

Lozing en zuivering van afvalwater, 1974

Inleiding

Binnen de hoofdafdeling Milieustatistiek van het Centraal Bureau voor de Statistiek wordt o.a. gewerkt aan het verzamelen van gegevens over waterkwaliteit, waterverontreiniging en waterzuivering. Dit heeft in het verleden geresulteerd in de publikatie 'Waterverontreiniging met afbreekbaar organisch en eutrofiërend materiaal'. In dit tijdschrift is van de hand van Karres en Meijer [1] een samenvatting van deze publikatie verschenen.

Onlangs is bij de Staatsuitgeverij te



IR. TH. P. H. VAN CRUCHTEN
Centraal Bureau voor de
Statistiek

's-Gravenhage een vervolg op deze publikatie onder de titel 'Waterkwaliteitsbeheer' verschenen. Deze publicatie is opgebouwd uit twee delen; deel A: 'Lozing en zuivering van afvalwater, 1974' en deel B: 'Kosten en financiering, 1975'. In dit artikel zal een samenvatting worden gegeven van het deel over lozing en zuivering van afvalwater.

Opzet van het onderzoek

Bij het samenstellen van de publikatie 'Waterverontreiniging met afbreekbaar organisch en eutrofiërend materiaal' is een raming opgesteld voor de vervuilingswaarden van de lozingen in het jaar 1969. Meetgegevens over de vervuiling van het (oppervlakte)water waren nog nauwelijks ter beschikking. Deze raming is daarom opgesteld, uitgaande van de coëfficiëntentabel uit het uitvoeringsbesluit WVO. De in de tabel gegeven afvalwatercoëfficiënt is per bedrijfstak toegepast op de gegevens over produktie, grondstoffenverbruik of aantallen werknemers. Waar meetgegevens ter beschikking waren zijn deze in de raming opgenomen. Op deze manier is de vervuilingswaarde van het afvalwater van bedrijven en huishoudens berekend op resp. ca. 33,6 en 13,0 miljoen inwonerequivalenten. Behalve aan de lozing van afvalwater is ook aandacht besteed aan de zuivering hiervan. Daarbij is aangenomen, dat alle zuiveringsinstallaties nominaal belast waren en dat het zuiveringsrendement voor mechanische en biologische zuiveringsinstallaties 35 % resp. 90 % bedroeg. Hieruit volgde een schatting van de gerealiseerde zuivering van 3 miljoen i.e. Met dit gegeven werd de belasting van het oppervlaktewater in Nederland (exclusief de verontreiniging die met de grensoverschrijdende

rivieren wordt meegevoerd) berekend op 43,6 mln i.e. (op basis van chemisch zuurstofverbruik). Aan de inventarisatie van de lozingen — na aftrek van de reeds geïnstalleerde zuiveringscapaciteit — is een berekening gekoppeld van de kosten die gepaard zouden gaan met de nog te nemen zuiveringsmaatregelen.

Onder invloed van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren is sindsdien bij de industrie een sanering van afvalwaterstromen op gang gekomen. De afvalwatercoëfficiënten kunnen daardoor thans niet meer bedrijfstaksgewijs worden toegepast in een raming. Daarom werd het niet verantwoord geacht voort te gaan met het ramen van de vervuilingswaarde op genoemde wijze. Bovendien is inmiddels de organisatie van het waterkwaliteitsbeheer ver gevorderd. De waterkwaliteitbeheerders hebben via hun systeem van heffingen op de lozingen gegevens over de vervuilingswaarde ter beschikking. Daarnaast beschikken zij over de bedrijfsgegevens van de rioolwaterzuiveringsinstallaties binnen hun gebied. Door deze gegevens via enquêtering te verzamelen kon een betrouwbaarder beeld over de omvang van de waterverontreiniging worden verwacht.

Een nevenvoordeel van enquêtering is, dat men de gegevens ook regionaal ter beschikking krijgt. Hieruit kan blijken waar nog knelpunten voorkomen op het gebied van de waterzuivering. Op grond van bovenstaande motieven en in overleg met enkele waterschappen is in 1974 een eerste enquête gehouden waarbij lozings- en zuiveringsgegevens verzameld werden. Het ligt in de bedoeling de enquête jaarlijks te herhalen, waardoor gegevens beschikbaar komen waaruit het effect blijkt, zowel van de saneringen als van de zuiveringsmaatregelen.

Resultaten

Lozing van afvalwater

De omvang van de vervuilingswaarde van de lozingen in 1974 is gebaseerd op de door de waterkwaliteitbeheerders opgelegde heffingen, die evenredig zijn met de vervuilingswaarde. Gevraagd werd, om deze lozingen op te geven in inwonerequivalenten berekend volgens de rijksformule ($CZV + N$) inclusief seizoenscorrecties, doch exclusief correcties voor pieklozingen, slib, enz. Teneinde inzicht te verkrijgen in de bijdragen door de verschillende typen bedrijven, zijn naast de huishoudens (incl. kleine bedrijven ≤ 20 i.e.) 18 bedrijfstakken onderscheiden.

Voor enkele gebieden, waar het waterkwaliteitsbeheer nog niet volledig gerealiseerd was, zijn aanvullende gegevens verkregen van diensten van Rijkswaterstaat en het RIZA. Van een aantal waterschappen

zijn geen gegevens over 1974 beschikbaar, maar werden opgaven over 1975 verstrekt, welke als een schatting voor de lozing in 1974 zijn gebruikt, voor zover er geen ingrijpende veranderingen of saneringen hadden plaatsgevonden.

De uitkomsten voor Nederland zijn verkort gegeven in tabel I. Voor meer gedetailleerde gegevens en de regionale verdeling van de lozingen op de niet-Rijkswateren wordt verwezen naar de genoemde CBS-publikatie.

TABEL I - Lozing van afvalwater naar herkomst, 1974.

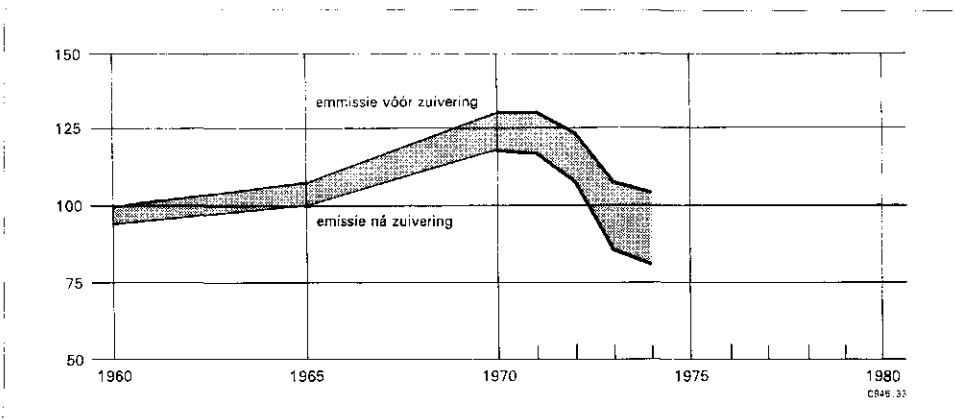
	mln. inwonerequivalenten
Huishoudens	14,9
Veeteelt	0,5
Nijverheid	17,6
w.o.:	
voedings- en genotmiddelen	10,2
textielindustrie en leerlooierijen	0,6
papier- en strokartonindustrie	2,1
chemische- en aardolieindustrie	4,4
metaalindustrie	0,3
Dienstverlening	4,3
Overige	3,0
Totaal	40,3

Bij deze staat valt de relatief hoge waarde op voor de post 'overige'. Dit wordt veroorzaakt door de opgaven van een aantal waterschappen, die de gevraagde uitsplitsing niet konden geven. De door hen verstrekte gegevens voor de vervuilingswaarde van het niet-huishoudelijke afvalwater is opgenomen in de post 'overige'.

De uitkomsten zijn door indexering vergeleken met de uitkomsten van de ramingen voor voorgaande jaren. Deze ramingen zijn berekend ongeveer zoals in de voorgaande publikatie, maar rekening houdend met de thans beschikbare gegevens. Als basis voor de indexering is gekozen de belasting van het oppervlaktewater in 1965 (belasting 1965 = 100). De uitkomsten worden weergegeven door de bovenste lijn van afb. 1.

Zuivering van afvalwater

In de enquête is een vraag opgenomen naar gegevens over de zuiveringsinstallaties, t.w. de ontwerpcapaciteit en de vervuilingswaarde van influent en effluent, uitgedrukt in inwonerequivalenten op basis van BZV₅²⁰. Uit vergelijking met de door het RIZA verstrekte gegevens over aantallen en ontwerpcapaciteit van de zuiveringsinstallaties voor woonkernen in Nederland bleek dat de response op deze vraag volledig was voor 60 % van het aantal installaties met 83 % van de geïnstalleerde capaciteit. Van 10 % van de installaties met 5 % van de capaciteit werd alleen de belasting opgegeven. Met behulp van de verkregen gegevens is een berekening uitgevoerd om



Afb. 1 - Indices afbreekbaar organisch materiaal (emissie ná zuivering, 1965 = 100). De afstand tussen de beide curven stelt de invloed van de zuivering voor.

het effect van de totale zuivering te bepalen. Op deze berekening zal hier onder nader worden ingegaan.

Voor een zo betrouwbaar mogelijke berekening van de vervuilingswaarde van het effluent zijn de installaties gesplitst in de typen, zoals deze ook door het RIZA in haar jaarlijkse inventarisatielijst worden onderscheiden. Per type installatie zijn de zuiveringsresultaten uitgezet tegen de procentuele belasting (= werkelijke belasting gedeeld door ontwerpcapaciteit). De relatie tussen het zuiveringsrendement en de belasting bleek benaderd te kunnen worden door een lineaire vergelijking:

$$\eta = a \varphi + b$$

hierin is:

η = het zuiveringsrendement in %

a = coëfficiënt

φ = de procentuele belasting

b = constante

Met behulp van de methode der kleinste kwadraten is voor ieder type installatie deze relatie berekend. De uitkomsten, alsmede de correlatiecoëfficiënt R en het aantal waarnemingen zijn gegeven in tabel II.

TABEL II - Relatie tussen belasting en rendement per type installatie.

M	$\eta = -0,056 \varphi + 33,9$	$R = -0,49$	$n = 38$
CF	$\eta = -0,097 \varphi + 95,0$	$R = -0,44$	$n = 81$
AT	$\eta = -0,018 \varphi + 96,0$	$R = -0,22$	$n = 22$
OSc	$\eta = -0,033 \varphi + 98,7$	$R = -0,43$	$n = 82$
OSd	$\eta = -0,076 \varphi + 98,2$	$R = -0,45$	$n = 33$
OT	$\eta = -0,012 \varphi + 96,7$	$R = -0,33$	$n = 11$

Per type installatie is een onderverdeling in 5 grootteklassen gekozen, om na te gaan, of het zuiveringsrendement van de installatie afhankelijk is van de capaciteit van de installatie. Voor ieder van deze grootteklassen werd analoog aan het bovenstaande de relatie tussen belasting en rendement berekend. Hieruit bleek, dat bij de mechanische zuiveringsinstallatie en bij de oxydatiebedden een verschil bestond tussen

grote en kleine installaties. Een voorbeeld hiervan is voor de oxydatiebedden gegeven in afb. 2.

Bij de actief slib-installaties en de oxydatiesloten is dit effect praktisch niet aanwezig. Dit is wellicht een gevolg van de mogelijkheid om bij deze installaties de beluchtingscapaciteit afhankelijk van de optredende belasting te regelen. Van de aldus berekende relaties is gebruik gemaakt om de vervuilingswaarde van het effluent te berekenen van de installaties waar dit gegeven niet bekend was.

Van de installaties, waarvan geen influentgegevens bekend waren (veelal oudere,

kleinere installaties, tezamen 30 % van het aantal installaties in Nederland met 12 % van de capaciteit), is de belasting geschat door vergelijking met installaties, die qua bouwjaar en ligging overeen kwamen. Hierdoor kunnen afwijkingen, zowel naar boven als naar beneden zijn geïntroduceerd. De invloed hiervan op de einduitkomsten is echter gering. De uitkomsten van de berekeningen zijn verkort weergegeven in tabel III.

TABEL III - Zuivering van afvalwater in Nederland, 1974.

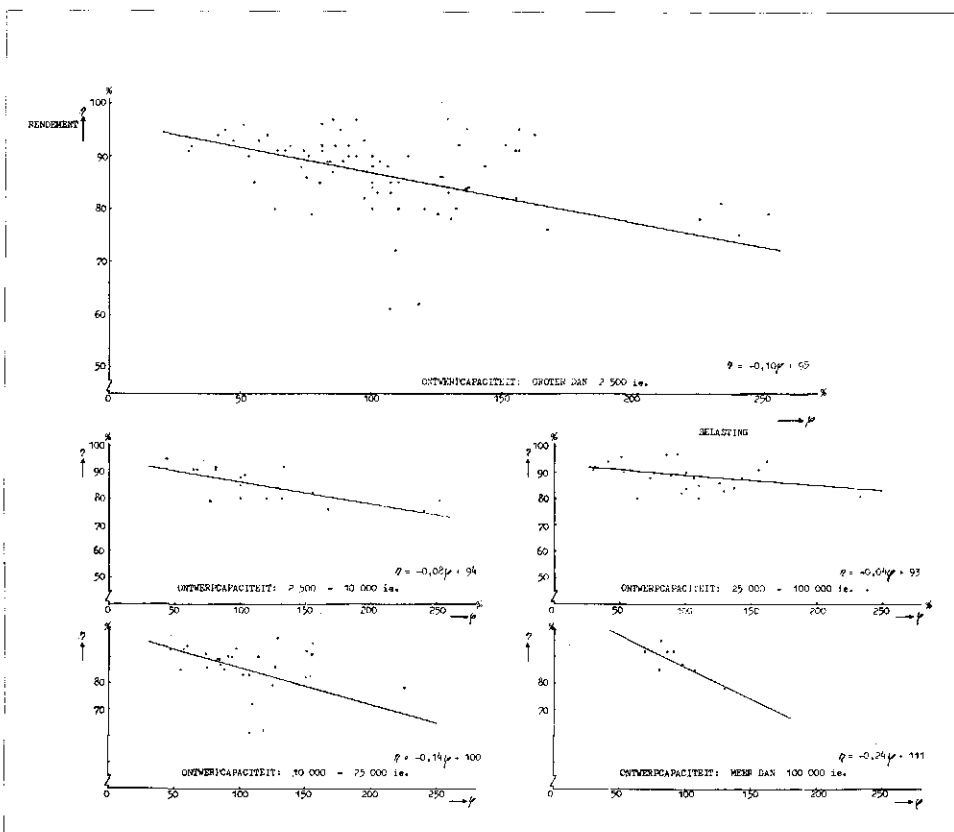
	Belasting mln. i.e.	Effluent mln. i.e.	Netto zuivering
Mechanisch	1,2	0,9	0,3
Biologisch	9,3	1,2	8,1
's-Gravenhage	1,7	1,2	0,5 *
Totaal	12,2	3,3	8,4 + 0,5 *

* Geloosd als slib op zee via een 10 km lange persleiding.

Belasting van het oppervlaktewater

In principe is met deze uitkomsten ook de belasting van het oppervlaktewater met afbreekbaar organisch materiaal te berekenen. Er doet zich echter een complicatie voor. De lozingen zijn uitgedrukt in inwonerequivalenten berekend volgens de rijksformule (i.e. = CZV + 4,57 N); de belasting van de zuiveringsinstallaties en het effluent zijn opgegeven in inwonerequivalenten op

Afb. 2 - Invloed van de belasting op het zuiveringsrendement bij oxydatiebedden.



basis van het BZV (i.e. $= \frac{BZV_5^{20}}{54}$).

Op grond van gegevens over de verhouding CZV/BZV van een aantal installaties mag worden verondersteld, dat voor Nederland als geheel voor het influent van zuiveringsinstallaties voor woonkernen de inwoner-equivalentie op basis van CZV en BZV gelijk is. Ook voor het effluent is aangenomen, dat de inwonerequivalentie onafhankelijk is van de gevolgde meetmethode. In werkelijkheid is vooral dit laatste niet juist. De fout die hierdoor geïntroduceerd wordt in de berekening is echter relatief klein, zodat hiervoor niet is gecorrigeerd. De berekening leidt tot de uitkomsten gegeven in tabel IV.

TABEL IV - De belasting van het oppervlaktewater in Nederland met afbreekbaar organisch materiaal.

	mln. inwoner-equivalenten
Ongezuiverde lozingen op Rijkswater	
— zout	1,9
— zoet	9,5
overig oppervlaktewater	16,2
Totaal ongezuiverd	27,5
Effluent lozingen	2,0
Lozing installatie 's-Gravenhage	1,2
Totaal belasting	30,8

Evenals dit voor de lozingen is gedaan, kan de uitkomst vergeleken worden met ramingen voor eerdere jaren. Dit is weer gedaan door het indexeren van de uitkomsten met als basis de belasting van het oppervlaktewater in 1965 = 100. De resultaten van deze bewerking zijn gegeven in afb. 1.

Enige kanttekeningen bij de enquête

In de vorige paragraaf is de problematiek van het gebruik van de eenheid inwoner-equivalent aangestipt. Een bezwaar van deze eenheid is, dat er verschillende definities voor gelden. Zo is bijv. de inwonerequivalentie gelijk aan:

$$\frac{CZV + 4,57 N}{180} \text{ of } \frac{CZV}{135} \text{ of } \frac{BZV_5^{20}}{54} \text{ of } \frac{2,5 BZV_5^{20} + 4,57 N}{180}$$

Daarnaast wordt de inwonerequivalent ook gebruikt voor bezonken afvalwater, waarbij

$$\text{i.e.} = \frac{BZV_5^{20}}{35}$$

Hierkomt nog bij, dat de verhouding tussen CZV en BZV voor verschillende soorten afvalwater zeer sterk kan fluctueren. Voor huishoudelijk afvalwater mag men (op basis van de definitie) de verschillende inwonerequivalenties gelijk stellen.

Indien bij opgave van vervuilingwaarden niet wordt aangegeven volgens welke methode de inwonerequivalentie is berekend, dan kan het voorkomen, dat verschillende grootheden (onder de noemer van één eenheid) bij elkaar worden opgeteld.

De betrouwbaarheid van de uitkomst wordt hierdoor nadelig beïnvloed. Ook Eggink [2] en Meijer [3] hebben reeds eerder in dit tijdschrift op deze problematiek gewezen. Het overgaan op het uitdrukken van de vervuilingswaarde in kg zuurstofverbruik lost slechts een deel van de problemen op. In dat geval wordt alleen de invloed van de omrekeningsfactor uitgesloten. Een oplossing lijkt op korte termijn niet voorhanden.

De gehouden enquête was de eerste uit een nieuw op te zetten reeks. De vraagstelling, die in overleg met enkele waterschappen tot stand is gekomen, bleek nog niet voldoende aan te sluiten bij de administratiesystemen van alle waterkwaliteitbeheerders. Dit heeft nadelig gewerkt op zowel invulling als verwerking van de enquête. Een uitvloeisel hiervan is ook de (reeds gesignaleerde) relatief hoge waarde van de post 'overige'. Voor volgende jaren zal in beginsel gebruik worden gemaakt van de indeling volgens de coëfficiëntentabel voor het desbetreffende jaar uit het Uitvoeringsbesluit WVO. Deze indeling wordt reeds door een groot aantal waterschappen gebruikt bij het vaststellen van de heffingen.

Tot slot wil ik nog een opmerking maken over het feit dat in Nederland door meerdere instanties die de waterkwaliteitsbeheerders geënuquêteerd wordt, veelal naar gelijksoortige gegevens. Tussen de verschillende enquêtes bestond geen coördinatie over vraagstelling of moment van enquêteren. Hierdoor hebben waterkwaliteitsbeheerders soms het basismateriaal opnieuw moeten bewerken om de gevraagde gegevens te verstrekken. Dit is een zeer tijdrovende zaak, die de invulling van de CBS-enquête waarschijnlijk heeft vertraagd. Om deze problemen voor de toekomst te voorkomen dan wel te verkleinen, is door het CBS het initiatief genomen voor de oprichting van een werkgroep. In deze werkgroep, waarin vertegenwoordigers van een achttal belanghebbende instanties zitting hebben, wordt getracht te komen tot een gelijk gebruik van definities en het onderling uitwisselbaar maken van de gegevens, waardoor de enquêteringsfrequentie zou kunnen dalen en dubbellingen in de vraagstelling worden voorkomen.

Literatuur

1. Karres, J. J. C. en Meijer, R. *Waterverontreiniging met afbreekbaar organisch materiaal*, H₂O (6), 1973, nr. 8.

2. Eggink, H. J. *Relatie CZV-BZV*, H₂O 10 (1977) nr. 12.

3. Meijer, H. A. *Ervaringen met de uitvoering van heffingsverordeningen*, H₂O 10 (1977) nr. 24.



Verschenen

Grondwaterverontreiniging

door F. de Smedt en A. van der Beken.

Verontreiniging van het grondwater neemt veelal een aanvang aan de oppervlakte. De polluerende stoffen infiltreren tezamen met het regenwater in de bodem. Vooraleer de watervoerende lagen te bereiken, migreren zij door een zone waar water en lucht aanwezig zijn, de onverzadigde zone genoemd. Het is de migratie van in water oplosbare stoffen in deze zone die het voorwerp uitmaakt van dit onderzoek.

De processen die zich in de onverzadigde zone voordoen zijn veelvuldig: er is in de eerste plaats de eigenlijke waterbeweging of convectieve stroming behandeld in hoofdstuk 2. Essentiële bodemfysische parameters om deze beweging te beschrijven zijn de *doorlatendheid* $K(\theta)$ en de *zuigspanning* $\psi(\theta)$ in functie van het bodemvochtgehalte. In de tweede plaats treedt er dispersie op wegens verschillende oorzaken. Deze dispersie veroorzaakt een steeds groter wordende spreiding van de pollutant naarmate de percolatiediepte toeneemt. De fysische parameter hierbij is de *dispersiecoëfficiënt* D , zelf een functie van de stroomsnelheid en een karakteristieke *menngelengte* α .

In de derde plaats kan adsorptie van de pollutant aan de bodemdeeltjes optreden. Hierdoor kan de concentratie van de pollutant in het water gevoelig dalen. Hoe sterker de adsorptiecapaciteit van de grond, hoe groter de *adsorptieconstante* a .

Tenslotte zal in de onverzadigde zone aërobie biodegradatie van sommige pollutanten kunnen geschieden zodat de oorspronkelijke stof afgebroken wordt in wellicht minder schadelijke stoffen. Veelal aanvaardt men voor dit proces een eerste orde reactie met een *reactie-constante* k .

Reële pollutiëgevallen zullen ten gevolge van de sterke heterogeniteiten in de natuur nooit exact mathematisch gesimuleerd kunnen worden. Benaderende oplossingen zoals in deze studie voorgesteld laten echter toe fysische grootheden zoals de totale massa aan pollutant in de bodem, maximale concentratie, gemiddelde penetratiediepte en -tijd te evalueren.

'Grondwaterverontreiniging' is uitgegeven door de Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussel. Het boek telt 79 pagina's en kost 200 BF.

