

**Emissieschattingen Afvalwater
EmissieRegistratie**

**Effluenten RWZI's,
regenwaterriolen, niet
aangesloten riolen,
overstorten en IBA's**

Versie juni 2020

Op actualiteit gecontroleerd: januari 2026

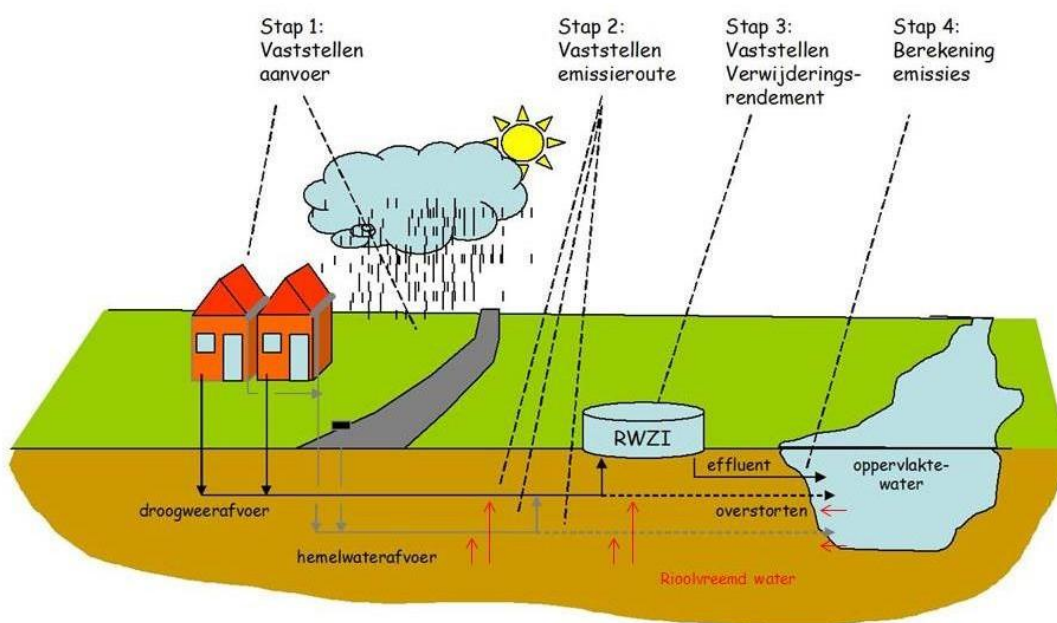
De gepresenteerde methode voor emissieberekening van de genoemde emissieoorzaken in deze factsheet is actueel, maar vanaf 2017 worden de nieuwe emissiecijfers niet meer toegevoegd. Ga voor de meest recente emissiecijfers naar de website van EmissieRegistratie (www.emissieregistratie.nl).

Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's

1 Omschrijving emissiebron

Het stelsel van riolen en rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) in Nederland vangt vervuilde waterstromen op en behandelt deze zodanig dat de kwaliteit geschikt is voor lozing op het oppervlaktewater. Het verwijderingsrendement voor alle stoffen is hierbij niet 100%; vandaar dat lozingen uit dit stelsel bijdragen aan de belasting van het oppervlaktewater. Deze factsheet bevat een rekenmethode voor de emissies ten gevolge van effluenten van RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, lozingen (o.a. uit overstorten) en individuele behandeling van afvalwater (IBA's). Deze factsheet beschrijft de methode van kwantificeren van een groot aantal stoffen, met uitzondering van de stoffen N-totaal, P-totaal, arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink in het effluent van de RWZI's. De kwantificering van de emissies van deze stoffen is gebaseerd op daadwerkelijke metingen en wordt in een andere factsheet beschreven [1].

Regenwater en afvalwater van huishoudens, winkels en bedrijven wordt verzameld door het lokale rioleringsstelsel, voor het merendeel afgevoerd naar de RWZI en daar verder verwerkt. Het effluent wordt geloosd op het oppervlaktewater. Bij sterk verhoogde regenval kan het systeem tijdelijk worden overbelast en wordt water via overstorten geloosd op het oppervlaktewater. Onderstaande figuur geeft een schets van een rioleringsstelsel en de stappen die onderscheiden kunnen worden bij het kwantificeren van de emissies.



Figuur 1: Emissies uit de afvalwaterketen en de berekening daarvan

In de praktijk worden allerlei varianten toegepast op de situatie zoals geschetst in Figuur 1, waarbij hemelwater en droogweerafvoer hetzij in gescheiden systemen of in eenzelfde systeem worden verwerkt en er al dan niet sprake van overstorten is. Wat betreft de vrijvervalriolering (die het grootste deel van de afvalwaterstroom voor zijn rekening neemt) kan onderscheid worden gemaakt tussen gemengde, gescheiden en verbeterd gescheiden rioleringen met de volgende kenmerken:

- **Gemengd:**
 - Afvalwater- en hemelwaterafvoer in één systeem;
 - In geval van een grotere hydraulische aanvoer dan afvoercapaciteit naar de RWZI vindt lozing via overstorten plaats, al dan niet voorzien van randvoorzieningen (bergbezinkbassins);

- Gescheiden:
 - Afvalwater- en hemelwaterafvoer via separate systemen;
 - Hemelwaterriolering voert via hemelwateruitlaten direct af naar het oppervlaktewater;
- Verbeterd gescheiden (VGS):
 - Afvalwater- en hemelwaterafvoer via separate systemen;
 - Hemelwater wordt primair afgevoerd naar de RWZI; bij een grotere hydraulische aanvoer dan afvoercapaciteit naar de RWZI vindt lozing via hemelwateruitlaten (overstorten van verbeterd gescheiden stelsel, in dit rapport verder beschouwd als hemelwateruitlaten) plaats;

De emissiebronnen worden binnen de landelijke EmissieRegistratie toegekend aan de doelgroep riolering en afvalwaterzuivering.

De factsheet geeft een beknopte beschrijving van de werkwijze. In het achtergronddocument [37] behorende bij deze factsheet staat een uitgebreidere beschrijving.

2 Toelichting berekeningswijze

De wijze waarop de emissies van deze bron worden gekwantificeerd, wijkt af van de manier waarop de emissies voor de meeste andere bronnen in de EmissieRegistratie worden gekwantificeerd (meestal is de uiteindelijke emissie het product van een emissieverklarende variabele (EVV) en een emissiefactor). In dit geval gebeurt de bepaling in een aantal stappen (zie ook figuur 1):

1. De input voor de berekening is de vervuilingsvracht op het rioleringsstelsel. Deze informatie is afkomstig van de bronnen uit de EmissieRegistratie voor zowel diffuse als puntbronnen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen vervuilingsvracht via de volgende aanvoertypen:
 - Hemelwaterafvoer van daken (hwa-dak)
 - Hemelwaterafvoer van wegen (hwa-weg)
 - Hemelwaterafvoer van zowel daken als wegen (hwa-beide)
 - Droogweerafvoer van huishoudens (dwa-hh)
 - Droogweerafvoer van overige bronnen (dwa)
 - Rioolvreemd water (rv)
2. Vervolgens wordt de wijze vastgesteld waarop de vervuiling door de afvalwaterketen verder wordt verwerkt en welk deel van de vervuiling via welke route op welke plaats terecht komt. De verdeling van de vervuiling over de routes binnen de afvalwaterketen is gebaseerd op een hydraulisch model.
3. Binnen de afzonderlijke onderdelen van de afvalwaterketen vinden processen plaats waardoor stoffen verwijderd worden. Dit zijn de zuiveringsrendementen van de RWZI, maar ook de verwijdering door reiniging van straatkolken, rioolbuizen en gemalen.
4. Ten slotte wordt de emissie van stof i op punt j uiteindelijk berekend als

$$E_{i,j} = \sum A_{i,s} B_{j,s} (1 - Eff_{i,j})$$

Waarbij

$E_{i,j}$ = de emissie van stof i via emissieroute j (in kg/jr)

s = het aanvoertype (hwa-dak, hwa-weg, hwa-beide, dwa-hh, dwa, rv)

$A_{i,s}$ = de afvoer van stof i via het rioleringssysteem voor aanvoertype s (in kg/jr)

$B_{j,s}$ = het deel van de vervuiling van afvoertype s dat plaats j bereikt (in %)

$Eff_{i,j}$ = de verwijdering van stof i via emissieroute j (in %)

De hoofdstukindeling van deze factsheet is op deze manier van kwantificeren aangepast en wijkt dus af van de meeste andere factsheets voor diffuse bronnen.

3 Aanvoer van vervuiling aan het rioleringsstelsel ($A_{i,s}$)

De EVV wordt gevormd door de aanvoer op de afvalwaterketen van emissies van huishoudens en industrie naar de afvalwaterketen en het deel van de overige diffuse bronnen dat via het rioleringsstelsel wordt geëmitteerd. Daarnaast zorgt de afvalwaterketen zelf voor een extra bron doordat grondwater via lekkende rioleringen, of oppervlaktewater via overstorten en hemelwateruitlaten in

de afvalwaterketen terechtkomt en uiteindelijk met verontreinigingen op het oppervlaktewater wordt geloosd. Deze bron van inlopend grondwater en oppervlaktewater wordt rioolvreemd water genoemd.

Tabel 1 geeft een overzicht van relevante bronnen en het aanvoertype per bron. De indeling voor de vervuilingsvracht genoemd in paragraaf 2 wordt hiervoor aangehouden.

Al deze bronnen zijn vastgesteld en de methode van vaststellen is vastgelegd in de reeks factsheets Emissieschattingen Diffuse Bronnen van RWS Water, Verkeer en Leefomgeving. Echter, tijdens de werkzaamheden voor de update van voorliggende factsheet zijn verschillende inhoudelijke verbeterpunten geconstateerd ten aanzien van deze vaststellingen. Daarom zijn voor diverse bronnen op basis van beschikbare metingen voorlopige correctie-emissies toegevoegd; deze zijn gegeven in bijlage 5. Deze zijn deels gebaseerd op fitten van de modeluitkomsten op beschikbare metingen van de emissies naar de RWZI (influent) en de emissies uit hemelwateruitlaten (op basis van concentratiemetingen, [2]).

Voor de bron rioolvreemd water is gebruik gemaakt van rekenconcentraties die zijn gebaseerd op de RIVM-rapportage "De kwaliteit van ondiep en middeldiep grondwater in Nederland" [2].

Tabel 1: Overzicht van bronnen die lozen op de afvalwaterketen

Emissieoorzaak	Emissieverklarende variabele	Naar afvalwaterketen [%]	Aanvoer-type
Afspoeling verharding	Gebruik bestrijdingsmiddelen op verhard	60	hwa-weg
Afspoeling verharding	Gebruik bestrijdingsmiddelen op onverhard		hwa-weg
Vuurwerk	Hoeveelheid afgestoken vuurwerk	10*	hwa-beide
Depositie	Emissie naar lucht naar verhard oppervlak	100	hwa-beide
Bandenslijtage	Verkeersprestatie bebouwde kom	60	hwa-weg
Remslijtage	Verkeersprestatie bebouwde kom	60	hwa-weg
Wegdekslijtage	Verkeersprestatie bebouwde kom	60	hwa-weg
Lekkage motorolie	Verkeersprestatie bebouwde kom	100	hwa-weg
Corrosie gegalaniseerd staal en bladzink	Blootgesteld oppervlak bladzink:		
	# zinken daken/dakgoten woningen	100	hwa-dak
	# zinken daken utiliteitsbouw	70	hwa-dak
	Blootgesteld oppervlak gegalaniseerd staal:		
	# in tuinbouwkassen	45	hwa-dak
	# staal van bouten en moeren	70	hwa-beide
	# constructies, skeletten, loodsen en gevels	70	hwa-beide
	# overige toepassingen, hekwerken e.d.	70	hwa-beide
	# straatmeubilair	70	hwa-weg
	# transport, trailers en aanhangers	70	hwa-weg
	# vangrails in de wegenbouw		hwa-weg
Loden stroken en slabben woningen en utiliteitsbouw	Blootgesteld oppervlak loden stroken en slabben:		
	# woningen	100	hwa-dak
	# utiliteitsbouw	70	hwa-dak
Roestvast staal industrie	Blootgesteld oppervlakte roest vast staal	20	hwa-beide
Corrosie waterleidingen kantoorgebouwen	Oppervlak kantoorgebouwen in Nederland	100	dwa-ov
Slijtage stroomafnemers en bovenleidingen spoorwegen	Elektriciteitsverbruik:		
	# tram	70	hwa-weg
	# trein		n.v.t.
Industrie	-	100	dwa-ov
Bijschatting industrie	-	100	dwa-ov
Lozingen vanuit tandartspraktijken	Lozingen vanuit tandartspraktijken	100	dwa-ov
Huishoudelijk afvalwater	Huishoudelijk afvalwater	100	dwa-hh
Rioolvreemd water	Rioolvreemd water	100	rv

* Deze verdeling is aangepast ten opzichte van de factsheet Afsteken vuurwerk. De daar genoemde emissie naar de riolering is een duidelijke overschatting.

4 Wijze van verwerking ($B_{j,s}$)

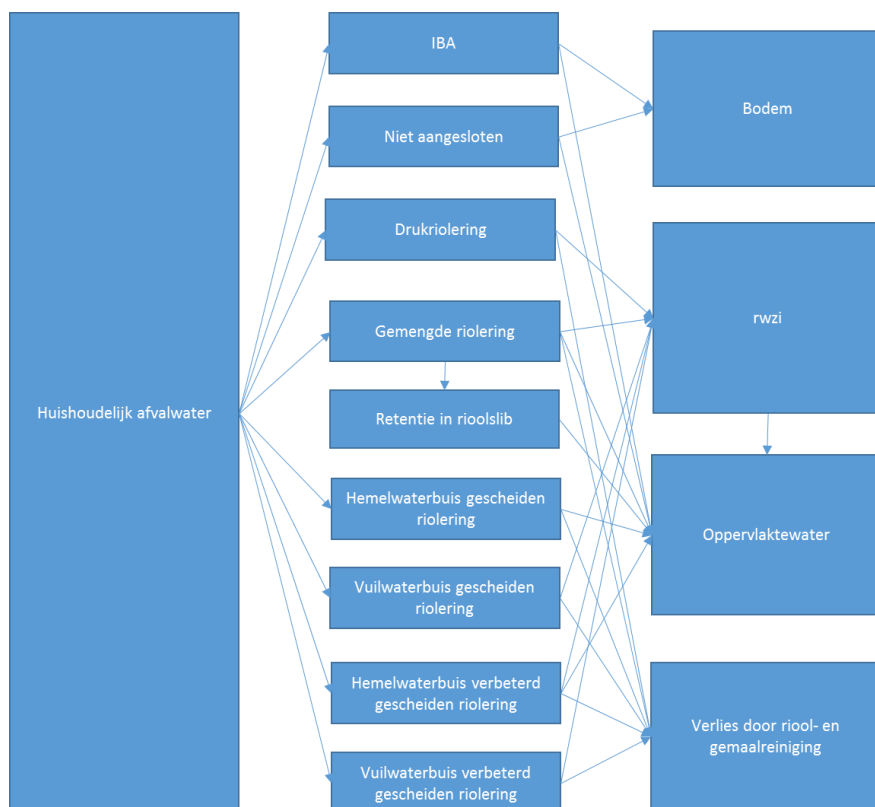
De wijze waarop de vervuiling door de afvalwaterketen verder wordt verwerkt en welk deel van de vervuilingsoverlast op welke plaats terecht komt, wordt bepaald door welk deel van de waterafvoer is aangesloten op welk type riolering. Hier worden de volgende typen onderscheiden:

- Gemengde riolering (inclusief de zogenaamde 'verbeterd gemengde' stelsels, voorzien van een bergbezinkvoorziening);
- Gescheiden riolering, vuilwaterstelsel;
- Gescheiden riolering, hemelwaterstelsel;
- Verbeterd gescheiden riolering (VGS), vuilwaterstelsel;
- Verbeterd gescheiden riolering (VGS), hemelwater;
- Mechanisch gerioleerd (drukriolering in het buitengebied);
- Individuele behandeling afvalwater (IBA);
- Niet aangesloten (ongezuiverd gerioleerd en directe lozingen).

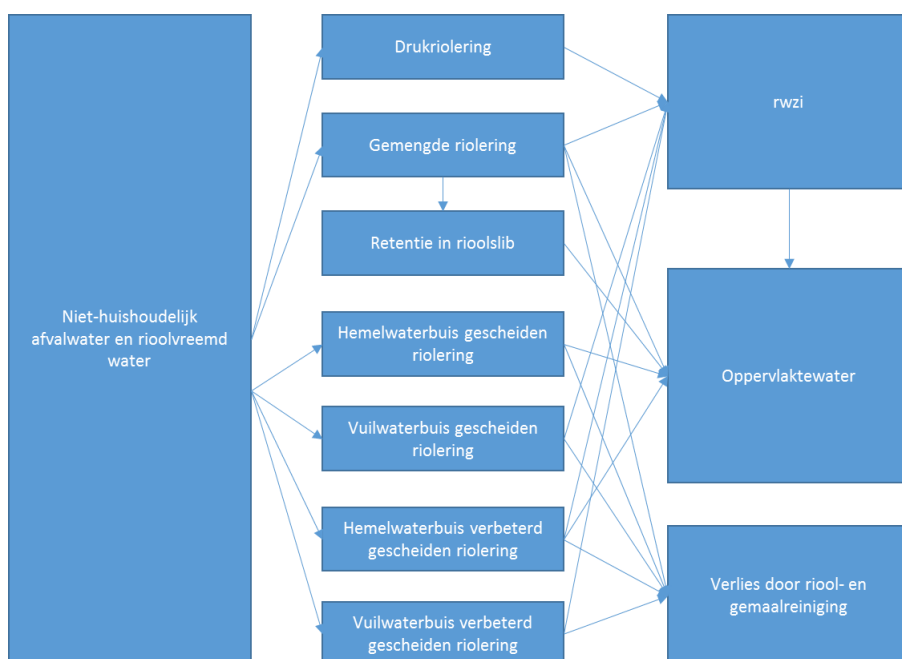
Schematisch zijn de routes weergegeven in Figuur 2 voor aanvoertype droogweerafvoer van huishoudens (dwa-hh). Aanvoertype dwa-hh maakt gebruik van alle routes, inclusief IBA's en ongezuiverd gerioleerde lozingen. Binnen het rioolstelsel komen ook foutaansluitingen voor. Door deze foutaansluitingen zit ook een deel van het afvalwater aangesloten op hemelwaterrioleringen. Van overig (industriële, bedrijfsmatig) afvalwater wordt aangenomen dat de fracties individueel behandeld en ongezuiverd gerioleerd verwaarloosbaar klein zijn. In tegenstelling tot de aanname in de eerdere factsheet zijn bedrijven wel aangesloten op mechanische riolering (drukriolering). Dit is schematisch weergegeven in Figuur 3. Dezelfde routes gelden voor rioolvreemd water.

Voor aanvoertype hemelwaterafvoer (hwa-dak, hwa-weg, hwa-beide) is weergegeven in figuur 4. Hemelwater is in principe alleen aangesloten op vrijvervalriolering, dus gemengd en (verbeterd) gescheiden. Er wordt niet gerekend met verdamping als emissieroute. Verdamping levert wel een hydraulisch verlies op, maar heeft vrijwel geen effect op de hoeveelheid verontreiniging omdat het verdampte water zo goed als geen verontreinigingen meeneemt. De netto neerslag (afstromend hemelwater minus verdamping) van aangesloten daken (hwa-dak) zit volledig op de riolering. Hemelwater dat van wegooppervlakken afstroomt (hwa-weg), zal voor een deel infiltreren in het wegooppervlak (open verharding, zoals klinkerbestrating) en in de goten. Aangenomen is dat de kwaliteit van het water dat in de ondergrond infiltreert gelijk is aan de kwaliteit van het water dat de straatkolken binnenkomt. Door infiltratie verdwijnt dus water en tevens de door het water meegevoerde verontreinigingen. In de straatkolken treedt geen hydraulisch verlies op, maar er blijft wel sediment met daaraan verontreinigingen achter. Dit sediment wordt (jaarlijks) verwijderd door reiniging en op die manier uit het systeem gehaald. Voor aanvoertype hwa-beide geldt dat een deel via daken en een deel via wegen de riolering binnenkomt. De verhouding tussen op de riolering aangesloten dakoppervlak en wegooppervlak is ongeveer 50%/50% (zie tabel 2). Omdat verder geen gegevens beschikbaar zijn over de verdeling van aanvoertype hwa-beide over beide routes, is aangenomen dat deze verhouding ook 50%/50% is.

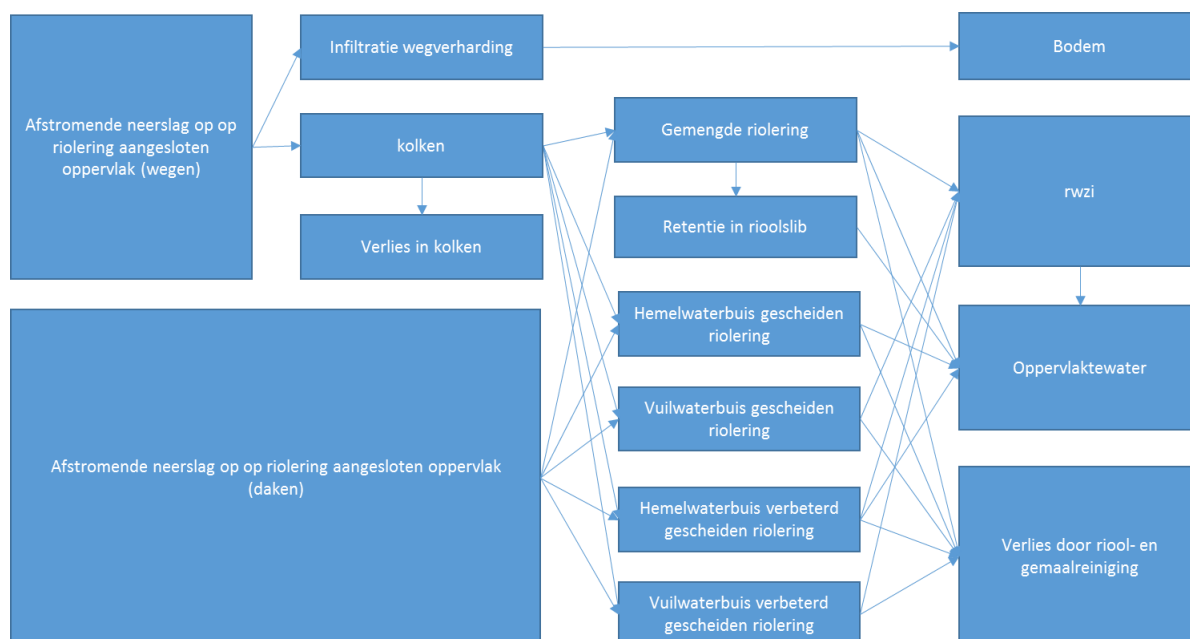
Tabel 2 geeft de uitgangspunten weer van het hydraulische model dat ten grondslag ligt aan de bepaling van de hoeveelheid rioolvreemd water en de verdeling van de emissieoverlast over de routes binnen de afvalwaterketen. Door veranderingen en verbeteringen in de infrastructuur van de afvalwaterketen is de verdeling in de loop van de tijd niet constant en zal regelmatig geupdate moeten worden. In tabel 2 zijn de rekenwaarden per 1-1-2014 weergegeven. De daaruit volgende percentages voor de verschillende routes staan in deze factsheet weergegeven voor het jaar 2018.



Figuur 2: Routes binnen de afvalwaterketen voor aanvoertype droogweerafvoer van huishoudens (dwa-hh)



Figuur 3: Routes binnen de afvalwaterketen voor aanvoertypen droogweerafvoer van overige bronnen en rioolvreemd water (dwa-ov en rv)



Figuur 4: Routes binnen de afvalwaterketen voor aanvoertypen hemelwaterafvoer via daken en wegen (hwa-dak, hwa-weg en hwa-beide)

Tabel 2: Uitgangspunten hydraulisch model

Grootheid	Eenheid	Waarde 1-1-2014	Toelichting
Aantal inwoners	#	16.829.289	CBS, [4]
Aantal huishoudens (aantal woningen)	#	7.590.000	CBS, [4]
% huishoudens in stedelijk gebied t.o.v. totaal in Nederland	%	65,8%	Stedelijk gebied conform CBS-indeling 'Zeer sterk stedelijk', 'Sterk stedelijk' en 'Matig stedelijk' [5]
% huishoudens in landelijk gebied t.o.v. totaal in Nederland		34,2%	Landelijk gebied conform CBS-indeling 'Weinig stedelijk' en 'Niet stedelijk' [5].
Aansluitgraad droogweerafvoer van huishoudens	%		Op basis van getallen Benchmark Riolering 2010 [6] en 2013 [7]. Aanname: verschillen tussen 2010 en 2013 zijn lineair geëxtrapoleerd naar 2014. Aanname verdeling IBA en ongezuiverd gerioleerd: 2/3 naar oppervlaktewater en 1/3 naar bodem (ongewijzigd t.o.v. factsheet mei 2020). Wat betreft overige droogweerafvoer (dwa-ov) is dezelfde verhouding aangenomen, maar zonder IBA of ongezuiverd gerioleerd.
... Gemengd		67,9%	
... Gescheiden vuilwater		20,5%	
... Gescheiden hemelwater		0,4%	
... Verbeterd gescheiden vuilwater		6,6%	
... Verbeterd gescheiden hemelwater		0,1%	
... Mechanisch gerioleerd		3,9%	
... IBA		0,3%	
... Ongezuiverd gerioleerd		0,3%	
Aansluitgraad op vrijvervalriolering		95,5%	Gemengd+Gescheiden+Verbeterd gescheiden
... in stedelijk gebied		100%	Aanname: geen IBA of drukriool in de stad
... in landelijk gebied		86,8%	$100\% \cdot 65,8\% + 34,2\% \cdot 86,6\% = 95,4\%$
Foutaansluitingengraad:	%		Aanname. Percentage varieert in diverse onderzoeken tussen 0% en 5%.
... vuilwater op hemelwaterbuis		2%	
... hemelwater op vuilwaterbuis		2%	
Verharding daken en wegen in stedelijk gebied	km ²	1718	Op basis van GIS-analyse [5]. Aanname: jaarlijkse toename gelijk aan bevolkingsgroei.
... Daken		515	
... Asfaltwegen		266	
... Klinkerbestrating		312	
... Privaat verhard		625	
Aansluitingsgraad stedelijke verharding op vrijvervalriolering	%		Schatting daken en wegen 10% afgekoppeld; toegangswegen en autosnelwegen (geschat 30%) niet op riolering; privaat verhard (tuinverharding) klein deel aangekoppeld. Uit deze verhouding volgt een aangesloten oppervlak van 19% van het totale stedelijke gebied, ofwel 193 m ² per woning. Dakverharding 48%, wegverharding 52%.
... Daken		90%	
... Asfaltwegen		70%	
... Klinkerbestrating		90%	
... Privaat verhard		5%	
Totaal op riolering aangesloten oppervlak in stedelijk gebied	km ²	962	$90\% \cdot 515 + 70\% \cdot 266 + 90\% \cdot 312 + 5\% \cdot 625$

Grootheid	Eenheid	Waarde 1-1-2014	Toelichting
Factor gemiddeld aangesloten oppervlak per woning landelijk gebied t.o.v. stedelijk gebied	-	1,3	Evenredig verondersteld met verhouding buislengte vrijvervalriolering per woning kleine/ grote gemeentes [7].
Totaal op riolering aangesloten oppervlak in Nederland	km ²	1.527	Volgt uit aangesloten oppervlak in stedelijk + landelijk gebied. $962 + 1,3 * (34,2\% / 65,8\%) * 86,6\% * 962$ Over heel Nederland gelijk aan 201 m ² per woning.
Oppervlakteverdeling naar type vrijvervalriolering ... Gemengd ... Gescheiden ... Verbeterd gescheiden	%	66,9% 24,9% 8,1%	Op basis van lengte hemelwaterriolering en gemengde riolering 2010 [6] en 2013 [7]. Aanname: verschillen tussen 2010 en 2013 zijn lineair geëxtrapoleerd naar 2014.
Buislengteverdeling naar type vrijvervalriolering ... Gemengd ... Gescheiden vuilwaterbuis ... Gescheiden hemelwaterbuis ... Verbeterd gescheiden vuil- ... Verbeterd gescheiden hemel-	km	96.818 51.067 15.525 19.004 5.008 6.213	Op basis van buislengteverdeling 2010 [6] en 2013 [7]. Aanname: verschillen tussen 2010 en 2013 zijn lineair geëxtrapoleerd naar 2014.
Jaarlijkse neerslag	mm	855	KNMI-jaaroverzicht [8]
Verdamping vanaf aangesloten verhard oppervlak als percentage van jaarlijkse neerslag	%	24%	Uit onderzoeken [5], [9], [10], [11] volgen percentages in de range 20% - 29%. Aanname: vast percentage t.o.v. neerslag vanwege sterke correlatie neerslag/ verdamping in stedelijk gebied [10]
Infiltratie wegverharding als percentage van jaarlijkse netto neerslag (neerslag minus verdamping)	%	42%	Uit langjarig onderzoek op twee locaties in Lelystad [9] volgen percentages van resp. 38% en 45%.
Afstromingscoëfficiënt naar de riolering	% mm	59% 509	neerslag-verdamping-infiltratie $(1-24\%-42\%*52\%*(1-24\%))*776,7$ mm
Afvoer hemelwater naar oppervlaktewater via overstort ... Gemengd ... Verbeterd gescheiden (VGS)	%	6,2% 32%	Op basis van standaard ontwerpuitgangspunten m.b.t. berging en pompovercapaciteit (poc): Gemengd 9 mm berging, 0,7 mm/h poc VGS 4 mm berging, 0,3 mm/h poc Genoemde percentages zijn uitkomsten van een bakmodelberekening met de tienjaarneerslagreeks van KNMI De Bilt [12].
Afvoer vuilwater (dwa-hh, dwa-ov) naar oppervlaktewater via overstort en hemelwateruitlaat ... Gemengd ... Verbeterd gescheiden (geloosd aandeel van 2% foutaansluitingen) ... Gescheiden (geloosd aandeel van 2% foutaansluitingen)	%	0,3% 0,8% 100%	Uitgangspunt: hoeveelheid geloosd vuilwater is evenredig met de duur dat de overstort werkt, minus het aandeel dat in diezelfde tijd door het gemaal wordt afgevoerd. Gemengd: op basis van metingen van daadwerkelijke overstortduur [13]. 0,56% van de tijd (49 uur) overstortingen. 7% van 462 mm stort over; 0,7 mm/h wordt via pomp verwerkt. $0,56\% * 29 / (34 + 29) = 0,3\%$. Verbeterd gescheiden: op basis van modelberekening. Lozingsduur 0,96% (84 uur); afvoer door pomp 0,4mm/h = 34 mm; afvoer via overstort 32% van 462. $0,96\% * 148 * (34 + 148) = 0,8\%$ Volledig gescheiden: 100% gaat via hemelwateruitlaat
Drinkwaterlevering	m ³	1.124.000.000	VEWIN [14]
Verschil drinkwaterlevering en afvalwaterproductie (verlies)	%	10%	Bijvoorbeeld tuinsproeien en verdamping uit wasgoed, verlies bij bedrijven [15]
Totale hydraulische belasting op RWZI's, waarvan: ... afstromend hemelwater ... afvalwater ... rioolvreemd water	m ³	1.841.316.000 522.285.065 961.200.000 357.830.935	CBS [4] afstromend via gemengde, gescheiden, verbeterd gescheiden oppervlakken: $462 * 1.526 * (67,2\% * 93,8\% + 24,8\% * 2\% + 8,1\% * 68\%)$ Drinkwater-10% verlies: 1.124.000.000 - 112.400.000 Restpost: 1.841.316.000 - 522.285.065 - 961.200.000

Uit de uitgangspunten in tabel 2 volgt een aangesloten oppervlak per woning (inclusief openbaar terrein en bedrijventerreinen) van gemiddeld ongeveer 200 m². Dit komt overeen met schattingen van RIONED [7].

De restpost hoeveelheid rioolvreemd water voor de typen die afvoeren naar de RWZI (gemengde riolering, de vuilwaterriolering van de gescheiden stelsels en de vuilwater- en hemelwaterriolering van verbeterd gescheiden stelsels) volgt uit het verschil tussen de totale hydraulische belasting en de som van de hoeveelheid naar de RWZI afgevoerde neerslag en ontvangen afvalwater. In 2014 is deze berekend op 357.830.935 m³. Hieruit kan de hoeveelheid rioolvreemd water op de gescheiden hemelwaterriolering bepaald worden volgens de volgende berekening. De totale buislengte van deze stelsels is 96.818 km. Aangenomen is dat de hoeveelheid rioolvreemd water evenredig is verdeeld over de buislengte ($357.830.935 / 96.818 \text{ km}$, bijna 3700 m³/km/jr) en dat de hoeveelheid rioolvreemd water op de gescheiden hemelwaterriolering (die niet afvoert naar de RWZI) per buislengte even groot is. De buislengte van de hemelwaterriolering van de gescheiden stelsels is ruim 19.000 km; de hoeveelheid rioolvreemd water op de hemelwaterriolering wordt $3.700 \times 19.000 = 70.237.137 \text{ m}^3$. De totale hoeveelheid rioolvreemd water wordt daarmee 428.068.0720 m³, ofwel 280 mm over het aangesloten oppervlak, en maakt daarmee voor 19% deel uit van de totale waterbalans van de keten.

Rioolvreemd water is voor een gedeelte water dat infiltreert in lekke rioolbuizen. De omgekeerde route is ook mogelijk: exfiltratie naar de bodem. Infiltratie in de buis vindt plaats bij grondwaterstanden boven de buis; exfiltratie naar de bodem kan plaatsvinden bij lage grondwaterstanden. Hydraulisch gezien is de hoeveelheid exfiltratie veel kleiner dan de hoeveelheid rioolvreemd water. De schattingen variëren zeer, maar voor de Nederlandse situatie lijkt ongeveer 25 mm op jaarbasis (bijna 2% van de totale waterbalans) het maximum, wellicht is de omvang zelfs een orde van grootte lager [16]. Landelijk gemiddeld zal het percentage lager liggen dan 1%, omdat exfiltratie in grote delen van Nederland überhaupt niet voorkomt. Omdat over de omvang van de exfiltratie geen consistente (meet)gegevens beschikbaar zijn, is aangenomen dat deze emissie nihil is en is deze route niet weergegeven in figuur 1, figuur 2 en figuur 4.

a) Hemelwaterafvoer (hwa-dak, hwa-weg, hwa-beide)

Op basis van de uitgangspunten van het hydraulisch model beschreven in tabel 2 is de hydraulische verdeling voor aanvoertype hemelwater via daken (hwa-dak) voor de peiljaren weergegeven in tabel 3. Het aandeel hemelwaterafvoer per type stelsel is evenredig met de hoeveelheid aangesloten oppervlak per type stelsel. In de tabel is de trend zichtbaar dat in Nederland naar verhouding steeds meer hemelwater gescheiden wordt ingezameld. In tabel 4 staan vervolgens de bestemmingen van de routes. Vuilwaterrioleringen voeren volledig af naar de RWZI. Hemelwaterrioleringen van gescheiden stelsels voeren volledig af naar het oppervlaktewater. De gemengde riolen en de hemelwaterriolen van verbeterd gescheiden stelsels (VGS) voeren deels af naar de RWZI, deels naar het oppervlaktewater. De verhouding is conform de uitgangspunten in tabel 2.

Tabel 5 levert dan ten slotte, op basis van de aansluitverdeling in peiljaar 2018, de hydraulische verdeling naar de eindbestemming (percentages in Tabel 3 vermenigvuldigt met percentages in tabel 4). Van al het hemelwater dat van daken afstroomt, komt 62% op de RWZI en wordt 38% via hemelwateruitlaten en overstorten op het oppervlaktewater geloosd.

Tabel 3: Percentage verdeling aanvoertype hemelwater via daken (hwa-dak) over de routes in de afvalwaterketen 1990 - 2018

Afvoerroute	Peiljaar	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Gemengd		86.9	85.8	81.0	73.6	73.4	65.1	61.3	59.3
Gescheiden vuilwater (fout aangesloten)*		0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6
Gescheiden hemelwater		12.4	12.5	15.5	19.0	19.7	25.8	28.5	29.9
VGS vuilwater (fout aangesloten)*		0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
VGS hemelwater		0.5	1.4	3.1	6.9	6.4	8.5	9.4	9.9
Infiltratie voor afstroming (open verhard)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totaal		100	100	100	100	100	100	100	100

*het aangesloten oppervlak op de gescheiden (29.9% in 2018) en verbeterd gescheiden stelsels (9.9 % in 2018) is aangenomen voor 2% verkeerd (nl. op de vuilwaterriolering) en voor 98% op de hemelwaterriolering te zijn aangesloten.

Tabel 4: Bestemming hwa (hwa-dak, hwa-weg, hwa-beide) via routes in de afvalwaterketen, peiljaar 2018 (%)

Route	RWZI	Oppervlakte water	bodem
Gemengd	91.7	8.3	0
Gescheiden vuilwater	100	0	0
Gescheiden hemelwater	0	100	0
VGS vuilwater	100	0	0
VGS hemelwater	66	34	0
Infiltratie voor afstroming (open verhard)	0	0	100

Tabel 5: Verdeling aanvoertype hwa-dak naar de compartimenten via de afvalwaterketen, peiljaar 2018 (%)

Route	RWZI	Oppervlakte water	bodem
Gemengd	54.4	4.9	0.0
Gescheiden vuilwater (fout aangesloten)*	0.6	0.0	0.0
Gescheiden hemelwater	0.0	29.9	0.0
VGS vuilwater (fout aangesloten)*	0.2	0.0	0.0
VGS hemelwater	6.6	3.4	0.0
Infiltratie voor afstroming (open verhard)	0.0	0.0	0.0
Totaal	61.8	38.2	0.0

Analoog aan de aanpak voor aanvoertype hwa-dak is de verdeling voor hwa-weg opgezet. Het grote verschil in hydraulisch opzicht is dat er op het wegooppervlak infiltratie optreedt, waardoor ongeveer 42% van het afstromende hemelwater infiltreert in de bodem (Tabel 6). De bestemmingsverdeling in tabel 4 is eveneens van toepassing voor hwa-weg. Het resultaat is dat het aandeel dat wordt afgevoerd naar de RWZI en het oppervlaktewater kleiner is dan van hwa-dak (Tabel 7 versus Tabel 5).

Tabel 6: Percentage verdeling aanvoertype hwa-weg over de routes in de afvalwaterketen 1990 - 2018

Afvoerroute	Peiljaar	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Gemengd		50.4	49.8	47.0	42.7	42.6	37.8	35.5	34.4
Gescheiden vuilwater (fout)		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
Gescheiden hemelwater		7.2	7.3	9.0	11.0	11.4	14.9	16.5	17.4
VGS vuilwater (fout)		0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
VGS hemelwater		0.3	0.8	1.8	4.0	3.7	4.9	5.5	5.8
Infiltratie voor afstroming (open verhard)		42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
Totaal		100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 7: Verdeling aanvoertype hwa-weg naar de compartimenten via de afvalwaterketen, peiljaar 2018 (%)

Route	RWZI	Oppervlakte water	bodem
Gemengd	31.6	2.8	0.0
Gescheiden vuilwater (fout aangesloten)*	0.4	0.0	0.0
Gescheiden hemelwater	0.0	17.4	0.0
VGS vuilwater (fout aangesloten)*	0.1	0.0	0.0
VGS hemelwater	3.8	2.0	0.0
Infiltratie voor afstroming (open verhard)	0.0	0.0	42.0
Totaal	35.8	22.2	42.0

Voor emissies die met afstromend hemelwater zowel via daken als via wegen worden afgevoerd (bijvoorbeeld atmosferische depositie) is het infiltratiepercentage bepaald met de verhouding wegooppervlak/ totaal aangesloten oppervlak vermenigvuldigd met de infiltratie op wegen. Dit getal is 22% (tabel 8). De resulterende verdeling over de bestemmingen (peiljaar 2018) is gegeven in Tabel 9.

Tabel 8: Percentage verdeling aanvoertype hwa-beide over de routes in de afvalwaterketen 1990 - 2018

Afvoerroute	Peiljaar	1990	1995	200	2005	2010	2015	2017	2018
Gemengd		68.0	67.1	63.3	57.6	57.4	50.9	48.0	46.4
Gescheiden vuilwater (fout)		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5
Gescheiden hemelwater		9.7	9.8	12.2	14.9	15.4	20.1	22.3	23.4
VGS vuilwater (fout)		0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
VGS hemelwater		0.4	1.1	2.4	5.4	5.0	6.6	7.4	7.8
Infiltratie voor afstroming (open verhard)		22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
Totaal		100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 9: Verdeling aanvoertype hwa-weg naar de compartimenten via de afvalwaterketen, peiljaar 2018 (%)

Route	RWZI	Oppervlakte water	bodem
Gemengd	42.6	3.8	0.0
Gescheiden vuilwater (fout)	0.5	0.0	0.0
Gescheiden hemelwater	0.0	23.4	0.0
VGS vuilwater (fout)	0.2	0.0	0.0
VGS hemelwater	5.1	2.6	0.0
Infiltratie voor afstroming (open verhard)	0.0	0.0	22.0
Totaal	48.3	29.9	22.0

b) Vuilwaterafvoer (dwa-hh, dwa-ov)

Op basis van de uitgangspunten van het hydraulisch model beschreven in tabel 2 is de hydraulische verdeling voor aanvoertype dwa-hh weergegeven in Tabel 10. Het aandeel dwa-hh per type stelsel is evenredig met de hoeveelheid huishoudens per afvoerroute. Ook hier is de trend zichtbaar dat in Nederland naar verhouding steeds meer hemel- en vuilwater gescheiden wordt ingezameld. In tabel 11 staan de bestemmingen van de routes. Vuilwaterrioleringen voeren volledig af naar de RWZI. Hemelwaterrioleringen van gescheiden stelsels voeren volledig af naar het oppervlaktewater. De gemengde riolen en de hemelwaterriolen van verbeterd gescheiden stelsels voeren deels af naar de RWZI, deels naar het oppervlaktewater. De verhouding is conform de uitgangspunten in tabel 2. Tabel 12 levert dan ten slotte, op basis van de aansluitverdeling in peiljaar 2018, de hydraulische verdeling naar de eindbestemming (percentages in Tabel 10 vermenigvuldigt met percentages in tabel 11). Van de droogweerafvoer van huishoudens wordt 99.1% naar de RWZI getransporteerd.

Tabel 10: Percentage verdeling aanvoertype droogweerafvoer van huishoudens (dwa-hh) over de routes in de afvalwaterketen 1990 - 2018

Afvoerroute	Peiljaar	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Gemengd		81.4	79.0	76.0	71.8	68.8	67.7	67.3	67.1
Gescheiden vuilwater		9.7	13.0	16.0	17.0	19.5	20.7	21.2	21.5
Gescheiden hemelwater (foutaansluiting)		0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
VGS vuilwater		1.9	3.9	4.9	6.6	6.3	6.7	6.8	6.9
VGS hemelwater (foutaansluiting)		0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mechanisch gerioleerd		0	1	1	0.03	4.1	3.8	3.7	3.7
IBA opp water		0	0	0	0.00	0.2	0.20	0.2	0.2
IBA bodem		0	0	0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.1
Huishoudens - ongezuiverd gerioleerd opp water		3	2	1	0.01	0.3	0.11	0.03	0.0
Huishoudens - ongezuiverd gerioleerd bodem		1.3	0.9	0.6	0.1	0.2	0.06	0.02	0.0
Ongezuiverd gerioleerd		2	0.60	0	0	0	0.0	0.0	0.0
Totaal		100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 11: Bestemming afvalwater en rioolvreemd water (dwa-hh, dwa-ov, rv) via routes in de afvalwaterketen (%)

Route	RWZI	Oppervlakte water	bodem
Gemengd	99.7	0.3	0
Gescheiden vuilwater	100	0	0
Gescheiden hemelwater (fout)	0	100	0
VGS vuilwater	100	0	0
VGS hemelwater (fout)	99.2	0.8	0
Mechanisch gerioleerd	100	0	0
IBA opp water	0	100	0
IBA bodem	0	0	100
Ongezuiverd gerioleerd opp water	0	100	0
Ongezuiverd gerioleerd bodem	0	0	100

Tabel 12: Verdeling aanvoertype droogweerafvoer van huishoudens (dwa-hh) naar de compartimenten via de afvalwaterketen, peiljaar 2018 (%)

Route	RWZI	Oppervlakte water	bodem
Gemengd	66.9	0.2	0.0
Gescheiden vuilwater	21.5	0.0	0.0
Gescheiden hemelwater (fout)	0.0	0.4	0.0
VGS vuilwater	6.9	0.0	0.0
VGS hemelwater (fout)	0.1	0.0	0.0
Mechanisch gerioleerd	3.7	0.0	0.0
IBA opp water	0.0	0.2	0.0
IBA bodem	0.0	0.0	0.1
Ongezuiverd gerioleerd opp water	0.0	0.0	0.0
Ongezuiverd gerioleerd bodem	0.0	0.0	0.0
Totaal	99.1	0.8	0.1

De routes en bestemmingen voor droogweerafvoer van overige bronnen (dwa-ov) zijn identiek aan die van droogweerafvoer van huishoudens (dwa-hh), behalve dat er geen dwa-ov via IBA of ongezuiverd gerioleerd wordt geloosd. De hydraulische verdeling voor aanvoertype dwa-hh is weergegeven in tabel 13. In tabel 11 staan de bestemmingen van de routes. Tabel 14 levert dan ten slotte, op basis van de aansluitverdeling in peiljaar 2018, de hydraulische verdeling naar de eindbestemming.

Tabel 13: Percentage verdeling aanvoertype droogweerafvoer van overige bronnen (dwa-ov) over de routes in de afvalwaterketen 1990 - 2018

Afvoerroute	Peiljaar	1990	1995	200	2005	2010	2015	2017	2018
Gemengd		87.2	81.7	77.3	72.9	69.3	68.1	67.6	67.6
Gescheiden vuilwater		10.4	13.2	16.0	16.9	19.6	20.8	21.3	21.3
Gescheiden hemelwater (fout)		0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
VGS vuilwater		2.1	4.1	5.0	6.7	6.3	6.7	6.9	6.9
VGS hemelwater (fout)		0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mechanisch gerioleerd		0	0.7	1.3	3.0	4.2	3.9	3.7	3.7
Totaal		100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 14: Verdeling aanvoertype droogweerafvoer van overige bronnen (dwa-ov) naar de compartimenten via de afvalwaterketen, peiljaar 2018 (%)

Route	RWZI	Oppervlakte water	bodem
Gemengd	67.3	0.2	0.0
Gescheiden vuilwater	21.3	0.0	0.0
Gescheiden hemelwater (fout)	0.0	0.4	0.0
VGS vuilwater	6.9	0.0	0.0
VGS hemelwater (fout)	0.1	0.0	0.0
Mechanisch gerioleerd	3.7	0.0	0.0
Totaal	99.4	0.6	0.0

c) Afvoer van rioolvreemd water (rv)

Op basis van de uitgangspunten beschreven in tabel 2 is de hydraulische verdeling voor aanvoertype rv weergegeven in Tabel 15. Het aandeel rioolvreemd water per type stelsel is evenredig met de hoeveelheid buislengte. Voor de bestemmingen van de routes gelden de verhoudingen van tabel 11. De verhouding is conform de uitgangspunten van het hydraulisch model in tabel 2. Tabel 16 levert dan ten slotte, op basis van de aansluitverdeling in peiljaar 2018 (Tabel 15 vermenigvuldigt met tabel 11), de hydraulische verdeling naar de eindbestemming.

Tabel 15: Percentage verdeling aanvoertype rioolvreemd water (rv) over de routes in de afvalwaterketen 1990 - 2018

Afvoerroute	Peiljaar	1990	1995	200	2005	2010	2015	2017	2018
Gemengd		76.8	75.2	68.5	61.0	56.7	51.6	49.2	47.9
Gescheiden vuilwater		11.2	11.2	12.9	13.7	17.2	15.7	15.0	14.6
Gescheiden hemelwater		11.2	11.2	13.4	14.9	15.5	20.8	23.3	24.7
VGS vuilwater		0.4	1.2	2.5	4.9	5.6	5.1	4.8	4.7
VGS hemelwater		0.4	1.2	2.7	5.5	5.0	6.8	7.7	8.2
Totaal		100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 16: Verdeling aanvoertype rioolvreemd water (rv) naar de compartimenten via de afvalwaterketen, peiljaar 2018 (%)

Route	RWZI	Oppervlakte water	bodem
Gemengd	47.7	0.1	0.0
Gescheiden vuilwater	14.6	0.0	0.0
Gescheiden hemelwater (fout)	0.0	24.7	0.0
VGS vuilwater	4.7	0.0	0.0
VGS hemelwater (fout)	8.1	0.1	0.0
Totaal	75.1	24.9	0.0

5 Verwijdering ($Eff_{i,j}$)

a) Verwijdering in kolken

Tabel 17 geeft de uitgangspunten weer van het model dat ten grondslag ligt aan de bepaling van de verwijdering vanuit kolken en riolering. Tabel 18 toont rekenconcentraties en de daarvan afgeleide totale verwijderingsvrachten voor de parameters waarvan meetgegevens beschikbaar zijn. Voor deze stoffen zijn in tabel 19 de verwijderingsvrachten afgezet tegen de totale vuilstroom via de kolken en de riolen, wat een procentuele verwijdering oplevert. De vuilvracht die de kolken passeert, is gelijk aan de vracht van aanvoertype hwa-weg plus een aandeel (aanname: 50%) van hwa-beide. De rest van de emissie naar de riolering passeert geen straatkolken, dus daarover treedt geen verlies op. Op basis van de bindingseigenschappen (K_{ow}) van de stoffen in tabel 19 zijn de procentuele verliezen geëxtrapoleerd voor de andere stoffen die in de Emissieregistratie zijn opgenomen, maar waarvan onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn over de concentraties in kolken- en rioolslib. Voor een toelichting op de gekozen werkwijze wordt verwezen naar bijlage 6. De resulterende verwijderingsrendementen zijn eveneens gegeven in bijlage 6.

Tabel 17: Uitgangspunten model verwijderingsrendementen kolken- en rioolslib

Grootheid	Eenheid	Waarde (2014)	Toelichting
Verwijderde hoeveelheid kolken- en rioolslib per jaar, waarvan	kg	84.000.000	Totaal volgens CBS [16]. Dit betreft de totale hoeveelheid slib. Het drogestofpercentage (DS) hiervan is gemiddeld ongeveer 40%. Evenredig verdeeld over kolken en riolen en over het totaal aangesloten oppervlak van 1526 km ² (2014) betreft het 110 kg DS uit kolken en 110 kg DS uit riolen en gemalen per ha per jaar. Dit komt redelijk overeen met onderzoeksbevindingen uit Almere (78 kg DS /ha uit kolken) [18] en Frankrijk (116 kg DS/ha uit riolen) [19]
... Kolken		42.000.000	
... Riolen en gemalen		42.000.000	
Drogestofhoeveelheid:			
... Kolken		16.800.000	
... Riolen en gemalen		16.800.000	

Tabel 18: Samenstelling kolken- en rioolslib op basis van metingen en jaarlijkse verwijdering door reiniging van kolken en leidingen in Nederland. Samenstelling kolkenslib gebaseerd op [18]; voor samenstelling rioolslib gemiddelde waarden uit [19], [20], [21], [22], [23]

Verwijdering per stof	Kolken			Riolen en gemalen			Totaal
Stof	mg/kg DS slib	kg/ha/jaar	kg/jaar	mg/kg DS slib	kg/ha/jaar	kg/jaar	kg/jaar
Cadmiumverb. (als Cd)	0,30	0,0000	5	0,54	0,0001	9	14
Chroomverb. (als Cr)	39,8	0,0044	668	49	0,0054	823	1491
Koperverb. (als Cu)	64	0,0070	1074	118	0,0130	1981	3055
Kwikverb. (als Hg)	0,11	0,0000	2	1,9	0,0002	32	34
Loodverb. (als Pb)	28	0,0031	470	26	0,0029	436	907
N - Totaal	6969	0,7666	116992	7500	0,8250	125906	242898
Nikkelverb. (als Ni)	17	0,0019	285	19	0,0021	319	604
P - Totaal	1871	0,2058	31409	1700	0,1870	28539	59948
PAK (10 van VROM)	2	0,0002	34				34
PAK (16 van EPA)				1,9	0,0002	32	32
Zinkverb. (als Zn)	337	0,0371	5657	313	0,0344	5254	10912

Tabel 19: Procentuele verliezen in kolken en riolen + gemalen door reiniging op basis van gemeten samenstelling kolken- en rioolslib.

Stof	Verwijdering door reiniging van kolken (ten opzichte van hwa-weg en 50% van hwa-beide)	Verwijdering door reiniging van riolen en gemalen (ten opzichte van totale emissie naar riool, peiljaar 2014)
Cadmiumverb. (als Cd)	7,8%	1,4%
Chroomverb. (als Cr)	14,8%	3,8%
Koperverb. (als Cu)	6,2%	1,2%
Kwikverb. (als Hg)	3,8%	
Loodverb. (als Pb)	29,8%	0,9%
N - Totaal	10,7%	0,1%
Nikkelverb. (als Ni)	12,8%	1,52%
P - Totaal	25,4%	0,20%
PAK (10 van VROM)	3,1%	
PAK (16 van EPA)		1,3%
Zinkverb. (als Zn)	12,9%	1,1%

b) Verwijdering in bergbezinkvoorzieningen bij overstorten

Nederland telde bij de laatste Benchmark in 2013 ongeveer 13.700 overstorten. Daarvan waren 2.600 voorzien van bergbezinkvoorzieningen met een totaal volume van 1560.000 m³ [7]. Door bezinking in bergbezinkvoorzieningen is er sprake van een stofafhankelijke reductie van de emissie via overstorten. Voor zwevende stof ligt het bezinkingsrendement op ongeveer 45% [12]; dit is de bovengrens voor de verwijdering van (deels) gebonden verontreinigingen. Tabel 20 geeft een overzicht van de beschikbare gemeten bezinkingsrendementen van enkele stoffen, gebaseerd op [24]. Op basis van de bindingseigenschappen (K_{ow}) van de stoffen in tabel 20 zijn de bezinkingsrendementen geëxtrapoleerd. De resulterende verwijderingsrendementen staan weergegeven in bijlage 6.

Tabel 20: Procentuele verliezen in kolken en riolen + gemalen door reiniging op basis van gemeten samenstelling kolken- en rioolslib.

Stof	Emissiereductie bij toepassing van bergbezinkvoorziening
Chemisch Zuurstof Verbruik	35%
N - Totaal	5%
P - Totaal	32%
PAK (10 van VROM)	18%
Zinkverb. (als Zn)	10%
(zwevende stof, bovengrens bezinkingsrendement)	45%

Niet alle emissies via overstorten passeren een bergbezinkvoorziening. Daarom moet een schatting worden gedaan van het volume waarvoor wel bezinking optreedt. Hoewel slechts 19% van de overstorten is voorzien van een bergbezinkvoorziening, is dit percentage geen goede maat voor het

volume waar bezinking optreedt, omdat bergbezinkvoorzieningen typisch worden geïnstalleerd bij de grootste en meest gebruikte overstorten. Het werkelijke percentage ligt hoger. Geschat is dat 78% van de hydraulische emissie vanuit overstorten via bergbezinkbassins verloopt. Deze schatting is gebaseerd op de totale berging van 1.560.000 m³ of 0,316 m² per woning in 2013 [7]. Bij een aangesloten oppervlak per woning van 201 m² is de beschikbare berging in bergbezinkvoorzieningen 1,57 mm over het aangesloten verhard oppervlak. Dit oppervlak is gedeeld door de typische ontwerpgrootte van 2,0 mm waarvoor het genoemde bezinkingsrendement van 45% geldt ($1,57/2,0 = 78\%$).

c) Emissiefactor overstorten

Een rioolstelsel is geen eenvoudig transportstelsel waarbij de emissie direct wordt doorgezet naar de ontvangende compartimenten. Er is sprake van riolslib, waarin retentie plaatsvindt. Een typisch patroon is bezinking van riolslib en gebonden verontreinigingen tijdens droogweer en het resuspenderen (uitspoelen) van het riolslib tijdens regenweer, door hogere stroomsnelheden en meer turbulentie. Dit zorgt ervoor dat de emissie vanuit de afvalwaterketen op de compartimenten tijdens regenweer doorgaans veel hoger ligt dan alleen kan worden verklaard vanuit alleen de omvang van de vuilwater- en hemelwaterstroom op dat moment. Een dagvracht aan Chemisch Zuurstof Verbruik in het influent van een RWZI kan tijdens regenweer twee tot vijf keer zo hoog zijn als tijdens droogweer [25]. Het grootste deel hiervan is afkomstig van uitgespoeld slib uit de riolering.

Op een grotere tijdschaal ontstaat een evenwicht, waardoor de jaarlijkse emissie naar de RWZI ongeveer in evenwicht is met de aanvoer op de riolering. Hetzelfde geldt voor de emissie vanuit hemelwaterstelsels van gescheiden riolering op het oppervlaktewater. De effecten van slibopbouw en -uitspoeling kunnen daardoor worden genegeerd. Dit is echter niet van toepassing op de emissie via riooloverstorten van de gemengde riolering. Deze lozen in situaties dat er vrijwel altijd een significante verhoging van de emissie is door slibuitspoeling. Deze bijdrage kan afhankelijk van de stof zelfs dominant zijn [26].

De bijdrage door slibuitspoeling vanuit de gemengde riolering is bepaald door beschikbare kennis over emissies bij overstorten uit metingen ([27], [28] [24]) te vergelijken met de berekende overstortemissies op basis van het hydraulisch model zonder slibuitspoeling. Voor de stoffen waarvan geen metingen beschikbaar zijn, is de aanvulling geschat op basis van de bindingseigenschappen van deze stoffen. Deze zijn gegeven in bijlage 6.

Tabel 21: Aanvulling van emissie via overstorten door slibuitspoeling, op basis van gemeten concentraties van lozingen vanuit overstorten

Stof	Rekenconcentratie overstort zonder bezinking in bergbezinkvoorziening [mg/l]	Aanvulling vanuit in-sewer stocks als percentage van de emissie op basis van het hydraulisch model zonder slibuitspoeling [%]
Cadmiumverb. (als Cd)	0,004	
Chroomverb. (als Cr)	0,015	+260%
Koperverb. (als Cu)	0,084	+160%
Kwikverb. (als Hg)	0,012	+245%
Loodverb. (als Pb)	0,090	+170%
N - Totaal	9,9	+50%
Nikkelverb. (als Ni)	0,012	+130%
P - Totaal	2,3	+150%
Zinkverb. (als Zn)	0,30	+130%

d) Verwijderingsrendementen RWZI's en IBA's

In bijlage 1 staan de verwijderingsrendementen voor RWZI's en IBA's gespecificeerd. De rendementen voor RWZI's zijn afkomstig van een literatuurstudie door Witteveen en Bos [29]. Vanaf 2012 zijn er updates uitgevoerd voor stoffen en zijn nieuwe stoffen toegevoegd op basis van de informatie in de [Watson database](#) [31, 32, 33, 34, 35, 36 en 38]. De Watson database bevat in- en effluentconcentraties van Nederlandse RWZI's. In tabel 22 worden wijzigingen met bijbehorend jaartal op het zuiveringsrendement van RWZI's aangegeven in de kolom "jaar wijziging RWZI".

Voor de meeste stoffen zijn geen verwijderingsrendementen bekend bij de IBA's, door gebrek aan metingen. Daarom is het rendementen afgeleid op basis van bindingseigenschappen. Voor alle genoemde stoffen is een nieuw IBA zuiveringsrendement afgeleid in 2017. De manier waarop ze zijn afgeleid staat beschreven in het achtegrondrapport van deze factsheet [37].

6 Emissies

Emissies van de diverse stoffen kunnen worden berekend uit de gegevens op de wijze als beschreven in paragraaf 3. In bijlage 2 staan de resultaten voor emissies naar het oppervlaktewater en in bijlage 3 de emissies naar de bodem samengevat. In bijlage 4 worden de emissies voor de afzonderlijke compartimenten per emissieoorzaak voor de peiljaren weergegeven.

7 Verdeling compartimenten

De lozingen uit het rioleringsstelsel vinden vooral plaats naar oppervlaktewater. Daarnaast worden kleine directe emissies naar oppervlaktewater berekend, die elders worden gerapporteerd. Ook worden voor IBA's directe emissies naar de bodem berekend. De fracties van de vervuillingslast die direct naar oppervlaktewater en bodem worden geëmitteerd zijn jaarafhankelijk en worden beschreven in de volgende tabellen:

- Hwa-dak: Tabel 3
- Hwa-weg: Tabel 6
- Hwa-beide: Tabel 8
- Dwa-hh: Tabel 10
- Dwa-ov: Tabel 13

8 Emissieroutes via riool naar water

De emissies naar water beschreven in deze factsheet zijn directe emissies naar oppervlaktewater. Dat wil zeggen dat de emissies naar water volledig en zonder belangrijke tijdsvertraging op het oppervlaktewater terechtkomen. Opmerking: vertraging ontstaat wel door vuilopbouw op afvoerende oppervlakken en door sedimentatie in de riolering. Op jaarbasis is de aanvoer wel ongeveer in evenwicht met de uiteindelijke emissie op de compartimenten.

9 Regionalisatie

Doordat gegevens van individuele rioleringsstelsels en lozingspunten op dit moment onvoldoende beschikbaar zijn, is gekozen voor een regionalisatie op gemeentelijk niveau. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de lokatoren genoemd in tabel 22. De totale, landelijke emissie wordt verdeeld over de gemeenten op basis van deze kengetallen, die op gemeentelijk niveau actueel en beschikbaar zijn door de driejaarlijkse benchmark van Stichting RIONED.

Tabel 22 Lokatoren regionalisatie voor bepalen emissie per gemeente

Onderdeel	Lokatoren
Overstorten	Aangesloten oppervlak op gemengde riolering, neerslag
Hemelwateruitlaten	Aangesloten oppervlak op hemelwaterriolering, neerslag, stelsellengte 'gewoon' en verbeterd gescheiden Aangesloten inwoners op vrijvervalriolering, % hemelwaterriolering Stelsellengte hemelwaterriolering ('gewoon' gescheiden), % zettingsgevoelige bodem
IBA's	Aantal per gemeente
Niet aangesloten	Aantal per gemeente

Door regionalisatie op gemeentelijk niveau wordt de totale emissie die wordt toegekend aan een gemeente verdeeld over alle afwateringseenheden binnen de gemeentegrenzen. Het nadeel is dat door het 'uitsmeren' potentieel emissies worden toegekend aan afwateringseenheden waar in werkelijkheid niet of weinig wordt geloosd. Vervolgens zijn de emissies uit overstorten en hemelwateruitlaten per afwateringseenheid min of meer betrouwbaar in beeld gebracht in een tweede

regionalisatiestap. De emissie binnen de gemeentegrenzen zijn verder onderverdeeld volgens tabel 23.

Tabel 23 Lokatoren regionalisatie voor toedelen emissie binnen de gemeente

Onderdeel	Lokatoren
Overstorten	Primair + secundair bebouwd gebied (LGN7) per gemeente, overstorten op Rijkswater
Hemelwateruitlaten	Primair + secundair bebouwd gebied (LGN7)
IBA's	LNG7 Code 26 – Bebouwing in buitengebied
Niet aangesloten	LNG7 Code 26 – Bebouwing in buitengebied

Bebouwd gebied betreft primair en secundair bebouwd gebied volgens de LGN7 (het landsdekkende bestand Landelijk Grondgebruik Nederland). Het primair bebouwd gebied is het bebouwd gebied zoals gedefinieerd door het Bestand BodemGebruik BBG2003 klassen woongebied, detailhandel en horeca, bedrijfsterreinen en bouwterreinen. Het semi/secundair bebouwd gebied zijn de niet in het primair bebouwd gebied opgenomen vliegvelden, openbare voorzieningen, sociaal-culturele voorzieningen, stortplaatsen, wrakkenopslag-, begraaf- en delfstofwinplaatsen uit het BBG2003 bestand. Verder bevat het de parken en plantsoenen, sportterreinen, volkstuinen, dagrecreatieve terreinen en verblijfsrecreatie uit het BBG2003 bestand.

Meer informatie over de regionalisatie is terug te vinden in het achtergronddocument [37].

10 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

Voor ER1990-2018 zijn zuiveringsrendementen voor RWZI's en IBA's aangepast of toegevoegd (bijlage 1).

Voor ER1990-2016 zijn de zuiveringsrendementen voor RWZI's en IBA's (bijlage 1) en een aantal verwijderingsfactoren (bijlage 6) aangepast. P4UW heeft in mei 2017 de verwijderingsrendementen en de verwijderingsfactoren op basis van de stoffeigenschappen bijgesteld.

De methode is in de loop der jaren aangepast ten opzichte van voorgaande jaren door:

- In het najaar van 2016 is het model De Heer grotendeels verlaten en is een nieuw model opgezet door Partners4UrbanWater:
 - De emissieroutes voor hemelwater gerelateerde afvoer, vuilwaterafvoer van huishoudens en overige vuilwaterafvoer zijn geactualiseerd ten opzichte van de factsheet mei 2016.
 - De nieuwe emissieroute van rioolvreemd water is geïntroduceerd.
 - Gemengde en verbeterd gemengde riolering is samengevoegd (= 'Gemengde riolering'). Dit is in lijn met de beschikbare statistieken van Stichting RIONED, waar ook geen onderscheid wordt gemaakt. Ook in de praktijk is meestal geen eenduidig onderscheid mogelijk.
 - Splitting van emissieroutes 'Gescheiden' en 'Verbeterd gescheiden' in een afvoer via de vuilwaterbuis en een afvoer via de hemelwaterbuis.
 - Er wordt rekening gehouden met een geschat percentage foutaansluitingen.
 - Toevoeging van slibuitspoeling in gemengde riolering. Dit om het verschijnsel te kunnen beschrijven dat gedurende overstortingsgebeurtenissen een deel van het in de riolering opgeslagen sediment en biofilm resuspendeert en uitspoelt via de overstorten.
 - Toevoeging van de routes verlies via infiltratie, verlies in kolken, verlies door riool- en gemaalreiniging en verlies. Deze verliesfactoren zijn expliciet opgenomen voor een betere inzichtelijkheid en om de totale balans op te kunnen tellen tot 100%.
 - Correctie-emissies voor parameters waarvan de emissie naar de afvalwaterketen volgens de 'bovenliggende' factsheets is uitgerekend met onjuiste aannames of klaarblijkelijk niet overeenkomt met concentratie- en vrachtmetingen bij RWZI's en hemelwateruitlaten. Deze correcties zijn bedoeld als tijdelijke oplossing totdat de 'bovenliggende' factsheets voldoende betrouwbaar zijn.
 - Kalibratie van de verlies- en aanvullingsfactoren op basis van gemeten concentraties bij hemelwateruitlaten en overstorten en gemeten vuilvrachten bij RWZI's.
- Aangepaste regionalisatie. In de oude werkwijze werd geregionaliseerd op basis van een evenredige verdeling over locaties van overstorten en hemelwateruitlaten, beide gebaseerd op gegevens uit 1990. De IBA's en niet aangesloten huishoudens werden geregionaliseerd op het niet aangesloten inwoners (2003) versus het totaal aantal inwoners (2007) per 25 ha.

Originele factsheet:

Hoorn, R. (RWS RIZA), H. Oonk (TNO) en J. Hulskotte (TNO), Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's, novemer 2007. De factsheet wordt jaarlijks geüpdatet.

11 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Aan elk onderdeel van de emissieberekening is een betrouwbaarheid toegekend. De volgende betrouwbaarheidspercentages zijn hierbij gehanteerd: 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100%, 200% en 400%. Een betrouwbaarheid van 1% wil zeggen dat het desbetreffende onderdeel zeer betrouwbaar is; een betrouwbaarheid van 400% betekent een grote onzekerheid in het desbetreffende onderdeel. Alle percentages ertussen geven van laag naar hoog een steeds kleinere betrouwbaarheid en een grotere onzekerheid. Voor elk van de onderdelen is de betrouwbaarheid ingeschat door een groep experts. Hierbij zijn onder andere de volgende punten in overweging genomen:

- Metingen: zijn er metingen beschikbaar? Om hoeveel metingen gaat het? Zijn ze recent, realistisch en representatief? Hoe groot is de variatie?
- Als er geen metingen voorhanden zijn: is er veel literatuur of andere informatiebronnen beschikbaar?
- Als de emissie d.m.v. een model wordt verkregen: wat is de schaal van het model en is het model gevalideerd?
- Aannames: moeten er veel aannames gedaan worden en hoe groot zijn die?
- Regionalisatie: Regionalisatie is nog niet doorgevoerd.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Aanvoer	
Nutriënten	10
Metalen	25
PAK	200
Overige stoffen	200
Hydraulisch model: aanvoer	
Afvalwaterproductie	10
Jaarlijkse neerslag	10
Naar riolering afstromende oppervlak	25
Verdamping	10
Infiltratie	25
Totale hemelwaterafvoer naar afvalwaterketen	50
Totale hoeveelheid rioolvreemd water (sluitpost)	50
Totale waterbalans afvalwaterketen incl. hemelwaterstelsels	10
Hydraulisch model: verdeling over routes binnen de keten	
Hydraulische verdeling van aanvoer over stelseltypes 2016	10
Hydraulische verdeling van aanvoer over stelseltypes 1990	25
Percentage foutaansluitingen	100
Afvoer via overstorten in (verbeterd) gemengde stelsels	50
Afvoer via hemelwateruitlaten van (verbeterd) gescheiden stelsels	25
Afvoer via RWZI's	5
Afvoer IBA effluent naar compartimenten bodem/ oppervlaktewater	50
Exfiltratie	niet bepaald
Verwijderingen	
Verwijderingen in kolken, riolen en gemalen (stoffen met metingen beschikbaar)	100
Verwijderingen in kolken, riolen en gemalen (afgeleid van stoffeigenschappen)	200
Verwijderingen in bergbezinkvoorzieningen (stoffen met metingen beschikbaar)	50
Verwijderingen in bergbezinkvoorzieningen (afgeleid van stoffeigenschappen)	100
Resuspensie van slib tijdens overstortgebeurtenissen (metingen)	100
Resuspensie van slib tijdens overstortgebeurtenissen (afgeleid)	200
Zuiveringsrendementen IBA	
Stoffen waarvan zuiveringsrendementen zijn gemeten	50%
Stoffen waarvoor zuiveringsrendementen zijn afgeleid	100%
Landelijke emissie	
Emissie van overstorten (stoffen met metingen beschikbaar)	50
Emissie van overstorten (geen metingen beschikbaar)	200
Emissie van hemelwateruitlaten (stoffen met metingen beschikbaar)	50
Emissie van hemelwateruitlaten (geen metingen beschikbaar)	200
Emissie van IBA's (effluentmetingen beschikbaar)	50
Emissie van IBA's (geen metingen beschikbaar)	200

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Regionalisatie per gemeente	
Regionalisatie emissie overstorten per gemeente	100
Regionalisatie emissie hemelwateruitlaten (hemelwater) per gemeente	50
Regionalisatie emissie hemelwateruitlaten (foutaansluitingen) per gemeente	100
Regionalisatie emissie hemelwateruitlaten (rioolvreemd water) per gemeente	200
Regionalisatie emissie IBA per compartiment per gemeente	50
Regionalisatie binnen gemeentegrenzen	
Regionalisatie emissie overstorten binnen gemeente	200
Regionalisatie emissie hemelwateruitlaten (hemelwater) binnen gemeente	100
Regionalisatie emissie hemelwateruitlaten (foutaansluitingen) binnen gemeente	100
Regionalisatie emissie hemelwateruitlaten (rioolvreemd water) binnen gemeente	100
Regionalisatie emissie IBA per compartiment binnen gemeente	100

* nutriënten en 8 metalen worden door CBS berekend. In deze factsheet worden alleen de belasting vanuit overstorten, regenwaterriolen en niet aangesloten huishoudens/IBA berekend.

De nauwkeurigheid van de aanvoer van stoffen naar een rioolstelsel is afhankelijk van de wijze waarop deze aanvoer is gekwantificeerd. In sommige gevallen is deze gebaseerd op een redelijk nauwkeurig model, aangevuld met metingen. In andere gevallen is het een schatting. Gesteld kan worden dat de aanvoer van de stofgroepen nutriënten en metalen beter in beeld is dan die van de overige stofgroepen. Er vindt een jaarlijkse check plaats door het CBS op de gemeten emissies versus de geschatte emissies op het riool. De zuiveringsrendementen van nutriënten en 8 metalen worden jaarlijks door het CBS berekend [4]. De zuiveringsrendementen voor PAK zijn met behulp van de Watson database en expert judgement bepaald en krijgen een betrouwbaarheidspercentage van 10%. Een deel van de stoffen heeft een berekend effluent middels data uit de Watson database [34] en krijgen een percentage van 25%. De zuiveringsrendementen van de overige stoffen zijn afkomstig uit literatuuronderzoek [29] en daarvoor wordt een percentage van 50% aangehouden.

Het onderliggende hydraulische model dat de aanvoer van stoffen verdeelt over de routes binnen de afvalwaterketen wordt vrij betrouwbaar geacht. Het meest betrouwbaar is de hoeveelheid afvalwater in de balans (10%). Van de jaarlijkse hoeveelheid hemelwaterafvoer wordt de betrouwbaarheid op 50% geschat. Hierbij is het wel van belang deze jaarlijks te actualiseren met de actuele neerslag en recente informatie over het aangesloten oppervlak. De hoeveelheid rioolvreemd water is de sluitpost: geschatte betrouwbaarheid 50%.

De emissieroutes in de afvalwaterketen zijn gebaseerd op een gedetailleerd model, gebaseerd op veel praktijkervaring. De betrouwbaarheid van influenten van RWZI's, waar veruit het grootste deel van het rioolwater terecht komt, wordt geschat op 5%. Het deel dat via regenwaterriolen wordt afgevoerd is redelijk bekend en wordt gesteld op 25%. Overstorten zijn minder goed in beeld. Daarvoor wordt een betrouwbaarheidspercentage van 50% aangehouden. De niet aangesloten huishoudens en IBA voorzieningen worden op een percentage van 50% gesteld. Aangezien de route en emissie naar de RWZI veruit de belangrijkste en grootste afvoerroute is, gevolgd door regenwater, kan een overall percentage van 10% worden aangehouden.

De betrouwbaarheid van de verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten is opgenomen bij onderdeel emissieroutes via riool naar water. Het is niet zozeer een verdeling over de compartimenten, het gaat om afzonderlijke bronnen die deels op bodem en oppervlaktewater lozen. De emissieroutes naar water worden daarom voor de betrouwbaarheid opgesplitst in verschillende routes. De emissieroute vanuit het rioolstelsel is gebaseerd op een gedetailleerd model, gebaseerd op veel praktijkervaring. De betrouwbaarheid van influenten van RWZI's, waar veruit het grootste deel van het rioolwater terecht komt, wordt geschat op 5%. Het deel dat via regenwaterriolen wordt afgevoerd is redelijk bekend en wordt gesteld op 25%. Overstorten zijn minder goed in beeld. Daarvoor wordt een betrouwbaarheidspercentage van 50% aangehouden. De niet aangesloten huishoudens en IBA voorzieningen worden op een percentage van 50% gesteld. Aangezien de route en emissie naar de RWZI veruit de belangrijkste en grootste afvoerroute is, gevolgd door regenwater, kan een overall percentage van 10% worden aangehouden.

De verwijderingsrendementen door kolken-, riool- en gemaalreiniging zijn onderbouwd door een relatief beperkte hoeveelheid meetdata. Voor stoffen waarvan metingen beschikbaar zijn (zie Tabel 18), wordt daarom een betrouwbaarheidspercentage van 100% aangehouden. Voor stoffen waarvan de verwijdering is afgeleid op basis van de bindingseigenschappen is de onzekerheid nog groter: 200%. De werking van bergbezinkbassins is in Nederland op diverse locaties onderzocht en daardoor

beter in beeld dan de verwijdering in kolken, riolen en gemalen. Het betrouwbaarheidspercentage voor de verwijdering in bergbezinkbassins is 50% voor de stoffen waarvan metingen beschikbaar zijn en 100% voor de stoffen waarvan de verwijdering is afgeleid op basis van de bindingseigenschappen. De resuspensie is een sluitpost op de balans, afgeleid van gemeten concentraties bij de overstorten. Deze factor is gevoelig voor veranderingen in de input en de betrouwbaarheid is daarom ingeschat op 100% voor de stoffen waarvan concentratiemetingen bij overstorten beschikbaar zijn (zie tabel 21), en 200% voor stoffen waarvan dit niet het geval is.

De betrouwbaarheid van de emissies voor stoffen waarvan metingen beschikbaar zijn, is afhankelijk van de betrouwbaarheid en representativiteit van de concentratiemetingen zelf en van het hydraulisch model. Voor deze stoffen is het betrouwbaarheidspercentage op 50% gezet voor overstorten, hemelwateruitlaten en IBA's. Voor de stoffen waarvan geen concentratiemetingen beschikbaar zijn, is de betrouwbaarheid afhankelijk van het hydraulisch model en de berekende verlies- en resuspensiefactoren. In deze factoren zit relatief veel onzekerheid. Daarom is het percentage voor de stoffen waarvan geen metingen beschikbaar zijn op 200% gezet voor overstorten, hemelwateruitlaten en IBA's.

De betrouwbaarheid van de verdeling van de emissie van overstorten over de gemeenten is afhankelijk van de geldigheid van de aanname dat de stelselkenmerken per gemeente gelijk zijn. Dit gaat niet altijd op, daarom is het percentage op 100% gezet. Voor hemelwaterafvoer via de hemelwateruitlaten zijn de verschillen naar verwachting minder groot: 50%. Het voorkomen van foutaansluitingen kan per gemeente sterk verschillen, afhankelijk van het gemeentelijke beleid ten aanzien van foutaansluitingen (toezicht op de aanleg, opsporen etc.). Het percentage is op 100% gezet. Rioolvreemd water is het meest onzeker, enerzijds door de verschillen in hydraulische aanvoer, anderzijds door de soms sterk variërende lokale grondwaterkwaliteit. Deze heeft daarom een factor 200 gekregen. Van het merendeel van de gemeentes is het aantal IBA's goed in beeld, maar er kunnen verschillen zijn in de zuiveringsrendementen.

De regionalisatie van de emissie van overstorten binnen de gemeente is relatief onzeker doordat deze sterk afhangt van lokale geomorfologie en lokale keuzes in het stelselontwerp (200%). Voor hemelwateruitlaten en IBA's geldt dit minder, omdat er daar meer van zijn en de emissie evenrediger over deze lozingspunten is verdeeld (100%).

Kanttekeningen en verbeterpunten:

- Aanbevolen wordt om de 'bovenliggende' factsheets (de genoemde reeks factsheets Emissieschattingen Diffuse Bronnen van RWS Waterdienst die de belasting vormen voor de afvalwaterketen) bij de eerstvolgende actualisatie na te lopen op een juiste afbakening, die consistent is met de aanpak in de factsheet 'Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's'.
- De input op het emissiemodel (zonder correctie-emissies) is een gegeven uit andere onderdelen van de EmissieRegistratie (zie Tabel 1 voor de bronnen). In diverse gevallen is deze input vatbaar voor verbeteringen. Vooralsnog is uitgegaan van correctie-emissies (bijlage 5).
- De jaarvracht aan zink en andere metalen die meekomt met afstromend hemelwater is in de EmissieRegistratie onafhankelijk van de jaarneerslag. Om te onderzoeken of deze aanname overeind kan blijven, is de relatie tussen jaarvracht die is gemeten in het influent van de RWZI's in Nederland vergeleken met het jaarvolume op de RWZI's. Bij een hoge correlatie tussen jaarvracht en jaarvolume is het noodzakelijk om hier de systematiek op aan te passen. Voor een aantal zware metalen geldt dat een hoge correlatie aanwezig is.
- Voortdurende toetsing van de modeluitkomsten aan beschikbare metingen blijft nodig. Vooral voor de overstorten en de rendementen van bergbezinkvoorzieningen is de beschikbare hoeveelheid metingen relatief schaars. Er valt te verwachten dat in de komende jaren meer data beschikbaar komen, o.a. via de STOWA Stimuleringsregeling voor metingen aan overstorten.
- De onzekerheid ten aanzien van foutaansluitingen op hemelwaterriolering is relatief groot, terwijl het effect op de emissie van hemelwateruitlaten ook groot is. De EmissieRegistratie is tot dusver uitgegaan van een percentage van 2%. Gekozen is om dit getal te handhaven, bij gebrek aan een betrouwbaarder percentage. Aanbevolen wordt om meer structureel onderzoek te doen naar de prevalentie van foutaansluitingen in Nederland.
- Exfiltratie van rioolwater naar de bodem is niet als emissie opgenomen bij gebrek aan consistente (meet)gegevens over de omvang van exfiltratie vanuit de riolering in Nederland. Bij een exfiltratiepercentage van 1% wordt deze emissie ten opzichte van de andere emissies naar de

bodem wel significant of zelfs dominant. Dit geldt vooral voor de stoffen die voornamelijk in huishoudelijk of overig afvalwater voorkomen (dwa-hh en dwa-ov). Overwogen kan worden om deze emissieroute te verkennen met schattingen of gevoeligheidsanalyses.

- In de jaarlijkse neerslag van het KNMI zit mogelijk een significante meetfout. Het KNMI komt naar verwachting in de loop van 2017 met een update van de neerslagrapportages. Aanbevolen wordt deze update mee te nemen in de EmissieRegistratie.

12 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit document of opmerkingen kan contact worden opgenomen met emissieregistratie@deltares.nl.

13 Referenties

- [1] Rijkswaterstaat WVL, 2014. Effluenten RWZI's (gemeten), factsheets industriële en communalebronnen. RWS-WVL, mei 2014. rapport achtergrondrapport
- [2] Liefing, H.J., 2016. 161024 Concentraties in regenwater.xlsx; Rekenconcentraties op basis van meetprojecten Arnhem, Almere, Krimpenerwaard, Zeewolde. Partners4UrbanWater, Nijmegen.
- [3] Vliet, M.E. van, A. Vrijhoef, L.J.M. Boumans, E.J.W. Wattel-Koekkoek, 2010. De Kwaliteit van ondiep en middeldiep grondwater in Nederland; in het jaar 2008 en de verandering daarvan in 1984-2008. RIVM rapport 680721005/2010.
- [4] CBS Statline, geraadpleegd oktober 2016
- [5] Graaf, R.E. de, B. Roeffen, T. den Ouden, B. Souwer, 2013. Studie naar de huidige en toekomstige waterbehoefte van stedelijke gebieden. Deltasync Waterbased Urban Development, Delft.
- [6] Stichting RIONED. Riolerings in beeld; Benchmark rioleringszorg 2010. Stichting RIONED, Ede
- [7] Stichting RIONED. Riolerings in beeld; Benchmark rioleringszorg 2013. Stichting RIONED, Ede
- [8] KNMI, 2015. Jaaroverzicht van het weer in Nederland, 2014. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt.
- [9] Ven, F.H.M. van de, B.R. Voortman, 1985. De waterbalans van een stedelijk gebied; ervaringen in twee meetgebieden in Lelystad. H2O (18) 1985, nr. 8. 170-176
- [10] Jacobs, C., J. Elbers, E. Moors, B van Hove, 2015. Hoeveel water verdampt de stad? H2O Water Matters, oktober 2015.
- [11] Hoogvliet, M., J. Buma, R. Broksma, G. de Lange, H. Landwehr, M. Coenders-Gerrits, P. Rutten, P. Landa, 2013. Naar een bestendige stedelijke waterbalans. Kenmerk 1206329-000-BGS-0013, Deltares, Utrecht.
- [12] Commissie Integraal Waterbeheer, 2001. Riooloverstorten; Deel 2: Eenduidige basisinspanning. Nadere uitwerking van de definitie van de basisinspanning. Cabri, Lelystad.
- [13] Waterschap de Dommel. Overstortmetingen cluster Eindhoven 2011-2013.
- [14] VEWIN, 2015. Drinkwaterstatistieken 2015. Vewin nr. 2015/135/6259, Vereniging van waterbedrijven in Nederland, Den Haag.
- [15] Clemens, 2003. Riolerings. Colledictaat Civiele Gezondheidstechniek CT3420, TU Delft, faculteit Civiele techniek en geowetenschappen.
- [16] Lijzen, J.P.A., R.O.G. Franken, 1994. Bronnen van lokale bodembelasting. Rapport 950011002, RIVM, Bilthoven.
- [17] CBS, per e-mail d.d. 10 oktober 2016. Spreadsheet met de cijfers uit de statistiek Gemeentelijk afval
- [18] Liefing, H.J., R.P.S. Schilperoort, J.G. Langeveld, 2015. Regenwaterproject Almere; eindrapportage. Rapport in opdracht van Waterschap Zuiderzeeland en gemeente Almere. Partners4UrbanWater, Nijmegen.
- [19] Ashley, R.M., J.-L. Bertrand-Krajewski, T. Hvitved-Jakobsen and M. Verbanck (ed), 2004. Solids in sewers; Characteristics, effects and control of sewer solids and associated pollutants. IWA Publishing.
- [20] J. Houhou, B.S. Lartiges, A. Hofmann, G. Frappier, J. Ghanbaja, A. Temgoua, Phosphate dynamics in an urban sewer: A case study of Nancy, France, Water research 43 (2009) 1088-1100

- [21] J. Houhou, B.S. Lartiges, E. Montarges-Pelletier, J. Sieliechi, J. Ghanbaja, A. Kohler 2009 Sources, nature, and fate of heavy metal-bearing particles in the sewer system. Science of the total environment 407 pp 6052-6062
- [22] Michelbach, S., and Worhle, C. (1993). Settleable solids in a combined sewer system, settling characteristics, heavy metals, efficiency of storm water tanks. Water Science & Technology 27 (5-6). Pp 153-164
- [23] Michelbach, S., and Worhle, C. (1994). Settleable solids from combined sewers: settling, storm water treatment, and sedimentation rates in rivers. Water Science & Technology 29 (1-2). Pp 92-102
- [24] Liefing, H.J., 2016. 161101 Concentraties overstorten.xlsx; Rekenconcentraties op basis van diverse meetprojecten in Nederland. Partners4UrbanWater, Nijmegen
- [25] Langeveld, J.G., R.P.S. Schilperoort, S.R. Weijers. Climat change and urban wastewater infrastructure: There is more to explore. Journal of Hydrology, Volume 476, 7 January 2013, Pages 112–119
- [26] Gasperi, J., M.C. Gromaire, M. Kafi, R. Moilleron, G. Chebbo, 2010. Contributions of wastewater, runoff and sewer deposit erosion to wet weather pollutant loads in combined sewer systems.
- [27] Langeveld, J.G., 2016. Verzameling emissiecijfers riooloverstorten en toelichting. Notitie Rioned11_N_160422. Partners4UrbanWater, Nijmegen.
- [28] NWRW-eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982 – 1989' (NWRW, 1989)
- [29] Witteveen en Bos, 2006, Zuiveringsrendementen RWZI voor gebruik in de landelijke EmissieRegistratie, Witteveen en Bos, Proj. Nr. RW 1628-1, Deventer.
- [30] DHV, 2006, Witte vlekken riolering en afvalwaterzuivering, schatting landelijke emissies met SESRIO, DHV, Amersfoort.
- [31] Pieters, B.J., M. Hehenkamp en L.M. Janmaat, Verbetering effluentschattingen RWZI's. Aanbevelingen effluentvrachten voor EmissieRegistratie op basis van de Watson database. Grontmij, rapportnummer 311275, 2011.
- [32] Duijnhoven van, N, Oplegnotitie 2: herberekening PAK effluenten EmissieRegistratie, kenmerk 1204148-003-ZWS-0014, januari 2012.
- [33] Duijnhoven van, N, Oplegnotitie 1: verbetering schatting effluentvrachten RWZI's, kenmerk 1204148-003-ZWS-0015, januari 2012.
- [34] Pieters, B.J., spreadsheet "Grafieken en Schattingen", september 2013.
- [35] Duijnhoven, N. van, Vervolg analyse Watson, 15 december 2014
- [36] Pieters, B.J., en S. Mol-Jansen, Update Watson-database 2011-2015, Afleiding landelijke kentallen voor de Emissie-Registratie, rapportnummer 201516, 22 december 2015
- [37] Liefing, E., H. de Man; EmissieRegistratie Afvalwaterketen, Achtergrondrapport bij de in 2017 geactualiseerde factsheet 'Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's, Partners 4 Urban Water, 15 juni 2017.
- [38] Meiracker, R. van den, Watson Analyse 2019, 12 december 2019. Met bijbehorende spreadsheetbestanden.

Bijlage 1: Verwijderingsrendementen RWZI en IBA

Opmerking: De verwijderingsrendementen voor RWZI's en IBA's zijn afkomstig van twee separate studies [37], gebaseerd op aparte informatiebronnen en met ook een aanzienlijk verschil in nauwkeurigheid. Gevolg hiervan is onder meer dat er voor specifieke componenten forse discrepanties bestaan tussen het verwijderingsrendement in een RWZI en in een IBA. In de berekening van effluenten van een RWZI en een IBA wordt in geval van geen verwijderingsrendement door schattingen op basis van stofeigenschappen en bekende rendementen van vergelijkbare stoffen een waarde geschat.

Tabel B1.1: Verwijderingsrendementen RWZI's en IBA's (%) voor ER1990-2018. In grijs de nieuw toegevoegde stoffen voor Er1990-2018.

Stof	RWZI	IBA	Jaar wijziging ZR RWZI
1,1,1-Trichloorethaan	93%	26%	
1,1,2-Trichloorethaan	64%	18%	
1,1-Dichloorethaan	89%	25%	
1,2,3-benzotriazool	55%	15%	nieuw 2018
1,2-Dichloorbenzeen	76%	22%	
1,2-Dichloorethaan	70%	20%	
1,2-Dichlooretheen	90%	25%	
1,4-Dichloorbenzeen	85%	25%	
2,3,4,5-Tetrachloorfenol	24%	11%	
2,3,4,6-Tetrachloorfenol	24%	14%	
2,3,6-Trichloorfenol	16%	6%	
2,4,5-Trichloorfenol	16%	6%	
2,4-Dichloorfenoxijazijnzuur	52%	16%	2018 [38]
Acenaftheen	85%	27%	2012 [28]
Acenafthyleen	85%	25%	
Acesulfame K	87%	24%	nieuw 2018
Aluminiumverb. (als Al)	90%	45%	2016 [32]
Anthraceen	85%	31%	2012 [28]
Antimoonverb. (als Sb)	93%	46%	
Arseenverb. (als As)	1)	19%	
Atenolol	72%	20%	nieuw 2018
Azithromycine	33%	12%	2015 [31]
Bariumverb. (als Ba)	82%	28%	2016 [32]
Benzeen	99%	28%	2012 [29]
Benzo(a)Anthraceen	90%	25%	2012 [28]
Benzo(a)Pyreen	95%	67%	2012 [28]
Benzo(b)Fluorantheen	95%	72%	2012 [28]
Benzo(ghi)Peryleen	98%	83%	2012 [28]
Benzo(k)Fluorantheen	95%	74%	2012 [28]
Berillium	100%	34%	2016 [32]
Bezafibraat	89%	29%	2018 [38]
Bisfenol A	88%	25%	2018 [38]
Boriumverb. (als B)	90%	26%	
BTEX	nb	0%	
Cadmiumverb. (als Cd)	1)	44%	
Caffeïne	99%	28%	nieuw 2018
Carbamazepine	25%	7%	2018 [38]
Carbendazim	57%	16%	2018 [38]
Chloorbenzenen	84%	24%	
Chloorfenolen	27%	15%	
Chloorparaffines (C1-C3)	nb	77%	
Chloorprofam	79%	23%	2018 [38]
Chloorthalonil	3%	1%	
Chloriden	22%	6%	2018 [38]
Chroomverb. (als Cr)	1)	52%	
Chryseen	90%	67%	2012 [28]
Citalopram	35%	11%	nieuw 2018
Claritromycine	56%	16%	2016 [32]
Claritromycine	56%	16%	2016 [32]
Clozapine	65%	19%	2016 [32]
Cyaniden	70%	20%	
Cyclamaat	97%	27%	nieuw 2018

Stof	RWZI	IBA	Jaar wijziging ZR RWZI
DDT	nb	32%	
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	78%	22%	2015 [31]
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	96%	27%	2018 [38]
dibenzo(ah)anthraceen	95%	83%	
Dibutylftalaat	90%	34%	2018 [38]
Dichlobenil	nb	0%	
Dichloormethaan	86%	24%	
Dichlorvos	46%	13%	
Diclofenac	37%	19%	2018 [38]
Diethylftalaat	96%	27%	2015 [31]
Diisobutylftalaat	49%	21%	2015 [31]
Dimethylftalaat	1%	0%	
Dioxinen (PCDD/PCDF, I-TEQ)	95%	65%	
Dipyridamol	99%	28%	2016 [32]
Dipyridamol	99%	28%	2016 [32]
Drins (Aldrin, Dieldrin)	0%	81%	
Endosulfan	10%	4%	
Ethylbenzeen	91%	26%	
Fenanthreen	65%	25%	
Fenol en Fenolaten	12%	3%	
Fentinacetaat	5%	2%	
Fipronil	45%	16%	nieuw 2018
Fluorantheen	90%	44%	
Fluoreen	85%	28%	
Fluoriden anorganisch (als HF)	0%	7%	
Fluorverb., anorg.(als F)	0%	0%	
Ftalaaten	32%	85%	
Gabapentine	40%	11%	2018 [38]
Gebromeerde Difenylethers, PBDE	95%	83%	2015 [31]
Gemfibrozil	70%	33%	2016 [32]
Gemfibrozil	70%	33%	2016 [32]
Glyfosaat	59%	16%	2018 [38]
Hexabromocyclododecaan	nb	85%	
Hexachloorbenzeen	88%	68%	
Hexachloorbutadieen	9%	20%	
Hexachloorcyclohexaan	35%	11%	
Hexachloorcyclohexaan, gamma-	53%	16%	2015 [31]
Hexachloorcyclohexaan,Alfa-	35%	11%	
Hexachloorcyclohexaan,Beta-	35%	11%	
Hydrochloorthiazide	87%	24%	2016 [32]
Hydrochloorthiazide	87%	24%	2016 [32]
Ibuprofen	98%	30%	2015 [31]
Imidacloprid	37%	10%	2018 [38]
Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	98%	83%	2012 [28]
Irbesartan	32%	47%	2016 [32]
Irbesartan	32%	47%	2016 [32]
Isopropylbenzeen	92%	27%	
Isoproturon	2%	1%	
Jomeprol	71%	20%	nieuw 2018
Jopromide	66%	18%	nieuw 2018
Kobaltverb. (als Co)	69%	36%	2016 [32]
Koperverb. (als Cu)	1)	43%	
Kwikverb. (als Hg)	1)	57%	
Levetiracetam	93%	26%	2018 [38]
Lidocaine	38%	11%	2016 [32]
Lidocaine	38%	11%	2016 [32]
Loodverb. (als Pb)	1)	68%	
Magnesium	42%	12%	2016 [32]
Mangaanverb. (als Mn)	44%	12%	2016 [32]
MCPA	38%	11%	2015 [31]
MCPP	60%	17%	2015 [31]
Mecoprop	57%	16%	
Metformine	96%	27%	2018 [38]
Methyl-T-butylether	nb	0%	
Metoprolol	32%	9%	2018 [38]
Minerale oliën	98%	74%	2015 [31]

Stof	RWZI	IBA	Jaar wijziging ZR RWZI
Molybdeenverb. (als Mo)	75%	21%	2016 [32]
N - Totaal	1)	30%	
Naftaleen	80%	36%	2012 [28]
Naproxen	95%	28%	2018 [38]
Nikkelverb. (als Ni)	1)	25%	
Nonylfenol	93%	56%	2018 [38]
Nonylfenol/Ethoxylaten(Np/Npe)	93%	65%	2018 [38]
Organotinverbindingen	5%	3%	
Oxazepam	32%	9%	2018 [38]
P - Totaal	1)%	38%	
Paracetamol	100%	28%	nieuw 2018
PCB's	98%	77%	2015 [31]
Pentachloorfenol	55%	38%	
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	43%	14%	nieuw 2018
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	85%	49%	nieuw 2018
Perfluorbutaanzuur	71%	20%	nieuw 2018
Perfluordecaanzuur	90%	76%	nieuw 2018
Perfluorheptaanzuur	90%	37%	nieuw 2018
Perfluorhexaanzuur	42%	15%	nieuw 2018
Perfluormonaanzuur	90%	68%	nieuw 2018
Perfluoroctaansulfonaat	67%	67%	nieuw 2018
Perfluor-octaanzuur (PFOA)	62%	45%	nieuw 2018
Propranolol	50%	14%	nieuw 2018
Pyreen	90%	41%	
Saccharine	97%	27%	nieuw 2018
Seleenverb. (als Se)	85%	27%	
Simazine	54%	15%	2018 [38]
Sotalol	30%	8%	2018 [38]
Strontiumverb. (als Sr)	18%	5%	2016 [32]
Styreen	83%	23%	
Sulfamethoxazol	72%	20%	2018 [38]
Sulfaten (als SO4)	19%	5%	2016 [32]
Tetrachlooretheen	93%	26%	
Tetrachloormethaan	94%	26%	
Tinverb. (als Sn)	94%	49%	2015 [31]
Tolueen	99%	28%	2012 [29]
Totaal organisch koolstof	nb	0%	
Trichloorbenzenen	86%	24%	
Trichlooretheen	91%	26%	
Trichloormethaan	86%	24%	
Trimethoprim	65%	18%	2018 [38]
Valsartan	74%	22%	nieuw 2018
Vanadiumverb. (als V)	87%	25%	2016 [32]
Vinylchloride	94%	26%	
Xylenen (Totaal)	92%	26%	
Zilververb. (als Ag)	65%	49%	
Zinkverb. (als Zn)	1)	51%	

1) De emissies van deze stoffen met het effluent van een RWZI worden op andere wijze berekend, zie hiervoor [1]. Om deze reden wordt voor deze stoffen voor RWZI's geen verwijderingsrendement gegeven.

Bijlage 2: Belasting naar oppervlaktewater 2018 (kg/jaar)

Tabel B22: Resultaten van de berekeningen emissie naar oppervlaktewater voor 2018 (in kg/jaar)

Gepresenteerde stof	Effluënten RWZI's berekend	Overstorten	Ongezuiverd huishoudelijk afvalwater	Regenwater riolen	IBA naar oppervlak te water
1,1,1-Trichloorethaan	0	0	0	0	0
1,2,3-benzotriazool	4250	20	0	42	16
1,2-Dichloorethaan	7.7	0.05	0	0.11	0
1,2-Dichlooretheen	0	0	0	0	0
1,4-Dichloorbenzeen	927	14	0	27	9.1
2,4-Dichloorfenoxyzijnzuur	11	1.9	0	12	0
Acenaftheen	1.1	0.66	0	3.9	0
Acenafthyleen	0.94	0.53	0	3.4	0
acesulfame K	4276	70	0	146	49
Aluminiumverb. (als Al)	6174	271	0	5468	0
Anthraceen	3.5	1.2	0	5.5	0.02
Antimoonverb. (als Sb)	84	172	0	598	0
Arseenverb. (als As)	3674	33	0	1181	5.4
atenolol	501	3.8	0	7.9	2.8
Azithromycine	1133	4.1	0	7.4	2.9
Bariumverb. (als Ba)	2258	1234	0	6756	0
Benzeen	31	140	0	934	0.24
Benzo(a)Anthraceen	5.9	1.2	0	7.8	0.07
Benzo(a)Pyreen	3.8	1.6	0	3.5	0.04
Benzo(b)Fluorantheen	0.42	1.6	0	3.9	0
Benzo(ghi)Peryleen	0.63	3.4	0	7.9	0.01
Benzo(k)Fluorantheen	2.0	2.8	0	6.5	0.01
Bezafibraat	24	0.57	0	0.84	0.30
Bisfenol A	135	2.4	0	5.0	1.7
Boriumverb. (als B)	0.53	0.01	0	0.02	0
Cadmiumverb. (als Cd)	199	14	0	41	0.57
Caffeïne	1628	345	0	721	230
Carbamazepine	714	2.0	0	4.2	1.7
Carbendazim	35	0.17	0	0.36	0.13
Chloorbenzenen	1728	23	0	48	16
Chloorfenolen	469	5.1	0	20	1.0
Chloriden	117033750	310697	0	20996680	0
Chroomverb. (als Cr)	2599	513	0	1212	3.2
Chryseen	8.9	4.1	0	10.0	0.05
citalopram	130	0.46	0	0.89	0.35
claritromycine	146	0.72	0	1.5	0.54
Clozapine	39	0.24	0	0.49	0.18
clozapine	39	0.24	0	0.49	0.18
Cyaniden	40	0.29	0	0.59	0
cyclamaat	3902	276	0	576	185
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	278	2.7	0	5.6	1.9
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	753	40	0	83	27
dibenzo(ah)anthraceen	0.04	0.20	0	0.47	0
Dibutylftalaat	306	9.3	0	13	4.0
Dichloormethaan	933	14	0	30	9.5
Diclofenac	462	2.2	0	3.3	1.2
Dioxinen (PCDD/PCDF, I-TEQ)	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Dipyridamol	70	15	0	31	9.9
dipyridamol	70	15	0	31	9.9
Endosulfan	25	2.4	0	15	0
Ethylbenzeen	41	0.99	0	2.0	0.25
Fenanthreen	120	11	0	52	0.37
Fenol en Fenolaten	3062	11	0	37	1.1

Gepresenteerde stof	Effluenten RWZI's berekend	Overstorten	Ongezuiverd huishoudelijk afvalwater	Regenwater riolen	IBA naar oppervlak te water
fipronil	22	0.10	0	0.17	0.07
Fluorantheen	46	7.7	0	23	0.47
Fluoreen	3.4	2.2	0	12	0
Fluoriden anorganisch (als HF)	58211	151	0	253	0
Fluorverb., anorg.(als F)	55468	118	0	243	0
Ftalaten	31525	247	0	181	14
Gabapentine	3685	13	0	27	11
Gebromeerde Difenylethers, PBDE	5.5	0.93	0	1.3	0.04
Gemfibrozil	255	2.9	0	3.6	1.1
gemfibrozil	255	2.9	0	3.6	1.1
Glyfosaat	1265	245	0	1663	0
Hexachloorbenzeen	2.0	0.13	0	0.18	0.01
Hexachloorbutadieen	0.06	0.01	0	0.04	0
Hexachloorcyclohexaan	6.1	0.80	0	4.9	0
Hexachloorcyclohexaan, gamma-	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	516	8.4	0	18	5.9
hydrochloorthiazide	516	8.4	0	18	5.9
Ibuprofen	246	30	0	54	17
IJzerverb. (als Fe)	3215	1608	0	9400	0
Imidacloprid	91	0.31	0	0.64	0.25
Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	0.41	1.2	0	2.8	0.00
Irbesartan	1543	10	0	9.4	2.4
irbesartan	1543	10	0	9.4	2.4
Isopropylbenzeen	0.14	0.00	0	0.01	0
jomeprol	2431	18	0	37	13
jopromide	112	0.70	0	1.5	0.52
Kobaltverb. (als Co)	32	7.5	0	27	0
Koperverb. (als Cu)	8830	3254	0	8104	124
Kwikverb. (als Hg)	55	5.5	0	11	0.21
KWS alif.gehalogeneerd	32589	2344	0	6275	26
KWS alif.niet gehalogen.	590864	58448	0	158503	3.2
KWS arom.gehalogeneerd	31847	161	0	153	42
KWS arom.niet gehalogeneerd	146669	1557	0	2992	177
KWS niet-gehalogeneerd	737532	60005	0	161496	181
KWS2000, Totaal	239254	3604	0	7858	116
Levetiracetam	305	9.2	0	19	6.3
Lidocaine	89	0.31	0	0.64	0.25
Lidocaine	89	0.31	0	0.64	0.25
Loodverb. (als Pb)	2890	2624	0	8372	8.4
Mangaanverb. (als Mn)	114	11	0	72	0
MCPA	13	1.7	0	11	0
Mecoprop	68	0.34	0	0.70	0.26
Metformine	6691	354	0	741	239
Metoprolol	2518	7.9	0	16	6.6
Minerale olien	9369	57749	0	138799	1.3
Molybdeenverb. (als Mo)	2692	29	0	88	16
N - Totaal	14013555	420570	0	2091172	100586
Naftaleen	85	9.4	0	58	0.36
Naproxen	463	20	0	41	13
Nikkelverb. (als Ni)	8244	500	0	1637	13
Organotinverbindingen	11	0.03	0	0.05	0
Organotinverbindingen (als Sn)	3.2	0.01	0	0.01	0
Oxazepam	672	2.1	0	4.4	1.8
P - Totaal	2491666	74702	0	337310	16343
PAK (6 van Borneff)	100	20	0	43	0.30
paracetamol	1132	799	0	1672	531

Gepresenteerde stof	Effluenten RWZI's berekend	Overstorten	Ongezuiverd huishoudelijk afvalwater	Regenwater riolen	IBA naar oppervlak te water
PCB's	0.01	0.13	0	0.32	0
PCB's en PCT's	0.01	0.13	0	0.32	0
Pentachloorfenol	57	5.1	0	16	0.12
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	18	0.07	0	0.14	0.05
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	9.4	0.27	0	0.28	0.06
perfluorbutaanzuur	138	1.0	0	2.1	0.74
perfluordecaanzuur	1.5	0.08	0	0.07	0.01
perfluorheptaanzuur	3.8	0.12	0	0.17	0.05
Perfluorhexaanzuur	27	0.12	0	0.21	0.08
perfluornonaanzuur	1.0	0.05	0	0.05	0.01
perfluoroctaansulfonaat	11	0.17	0	0.15	0.02
Perfluor-octaanzuur (PFOA)	38	0.44	0	0.45	0.11
propranolol	111	0.47	0	0.98	0.37
Pyreen	21	7.2	0	26	0.19
saccharine	1349	95	0	199	64
Seleenverb. (als Se)	6.2	3.8	0	22	0
Sotalol	1852	5.6	0	12	4.7
Strontiumverb (als Sr)	334893	1185	0	4019	749
Styreen	3.8	0.05	0	0.10	0
Sulfamethoxazol	236	1.8	0	3.7	1.3
Sulfaten (als SO4)	18872472	48818	0	1864835	0
Tetrachlooretheen	949	1097	0	7276	0
Tetrachloormethaan	31	1.1	0	2.3	0.74
Tinverb. (als Sn)	109	45	0	132	0
Tolueen	55	12	0	24	5.5
Trichloorbenzenen	470	7.1	0	15	5.0
Trichlooretheen	99	53	0	350	0
Trichloormethaan	377	5.7	0	12	4.0
Trimethoprim	70	0.42	0	0.89	0.32
valsartan	2612	23	0	45	15
Vanadiumverb. (als V)	33	17	0	113	0
Vinylchloride	1.2	0.04	0	0.09	0
Xylenen (Totaal)	26	0.69	0	1.4	0.41
Zilververb. (als Ag)	16	0.21	0	0.18	0
Zinkverb. (als Zn)	84174	12417	0	49619	147

Bijlage 3: Belasting naar bodem 2018 (kg/jaar)

Tabel B3.1: Resultaten van de berekeningen emissie naar bodem voor 2018 (in kg/jaar)

Gepresenteerde stof	Infiltratie wegopper- vlak	IBA naar bodem	Ongezuiverd huishoudelijk afvalwater
1,1,1-Trichloorethaan	0	0	0
1,2,3-benzotriazool	0	7.8	0
1,2-Dichloorethaan	0	0	0
1,2-Dichlooretheen	0	0	0
1,4-Dichloorbenzeen	0	4.5	0
2,4-Dichloorfenoxyzijnzuur	26	0	0
Acenaftheen	4.9	0	0
Acenafthyleen	4.0	0	0
acesulfame K	0	24	0
Aluminiumverb. (als Al)	295	0	0
Anthraceen	11	0.01	0
Antimoonverb. (als Sb)	728	0	0
Arseenverb. (als As)	64	2.7	0
atenolol	0	1.4	0
Azithromycine	0	1.5	0
Bariumverb. (als Ba)	5774	0	0
Benzeen	775	0.12	0
Benzo(a)Anthraceen	15	0.03	0
Benzo(a)Pyreen	7.6	0.02	0
Benzo(b)Fluorantheen	9.8	0	0
Benzo(ghi)Peryleen	25	0.00	0
Benzo(k)Fluorantheen	13	0.01	0
Bezafibraat	0	0.15	0
Bisfenol A	0	0.83	0
Boriumverb. (als B)	0	0	0
Cadmiumverb. (als Cd)	36	0.28	0
Caffeïne	0	115	0
Carbamazepine	0	0.86	0
Carbendazim	0	0.07	0
Chloorbenzenen	0.12	8.0	0
Chloorfenolen	15	0.51	0
Chloriden	0	0	0
Chroomverb. (als Cr)	2408	1.6	0
Chryseen	26	0.02	0
citalopram	0	0.17	0
claritromycine	0	0.27	0
Clozapine	0	0.09	0
clozapine	0	0.09	0
Cyaniden	0	0	0
cyclamaat	0	93	0
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	0	0.97	0
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	0	0.97	0
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	0	13	0
dibenzo(ah)anthraceen	0.83	0	0
Dibutylftalaat	0	2.0	0
Dichloormethaan	0	4.7	0
Diclofenac	0	0.58	0
Dioxinen (PCDD/PCDF, I-TEQ)	0	0.00	0
Dipyridamol	0	4.9	0
dipyridamol	0	4.9	0
Endosulfan	13	0	0
Ethylbenzeen	0	0.12	0
Fenanthreen	86	0.18	0

Gepresenteerde stof	Infiltratie wegopper- vlak	IBA naar bodem	Ongezuiverd huishoudelijk afvalwater
Fenol en Fenolaten	25	0.56	0
fipronil	0	0.03	0
Fluorantheen	33	0.23	0
Fluoreen	23	0	0
Fluoriden anorganisch (als HF)	0	0	0
Fluorverb., anorg.(als F)	0	0	0
Ftalaten	0	7.0	0
Gabapentine	0	5.3	0
Gebromeerde Difenylethers, PBDE	0.99	0.02	0
Gemfibrozil	0	0.56	0
gemfibrozil	0	0.56	0
Glyfosaat	3615	0	0
Hexachloorbenzeen	0.12	0.01	0
Hexachloorbutadieen	0.03	0	0
Hexachloorcyclohexaan	4.3	0	0
Hexachloorcyclohexaan, gamma-	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	2.9	0
hydrochloorthiazide	0	2.9	0
Ibuprofen	0	8.4	0
IJzerverb. (als Fe)	20891	0	0
Imidacloprid	0	0.13	0
Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	6.0	0.00	0
Irbesartan	0	1.2	0
irbesartan	0	1.2	0
Isopropylbenzeen	0	0	0
jomeprol	0	6.6	0
jopromide	0	0.26	0
Kobaltverb. (als Co)	25	0	0
Koperverb. (als Cu)	8289	62	0
Kwikverb. (als Hg)	9.2	0.11	0
KWS alif.gehalogeneerd	6375	13	0
KWS alif.niet gehalogen.	474787	1.6	0
KWS arom.gehalogeneerd	42	21	0
KWS arom.niet gehalogeneerd	5651	89	0
KWS niet-gehalogeneerd	480439	90	0
KWS2000, Totaal	7150	58	0
Levetiracetam	0	3.1	0
Lidocaine	0	0.13	0
Lidocaine	0	0.13	0
Loodverb. (als Pb)	523	4.2	0
Mangaanverb. (als Mn)	157	0	0
MCPA	24	0	0
Mecoprop	0	0.13	0
Metformine	0	119	0
Metoprolol	0	3.3	0
Minerale olien	479583	0.64	0
Molybdeenverb. (als Mo)	89	7.9	0
N - Totaal	922730	50293	0
Naftaleen	113	0.18	0
Naproxen	0	6.5	0
Nikkelverb. (als Ni)	1220	6.3	0
Organotinverbindingen	0	0	0
Organotinverbindingen (als Sn)	0	0	0
Oxazepam	0	0.88	0
P - Totaal	203846	8171	0
PAK (6 van Borneff)	95	0.15	0

Gepresenteerde stof	Infiltratie wegoppervlak	IBA naar bodem	Ongezuiverd huishoudelijk afvalwater
paracetamol	0	266	0
PCB's	0.37	0	0
PCB's en PCT's	0.37	0	0
Pentachloorfenol	15	0.06	0
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	0	0.03	0
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	0	0.03	0
perfluorbutaanzuur	0	0.37	0
perfluordecaanzuur	0	0.00	0
perfluorheptaanzuur	0	0.02	0
Perfluorhexaanzuur	0	0.04	0
perfluormonaanzuur	0	0.00	0
perfluoroctaansulfonaat	0	0.01	0
Perfluor-octaanzuur (PFOA)	0	0.05	0
propranolol	0	0.19	0
Pyreen	50	0.09	0
saccharine	0	32	0
Seleenverb. (als Se)	25	0	0
Sotalol	0	2.4	0
Strontiumverb. (als Sr)	1860	375	0
Styreen	0	0	0
Sulfamethoxazol	0	0.66	0
Sulfaten (als SO ₄)	0	0	0
Tetrachlooretheen	6080	0	0
Tetrachloormethaan	0	0.37	0
Tinverb. (als Sn)	338	0	0
Tolueen	0	2.8	0
Trichloorbenzenen	0	2.5	0
Trichlooretheen	290	0	0
Trichloormethaan	0	2.0	0
Trimethoprim	0	0.16	0
valsartan	0	7.7	0
Vanadiumverb. (als V)	113	0	0
Vinylchloride	0	0	0
Xylenen (Totaal)	0	0.21	0
Zilververb. (als Ag)	0	0	0
Zinkverb. (als Zn)	19568	74	0
1,1,1-Trichloorethaan	0	0	0
1,2,3-benzotriazool	0	7.8	0

Bijlage 4: Berekende emissies per emissieoorzaak 1990-2018

Tabel B4.1: Emissies van overstorten naar oppervlaktewater (kg)

stof	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
1,2,3-Benzotriazool	20	20	20	20	19	20	20	20
Acenafteen	6.2	4.1	1.7	1.4	1.2	0.82	0.71	0.66
Acenaftyleen	5.2	3.3	1.4	1.1	1.0	0.66	0.57	0.53
Acesulfame K	70	71	71	70	67	68	69	70
Aluminiumverbind. als Al	202	245	151	562	392	246	275	271
Anthraceen/Anthraceenolie	4.9	4.9	2.4	2.0	1.8	1.3	1.2	1.2
Antimoon	184	300	273	234	225	194	183	172
Arseenverbind. berek. als As	174	122	60	49	40	35	35	33
Atenolol	3.8	3.9	3.9	3.8	3.7	3.7	3.7	3.8
Azithromycine	4.3	4.3	4.3	4.2	4.0	4.0	4.1	4.1
Bariumverb. anorg. als Ba	807	1393	1784	1602	1631	1402	1328	1234
Benzeen	903	636	410	280	295	167	147	140
Benzo(a)Anthraceen	4.8	5.2	2.6	2.2	2.0	1.4	1.2	1.2
Benzo(a)Pyreen	13	11	4.8	3.6	2.9	1.8	1.6	1.6
Benzo(b)Fluorantheen	18	18	7.3	5.3	4.3	2.0	1.6	1.6
Benzo(ghi)Peryleen	21	24	10	7.4	5.8	3.7	3.4	3.4
Benzo(k)Fluorantheen	36	27	10	7.4	5.9	3.4	2.9	2.8
Bezafibraat	0.60	0.61	0.60	0.58	0.56	0.56	0.57	0.57
Bisfenol A	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.4	2.4
Boorverbindingen als B					0.05	0.02	0.03	0.01
BTEX	1045	692	446	309	323	185	162	154
Cadmiumverb. berek. als Cd	103	104	63	34	17	16	16	14
Caffeïne	346	352	352	345	334	337	340	345
Carbamazepine	2.0	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Carbendazim	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Chloorbenzenen, n.n.b.	23	24	24	23	22	23	23	23
Chloorfenolen, n.n.b.	14	13	11	8.4	6.8	5.6	5.2	5.1
Chloorparaffines (C1-C3)	191	166	141	116	98	98	98	99
Chloroform (trichloormethaan)	5.7	5.9	5.9	5.7	5.5	5.6	5.7	5.7
Chroomverb. anorg. als Cr	1443	2090	1025	770	627	552	527	513
Chryseen	31	33	14	10	8.5	4.8	4.2	4.1
Citalopram	0.47	0.47	0.47	0.46	0.44	0.45	0.45	0.46
Claritromycine	0.73	0.74	0.74	0.72	0.70	0.71	0.71	0.72
Clozapine	0.24	0.25	0.25	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24
Cl-verb.anorg,Chloriden als Cl	497116	477730	533883	485976	322218	314683	384095	310697
Cyaniden als Cn	2.6	1.3	3.1	0.14	0.93	0.50	0.25	0.29
Cyclamaat	277	281	281	275	267	269	272	276
D,2,4-	23	38	21	8.0	3.8	1.7	2.0	1.9
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	40	41	41	40	39	39	40	40
Dibenzo(A,H)Anthraceen	3.0	1.9	0.73	0.50	0.38	0.24	0.21	0.20
Dibutylftalaat	10	10	10.0	9.6	9.1	9.1	9.2	9.3
Dichlobenil	180	292	139	122	105	92	87	84
Dichloorbenzeen,1,4-	14	14	14	14	13	13	14	14
Dichloorethaan,1,2-	9.6	0.39	0.25	0.07	0.07	0.15	0.10	0.05
Dichlooretheen,1,2-	0	0.11	0.07	0.00	0	0.00	0	0
Diclofenac	2.3	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2
Dipyridamol	15	15	15	15	15	15	15	15
Drins (Aldrin, dieldrin, ...)	0.00	0.00	0.00	0				
Endosulfan	4.9	4.8	4.1	3.3	2.9	2.6	2.4	2.4
Ethylbenzeen	2.4	16	8.2	5.2	3.4	2.5	1.6	0.99
Extraheerbaar org.Chloor(EOCl)	3.2	2.8	1.5	4.6	2.1	1.5	3.8	2.1
Fenanthreen	71	55	25	20	18	13	11	11

stof	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Fenolen (als totaal C)	7.8	9.5	8.8	16	23	19	7.5	7.9
Fenolen, en Fenolaten	13	16	14	23	32	26	10	11
Fipronil	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10
Fluorantheen	65	48	21	17	14	9.2	8.0	7.7
Fluoreen	10	9.0	4.3	3.6	3.2	2.5	2.3	2.2
Fluorverbind. anorg. als F	700	65	163	87	177	48	70	118
Fosforverbind.,anorg. als P	118451	149405	105795	91224	79032	74973	74709	74702
Ftalaten, n.n.b.	407	410	370	295	244	241	243	247
Gabapentine			13	13	13	13	13	13
Gebromeerde difenylethers (PBDE)	1.9	2.3	2.3	1.5	1.0	0.96	0.94	0.93
Gemfibrozil	3.3	3.3	3.2	3.0	2.8	2.9	2.9	2.9
Glyfosaat	1420	2851	1662	2316	1794	554	253	245
Hexabromocyclododecaan (HCDB)						0.00	0.00	0.00
Hexachloorbenzeen	0.25	0.33	0.33	0.21	0.14	0.13	0.13	0.13
Hexachloorbutadieen	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Hexachloorcyclohexaan	9.2	5.3	1.4	1.1	1.0	0.88	0.82	0.80
Hexachloorcyclohexaan,gamma-	0.47	0.24	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	8.4	8.6	8.6	8.4	8.1	8.2	8.3	8.4
Ibuprofen	30	31	31	30	29	29	29	30
Imidacloprid	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.31
Indeno(1,2,3-c,d)Pyreen	11	8.5	3.4	2.4	1.9	1.4	1.3	1.2
Irbesartan	13	13	12	11	10.0	10.0	10	10
Isopropylbenzeen (Cumeen)	0.01	0.03	0.01	0.09	0.29	0.00	0.00	0.00
Isoxaben					8.7	9.4	6.2	17
Jomeprol	18	18	18	18	17	17	18	18
Jopromide	0.70	0.71	0.71	0.70	0.67	0.68	0.69	0.70
Kobaltverbind. als Co	25	25	19	14	11	8.1	8.0	7.5
Koperverbindingen als Cu	6041	6424	5857	4487	3790	3420	3395	3254
Kwikverbind. berek. als Hg	113	65	37	24	15	6.2	5.6	5.5
Levetiracetam			9.4	9.2	8.9	9.0	9.1	9.2
Lidocaine	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.31
Loodverbind. als Pb	8766	8173	6501	4261	3139	2818	2694	2624
Mangaan	24	37	16	13	12	11	11	11
MCPA	29	85	44	251	216	18	15	1.7
Mecoprop	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.45	0.34	0.34
Metformine	356	362	361	354	343	346	349	354
Methyleenchloride (diCl-Meth.)	14	16	15	14	14	14	14	14
Methyl-T-Butylether					1.3	0.06	0.21	0.02
Metoprolol	7.9	8.0	8.0	7.9	7.6	7.7	7.7	7.9
Minerale oliën	128169	223801	112416	84960	68265	59353	57730	57749
Molybdeen	36	44	32	33	30	29	29	29
Naftaleen	28	31	16	14	13	10	9.6	9.4
Naproxen	20	21	21	20	19	20	20	20
Nikkelverbind. als Ni	1485	1296	984	785	605	531	512	500
Nonylfenol	23	32	16	9.0	10	7.3	7.2	7.3
Organo-Tin verbindingen n.n.b.	0	0.26				0.02	0.02	0.03
Oxazepam	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.1	2.1
Paracetamol	802	816	815	799	774	782	788	799
PCB's en PCT's	4.9	4.7	3.7	1.5	0.39	0.22	0.16	0.13
Pentachloorfenol	20	18	15	9.9	7.5	5.8	5.3	5.1
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	0.34	0.34	0.32	0.29	0.26	0.26	0.27	0.27
Perfluorbutaanzuur	1.0	1.0	1.0	1.0	0.98	0.99	1.0	1.0
Perfluordecaanzuur	0.13	0.13	0.12	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08
Perfluorheptaanzuur	0.14	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12
Perfluorhexaanzuur	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12

stof	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Perfluornonaanzuur	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Perfluor-Octaansulfonaten(PFOS)	1.4	1.4	1.2	1.0	0.86	0.42	0.26	0.17
Perfluor-Octaanzuur(PFOA)	0.57	0.57	0.53	0.48	0.43	0.43	0.44	0.44
Propranolol	0.47	0.48	0.48	0.47	0.45	0.46	0.46	0.47
Pyreen	38	32	15	12	10	8.0	7.4	7.2
Saccharine	96	97	97	95	92	93	94	95
Seleen/-verbind. als Se	20	16	9.5	6.4	4.7	4.1	3.9	3.8
Siliciumverb. anorg. als Si	89	138	59	50	46	41	40	40
Simazine		0.79						
Sotalol	5.6	5.7	5.7	5.6	5.4	5.5	5.5	5.6
Stikstofverb.,anorg./org.als N	853138	835267	654565	556385	480793	434430	421145	420570
Strontiumverbind. als Sr	1067	1232	1337	1277	1263	1210	1197	1185
Styreen		0.02	4.7	3.4	0.20	0.14	0.12	0.05
Sulfamethoxazol	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.8
Sulfaten als SO4	76021	62855	75754	62462	51229	41011	43287	48818
Teq van PCDD - PCDF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tetrachlooretheen (per)	5273	6145	2004	1530	1375	1204	1134	1097
Tetrachloormethaan (tetra)	1.5	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Tin/-verbind. anorg. als Sn	104	161	64	52	54	42	44	45
Titaanverbind. als Ti	14	22	9.5	8.1	7.5	6.6	6.6	6.4
Tolueen	119	18	15	9.4	22	14	12	12
Totaal organisch koolstof					58549	52444	53718	51150
Trichloorbenzeen, n.n.b.	7.2	7.3	7.3	7.1	6.9	7.0	7.0	7.1
Trichloorethaan,1,1,1,-	0.01	0.06	0.00	0.00	0	0	0	0
Trichlooretheen (tri)	3186	3097	297	73	65	57	54	53
Trimethoprim	0.43	0.43	0.43	0.42	0.41	0.41	0.42	0.42
Valsartan	23	23	23	23	22	22	22	23
Vanadium/-verbind. als V	280	212	179	131	39	21	18	17
Vinylchloride (Chlooretheen)				0.00	0.15	0.03	0.09	0.04
Wolfraam/-verb. als W	2.8	4.4	1.9	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2
Xyleen, n.n.b.	18	22	11	13	1.0	0.73	0.78	0.69
Zilververbind. als Ag	2.1	25	3.7	2.8	0.26	0.17	0.10	0.21
Zinkverbind. als Zn	43689	36801	24861	18956	14726	13024	12813	12417
Zirkoon/-verbind. als Zr	18	28	12	10	9.3	8.2	8.0	7.9

Tabel B4.2: Emissies van regenwaterriolen naar oppervlaktewater (kg)

stof	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
1,2,3-Benzotriazool	16	22	28	30	36	39	41	42
Acenafteen	6.6	4.6	2.9	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9
Acenaftyleen	6.0	4.1	2.6	3.4	3.4	3.3	3.4	3.4
Acesulfame K	55	75	96	106	125	136	142	146
Aluminiumverbind. als Al	2383	2416	2856	3687	3588	4606	5187	5468
Anthraceen/Anthraceenolie	4.1	4.3	3.2	4.3	4.4	4.8	5.2	5.5
Antimoon	99	173	246	353	407	525	588	598
Arsenverbind. berek. als As	641	601	660	774	756	1002	1126	1181
Atenolol	3.0	4.1	5.2	5.8	6.8	7.4	7.7	7.9
Azithromycine	2.8	3.8	4.9	5.4	6.4	6.9	7.2	7.4
Bariumverb. anorg. als Ba	781	1428	2758	3991	4675	6015	6705	6756
Benzeen	1096	833	801	871	1031	872	906	934
Benzo(a)Anthraceen	5.9	6.9	5.0	6.7	7.0	6.9	7.4	7.8
Benzo(a)Pyreen	4.0	3.8	2.7	3.5	3.6	3.2	3.3	3.5
Benzo(b)Fluorantheen	5.6	6.0	4.0	5.3	5.6	3.9	3.8	3.9
Benzo(ghi)Peryleen	5.6	6.9	5.0	6.8	7.1	6.9	7.4	7.9
Benzo(k)Fluorantheen	10	8.3	5.4	7.0	7.4	6.4	6.4	6.5
Bezafibraat	0.31	0.43	0.55	0.61	0.72	0.78	0.82	0.84
Bisfenol A	1.9	2.6	3.3	3.6	4.3	4.7	4.8	5.0
Boorverbindingen als B					0.08	0.03	0.06	0.02

stof	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
BTEX	1202	888	846	911	1079	907	934	962
Cadmiumverb. berek. als Cd	47	51	49	44	27	36	43	41
Caffeïne	270	372	476	525	618	675	701	721
Carbamazepine	1.6	2.2	2.8	3.1	3.6	3.9	4.1	4.2
Carbendazim	0.13	0.18	0.24	0.26	0.31	0.34	0.35	0.36
Chloorbenzenen, n.n.b.	18	25	32	35	41	45	47	48
Chloorfenolen, n.n.b.	11	12	15	17	16	18	19	20
Chloorparaffines (C1-C3)	34	41	50	54	64	70	73	75
Chloroform (trichloormethaan)	4.5	6.3	8.0	8.7	10	11	12	12
Chroomverb. anorg. als Cr	529	793	653	804	809	1042	1158	1212
Chryseen	9.9	11	7.9	11	11	9.2	9.5	10.0
Citalopram	0.33	0.46	0.58	0.64	0.76	0.83	0.86	0.89
Claritromycine	0.55	0.76	0.97	1.1	1.3	1.4	1.4	1.5
Clozapine	0.18	0.25	0.32	0.36	0.42	0.46	0.48	0.49
Cl-verb.anorg.Chloriden als Cl	955094 3	963053 8	1168240 2	1365376 1	1330406 4	1777003 6	2004025 1	2099668 0
Cyaniden als Cn	2.0	1.4	4.2	0.21	1.7	1.0	0.52	0.59
Cyclamaat	216	297	380	419	494	539	560	576
D,2,4-	27	47	39	23	13	8.5	11	12
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	2.1	2.9	3.7	4.1	4.8	5.2	5.4	5.6
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	31	43	55	61	72	78	81	83
Dibenzo(A,H)Anthraceen	0.82	0.56	0.36	0.46	0.46	0.46	0.46	0.47
Dibutylftalaat	5.0	6.8	8.7	9.6	11	12	13	13
Dichlobenil	222	380	270	378	371	485	538	565
Dichloorbenzeen,1,4-	10	14	18	20	23	26	27	27
Dichloorethaan,1,2-	7.5	0.41	0.34	0.11	0.14	0.31	0.20	0.11
Dichlooretheen,1,2-	0	0.12	0.10	0.00	0	0.00	0	0
Diclofenac	1.2	1.7	2.2	2.4	2.8	3.1	3.2	3.3
Dipyridamol	12	16	21	23	27	29	30	31
Drins (Aldrin, dieldrin, ...)	0.00	0.00	0.00	0				
Endosulfan	5.7	5.9	7.5	9.6	9.9	13	14	15
Ethylbenzeen	1.8	17	11	7.8	6.1	4.9	3.3	2.0
Extraheerbaar org.Chloor(EOCl)	2.4	2.8	2.0	6.7	3.8	2.9	7.6	4.2
Fenanthreen	62	51	35	45	46	48	51	52
Fenolen (als totaal C)	8.3	12	14	27	45	42	21	22
Fenolen, en Fenolaten	16	20	25	44	67	64	35	37
Fipronil	0.07	0.09	0.12	0.13	0.15	0.16	0.17	0.17
Fluorantheen	36	29	19	25	25	23	23	23
Fluoreen	9.9	9.3	6.8	9.0	9.3	11	12	12
Fluorverbind. anorg. als F	547	68	220	133	328	97	144	243
Fosforverbind.,anorg. als P	138679	160205	181203	217002	225092	289554	320772	337310
Ftalaaten, n.n.b.	68	93	123	131	155	169	175	181
Gabapentine			18	20	23	25	26	27
Gebromeerde difenylethers (PBDE)	0.44	0.60	0.92	0.94	0.92	1.1	1.2	1.3
Gemfibrozil	1.4	1.9	2.4	2.7	3.1	3.4	3.5	3.6
Glyfosaat	1767	3752	3263	7237	6385	2947	1583	1663
Hexabromocyclododecaan (HCDB)						0.00	0.00	0.00
Hexachloorbenzeen	0.07	0.10	0.17	0.16	0.13	0.16	0.17	0.18
Hexachloorbutadieen	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
Hexachloorcyclohexaan	9.9	6.1	2.4	3.1	3.2	4.2	4.6	4.9
Hexachloorcyclohexaan,gamma	0.34	0.23	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	6.6	9.1	12	13	15	16	17	18
Ibuprofen	20	28	36	39	46	50	52	54
Imidacloprid	0.24	0.33	0.42	0.47	0.55	0.60	0.62	0.64
Indeno(1,2,3-c,d)Pyreen	3.0	2.5	1.7	2.2	2.3	2.5	2.7	2.8
Irbesartan	3.5	4.9	6.2	6.9	8.1	8.8	9.2	9.4

stof	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Isopropylbenzeen (Cumeen)	0.01	0.03	0.01	0.13	0.50	0.00	0.01	0.01
Isoxaben					16	19	13	36
Jomeprol	14	19	25	27	32	35	36	37
Jopromide	0.55	0.75	0.96	1.1	1.2	1.4	1.4	1.5
Kobaltverbind. als Co	15	16	18	22	20	23	27	27
Koperverbindingen als Cu	2630	3060	4272	5237	5251	6841	7894	8104
Kwikverbind. berek. als Hg	34	22	20	23	17	10	10	11
Levetiracetam			13	14	17	18	19	19
Lidocaine	0.24	0.33	0.42	0.46	0.55	0.60	0.62	0.64
Loodverbind. als Pb	3490	3491	4616	5492	5215	7067	7935	8372
Mangaan	30	49	31	42	44	58	68	72
MCPA	34	108	83	762	746	95	93	11
Mecoprop	0.83	1.1	1.5	1.6	1.9	0.88	0.68	0.70
Metformine	278	382	489	539	635	693	720	741
Methyleenchloride (diCl-Meth.)	11	17	21	21	25	28	29	30
Methyl-T-Butylether					2.3	0.11	0.44	0.03
Metoprolol	6.2	8.5	11	12	14	15	16	16
Minerale oliën	36503	68599	57978	80604	84952	112205	128587	138799
Molybdeen	34	51	48	61	66	77	84	88
Naftaleen	33	39	30	40	42	50	55	58
Naproxen	15	21	27	30	35	38	40	41
Nikkelverbind. als Ni	862	825	953	1186	1081	1390	1554	1637
Nonylfenol	6.9	11	8.2	6.6	9.3	8.8	9.8	10
Organo-Tin verbindingen n.n.b.	0	0.26				0.05	0.05	0.05
Oxazepam	1.6	2.3	2.9	3.2	3.8	4.1	4.3	4.4
Paracetamol	627	861	1103	1215	1433	1563	1624	1672
PCB's en PCT's	1.3	1.4	1.8	1.4	0.48	0.41	0.36	0.32
Pentachloorfenol	9.5	9.4	12	14	12	14	15	16
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.14	0.14
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	0.11	0.14	0.19	0.20	0.24	0.26	0.27	0.28
Perfluorbutaanzuur	0.79	1.1	1.4	1.5	1.8	2.0	2.0	2.1
Perfluordecaanzuur	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07
Perfluorheptaanzuur	0.06	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.16	0.17
Perfluorhexaanzuur	0.08	0.11	0.14	0.15	0.18	0.19	0.20	0.21
Perfluornonaanzuur	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
Perfluor-Octaansulfonaten(PFOS)	0.28	0.39	0.50	0.55	0.65	0.35	0.22	0.15
Perfluor-Octaanzuur(PFOA)	0.17	0.23	0.29	0.32	0.38	0.42	0.43	0.45
Propranolol	0.37	0.51	0.65	0.71	0.84	0.92	0.95	0.98
Pyreen	23	20	15	19	20	23	24	26
Saccharine	75	103	132	145	171	186	194	199
Seleen/-verbind. als Se	21	18	16	17	14	19	21	22
Siliciumverb. anorg. als Si	111	182	115	157	165	218	252	269
Simazine		1.0						
Sotalol	4.4	6.0	7.7	8.5	10	11	11	12
Stikstofverb.,anorg./org.als N	106012 9	112154 8	1281242	1505045	1482333	1828363	1991405	2091172
Strontiumverbind. als Sr	929	1393	2092	2618	3077	3658	3951	4019
Styreen		0.02	6.3	5.0	0.37	0.27	0.24	0.10
Sulfamethoxazol	1.4	1.9	2.5	2.7	3.2	3.5	3.6	3.7
Sulfaten als SO4	853478	857278	1052376	1214271	1196160	1567549	1757433	1864835
Teq van PCDD - PCDF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tetrachlooretheen (per)	6383	7870	3833	4662	4776	6252	6928	7276
Tetrachloormethaan (tetra)	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.1	2.2	2.3
Tin/-verbind. anorg. als Sn	52	85	54	74	85	104	123	132
Titaanverbind. als Ti	18	29	18	25	26	34	40	42
Tolueen	92	19	20	14	41	28	24	24

stof	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Totaal organisch koolstof					107912	104432	110239	104969
Trichloorbenzeen, n.n.b.	5.6	7.7	9.8	11	13	14	14	15
Trichloorethaan, 1,1,1-	0.00	0.06	0.00	0.00	0	0	0	0
Trichlooretheen (tri)	3850	4044	576	224	229	300	333	350
Trimethoprim	0.33	0.46	0.59	0.64	0.76	0.83	0.86	0.89
Valsartan	17	23	29	32	38	42	43	45
Vanadium/-verbind. als V	339	272	342	399	135	109	108	113
Vinylchloride (Chlooretheen)				0.00	0.29	0.06	0.18	0.09
Wolfram/-verb. als W	3.5	5.7	3.6	4.9	5.2	6.9	7.9	8.5
Xyleen, n.n.b.	14	22	15	19	1.9	1.4	1.6	1.4
Zilververbind. als Ag	0.53	8.6	1.8	1.6	0.20	0.14	0.09	0.18
Zinkverbind. als Zn	28568	26455	28337	34172	31700	41522	47343	49619
Zirkoon/-verbind. als Zr	22	36	23	31	33	44	50	54

Tabel B4.4: Emissies van ongezuiverd gerioleerd (kg)

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
1,2,3-Benzotriazool	159	50	0	0	0	0	0	0
Acesulfame K	553	173	0	0	0	0	0	0
Anthraceen/Anthraceenolie	0.20	0.06	0	0	0	0	0	0
Arseenverbind. berek. als As	58	18	0	0	0	0	0	0
Atenolol	30	9.4	0	0	0	0	0	0
Azithromycine	28	8.9	0	0	0	0	0	0
Benzeen	2.9	0.90	0	0	0	0	0	0
Benzo(a)Anthraceen	0.76	0.24	0	0	0	0	0	0
Benzo(a)Pyreen	1.2	0.37	0	0	0	0	0	0
Benzo(ghi)Peryleen	0.27	0.09	0	0	0	0	0	0
Benzo(k)Fluorantheen	0.47	0.15	0	0	0	0	0	0
Bezafibraat	3.7	1.1	0	0	0	0	0	0
Bisfenol A	19	5.9	0	0	0	0	0	0
Boorverbindingen als B					0	0	0	0
BTEX	77	24	0	0	0	0	0	0
Cadmiumverb. berek. als Cd	7.5	2.5	0	0	0	0	0	0
Caffeïne	2737	856	0	0	0	0	0	0
Carbamazepine	16	5.0	0	0	0	0	0	0
Carbendazim	1.4	0.43	0	0	0	0	0	0
Chloorbenzenen, n.n.b.	182	57	0	0	0	0	0	0
Chloorfenolen, n.n.b.	16	3.2	0	0	0	0	0	0
Chloorparaffines (C1-C3)	329	102	0	0	0	0	0	0
Chloroform (trichloormethaan)	45	14	0	0	0	0	0	0
Chroomverb. anorg. als Cr	58	18	0	0	0	0	0	0
Chryseen	1.2	0.39	0	0	0	0	0	0
Citalopram	3.4	1.1	0	0	0	0	0	0
Claritromycine	5.6	1.7	0	0	0	0	0	0
Clozapine	1.9	0.58	0	0	0	0	0	0
Cyclamaat	2186	684	0	0	0	0	0	0
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	21	6.7	0	0	0	0	0	0
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	317	99	0	0	0	0	0	0
Dibutylftalaat	52	16	0	0	0	0	0	0
Dichloorbenzeen, 1,4-	104	32	0	0	0	0	0	0
Diclofenac	12	3.9	0	0	0	0	0	0
Dipyridamol	118	37	0	0	0	0	0	0
Ethylbenzeen	2.9	0.90	0	0	0	0	0	0
Fenanthreen	4.2	1.3	0	0	0	0	0	0
Fenolen (als totaal C)	23	5.7	0	0	0	0	0	0
Fenolen, en Fenolaten	16	3.1	0	0	0	0	0	0
Fipronil	0.66	0.21	0	0	0	0	0	0
Fluorantheen	7.2	2.2	0	0	0	0	0	0

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Fosforverbind.,anorg. als P	187488	61426	0	0	0	0	0	0
Ftalaten, n.n.b.	806	252	0	0	0	0	0	0
Gabapentine			0	0	0	0	0	0
Gebromeerde difenylethers (PBDE)	1.4	0.73	0	0	0	0	0	0
Gemfibrozil	14	4.5	0	0	0	0	0	0
Hexachloorbenzeen	0.29	0.09	0	0	0	0	0	0
Hexachloorcyclohexaan	4.3	0.54	0	0	0	0	0	0
Hexachloorcyclohexaan,gamma-	3.5	0.54	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	67	21	0	0	0	0	0	0
Ibuprofen	207	65	0	0	0	0	0	0
Imidacloprid	2.4	0.76	0	0	0	0	0	0
Indeno(1,2,3-c,d)Pyreen	0.24	0.08	0	0	0	0	0	0
Irbesartan	39	12	0	0	0	0	0	0
Isoxaben					0	0	0	0
Jomeprol	141	44	0	0	0	0	0	0
Jopromide	5.5	1.7	0	0	0	0	0	0
Koperverbindingen als Cu	2035	603	0	0	0	0	0	0
Kwikverbind. berek. als Hg	4.4	1.3	0	0	0	0	0	0
Levetiracetam			0	0	0	0	0	0
Lidocaine	2.4	0.76	0	0	0	0	0	0
Loodverbind. als Pb	273	78	0	0	0	0	0	0
Mecoprop	8.4	2.6	0	0	0	0	0	0
Metformine	2811	879	0	0	0	0	0	0
Methyleenchloride (diCl-Meth.)	107	34	0	0	0	0	0	0
Methyl-T-Butylether					0	0	0	0
Metoprolol	62	19	0	0	0	0	0	0
Minerale oliën	42	13	0	0	0	0	0	0
Molybdeen	172	54	0	0	0	0	0	0
Naftaleen	4.9	1.5	0	0	0	0	0	0
Naproxen	156	49	0	0	0	0	0	0
Nikkelverbind. als Ni	144	45	0	0	0	0	0	0
Nonylfenol	17	5.2	0	0	0	0	0	0
Organo-Tin verbindingen n.n.b.	0	0				0	0	0
Oxazepam	17	5.2	0	0	0	0	0	0
Paracetamol	6342	1983	0	0	0	0	0	0
PCB's en PCT's	0.52	0	0	0	0	0	0	0
Pentachloorfenol	7.2	0.53	0	0	0	0	0	0
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	0.53	0.17	0	0	0	0	0	0
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	1.1	0.33	0	0	0	0	0	0
Perfluorbutaanzuur	8.0	2.5	0	0	0	0	0	0
Perfluordecaanzuur	0.26	0.08	0	0	0	0	0	0
Perfluorheptaanzuur	0.64	0.20	0	0	0	0	0	0
Perfluorhexaanzuur	0.78	0.24	0	0	0	0	0	0
Perfluormonaanzuur	0.18	0.06	0	0	0	0	0	0
Perfluor-Octaansulfonaten(PFOS)	2.9	0.89	0	0	0	0	0	0
Perfluor-Octaanzuur(PFOA)	1.7	0.53	0	0	0	0	0	0
Propranolol	3.7	1.2	0	0	0	0	0	0
Pyreen	2.7	0.85	0	0	0	0	0	0
Saccharine	756	236	0	0	0	0	0	0
Sotalol	44	14	0	0	0	0	0	0
Stikstofverb.,anorg./org.als N	1233130	385629	0	0	0	0	0	0
Strontiumverbind. als Sr	6795	2125	0	0	0	0	0	0
Styreen		0	0	0	0	0	0	0
Sulfamethoxazol	14	4.4	0	0	0	0	0	0

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Teg van PCDD - PCDF	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
Tetrachloormethaan (tetra)	12	3.1	0	0	0	0	0	0
Tolueen	66	21	0	0	0	0	0	0
Totaal organisch koolstof					0	0	0	0
Trichloorbenzeen, n.n.b.	56	18	0	0	0	0	0	0
Trimethoprim	3.4	1.1	0	0	0	0	0	0
Valsartan	169	53	0	0	0	0	0	0
Vinylchloride (Chlooretheen)				0	0	0	0	0
Xyleen, n.n.b.	4.8	1.5	0	0	0	0	0	0
Zinkverbind. als Zn	2347	724	0	0	0	0	0	0

Tabel B4.5: Emissie huishoudelijk afvalwater direct op oppervlaktewater (kg)

stof	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
1,2,3-Benzotriazool	209	155	109	60	28	10	2.9	0
Acesulfame K	728	538	381	208	99	36	9.9	0
Anthraceen/Anthraceenolie	0.27	0.20	0.14	0.08	0.04	0.01	0.00	0
Arseenverbind. berek. als As	76	56	40	22	10	3.7	1.0	0
Atenolol	40	29	21	11	5.4	2.0	0.54	0
Azithromycine	38	28	20	11	5.1	1.9	0.51	0
Benzeen	3.8	2.8	2.0	1.1	0.51	0.19	0.05	0
Benzo(a)Anthraceen	1.00	0.74	0.52	0.29	0.14	0.05	0.01	0
Benzo(a)Pyreen	1.6	1.1	0.81	0.44	0.21	0.08	0.02	0
Benzo(ghi)Peryleen	0.36	0.27	0.19	0.10	0.05	0.02	0.00	0
Benzo(k)Fluorantheen	0.62	0.46	0.32	0.18	0.08	0.03	0.01	0
Bezafibraat	4.8	3.6	2.5	1.4	0.65	0.24	0.07	0
Bisfenol A	25	18	13	7.1	3.4	1.2	0.34	0
BTEX	101	75	53	29	14	5.0	1.4	0
Cadmiumverb. berek. als Cd	9.9	7.7	5.6	3.1	1.5	0.56	0.15	0
Caffeïne	3605	2666	1885	1030	490	178	49	0
Carbamazepine	21	16	11	6.0	2.9	1.0	0.29	0
Carbendazim	1.8	1.3	0.94	0.51	0.24	0.09	0.02	0
Chloorbenzenen, n.n.b.	239	177	125	68	32	12	3.3	0
Chloorfenolen, n.n.b.	21	10	7.1	3.9	1.8	0.67	0.19	0
Chloorparaffines (C1-C3)	434	317	223	122	58	21	5.8	0
Chloroform (trichloormethaan)	60	44	31	17	8.1	2.9	0.81	0
Chroomverb. anorg. als Cr	76	56	40	22	10	3.7	1.0	0
Chryseen	1.6	1.2	0.85	0.46	0.22	0.08	0.02	0
Citalopram	4.4	3.3	2.3	1.3	0.60	0.22	0.06	0
Claritromycine	7.4	5.4	3.8	2.1	1.00	0.36	0.10	0
Clozapine	2.5	1.8	1.3	0.70	0.33	0.12	0.03	0
Cyclamaat	2879	2130	1506	823	391	142	39	0
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	28	21	15	8.0	3.8	1.4	0.38	0
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	417	308	218	119	57	21	5.7	0
Dibutylftalaat	68	50	36	20	9.3	3.4	0.93	0
Dichloorbenzeen, 1,4-	137	101	72	39	19	6.8	1.9	0
Diclofenac	16	12	8.5	4.7	2.2	0.81	0.22	0
Dipyridamol	155	115	81	44	21	7.7	2.1	0
Ethylbenzeen	3.8	2.8	2.0	1.1	0.51	0.19	0.05	0
Fenanthreen	5.5	4.1	2.9	1.6	0.75	0.27	0.08	0
Fenolen (als totaal C)	30	18	13	6.8	3.3	1.2	0.33	0
Fenolen, en Fenolaten	20	9.8	6.9	3.8	1.8	0.65	0.18	0
Fipronil	0.87	0.65	0.46	0.25	0.12	0.04	0.01	0
Fluorantheen	9.5	7.0	5.0	2.7	1.3	0.47	0.13	0
Fosforverbind., anorg. als P	246912	191343	145800	85733	40744	14814	4090	0
Ftalaten, n.n.b.	1061	785	555	303	144	52	14	0
Gabapentine			71	39	18	6.7	1.9	0
Gebromeerde difenylethers (PBDE)	1.8	2.3	2.3	0.89	0.33	0.12	0.03	0

stof	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Gemfibrozil	19	14	9.9	5.4	2.6	0.94	0.26	0
Hexachloorbenzeen	0.38	0.28	0.20	0.11	0.05	0.02	0.01	0
Hexachloorcyclohexaan	5.7	1.7	0	0	0	0	0	0
Hexachloorcyclohexaan,gamma-	4.5	1.7	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	88	65	46	25	12	4.3	1.2	0
Ibuprofen	272	202	143	78	37	13	3.7	0
Imidacloprid	3.2	2.4	1.7	0.92	0.44	0.16	0.04	0
Indeno(1,2,3-c,d)Pyreen	0.32	0.24	0.17	0.09	0.04	0.02	0.00	0
Irbesartan	51	38	27	15	7.0	2.5	0.70	0
Jomeprol	186	137	97	53	25	9.2	2.5	0
Jopromide	7.3	5.4	3.8	2.1	0.99	0.36	0.10	0
Koperverbindingen als Cu	2680	1879	1296	709	337	122	34	0
Kwikverbind. berek. als Hg	5.7	4.0	2.9	1.6	0.75	0.28	0.08	0
Levetiracetam			50	28	13	4.8	1.3	0
Lidocaine	3.2	2.4	1.7	0.91	0.43	0.16	0.04	0
Loodverbind. als Pb	359	243	157	86	41	15	4.1	0
Mecoprop	11	8.2	5.8	3.2	1.5	0.23	0.05	0
Metformine	3702	2739	1937	1058	503	183	50	0
Methyleenchloride (diCl-Meth.)	141	105	74	40	19	7.0	1.9	0
Metoprolol	82	61	43	23	11	4.0	1.1	0
Minerale oliën	55	41	29	16	7.5	2.7	0.75	0
Molybdeen	227	168	119	65	31	11	3.1	0
Naftaleen	6.4	4.8	3.4	1.8	0.88	0.32	0.09	0
Naproxen	205	152	107	59	28	10	2.8	0
Nikkelverbind. als Ni	189	140	99	54	26	9.4	2.6	0
Nonylfenol	22	16	11	6.3	3.0	1.1	0.30	0
Organo-Tin verbindingen n.n.b.	0	0				0	0	0
Oxazepam	22	16	11	6.3	3.0	1.1	0.30	0
Paracetamol	8352	6178	4369	2388	1135	413	114	0
PCB's en PCT's	0.68	0	0	0	0	0	0	0
Pentachloorfenol	9.5	1.6	1.2	0.63	0.30	0.11	0.03	0
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	0.70	0.52	0.36	0.20	0.09	0.03	0.01	0
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	1.4	1.0	0.73	0.40	0.19	0.07	0.02	0
Perfluorbutaanzuur	11	7.8	5.5	3.0	1.4	0.52	0.14	0
Perfluordecaanzuur	0.34	0.25	0.18	0.10	0.05	0.02	0.00	0
Perfluorheptaanzuur	0.84	0.62	0.44	0.24	0.11	0.04	0.01	0
Perfluorhexaanzuur	1.0	0.76	0.54	0.29	0.14	0.05	0.01	0
Perfluormonaanzuur	0.23	0.17	0.12	0.07	0.03	0.01	0.00	0
Perfluor-Octaansulfonaten(PFOS)	3.8	2.8	2.0	1.1	0.51	0.09	0.02	0
Perfluor-Octaanzuur(PFOA)	2.2	1.6	1.2	0.64	0.30	0.11	0.03	0
Propranolol	4.9	3.6	2.6	1.4	0.67	0.24	0.07	0
Pyreen	3.6	2.7	1.9	1.0	0.49	0.18	0.05	0
Saccharine	995	736	521	285	135	49	14	0
Sotalol	59	43	31	17	8.0	2.9	0.80	0
Stikstofverb.,anorg./org.als N	1623974	1201240	849455	464244	220630	80218	22145	0
Strontiumverbind. als Sr	8948	6619	4681	2558	1216	442	122	0
Sulfamethoxazol	19	14	9.8	5.3	2.5	0.92	0.25	0
Teq van PCDD - PCDF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Tetrachloormethaan (tetra)	15	9.5	5.9	3.3	1.5	0.56	0.16	0
Tolueen	87	64	46	25	12	4.3	1.2	0
Trichloorbenzeen, n.n.b.	74	55	39	21	10	3.7	1.0	0
Trimethoprim	4.4	3.3	2.3	1.3	0.60	0.22	0.06	0
Valsartan	223	165	116	64	30	11	3.0	0
Xyleen, n.n.b.	6.3	4.7	3.3	1.8	0.86	0.31	0.09	0
Zinkverbind. als Zn	3091	2255	1652	974	463	168	46	0

Tabel B4.6: Emissies van IBA's naar water (kg)

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
1,2,3-Benzotriazool	0	0	0	15	17	16	16	16
Acesulfame K	0	0	0	47	53	50	49	49
Anthraceen/Anthraceenolie	0	0	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Arseenverbind. berek. als As	0	0	0	5.2	5.9	5.5	5.4	5.4
Atenolol	0	0	0	2.7	3.0	2.9	2.8	2.8
Azithromycine	0	0	0	2.8	3.2	3.0	2.9	2.9
Benzeen	0	0	0	0.23	0.26	0.25	0.24	0.24
Benzo(a)Anthraceen	0	0	0	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
Benzo(a)Pyreen	0	0	0	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04
Benzo(ghi)Peryleen	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Benzo(k)Fluorantheen	0	0	0	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Bezafibraat	0	0	0	0.29	0.33	0.31	0.30	0.30
Bisfenol A	0	0	0	1.6	1.8	1.7	1.7	1.7
BTEX	0	0	0	8.6	9.7	9.1	8.9	8.9
Cadmiumverb. berek. als Cd	0	0	0	0.52	0.59	0.57	0.56	0.57
Caffeïne	0	0	0	222	250	235	230	230
Carbamazepine	0	0	0	1.7	1.9	1.8	1.7	1.7
Carbendazim	0	0	0	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13
Chloorbenzenen, n.n.b.	0	0	0	16	17	16	16	16
Chloorfenolen, n.n.b.	0	0	0	0.99	1.1	1.0	1.0	1.0
Chloorparaffines (C1-C3)	0	0	0	8.3	9.3	8.7	8.5	8.5
Chloroform (trichloormethaan)	0	0	0	3.9	4.3	4.1	4.0	4.0
Chroomverb. anorg. als Cr	0	0	0	3.1	3.5	3.3	3.2	3.2
Chryseen	0	0	0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Citalopram	0	0	0	0.33	0.38	0.35	0.35	0.35
Claritromycine	0	0	0	0.53	0.59	0.56	0.54	0.54
Clozapine	0	0	0	0.17	0.19	0.18	0.18	0.18
Cyclamaat	0	0	0	179	201	189	185	185
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	0	0	0	1.9	2.1	2.0	1.9	1.9
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	0	0	0	26	29	27	27	27
Dibutylftalaat	0	0	0	3.8	4.3	4.0	4.0	4.0
Dichloorbenzeen, 1,4-	0	0	0	8.8	9.9	9.3	9.1	9.1
Diclofenac	0	0	0	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2
Dipyridamol	0	0	0	9.6	11	10	9.9	9.9
Ethylbenzeen	0	0	0	0.24	0.27	0.25	0.25	0.25
Fenanthreen	0	0	0	0.35	0.40	0.37	0.37	0.37
Fenolen (als totaal C)	0	0	0	2.0	2.3	2.2	2.1	2.1
Fenolen, en Fenolaten	0	0	0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1
Fipronil	0	0	0	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
Fluorantheen	0	0	0	0.45	0.51	0.48	0.47	0.47
Fosforverbind., anorg. als P	0	0	0	15815	17773	16727	16363	16343
Ftalaten, n.n.b.	0	0	0	14	15	14	14	14
Gabapentine			0	10	12	11	11	11
Gebromeerde difenylethers (PBDE)	0	0	0	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Gemfibrozil	0	0	0	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1
Hexachloorbenzeen	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Hydrochloorthiazide	0	0	0	5.7	6.4	6.0	5.9	5.9
Ibuprofen	0	0	0	16	18	17	17	17
Imidacloprid	0	0	0	0.25	0.28	0.26	0.25	0.25
Indeno(1,2,3-c,d)Pyreen	0	0	0	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Irbesartan	0	0	0	2.3	2.6	2.4	2.4	2.4
Jomeprol	0	0	0	13	14	13	13	13
Jopromide	0	0	0	0.51	0.57	0.54	0.52	0.52
Koperverbindingen als Cu	0	0	0	120	135	127	124	124
Kwikverbind. berek. als Hg	0	0	0	0.20	0.23	0.22	0.21	0.21
Levetiracetam			0	6.1	6.8	6.4	6.3	6.3

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Lidocaine	0	0	0	0.24	0.27	0.26	0.25	0.25
Loodverb. als Pb	0	0	0	8.1	9.1	8.6	8.4	8.4
Mecoprop	0	0	0	0.79	0.89	0.35	0.26	0.26
Metformine	0	0	0	231	260	244	239	239
Methyleenchloride (diCl-Meth.)	0	0	0	9.2	10	9.7	9.5	9.5
Metoprolol	0	0	0	6.4	7.2	6.7	6.6	6.6
Minerale oliën	0	0	0	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3
Molybdeen	0	0	0	15	17	16	16	16
Naftaleen	0	0	0	0.35	0.40	0.37	0.36	0.36
Naproxen	0	0	0	13	14	13	13	13
Nikkelverb. als Ni	0	0	0	12	14	13	13	13
Nonylfenol	0	0	0	0.66	0.74	0.70	0.68	0.68
Oxazepam	0	0	0	1.7	1.9	1.8	1.8	1.8
Paracetamol	0	0	0	514	578	544	532	531
Pentachloorfenol	0	0	0	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	0	0	0	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	0	0	0	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06
Perfluorbutaanzuur	0	0	0	0.72	0.81	0.76	0.74	0.74
Perfluordecaanzuur	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Perfluorheptaanzuur	0	0	0	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Perfluorhexaanzuur	0	0	0	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
Perfluornonaanzuur	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Perfluor-Octaansulfonaten(PFOS)	0	0	0	0.11	0.12	0.06	0.03	0.02
Perfluor-Octaanzuur(PFOA)	0	0	0	0.10	0.12	0.11	0.11	0.11
Propranolol	0	0	0	0.36	0.40	0.38	0.37	0.37
Pyreen	0	0	0	0.18	0.20	0.19	0.19	0.19
Saccharine	0	0	0	62	70	65	64	64
Sotalol	0	0	0	4.6	5.1	4.8	4.7	4.7
Stikstofverb., anorg./org. als N	0	0	0	97334	109385	102947	100708	100586
Strontiumverb. als Sr	0	0	0	725	815	767	750	749
Sulfamethoxazol	0	0	0	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3
Teq van PCDD - PCDF	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tetrachloormethaan (tetra)	0	0	0	0.71	0.80	0.75	0.74	0.74
Tolueen	0	0	0	5.4	6.0	5.7	5.6	5.5
Trichloorbenzeen, n.n.b.	0	0	0	4.8	5.4	5.1	5.0	5.0
Trimethoprim	0	0	0	0.31	0.35	0.33	0.32	0.32
Valsartan	0	0	0	15	17	16	15	15
Xyleen, n.n.b.	0	0	0	0.40	0.45	0.42	0.41	0.41
Zinkverb. als Zn	0	0	0	142	160	151	147	147

Tabel B4.7: Emissies van IBA's naar bodem (kg)

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
1,2,3-Benzotriazool	0	0	0	15	8.5	8.0	7.8	7.8
Acesulfame K	0	0	0	47	26	25	24	24
Anthraceen/Anthraceenolie	0	0	0	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Arsenverb. berek. als As	0	0	0	5.2	2.9	2.8	2.7	2.7
Atenolol	0	0	0	2.7	1.5	1.4	1.4	1.4
Azithromycine	0	0	0	2.8	1.6	1.5	1.5	1.5
Benzeen	0	0	0	0.23	0.13	0.12	0.12	0.12
Benzo(a)Anthraceen	0	0	0	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03
Benzo(a)Pyreen	0	0	0	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
Benzo(ghi)Peryleen	0	0	0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Benzo(k)Fluorantheen	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Bezafibraat	0	0	0	0.29	0.16	0.15	0.15	0.15
Bisfenol A	0	0	0	1.6	0.90	0.85	0.83	0.83
BTEX	0	0	0	8.6	4.8	4.6	4.5	4.4
Cadmiumverb. berek. als Cd	0	0	0	0.52	0.30	0.28	0.28	0.28

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Caffeïne	0	0	0	222	125	118	115	115
Carbamazepine	0	0	0	1.7	0.94	0.88	0.86	0.86
Carbendazim	0	0	0	0.13	0.07	0.07	0.07	0.07
Chloorbenzenen, n.n.b.	0	0	0	16	8.7	8.2	8.1	8.0
Chloorfenolen, n.n.b.	0	0	0	0.99	0.56	0.52	0.51	0.51
Chloorparaffines (C1-C3)	0	0	0	8.3	4.6	4.4	4.3	4.3
Chloroform (trichloormethaan)	0	0	0	3.9	2.2	2.0	2.0	2.0
Chroomverb. anorg. als Cr	0	0	0	3.1	1.7	1.6	1.6	1.6
Chryseen	0	0	0	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02
Citalopram	0	0	0	0.33	0.19	0.18	0.17	0.17
Claritromycine	0	0	0	0.53	0.30	0.28	0.27	0.27
Clozapine	0	0	0	0.17	0.10	0.09	0.09	0.09
Cyclamaat	0	0	0	179	101	95	93	93
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	0	0	0	1.9	1.0	0.99	0.97	0.97
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	0	0	0	26	15	14	13	13
Dibutylftalaat	0	0	0	3.8	2.1	2.0	2.0	2.0
Dichloorbenzeen, 1,4-	0	0	0	8.8	4.9	4.6	4.5	4.5
Diclofenac	0	0	0	1.1	0.63	0.60	0.58	0.58
Dipyridamol	0	0	0	9.6	5.4	5.1	4.9	4.9
Ethylbenzeen	0	0	0	0.24	0.13	0.13	0.12	0.12
Fenantheen	0	0	0	0.35	0.20	0.19	0.18	0.18
Fenolen (als totaal C)	0	0	0	2.0	1.1	1.1	1.1	1.1
Fenolen, en Fenolaten	0	0	0	1.1	0.61	0.58	0.56	0.56
Fipronil	0	0	0	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03
Fluorantheen	0	0	0	0.45	0.26	0.24	0.24	0.23
Fosforverb. anorg. als P	0	0	0	15815	8886	8363	8181	8171
Ftalaten, n.n.b.	0	0	0	14	7.7	7.2	7.1	7.0
Gabapentine			0	10	5.8	5.4	5.3	5.3
Gebromeerde difenylethers (PBDE)	0	0	0	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
Gemfibrozil	0	0	0	1.1	0.61	0.57	0.56	0.56
Hexachloorbenzeen	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Hydrochloorthiazide	0	0	0	5.7	3.2	3.0	2.9	2.9
Ibuprofen	0	0	0	16	9.1	8.6	8.4	8.4
Imidacloprid	0	0	0	0.25	0.14	0.13	0.13	0.13
Indeno(1,2,3-c,d)Pyreen	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Irbesartan	0	0	0	2.3	1.3	1.2	1.2	1.2
Jomeprol	0	0	0	13	7.1	6.7	6.6	6.6
Jopromide	0	0	0	0.51	0.28	0.27	0.26	0.26
Koperverbindingen als Cu	0	0	0	120	67	63	62	62
Kwikverb. berek. als Hg	0	0	0	0.20	0.12	0.11	0.11	0.11
Levetiracetam			0	6.1	3.4	3.2	3.2	3.1
Lidocaine	0	0	0	0.24	0.14	0.13	0.13	0.13
Loodverb. als Pb	0	0	0	8.1	4.6	4.3	4.2	4.2
Mecoprop	0	0	0	0.79	0.45	0.18	0.13	0.13
Metformine	0	0	0	231	130	122	120	119
Methyleenchloride (diCl-Meth.)	0	0	0	9.2	5.1	4.8	4.7	4.7
Metoprolol	0	0	0	6.4	3.6	3.4	3.3	3.3
Minerale oliën	0	0	0	1.2	0.69	0.65	0.64	0.64
Molybdeen	0	0	0	15	8.5	8.0	7.9	7.9
Naftaleen	0	0	0	0.35	0.20	0.19	0.18	0.18
Naproxen	0	0	0	13	7.1	6.7	6.5	6.5
Nikkelverb. als Ni	0	0	0	12	6.8	6.4	6.3	6.3
Nonylfenol	0	0	0	0.66	0.37	0.35	0.34	0.34
Oxazepam	0	0	0	1.7	0.95	0.90	0.88	0.88
PAK (4 van PRTR)	0	0	0	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04
Paracetamol	0	0	0	514	289	272	266	266
Pentachloorfenol	0	0	0	0.12	0.07	0.06	0.06	0.06

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	0	0	0	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	0	0	0	0.06	0.03	0.03	0.03	0.03
Perfluorbutaanzuur	0	0	0	0.72	0.40	0.38	0.37	0.37
Perfluordecaanzuur	0	0	0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Perfluorheptaanzuur	0	0	0	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
Perfluorhexaanzuur	0	0	0	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04
Perfluornonaanzuur	0	0	0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Perfluor-Octaansulfonaten(PFOS)	0	0	0	0.11	0.06	0.03	0.02	0.01
Perfluor-Octaanzuur(PFOA)	0	0	0	0.10	0.06	0.05	0.05	0.05
Polycycl.arom.KWSt(16 van Epa)	0	0	0	1.5	0.86	0.81	0.79	0.79
Polycycl.arom.KWSt(6 Borneff)	0	0	0	0.29	0.17	0.16	0.15	0.15
Propranolol	0	0	0	0.36	0.20	0.19	0.19	0.19
Pyreen	0	0	0	0.18	0.10	0.09	0.09	0.09
Saccharine	0	0	0	62	35	33	32	32
Sotalol	0	0	0	4.6	2.6	2.4	2.4	2.4
Stikstofverb.,anorg./org.als N	0	0	0	97334	54693	51473	50354	50293
Strontiumverbind. als Sr	0	0	0	725	407	383	375	375
Sulfamethoxazol	0	0	0	1.3	0.72	0.67	0.66	0.66
Teq van PCDD - PCDF	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tetrachloormethaan (tetra)	0	0	0	0.71	0.40	0.38	0.37	0.37
Tolueen	0	0	0	5.4	3.0	2.8	2.8	2.8
Trichloorbenzeen, n.n.b.	0	0	0	4.8	2.7	2.5	2.5	2.5
Trimethoprim	0	0	0	0.31	0.17	0.16	0.16	0.16
Valsartan	0	0	0	15	8.3	7.8	7.7	7.7
Xyleen, n.n.b.	0	0	0	0.40	0.22	0.21	0.21	0.21
Zinkverbind. als Zn	0	0	0	142	80	75	74	74

Tabel B4.8: Emissies van infiltratie wegooppervlak naar bodem (kg)

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Acenafteen	16	8.7	6.3	6.4	6.4	5.2	5.0	4.9
Acenafteleen	14	8.0	5.3	5.4	5.3	4.3	4.0	4.0
Aluminiumverbind. als Al	324	0	254	268	277	279	290	295
Anthraceen/Anthraceenolie	15	3.9	12	12	13	11	11	11
Antimoon	429	254	608	668	738	731	744	728
Arseenverbind. berek. als As	316	212	95	87	71	65	70	64
Bariumverb. anorg. als Ba	1774	3130	4730	5322	6087	5982	6017	5774
Benzeen	2336	1757	1333	1129	1287	839	788	775
Benzo(a)Anthraceen	22	4.4	18	19	19	15	14	15
Benzo(a)Pyreen	17	5.0	11	12	12	8.0	7.5	7.6
Benzo(b)Fluorantheen	30	6.0	21	22	23	11	9.7	9.8
Benzo(ghi)Peryleen	36	4.9	31	33	34	25	25	25
Benzo(k)Fluorantheen	41	16	21	22	22	14	13	13
BTEX	2336	1757	1333	1129	1287	839	788	775
Cadmiumverb. berek. als Cd	113	116	89	62	36	37	40	36
Chloorbenzenen, n.n.b.	0.12	0.19	0.27	0.19	0.12	0.12	0.12	0.12
Chloorfenolen, n.n.b.	23	23	23	20	18	16	15	15
Chroomverb. anorg. als Cr	2468	74	2411	2412	2402	2398	2409	2408
Chryseen	54	9.5	41	43	44	27	26	26
D,2,4-	157	0	171	79	42	22	26	26
Dibenzo(A,H)Anthraceen	2.7	1.5	1.1	1.1	1.1	0.89	0.84	0.83
Dichlobenil	1285	0	1179	1284	1229	1229	1229	1229
Endosulfan	13	13	13	13	13	13	13	13
Fenanthreen	176	74	98	103	103	87	85	86
Fenolen (als totaal C)	25	6.1	21	13	13	12	12	12
Fenolen, en Fenolaten	46	23	41	29	27	25	25	25
Fluorantheen	108	47	53	55	55	36	34	33
Fluoreen	31	11	22	24	24	23	23	23
Fosforverbind.,anorg. als P	188850	0	176680	182765	194937	201023	202544	203846

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Gebromeerde difenylethers (PBDE)	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Glyfosaat	10203	0	14233	24552	21147	7455	3615	3615
Hexachloorbenzeen	0.12	0.19	0.27	0.19	0.12	0.12	0.12	0.12
Hexachloorbutadieen	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Hexachloorcyclohexaan	22	13	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Indeno(1,2,3-c,d)Pyreen	12	4.6	7.0	7.3	7.5	6.0	5.9	6.0
Kobaltverbind. als Co	37	37	34	31	27	25	26	25
Koperverbindingen als Cu	6885	4904	8116	8003	7883	8058	8433	8289
Kwikverbind. berek. als Hg	70	47	36	32	24	10	9.2	9.2
Loodverbind. als Pb	3017	2181	2387	1440	485	446	534	523
Mangaan	172	0	135	143	147	148	154	157
MCPA	199	0	364	2594	2479	241	213	24
Minerale oliën	332477	0	402359	433105	445691	451380	467499	479583
Molybdeen	98	0	77	81	84	84	88	89
Naftaleen	123	26	106	114	116	109	111	113
Nikkelverbind. als Ni	1655	1370	1383	1378	1213	1197	1213	1220
Nonylfenol	46	0	36	19	19	19	20	20
PCB's en PCT's	3.8	4.0	4.2	2.5	0.84	0.54	0.43	0.37
Pentachloorfenol	23	23	23	20	18	16	15	15
Pyreen	74	28	49	51	52	49	49	50
Seleen-/verbind. als Se	54	32	33	29	24	25	25	25
Siliciumverb. anorg. als Si	642	0	502	531	548	551	574	584
Stikstofverb.,anorg./org.als N	1340584	728929	1094638	1066613	984386	937467	918734	922730
Strontiumverbind. als Sr	571	1008	1524	1714	1960	1927	1938	1860
Tetrachlooretheen (per)	14169	16871	6427	6080	6080	6080	6080	6080
Tin-/verbind. anorg. als Sn	372	0	291	308	317	319	333	338
Titaanverbind. als Ti	101	0	79	84	86	87	91	92
Trichlooretheen (tri)	8224	8657	959	290	290	291	291	290
Vanadium-/verbind. als V	772	562	591	538	188	123	114	113
Wolfram-/verb. als W	20	0	16	17	17	17	18	18
Zinkverbind. als Zn	29185	12018	21947	20680	18125	18036	19597	19568
Zirkoon-/verbind. als Zr	128	0	100	106	110	110	115	117

Tabel B4.9: Emissies van huishoudelijk afvalwater naar bodem (kg)

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
1,2,3-Benzotriazool	104	77	54	6.2	14	5.2	1.4	0
Acesulfame K	363	268	189	22	49	18	5.0	0
Anthraceen/Anthraceenolie	0.13	0.10	0.07	0.01	0.02	0.01	0.00	0
Arsenverbind. berek. als As	38	28	20	2.3	5.1	1.9	0.52	0
Atenolol	20	15	10	1.2	2.7	0.98	0.27	0
Azithromycine	19	14	9.7	1.1	2.5	0.93	0.26	0
Benzeen	1.9	1.4	0.98	0.11	0.26	0.09	0.03	0
Benzo(a)Anthraceen	0.50	0.37	0.26	0.03	0.07	0.02	0.01	0
Benzo(a)Pyreen	0.77	0.57	0.40	0.05	0.11	0.04	0.01	0
Benzo(ghi)Peryleen	0.18	0.13	0.09	0.01	0.02	0.01	0.00	0
Benzo(k)Fluorantheen	0.31	0.23	0.16	0.02	0.04	0.02	0.00	0
Bezafibraat	2.4	1.8	1.3	0.14	0.33	0.12	0.03	0
Bisfenol A	12	9.2	6.5	0.74	1.7	0.62	0.17	0
BTEX	50	37	26	3.0	6.9	2.5	0.69	0
Cadmiumverb. berek. als Cd	4.9	3.8	2.8	0.33	0.75	0.28	0.08	0
Caffeïne	1796	1326	935	108	245	89	25	0
Carbamazepine	10	7.7	5.5	0.63	1.4	0.52	0.14	0
Carbendazim	0.89	0.66	0.46	0.05	0.12	0.04	0.01	0
Chloorbenzenen, n.n.b.	119	88	62	7.1	16	5.9	1.6	0
Chloorfenolen, n.n.b.	10	5.0	3.5	0.41	0.92	0.34	0.09	0
Chloorparaffines (C1-C3)	216	158	111	13	29	11	2.9	0
Chloroform (trichloormethaan)	30	22	15	1.8	4.0	1.5	0.41	0
Chroomverb. anorg. als Cr	38	28	20	2.3	5.1	1.9	0.52	0
Chryseen	0.81	0.60	0.42	0.05	0.11	0.04	0.01	0

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Citalopram	2.2	1.6	1.1	0.13	0.30	0.11	0.03	0
Claritromycine	3.7	2.7	1.9	0.22	0.50	0.18	0.05	0
Clozapine	1.2	0.90	0.64	0.07	0.17	0.06	0.02	0
Cyclamaat	1434	1059	747	86	196	71	20	0
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	14	10	7.3	0.84	1.9	0.69	0.19	0
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	208	153	108	12	28	10	2.8	0
Dibutylftalaat	34	25	18	2.0	4.6	1.7	0.47	0
Dichloorbenzeen, 1,4-	68	50	36	4.1	9.3	3.4	0.93	0
Diclofenac	8.1	6.0	4.2	0.49	1.1	0.40	0.11	0
Dipyridamol	77	57	40	4.6	11	3.8	1.1	0
Ethylbenzeen	1.9	1.4	0.98	0.11	0.26	0.09	0.03	0
Fenanthreen	2.8	2.0	1.4	0.17	0.38	0.14	0.04	0
Fenolen (als totaal C)	15	8.8	6.2	0.71	1.6	0.59	0.16	0
Fenolen, en Fenolaten	10	4.9	3.4	0.39	0.90	0.33	0.09	0
Fipronil	0.44	0.32	0.23	0.03	0.06	0.02	0.01	0
Fluorantheen	4.7	3.5	2.5	0.28	0.64	0.23	0.06	0
Fosforverbind., anorg. als P	122994	95160	72326	8957	20372	7407	2045	0
Ftalaaten, n.n.b.	529	390	275	32	72	26	7.2	0
Gabapentine			35	4.1	9.2	3.4	0.93	0
Gebromeerde difenylethers (PBDE)	0.91	1.1	1.1	0.09	0.17	0.06	0.02	0
Gemfibrozil	9.5	7.0	4.9	0.57	1.3	0.47	0.13	0
Hexachloorbenzeen	0.19	0.14	0.10	0.01	0.03	0.01	0.00	0
Hexachloorcyclohexaan	2.8	0.84	0	0	0	0	0	0
Hexachloorcyclohexaan, gamma-	2.3	0.84	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	44	32	23	2.6	6.0	2.2	0.60	0
Ibuprofen	136	100	71	8.1	19	6.7	1.9	0
Imidacloprid	1.6	1.2	0.83	0.10	0.22	0.08	0.02	0
Indeno(1,2,3-c,d)Pyreen	0.16	0.12	0.08	0.01	0.02	0.01	0.00	0
Irbesartan	25	19	13	1.5	3.5	1.3	0.35	0
Jomeprol	92	68	48	5.5	13	4.6	1.3	0
Jopromide	3.6	2.7	1.9	0.22	0.49	0.18	0.05	0
Koperverbindingen als Cu	1335	935	643	74	168	61	17	0
Kwikverbind. berek. als Hg	2.9	2.0	1.4	0.17	0.38	0.14	0.04	0
Levetiracetam			25	2.9	6.6	2.4	0.66	0
Lidocaine	1.6	1.2	0.83	0.10	0.22	0.08	0.02	0
Loodverbind. als Pb	179	121	78	8.9	20	7.4	2.0	0
Mecoprop	5.5	4.1	2.9	0.33	0.75	0.12	0.02	0
Metformine	1844	1362	961	111	252	91	25	0
Methyleenchloride (diCl-Meth.)	70	52	37	4.2	9.6	3.5	0.96	0
Metoprolol	41	30	21	2.4	5.6	2.0	0.56	0
Minerale oliën	27	20	14	1.6	3.7	1.4	0.37	0
Molybdeen	113	83	59	6.8	15	5.6	1.5	0
Naftaleen	3.2	2.4	1.7	0.19	0.44	0.16	0.04	0
Naproxen	102	75	53	6.1	14	5.1	1.4	0
Nikkelverbind. als Ni	94	70	49	5.7	13	4.7	1.3	0
Nonylfenol	11	8.1	5.7	0.66	1.5	0.54	0.15	0
Oxazepam	11	8.0	5.7	0.65	1.5	0.54	0.15	0
Paracetamol	4160	3072	2167	249	567	206	57	0
PCB's en PCT's	0.34	0	0	0	0	0	0	0
Pentachloorfenol	4.7	0.81	0.57	0.07	0.15	0.05	0.02	0
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	0.35	0.26	0.18	0.02	0.05	0.02	0.00	0
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	0.70	0.52	0.36	0.04	0.10	0.03	0.01	0
Perfluorbutaanzuur	5.2	3.9	2.7	0.31	0.71	0.26	0.07	0
Perfluordecaanzuur	0.17	0.13	0.09	0.01	0.02	0.01	0.00	0
Perfluorheptaanzuur	0.42	0.31	0.22	0.03	0.06	0.02	0.01	0
Perfluorhexaanzuur	0.51	0.38	0.27	0.03	0.07	0.03	0.01	0
Perfluornonaanzuur	0.12	0.09	0.06	0.01	0.02	0.01	0.00	0
Perfluor-Octaansulfonaten (PFOS)	1.9	1.4	0.98	0.11	0.26	0.05	0.01	0
Perfluor-Octaanzuur (PFOA)	1.1	0.82	0.58	0.07	0.15	0.06	0.02	0

gsf_naam	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Propranolol	2.4	1.8	1.3	0.15	0.33	0.12	0.03	0
Pyreen	1.8	1.3	0.93	0.11	0.24	0.09	0.02	0
Saccharine	496	366	258	30	68	25	6.8	0
Sotalol	29	22	15	1.7	4.0	1.4	0.40	0
Stikstofverb.,anorg./org.als N	808946	597408	421383	48503	110315	40109	11073	0
Strontiumverbind. als Sr	4457	3292	2322	267	608	221	61	0
Sulfamethoxazol	9.3	6.9	4.8	0.56	1.3	0.46	0.13	0
Teg van PCDD - PCDF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Tetrachloormethaan (tetra)	7.6	4.7	3.0	0.34	0.77	0.28	0.08	0
Tolueen	43	32	23	2.6	5.9	2.2	0.59	0
Trichloorbenzeen, n.n.b.	37	27	19	2.2	5.0	1.8	0.51	0
Trimethoprim	2.2	1.6	1.1	0.13	0.30	0.11	0.03	0
Valsartan	111	82	58	6.6	15	5.5	1.5	0
Xyleen, n.n.b.	3.2	2.3	1.6	0.19	0.43	0.16	0.04	0
Zinkverbind. als Zn	1540	1121	820	102	232	84	23	0

Bijlage 5: Correctie-emissies 2014

Tabel B2.1: Correctie-emissies voor de emissieberekening over 2014. Een positieve waarde betekent dat deze waarde in het model is opgeteld bij de emissies van de in tabel 1 genoemde bronnen. Een negatieve waarde betekent dat deze waarde in het model is afgetrokken van de emissies van de in tabel 1 genoemde bronnen. Voor overige stoffen zijn geen correctie-emissies toegepast, omdat onvoldoende vergelijkingsmateriaal in de vorm van metingen beschikbaar was.

Parameter	Correctie [kg/jr]	% van totale belasting [%]	Aanvoertype	Reden van correctie emissie vanuit bovenliggende factsheets
Cadmiumverb. (als Cd)	-400	-41%	dwa-hh	Emissie vanuit bronnen uit bovenliggende factsheets veel hoger dan metingen influent RWZI
Chroomverb. (als Cr)	4.000	73%	hwa-weg	Emissie vanuit bronnen uit bovenliggende factsheets gezamenlijk lager dan metingen influent RWZI; gefit op concentratiemetingen hemelwateruitlaten
Chroomverb. (als Cr)	10.000	182%	dwa-ov	Emissie vanuit bronnen uit bovenliggende factsheets gezamenlijk lager dan metingen influent RWZI
Koperverb. (als Cu)	-58.432	-27%	hwa-beide	Schatting emissieoorzaak vuurwerk te hoog
Kwikverb. (als Hg)	-70	-17%	dwa-hh	Emissie vanuit bronnen uit bovenliggende factsheets veel hoger dan metingen influent RWZI
Loodverb. (als Pb)	7.000	17%	dwa-ov	Fit op metingen influent RWZI
N - Totaal	-1.252.078	-1%	hwa-beide	Schatting emissieoorzaak atmosferische depositie te hoog (omgerekend 4,8 mg/l). Rekenconcentratie 2,3 mg toegekend aan afstromend hemelwater na verlies in kolken.
N - Totaal	3.500.000	4%	dwa-ov	Fit op metingen influent RWZI
Nikkelverb. (als Ni)	3.000	24%	hwa-beidev	Fit op concentratiemetingen afstromend hemelwater
Nikkelverb. (als Ni)	3.000	24%	dwa-ov	Fit op metingen influent RWZI
P - Totaal	247.617	2%	hwa-beide	Rekenconcentratie 0,24 mg P/l toegekend aan afstromend hemelwater na verlies in kolken
P - Totaal	-1.000.000	-7%	dwa-ov	Fit op metingen influent RWZI
Zinkverb. (als Zn)	180.000	64%	dwa-ov	Fit op metingen influent RWZI
Zinkverb. (als Zn)	-5.851	-2%	hwa-beide	Schatting emissieoorzaak vuurwerk te hoog

Bijlage 6: Stofeigenschappen van stoffen in de EmissieRegistratie

De oplosbaarheid van verontreinigingen in water en de absorptie van deze verontreinigingen aan slib kan beschreven worden door een adsorptievergelijking, waarin K_D de verdeling coëfficiënt tussen slib en water beschreven wordt door:

$$K_D = \frac{C_s}{C_w}$$

Hierin is C_s de geadsorbeerde concentratie [g stof/g slib] en C_w de concentratie in oplossing [g stof/ml oplossing].

Via onderlinge vergelijking van K-waarden kunnen de adsorptie-eigenschappen van de diverse organische verontreinigingen direct met elkaar vergeleken worden. Stoffen met een lage log k-waarde (lager dan 1) lossen goed op in water, terwijl stoffen met een hoge log k-waarde (groter dan 3) slecht oplossen in water en hechten aan de organische stof fractie van het slib.

Voor de meeste stoffen uit de EmissieRegistratie zijn log K_{ow} -waarden (de verdelingscoëfficiënt octanol-water) bekend. De grootte van K_{ow} wordt bepaald door de eigenschappen van de adsorberende verbinding en is onafhankelijk van het type slib. Voor de diverse stofgroepen in de EmissieRegistratie zijn echter geen K_{ow} waarden vanuit literatuur beschikbaar, maar wel (praktische) K_D waarden. De relatie tussen K_{ow} en K_D kan benaderd worden middels [14]:

$$\log K_D = 1.00 \log K_{ow} - 0.21$$

Tabel 1 geeft de log K_{ow} -waarden en de log K_D -waarden voor stof(groepen) uit de EmissieRegistratie.

Tabel 1.1 Log K_{ow} en K_D waarden voor stof(groepen) uit de EmissieRegistratie.

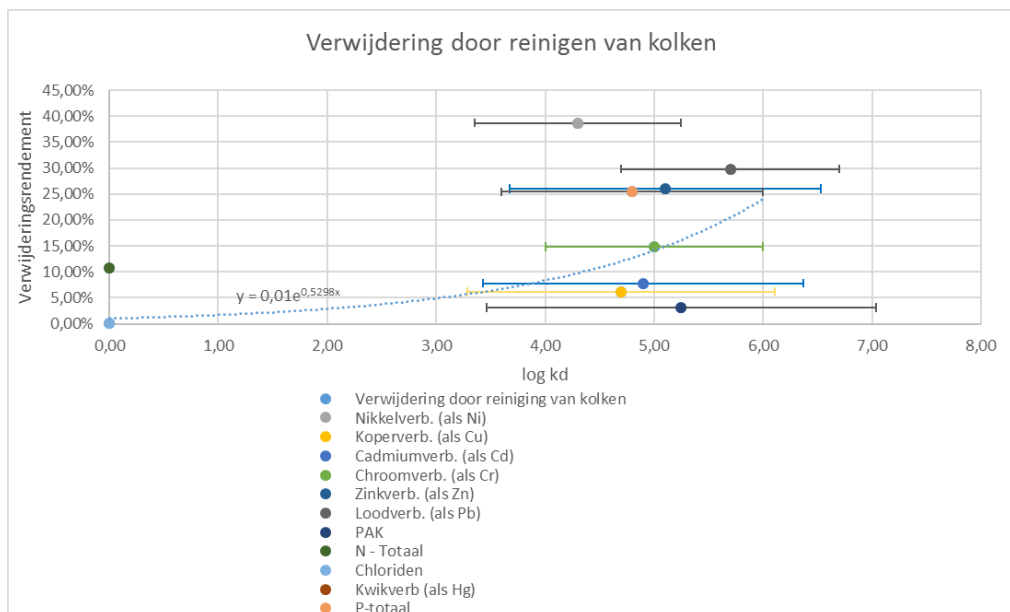
stof	log K_{ow}	log K_D	Referentie
1,1,1-Trichloorethaan	2.44	0	
1,1,2-Trichloorethaan	2.09	0	
1,1-Dichloorethaan	2.02	0	
1,2,3-benzotriazool	1.44	0	
1,2-Dichloorbenzeen	3.24	0	
1,2-Dichloorethaan	1.69	0	
1,2-Dichlooretheen	1.78	0	
1,4-Dichloorbenzeen	3.40	0	
2,3,4,5-Tetrachloorfenol	4.40	0	
2,3,4,6-Tetrachloorfenol	4.40	0	
2,3,6-Trichloorfenol	3.70	0	
2,4,5-Trichloorfenol	3.70	0	
2,4-Dichloorfenoxyzijnzuur	3.64	0	
Acenaftheen	3.99	0	[1]
Acenafthyleen	3.59	0	[1]
acesulfame K	1.33	0	
Aluminiumverb. (als Al)	0	4.80	[2]
Anthraceen	4.46	0	[1]
Antimoonverb. (als Sb)	0	4.80	[2]
Arseenverb. (als As)	0	4.00	[2]
atenolol	0.16	0	
Azithromycine	4.02	0	
Bariumverb. (als Ba)	0	4.00	[2]
Benzeen	2.13	0	[4]
Benzo(a)Anthraceen	2.12	0	[1]
Benzo(a)Pyreen	5.79	0	[1]
Benzo(b)Fluorantheen	5.97	0	[1]
Benzo(ghi)Peryleen	6.73	0	[1]
Benzo(k)Fluorantheen	6.73	0	[1]
Berillium	0	4.10	
Bezafibraat	6.02	0	[1]
Bisfenol A	2.20	0	[3]
Boriumverb. (als B)	0	3.00	

stof	log k_{ow}	log k_d	Referentie
BTEX	2.60	0	[15]
Cadmiumverb. (als Cd)	0	5.00	[2]
Caffeïne	0.16	1.3	
Carbamazepine	2.30	0	[3]
Carbendazim	1.48	0	[5]
Chloorbenzenen	0	2.64	[4]
Chloorfenolen	0	4.20	[1]
Chloorparaffines (C1-C3)	0	6.00	[4]
Chloorprofam	3.51	0	[5]
Chloorthalonil	3.05	0	[3]
Chloriden	0	0	[6]
Chloriden anorganisch (als HCl)	0	0	
Chroomverb. (als Cr)	0	5.10	[2]
Chroom-VI-verb. (als Cr)	0	5.10	
Chryseen	5.78	0	[1]
citalopram	3.74	0	
Claritromycine	3.20	0	[7]
claritromycine	3.16	0	[7]
Clozapine	3.23	0	[3]
clozapine	3.23	2.8	[3]
Cyaniden	0	0.66	[8]
cyclamaat	-2.63		
DDT	5.00	0	
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	2.02	0	
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	2.02	2	
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	2.50	0	[4]
dibenzo(ah)anthraceen	6.75	0	[3]
Dibutylftalaat	4.55	0	[4]
Dichlobenil	2.74	0	[3]
Dichloormethaan	1.42	0	[1]
Dichlorvos	1.90	0	[3]
Diclofenac	1.90	0	[3]
Diethylftalaat	2.47	0	[1]
Diisobutylftalaat	4.46	0	[1]
Dimethylftalaat	1.45	0	[1]
Dioxinen (PCDD/PCDF, I-TEQ)	0	5.50	[9]
Dipyridamol	2.70	0	[7]
dipyridamol	2.7		[7]
Drins (Aldrin, Dieldrin)	6.50	0	
Endosulfan	3.62	0	
Ethylbenzeen	3.23	0	[1]
Extraheerbaar org. Chloor	3.23	0	
Fenanthreen	4.40	0	[1]
Fenol en Fenolaten	1.60	0	[1]
Fenolen (als totaal C)	1.60	0	
Fentinacetaat	3.43	0	[5]
fipronil	4		
Fluorantheen	4.97	0	
Fluoreen	4.18	0	[4]
Fluoriden anorganisch (als HF)	4.18	0	
Fluorverb., anorg.(als F)	0	0	[6]
Formaldehyde	0.35	0	[4]
Ftalaten	8.39	0	[4]
Gabapentine	-1.10	0	[3]
Gebromeerde Difenylethers, PBDE	0	6.70	[9]
Gemfibrozil	4.77	0	[3]
gemfibrozil	4.8		[3]

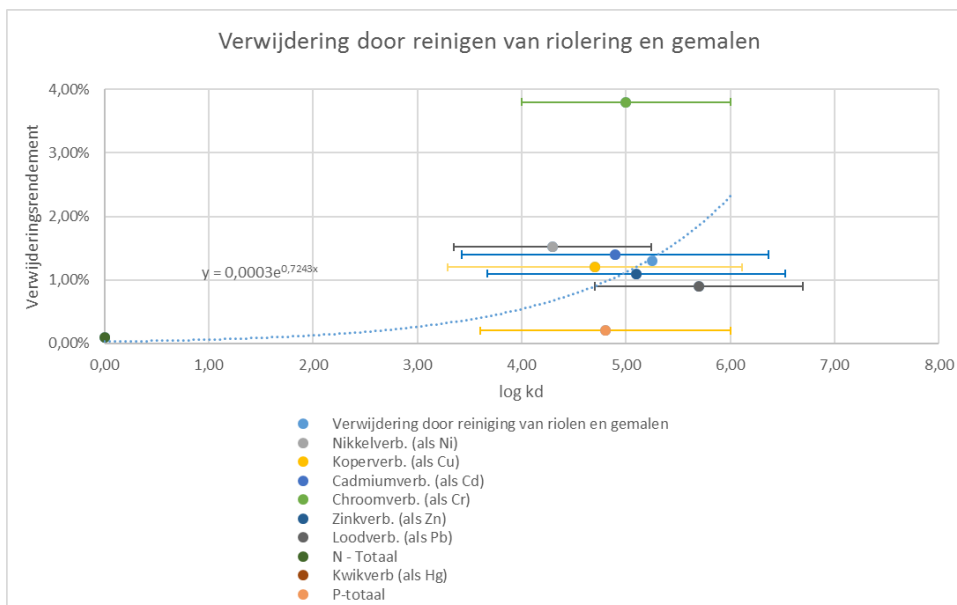
stof	log k_{ow}	log k_d	Referentie
Glyfosaat	-3.40	0	[5]
Hexabromocyclododecaan	7.70	0	[4]
Hexachloorbenzeen	5.80	0	[1]
Hexachloorbutadieen	4.70	0	[1]
Hexachloorcyclohexaan	4.70	0	[5]
Hexachloorcyclohexaan, gamma-	3.62	0	[1]
Hexachloorcyclohexaan, Alfa-	3.70	0	[1]
Hexachloorcyclohexaan, Beta-	3.61	0	[1]
Hydrochloorthiazide	-0.10	0	[7]
hydrochloorthiazide	0.07		[7]
Ibuprofen	3.97	0	[3]
IJzerverb. (als Fe)	3.97	0	
Imidacloprid	0.57	0	[3]
Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	6.73	0	[1]
Irbesartan	5.31	0	[3]
irbesartan	5.3		[3]
Isopropylbenzeen	3.66	0	[3]
Isoproturon	2.50	0	[3]
jomeprol	-2.8		
jopromide	-2		
Kobaltverb. (als Co)	0	4.70	[2]
Koperverb. (als Cu)	0	4.70	[2]
Kwikverb. (als Hg)	0	5.30	[2]
KWS alif.gehalogeneerd	0	5.30	
KWS alif.gehalogeneerd	0	5.30	
KWS alif.niet gehalogen.	0	5.30	
KWS alif.niet gehalogen.	0	5.30	
KWS arom.gehalogeneerd	0	5.30	
KWS arom.gehalogeneerd	0	5.30	
KWS arom.niet gehalogeneerd	0	5.30	
KWS arom.niet gehalogeneerd	0	5.30	
KWS niet-gehalogeneerd	0	5.30	
KWS niet-gehalogeneerd	0	5.30	
KWS2000, Totaal	0	5.30	
Levetiracetam	-0.49	0	[5]
Lidocaine	2.26	0	[3]
Lidocaine	2.4		[3]
Loodverb. (als Pb)	0	5.70	[2]
Magnesium	2.26	0	[3]
Mangaanverb. (als Mn)	0	1.80	
MCPA	3.25	0	[3]
MCPP	3.13	0	[3]
Mecoprop	3.13	0	
Metformine	-1.43	0	[3]
Methyl-T-butylether	-1.43	0	
Metoprolol	1.88	0	[3]
Minerale olien	0	6.00	[9]
Molybdeenverb. (als Mo)	0	2.94	[4]
N - Totaal	0	0	[6]
Naftaleen	3.30	0	[1]
Naproxen	3.30	0	[11]
Natriumverb. (als Na)	3.30	0	
Nikkelverb. (als Ni)	0	4.30	[2]
NMVOS	0	4.30	
Nonylfenol	0	4.30	[5]
Nonylfenol/Ethoxylaten(Np/Npe)	5.71	0	[3]
Organotinverbindingen	0	3.38	[2]

stof	log K_{ow}	log K_d	Referentie
Organotinverbindingen (als Sn)	0	3.38	
Oxazepam	2.24	0	[3]
P - Totaal	0	4.78	[12]
PAK (16 van EPA)	5.20	0	[16]
PAK (4 van PRTR)	6.90	0	[16]
PAK (6 van Borneff)	6.50	0	[9]
paracetamol	0.5		
PCB's	0	6.50	[9]
PCB's en PCT's	6.50	0	[9]
Pentachloorfenol	5.12	0	[5]
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	3.9		
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	5.2		
perfluorbutaanzuur	2.8		
perfluordecaanzuur	7.2		
perfluorheptaanzuur	4.7		
Perfluorhexaanzuur	4.1		
perfluormonaanzuur	5.9		
perfluoroctaansulfonaat	6.4		
Perfluor-octaanzuur (PFOA)	5.3		
propranolol	nb		
Pyreen	4.88	0	[3]
saccharine	0.91		
Seleenverb. (als Se)	0	3.80	[2]
Siliciumverb. (als Si)	nb	nb	
Simazine	2.30	0	[3]
Sotalol	1.10	0	[3]
Strontiumverb (als Sr)	nb	nb	
Styreen	2.95	0	[3]
Sulfamethoxazol	0.89	0	[3]
Sulfaten (als SO ₄)	nb	nb	
Tetrachlooretheen	3.18	0	[1]
Tetrachloormethaan	2.83	0	[1]
Tinverb. (als Sn)	0	4.90	[2]
Titaanverb. (als Ti)	0	3.00	[4]
Tolueen	2.73	0	[5]
Totaal organisch koolstof	2.44	0	
Trichloorbenzenen	2.44	0	[1]
Trichlooretheen	2.62	0	[1]
Trichloormethaan	2.10	0	[1]
Trimethoprim	0.91	0	[5]
valsartan	3.6		
Vanadiumverb. (als V)	0	3.00	[2]
Vinylchloride	1.24	0	[13]
VOS	1.24	0	
Wolfraamverb. (als W)	nb	nb	
Xylenen (Totaal)	3.10	0	[1]
Zilververb. (als Ag)	0	5.20	[2]
Zinkverb. (als Zn)	0	5.10	[2]
Zirkoonverb. (als Zr)	0	0.13	
Zwavel	0	0.13	

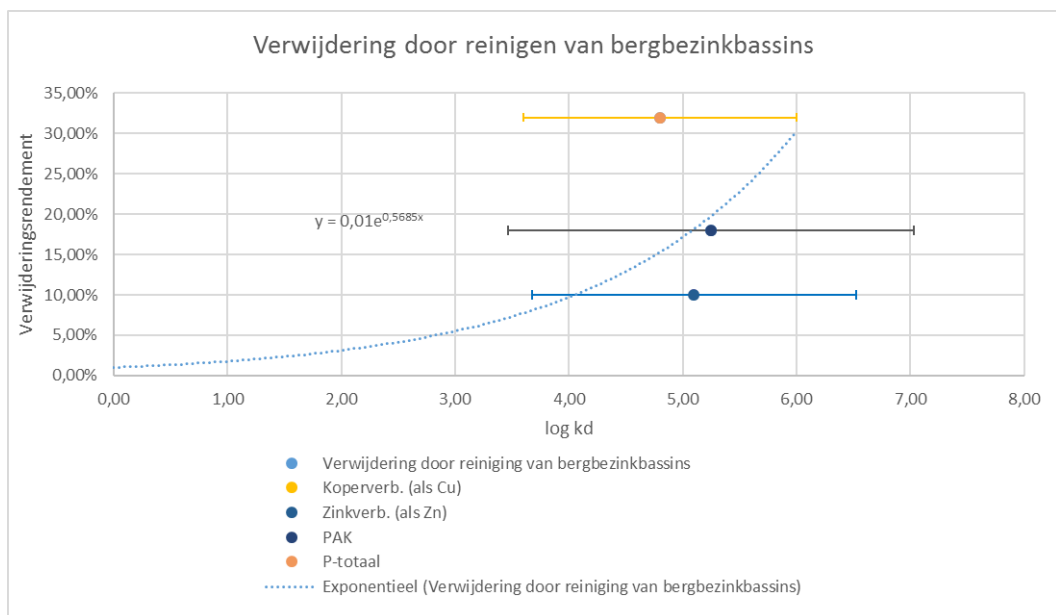
Voor enkele stofgroepen zijn metingen beschikbaar (zie tabel 20 en tabel xxx). Op basis van de bindingseigenschappen (K_{ow} en K_d) van de stoffen in Tabel I.1 zijn de procentuele verliezen en vermeerderingen (in het geval van overstorten) geëxtrapoleerd voor de andere stoffen die in de EmissieRegistratie zijn opgenomen, maar van welke onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn over de concentraties in kolken- en rioolslib en in water van overstorten. Figuur 1.1 tot en met figuur 1.4 toont de resultaten van deze extrapolatie. Tabel I.2 geeft de resultaten van deze extrapolatie voor andere stoffen in de EmissieRegistratie.



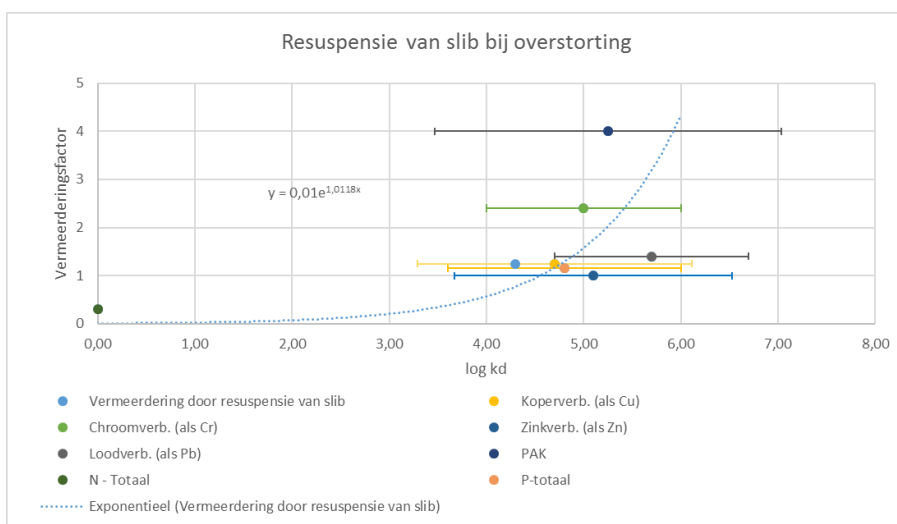
Figuur 1.1 Extrapolatie verwijderingsrendementen voor reiniging van kolken



Figuur 1.2 Extrapolatie verwijderingsrendementen voor reiniging riolen en gemalen



Figuur 1.3 Extrapolatie verwijderingsrendementen voor bezinking van slib in bergbezinkbassins.



Figuur 1.4 Extrapolatie vermeerderingsfactoren voor slibuitspoeling tijdens een overstortgebeurtenis.

Tabel 1.2 Aangenomen procentuele verliezen/vermeerdering in kolken, riolen en gemalen, bergbezinkbassins en resuspensie van slib tijdens een overstortgebeurtenis voor stoffen waarvan onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn (gemarkeerd met *). N.b. is niet bekend.

stof	Verwijdering door reiniging van kolken	Verwijdering door reiniging van riolen en gemalen	Verwijdering door bezinking en reiniging van bergbezinkbassins	Vermeerdering door resuspensie van slib tijdens overstortgebeurtenissen
1,1,1-Trichloorethaan	0.05%	0.01%	0.08%	0.51%
1,1,2-Trichloorethaan	0.02%	0.00%	0.03%	0.23%
1,1-Dichloorethaan	0.02%	0.00%	0.03%	0.19%
1,2,3-benzotriazool	0%	0%	0%	0%
1,2-Dichloorbenzeen	0.32%	0.03%	0.48%	3.18%
1,2-Dichloorethaan	0.01%	0.00%	0.01%	0.09%
1,2-Dichlooretheen	0.01%	0.00%	0.02%	0.11%
1,4-Dichloorbenzeen	0.61%	0.06%	0.92%	6.14%
2,3,4,5-Tetrachloorfenol	2.73%	0.27%	4.09%	27.27%
2,3,4,6-Tetrachloorfenol	4.44%	0.44%	6.66%	44.42%

stof	Verwijdering door reiniging van kolken	Verwijdering door reiniging van riolen en gemalen	Verwijdering door bezinking en reiniging van bergbezinkbassins	Vermeerdering door resuspensie van slib tijdens overstort-gebeurtenissen
2,3,6-Trichloorfenol	1.05%	0.11%	1.58%	10.51%
2,4,5-Trichloorfenol	0.94%	0.09%	1.41%	9.40%
2,4-Dichloorfenoxyazijnzuur	0.79%	0.08%	1.18%	7.86%
Acenaftheen	2%	0%	3%	17%
Acenafthyleen	1%	0%	1%	7%
Acesulfame K	0%	0%	0%	0%
Aluminiumverb. (als Al)	12%	1%	17%	116%
Anthraceen	5%	0%	7%	45%
Antimoonverb. (als Sb)	12%	1%	17%	116%
Arseenverb. (als As)	3%	0%	4%	27%
Atenolol	0%	0%	0%	0%
Azithromycine	2%	0%	3%	18%
Bariumverb. (als Ba)	3%	0%	4%	27%
Benzeen	0%	0%	0%	0%
Benzo(a)Anthraceen	0%	0%	0%	0%
Benzo(a)Pyreen	24%	2%	36%	238%
Benzo(b)Fluorantheen	26%	3%	38%	256%
Benzo(ghi)Peryleen	29.1%	2.9%	43.7%	291.2%
Benzo(k)Fluorantheen	25.98%	2.60%	38.97%	259.77%
Berillium	3%	0%	5%	34%
Bezafibraat	2.96%	0.30%	4.45%	29.64%
Bisfenol A	0%	0%	0%	0%
Boriumverb. (als B)	0%	0%	0%	3%
BTEX	0%	0%	0%	1%
Cadmiumverb. (als Cd)	7%	1%	23%	150%
Caffeïne	0%	0%	0%	0%
Carbamazepine	0%	0%	0%	0%
Carbendazim	0%	0%	0%	0%
Chloorbenzenen	0%	0%	0%	1%
Chloorfenolen	4%	0%	6%	41%
Chloorparaffines (C1-C3)	27%	3%	41%	273%
Chloorprofam	1%	0%	1%	6%
Chloorthalonil	0%	0%	0%	2%
Chloriden	0%	0%	0%	0%
Chloriden anorganisch (als HCl)	0%	0%	0%	0%
Chroomverb. (als Cr)	15%	4%	25%	260%
Chroom-VI-verb. (als Cr)	17%	2%	25%	167%
Chryseen	24%	2%	35%	236%
Citalopram	1%	0%	1%	10%
Claritromycine	0%	0%	0%	3%
Claritromycine	0%	0%	0%	3%
Clozapine	0%	0%	0%	3%
Clozapine	0%	0%	0%	2%
Cyaniden	0%	0%	0%	0%
Cyclamaat	0%	0%	0%	0%
DDT	11%	1%	17%	114%
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	0%	0%	0%	0%
DEET (Diethyl-m-Toluamide)	0%	0%	0%	0%
Di(2-Ethylhexyl)Ftalaat	0%	0%	0%	1%
dibenzo(ah)anthraceen	29%	3%	44%	292%
Dibutylftalaat	5%	1%	8%	54%
Dichlobenil	0%	0%	0%	1%
Dichloormethaan	0%	0%	0%	0%
Dichlorvos	0.00%	0.00%	0.01%	0.05%
Diclofenac	4.99%	0.50%	7.49%	49.90%

stof	Verwijdering door reiniging van kolken	Verwijdering door reiniging van riolen en gemalen	Verwijdering door bezinking en reiniging van bergbezinkbassins	Vermeerdering door resuspensie van slib tijdens overstort-gebeurtenissen
Diethylftalaat	0%	0%	0%	1%
Diisobutylftalaat	5%	0%	7%	45%
Dimethylftalaat	0%	0%	0%	0%
Dioxinen (PCDD/PCDF, I-TEQ)	23%	2%	34%	228%
Dipyridamol	0%	0%	0%	1%
Dipyridamol	0%	0%	0%	1%
Drins (Aldrin, Dieldrin)	29%	3%	43%	285%
Endosulfan	1%	0%	1%	8%
Ethylbenzeen	0%	0%	0%	3%
Extraheerbaar org. Chloor	0%	0%	0%	3%
Fenanthreen	4%	0%	6%	40%
Fenol en Fenolaten	0%	0%	0%	0%
Fenolen (als totaal C)	0%	0%	0%	0%
Fentinacetaat	0%	0%	1%	5%
Fipronil	2%	0%	3%	17%
Fluorantheen	11%	1%	16%	110%
Fluoreen	3%	0%	4%	26%
Fluoriden anorganisch (als HF)	3%	0%	4%	26%
Fluorverb., anorg.(als F)	0%	0%	0%	0%
Formaldehyde	0%	0%	0%	0%
Ftalaten	30%	3%	45%	300%
Gabapentine	0%	0%	0%	0%
Gebromeerde Difenylethers, PBDE	29%	3%	44%	294%
Gemfibrozil	8%	1%	12%	80%
Gemfibrozil	8%	1%	13%	84%
Glyfosaat	0%	0%	0%	0%
Hexabromocyclododecaan	30%	3%	45%	299%
Hexachloorbenzeen	24%	2%	36%	239%
Hexachloorbutadieen	7%	1%	11%	71%
Hexachloorcyclohexaan	0.80%	0.08%	1.21%	8.04%
Hexachloorcyclohexaan, gamma-	1%	0%	1%	8%
Hexachloorcyclohexaan,Alfa-	1%	0%	1%	9%
Hexachloorcyclohexaan,Beta-	1%	0%	1%	7%
Hydrochloorthiazide	0%	0%	0%	0%
Hydrochloorthiazide	0%	0%	0%	0%
Ibuprofen	2%	0%	2%	16%
IJzerverb. (als Fe)	2%	0%	2%	16%
Imidacloprid	0%	0%	0%	0%
Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	29%	3%	44%	291%
Irbesartan	17%	2%	25%	167%
Irbesartan	17%	2%	25%	165%
Isopropylbenzeen	1%	0%	1%	8%
Isoproturon	0%	0%	0%	1%
Jomeprol	0%	0%	0%	0%
Jopromide	0%	0%	0%	0%
Kobaltverb. (als Co)	10%	1%	15%	100%
Koperverb. (als Cu)	6%	1%	15%	160%
Kwikverb. (als Hg)	4%	9%	30%	245%
KWS alif.gehalogeneerd	20%	2%	30%	200%
KWS alif.gehalogeneerd	20%	2%	30%	200%
KWS alif.niet gehalogen.	20%	2%	30%	200%
KWS alif.niet gehalogen.	20%	2%	30%	200%
KWS arom.gehalogeneerd	20%	2%	30%	200%
KWS arom.gehalogeneerd	20%	2%	30%	200%
KWS arom.niet gehalogeneerd	20%	2%	30%	200%

stof	Verwijdering door reiniging van kolken	Verwijdering door reiniging van riolen en gemalen	Verwijdering door bezinking en reiniging van bergbezinkbassins	Vermeerdering door resuspensie van slib tijdens overstort-gebeurtenissen
KWS arom.niet gehalogeneerd	20%	2%	30%	200%
KWS niet-gehalogeneerd	20%	2%	30%	200%
KWS niet-gehalogeneerd	20%	2%	30%	200%
KWS2000, Totaal	20%	2%	30%	200%
Levetiracetam	0%	0%	0%	0%
Lidocaine	0%	0%	0%	0%
Lidocaine	0%	0%	0%	0%
Loodverb. (als Pb)	30%	1%	38%	170%
Magnesium	0%	0%	0%	0%
Mangaanverb. (als Mn)	0%	0%	0%	0%
MCPA	0%	0%	0%	3%
MCPP	0%	0%	0%	2%
Mecoprop	0%	0%	0%	2%
Metformine	0%	0%	0%	0%
Methyl-T-butylether	0%	0%	0%	0%
Metoprolol	0%	0%	0%	0%
Minerale olien	27%	3%	41%	273%
Molybdeenverb. (als Mo)	0%	0%	0%	3%
N - Totaal	10%	0%	5%	50%
Naftaleen	0.36%	0.04%	0.55%	3.65%
Naproxen	0.28%	0.03%	0.42%	2.77%
Natriumverb. (als Na)	0%	0%	1%	4%
Nikkelverb. (als Ni)	12%	1%	7%	130%
NMVOS	5%	0%	7%	50%
Nonylfenol	22.79%	2.28%	34.19%	227.92%
Nonylfenol/Ethoxylaten(Np/Npe)	23%	2%	34%	228%
Organotinverbindingen	1%	0%	1%	7%
Organotinverbindingen (als Sn)	1%	0%	1%	7%
Oxazepam	0%	0%	0%	0%
P - Totaal	23%	0%	32%	150%
PAK (16 van EPA)	3%	1%	18%	148%
PAK (4 van PRTR)	29%	3%	44%	294%
PAK (6 van Borneff)	29%	3%	43%	285%
Paracetamol	0%	0%	0%	0%
PCB's	29%	3%	44%	291%
PCB's en PCT's	29%	3%	43%	285%
Pentachloorfenol	13%	1%	20%	135%
Perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)	1%	0%	2%	14%
Perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	15%	1%	22%	148%
Perfluorbutaan zuur	0%	0%	0%	1%
Perfluordecaan zuur	30%	3%	45%	297%
Perfluorheptaan zuur	7%	1%	11%	71%
Perfluorhexaan zuur	2%	0%	3%	22%
Perfluormonaan zuur	25%	2%	37%	249%
Perfluoroctaansulfonaat	28%	3%	42%	282%
Perfluor-octaanzuur (PFOA)	17%	2%	25%	165%
Propranolol	0%	0%	0%	0%
Pyreen	10%	1%	14%	96%
Saccharine	0%	0%	0%	0%
Seleenverb. (als Se)	2%	0%	3%	18%
Siliciumverb. (als Si)	0%	0%	0%	0%
Simazine	0%	0%	0%	0%
Sotalol	0%	0%	0%	0%
Strontiumverb (als Sr)	0%	0%	0%	0%
Styreen	0%	0%	0%	2%

stof	Verwijdering door reiniging van kolken	Verwijdering door reiniging van riolen en gemalen	Verwijdering door bezinking en reiniging van bergbezinkbassins	Vermeerdering door resuspensie van slib tijdens overstort-gebeurtenissen
Sulfamethoxazol	0%	0%	0%	0%
Sulfaten (als SO ₄)	0%	0%	0%	0%
Tetrachlooretheen	0%	0%	0%	3%
Tetrachloormethaan	0%	0%	0%	1%
Tinverb. (als Sn)	13%	1%	20%	133%
Titaanverb. (als Ti)	0%	0%	0%	3%
Tolueen	0%	0%	0%	1%
Totaal organisch koolstof	0%	0%	0%	1%
Trichloorbenzenen	0%	0%	0%	1%
Trichlooretheen	0%	0%	0%	1%
Trichloormethaan	0%	0%	0%	0%
Trimethoprim	0%	0%	0%	0%
Valsartan	1%	0%	1%	7%
Vanadiumverb. (als V)	0%	0%	0%	3%
Vinylchloride	0%	0%	0%	0%
VOS	0%	0%	0%	0%
Wolframverb. (als W)	0%	0%	0%	0%
Xylenen (Totaal)	0%	0%	0%	2%
Zilververb. (als Ag)	18%	2%	28%	184%
Zinkverb. (als Zn)	13%	1%	10%	130%
Zirkoonverb. (als Zr)	0%	0%	0%	0%
Zwavel	0%	0%	0%	0%

Referenties:

1. Paul van Noort, 2010. Verbeterde schatting van log K_{oc}, BCF en log K_{ow} waarden voor sedisoil stoffen. Deltares. Rapportnummer 1202337-004.
2. EPA, 2005. Partition Coefficients for metals in surface water, soil and waste. EPA, Rapportnummer: EPA/600/R-05/074 July 2005.
3. U.S. National Library of Medicine. Toxnet Databases. <https://toxnet.nlm.nih.gov/>
4. Anton Gerritsen, 2012. Stoffenpakket waterbodems rijkswateren. Deltares, Rapportnummer 205363-000-ZWS-0011 November 2012.
5. U.S. National Library of Medicine. Open Chemistry Databases. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pccompound>
6. EPA, 1999. Understanding Variation in Partition Coefficient K_d Values. The K_d Model, Methods of Measurement, and Application of Chemical Reaction Codes. EPA 402-R-99-004A. Augustus 1999
7. Stowa, 2014. Overzicht toepassingsmogelijkheden van passive sampling. Rapport 2014-42. ISBN 978.90.5773.643.8
8. WHO, 2007. Cyanide in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/07.01/2
9. RIVM, 2001. Evaluation and revision of the CSoil parameter set. RIVM report 711701021
10. Hester, R.E., Harrison, R.M. 2016. Pharmaceutical Residues in Sewage Treatment Works and their Fate in the receiving environment. Issues in Environmental Science and Technology, No 41.
11. Cleuvers, 2004. Mixture toxicity of the anti-inflammatory drugs diclofenac, ibuprofen, naproxen, and acetylsalicylic acid. Ecotoxicology and Environmental Safety 59 pagina 309-315.
12. Commission of the European Communities, 1987. Organic Micropollutants in the Aquatic Environment. ISBN-13:978-94-010-7843-6
13. Cornelis, C., Bierkens, J., Standaert, A. 2013. S-Risk stoffenfiches-Deel 3: chlooralifaten, chloorbenzenen en chloorfenolen. VITO. Eindrapport juli 2013
14. Karickhoff S. W. and Brown D. S. 1979 Determination of octanol/water distribution coefficients, water solubilities, and sediment/water partition coefficients for hydrophobic organic pollutants. EPA-600/4-79-032, Athens.
15. Harmsen, J., Swinkels, D., Zweers A.J., Literatuuronderzoek PAK-bepaling gewassen. Projectnummer 11667

16. EPA, 2016. Final Report: Uptake of BTEX Compounds by Hybrid Poplar Trees in Hazardous Waste Remediation