Zuiveringsprestaties van kleinschalige zuiveringssystemen

Samenvatting
Diffuse verontreiniging, veroorzaakt door ongezuiverde of slechts ten dele gezuiverde lozingen van huishoudelijk afvalwater van verspreide bebouwing waarvoor aansluiting op riolering niet haalbaar is, kan belangrijk worden gereduceerd door on-site zuiveringssystemen.
In 1979 heeft het toenmalige ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne een grootschalig onderzoek geïnitieerd naar kleine zuiveringssystemen met een capaciteit tot 200 inwonerequivalenten. Een twee jaar durend praktijkonderzoek aan 14 van deze systemen van verschillende type en grootte is onlangs afgerond. De systemen zijn intensief onderzocht ten aanzien van zuiveringsprestaties, bedrijfsvoeringsaspecten, kosten en invloed op de omgeving. De totale kosten van dit praktijkonderzoek bedragen ca. 3 miljoen gulden. Enkele significante resultaten ten aanzien van afvalwaterproduktie en -kwaliteit, zuiveringsprestaties en effluent worden gegeven.
Het influent van on-site zuiveringssystemen wordt gekarakteriseerd door grote variaties en hoge concentraties. Deze aspecten stellen bijzondere eisen aan het ontwerp. Ondanks deze moeilijkheden bleken alle geteste systemen goed in staat BZV-verwijderingspercentages te behalen van meer dan 90%. Ten aanzien van nutriënt-verwijdering werden echter significante verschillen tussen de diverse systemen geconstateerd.
De behaalde verwijderingspercentages zijn redelijk vergelijkbaar met die van grotere rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Desondanks kunnen hogere effluentconcentraties optreden, mede door de hogere influentconcentraties.
Op alle locaties waar vooraf ongezuiverd of ten dele gezuiverd afvalwater werd geloosd, is een duidelijke verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit geconstateerd.

Inleiding
Hoewel in de afgelopen jaren grote inspanningen zijn getroost in het kader van aansluiting van verspreide bebouwing op centrale systemen voor inzameling van afvalwater, resteert een aanzienlijk aantal objecten in buitengebieden waarvoor een dergelijke aansluiting veelal om financiële redenen niet haalbaar is. Ramingen geven aan dat dit ca. 5% van het totale woningbestand betreft, ca. 300.000 woningen.



IR. F. A. FASTENAU
Witteveen+Bos,
Raadgevende ingenieurs
Deventer

Gevoegd bij overige niet-aansluitbare objecten als recreatievoorzieningen, afgelegen werklocaties, parkeerplaatsen langs autosnelwegen, aanlegplaatsen voor scheepvaart en dergelijke, wordt de totale vervuilingswaarde van deze restlozingen in buitengebieden geraamd op 1 tot 1,5 miljoen inwonerequivalenten (i.e.) [1, 2, 3].
In opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer wordt door Witteveen+Bos sinds 1979 een grootschalig onderzoek uitgevoerd naar kleinschalige aërobe zuiveringssystemen met een capaciteit tot 200 i.e. [2, 3, 4].
Als onderdeel van dit onderzoek is in de periode 1983-1987 een twee jaar durend praktijkonderzoek verricht aan 14 kleinschalige zuiveringsinstallaties van verschillende type en grootte, verspreid over Nederland, zie tabel I. Dit onderzoek is onlangs met een rapportage afgesloten [5]. De belangrijkste resultaten ten aanzien van de zuiveringsprestaties van deze zuiveringssystemen zijn onderstaand weergegeven. Voor meer informatie over de opzet en de bevindingen van het onderzoek wordt verwezen naar respectievelijk Van der Graaf, Webers [4] en de onderzoeksrapportage [5].

Afvalwaterproduktie en kwaliteit
Een goed begrip van het bijzondere karakter van de kleinschalige afvalwaterproduktie is essentieel bij ontwerp en beoordeling van individuele behandelingssystemen. Al te vaak wordt het influent beschouwd als 'gewoon huishoudelijk afvalwater', hetgeen kan leiden tot tekortkomingen in het ontwerp of onjuiste conclusies bij de beoordeling van de zuiveringsprestaties.

Het specifieke karakter van de ruw afvalwateraanvoer naar individuele behandelingssystemen uit zich in:
- afwezigheid van afvlakking in de ruw afvalwateraanvoer, gezien het korte leidingstelsel en het geringe aantal aansluitingen;
- afwezigheid van bezinking of afbraak van vaste stoffen in het korte leidingstelsel met geen of nauwelijks putten;
- afwezigheid van verdunning door toetredend grondwater (veelal gelijmde rioolverbindingen) of regenwater (afgekoppeld).

Gesteld kan worden dat het afvalwater de zuiveringsinstallatie bereikt in vrijwel dezelfde hoedanigheid als waarin het wordt geproduceerd.
Door de afwezigheid van afvlakking in het rioolstelsel is de variatie in de aanvoer zeer groot, zowel kwantitatief als kwalitatief. De afwezigheid van bezinking of afbraak in het rioolstelsel en de afwezigheid van verdunning leiden tot gemiddelde vrachten en concentraties in het ruwe afvalwater, die doorgaans hoger zijn dan die gemeten bij grote centrale rioolwaterzuiveringsinrichtingen voor huishoudelijke afvalwater (rwzi's). Voorts kan, afhankelijk van de bron, het afvalwater een zeer specifieke samenstelling bezitten, zoals bij bedrijfsafvalwater.

Variaties
De standaardafwijking in de dagproduktie ten opzichte van de jaargemiddelde afvalwateraanvoer bedraagt bij verspreide bebouwing van huishoudelijke aard ca. 25-60% of meer, zowel kwantitatief (debiet en vrachten) als kwalitatief (concentraties). Dit betekent dat tussen opeenvolgende dagen van de week sterke verschillen kunnen optreden in de belasting van het zuiveringssysteem. Het is zeker geen uitzondering dat op de ene dag de belasting 60% van de gemiddelde waarde bedraagt, terwijl de volgende dag de belasting 140% van de gemiddelde waarde kan zijn.
De actuele variaties nemen sterk toe naarmate de beschouwde periode korter wordt (jaar, seizoen, week, dag). De variatie over één dag is zeer groot, het grootste gedeelte van de dagproduktie wordt in enkele piekuren geloosd. Het kleinschalige zuiveringssyteem zal deze variaties zowel hydraulisch als biologisch moeten kunnen doorstaan.

Bij bedrijven kan een zéér sterk variërend dag-, week-, of seizoenspatroon ontstaan, afhankelijk van de aard van het bedrijf. Te denken valt aan bedrijven waar slechts op de 5 werkdagen per week afvalwater wordt geproduceerd, of bedrijven die juist in weekeinden topbelastingen kennen (recreatiebedrijven; horecabedrijven). Algemene richtwaarden voor deze variaties zijn niet te geven.

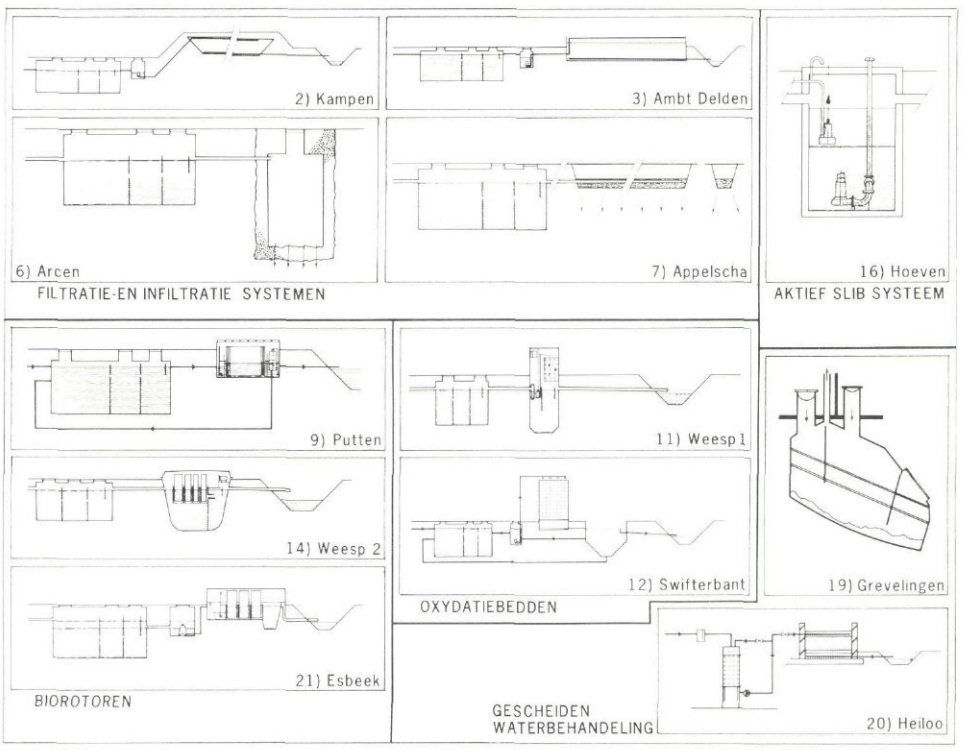
Kwaliteit
In tabel II zijn gemiddelde waarden voor de kwaliteit van het ruwe afvalwater van

de onderzoekslocaties verzameld. Het aantal meetwaarden per parameter bedraagt per onderzoekslocatie 45-85. Vergelijking met gebruikelijke waarden voor ruw afvalwater gemeten bij grote rwzi's, toont aan dat de concentraties in ruw afvalwater van verspreide bebouwing van huishoudelijke aard 1,5 tot 2 maal zo hoog zijn en voor enkele bronnen van specifieke aard – zoals bedrijven – zelfs 2-5 x zo hoog, waarbij ook de samenstelling sterker kan afwijken van huishoudelijk afvalwater.
De spreiding in de gemiddelde concentraties in afvalwater van woningen wordt in belangrijke mate veroorzaakt door verschillen in leefgewoonten, bepalend voor bijvoorbeeld het waterverbruik.

Specifieke vrachten
Tabel III geeft de specifieke vrachten van het ruwe afvalwater voor de onderzoekslocaties met woningen, berekend uit gemiddelde vrachten en actueel bewonersbestand. De berekende specifieke vrachten zijn hoger dan de waarden genoemd in het STORA-rapport 'Het inwoner-equivalent getoetst' [6], ter referentie aangegeven.

Zuiveringsprestaties systemen
De onderzochte systemen, genoemd in tabel I, zijn schematisch weergegeven in afb. 1. De zuiveringsprestaties van de diverse systeemonderdelen worden weergegeven door de behaalde verwijderingspercentages voor verontreinigende stoffen, verzameld in tabel IV.
De resultaten van onderzoekslocaties 6, 12, 18 en 21 zijn in dit overzicht niet opgenomen, omdat door omstandigheden deze resultaten niet representatief zijn (zware overbelasting, onjuiste uitvoering of slechts deelzuivering beoogd).

Chemisch zuurstofverbruik (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) worden door alle systemen in hoge mate verwijderd, respectievelijk 86-95% en 93-99%.



Afb. 1 - Schema's zuiveringssystemen onderzoekslocaties.

TABEL I - *Onderzoekslocaties met gekozen zuiveringssysteem.*

Locatie	Soort afvalwater	Zuiveringssysteem	Grootte (i.e.)
2. Kampen	A	ST (1,1 m^3/i.e.) + opgehoogd filtratiebed (0,025 $m^3/m^2 \cdot d$)	15
3. Ambt Delden	A	ST (1,5 m^3/i.e.) + zandfilter (2 x; 0,17 $m^3/m^2 \cdot d$)	30
5. Epse	A	ST (1,1 m^3/i.e.) + infiltratiekanaal (0,01 $m^3/m \cdot d$)	5
6. Arcen	A	ST (1,9 m^3/i.e.) + zakput (1,4 m^3/i.e.)	5
7. Appelscha	A	ST (2,2 m^3/i.e.) + infiltratiekanaal (2 x; 0,02 $m^3/m \cdot d$)	5
9. Putten	B	ST (0,4 m^3/i.e.) + biorotor (5 g BZV/$m^2 \cdot d$)	100
11. Weesp 1	A	ST (0,4 m^3/i.e.) + oxydatiebed (0,4 kg BZV/$m^3 \cdot d$)	5
12. Swifterbant	C	ST (0,3 m^3/i.e.) + oxydatiebed (0,5 kg BZV/$m^3 \cdot d$)	180
14. Weesp 2	A	ST (0,6 m^3/i.e.) + biorotor (5,4 g BZV/$m^2 \cdot d$)	5
16. Hoeven	D	actief slib installatie (0,07 kg BZV/kg ds·d)	50
18. Steenderen	A	ST (3,5 m^3/i.e.)	15
19. Grevelingen	E	Composttoilet (zwart water)	30
20. Heiloo	F	Composttoilet (zwart water); aeroob filter (0,5 kg BZV/$m^3 \cdot d$) + vloeikas (0,1 $m^3/m^2 \cdot d$) (grijs water)	5
21. Esbeek	G	ST (0,3 m^3/i.e.) + biorotor (5,8 g BZV/$m^2 \cdot d$)	30

ST = septic tank
A = ongedeeld huishoudelijk afvalwater (woningen)
B = opleidingscentrum/conferentieoord
C = agrarisch afvalwater boerderij
D = toiletgebouw benzinestation autosnelweg
E = toiletgebouw recreatiegebied/aanlegplaats jachten
F = gescheiden huishoudelijk afvalwater (zwart = toiletwater; grijs = spoel-, bad- en waswater)
G = hotel/restaurant

TABEL II - *Kwaliteit ruw afvalwater van verspreide bebouwing.*

Soort afvalwater	CZV (mg O_2/l)	BZV_5 (mg O_2/l)	N-Kj (mg N/l)	P-tot (mg P/l)	Zwevende stof (mg/l)	CZV/BZV	CZV/NKj	CZV/P-tot
woningen, range gemiddelden	668-1.983	246-787	77-222	19-46	134-519	2,2-2,8	6,8-10,2	29-40 [1]
woningen, typische waarde	966	397	111	27	270	2,6	8,3	34 [2]
grijswater woning [4] (loc. 20)	1.834	906	61	13	322	1,9	28,6	143 [3]
opleidingscentrum/conferentieoord (loc. 9)	1.043	398	73	16	232	2,4	12,5	50
boerderij (loc. 12)	3.329	1.516	169	30	970	2,5	18,5	100
toiletgebouw benzinestation (loc. 16)	1.583	515	422	33	638	3,1	3,4	45
hotel/restaurant (loc. 21)	1.799	968	87	35	273	1,8	20,4	48
centrale rwzi (oxydatiesloten; referentie)	567	227	53	14	–	2,5	10,7	41

[1] met fosfaatvrij wasmiddel: 36-46
[2] met fosfaatvrij wasmiddel: 41
[3] met fosfaatvrij wasmiddel
[4] zeer gering waterverbruik: 23 l(inw.d..) (spoel-, bad- en waswater)

TABEL III - *Specifieke vrachten huishoudelijk afvalwater bij verspreide bebouwing (loc. 2, 3, 5, 6, 7, 11, 14 en 18).*

Parameter		Range gemiddelde waarden locaties	Gemiddelde en standaardafwijking	Referentie [5]
Debiet	l/(inw.d.)	85 -208	123 +/- 35	121
CZV	g O_2/(inw.d.)	98 -164	118 +/- 21	94
BZV_5	g O_2/(inw.d.)	37 -66	47 +/- 8	ca. 42
NKj	g N/(inw.d.)	10,1-18,1	13,5 +/- 2,3	9,2
P-totaal	g P/(inw.d.)	3,0- 4,1 [1]	3,5 +/- 0,3 [2]	ca. 2,3
zwevende stof	g/(inw.d.)	19 -63	38 +/- 14	-
bezinksel, 60'	l/(inw.d.)	1 - 2,9	1,6 +/- 0,6	-
TZV [3]	g O_2/(inw.d.)	154 -215 [4]	175 +/- 22	136

[1]) met fosfaatvrij wasmiddel: 2,6-2,8
[2]) met fosfaatvrij wasmiddel: 2,7 +/- 0,1
[3]) op basis van CZV (g/d) + 4,57 N-Kj (g/d) per inwoner
[4]) 215 = mediaan (gemiddelde = 245)
[5]) STORA-rapport: 'Het inwoner-equivalent getoetst' (1985)

Grotere verschillen worden gevonden ten aanzien van de reductie van Kjeldahl-stikstof (NKj), gemiddeld 53-97%.
Bij diverse systemen is de NKj-reductie hoog en constant, maar bij andere systemen fluctueert deze sterk door seizoensinvloeden en is daardoor gemiddeld geringer.
De reductie van totaalstikstof (N-totaal) is voor de meeste systemen vrij gering tot matig, 20-79%, hetgeen òf een gevolg is van onvolledige nitrificatie dan wel door ongunstige denitrificatieomstandigheden wordt veroorzaakt.
De reductie van totaalfosfaat (P-totaal) is veelal gering, 13-50%, uitgezonderd infiltratiekanalen: 88-99%.
De rendementen voor zwevende stof en bezinksel zijn voor alle systemen hoog: 83-100%, veelal 92-100%.
Voor het totale zuurstofverbruik (TZV = CZV + 4,57 NKj) van zuurstof-verbruikende stoffen zijn reducties bepaald van 71-93%.
Het verwijderingspercentage ten aanzien van faecale coli ligt voor alle systemen in de ordegrootte van 80-99%.
Over het geheel beschouwd, wijken de met kleinschalige systemen behaalde verwijderingspercentage niet duidelijk af van eenvoudige grotere rwzi's.

Wat betreft de zuiveringsprestaties zijn de systemen op basis van de gemiddelde verwijderingspercentages over het jaar als volgt onder te verdelen:

A - *Systemen voor biologische basiszuivering en nitrificatie:*
septic tank met infiltratiekanalen, opgehoogd filtratiebed of biorotorinstallatie met hoge effluentrecirculatie;
actief-slibsysteem;
grijswatersysteem (aëroob filter + vloeikas).
Verwijderingspercentages:
CZV 87-95%, BZV 95-99%; NKj 85-97%; TZV 87-93%.

B - *Systemen voor biologische basiszuivering:*
septic tank met zandfilters, oxydatiebed of biorotorinstallatie (zonder effluent-recirculatie).
Verwijderingspercentages:
CZV 86-89%; BZV 93-97%; NKj 53-56%; TZV 71-74%.

Septic tanks, zelfs in groot formaat van 3,5 m^3/i.e., toegepast als enige behandelingsstap, bereiken slechts een deelzuivering met een verwijderingspercentage voor TZV van maximaal 35-40%.

Voor een uitgebreide behandeling van de zuiveringsprestaties wordt verwezen naar het eindrapport van het onderzoek [5]. Onderstaand worden slechts enkele karakteristieke bevinden ten aanzien van zuiveringsprestaties kort aangegeven.

Septic tanks
De septic tank speelt een belangrijke rol als voorbehandelingsunit in individuele zuiveringssystemen, omdat de tank naast een primaire zuivering door afscheiding van bezinkbare en opdrijvende stoffen zorgt voor een aanzienlijke afvlakking van de stootsgewijze belasting en dient als langdurige opslagruimte voor slib (1-4 jaar).
De verwijderingspercentages worden in belangrijke mate bepaald door de grootte van de septic tank, c.q. de verblijftijd.
Het gistingsproces dat zich in de sliblaag op de bodem van de tank afspeelt, kan in bijzondere situaties worden verstoord. Dit betreft veelal de methaanvormende fase, zodat vluchtige vetzuren die gevormd worden in de zuurvormende gistingsfase een hoger CZV-gehalte van het effluent veroorzaken. Dit effect trad op bij locatie 21, waar een extreem verbruik van machinaal afwasmiddel een storende invloed veroorzaakte; hierdoor werd slechts een CZV-reductie van 4% in de septic tank geconstateerd, ondanks een redelijke bezinking, zie ook Kampf en Bral [7].

Infiltratiekanalen
Bij infiltratiekanalen worden in zomertijd veelal lagere rendementen behaald dan in wintertijd, in tegenstelling tot de andere systemen. Een en ander wordt mogelijk beïnvloed door verschillen in de doorlatendheid van de bodem en het al dan niet voorkomen van anaërobe zones in de onverzadigde zone over het jaar.
Het zuiveringsresultaat van infiltratiekanalen wordt ongunstig beïnvloed door onvolledige benutting van de drainlengte. De aanvoer onder vrij verval en de nog onvolledige ontwikkeling van een slijmlaag om de drains resulteert in plaatselijke infiltratie, waarvan het front bij toenemende ouderdom opschuift.

Opgehoogd filtratiebed
Door het gebruik van een opvoerpomp wordt de plaatselijke infiltratie, zoals bij infiltratiekanalen optreedt, vermeden; het filtratiebed wordt aldus zo volledig mogelijk belast en benut.

TABEL IV - *Gemiddelde verwijderingspercentages (%) en seizoensvariatie hierin van systeemonderdelen kleinschalige afvalwaterbehandeling.*

Systeemonderdeel	CZV	BZV_5	NKj	N-totaal	P-totaal	Zwevende stof	Bezinksel
septic tank	28-56 ± 10	18-54 ± 9	0-22 ± 10	0-22 ± 10	0-40 ± 13	48-98	92-100
opgehoogd filtratiebed [1])	93 ± 3	99 ± 3	90 ± 12	18 ± 15	44 ± 12	54	-
zandfilters [1])	78 ± 15	90 ± 14	52 ± 30	24 ± 15	32 ± 15	-	(N)
infiltratiekanalen [1])	78-85 ± 10	98 ± 4	84-97 ± 10	36-50 ± 35	87-99 ± 7	-	-
oxydatiebed [1])	74 ± 7	89 ± 7	44 ± 32	23 ± 12	15 ± 13	52	(N)
biorotor [1])	70-85 ± 4	86-96 ± 5	55-80 ± 17	31-59 ± 12	8-9 ± 21	76-83	(N)
actief slibsysteem	87 ± 5	96 ± 5	88 ± 15	64 ± 20	43 ± 30	83	98
grijswatersysteem:							
- aëroob filter	75 ± 10	81 ± 10	41 ± 12	41 ± 12	20 ± 20	81	73
- vloeikas	77 ± 15	88 ± 15	78 ± 22	55 ± 15	42 ± 30	98	67

[1]) Gebruikt in combinatie met een septic tank. Voor de verwijderingspercentages van het totale systeem dienen ook de verwijderingspercentages van de septic tank te worden meegerekend.
(N) = negatief.

TABEL V - *Globale effluentkwaliteit van de onderzoekslocaties met huishoudelijk afvalwater en globale (seizoens)variaties hierin.*

Parameter		Systemen groep A (biologische basis-zuivering en nitrificatie	Systemen groep B (biologische basis-zuivering)	(Seizoens)variatie als percentage van de de gemiddelde waarde
CZV	mg O_2/l	60	120	20-70%
BZV_5	mg O_2/l	5	22	60-120%
N-Kj	mg N/l	10	50	60-100%
$NO_2^- + NO_3^-$	mg N/l	50	25	40-80%
N-totaal	mg N/l	60	75	20-60%
P-totaal	mg P/l	$\leq$ 12	19	20-100%
zwevende stof	mg/l	$\leq$ 6	12	50-70%
bezinksel, 60'	mg/l	$\leq$ 0,2	$\leq$ 0,5	100-200%

Zandfilters
De intermitterende bedrijfsvoering van de filters introduceert extra fluctuaties in de zuiveringsprestaties.
In strenge winters, bij afdekking van het filteroppervlak met sneeuw- en ijslagen, is er een sterke terugval van de zuiveringsprestaties door belemmering van de zuurstoftoevoer en de gelijkmatige verdeling van de oppervlaktebelasting.
De gradatie van het filterzand en de beddikte zijn van groot belang voor de te behalen zuiveringsprestaties.

Oxydatiebed
Lage temperaturen in de winter veroorzaken duidelijke terugval in de zuiveringsprestaties, met name ten aanzien van Kjeldahlstikstof-reductie, zie tabel IV.
Er is een licht negatief effect door uitspoeling van enig licht slib vanuit de nabezinktank.

Biorotor
De zuiveringsprestaties zijn temperatuurgevoelig, zij het in mindere mate dan bij het oxydatiebed.
Een hoge mate van recirculatie van effluent van het systeem naar de septic tank heeft een positief effect op het nitrificatie/denitrificatieproces. Met het zuiveringssysteem op locatie 9 werd hierdoor een totaalstikstof-reductie van gemiddeld 79% behaald.
De uitspoeling van enig licht slib uit de nabezinktank of uit het trommelfilter heeft een licht negatief effect op de zuiveringsprestaties.

Actief-slibsysteem
Het effluent is regelmatig troebel en donker van kleur. De zwevende-stof-reductie lijkt nadelig te worden beïnvloed door de batchgewijze bedrijfsvoering van beluchting en bezinking in dezelfde tank.

Grijswatersysteem
De zuiveringsprestaties van het systeem voor behandeling van grijswater (spoel-, bad- en waswater), bestaande uit een aëroob filter en een vloeikas, werden licht nadelig beïnvloed door de te geringe buffercapaciteit om piekaanvoeren op te vangen.

Zwartwatersysteem
Het composttoilet, voor de behandeling van zwart water (toiletwater), kent langdurige opstartproblemen door overtollig vocht. Pas na 2 jaar intensieve controle met verwijdering van overtollig vocht, omzetten composthoop en aanpassing van de C/N verhouding van de composterende massa werd in de composttank van de woning (locatie 20) enige verbetering in het composteringsproces geconstateerd.
Voor recreatieve toepassing (locatie 19) lijkt het composttoilet minder geschikt door een overmaat aan urine-aanvoer en een grotere kans op ongepast gebruik als lozingsplaats voor chemische toilettten en olie-afvalprodukten.

Effluentkwaliteit

Ondanks de hoge verwijderingspercentages, behaald door kleinschalige zuiveringssystemen, komen relatief hoge effluentconcentraties met regelmaat voor. In belangrijke mate is dit een gevolg van de hoge influentconcentraties (beduidend hoger dan bij de grote rwzi's), anderzijds speelt de grotere temperatuursgevoeligheid van een aantal kleinschalige systemen een rol.
Voorts blijkt de standaardafwijking in de effluentkwaliteit aanzienlijk te kunnen zijn, door fluctuaties in de aanvoer of door seizoensinvloeden. De standaardafwijking bedraagt in het algemeen 30-100% van de gemiddelde waarde. Zelfs bij een naar behoren functionerend systeem kunnen derhalve periodiek hoge maximale effluentconcentraties voorkomen.
De effluentkwaliteit is te sterk afhankelijk van de afvalwaterproduktie op de specifieke locatie om algemeen geldende richtwaarden aan te geven. Afhankelijk van de locatie, kunnen gelijke zuiveringssystemen of systemen met gelijkwaardige zuiveringsprestaties derhalve effluenten leveren, waarvan de concentraties enkele veelvouden verschillen. Gebaseerd op de resultaten voor de onderzoekslocaties met woningen, zijn in tabel V typische waarden gegeven voor de gemiddelde effluentkwaliteit, opgedeeld naar systemen voor biologische basiszuivering met of zonder nitrificatie (zie par. 3).
De waarden in tabel V dienen slechts voor een globale indicatie, aangezien aanzienlijke afwijkingen tussen verschillende locaties optreden.
Voor locaties met 'bedrijfsafvalwater' zijn geen algemene waarden te geven.

Invloeden effluentlozing op de oppervlaktewaterkwaliteit

Kleinschalige zuiveringssystemen brengen ten opzichte van ongezuiverde lozing of lozing via een septic tank een duidelijke kwaliteitsverbetering van het oppervlaktewater tot stand. Indien voorafgaand geen lozing plaatsvond, blijft de invloed van de effluentlozing beperkt.
De kwaliteit van het oppervlaktewater nabij het lozingspunt was veelal van gelijke orde als bij het referentiepunt stroomopwaarts, of slechts licht slechter, met gehalten minder dan 2 x zo hoog als bij het referentiepunt.
Overigens werd op de referentiepunten stroomopwaarts veelal een overschrijding van IMP-waarden 'Basiswaterkwaliteit van zoet oppervlaktewater' geconstateerd.

Conclusies

- De ruw-afvalwateraanvoer naar kleinschalige behandelingssystemen kenmerkt zich door grote variaties en hoge concentraties.
- De verwijderingspercentages behaald met kleinschalige behandelingssystemen wijken niet duidelijk af van grote systemen:
CZV 86-95%; BZV 93-99%; NKj 53-97%; N-totaal 20-79%; P-totaal 13-99%; zwevende stof 83-100%.
Onderscheid kan gemaakt worden in twee groepen van systemen:
a. Biologische basiszuivering en nitrificatie.
Gemiddelde reductie TZV ca. 85-95%.
b. Biologische basiszuivering.
Gemiddelde reductie TZV ca. 70-80%.
- Ondanks de behoorlijke zuiveringsprestaties dient rekening gehouden te worden met hoge en sterk fluctuerende effluentconcentraties, grotendeels veroorzaakt door de specifieke aanvoer en eventueel de temperatuur.
- Kleinschalige zuiveringssystemen kunnen technisch een goede rol vervullen in de bestrijding van oppervlaktewaterverontreiniging door verspreide lozingen in buitengebieden.

• *Slot op pagina 520*

• specifiek volume 3,5 m³/i.e.:
1 keer per 5-7 jaar.
De afvoer van het slib kan plaatsvinden naar de landbouw of naar een centrale rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi). Afvoer naar de landbouw heeft als voordeel dat het goedkoop is, maar als nadeel dat het slechts in bepaalde perioden van het jaar kan gebeuren, het voor- of najaar. Uit analyse van het slib is echter gebleken dat op slechts 1/3 van de onderzoekslocaties de kwaliteit van het slib ten aanzien van zware metalen voldeed aan de norm uit de Richtlijn van de Unie van Waterschappen voor de afzet van vloeibaar slib in de landbouw. Dit houdt in dat de overige locaties 2/3 van de onderzoekslocaties, verplicht zijn het slib af te voeren naar een centrale rwzi.

Slotopmerkingen

Ten slotte kan ten aanzien van de bedrijfsaspecten van kleinschalige behandelingssystemen het volgende opgemerkt worden:
• de septic tank, welke gedurende het praktijkonderzoek op vrijwel alle locaties als eerste zuiveringstrap is toegepast, is een zeer bedrijfszeker, weinig onderhoud behoevend systeemonderdeel. Hierbij mag men echter niet uit het oog verliezen dat het slechts een deelzuivering betreft en dat het effluent hiervan dus een verdere behandeling in een tweede zuiveringstrap behoeft.
• Systemen met mechanische onderdelen zijn in meer of in mindere mate in het nadeel ten opzichte van systemen zonder mechanische onderdelen vanwege:
- geringere bedrijfszekerheid;
- behoefte aan deskundig onderhoud;
- behoefte aan deskundige controle en bediening;
- hoger energieverbruik;
- grotere mate van slijtage.
Dit neemt echter niet weg, dat deze systemen toch eveneens goede toepassingsmogelijkheden kunnen bieden.

Literatuur

1. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, *'Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing', onderzoek fase 1 'Verkennende studie', deelproject 'Behandelingssystemen en oppervlaktewaterverontreiniging'.* Samenvattend eindrapport. RIB-HR-01-01, 1981.
2. IJland, M. W. F. en Siebel, M. A. (1982). *'Afvalwaterzuivering op kleine schaal'.* H_2O (15), 1982, nr. 7, 137-144.
3. Graaf, J. H. J. M. van der en Webers, H. A. A. M. (1984). *'Individuele behandeling van huishoudelijk afvalwater; start van het praktijkonderzoek'.* H_2O (17), 1984, nr. 18. 392-395.
4. Fastenau, F. A. *'Zuiveringsprestaties van kleinschalige zuiveringssystemen'.* H_2O (gelijknamig nummer als dit artikel).
5. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1988). *'Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing', onderzoek fase 2b 'Uitvoering praktijkonderzoek', deelrapport 'Functioneren behandelingssystemen onder praktijkomstandigheden en oppervlaktewaterverontreiniging'.* Staatsuitgeverij/DOP, 's-Gravenhage, ISBN 90 346 1707 6.

● ● ●

Zuiveringsprestaties

• *Slot van pagina 515*

Literatuur

1. Eikelboom, R. T. (1982). *'Individuele behandeling van afvalwater'.* H_2O (15), 1982, nr. 7, 126-128.
2. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. (1981). *'Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing', deelproject 'Behandelingssystemen en oppervlaktewaterverontreiniging'.* Samenvattend eindrapport. RIB-HR-01-01, 1981.
3. IJland, M. W. F. en Siebel, M. A. (1982). *'Afvalwaterzuivering op kleine schaal'.* H_2O (15), 1982, nr. 7, 137-144.
4. Graaf, J. H. J. M. van der en Webers, H. A. A. M. (1984). *'Individuele behandeling van huishoudelijk afvalwater; start van het praktijkonderzoek'.* H_2O (17), 1984, nr. 18, 392-395.
5. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1988). *'Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing', onderzoek fase 2b 'Uitvoering praktijkonderzoek', deelrapport 'Functioneren behandelingssystemen onder praktijkomstandigheden en oppervlaktewaterverontreiniging'.* Staatsuitgeverij/DOP, 's-Gravenhage, ISBN 90 346 1707 6.
6. Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater. (1985). *'Het inwonerequivalent getoetst'.* Rijswijk.
7. Kampf, R. en Bral, E. A. M. A. *'De invloed van stoffengebruik in de huishouding op de biologische werking van septic tanks, de ontwikkeling van een testmethode'.* H_2O (komend nummer).

● ● ●

Summaries

• *Continued from page 509*

oxygen concentrations were not representative for the real minimum oxygen conditions.
In the present routine the measurement of the O_2-concentration and not finding unacceptable minimum values is no guarantee for a good water quality (the absence of unwanted minimum values). The use of the present oxygen standards is relevant only with realistic minimum O_2-concentrations or in case it is possible to predict the expected 10-percentile. In these cases it is not mandatory to perform 12 measurements per year as the present standards demand. At the avarage basic water quality there seems to be no distinctive influence of the oxygen concentration and it is recommended to use biological indicators for the assessment of the water quality in stead of the oxygen concentration or the 10-percentile.

H_2O (22) 1989, nr. 17; 526

U.D.C. 628.16 : 632.95

J. C. KRUITHOF, L. M. PUIJKER and H. M. J. JANSSEN:

Presence and removal of pesticides

Recently a number of pesticides, impurities and metabolites of pesticides have been found in ground-, bank filtered and surface water in the Netherlands. Amongst others the following components have been detected in concentrations higher than the drinking water standard of 0,1 μg/l:
- Dichloropropane and trichloropropane caused by soil fumigation of potato fields.
- Bromacil and dichlorobenzamid caused by weed killing under rail tracks.
- Atrazine, simazine and bentazon used as herbicides on silage maize fields.
- Bentazone caused by an industrial spill.

All these compounds are removed poorly by aeration, softening and sand filtration. A significant decrease in concentration can be achieved by the following processes:
- Air stripping for the removal of dichloropropane.
- Ozonation for the conversion of bentazone.
- GAC-filtration for the adsorption of dichloropropane, trichloropropane, bentazone, atrazine and simazine.

At this moment analytical techniques to detect more polar pesticides are lacking. The presence of these compounds is very probable.
It must be expected that these more polar pesticides will be removed very poorly by all operational treatment processes. Therefore new techniques will have to be developed.

H_2O (22) 1989, nr. 17; 536

U.D.C. 526.6 : 556.3

P. J. T. M. BLOEMEN, C. LEKKERKERKER and W. H. VAN DER MOLEN:

Earth tides in groundwater: an example from Burkina Faso

Earth tides in groundwater are unknown in The Netherlands, but they have been described from various places in the world. The example given is from Burkina Faso, in a well situated about 960 km from the ocean and 330 m above sea level. The semi-diurnal tides occur in a semiconfined hard-rock aquifer with small fractures and joints. Their amplitude amounts to a few cm. Neap tides and spring tides are clearly visible in the hydrograph. Fourier analysis showed a 'moon' component M2 with a period of 12.4 hours and a weaker 'sun' component S2 with 12-hour period.