

Combinatie grijs afvalwaterbehandeling composteur voor milieu superieur

De combinatie grijs afvalwaterbehandeling en composteur – de term composttoilet wordt hier niet gebruikt om minder gewenste associaties met een gangbaar toilet te vermijden – vindt zijn oorsprong in Zweden. In het begin van de jaren '40 begon R. Lindström er te experimenteren met een composteur, die hij Clivus Multrum noemde. Hij verbeterde gaande- weg zijn ontwerp, toch zou het nog ruim 30 jaar duren voordat de dimensie grijs afvalwaterbehandeling er aan werd toegevoegd. Dat was mede het gevolg



J. C. J. DE MAN*

van contacten met A. Rockefeller in de Verenigde Staten, die in de loop van de jaren '70 tot de eerste experimenten met de behandeling van grijs afvalwater in onder andere een vloeiakas leidden. In ons land is de combinatie sterk gepropageerd door de Stichting De Twaalf Ambachten [1].

Het geheel is in de eerste plaats belangwekkend omdat er een scheiding aan de bron plaatsvindt in het afvalwater en het huishoudelijk afval met hergebruik als doel. Het grijze afvalwater (van spoel-, bad- en (af)waswater) wordt gescheiden behandeld van de zwarte component uit het afvalwater (urine en ontlasting). Deze scheiding vraagt tevens om een scheiding in het huishoudelijk afval. De organische component (groente-, fruit-, tuinafval en etensresten) behoort namelijk in de composteur te worden verwerkt tezamen met de zwarte component uit het afvalwater. Het tweede belang is erin gelegen, dat de combinatie in dit geval is geïntegreerd in een zogenaamde minimum-energie-woning. Kenmerkend voor deze woningen is een zeer laag energiegebruik voor de ruimteverwarming [2].

In deze bijdrage wordt de combinatie eerst geschetst in relatie met de woning. Vervolgens worden enkele ervaringen en ontwikkelingen weergegeven. De resultaten van onderzoek, dat plaatsvond in het kader van het praktijkonderzoek individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing, worden besproken samen met resultaten van elders verricht

Samenvatting

'Enerverende ervaringen' en 'interessante resultaten' worden beschreven met een combinatie van een composteur (type Clivus Multrum) en een grijs afvalwaterbehandeling (voorbehandeling in een aëroob filter en verdere behandeling in een vloeiakas), geïntegreerd in een zogenaamde minimum-energie-woning.

Er wordt geconcludeerd, dat deze ontwikkeling beslist 'niet af' is. Verder, dat de verontreiniging aanzienlijk minder lijkt vergeleken met de gangbare zuiveringsmethoden, zonder dat er sprake is van duidelijk meer luchtverontreiniging door het compostingsproces of waterverontreiniging door het gebruik van compost. Tenminste, indien compostering optimaal verloopt en compost in de landbouw adequaat wordt toegepast.

Vervolgens, dat uit gezondheidsoogpunt in dit geval de composteur onvoldoende lijkt te hebben gefunctioneerd.

Tenslotte, dat vermindering van het drinkwatergebruik, het hergebruik van organisch afval, de betekenis van compost als meststof en de benutting van energie uit afval en afvalwater, niet onbelangrijk zijn.

Er wordt gepleit voor verdere ontwikkeling met het oog op 'Zorgen voor morgen'.

onderzoek. Met een concluderende beschouwing wordt een en ander afgerond.

Integratie in woning

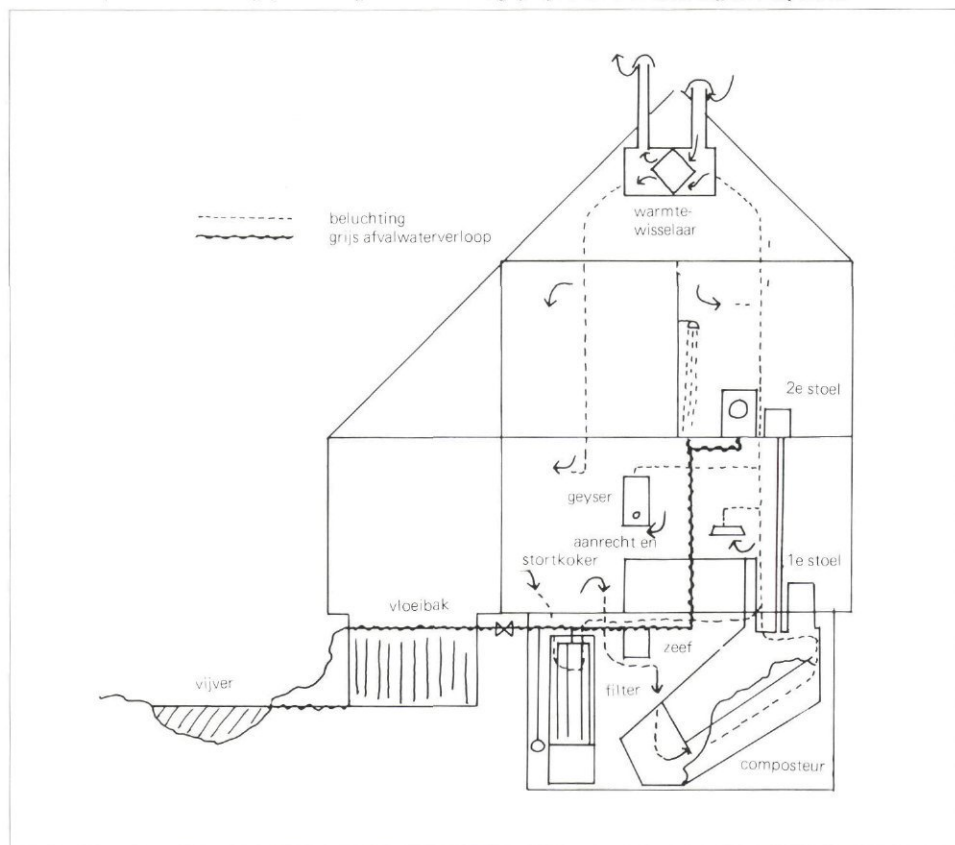
Grijs afvalwaterbehandeling en composteur zijn als volgt (schema) in het concept van de minimum-energie-woning geïntegreerd.

De composteur (hoogte 2,45 m; breedte 1,20 m; lengte 2,25 m; capaciteit berekend op 5 inwoners) is in een centraal onder

het huis gesitueerde, geïsoleerde kelder geplaatst. Voor de stoelgang bevindt zich een stoel op de begane grond en één op de bovenverdieping in de badkamer.

De stoelen zijn door middel van verticale buizen (doorsnede respectievelijk 40 en 20 cm) met de composteur verbonden, dit om de uit hygiënische overwegingen gewenste 'vrije val' van ontlasting zoveel mogelijk te waarborgen. In het aanrecht-blok bevindt zich een stortkom met stortkoker, waar doorheen organisch keukenafval voor in de composteur kan

SCHEMA (sterk vereenvoudigd) - Woning met combinatie grijs afvalwaterbehandeling en composteur.



* arts, realiseerde in de particuliere sfeer de combinatie in een zgn. minimum-energie-woning.

worden gestort. Beide afvallen kunnen zich zo enigszins mengen.

De grijs afvalwaterbehandeling heeft een capaciteit van 4 i.e. en is berekend op een afvalwaterproduktie van 0,3 m³/dag en een BZV-produktie van 130 g BZV/dag. Het ontwerp ervan werd in het kader van het praktijkonderzoek gemaakt door het Raadgevend Ingenieursbureau Witteveen+Bos [3]. Het grijs afvalwater uit badkamer en keuken loopt in de kelder eerst naar een grofzuilzeef, waarin grove delen worden afgescheiden. Vervolgens stroomt het naar een combinatie van een aëroob filter en een buffer-/bezinktank (volume min./max. 0,17/0,25 m³). Van daaruit wordt het gedoseerd verpompt (pompcapaciteit 1,4 ± 0,5 l/sec.; pompregime: looptijd 3 sec., wachttijd 5 min.; recirculatie over filter 30-40%) naar een vloei-bak (hydraulische belasting 0,1 m³/m²/dag) totdat het droogloop-beveiligingsniveau van de pomp is bereikt. Deze bak is gesitueerd in een bijgebouw en heeft een inhoud van ca. 4 m³ (vulling 4/5 grond en 1/5 zand/grint). Het voorbehandelde afvalwater wordt er via drie ribbeldrainen bovenin geleid. Het vloeit vervolgens in twee tot drie uur omlaag en stroomt dan naar een vijvertje, van waaruit overtollig water in de oevers kan overlopen.

De beluchting van filter en composteur (ca. 25 m³/uur) geschiedt via een warmte-wisselaar. 'Afgewerkte' lucht uit filter en composteur wordt tezamen met lucht uit badkamer en keuken én verbrandings-gassen van de geyser door de warmte-wisselaar afgezogen. Filter en composteur krijgen hun luchttoevoer in beginsel uit de keuken door een opening in de vloer. Via een stelsel van aan de onderkant half open buizen wordt de lucht door de hoop in de composteur gezogen.

Enerverende ervaringen

De ervaringen met de combinatie grijs afvalwaterbehandeling composteur kunnen globaal in drie categorieën worden verdeeld: ervaringen in de ontwerpfase, tijdens de kinderziekten en bij huishouden en beheer.

Het integreren van composteur met toebehoren heeft voor grote problemen gezorgd bij het ontwerpen van de woning. Vooral de vereiste plaatsing van verticale buizen voor stoelen en stortkoker op de kop van de composteur vormde niet alleen een groot knelpunt bij het situeren en indelen van ruimten, maar ook bij het bepalen van de exacte positie van composteur en kelder. Deze problemen

zijn mede een reden geweest om de vloei-bak, ook al vanwege de onzekerheden rond de dimensionering, niet integraal in het ontwerp van het minimum-energie-deel van de woning op te nemen, maar hem in een bijgebouw te situeren. Deze manier van ontwerpen – integraal ontwerpen – van gebouwen en installaties is vrij nieuw, maar absoluut noodzakelijk om gecompliceerde installaties naast doelmatig en doeltreffend ook nog gebruiksvriendelijk te maken [4].

Zowel grijs afvalwaterbehandeling als composteur hebben kinderziekten gehad. De grijs afvalwaterbehandeling kon door een samenloop van omstandigheden pas na een half jaar in zijn geheel in bedrijf worden gesteld. De tussentijdse infiltratie van matig behandeld afvalwater in de tuin veroorzaakte op den duur een problematische stankhinder. De composteur heeft aanvankelijk voor grote overlast van fruitvliegen gezorgd, een overigens bekend aanloopprobleem van startende composteurs. Allerlei methodes zijn gebruikt om de vliegenoverlast te bestrijden: electrocutie, vliegenvallen, loklichten, lokstoffen. Het resultaat was echter niet afdoende. Na ca. 1½ jaar verdween de overlast grotendeels. Ook dat is een algemeen voorkomend fenomeen, waarvoor als verklaring onder andere de ontwikkeling van fruitvliegen bestrijdende organismen wordt gegeven.

Het water- en stoffengebruik in de huishouding is, mede om de grijs afvalwaterbehandeling te 'sparen', zo doelmatig mogelijk gemaakt. Verder is het watergebruik afgestemd op het vermijden van piekbelastingen. De buffer-/bezinktank is namelijk te klein gedimensioneerd, waardoor gedeeltelijk vollopen van het filter bij gebruik van bijvoorbeeld de wasmachine moeilijk is te voorkomen. Tenslotte zijn er uiteraard gebruikelijke onderhoudsactiviteiten, zoals het verwijderen van slib uit de bezinktank en zeef, reinigen van de pomp en (storingsgevoelige) niveau-regeling en in feite ook het verwijderen van kroos uit de vijver. Het beheer van de composteur is vanzelfsprekend gericht

geweest op het scheppen van optimale composteringscondities. Dat zijn vooral: een C/N verhouding van 20 à 30, voldoende beluchting (6-10 l/sec. met lucht van kamertemperatuur) en een relatieve vochtigheid van 40-60%. Een belangrijke indicator voor de beoordeling van het verloop van het composteringsproces is daarbij de temperatuur in de hoop. Die moet onder optimale condities kunnen stijgen tot 50 à 60 °C [9]. Kennelijk heeft het daaraan gemankeerd, want de temperatuur is tot heden niet veel verder opgelopen dan 25 à 30 °C met als gevolg een langzamer verloopend composteringsproces en extra vocht-ophoping onder in de composteur. Het heeft, naast het wekelijks toevoegen van extra °C in de vorm van droog organisch materiaal, beheer met zich meegebracht wat eigenlijk overbodig zou moeten zijn. Het gaat daarbij om het elk kwartaal verwijderen van onder in de composteur opgehoopt vocht en het halfjaarlijks omzetten van de hoop. Een belangrijke oorzaak van deze stagnatie in de compostering is waarschijnlijk beluchting met te lage temperaturen geweest. Voor het overige is het geheel voldoende gebruiksvriendelijk gebleken.

Interessante resultaten

De combinatie kan vanuit een aantal invalshoeken worden beoordeeld: milieu, gezondheid, landbouw.

Uit milieu-oogpunt is vooral de minder-verontreiniging vergeleken met gangbare systemen van belang. In de tabel wordt die voor drie parameters aangegeven. Daarbij is eventuele meer-verontreiniging door compostering, compost- en compostgebruik in eerste instantie buiten beschouwing gebleven [5]. Scheiding aan de bron blijkt dan een minder-verontreiniging met organische stoffen, afgaand op een vermindering van het BZV, van 37% te geven. Dat gevoegd bij de minder-verontreiniging door de grijs afvalwaterbehandeling, levert een totaal van 99% minder-verontreiniging op. Dat betekent 17% meer-effect ten op-

TABEL I – Minder-verontreiniging en meer-effect van de combinatie grijs afvalwaterbehandeling en composteur vergeleken met een referentie over 1986 in %.

	Minder-verontreiniging door scheiding aan de bron in %	Minder-verontreiniging door grijs afvalwaterbehandeling in %	Totaal minder-verontreiniging in %	Referentie in %	meer-effect in %
BZV	37	98	99	87	12
Totaal-N	82	72	95	43	52
Totaal-P	30	52	66	29	35
Totaal/gemiddeld	50	74	87	53	33

zichte van de referentie. Wat betreft het totaal-N gaat het om 82% minder-verontreiniging door scheiding aan de bron en 72% minder-verontreiniging door de grijs afvalwaterbehandeling. Dat levert een totale minder-verontreiniging van 95% op en 52% meer-effect ten opzichte van de referentie. Bij het totaal-P is het meer-effect 35%. Gemiddeld over alle drie de parameters bedraagt het meer-effect 33%. Zou alleen de grijs afvalwaterbehandeling worden vergeleken, dan blijken de verwijderingspercentages niet duidelijk af te wijken van die van de best functionerende rwzi uit de referentie. De minder-verontreiniging met Kalium, die als zodanig in het praktijkonderzoek buiten beschouwing is gebleven, is in dit verband eveneens relevant. Kalium gaat namelijk voor 96% in het gangbare systeem verloren, ook als derdetraps-zuivering zou worden toegepast. Composteurs zouden voor het 'stoppen van het K-lek' effectief zijn [6]. De meer-verontreiniging van de combinatie (luchtverontreiniging door compostering en uitspoeling van mineralen naar grond- en oppervlaktewater) is in het praktijkonderzoek buiten beschouwing gebleven. De luchtverontreiniging door een composteur van hetzelfde type bleek bij onderzoek elders bescheiden te zijn. Het methaangehalte van de afgezogen lucht kwam overeen met dat van de buitenlucht en de H_2S -concentratie bedroeg minder dan .5 ppm [7]. Uitspoeling van mineralen naar grond- en oppervlaktewater uit compost en compostvocht vindt hoe dan ook plaats. De omvang van de uitspoeling is echter sterk afhankelijk van de aard en omvang van het gebruik in de landbouw en uiteraard relatief bij vervangend gebruik [6]. De gehalten aan zware metalen in compost en compostvocht zijn resp. twee- en driemaal bepaald. De waargenomen gehalten bleken voor wat betreft de compost alle onder de richtlijnwaarden voor de korte en lange termijn te liggen, met uitzondering van mogelijk arseen. Ook in het compostvocht werden waarden aangetroffen, die merendeels ver onder die van enkele referenties lagen. Dit stemt overeen met resultaten uit elders verricht onderzoek [8].

Compost en compostvocht moeten uit gezondheidsoogpunt voldoende pathogeenvrij zijn. Deze kwestie is in het praktijkonderzoek buiten beschouwing gebleven. Wel is het zo dat er wat over te zeggen valt op grond van de verblijfstijd van compost in de composteur en temperaturen in de hoop. De verblijfstijd-

temperatuurrelaties van veel pathogenen zijn namelijk bekend. Bovendien is gebleken dat, indien in een composthoop vereiste temperaturen gedurende een bepaalde tijd heersen, er een vrijwel pathogeenvrij eindprodukt kan worden verkregen. Het meest resistent zijn parasieten zoals ingewandswormen [9]. Dit in aanmerking genomen, heeft de composteur met een gemiddelde verblijfstijd van ca. 18 maanden en temperaturen van hooguit 30 °C onvoldoende gefunctioneerd. Overigens kan ook de interactie tussen de verschillende organismen een factor van betekenis zijn bij het terugdringen van mogelijk aanwezige pathogenen. Dat een composteur 'wat doet', blijkt bijvoorbeeld uit de Coli-getallen in het eindprodukt van vergelijkbare composteurs. Na twee jaar bedrijfstijd was het aantal E-coli's in het compostvocht drastisch verminderd. In 80% van de compostmonsters was geen E-coli meer aantoonbaar en in 20% minder dan 20×10^3 E-coli per 100 g compost [7]. Vliegenoverlast is in dit verband eveneens relevant. Vliegen kunnen nu eenmaal eventueel aanwezige pathogenen aan hun poten mee het huis in slepen. De opgetreden vliegenoverlast is dus in dit opzicht ook ongewenst.

In feite zijn de elementen N-P-K niet alleen interessant uit het oogpunt van minder-verontreiniging, maar zeker ook met het oog op hergebruik in de landbouw. De samenstelling van compost is dan ook van belang. Tweemaal werd ca. 18 maanden oude compost onderzocht. Merkwaardig was het, dat het droge-stofgehalte slechts 24,1% bedroeg. Dat is duidelijk lager dan wat er in compost van huishoudelijk afval wordt aangetroffen en ruim de helft lager dan wat er in compost van vergelijkbare composteurs zit. De C/N-verhouding bedroeg 19, die in composteurs van hetzelfde type 13. Aangenomen wordt, dat een C/N-verhouding van 10-20 op voldoende gestabiliseerde compost duidt. De N-P-K-verhouding bedroeg gemiddeld 20/33/24. Dat is vergelijkbaar met de N-P-K-verhouding die werd gevonden in vergelijkbare compost, namelijk 20/29/32. Uiteraard wijken deze verhoudingen af van wat in compost uit huishoudelijk afval wordt gevonden: 20/4,2/8 respectievelijk 20/12/11,4. De bemestingswaarde op zich komt overeen met die van dierlijke mest [8]. Bij deze resultaten horen in wezen ook te worden geteld, de vermindering van het drinkwatergebruik vanwege het niet gebruiken van toilet-spoelwater (28%) en de verwerking van de organische fractie

uit het huishoudelijk afval (ca. 50 gewicht-%). Verder is de potentiële bijdrage van energie vrijkomend bij de compostering van afval en de behandeling van afvalwater (ca. 1.800 kWh/jaar) niet zonder betekenis voor de ruimteverwarming. Vrijkomende warmte kan in beginsel in de warmtewisselaar (rendement ca. 55%) gedeeltelijk worden teruggewonnen en daarmee een in dit type woning substantiële bijdrage leveren aan de verwarming [10].

Verdere ontwikkeling nodig

Duidelijk lijkt, dat het hier om een ontwikkeling gaat die 'niet af' is. Dat geldt niet alleen voor het functioneren van de composteur, maar ook voor de grijs afvalwaterbehandeling, als zodanig en als onderdeel van een minimum-energie-woning. Het kan niet anders dan 'enerverende ervaringen' met zich meebrengen, die negatief lijken, maar op de keper beschouwd aan de ontwikkeling inhaerent zijn.

De resultaten laten zich in grote lijnen als volgt samenvatten. Uit milieu-oogpunt lijkt de combinatie superieur vergeleken met de gangbare wijze van afvalwaterbehandeling. Zo bedraagt de extra minder-verontreiniging over 3 parameters 33%, zonder dat daar een duidelijke meer-verontreiniging tegenover hoeft te staan, althans onder andere bij een optimaal verloopend composteringsproces en een adequaat gebruik van het eindprodukt in de landbouw. Verder mag worden aangenomen dat de minder-verontreiniging door bijvoorbeeld Kalium zeer aanzienlijk is. Uit gezondheids-overwegingen lijkt de composteur onvoldoende te hebben gefunctioneerd, afgaande op de voor een pathogeenvrij eindprodukt noodzakelijke temperatuurcondities. Compost lijkt verder een interessante meststof, zonder dat er sprake is van verontreiniging met zware metalen. Tenslotte zijn de vermindering van het drinkwatergebruik, het hergebruik van de organische fractie uit het huishoudelijk afval en de gedeeltelijke benutting van energie vrijkomend bij compostering en grijs afvalwaterbehandeling, geen onbelangrijke aspecten.

In aanmerking genomen, dat minder-verontreiniging door preventie en hergebruik van afval hoog in het vaandel van het milieubeleid geschreven staan, lijkt er, ondanks alle 'mitsen en maren' van 'interessante resultaten' sprake. En, parafraserend op hetgeen minister Nijpels bij de afsluiting van het Europese milieujaar opmerkte, gaat het hier niet bij

uitstek om de ontwikkeling van methoden en technieken, waarvoor menselijk vernuft dient te worden ingezet om in overeenstemming met de draagkracht van het milieu 'huis te

Noten en verwijzingen

1. Lindström, T. (1988). *Experiences with composter and greywater-treatment*. Inleiding gehouden t.g.v. het 10-jarig bestaan van de Stichting de Twaalf Ambachten, maart 1988, niet gepubliceerd.
2. DHV Raadgevend Ingenieursbureau (1985). *Evaluatie Minimum Energiezuinig*. Dossier 1-3516-04-05, oktober 1985, pag. 60-86.
3. Ministerie van VROM/Witteveen+Bos (1987). *Werkrapport locatie VROM 3.20*. Juni 1987, niet gepubliceerd.
4. Kristinsson, J. (1986). *20 Jaar Architecten- en Ingenieursbureau Kristinsson*. Eigen uitgave dec. 1986, pag. 198.
5. De percentages minder-verontreiniging door scheiding aan de bron zijn ontleend aan Lodder, A. en Siebel, M. A. (1980). *Kleine afvalwatersystemen*. Witteveen+Bos Raadgevend Ingenieursbureau, Deventer.
- De percentages minder-verontreiniging door de grijs afvalwaterbehandeling zijn gebaseerd op gemiddelden van influent- en effluentconcentraties over 1986.
- De percentages minder-verontreiniging van de referentie zijn gebaseerd op gemiddelden van influent- en effluentconcentraties van een slecht, goed en uitstekend functionerende RZL, eveneens over 1986.
- De bepalingen werden tweemaal per maand verricht door het Hoogheemraadschap der Uitwaterende Sluizen te Idam.
6. Commissie Onderzoek Biologische Landbouwmethoden (1977). *Alternatieve Landbouwmethoden*. Pudoc Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, pag. 310 en pag. 274.
7. Clivus Multrum USA (1981). *Clivus Multrum health considerations*. Eigen uitgave, juni 1981, tabel 1 en 2.
8. Fogel, M. (1977). *Chemical analysis of Clivus Multrum compost*. Eigen uitgave febr. 1977, pag. 5 en pag. 7; genoemd werkrapport bijlage 10; Handboek voor de akkerbouw, samenstelling van organische meststoffen van dierlijke oorsprong, tabel 16, pag. 30.
9. Feachem, Richard G. *Sanitation and disease*. In opdracht van het ministerie van VROM uitgegeven door John Wiley & Sons, pag. 78-81.
10. Wolgast, M., geciteerd door Hupping Stoner, C. (1977). *Good bye to the flush toilet*. Rodale Press USA, pag. 104.
11. Hier wordt geduid op de dissertatie van Van Zon, H. (1986). *Een zeer onfrisse geschiedenis*. In opdracht van het ministerie van VROM uitgegeven door de Staatsuitgeverij. Zie in dit verband ook het commentaar van Feachem, pag. 63 en 64 (geen toppunt van wetenschappelijk succes, geen produkt van een logisch en rationeel ontwerp-proces, maar het resultaat van een historische samenloop van omstandigheden).
12. Deze bijdrage is mede tot stand gekomen dank zij het commentaar van drs. R. Boeringa (Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek), prof. ir. J. H. Kop (TU Delft), prof. dr. J. Huisman (EUR), ir. J. J. Kristinsson, S. Leeftang (Stichting De Twaalf Ambachten) en de door het Ministerie van VROM ingestelde begeleidingscommissie ten behoeve van het praktijkonderzoek individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing.

Bodeminfiltratiesystemen

• Slot van pagina 549

Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

- De infiltraatkwaliteit bij kleine lozingen van huishoudelijk afvalwater kenmerkt zich door grote variaties en wordt veroorzaakt door verschillen in water- en stoffengebruik.
- Het verwijderingsrendement van bodeminfiltratiesystemen wordt in belangrijke mate bepaald door de verblijftijd van het infiltraat en de mate van aërobie in de onverzadigde zone.
- Bij een goed gedimensioneerde septic tank – infiltratiesystemen zijn voor het verwijderingsrendement de volgende waarden gevonden: CZV 77-90%, BZV_s 95-99%, N-Kj 71-97%, N-totaal 37-50% en P-totaal 88-100%.
- Optimale verwijderings-/afbraakcondities (onverzadigde en aërobe omstandigheden) worden bereikt bij maximale toelaatbare hydraulische belastingen, afhankelijk van het bodemtype, van 1-5 cm/dag (infiltratiekanalen en -bedden) en 4-6 cm/dag (zakputten) met een voldoende diepe grondwaterspiegel (minimaal ca. 0,6-1,2 m) onder het infiltrerend oppervlak en een gelijkmatige verdeling van het infiltraat.
- Septic tank-infiltratiesystemen hebben uiteindelijk altijd lokale bodemverontreiniging tot gevolg:
 - onverzadigde zone: accumulatie van met name fosfaat en zware metalen;
 - grondwater: nitraat, detergenten, E-coli, organische micro-verontreinigingen en op termijn fosfaat.
- Aanvoer van septic tank-effluent naar het infiltratiesysteem onder vrij verval leidt in de eerste gebruiksjaren tot lokale overbelasting.

Aanbevelingen

- Voorschakeling van een goed ontworpen en gedimensioneerde septic tank (1,5 m³/i.e.) voor het infiltratiesysteem is aan te bevelen.
- bij hoge grondwaterstanden kunnen opgehoogde infiltratiesystemen zoals bijvoorbeeld een opgehoogd infiltratiebed worden toegepast.
- Aanleg van septic tank-infiltratiesystemen in goed doorlatende grindhoudende afzettingen moet worden vermeden.
- Gedoseerd en eventueel onder druk belasten verdient de voorkeur boven permanente belasting onder vrij verval ter bevordering van gelijkmatige verdeling van het afvalwater over het infiltrerend oppervlak.
- Verdere beperking van de belasting van

het bodemsysteem kan worden bereikt door voor het infiltratiesysteem een vergaande voorzuivering toe te passen (bijvoorbeeld biorotor, zandfilter). Bij de beoordeling van de toelaatbaarheid van bestaande of nieuwe bodemlozingen dient gezien het feit dat bodemlozingen bij toepassing van conventionele voorzuiveringssystemen uiteindelijk altijd lokale bodemverontreiniging veroorzaken, de dichtheid en omvang van het aantal lozingen per oppervlak in relatie tot het bodemgebruik (bij agrarisch gebied, waterwingebied of natuurterrein) in beschouwing te worden genomen.

Slotbeschouwing

Op basis van de resultaten van het uitgevoerde praktijkonderzoek wordt momenteel door het ministerie van VROM, IWACO en Witteveen+Bos de Uitvoeringsregeling Lozingenbesluit bodembescherming nader uitgewerkt [1]. In deze technische uitvoeringsregeling wordt uitgegaan van een bodemclassificatiesysteem dat de grondslag vormt voor de dimensioneringsvoorschriften van bodeminfiltratiesystemen. Op korte termijn zal hierover nader worden gepubliceerd in de vakbladen.

Literatuur

1. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. *Ontwerp-Lozingsbesluit bodembescherming*. Staatscourant 148, 3-8-1988.
2. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. *Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing*. Deelaspect: Infiltratie in de bodem en bodemverontreiniging. 1981.
3. Chardon, G. M., Duijsens, L. J. E. en Tukkers, A. (1982). *Infiltratie van huishoudelijk afvalwater en bodemverontreiniging*. H₂O (15), 1982, nr. 7, 129-136.
4. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. *Reeks Bodembescherming, no. 57. Infiltratie-effect huishoudelijk afvalwater op kwaliteit bodemsysteem*. 1986.
5. IWACO BV. *Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing. Onderzoek fase 2B: Praktijkonderzoek naar infiltratietechnische aspecten en kwaliteitsbeïnvloeding van het bodemsysteem*. 1988.
6. Fastenau, F. A. (1987). *Sheets bij voordracht: Zuiveringsprestaties van kleine zuiveringen*. Voordrachtenmiddag 20-11-1987, Witteveen+Bos, Deventer.
7. Bouma, J. (1975). *Unsaturated flow during soil treatment of septic tank effluent*. J. of the Env. Eng. Div. 6, 967-982.
8. Siegrist, R. J., Anderson, D. L. and Hargett, D. L. (1986). *Large soil absorption systems for waste water from multiple-home developments*. EPA/600/2-86/023.
9. Struchtemeyer, R. A. and Black, R. W. (1982). *Proc. of Third Nat'l Symposium on Individual and Small Community Sewage Treatment*. Am. Soc. of Agric. Eng. Publ. 1-82. St. Joseph MI.
10. Lewis, W. J., Forster S. S. D. and Drasar, B. S. (1982). *The risk of groundwater pollution by on-site sanitation in developing countries*. A literature review. IRCWD-rapport no. 01-82.