

Afvalwaterzuivering op kleine schaal

1. Inleiding

In opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne is door Witteveen+Bos een verkennende studie uitgevoerd naar behandelingssystemen voor huishoudelijk afvalwater van verspreide, kleine bronnen (tot 200 i.e.). De studie [1] is uitgevoerd in drie fasen:

- literatuurstudie, vaststellen van de 'state-of-the-art';
- veldonderzoek in Nederland, Engeland en West-Duitsland;
- ontwerp, begroting en kostenvergelijking van een aantal kleine zuiveringssystemen.



M. W. F. YLAND *
Witteveen + Bos
raadgevend ingenieursbureau
Deventer



M. A. SIEBEL *
Witteveen + Bos
raadgevend ingenieursbureau
Deventer

Enige saillante punten uit dit onderzoek worden hier belicht. Na een schets van de problematiek wordt een viertal opvallende systemen besproken. Vervolgens worden alle systemen die in principe in aanmerking komen voor de zuivering van kleine hoeveelheden afvalwater geëvalueerd. Op grond hiervan worden 12 systemen geselecteerd en wordt nader ingegaan op de aspecten die bij de keuze een rol spelen. Tot slot volgen enige conclusies en wordt aangegeven hoe dit onderzoek zal worden voortgezet.

2. Waarom kleinschalig ?

Zoals ook elders in dit nummer van H_2O wordt uiteengezet, vormen de verspreide kleine afvalwaterlozingen (kleine kernen, lintbebouwing, alleenstaande woningen en dergelijke) een niet te verwaarlozen belasting van het milieu [2].

Met inzameling en gecentraliseerde zuivering van deze lozingen zijn evenwel zeer hoge kosten gemoeid.

Daarom is onderzoek naar mogelijke alternatieven gewenst.

Een oplossing kan zijn het ter plaatse behandelen van het afvalwater van één of

meer bronnen in een klein zuiverings-systeem. Een bekend voorbeeld hiervan is de septictank, al dan niet gevolgd door een zinkput.

Met andere, verdergaande zuiverings-systemen is in ons land nog niet veel praktijkervaring opgedaan. Waar deze zijn toegepast worden ze, evenals septictanks, in het algemeen beschouwd als tijdelijke oplossingen en zeker niet als volwaardig alternatief voor gecentraliseerde zuivering. In het buitenland en met name in de Verenigde Staten, West-Duitsland en Engeland wordt daarentegen op ruime schaal aandacht besteed aan de mogelijkheden van kleinschalige oplossingen. In deze landen is veel ervaring opgedaan met, en wordt uitgebreid onderzoek verricht naar kleine zuiveringssystemen.

Als oorzaken van deze grotere aandacht zijn te noemen de in vergelijking met ons land meer verspreide bebouwing en de topografische en bodemkundige omstandigheden, waardoor conventionele riolerings- en gecentraliseerde zuiveringsprojecten veelal zeer kostbaar worden. De extreem hoge kosten van deze groot-schalige aanpak hebben er in de Verenigde Staten toe geleid dat de Environmental Protection Agency (EPA) in haar financieringsprogramma de nadruk legt op gedecentraliseerde oplossingen [3]. 'Onsite treatment' en 'sewerless sanitation' vormen het onderwerp van talloze onderzoekprogramma's, publicaties en conferenties.

Zoals eerder gezegd stuit de aansluiting van kleine verspreide afvalwaterbronnen op centrale zuiveringsinrichtingen op grote financiële bezwaren. Daarnaast zijn er nog andere argumenten te noemen die dwingen tot een meer kritische houding ten opzichte van de 'centralisatiegedachte'.

— Bij de aanleg van transportleidingen kan schade worden toegebracht aan het milieu: ontgravingen, grondwateronttrekking en dergelijke.

— Transport van afvalwater over grote afstanden kan door lange verblijftijden resulteren in stankontwikkeling, hetgeen noopt tot vaak zeer kostbare stankbestrijdingsmaatregelen.

— Om menselijke afvalstoffen te kunnen transporteren is het noodzakelijk deze te verdunnen. Hiervoor gebruikt men steeds schaarser wordend goed drinkwater. In het zuiveringsproces moeten deze verontreinigingen weer in zo geconcentreerd mogelijke vorm uit het water worden afgescheiden.

— Tijdens het transport van afvalwater kan vervuiling van bodem en grondwater plaatsvinden als gevolg van lekkage vanuit het leidingstelsel.

Ook voor ons land is het zaak om oplossingen te vinden voor het probleem van de kleine verspreide lozingen, aangepast aan de specifieke Nederlandse omstandigheden. In dat kader moet de groeiende belangstelling worden gezien voor kleine afvalwaterbehandelingssystemen.

3. Kleine afvalwaterzuiveringssystemen

3.1. Kenmerken

In de hier beschreven studie wordt onder 'klein' verstaan, geschikt voor de behandeling van afvalwater van maximaal 200 i.e. Deze grens is arbitrair, maar voor deze studie bruikbaar.

Kleinschalige zuiveringssystemen hebben een aantal kenmerken die pleiten voor een aparte benadering. Deze hebben o.a. betrekking op de wijze waarop het afvalwater wordt geproduceerd, bij de zuiveringsinstallatie aankomt en deze weer verlaat en op het beheer.

— Het afvalwater waarvan hier sprake is, heeft een andere samenstelling dan het afvalwater dat aankomt op grotere rwz's, waar veelal naast huishoudelijk ook industrieel afvalwater en regenwater worden aangevoerd.

— Bij zuiveringsinstallaties waarop slechts een gering aantal lozingen is aangesloten kan er in het algemeen van worden uitgegaan dat het afvalwater op de zuiveringsinstallatie aankomt in de hoedanigheid die het bij de productie had. Dit is enerzijds een gevolg van het kleine aantal aansluitingen, anderzijds van het meestal korte leidingstelsel waardoor geringe kwalitatieve en kwantitatieve buffering optreedt. Vanwege dit laatste zal er nauwelijks aanrotting van het afvalwater plaatsvinden.

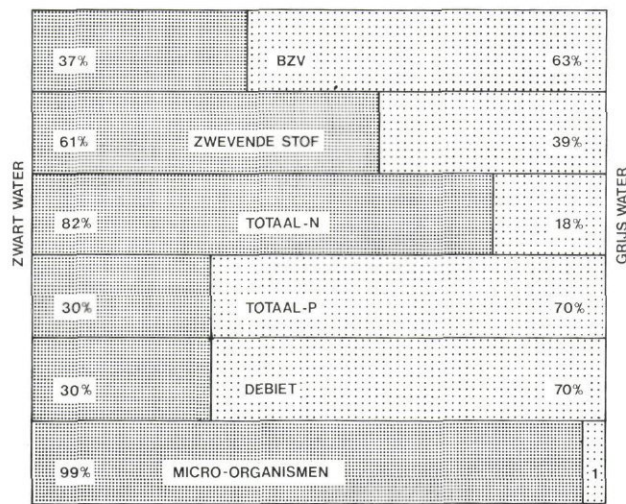
De geringe kwantitatieve buffering betekent dat naarmate een systeem kleiner is, de verhouding tussen de piekbelasting en de gemiddelde belasting groter zal zijn. Bij het ontwerp moet met deze belastingvariaties zoveel mogelijk rekening worden gehouden.

— Dagelijks, vakkundig toezicht is bij kleine zuiveringssystemen in het algemeen niet haalbaar. De systemen moeten derhalve zo ontworpen worden dat het toezicht beperkt kan zijn tot eenmaal, hooguit tweemaal per week. De controlewerkzaamheden dienen bovendien eenvoudig van aard te zijn.

— Bij kleine zuiveringssystemen is het soms mogelijk het effluent in de bodem te infiltreren. Dit in tegenstelling tot grote zuiveringsinrichtingen die om die reden op oppervlaktewater lozen.

— Het specifieke karakter van kleinschalige systemen en de toepassing van vaak bijzondere technieken voor inzameling en

* M. W. F. Yland studeerde Milieuhygiëne aan de Landbouwhogeschool Wageningen (1969-1977).
M. A. Siebel Civiele Gezondheidstechniek aan de Technische Hogeschool Delft (1969-1977).



Afb. 1 - Schematische voorstelling van de samenstelling van zwart en grijs water.

behandeling, vragen in het algemeen om een integrale technisch-organisatorische aanpak (inzameling, eventueel transport en behandeling in één hand). In dat geval kan men dan ook beter spreken van een 'klein afvalwatersysteem'.

Of, en zo ja, hoe een dergelijke opzet ingepast kan worden in bestaande structuren zal voor iedere situatie apart bekeken moeten worden.

Uit deze overwegingen kan worden geconcludeerd dat toepassing van kleine zuiveringssystemen bijzondere aandacht vereist.

3.2. Zuiveringstechnieken

De systemen die in Nederland bij de zuivering van kleine hoeveelheden afvalwater worden toegepast zijn enerzijds de septictank en de zinkput, anderzijds allerlei in de 'grote' afvalwaterzuivering beproefde en op kleine schaal getrouw gecopieerde technieken.

Een duidelijk voorbeeld van deze laatste groep is het actief slibproces waarvan toepassing bij kleine hoeveelheden op de volgende bezwaren stuit:

- het biologisch actieve materiaal bevindt zich bij dit systeem in suspensie, zodat het bij stootbelastingen kan uitspoelen;
- de aan kleine systemen inherente variaties in de aanvoer van organisch materiaal, vereisen een overeenkomstige, en daarom frequente, aanpassing van de zuurstof-inbreng.

Dit betekent dat het actief slibproces, voor grote installaties de meest verbreide methode, minder geschikt tot ongeschikt is naarmate de te zuiveren hoeveelheden afvalwater kleiner worden. Deskundige bewaking van het proces, controle van het

slibgehalte en regeling van de zuurstof-inbreng zijn bij kleine systemen in het algemeen niet te realiseren.

In het kader van deze studie zijn de tot nu toe gebruikelijke methoden opnieuw geëvalueerd en is gezocht naar nieuwe technieken.

In het volgende wordt een viertal van de meest opvallende ontwikkelingen beschreven.

Gescheiden behandeling van zwart en grijs afvalwater

In huishoudelijk afvalwater kunnen twee componenten worden onderscheiden:

- zwart water: toiletwater
- grijs water: spoel-, bad- en (af)waswater

In afb. 1 is de samenstelling van zwart en grijs water schematisch weergegeven. Volgens de prognoses zal het aandeel van het grijze water stijgen als gevolg van de toenemende 'badkamercultuur' en de groei van het aantal vaatwasmachines [6].

Hoewel grijs water via douche-, bad- en waswater met darmbacteriën besmet kan worden is de hygiënische betrouwbaarheid ervan aanzienlijk groter dan van afvalwater dat niet in componenten is gesplitst (ongedeeld afvalwater). De hoeveelheid zwart water kan worden teruggebracht door toepassing van waterloze of waterarme toiletssystemen.

Een waterloos toiletstelsel reduceert het afvalwaterprobleem tot 60 respectievelijk 40 % van de totaal geproduceerde hoeveelheden BZV en zwevende stof. Het grijze water bevat slechts 18 % van de hoeveelheid stikstof terwijl het fosfaatgehalte sterk zal verminderen bij invoering van fosfaatvrije wasmiddelen. Voorbeelden van waterloze of waterarme toiletssystemen zijn het toilet met spoelvoei-

stofrecirculatie, het vacuümtoilet, het verbrandingstoilet en het composttoilet. Vooral het laatstgenoemde systeem komt steeds meer in de belangstelling te staan.

Het composttoilet is een waterloos toiletstelsel, waarin ook keukenafval verwerkt kan worden (zie afb. 2). Tijdens het compostingsproces verdampt het vocht en worden de vaste bestanddelen omgezet in een niet meer rotbaar eindproduct. Ten gevolge van de ontwikkelde warmte treedt een versnelde afsterving op van ziektekiemen waardoor de hygiënische kwaliteit verbetert. Indien geen kunstmatige verwarming toegepast wordt, neemt het compostingsproces ongeveer twee jaar in beslag. De waterbesparing en de mogelijkheid tot hergebruik van grondstoffen maken het composttoilet tot een bij uitstek milieuvriendelijk systeem.

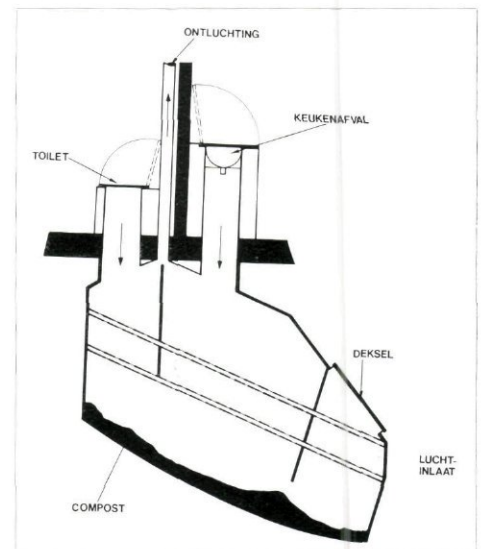
In tegenstelling tot de Scandinavische landen en de Verenigde Staten staat de praktische toepassing van het composttoilet in Nederland nog in de kinderschoenen. Enkele exemplaren zijn in gebruik, zowel bij particulieren alsook op een recreatieterrein, terwijl plannen zijn ontwikkeld om nieuwbouw woningen ermee uit te rusten.

Bij gescheiden behandeling van zwart en grijs water wordt voor laatstgenoemde component in het algemeen een septictank toegepast. Deze kan worden gecombineerd met een filtratiesysteem of, onder bepaalde omstandigheden, een infiltratiebed of -kas. Er zijn met deze systemen proefnemingen gaande waarvan de resultaten gunstig lijken te zijn.

Septictank

De septictank is een in Nederlandse afval-

Afb. 2 - Composttoilet.



waterkringen verguisd systeem, nogal eens dubbelzinnig aangeduid als 'rotput'. Toch gaat het hier om veruit het meest toegepaste behandelingssysteem voor kleine hoeveelheden huishoudelijk afvalwater. Exacte cijfers over het aantal in Nederland geplaatste septictanks zijn niet beschikbaar, als schatting wordt tenminste 200.000 à 300.000 aangenomen, alhoewel het werkelijke aantal wellicht aanzienlijk groter is.

Het niet naar behoren functioneren van septictanks moet in het algemeen worden toegeschreven aan een verkeerd ontwerp en aan het achterwege blijven van onderhoud.

De primaire functie van een septictank is het afscheiden van grove, bezinkbare en drijvende deeltjes. Daarnaast kan in meer of mindere mate afbraak optreden. In de loop der tijd accumuleert het achtergehouden materiaal zodat dit regelmatig moet worden verwijderd. Gebeurt dit niet, dan stagneert het afscheidingsproces en loopt het zuiveringsrendement terug. Regelmatig onderhoud (slibafvoer) is dus noodzakelijk.

Bij een goed ontwerp en voldoende onderhoud kan, blijkens onderzoeken verricht in West-Duitsland (waar bijvoorbeeld in de deelstaat Beieren in 1977 het afvalwater van 20 % van de bevolking via septictanks werd geloosd) met septictanks een zuiveringsrendement van meer dan 50 % op BZV-basis behaald worden [4].

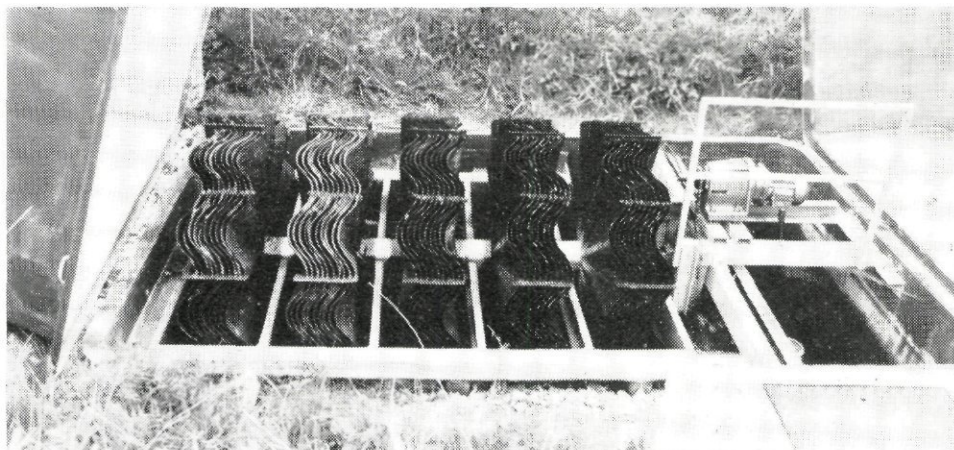
Het ontwerp van een septictank is afhankelijk van de functie:

- als voorbezinkingstank, voorafgaand aan een oxydatiebed of dompelschijvensysteem;
- als voorbehandelingssysteem, gevolgd door (in)filtratie;
- als op zichzelf staand zuiveringssysteem met directe lozing van effluent op oppervlaktewater.

Verhoging van het zuiveringsrendement zou onder meer gezocht kunnen worden in verbetering van het invoersysteem, van het contact tussen afvalwater en slib en van de scheiding van het slib-gas-water mengsel. Dit gaat in de richting van een anaerobe upflowreactor waarvan de toepassing voor huishoudelijk afvalwater onderzocht wordt aan de Landbouwhogeschool te Wageningen [5].

Dompelschijven

Dompelschijven, in het Engels aangeduid met de meer algemene term Rotating Biological Contactors (RBC's) bestaan uit een vast medium dat half ondergedompeld in het afvalwater ronddraait. Op het medium,



Afb. 3 - Dompelschijven.

een pakket schijven of een cylinder van poreus kunststofmateriaal, is een biologisch actieve laag vastgehecht die beurtelings luchtzuurstof en bestanddelen uit het afvalwater opneemt.

De ontwikkeling van kunststofmedia met een groot specifiek oppervlak heeft het toepassingsgebied van dompelschijven uitgebreid tot grote en zeer grote installaties. Maar juist ook voor de behandeling van zeer kleine afvalwaterlozingen (zie afb. 3) blijken dompelschijven zich goed te lenen. Het systeem is goed bestand tegen nultbelastingen, er is geen gevaar voor uitspoeling van de actieve biomassa door stootbelastingen en het energieverbruik is gering in vergelijking met dat voor actief slibinstallaties. Een belangrijk pluspunt is ook dat onderhoud en controle aanmerkelijk minder frequent behoeven plaats te vinden dan bij actief slibinstallaties het geval is.

Aan een dompelschijveninstallatie dient een voorbezinking vooraf te gaan. Op kleinere installaties worden hiervoor zowel voorbezinkingstanks, septictanks als vijvers toegepast.

Uit West-Duitsland afkomstig, heeft dit systeem zich verbreid naar diverse Europese landen en de Verenigde Staten. In Nederland worden dompelschijven sinds kort toegepast en is er de laatste tijd een toenemende belangstelling te constateren. In West-Duitsland is naar schatting een honderdtal installaties met een capaciteit van minder dan 500 i.e. in bedrijf.

(In)filtratiesystemen

Onder infiltratie wordt verstaan het met behulp van speciale voorzieningen via de bovenste bodemlagen afvoeren van afvalwater. Dit kan zijn voorbezonden grijs water of effluent van septictanks of andere zuiveringssystemen.

Drie infiltratiesystemen kunnen worden onderscheiden:

- de zinkput (of zakput);
- het infiltratiebed;
- het opgehoogde infiltratiebed.

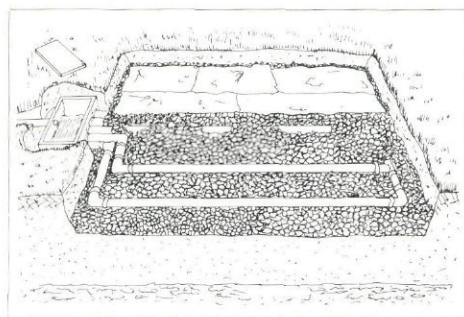
In Nederland komt alleen de zinkput op grote schaal voor, met of zonder voorgeschakelde septictank. In het laatste geval, waarbij gesproken kan worden van een open beerput, blijkt de kans op verstoppingen in de zinkput groot.

De zinkput bestaat uit een put van gestapelde stenen, metselwerk of betonringen, gevuld met grofkorrelig materiaal. De wanden en bodem zijn poreus.

Minder bekend in ons land, maar op uitgebreide schaal toegepast in de Verenigde Staten, is het infiltratiebed (zie afb. 4).

Hierbij wordt voorbehandeld afvalwater, door middel van een geperforeerd buizenstelsel over een groot oppervlak in de bodem ingebracht. In deze 'soil absorption systems' wordt in verreweg de meeste gevallen effluent van een septictank behandeld, een enkele keer ook verder gezuiverd effluent. Een adequate voorbehandeling is in ieder geval noodzakelijk om verstopping van het bed te voorkomen. Er bestaan verschillende varianten, waarbij het water continu, intermitterend of onder druk in het bed wordt geleid.

Afb. 4 - Infiltratiebed.



TABEL I - Globale evaluatie van behandelingssystemen.

behandelings-systeem	geschikt voor: opslag van:	mogelijke voordelen	mogelijke nadelen
beerput	– onbehandeld, ongedeeld afvalwater – grijs water – zwart water	– geen energieverbruik – weinig onderhoud – geschikt indien geen individuele zuivering of aansluiting op riolering mogelijk is	– hoge transportkosten bij afvoer van inhoud
septic-tank	– ongedeeld afvalwater – zwart water – grijs water	– geen energieverbruik – weinig onderhoud – bestand tegen stootbelastingen	– matig zuiveringsrendement
anaerobe zuivering	– ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering – zwart water	– laag energieverbruik – productie van methaan – lage slibproductie – slib goed ontwaterbaar, vergaand gestabiliseerd – slib blijft actief ook na lange perioden zonder voeding	– matig tot hoog zuiveringsrendement – regelmatige controle – nog in experimenteel stadium (voor huishoudelijk afvalwater)
oxydatiebed (conventioneel)	– ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering en voorbezinking	– hoog zuiveringsrendement – weinig onderhoud – bedrijfszeker – weinig gevoelig voor nul- en stootbelastingen	– verstoppingen – regelmatige controle
oxydatiebed (extended filtration)	– ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering en versnijpomp	– hoog zuiveringsrendement – compact – geen primair slib – bestand tegen debietvariaties	– hoog energieverbruik – veel onderhoud – hoogte van de installatie – weinig praktijkervaring
dompelschijven	– ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering en voorbezinking	– hoog zuiveringsrendement – compact – weinig onderhoud – bedrijfszeker – weinig gevoelig voor nul- en stootbelastingen – matig energieverbruik	– regelmatige controle – kans op problemen na perioden van stilstand (inbalans, uitdrogen actieve laag)
actief slib (extended aeration, compact)	– ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering en versnijpomp	– hoog zuiveringsrendement – compact – secundair slib vergaand gestabiliseerd	– hoog energieverbruik – veel onderhoud – zeer regelmatige controle – weinig bestand tegen stootbelastingen (kans op uitspoeling actief slib) – licht slib
actief slib (oxydatiesloot)	– ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering	– hoog zuiveringsrendement – relatief eenvoudig – bestand tegen stootbelastingen – slib vergaand gestabiliseerd	– hoog energieverbruik – regelmatige controle – licht slib
actief slib (contact-stabilisatie)	– ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering en voorbezinking of versnijpomp	– als extended aeration, bovendien: reserve actief slib voorradig	– als extended aeration, bovendien: weinig bedrijfszeker – dagelijkse controle – complexe bedrijfsvoering
vijvers	– ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering – grijs water – effluent	– hoog zuiveringsrendement – eenvoudig – geen energieverbruik – grote buffercapaciteit – weinig deskundig onderhoud – goede inpassing in landschap	– benodigd grondoppervlak – seizoensinvloed – stankhinder van voorbezinkvijver
land-behandeling	– ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering – grijs water – effluent	– eenvoudig – geen energieverbruik (behalve bij versproeien)	– benodigd grondoppervlak – hygiënische en stankbezwaren – kans op bodemverontreiniging – seizoensinvloed

vervolg tabel I: zie volgende pagina.

Wanneer de bodem weinig of juist te goed doorlatend is, of in geval van een hoog grondwaterpeil, kan een opgehoogd infiltratiebed uitkomst bieden. De door het water af te leggen weg wordt verlengd door op het maaiveld een pakket zand, afgedekt met grond aan te brengen.

Wordt het bed op een ondoorlatende laag (klei of folie) aangelegd en wordt het percolatiewater gecontroleerd afgevoerd, dan is veeleer sprake van een eenvoudig filtratiesysteem. Dit kan een aantrekkelijke oplossing bieden daar waar iedere vorm van bodemverontreiniging moet worden voorkomen, zoals bij waterwingebieden, natuurgebieden en dergelijke of daar waar directe lozing op oppervlaktewater van effluent van septic-tanks niet wordt toegelaten.

Ook meer gecompliceerde filtratiesystemen, zoals het langzame zandfilter, intermitterend bedreven of het opwaarts doorstroomde grindfilter worden gebruikt voor de behandeling van het effluent van septic-tanks of andere systemen.

3.3. Evaluatie

Een globale evaluatie van de uit literatuurstudie en veldonderzoek bekende behandelingssystemen is samengevat in tabel I.

Voor al deze systemen, die in principe in aanmerking komen voor toepassing bij kleine verspreide afvalwaterbronnen, zijn enkele van de meest karakteristieke voor- en nadelen vermeld. Tevens is aangegeven voor welk type influent de systemen het meest geschikt zijn.

Onder 'ongedeeld afvalwater' wordt verstaan huishoudelijk afvalwater, dat niet is opgesplitst in de componenten grijs en zwart water. Effluent kan afkomstig zijn van een septic-tank of van een verdergaand zuiveringssysteem.

De tabel heeft slechts indicatieve betekenis. Uitspraken als 'hoog zuiveringsrendement' of 'laag energieverbruik' zijn relatief ten opzichte van de andere systemen en dienen te worden geïnterpreteerd tegen de achtergrond van de functie van het betreffende systeem.

4. Afweging: centraal of ter plaatse

Bij de afweging tussen ter plaatse zuiveren of aansluiten op een centrale zuiveringsinrichting spelen een rol:

- hoeveelheid afvalwater, variaties over de dag, over de week, over het jaar;
- oorsprong van het afvalwater (huishoudelijk, agrarisch, ambachtelijk, specifieke lozingen), afvalwaterkwaliteit en variaties daarin;

TABEL I - Globale evaluatie van behandelingsystemen (vervolg).

behandelings-systeem	geschikt voor:	mogelijke voordelen	mogelijke nadelen
fysisch-chemische zuivering	- ongedeeld afvalwater, na grofvuilverwijdering en voorbezinking - grijs water - effluent	- hoog zuiveringsrendement - vergaande verwijdering mogelijk van fosfaten, zware metalen en organische micro-verontreinigingen - bestand tegen stoot- en nulbelastingen - geen opstartperiode	- zeer regelmatige controle - complexe bedrijfsvoering - weinig praktijkervaring (huishoudelijk afvalwater)
infiltratiebed	- grijs water, na voorbezinking - effluent	- eenvoudig - geen energieverbruik - goede inpassing in landschap - weinig onderhoud - water wordt teruggevoerd in de bodem	- toepasbaarheid afhankelijk van bodemfactoren - bodemverontreiniging - verstoppingen
zinkput	- grijs water, na voorbezinking - effluent	als infiltratiebed	als infiltratiebed
opgehoogd infiltratiebed	- grijs water, na voorbezinking - effluent	- toepasbaarheid weinig afhankelijk van bodemfactoren - eenvoudig - weinig onderhoud	- opvoerpomp noodzakelijk - verstoppingen
zandfilter	- grijs water, na voorbezinking - effluent	- hoog zuiveringsrendement - eenvoudig	- opvoerpomp in het algemeen noodzakelijk - regelmatige controle
opwaarts doorstroomd grindfilter	effluent	- eenvoudig - kan in nabezinkingsruimte worden geplaatst	- alleen mechanische verwijdering van zwevende stof - veel en regelmatig onderhoud
composttoilet	zwart water	- waterbesparing - sterke volumereductie - weinig onderhoud - verwerking keukenafval mogelijk	- zorgvuldigheid vereist - regelmatige controle bij opstarten
verbrandings-toilet	zwart water	- waterbesparing - reductie tot as en gasen - hygiëne	- hoog energie-verbruik - regelmatig onderhoud

— situering van de diverse lozingspunten ten opzichte van elkaar (lintbebouwing, kern, verspreide bebouwing, meerdere afzonderlijke kleine kernen), onderlinge afstanden;

— bodem: grondsoort, grondwaterstand, gebruiksfunctie en kwaliteitsdoelstellingen;

— oppervlaktewater: kwaliteit, kwantiteit, gebruiksfunctie en kwaliteitsdoelstellingen;

— aanwezigheid van kwetsbare gebieden (broedplaatsen, natuurgebieden, drinkwaterwingebieden);

— gebiedsindeling: ruimtelijk, bestuurlijk, ten aanzien van waterkwaliteits- en waterkwantiteitsbeheer;

— topografie (watergangen, wegen, leidingstraten, reliëf).

Zijn de meeste vragen slechts na een oriënterend onderzoek ter plaatse te beantwoorden, ten aanzien van kosten en onder-

houd kan vooraf al het nodige worden gezegd.

Om hierin inzicht te verkrijgen, zijn, op basis van het in tabel I gegeven overzicht, 12 systemen ontworpen. Aan de keuze hebben de volgende criteria ten grondslag gelegen:

— met het systeem moet praktijkervaring zijn opgedaan, hetzij in Nederland, hetzij daarbuiten;

— indien de bedrijfsvoering optimaal is moet een effluent geproduceerd kunnen worden dat kwalitatief vergelijkbaar is met dat van de in Nederland gangbare grotere zuiveringsinrichtingen;

— het systeem moet aanvaardbaar zijn uit oogpunt van milieuhygiëne, met betrekking tot factoren als geluid, stank, bodem- en oppervlaktewaterverontreiniging, hygiëne en landschappelijke inpasbaarheid.

De systemen zijn vervolgens gedimensio-

neerd voor een capaciteit van 5, 20, 50 en 200 i.e. (zie afb. 5). Deze waarden zijn arbitrair, maar in de hier beschreven studie gekozen en steeds consequent aangehouden als leidraad bij beschouwingen over dimensionering en kosten.

Voor een onderlinge financiële vergelijking van de diverse alternatieven is gebruik gemaakt van de contante waarde methode [1]. Hierbij worden de jaarlijkse kosten gekapitaliseerd en kan rekening worden gehouden met inflatie, stijging van energiekosten en variabele kapitaalsrente. Tevens is voor enige relevante kostenfactoren een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

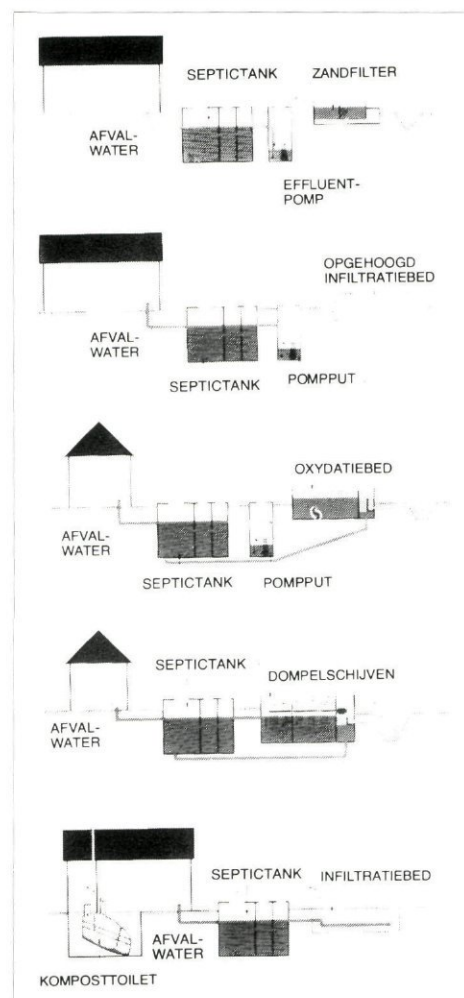
Hieruit is onder meer het volgende naar voren gekomen:

— de kosten per i.e. voor zuivering van afnemende hoeveelheden afvalwater nemen exponentieel toe;

— het aandeel van de bedrijfskosten in de totale kosten neemt toe bij afnemende installatiegrootte;

— in het pakket bedrijfskosten zijn de kosten voor energie, onderhoud en slib-

Afb. 5 - Schematische voorstelling van een vijftal van de 12 geselecteerde zuiveringsinstallaties.



afvoer in het algemeen te verwaarlozen ten opzichte van de personeelskosten.

In het kader van dit artikel voert het te ver uitgebreid op de kostenaspecten in te gaan. Bovendien zullen de werkelijk te maken kosten zeer sterk bepaald worden door de plaatselijke omstandigheden (grondwaterstand, grondsoort, beschikbaarheid van terrein, etc.). Ook wordt behandeling in vele gevallen noodzakelijkerwijs voorafgegaan door inzameling, waarvan het in het algemeen aangeven van kosten zo mogelijk nog sterker situatie-afhankelijk is.

Om toch een indruk te geven van de kosten volgen hier enige rekenvoorbeelden, gedeeltelijk gebaseerd op gegevens uit het IMP 1980-1984 [7], gedeeltelijk op gegevens vermeld in het studierapport [1].

Rekenvoorbeeld A

Afvalwater van een groep van 25 woningen (100 i.e.) in verspreide bebouwing wordt ingezameld en weggeperst naar een regionale rwzi. Uitgegaan wordt van gemiddelde waarden voor aansluitkosten ('onrendabele aansluitingen'), investeringen voor transport en zuivering en jaarlijkse inzamelings- en transportkosten en zuiveringsheffingen.

Het afvalwater van deze zelfde woningen kan ook worden ingezameld en ter plaatse worden gezuiverd in een kleinschalig zuiveringssysteem.

Het kostenbeeld voor beide alternatieven is weergegeven in tabel II.

Zowel de investeringen als de jaarlijkse bedrijfskosten zijn bij het ter plaatse zuiveren aanzienlijk lager.

Een volgend voorbeeld betreft de veel voorkomende situatie van een in het buitengebied gelegen instituut (vormingscentrum, hotel, sanatorium en dergelijke).

Rekenvoorbeeld B

Afvalwater van een instituut (100 i.e.) wordt weggeperst naar een regionale rwzi. Weer wordt uitgegaan van gemiddeld voorkomende investeringen voor transport en zuivering en van gemiddelde jaarlijkse transportkosten en zuiveringsheffingen.

Het afvalwater van hetzelfde instituut wordt nu ter plaatse gezuiverd in een kleinschalig zuiveringssysteem.

Voor deze twee mogelijkheden is het kostenbeeld weergegeven in tabel II.

Ook hier is ter plaatse zuiveren aanmerkelijk goedkoper dan wegpersen.

Bij het ter plaatse zuiveren van afvalwater kunnen diverse zuiveringssystemen worden

gekozen. In onderstaande voorbeelden worden twee individuele zuiveringssystemen onderling vergeleken:

Rekenvoorbeeld C

Afvalwater van een woning (4 i.e.) ondergaat een gedeeltelijke behandeling (30 % op basis van BZV) in een groot model septictank.

Afvalwater van dezelfde woning wordt behandeld in een septictank met effluentfiltratie.

Het kostenbeeld dat hierbij ontstaat is weergegeven in tabel II.

Individuele vergaande zuivering van afvalwater afkomstig van een enkele woning zal gezien de kosten slechts in bijzondere omstandigheden worden toegepast.

Zonder aan genoemde globale bedragen al te veel waarde toe te kennen, geven deze wel een indicatie van de orde van grootte. Duidelijk blijkt dat onder bepaalde omstandigheden zuiveren ter plaatse uit finan-

TABEL II - Drie rekenvoorbeelden.

Rekenvoorbeeld A

Wegpersen:

Investeringen : inzameling f 3.750,—/i.e.
transport f 1.000,—/i.e.
zuivering f 250,—/i.e.

Bedrijfskosten: inzameling + transport f 150,—/i.e. jaar
zuiveringsheffing (100 %) f 50,—/i.e. jaar

Ter plaatse zuiveren:

Investeringen : inzameling f 2.250,—/i.e.
zuivering f 80.000,—

Bedrijfskosten: inzameling f 80,—/i.e. jaar
zuivering f 6.000,—/jaar
zuiveringsheffing (10 %) f 5,—/i.e. jaar

	wegpersen		ter plaatse zuiveren	
	investeringen	bedrijfskosten	investeringen	bedrijfskosten
inzameling	f 475.000,—	f 15.000,—	f 225.000,—	f 8.000,—
zuivering	f 25.000,—	f 5.000,—	f 80.000,—	f 6.500,—
	f 500.000,—	f 20.000,—	f 305.000,—	f 14.500,—

Rekenvoorbeeld B

Wegpersen:

Investeringen : transport f 1.000,—/i.e.
zuivering f 250,—/i.e.

Bedrijfskosten: transport f 70,—/i.e. jaar
zuiveringsheffing (100 %) f 50,—/i.e. jaar

Ter plaatse zuiveren:

Investeringen : zuivering f 80.000,—

Bedrijfskosten: zuivering f 6.000,—/jaar
zuiveringsheffing (10 %) f 5,—/i.e. jaar

	wegpersen		ter plaatse zuiveren	
	investeringen	bedrijfskosten	investeringen	bedrijfskosten
transport	f 100.000,—	f 7.000,—	f —,—	f —,—
zuivering	f 25.000,—	f 5.000,—	f 80.000,—	f 6.500,—
	f 125.000,—	f 12.000,—	f 80.000,—	f 6.500,—

Rekenvoorbeeld C

Individuele deelzuivering:

Investeringen : zuivering f 7.500,—

Bedrijfskosten: zuivering f 400,—/jaar
zuiveringsheffing (70 %) f 35,—/i.e. jaar

Individuele vergaande zuivering:

Bedrijfskosten: zuivering f 20.000,—

Investeringen : zuivering f 1.350,—/jaar
zuiveringsheffing (10 %) f 5,—/i.e. jaar

	deelzuivering		vergaande zuivering	
	investeringen	bedrijfskosten	investeringen	bedrijfskosten
Totaal	f 7.500,—	f 540,—	f 20.000,—	f 1.370,—

TABEL III - *Vergelijkend overzicht van 12 zuiveringssystemen.*

Vereisten, gesteld bij de keuze van een klein zuiveringssysteem	septic-tank-zandfilter 1	septic-tank-infiltratiebed 2	septic-tank-opgehoogd infiltratiebed 3	septic-tank-oxydatiebed 4	septic-tank-dompelschijven 5	actief slib 6	vijvers-dompelschijven 7	vijvers-oxydatiebed 8	vijvers 9	septic-tank-zandfilter + composttoilet 10	septic-tank-infiltratiebed + composttoilet 11	septic-tank-opgehoogd infiltratiebed + composttoilet 12
• een grote mate van bedrijfszekerheid is gewenst.	+	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
• de bedrijfsvoering dient te zijn:												
– eenvoudig.	+	++	+	0	0	–	0	0	++	+	+	+
– weinig arbeidsintensief.	0	+	+	0	0	--	–	–	0	0	0	0
• een frequente controle behoort niet nodig te zijn.	–	++	++	–	–	--	–	–	0	–	++	++
• het systeem moet weinig gevoelig zijn voor kortdurende belastingvariaties.	++	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
• weekend- en/of seizoenspieken moeten verwerkt kunnen worden (recreatieterreinen e.d.).	+	+	+	–	–	--	0	0	++	+	+	+
• een laag energieverbruik is gewenst.	+	++	+	0	–	--	–	0	++	+	++	+
• het benodigd terreinoppervlak moet gering zijn.	++	--	0	++	++	++	++	++	0	++	–	+
• de mogelijkheid tot toepassing mag niet afhankelijk zijn van bodemsamenstelling en/of grondwaterpeil.	+	--	0	+	+	+	0	0	0	+	--	0
• inpassing in het landschap mag geen problemen geven.	0	++	+	–	0	0	0	–	++	0	++	+
• geluidhinder mag geen rol spelen.	+	++	+	+	0	0	0	+	++	+	++	+
• de kans op stankproblemen moet gering zijn.	0	+	+	0	0	0	–	–	–	+	+	+
• de totale kosten moeten laag	0	++	+	+	0	--	0	0	+	0	+	0
5–20 i.e.	0	++	0	+	0	--	0	0	0	–	0	–
20–50 i.e.	+	++	–	++	+	--	0	+	0	–	0	–
50–100 i.e.	+	+	–	++	+	--	+	++	0	–	0	--
100–200 i.e.	+	+	–	++	+	--	+	++	0	–	0	--
• bedrijfskosten moeten relatief laag zijn.	+	++	++	0	0	--	–	–	+	+	+	++
Kan het systeem aan de gestelde vereiste of wens voldoen?	++ : ja, heel goed + : ja, redelijk 0 : min of meer – : nauwelijks -- : neen											

De beoordeling is relatief, ten opzichte van de overige systemen.

ciële overwegingen de voorkeur kan verdienen.

5. Systeemkeuze

Om bij ter plaatse zuiveren tot een verantwoorde systeemkeuze te komen, is een matrix samengesteld waarin de hiervoor genoemde 12 systemen met elkaar worden vergeleken (zie tabel III). Onderscheid kan gemaakt worden tussen enerzijds de kleinere systemen (tot ongeveer 20 i.e.), anderzijds de grotere systemen (vanaf ongeveer 20 tot 200 i.e.).

De aan een systeem toegekende waardering is relatief ten opzichte van de overige systemen en varieert tussen '++' (indien het systeem zeer duidelijk voldoet aan het gestelde beoordelingsaspect) en '–' (indien het hier juist niet aan voldoet). Indien de kosten in deze beoordeling worden meegenomen geeft deze tabel samengevat het volgende beeld:

Kleinere installaties (tot ongeveer 20 i.e.):

— in gebieden waar infiltratie van effluent mogelijk en aanvaardbaar wordt geacht, zou het septic-tank-infiltratiesysteem een goede oplossing kunnen zijn met relatief lage kosten en grote bedrijfszekerheid;

— is besparing van drinkwater gewenst, dan lijkt het composttoilet een geschikte aanvulling op bovengenoemd systeem;

— is infiltratie niet mogelijk dan kan een septic-tank met zandfilter of oxydatiebed/dompelschijven een goede oplossing zijn met weliswaar hogere investeringen en bedrijfskosten, maar met een grote mate van bedrijfszekerheid;

— bij een sterk fluctuerende aanvoer komen afvalwatervijvers in aanmerking, de invloed op het milieu kan echter aanzienlijk zijn;

— een actief slibinstallatie wordt voor de kleinste capaciteiten onder alle omstandig-

heden ontraden vanwege de te geringe bedrijfszekerheid en de noodzaak tot veel en frequent onderhoud.

Grotere installaties (vanaf ongeveer 20 tot 200 i.e.):

— in gebieden waar infiltratie van effluent mogelijk is blijft de septic-tank met infiltratie een grote mate van bedrijfszekerheid garanderen met relatief geringe onderhoudskosten. Het benodigde grondoppervlak voor het infiltratiesysteem kan evenwel toepassing ervan voor systemen groter dan rond 100 i.e. problematisch maken;

— oxydatiebed of dompelschijven in combinatie met septic-tank of voorbezinkingsvijver worden voor de grotere systemen een aantrekkelijk alternatief: grote bedrijfszekerheid en gering grondoppervlak staan daarbij tegenover relatief hoge bedrijfskosten;

— bij sterk fluctuerende aanvoer bieden

afvalwatervijvers voordelen. Het benodigde grondoppervlak vereist weliswaar grote investeringen maar daartegenover staan de relatief lage bedrijfskosten en de grote bedrijfszekerheid;

— hoewel de bezwaren tegen actief slibinstallaties afnemen met toenemende installatiegrootte, worden zij in principe niet aanbevolen voor systemen kleiner dan 100 tot 150 i.e.; de hoge frequentie van onderhoud en controle maken deze systemen te duur.

Voor optimalisatie zijn diverse mogelijkheden aanwezig:

- seriebouw: kan kostenverlagend werken;
- onderhoud en controle in georganiseerd verband: met het oog op kwaliteit en kostenbesparing;
- besparing van kosten voor controle: een gedeelte van het toezicht kan door de eigenaar worden uitgeoefend.

6. Conclusies

Met de hier beschreven fase is in deze studie een eerste stap gezet in de richting van een gestructureerde aanpak van de problematiek van de kleine verspreide lozingen. In enkele rekenvoorbeelden is getoond dat ter plaatse zuiveren in bepaalde omstandigheden uit financiële overwegingen, de voorkeur kan verdienen boven weg-persen.

Indien overgegaan moet worden tot de verwerking van het afvalwater in een buitengebied kan de mogelijkheid van het ter plaatse zuiveren mede daardoor als een goed alternatief in de beschouwingen worden betrokken.

Verdere studie zal gericht moeten zijn op:

- praktijkonderzoek aan kleine afvalwaterzuiveringssystemen om te komen tot optimalisering van het ontwerp, tot bouw- en onderhoudsvoorschriften en tot verbetering van het functioneren;
- het onderzoeken van de mogelijkheden en het opstellen van richtlijnen voor de organisatie van het onderhoud: gezien dient te worden of dit onderhoud is in te passen in bestaande (semi-)overheidsstructuren of dat hier een plaats is voor particulier initiatief;
- het opstellen en uitwerken van wettelijke regelingen betreffende vergunningverlening, subsidiëring, keurmerkverplichting enz.

Praktijkonderzoek naar het functioneren van enige van de hier beschreven systemen is momenteel in voorbereiding. Tezijntertijd zal hiervan verslag worden gedaan.

Literatuur

1. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, afdeling Riolerings. '*Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing*', deelproject, '*behandelingssystemen en oppervlaktewaterverontreiniging*'. Samenvattend eindrapport, nummer RIB-HR-01-01, oktober 1981.
2. Somers, J. A. '*Milieu-effecten van verspreide kleine puntlozingen*'. H₂O (1978) 25.
3. Leich, H. H. '*EPA defends onsite systems for small communities*'. Compostscience/Land utilization, July/August (1980).
4. Bischofsberger, W. & Weber, J. '*Kleine Kläranlagen mit Abwasserbelüftung, eine statistische Ermittlung ihrer Reinigungsleistung*'. Korrespondenz Abwasser, (1979) 10.
5. Lettinga, G., Roersma, R. en Grin, P. C. '*Directe toepassing van anaerobe waterzuivering op rioolwater*'. H₂O (1981) 10.
6. '*Nota Drink- en Industrieruwatervoorziening*'. Tweede Kamer, zitting 1980-1981, 16 726, nrs. 1-2.
7. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. '*De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater, Indicatie Meerjaren Plan 1980-1984*'. Den Haag, 1981.



Hydrologische woordenlijst

Verschenen is een 'Verklarende Hydrologische Woordenlijst', opgesteld door de Gespreksgroep Hydrologische Terminologie van de Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO.

In deze voorlopige uitgave zijn termen opgenomen die niet op éénduidige wijze worden gebruikt of om andere redenen aanleiding tot verwarring geven.

De termen zijn in een viertal hoofdstukken ingedeeld, waarvan twee hoofdstukken in de uitgave zijn opgenomen. Een aanzet tot de hoofdstukken Oppervlaktewater en Atmosferisch water is onlangs genomen. De uitgave zal binnenkort verspreid worden onder de leden van de CHO, dit zijn diensten en instellingen op het gebied van de hydrologie en waterhuishouding. Bovendien zullen naar onderwijsinstellingen, actief op betreffend vakgebied, diverse exemplaren verzonden worden. Meerdere exemplaren van de 'Verklarende Hydrologische Woordenlijst' zijn te verkrijgen bij het CHO-secretariaatsbureau, postbus 297, 2501 BD 's-Gravenhage.

Symposium 'Off-flavours in the aquatic environment'

Van 14 t/m 18 juni a.s. wordt in Espoo (Finland) het 'First International Symposium of Off-flavours in the Aquatic Environment' gehouden.

Diverse aspecten van geur- en stankproblemen bij drinkwater en afvalwater zullen worden behandeld, o.a.: zintuiglijke karakterisering; chemische benadering; biologische en biochemische aspecten en

technologische mogelijkheden om geurproblemen te voorkomen of te bestrijden. Het symposium wordt besloten met een excursie naar de watervoorzieningswerken van Helsinki en omgeving.

Sponsors voor het symposium zijn o.m. de International Association on Water Pollution Research (IAWPR) en de Societas Internationalis Limnologiae (SIL). Nadere inlichtingen: dr. T. Kuusi, Technical Research Centre of Finland, Food Laboratory, Biologinkuja 1, SF-02150 ESPOO 15, Finland.

Colloquium 'Fasrige Stäube'

In het Palais des Congrès te Straatsburg zal van 4 t/m 10 oktober 1982 een colloquium worden gehouden met als thema 'Fasrige Stäube'. Het gaat daarbij vooral om luchtverontreiniging met vezelige deeltjes. Het colloquium wordt georganiseerd door de Verein Deutscher Ingenieure (VDI-Kommission Reinhaltung der Luft) met medewerking van de Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique (AP-PA) en van het Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA).

Inlichtingen: VDI-Kommission Reinhaltung der Luft, Postfach 1139, D-4000 Düsseldorf 1, Tel.: (0211) 6214-246/-243/-410.

Boekbespreking

The properties of groundwater

Georg Matthess

John Wiley and Sons, New York, 1982

Over geo-chemische onderwerpen zijn in de loop der jaren verschillende artikelen verschenen, maar leerboeken op dit gebied zijn zeldzaam. Het meest bekende is het boek van Matthess over 'die Beschaffenheit des Grundwassers' dat in 1973 door Gebrüder Borntraeger in Berlijn/Stuttgart werd gepubliceerd. Dit boek is thans in het Engels vertaald en door correcties en aanvullingen op de laatste stand der wetenschap gebracht. In 4 hoofdstukken en ruim 400 pagina's worden achtereenvolgens behandeld de fysische en chemische grondslagen, de geo-chemische processen in samenhang met water, het grondwater en de classificatie en beoordeling van grondwater. Matthess' boek is systematisch opgezet, helder geschreven en bevat een enorme hoeveelheid wetenswaardigheden. Ieder die zich met de kwaliteit van grondwater en de kwaliteitsveranderingen bij ondergrondse stroming bezighoudt, behoort dit boek zorgvuldig te bestuderen.

Prof. ir. L. Huisman

