZI's. De biologische afbraak van de zoetstof is blijkaar afhankelijk van lokale factoren. De resultaten werpen een nieuw licht op de verwijdering van microverontreinigingen in RWZI's.

Voor waterbedrijven en waterschappen is het van belang zicht te hebben op de mate waarin drinkwaterbronnen en oppervlaktewatersystemen worden beïnvloed door huishoudelijk afvalwater. Deze beïnvloeding kan worden geschat met *tracers*: uit de verhouding tussen concentraties van bepaalde (tracer)verbindingen in (gezuiverd) afvalwater en oppervlakte- of grondwater, kan het aandeel (gezuiverd) afvalwater in deze watersystemen worden afgeleid. Acesulfaam, een kunstmatige zoetstof die onder meer wordt gebruikt in lightfrisdranken, lijkt een ideale tracer vanwege bepaalde stoffeïenschappen. Volgens Zwitsers onderzoek [1] wordt de stof niet verwijderd in rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). De stof is polair en persistent (niet of nauwelijks afbreekbaar in het milieu) en komt alleen in het milieu via menselijke urine. Dit maakt acesulfaam, volgens de Zwitserse onderzoekers, een ideale tracer voor huishoudelijk afvalwater.

In het samenwerkingsverband Waterketen Onderzoek Noord (Noorderzijlvest, Hunze en Aa's, Wetterskip Fryslân, WMD en Waterbedrijf Groningen) is een oriënterende meetcampagne voor acesulfaam uitgevoerd bij RWZI's en in oppervlaktewater in Friesland, Groningen en Drenthe. Het doel hiervan was verificatie van het Zwitserse onderzoek met betrekking tot de concentratie en spreiding in RWZI-influent en -effluent en het bevestigen van de Zwitserse resultaten over de stoffeïenschappen: geen verwijdering in RWZI's vanwege persistentie en polariteit.

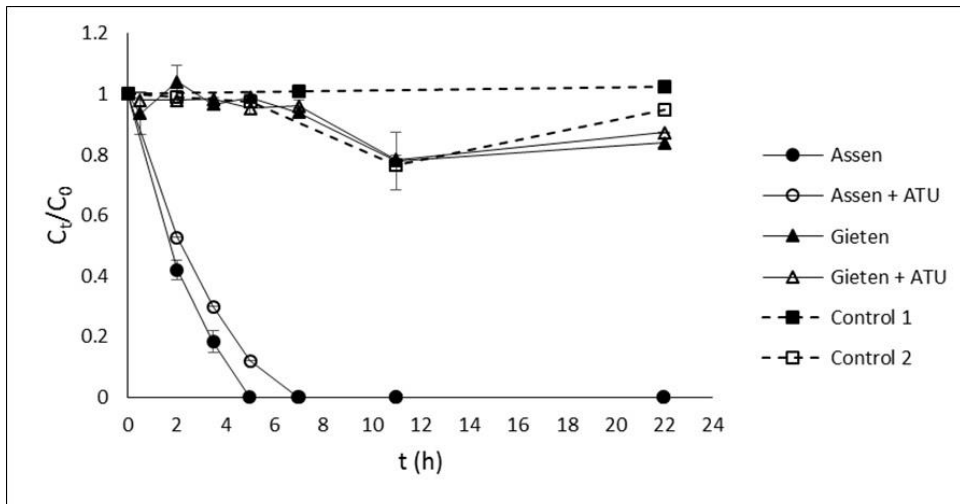
Verwijdering van acesulfaam in rwzi's

In het najaar van 2015 zijn bij zeven RWZI's van de waterschappen Hunze en Aa's en Noorderzijlvest in drie etmaalmonsters een drietal zoetstoffen (acesulfaam, cyclamaat en sacharine) en 13 verschillende geneesmiddelen geanalyseerd. In tegenstelling tot het Zwitserse onderzoek bleek acesulfaam uit het afvalwater te worden verwijderd, tot 99% bij de RWZI Assen. In Gieten werd een relatief lage verwijdering gemeten: gemiddeld 37%. Afbeelding 1 laat zien dat het verwijderingspercentage sterk varieert per RWZI. De vracht acesulfaam in het influent bedroeg bij alle onderzochte locaties circa 15 mg per inwoner per dag.



Afbeelding 1. Verwijdering van acesulfaam bij verschillende RWZI's. Gemiddelde verwijdering en variantie op basis van drie etmaalmonsters (Delfzijl één etmaal), najaar 2015.

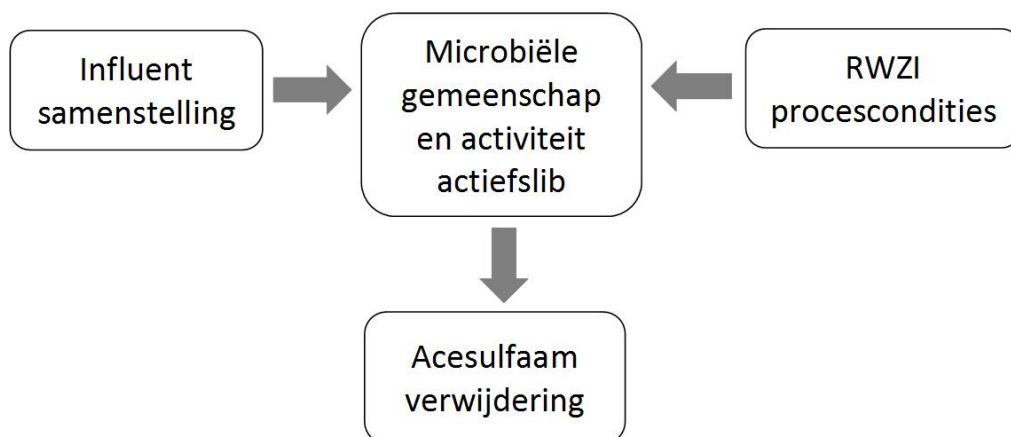
Om het verschil in verwijdering tussen de RWZI's te kunnen duiden is de verwijdering van acesulfaam op laboratoriumschaal nader onderzocht. Daarbij is gebruik gemaakt van influent en actiefslib van Assen en Gieten, de RWZI's met respectievelijk de hoogste en laagste verwijdering van acesulfaam. Influent en actiefslib (4 gram droge stof per liter) zijn in batchexperimenten gemengd bij kamertemperatuur onder aerobe omstandigheden. De verwijdering van acesulfaam werd gevolgd door periodiek een kleine hoeveelheid van actiefslib-afvalwatermengsel te analyseren. De experimenten zijn in duplo uitgevoerd en abiotische controles zijn meegenomen door (1) het niet toevoegen van actiefslib en (2) actiefslib te inactiveren door verhitting en vriesdroging. Ook is de invloed van nitrificatie op de acesulfaamverwijdering onderzocht door in enkele experimenten de nitrificatie te remmen met allylthiourea (ATU). De resultaten van het labonderzoek (afbeelding 2) tonen dat acesulfaam bij Assen snel biologisch wordt omgezet, terwijl bij Gieten de afbraak erg langzaam gaat. Uit de reactiekinetiek kan worden afgeleid dat de afbraak door het actiefslib van RWZI Assen circa 30 keer sneller verloopt dan door het slib van RWZI Gieten. Bij de abiotische controles vond geen afname van de acesulfaamconcentratie plaats. Hieruit valt af te leiden dat de verwijdering van acesulfaam plaatsvindt door biologische omzetting en geen gevolg is van sorptie. Het remmen van de nitrificatie met ATU had geen substantieel effect op de afbraaksnelheid van acesulfaam door actiefslib van RWZI Assen.



Afbeelding 2. Verwijdering van acesulfaam in batchexperimenten met influent en actiefslib van de RWZI's Assen en Gieten. Control 1: zonder slib, control 2: slib na verhitten en vriesdrogen

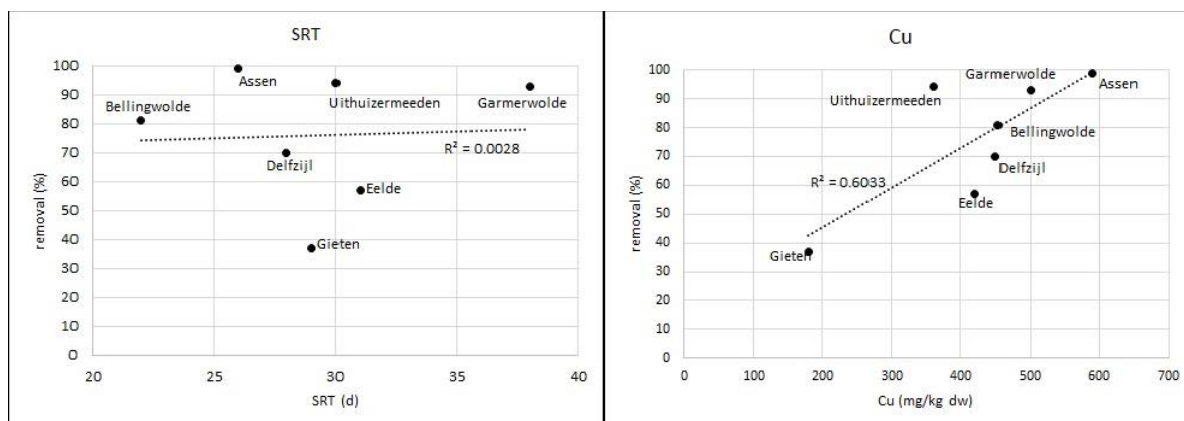
Wat bepaalt het verschil?

Het laboratoriumonderzoek (afb. 2) bevestigt de eerder waargenomen verwijdering in de praktijk (afb. 1): de verwijdering van acesulfaam is sterk locatieafhankelijk. Op basis van 'geen verwijdering' bij tien Zwitserse RWZI's werd eerder geconcludeerd dat acesulfaam persistent is [1], terwijl dit onderzoek het tegendeel bewijst. Ook recent Duits onderzoek heeft aangetoond dat acesulfaam wel degelijk in RWZI's kan worden verwijderd [2]. Maar wat verklaart nu het verschil tussen Assen en Gieten? Zoals geïllustreerd in afbeelding 3 wordt de verwijdering in principe bepaald door de samenstelling en activiteit van de microbiële populatie in het actiefslib. Deze zijn afhankelijk van de RWZI-procescondities (o.a. redoxcondities) en de samenstelling van het afvalwater.



Afbeelding 3. Verwijdering van acesulfaam als resultante van enerzijds de influentsamenstelling en anderzijds de procescondities bij RWZI's

Het ontwerp, de procescondities en de influentsamenstelling van de RWZI's Assen en Gieten verschillen. Assen heeft bijvoorbeeld voorbezinking en slibgisting, Gieten niet. Ook is het aandeel afvalwater afkomstig van industrie in Assen groter dan in Gieten. Een eerste evaluatie geeft aan dat de mate van acesulfaamverwijdering geen verband toont met de slibleeftijd (afbeelding 4, links). Hoewel er een beperkte correlatie lijkt te zijn met het kopergehalte in het slib (afb. 4, rechts), is op dit moment niet duidelijk welke factoren bepalend zijn voor de acesulfaamverwijdering door het actiefslib.



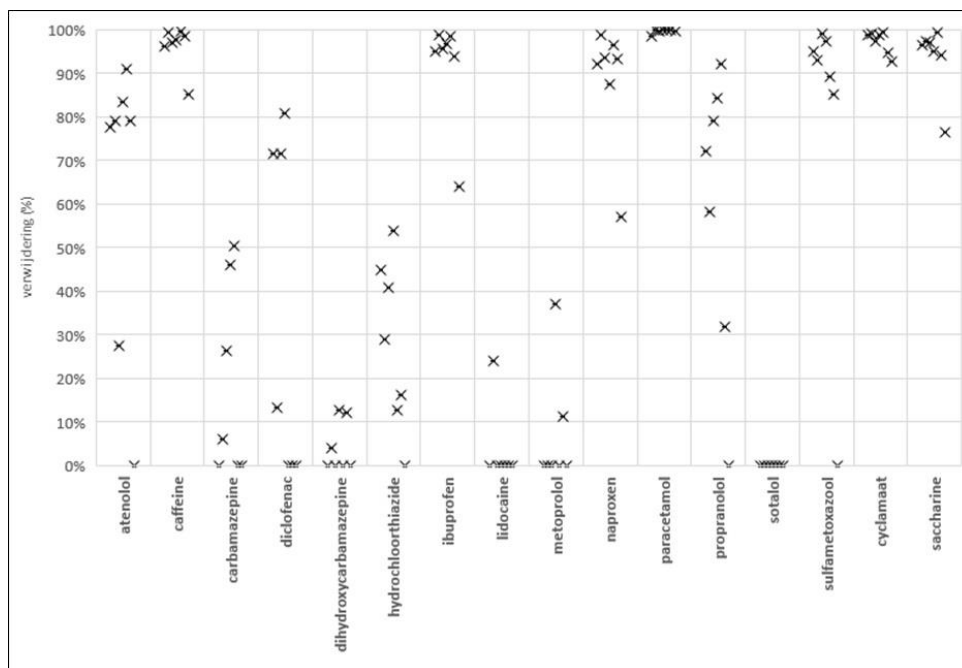
Afbeelding 4. Gemiddelde verwijdering van acesulfaam in relatie tot de slibleeftijd (SRT, links) en het kopergehalte in het slib (Cu, rechts) bij verschillende RWZI's

Analogie met andere microverontreinigingen?

Het grote verschil in acesulfaamverwijdering bij RWZI's werpt nieuw licht op de verwijdering van microverontreinigingen, zoals geneesmiddelen, in actiefslibsystemen. Lokale factoren zijn immers, blijkbaar, bepalend voor de mate van verwijdering van specifieke verontreinigingen. Afbeelding 5 toont de gemiddelde verwijdering van verschillende geneesmiddelen en twee andere zoetstoffen (sacharine en cyclamaat) bij de onderzochte RWZI's. Hieruit blijkt dat de RWZI's verschillend presteren met betrekking tot de verwijdering van bepaalde geneesmiddelen, met name atenolol, carbamazepine, diclofenac, hydrochloorthiazide en propranolol. De verwijdering van geneesmiddelen lijkt dus, evenals die van acesulfaam, mede te worden bepaald door lokale factoren en condities.

Optimalisatie van bestaande RWZI's met nieuwe monitoringstechnieken

Om het verschil in zuiveringsprestaties voor acesulfaam en geneesmiddelen te kunnen verklaren bieden nieuwe DNA-monitoringstechnieken wellicht een uitkomst. Met derde generatie DNA-technieken is de microbiële populatie van actiefslib en influent relatief gemakkelijk zichtbaar te maken [3]. Aanvullend onderzoek is in voorbereiding, waarbij wordt gekeken naar de variatie in verwijderingsrendementen over de tijd. Bovendien wordt getracht de verwijdering van specifieke organische microverontreinigingen in RWZI's te koppelen aan populatie-samenstelling (DNA) en activiteit (RNA) van het actiefslib. Op die manier kan via biologische screening mogelijk inzicht worden verkregen in de factoren en procescondities die bepalend zijn voor de verwijdering van microverontreinigingen. Als dat lukt is verbetering van de verwijdering van organische microverontreinigingen in bestaande RWZI's een stap dichterbij.



Afbeelding 5. Verwijdering van geneesmiddelen en zoetstoffen bij de RWZI's Assen, Gieten, Garmerwolde, Uithuizermeeden, Eelde, Bellingwolde en Delfzijl (elke X representeert een RWZI). Gemiddelde verwijdering op basis van drie etmaalbemonsteringen (Delfzijl een etmaal), najaar 2015

Dankbetuiging

Dank aan Navisan Najia, studente van de Wetsus Academy, voor haar aandeel in het laboratoriumonderzoek in het kader van haar afstudeerstage. Ook dank aan Henk Brink (WMD) en Andrej Fedorovskij (Waterbedrijf Groningen) voor hun bijdrage in de totstandkoming van dit artikel.

Referenties

1. Buerge, I.J., Buser, H.R., Kahle, M., Müller, M.D. and Poiger, T. (2009). Ubiquitous occurrence of the artificial sweetener acesulfame in the aquatic environment: an ideal chemical marker of domestic wastewater in groundwater. *Environ. Sci. Technol.*, 43, 4381–4385.
2. Castronovo et al. (2017). Biodegradation of the artificial sweetener acesulfame in biological wastewater treatment and sandfilters. *Wat. Res.* 110, 342-353.
3. Vos van Steenwijk, A. de, Godschalk, F., Bommel, M. van en Loosdrecht, M. van (2017). Next-generation DNA-monitoringstechnieken voor het nieuwe zuiveren. *H2O-Online*, 9 januari 2017.