

## De theoretische zuurstofvraag van huishoudelijk afvalwater opnieuw bepaald

*Iemke Bisschops, Grietje Zeeman (LeAF), Rien de Ridder (waterschap Zuiderzeeland), Cora Uijterlinde (STOWA)*

**In 2017 is de vuilvracht onderzocht die vanuit huishoudens op het riool wordt geloosd. Het onderzoek bestond uit een meetcampagne, aangevuld met een theoretische analyse. Eerder, in 1985 en 1998, zijn in STOWA-verband vergelijkbare onderzoeken uitgevoerd. De uitkomsten zijn toen als basis gebruikt bij het vaststellen van de gemiddelde zuurstofvraag van één persoon per etmaal. De theoretische analyse komt nu iets hoger uit dan in 1998, maar de uitkomsten van het gecombineerde onderzoek met de bijhorende onzekerheden geven geen aanleiding te twijfelen aan de momenteel gehanteerde zuurstofvraag van 150 gram per persoon per dag als maat voor de vervuilingseenheid.**

Huishoudens en bedrijven betalen via de zuiveringsheffing voor het feit dat ze lozen via de gemeentelijke riolering op een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van het waterschap. Huishoudelijk afvalwater is afkomstig van een woning en is het gevolg van het gedrag van de bewoners. Voor de zuiveringsheffing wordt de zuurstofvraag die benodigd is om via oxidatie de organische stoffen af te breken als basis gebruikt. Momenteel is het uitgangspunt dat per etmaal gemiddeld 150 gram zuurstof nodig is om het door één persoon vanuit huis geloosde afvalwater te zuiveren. Per jaar is dat 54,8 kg zuurstof. Deze hoeveelheid staat gelijk aan één vervuilingseenheid (VE).

De samenstelling van het huishoudelijk afvalwater is voor het laatst gemeten in 1985 en is zowel in 1985 als in 1998 ook bepaald op grond van theoretische beschouwingen [1], [2].

Ons gedrag en onze leefgewoonten veranderen constant. Denk bijvoorbeeld aan het toegenomen gebruik van de afwasmachine in de keuken en aan ons eetgedrag, met meer fastfood en buitenlandse gerechten. Het regelmatig monitoren van de zuurstofvraag is dan ook eigenlijk gewenst, om ervoor te zorgen dat de basis van ons heffingstelsel – de vervuilingseenheid – overeenstemt met de werkelijkheid. Ook geven onderzoeken naar de samenstelling van het afvalwater inzicht in het functioneren van het afvalwatersysteem.

In aanvulling op het bovenstaande is er momenteel ook een onderzoek gaande over een aanpassing van het belastingstelsel (Commissie Aanpassing Belastingstelsel - CAB) met consequenties voor de zuiveringsheffing. Onlangs heeft de CAB hier voorstellen voor geformuleerd. Twee beginselen vormen de basis voor modernisering: (1) de kostenveroorzaker betaalt en (2) de vervuiler betaalt. De kosten hangen direct samen met de samenstelling van het afvalwater. Daarbij komt de wens om de milieubelastende analyses op basis van chemisch zuurstofverbruik (CZV) en stikstof (N-Kjeldahl) te vervangen door de minder milieubelastende analyses op totale organische koostof (Total Organic Carbon, TOC) en N-totaal. Daarnaast wordt naar verwachting fosfaat (P-totaal) als nieuwe component betrokken in de zuiveringsheffing. Deze parameters zijn in dit onderzoek meegenomen.

Verder is de samenstelling van het afvalwater van huishoudens belangrijk voor het fenomeen discrepantie. Discrepantie is de gebruikte term voor het verschil tussen het aantal

vervuilingseenheden dat op een rioolwaterzuiveringsinstallatie wordt gemeten en het aantal dat in rekening wordt gebracht bij de belastingbetalers (huishoudens en bedrijven). Zoals eerder gesteld is de gemiddelde vuillast afkomstig van een persoon per etmaal het uitgangspunt van de bepaling/berekening van de maat 'vervuilingseenheid' (1 VE). Als de vuillast per persoon per etmaal verandert, heeft dat indirect effect op de hoogte van de discrepantie.

Om bovenstaande redenen is de vanuit huis geloosde zuurstofvraag van afvalwater anno 2018 opnieuw bepaald, middels de hier beschreven theoretische analyse en een grootschalige meetcampagne. De resultaten van het meetonderzoek zijn in een separaat artikel beschreven [3].

### **Doel van de theoretische analyse**

Het doel van de theoretische analyse was om vast te stellen wat de dagelijks vanuit huis geloosde vracht afvalwater per persoon is, berekend en beredeneerd op basis van wat er bekend is van de lozingen door de gemiddelde Nederlander. Ook geeft een theoretische analyse informatie voor de interpretatie van meetgegevens aan huishoudelijk afvalwater.

### **Aanpak**

De lozingen van afvalwater vanuit de woning op het riool zijn in kaart gebracht. Dit betreft de vuilvracht aan fysiologische en niet-fysiologische afvalstoffen die als gevolg van de normale huishoudelijke activiteiten met het water geloosd worden: urine, etensresten, vuil uit kleding, shampoo en wasmiddelen, etcetera. Huishoudelijke activiteiten waarbij afvalwater buiten de woning wordt geloosd, zoals het wassen van de auto, vielen buiten de analyse. De vuilvracht is uitgedrukt in zuurstofvraag (CZV en N-Kjeldahl) en P. Afhankelijk van het type lozing zijn de gevonden vrachten gecorrigeerd voor de algemene uithuizigheid van mensen of alleen voor de uithuizigheid als gevolg van vakanties.

In grote lijnen is de indeling van huishoudelijke activiteiten aangehouden die ook in 1985 en 1998 is toegepast, om een vergelijking te kunnen maken met die eerdere onderzoeken. Naast de puur theoretische achtergrond is nu ook informatie opgenomen over in de literatuur gevonden metingen aan gescheiden ingezamelde afvalwaterstromen. Deze aanvullende informatie kan gebruikt worden bij de interpretatie van de gevonden waarden in de huidige theoretische en meetonderzoeken.

Er is zo veel mogelijk gebruik gemaakt van recente Nederlandse bronnen, aangevuld met informatie uit onder andere Duitsland en de Scandinavische landen. Er is informatie gebruikt uit een grote verscheidenheid aan bronnen, waaronder statistische informatie, vak- en wetenschappelijke literatuur, proefschriften en afstudeerverslagen, rapporten van nationale en internationale overheidsinstellingen, jaarverslagen, en internetpagina's.

### **Lozingsgedrag**

Het watergebruik van huishoudens wordt driejaarlijks in detail in kaart gebracht in opdracht van de branchevereniging van drinkwaterbedrijven Vewin. De resultaten worden gepubliceerd in de rapportenserie Watergebruik Thuis [3]. In deze rapporten staat ook informatie over welke fractie van de huishoudens waterverbruikende apparaten bezit (de penetratiegraad) en hoe vaak ze deze op een gemiddelde niet-vakantiedag gebruiken (de gebruiksfrequentie). De penetratiegraden en gebruiksfrequenties zijn bij veel van de lozingsberekeningen als input gebruikt.

Uithuizigheid is een andere factor die invloed heeft op de lozing. De uithuizigheid is bepaald aan de hand van het Tijdsbestedingsonderzoek van het Sociaal Cultureel Planbureau [4] in combinatie met gegevens over de tijd die kinderen gemiddeld op school of opvang zijn [5]. Gemiddeld gezien is een Nederlander 20 procent van de tijd uithuizig. Daarnaast is er uithuizigheid vanwege vakanties. Op basis van CBS-cijfers blijkt dit ongeveer 5 procent van de tijd te zijn. Voor het toilet is een aparte inschatting gemaakt van de uithuizigheid, aangezien uit verschillende studies blijkt dat veel mensen geneigd zijn om zo veel mogelijk thuis het toilet te gebruiken, in plaats van bijvoorbeeld op het werk.

## Resultaten

### **Samenvatting van de gevonden vrachten**

Op basis van de beschikbare gegevens is berekend dat de theoretische totale zuurstofvraag uit huishoudens ongeveer 163 g O<sub>2</sub> persoon per etmaal bedraagt. Tabel 1 geeft een samenvatting van de gevonden waarden voor CZV, N en P, uitgedrukt in de dagelijks per persoon thuis geloosde vracht:

*Tabel 1. Theoretische door huishoudens thuis geloosde vracht. Samenvatting van de resultaten uit de voorgaande hoofdstukken (g/p.d.). Verwaarloosbaar = v.w. Door afronding kan het zijn dat de afzonderlijke getallen niet optellen tot het totaal*

	Totaal verbruik*	O <sub>2</sub> - CZV	N	P
Urine	47	8,6	8,5	Samen 1,2
Ontlasting	36	32	0,9	
Toiletpapier	27	27	v.w.	v.w.
Luiers, incontinentiemateriaal (correctie)	-1,5	-1,0	-0,1	0
Totaal toilet	109	66	9,3	1,2
Persoonlijke verzorging	4,0	3,5	0,1	>0
Textielreiniging	22	21	0,2	>0
Woningverzorging	5,3	5,3	>0	>0
Voedselverzorging	23	23	0,1	>0
Totaal grijs	55	53	>0,4	>0
Totaalvracht	163	119	>9,7	>1,2

\* CZV+4,57xN

De waarde van 163 gram totaal zuurstofverbruik per persoon per etmaal is tot stand gekomen na een zo gedetailleerd mogelijke theoretische analyse van de verschillende soorten huishoudelijke afvalwaterlozingen. Het gaat daarbij om de *gemiddelde* Nederlander. Tussen individuele personen maar ook tussen gezinnen en zelfs hele wijken zijn verschillen in geloosde vrachten te verwachten, als gevolg van verschillen in leeftijd, persoonlijke voorkeuren, opvoeding, opleiding, inkomen, et cetera. Daarnaast zullen momentopnamen ook voor dezelfde persoon grote verschillen laten zien, afhankelijk van bijvoorbeeld de tijd van het jaar en de precieze activiteiten van dat moment.

Voor de interpretatie van de resultaten is het nuttig om een idee te hebben van de bijbehorende bandbreedte. De geraadpleegde bronnen laten echter een zeer grote variatie zien in de herkomst en daarmee ook de betrouwbaarheid van de gepresenteerde getallen. Daarnaast wordt in studies niet gewerkt met 'de gemiddelde Nederlander' maar met een selecte groep. In de meeste gevallen is daarom geen kwantitatief oordeel te geven over de bandbreedte. Waar mogelijk is op basis van expertise een bandbreedte beredeneerd voor de lozing van de theoretische gemiddelde Nederlander (zietabel 2).

Tabel 2. Theoretische door huishoudens thuis geloosde vracht, indicatie van de mogelijke bandbreedtes (g/p.d.). v.w. = verwaarloosbaar. Door afronding kan het zijn dat de afzonderlijke getallen niet optellen tot het totaal

	Totaal verbruik*	O <sub>2</sub> - CZV	N	P
Urine	46 - 49	6,9 - 10	8,5	Samen 1,2
Ontlasting	32 - 36	32 - 36	0,8 - 0,9	
Toiletpapier	27	27	v.w.	v.w.
Luiers, incont.mat. (correctie)	- 1,5	- 1,0	- 0,1	0
<b>Totaal toilet</b>	<b>103 - 110</b>	<b>61 - 68</b>	<b>9,2 - 9,3</b>	<b>1,2</b>
Persoonlijke verzorging	2,0 - 5,9	1,8 - 5,3	0,1 - 0,2	>0
Textielreiniging	14 - 30	14 - 28	0,1 - 0,4	>0
Woningverzorging	5,3	5,3	>0	>0
Voedselverzorging	13 - 23	13 - 23	0,1	>0
<b>Totaal grijs</b>	<b>35 - 65</b>	<b>34 - 62</b>	<b>&gt;0,3 - &gt;0,7</b>	<b>&gt;0</b>
<b>Totaalvracht</b>	<b>138 - 175</b>	<b>95 - 130</b>	<b>&gt;9,5 - &gt;10</b>	<b>&gt;1,2</b>

\* CZV+4,57xN

### Vergelijking met de uitkomsten van de eerdere studies

Tabel 3 geeft een vergelijking tussen de in de huidige studie gevonden waarden voor het totaal zuurstofverbruik en die uit 1998 en 1985.

Tabel 3. Zuurstofverbruik zoals theoretisch berekend in de huidige studie, vergeleken met de waarden uit 1998 en 1985 (g/pers.d). Door afronding kan het zijn dat de afzonderlijke getallen niet optellen tot het totaal

	Huidige studie			1998			1985
	Totaal	CZV	Nkj-O <sub>2</sub>	Totaal	CZV	Nkj-O <sub>2</sub>	Totaal
Urine	47	8,6	39	42	1,6	40	-
Ontlasting	36	32	4,1	43	37	6,2	-
Toiletpapier	27	27	0,0	11	11	0,0	-
Correctie luiers etc.	-1,5	-1,0	-0,5	-	-	-	-
<b>Totaal toilet</b>	<b>109</b>	<b>66</b>	<b>43</b>	<b>96</b>	<b>50</b>	<b>46</b>	<b>76</b>
Pers. verzorging	4,0	3,5	0,5	6,3	4,9	1,4	11
Textielreiniging	22	21	0,9	25	24	0,4	26
Woningverzorging	5,3	5,3	>0,0	4,5	4,5	0,0	5,0
Voedselverzorging	23	23	0,5	17	17	0,2	19
<b>Totaal grijs</b>	<b>55</b>	<b>53</b>	<b>&gt;1,8</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>2,0</b>	<b>61</b>
<b>Totaal</b>	<b>163</b>	<b>119</b>	<b>&gt;44</b>	<b>149</b>	<b>100</b>	<b>48</b>	<b>137</b>

Het totaal zuurstofverbruik komt in de huidige berekening 14 gram hoger uit dan in 1998 en 26 gram hoger dan in 1985. Niet alle opgenomen categorieën vrachten zijn nu hoger. In de tabel is bijvoorbeeld te zien dat de bijdrage van ontlasting qua CZV en N lager uitvalt, terwijl de uitkomst van de berekening van de CZV-vracht van toiletpapier juist hoger is. In onderzoek aan gescheiden ingezamelde huishoudelijke afvalwaterstromen werden overeenkomstige vrachten van 153 tot 167 gram per persoon per dag gevonden.

### Zwart water

In het geloosde zwart water bevinden zich fysiologische en niet-fysiologische afvalstoffen. Aan de hand van berekeningen is besloten om de volgende componenten in de analyse op te nemen: urine, ontlasting, toiletpapier en de vermeden lozing door het gebruik van luiers en incontinentiemateriaal. Schoonmaakmiddelen voor het toilet zijn in de categorie grijs water opgenomen.

Bij het bepalen van de vrachten in ontlasting en urine zijn berekeningen uitgevoerd aan de hand van gegevens over de voedselinname van Nederlanders van verschillende leeftijdscategorieën, kentallen voor verliezen van voedingsstoffen en energie, gemeten hoeveelheden en concentraties van urine en cijfers over gebruik, verkoop en samenstelling van toiletpapier. Ook is er gekeken naar in de literatuur beschikbare getallen. De bepaalde lozingen zijn daarna gecorrigeerd voor de uithuizigheid en de vermeden lozing door luiers en incontinentiemateriaal. Deze laatste bleek minimaal.

### **Grijs water**

De categorie grijs water is opgedeeld in persoonlijke verzorging (lichaamsvuil, verzorgingsproducten), textielreiniging (wasmiddelen, vuil uit wasgoed), voedselverzorging (handafwasmiddelen, machinevaatwasmiddelen, via het riool weggespoelde voedingsresten) en het verzorgen van de woning (huisvuil, schoonmaakmiddelen).

De vrachten van de grijswatercomponenten zijn onder andere berekend aan de hand van verkoop- en gebruikscijfers voor categorieën schoonmaakmiddelen, informatie over het gebruik van verzorgingsproducten, gegevens over de samenstelling van producten, informatie over wat men aan etensresten wegspoelt, et cetera. De grootste bijdrage aan de vrachten in grijs water bleek zoals verwacht te komen van de textielreiniging en de voedselverzorging. Voor de P-vracht van de verschillende stromen geldt dat de beschikbare gegevens leidden tot verwaarloosbaar kleine theoretische waarden, of dat er geen kwantitatieve informatie beschikbaar was.

### **Ongewenste lozingen**

In de praktijk lozen huishoudens veel zaken op het riool die daar niet in thuishoren. Dit blijkt uit waarnemingen in de riolering, bij de rwzi's en uit onderzoeken naar rioolgebruik. Het gaat om een grote variatie aan ongewenste lozingen, waaronder schoonmaakdoekjes, frituurolie en -vet, maandverband, condooms en verfresten. Er zijn verschillende rapporten gevonden met getallen over dit soort lozingen, maar geen van alle gaf inzicht in wat er gemiddeld gezien verwacht zou kunnen worden. Het valt daarom niet aan te geven in welke mate deze lozingen de gemiddelde vracht uit huishoudens vergroten. Het betreft ook vaak incidentele lozingen. Men verft bijvoorbeeld niet elke dag zijn huis. Wanneer uitzonderlijke waarden gevonden worden tijdens meetcampagnes kunnen ongewenste lozingen mogelijk wel (deel van) de verklaring zijn.

### **Beschouwing**

De theoretische waarde voor het dagelijkse zuurstofverbruik in het afvalwater van een gemiddelde Nederlander komt uit op 163 gram O<sub>2</sub> per persoon, met een indicatieve bandbreedte van 138 tot 175 gram. De huidige gebruikte waarde voor de vervuilingseenheid, 150 gram O<sub>2</sub> per persoon per dag valt binnen deze bandbreedte.

Ten opzichte van de voorgaande keren dat de zuurstofvraag theoretisch is bepaald, komt de waarde van 163 g/p.d. hoger uit: in 1998 was de theoretische vracht 149 g/p.d, in 1985 werd 137 g/p.d gevonden. De eerder gevonden vrachten vallen wel binnen de indicatieve bandbreedte, of maar net erbuiten. In onderzoek aan gescheiden ingezamelde huishoudelijke afvalwaterstromen werden overeenkomstige vrachten van 153 tot 167 g/p.d. gevonden.

Van de verschillende categorieën geloosde stoffen geven de voedselverzorging en de textielreiniging de grootste onzekerheid in de vrachten, meer specifiek de via het riool weggespoelde voedselresten en het uit het wasgoed afkomstige vuil. Praktisch onderzoek (metingen) aan deelstromen was in de huidige studie niet voorzien. Met het oog op een toekomstige herhaling van deze theoretische analyse, is het aan te raden om in praktische onderzoeken naar dit soort stromen ook de zuurstofvraag mee te nemen.

De volledige rapportage van het theoretische onderzoek is via de website van de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) te downloaden:

<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202018/STOWA%202018-41%20zuurstofanalyse.pdf> (rapportnummer 2018-41).

Dit onderzoek is begeleid door een commissie. In deze commissie zaten naast de auteurs van dit artikel Bonnie Bult (Wetterskip Fryslân), Erik van den Berg (waterschap Vallei en Veluwe), Willie van den Berg (Waterproef), Rudy te Braak (Gemeenschappelijk Belastingkantoor Lococensus-Tricijn), Tony Flaming (waterschap De Dommel), Hans Mollen (waterschap Brabantse Delta) en Marcel Zandvoort (Waternet).

### Referenties

1. Groot-Marcus, J.P. & Hesselmans, G.P.P.M. (1985) De zuurstofvraag van huishoudelijk afvalwater - Berekening uit productie- en verbruiksgegevens. Stora.
2. Wijst, M. van der & Groot-Marcus, A.P. (1998) Huishoudelijk afvalwater - Berekening van de zuurstofvraag. STOWA.
3. Telkamp, P., Bulk, J. van den, Ridder, R. de, Uiterlinde, C., Regoort, P. (2018). De zuurstofvraag van huishoudelijk afvalwater opnieuw bepaald. *H2O-Online*, 17 oktober 2018.
4. Thiel, L. van (2014) *Watergebruik Thuis 2013*. TNS NIPO.
5. Cloin, M., et al. (2013). *Met het oog op de tijd - Een blik op de tijdsbesteding van Nederlanders*. Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag.
6. Ministerie van Sociale Zaken Werkgelegenheid (2016). *Cijfers kinderopvang eerste en tweede kwartaal 2016*.