

Voldoet de toekomstige zuivering van stedelijk afvalwater aan duurzame milieuhygiënische uitgangspunten?

Inleiding

Zuivering van stedelijk afvalwater wordt al lang in Nederland toegepast. In 1971, het jaar waarin de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (WVO) van kracht werd, waren al meer dan 100 zuiveringsinrichtingen, verspreid over het hele land, in gebruik. In de periode tot heden is het aantal zuiveringsinrichtingen gestegen tot circa 470. Vrijwel al het stedelijk afvalwater uit gerioleerde gebieden, circa 90% van de totale in Nederland geproduceerde hoeveelheid, wordt momenteel gezuiverd.



PROF. DR. IR. W. H. RULKENS
Landbouwniversiteit
Wageningen



IR. W. VAN STARKENBURG
Haskoning BV

De zuivering van stedelijk afvalwater is de eerste milieubio)technologie die wereldwijd toepassing heeft gevonden. Sinds de eerste toepassingen worden nog bij voortdurend bestaande technieken verbeterd en nieuwe technieken ontwikkeld. De belangrijkste redenen van deze voortgaande ontwikkeling waren tot voor kort enerzijds de wens om kosten te besparen en anderzijds om in te kunnen spelen op nieuwe, scherpere eisen voor effluentkwaliteit, samenstelling van het zuiveringsglib en omgevingsoverlast. Daarbij is het zeker niet denkbeeldig dat deze eisen in de toekomst nog verder zullen worden aangescherpt.

De zuivering van stedelijk afvalwater heeft tot een sterke verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater geleid. Daarop was ook de oorspronkelijke doelstelling gericht. Dat het zuiveringsproces gepaard gaat met het vrijkomen van slib als afvalstof, emissie van CO₂, N₂O en CH₄ naar de atmosfeer, met stankoverlast en met het gebruik van energie en niet hernieuwbare grondstoffen, is daarbij nooit als een milieuprobleem ervaren. De afgelopen tien jaar is men zich pas duidelijk gaan realiseren dat bij zuivering van stedelijk afvalwater een deel van het milieuprobleem verschuift naar andere milieucompartmenten. Deze constatering doet zich niet alleen voor bij de zuivering van stedelijk afvalwater, maar ook bij de verwerking van veel andere typen afvalstromen zoals huishoudelijk afval,

Samenvatting

De afgelopen 20 jaar zijn voor de zuivering van stedelijk afvalwater circa 470 zuiveringsinrichtingen gebouwd. Door deze activiteit is de kwaliteit van het oppervlaktewater aanzienlijk verbeterd. Dit geldt met name voor de zuurstofbindende stoffen. De komende jaren is de aandacht vooral gericht op de verwijdering van nutriënten en op de aanpak van het slibprobleem. De vraag kan worden gesteld of de huidige ontwikkelingen met betrekking tot de toekomstige zuivering van stedelijk afvalwater voldoen aan algemene, duurzame milieuhygiënische uitgangspunten. Daarbij wordt niet alleen aandacht besteed aan emissies van verontreinigingen en een beperking van de hoeveelheid reststoffen, maar ook aan de emissie van CO₂, gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen en energie, en hergebruik van waardevolle componenten. Mogelijk dat het antwoord op deze vraag kan leiden tot een nadere bijstelling van de huidige ontwikkelingsrichting van toekomstige afvalwaterzuiveringsinrichtingen. Voorliggend artikel wil een aanzet geven voor een verdere discussie.

bouw- en slooafval en autowrakken. Veel meer dan voorheen zal men bij het zoeken naar oplossingen voor afvalstromen moeten streven naar een duurzame milieuhygiënische ontwikkeling. Daarbij moet niet alleen gekeken worden naar een minimale emissie van verontreinigende stoffen naar de verschillende milieucompartmenten, maar zal ook aandacht moeten worden besteed aan preventie, minimaal energieverbruik, minimale emissie van CO₂, N₂O en CH₄ naar de atmosfeer, en een maximale terugwinning van waardevolle componenten voor hergebruik. Sinds 1971 wordt onderzoek verricht dat tot doel heeft het afvalwaterzuiveringsproces te verbeteren. De eerste 15 jaar is hoofdzakelijk sprake geweest van onderzoek gericht op optimalisatie. In 1988 is met RWZI 2000 het eerste langjarige onderzoeksplan van start gegaan. Dit onderzoeksplan beslaat een periode van vijf jaar. De doelstelling van het onderzoek is tweeledig:

- ontwikkeling van zuiveringsprocessen die minder milieu-overlast veroorzaken en beter zijn ingespeeld op toekomstige eisen (betere effluentkwaliteit, minder slib en betere slibkwaliteit, compacter, beter beheersbaar);
- ontwikkeling van zuiveringsprocessen die goedkoper zijn dan de huidige technieken.

Het onderzoeksplan is opgebouwd uit drie onderzoeksgebieden:

- evaluerend onderzoek;
- praktijkgericht onderzoek;
- fundamenteel gericht onderzoek.

De eerste twee onderzoeksgebieden bouwen voort op de bestaande zuiveringstechnieken. De resultaten zullen naar verwachting leiden tot bijstelling van de gebruikte basisconcepten, maar zullen deze concepten niet loslaten. Het derde onderzoeksgebied biedt aanmerkelijk meer

perspectieven om de huidige technologieën te verlaten. De onderzoekresultaten kunnen leiden tot waterzuiverings-systemen die sterk afwijken van de huidige inrichtingen. Ook dit meer fundamenteel gerichte onderzoek gaat echter uit van de beperkte milieumandvoorwaarden zoals die in de onderzoeksdoelstelling zijn vermeld. Op dit moment lijkt de tijd rijp om op basis van praktijkervaring en verkregen onderzoekresultaten, nog eens kritisch te kijken naar de zuivering van stedelijk afvalwater in het kader van een duurzame milieuhygiënische ontwikkeling. Hierbij moet niet alleen gelet worden op een beperking van emissies van verontreinigende stoffen en een beperking van de hoeveelheid slib, maar ook op de emissie van CO₂ en het gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen en energiebronnen. In dit artikel wordt daartoe een eerste aanzet gegeven.

Samenstelling van stedelijk afvalwater en kenmerken van het huidige zuiveringsproces
Stedelijk afvalwater bevat een groot aantal typen verontreinigingen. De belangrijkste hiervan zijn vermeld in tabel I. Bekijkt men deze tabel, dan kan in feite onderscheid worden gemaakt tussen drie

TABEL I – Samenstelling van stedelijk afvalwater (kwalitatief).

– Organische verbindingen
* opgelost
* colloïdaal
* gesuspenderd
– N-verbindingen
– P-verbindingen
– Organische microverontreinigingen
– Anorganische microverontreinigingen
– Mineralen
* chlorides
* sulfaten
* kalium en natrium
– Pathogenen

groepen van stoffen: sterk verontreinigende stoffen (microverontreinigingen, ziektekiemen), matig verontreinigende stoffen (mineralen) en stoffen die zich in stedelijk afvalwater als een verontreiniging manifesteren, maar nuttig kunnen worden hergebruikt. Tot deze laatste categorie behoren stikstofverbindingen, fosforverbindingen en organische stof. Bij hergebruik van stikstof- en fosforverbindingen kan in eerste instantie gedacht worden aan het gebruik als (kunst)meststof. Nuttig hergebruik van organische stof moet vooral gezocht worden in de produktie van energie. Op zichzelf is nuttig hergebruik van genoemde stoffen een logische gedachte. Hergebruik is echter slechts realiseerbaar als we erin slagen, binnen zekere financiële randvoorwaarden, de desbetreffende componenten voldoende selectief af te scheiden of om te zetten, verder te verwerken en uiteindelijk ook daadwerkelijk toe te passen. Dit betekent in principe gebruik van aanvullende processtappen die ook extra kosten met zich meebrengen. Ook de secundaire milieubelasting mag hierbij niet uit het oog worden verloren.

Een interessant aspect is de energie-inhoud van stoffen zoals bijvoorbeeld fosfaat en ammoniak. Hieronder wordt verstaan de hoeveelheid energie die nodig is om de bewuste stof te produceren. Het terugwinnen van fosfaat en ammoniak kan daarom energiewinst elders opleveren. Voor het (aëroob) biologisch zuiveren van stedelijk afvalwater zijn verschillende systemen beschikbaar. Al deze systemen bestaan uit een groot aantal deelprocessen die in serie of parallel aan elkaar gekoppeld zijn. Tabel II geeft een samenvatting van de belangrijkste deelprocessen.

Gesuspenderde deeltjes worden meestal onder invloed van de zwaartekracht afgescheiden waarbij primair slib ontstaat. De resterende organische verbindingen worden met behulp van aërobe biologische processen omgezet in CO_2 , water en biomassa. Daarbij ontstaat secundair slib als reststof dat via sedimentatie wordt afgescheiden. Organische en anorganische microverontreinigingen worden voor een belangrijk deel via adsorptie aan dit secundaire slib (maar ook via adsorptie aan primair slib) verwijderd. Organische stikstofverbindingen en ammoniak kunnen via nitrificatie en denitrificatie omgezet worden in moleculaire stikstof. Vaak wordt het omzettingproces gestopt bij nitraat. Fosfaten kunnen via microbiologische en gecombineerd microbiologische en fysisch/chemische processen worden verwijderd. Defosfaterings-

technieken hebben met elkaar gemeen dat de laatste stap van het proces een chemische binding van de fosfaten aan bijvoorbeeld ijzerzouten of kalk is. Daarbij ontstaat een hoeveelheid fosfaathoudend slib. Ook pathogenen worden voor een groot deel geëlimineerd. Mineralen daarentegen worden in de huidige zuiveringsprocessen niet of nauwelijks verwijderd.

Bij elk type zuiveringsproces ontstaat een grote hoeveelheid zuiveringsslib. Concentratie en verdere verwerking van het slib kost meestal energie en gaat gepaard met het gebruik van chemicaliën. Voor de verwerking van dit slib staat een groot aantal mogelijkheden zoals vergisten, mechanisch ontwateren, verbranden, drogen, natte oxydatie, ter beschikking.

Samenvattend kan gesteld worden dat het huidige zuiveringsproces gekenmerkt wordt door de volgende factoren:

- de zuivering is aëroob biologisch van aard;
- er ontstaan grote hoeveelheden slib als reststof;
- energie en hulpstoffen zijn nodig voor zowel de zuivering als de slibverwerking;
- er worden geen componenten teruggewonnen voor hergebruik;
- de energie-inhoud van organische stoffen wordt niet of nauwelijks nuttig gebruikt.

Milieuhygiënische nevenverschijnselen bij het huidige zuiveringsproces

Bij de huidige zuivering van stedelijk afvalwater doen zich nevenverschijnselen voor, die een negatieve invloed hebben op andere milieucompartmenten.

Voor de huidige aërobe biologische

zuivering is (voornamelijk) elektrische energie nodig. Het gebruik van elektrische energie veroorzaakt een milieubelasting in de vorm van uitputting van niet-hernieuwbare grondstoffen, emissie van CO_2 , NO_x en SO_2 , en het ontstaan van vliegassen. Bij het zuiveringsproces zelf wordt CO_2 gevormd door oxydatie van de organische verontreinigingen.

Ook voor de biologische omzetting van organisch gebonden stikstof en ammoniak naar nitraat (en naar het tussenprodukt nitriet, dat in geringe hoeveelheden wordt gevormd) is zuurstof en dus energie nodig. Ook dit geeft weer een bijdrage aan de CO_2 -emissie. Bij de biologische omzetting van nitraat naar moleculaire stikstof ontstaat een hoeveelheid N_2O die naar de lucht wordt geëmitteerd. Bij deze omzetting vindt ook oxydatie van organische stof plaats waarbij ook weer CO_2 wordt geproduceerd.

Voor de verwijdering van fosfaat kunnen drie typen processen worden onderscheiden: biologische defosfatering, fosfaatstrippen en chemische defosfatering. Biologische defosfatering is een aëroob proces. In een eerste stap wordt fosfaat als energie-rijk polyfosfaat opgenomen en is er ook sprake van slibgroei. De eerste stap van de biologische defosfatering kost energie. De tweede stap is de verwerking van het fosfaatrijke slib. Hierbij kunnen op verschillende plaatsen op de zuiveringsinrichting fosfaatrijke stromen vrijkomen. Deze fosfaatrijke stromen moeten worden behandeld aangezien er anders sprake is van een inefficiënte werkwijze (teruglevering van al opgenomen fosfaat). Voor de behandeling worden chemicaliën gebruikt. Voor de produktie van deze niet-hernieuwbare chemicaliën is een hoeveelheid energie nodig. De reststof die ontstaat, kan meestal niet worden hergebruikt. In het geval van storten is nog een extra hoeveelheid energie nodig om te kunnen voldoen aan stortheisen (bijv. ontwateren). Bij toepassing van fosfaatstripprocessen worden eveneens chemicaliën gebruikt. Op het moment dat het fosfaat door de bacteriën wordt afgegeven, ontstaat er een waterstroom met een hoog fosfaatgehalte. Dit fosfaat wordt met chemicaliën uit het water verwijderd. Hierdoor ontstaat een herbruikbaar fosfaat of een reststof die moet worden gestort. In ieder geval zijn chemicaliën nodig om het fosfaat te verwijderen. Een interessant punt bij het fosfaatstripproces is het gebruik van vluchtige vetzuren, meestal acetaat, om de afgifte te versnellen. Acetaat wordt op dit moment van buiten de rwzi aangevoerd. Dit betekent dat energie nodig is om acetaat te produceren en vervolgens ook

TABEL II – Belangrijkste typen deelprocessen bij de zuivering van stedelijk afvalwater.

-
- Gesuspenderde deeltjes
 - * bezinking
 - Organische verbindingen
 - * aërobe biologische afbraak
 - N-verbindingen
 - * nitrificatie
 - * denitrificatie
 - P-verbindingen
 - * microbiologische verwijdering
 - * fysisch/chemische verwijdering
 - Microverontreinigingen
 - * ad(b)sorptie aan slib
 - Pathogenen
 - * ad(b)sorptie
 - * microbiologische afbraak
 - Mineralen
 - * geen verwijdering
 - Primair en secundair slib
 - * vergisting
 - * mechanische ontwatering
 - * drogen
 - * verbranden
 - * natte oxydatie
-

om de resterende acetaat in de zuivering af te breken. Dit geeft weer een extra CO₂-emissie.

De chemische defosfatering op de zuiveringsinrichting behoort, als chemicaliën in de aëratieruimte worden toegevoegd, tot een proces waarbij chemicaliën worden verbruikt, en er een niet herbruikbare afvalstof – slib – wordt geproduceerd. Dit slib moet verder worden verwerkt. Deze verwerking kost extra energie en geeft dus een extra CO₂-emissie. Ook de verwijdering van fosfaat met behulp van de korrelreactor of met behulp van magnetische scheidingstechnieken kost energie en vereist het gebruik van chemicaliën zoals zoutzuur, kalk of loog.

Bij nagenoeg alle fosfaatverwijderingsprocessen komt een deel van de gebruikte zouten in het effluent terecht.

Bij het huidige stedelijke afvalwater-zuiveringsproces ontstaat sterk verontreinigd zuiveringsslib. Dit slib moet worden verwerkt en afgezet. Er zijn verschillende processen die voor de verwerking van slib kunnen worden ingezet. Genoemd zijn al ontwateren, vergisten, drogen, verbranden en natte oxydatie. Ontwateren en drogen kosten over het algemeen energie. Bij de verbranding en natte oxydatie wordt CO₂ geproduceerd. Ook worden daarbij microverontreinigingen geëmitteerd.

Verder zijn vaak allerlei soorten hulpstoffen zoals polyelektrolieten, ijzerchloride, kalk en zuivere zuurstof nodig. Bij de produktie van deze hulpstoffen is energie nodig. Soms worden deze hulpstoffen geproduceerd uit niet-hernieuwbare grondstoffen.

Alle verwerkingsprocessen hebben gemeen dat uiteindelijk een reststof overblijft. Afhankelijk van het toegepaste proces kan dit geconcentreerd slib zijn of een asrest. Voor de afzet van deze reststof is stortruimte nodig.

Op basis van gegevens over zuiveringsprocessen en slibverwerkingsprocessen kan voor de Nederlandse situatie een min of meer kwantitatieve schatting worden gemaakt van het energieverbruik, de emissies naar oppervlaktewater en lucht en het gebruik aan hulpstoffen. In tabel III zijn deze schattingen vermeld. Het gaat hier om een ruwe, eerste benadering. Omdat vooral het gebruik van chemicaliën voor de verwijdering van fosfaat in de komende jaren sterk zal toenemen, zijn ook de hoeveelheden vermeld die voor 1995 te verwachten zijn.

De emissie van CO₂ als gevolg van het gebruik van elektrische energie en de biologische zuivering bedraagt jaarlijks circa 300.000 ton. De emissie van CO₂ als

TABEL III – *Schatting huidige (1991) emissies van CO₂, CH₄ en N₂O naar lucht, gebruik hulpstoffen en emissies van mineralen naar oppervlaktewater bij de zuivering van stedelijk afvalwater in Nederland (tussen haakjes de schattingen voor 1995).*

– CO ₂ -emissie naar lucht bij de aërobe zuivering (kton/jaar)	
* t.g.v. omzetting van CZV in CO ₂	418
* t.g.v. extern energieverbruik	244
* t.g.v. verbruik van gistingsgas	66
– CO ₂ -emissie naar lucht (kton/jaar)	
* t.g.v. slibverwerking en slibafzet	63
* t.g.v. effluentlozing	77
– CH ₄ -emissie naar lucht (kton/jaar)	
* t.g.v. spui van gistingsgas	2,5
* t.g.v. slibverwerking en slibafzet	10,0
– N ₂ O-emissie bij zuivering (ton/jaar)	
* t.g.v. het aërobe zuiveringsproces	1431
* t.g.v. slibverwerking en slibafzet	102
* t.g.v. effluent lozing	660
– Gebruik hulpstoffen bij P- en N-verwijdering (ton/jaar)	
* ijzerzouten en oplossingen	25134 (92245)
* aluminiumzouten en oplossingen	9653 (8436)
* gebliste en ongebluste kalk	16488 (18555)
* natronloog	234 (4)
* zoutzuur	23 (29)
* zwavelzuur	100 (430)
* chloorbleekloog	53 (35)
* acetaatoplossing	0 (947)
– Gebruik van hulpstoffen bij mechanische slibontwatering met kalk en ijzerchloride of poly-elektrolieten als conditioneringsmiddel (kg/ton slib droge stof)	
* kalk	300-600 ¹
* ijzerchloride	50-150 ¹
* polyelektrolieten	2-10 ¹
– Emissie van mineralen naar het oppervlaktewater door gebruik van chlorides of sulfaten bij P-verwijdering (mg/l)	
* chloriden	5-80 ¹
* sulfaten	5-300 ¹

¹ Sterk afhankelijk van de gebruikte methode.

gevolg van de slibverwerking is moeilijk nauwkeurig in te schatten. Op de lange duur zal alle aanwezige koolstof als CO₂ vrijkomen of chemisch gebonden worden aan bijvoorbeeld kalk. Bij verbranding en natte oxydatie wordt een deel van de geproduceerde energie vaak weer nuttig aangewend, wat elders tot besparingen op de energieproduktie (fossiele brandstof) kan leiden. Bij de natte oxydatie wordt organische stof geoxydeerd. Er ontstaat uit het slib een asrest en een waterstroom. Een belangrijk bestanddeel van deze waterstroom is ammoniak. De ammoniak zal verder moeten worden afgebroken, wat weer energie vraagt.

In de tabel is verder geen rekening gehouden met de energie die nodig is voor de produktie van de genoemde hulpstoffen. In principe is deze hoeveelheid energie te berekenen uit gegevens over produktieprocessen. In de tabel is niet opgenomen wat het effect is van het gebruik van hulpstoffen op de extra produktie aan zuiveringsslib of reststof.

Ontwikkelingen en uitgangspunten met betrekking tot het toekomstige zuiveringsproces

De afgelopen jaren is er een aantal ontwikkelingen geweest die richtingbepalend zijn voor de wijze van zuiveren van stedelijk afvalwater. Zo zijn er nieuwe richtlijnen gekomen voor de afzet van zuiveringsslib en strengere effluenteisen voor fosfaat en stikstof. De eisen voor geluid, stank en de uitstoot van milieuvervuilende stoffen naar de atmosfeer zijn aangescherpt.

Voor de toekomst mogen strengere effluent-eisen worden verwacht voor componenten als BZV, CZV, fosfaat en stikstof. Effluent-eisen die steeds dichter bij de Algemene Milieukwaliteit (AMK) komen, lijken waarschijnlijk. Iets dergelijks geldt ook voor organische microverontreinigingen en zware metalen.

Verwacht mag worden dat meer bronmaatregelen genomen zullen worden die leiden tot 'schoner' stedelijk afvalwater.

Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn het terugdringen van de emissie van metalen uit dakgoten, het terugdringen van schadelijke emissies uit wc-blokken en een uitbreiding van het gebruik van fosfaatvrije afwasmiddelen. Het is echter niet te verwachten dat het slib hiermee zodanig in kwaliteit verbetert, dat een nuttig gebruik binnen bereik komt. Dit komt doordat het probleem van de verontreiniging van stedelijk afvalwater nooit volledig bij de bron zal zijn aan te pakken. De consequentie hiervan is dat ook een verdere verbetering van bestaande en ontwikkeling van nieuwe zuiverings- en slibverwerkingsprocessen nodig zal zijn.

In de toekomst zal het aanzien van de zuiveringsinrichting waarschijnlijk ingrijpend wijzigen. Er zullen meer compacte en meer gesloten inrichtingen komen. Ook zal de slibverwerking verbeterd moeten worden om een aantal negatieve neveneffecten terug te dringen. In dit verband is het interessant om nog eens te wijzen op de doelstellingen van het RWZI-2000 programma.

In tabel IV zijn de belangrijkste uitgangspunten voor de zuivering van stedelijk afvalwater, inclusief de slibverwerking, samengevat. De genoemde uitgangspunten zijn duidelijk van milieuhygiënische aard. Zij beperken zich echter hoofdzakelijk tot de vraag hoe directe hinder voor de omgeving en directe emissies naar water, bodem en lucht zoveel mogelijk kunnen worden voorkomen.

In het kader van het meer integrale milieudenken, gericht op duurzame ontwikkeling, zou een meer fundamentele en bredere milieuhygiënische benadering van het zuiverings- en slibverwerkings-

TABEL IV — *Huidige uitgangspunten m.b.t. de toekomstige zuivering van stedelijk afvalwater.*

- Verbetering kwaliteit effluent door
 - * Bestrijding bij de bron
 - * Verdergaande verwijdering van
 - N- en P-verbindingen
 - CZV en BZV
 - Organische micro-verontreinigingen
 - Anorganische micro-verontreinigingen
- Terugdringen negatieve milieu-effecten van de slibverwerking
- Verbetering slibkwaliteit
- Vermindering stank en geluidsoverlast
- Compactere installaties
- Gesloten installaties

proces beter op zijn plaats zijn. In de nabije toekomst zijn belangrijke veranderingen in het zuiveringsproces nodig om aan de nieuwe eisen te voldoen. Dit is daarom bij uitstek de gelegenheid om de consequenties van een meer fundamenteel georiënteerde en bredere milieu-hygiënische benadering mee te nemen.

Algemene milieuhygiënische uitgangspunten en mogelijke consequenties voor het toekomstige zuiveringsproces

Zoals in het voorafgaande al is aangegeven, bevat afvalwater een aantal waardevolle componenten zoals organische stof, stikstofverbindingen en fosfaat. Bij benadering blijkt dat per dag circa 1000 ton organische stof, circa 20 ton fosfaat (als P) en 100 ton stikstof (als N) met het afvalwater wordt aangevoerd. Het is zinvol na te gaan in hoeverre deze stoffen voor energie-opwekking of voor hergebruik (P- en N-verbindingen) kunnen worden teruggewonnen. In het kader van zowel energiebeperking als een betere benutting van de organische stof past anaërobe behandeling van afvalwater. Er zijn in principe verschillende mogelijkheden om energie te winnen uit de organische stof van het slib. Naast anaërobe gisting – dat als een voorbehandelingsproces moet worden gezien – kan gedacht worden aan drogen, in combinatie met verbranden, pyrolyse en vergassen. Ook de ontwikkeling van processen waarbij zoveel mogelijk slib wordt geproduceerd met een zo gering mogelijk gebruik van energie, zou kunnen worden overwogen. Een hoog organisch droge-stofgehalte van het slib kan bij de verwerking van het slib mogelijkheden geven tot energiewinning. Een interessant punt is ook, zoals eerder gemeld, de productie van vluchtige vetzuren op de rioolwaterzuiveringsinrichting. In de praktijk kan dit bereikt worden door slib te verzuren. Omdat het afvalwater in het algemeen een hogere temperatuur heeft dan de omgeving (en het ontvangende oppervlaktewater) is warmtewinning uit dit afvalwater

met behulp van warmtepompen mogelijk. Bij het zuiverings- en slibverwerkingsproces moet het gebruik van hulpstoffen, vooral hulpstoffen die niet-hernieuwbaar zijn, zoveel mogelijk beperkt worden. In het verlengde hiervan kan de hoeveelheid reststof, die overblijft bij de slibverwerking, worden gezien. Als deze reststof niet als een nuttig produkt kan worden gebruikt, dan moet die hoeveelheid zo gering mogelijk zijn. Ook wordt er aandacht gevraagd voor technieken die de reststof omzetten in nuttige of bruikbare produkten. Voorbeelden zijn de bouwstoffen (vulstof, grint) die ontstaan uit slibverwerkingstechnieken als verglazen en sinteren.

Aan de emissiezijde moet de emissie van CH_4 , CO_2 en N_2O naar de lucht worden beperkt. Beperking van de hoeveelheid CO_2 zou een gevolg kunnen zijn van een betere benutting van de organische stof uit het afvalwater. Een algemeen punt is uiteraard ook de noodzakelijke emissiebeperking van zware metalen en organische microverontreinigingen. Beperking van de emissie van vluchtige componenten naar de atmosfeer pleit voor gesloten installaties. Dit vermindert ook de geluidsoverlast. Compactheid van het zuiveringsproces is daarbij een belangrijk vereiste.

In tabel V zijn de algemene milieuhygiënische uitgangspunten zoals die voor de zuivering van stedelijk afvalwater in het bovenstaande zijn besproken, kort samengevat. Het is uiteraard niet verwonderlijk dat deze voor een groot deel overeenkomen met die welke in het voorafgaande hoofdstuk zijn vermeld voor het zuiveringsproces in meer strikte zin. Er zijn echter enkele verschillen. Deze behelzen in feite vier aspecten:

- een integrale beschouwing van het zuiveringsproces en het slibverwerkingsproces (inclusief slibafzet);
- benutting van de energie-inhoud van het afvalwater in combinatie met een reductie van de CO_2 -emissie;
- benutting van de overige waardevolle componenten (N- en P-verbindingen);
- zo gering mogelijk gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen.

De eerste twee punten zijn meer principieel van aard omdat deze in feite tornen aan het uitgangspunt dat het zuiveringsproces altijd aëroob biologisch moet zijn en daarbij in zo weinig mogelijk slib-organische stof moet resulteren. De twee laatste punten sluiten in feite al aan bij de huidige uitgangspunten van de toekomstige zuiveringsinstallaties. In de algemene milieuhygiënische context krijgen ze echter meer nadruk.

De wijze waarop de algemene milieu-

hygiënische uitgangspunten in tabel V zijn verwoord, zou de suggestie kunnen wekken dat het mogelijk is om aan elk uitgangspunt optimaal te voldoen. Dat is echter niet haalbaar. Volledige benutting van bijvoorbeeld organische stof als energiebron sluit gebruik als hulpstof uit. Iets vergelijkbaars geldt voor de chemicaliën die op de zuiveringsinrichting worden gebruikt. Onderzocht moet worden in hoeverre hergebruik mogelijk is. Is het bijvoorbeeld mogelijk om ijzerfosfaat op te werken tot herbruikbaar ijzer en een fosfaatoplossing met een gehalte dat zo hoog is dat hergebruik van fosfaat rendabel wordt? De tabel moet veel meer worden gezien als een aantal uitgangspunten, die bij het zoeken naar een duurzame aanpak van het probleem van de stedelijk afvalwaterzuivering, moeten worden gehanteerd. De verschillende uitgangspunten zullen ten opzichte van elkaar moeten worden gewogen. Daarvoor zijn criteria nodig die niet alleen milieuhygiënisch van aard zijn, maar ook rekening houden met financiële en technische randvoorwaarden, zoals bijvoorbeeld realiseringstermijn en inpasbaarheid op bestaande zuiveringsinrichtingen. Een dergelijke aanpak kan dan leiden tot een optimale invulling van algemene milieuhygiënische randvoorwaarden bij de zuivering van stedelijk afvalwater.

TABEL V – *Algemene milieu-uitgangspunten in het kader van een duurzame milieuhygiënische ontwikkeling.*

- Maximale benutting van waardevolle componenten in het afvalwater en slib
 - * Organische verbindingen
 - * N- en P-verbindingen
- Minimalisering energiebehoefte c.q. winning van energie
 - * bij de zuivering
 - * bij de slibverwerking
 - * winning van energie uit slib of afvalwater
- Minimalisering gebruik van al of niet hernieuwbare hulpstoffen
 - * ijzerzouten
 - * aluminiumzouten
 - * kalk
 - * zuur
 - * loog
 - * poly-elektrolyten
 - * zuurstof
- Minimalisering (directe) lucht-emissies bij zuivering en slibverwerking
 - * CO_2
 - * N_2O
 - * CH_4
 - * vluchtige organische microverontreinigingen
 - * stank
- Minimalisering emissies naar oppervlaktewater
 - * N-verbindingen
 - * P-verbindingen
 - * microverontreinigingen
 - * zouten
 - * organische verontreinigingen
- Minimalisering hoeveelheid te storten reststof
- Minimalisering geluidsoverlast

Conclusie

Uit het voorafgaande zal duidelijk zijn dat een beschouwing van de toekomstige zuivering van stedelijk afvalwater in het licht van algemene milieuhygiënische uitgangspunten, gericht op duurzame ontwikkeling, mogelijk kan leiden tot een andere ontwikkelingsrichting van het zuiveringsproces dan de richting die op het moment in gang is gezet. Het zou zinvol zijn dit nader te bekijken. Daarvoor is echter een uitgebreide studie nodig die de verschillende aspecten kwantitatief onderbouwt. In die studie zal het zuiveringsproces, inclusief het slibverwerkingsproces en de slibafzet, integraal moeten worden beoordeeld op deze algemene milieuhygiënische uitgangspunten. Verder zijn van belang de kosten en de realiseerbaarheid van nieuwe processen en de inpasbaarheid in bestaande zuiveringsinrichtingen.

Referenties

1. *Emissie van broeikasgassen uit rioolwaterzuiveringsinrichtingen*. BKH, 1990. VROM RO 21/6036/8169H/V5.
2. Kapp, H. (1991). *Beitrag der Abwasserbehandlung zur CO₂-belasting der Umwelt. Kolloquium 'Umweltbeeinflussung durch Abwasserbehandlungsanlagen'*. Stuttgart 1991.
3. *Verzouting van effluent door fosfaatverwijdering*. STORA, 1992.
4. *Chemicaliën voor P- en N-verwijdering*. Marktanalyse, STORA, 1992.
5. *Behandeling van stedelijk afvalwater in de toekomst. I. Haalbaarheidsonderzoek. II. Onderzoeksplan*. STORA-DBW/RIZA, 1986/1988.

Computersimulatiespel over waterbodems voor bovenbouw HAVO/VWO

'Waterbodems, daar zit wat in!' is de titel van een computersimulatiespel dat de waterschappen beschikbaar stellen aan het onderwijs. Het computerspel maakt deel uit van een lessenserie over de waterbodempromblematiek in Nederland en is bestemd voor de bovenbouw van HAVO/VWO.

Veel waterbodems zijn vervuild door afzetting van verontreinigingen uit het water. Vervuilde waterbodems vormen een bedreiging voor de kwaliteit van ons oppervlaktewater. Met dit lespakket willen de waterschappen (beheerders van waterkwaliteit) kennis bevorderen over de waterbodempromblematiek en bijdragen aan de discussie over de oplossing hiervan.

Nadere inlichtingen: Unie van Waterschappen, Postbus 80200, 2508 GE Den Haag, tel. 070-351 97 51.

Ouwe Jonkers op de Loosdrechtse Plassen

Het Genootschap 'De Ouwe Jonkers' had voor zijn derde reünie op 25 augustus 1992 gekozen voor een boottocht over de Loosdrechtse plassen en de Vecht. Deze groep post-actieve waterkwaliteitsdeskundigen had zich voor die gelegenheid de medewerking verzekerd van ir. Marien de Ruiter (PW Utrecht) en dr. Louis van Lieere (RIVM) die tijdens de rondvaart in een salonboot uitgebreide en interessante informatie gaven.

Op boeiende wijze bespraken zij afwisselend in een 'act voor twee heren' de geschiedenis van het plassengebied en het verloop van de waterkwaliteit ervan, als ook het uitvoerige onderzoek in het bijzonder dat van de WOL (Werkgroep Hydrobiologisch Onderzoek Loosdrechtse Plassen). Tenslotte werd toegelicht door welke maatregelen en hoedanigheid van dit oppervlaktewater, zowel het belang voor de recreatie, de hydrologie in de regio en de drinkwaterwinning verder kan worden verbeterd.

De bestaande voorzieningen: aansluiting op de riolering van de aanliggende dorpen (1970-1986) ter zuivering van het verzamelde rioolwater buiten het gebied en ook vervanging van de inlaat van Vechtwater (peilhandhaving!) door toevoer uit het Amsterdam-Rijnkanaal (1984) die een noodzakelijke defosfatering ondergaat, hebben nog niet tot een aanvaardbaar resultaat geleid. Weliswaar is de bacteriële kwaliteit in orde gekomen, hetgeen echter helaas nog niet gezegd kan worden van de chlorophyll α concentratie en de daarmee samenhangende helderheid; de voor zwemwater vereiste doorzichtigdiepte (Secchi-schijf) van ≥ 1 meter bedraagt slechts de helft van de waarde.

Ir. M. de Ruiter.



Ter verbetering van de bestaande toestand, die moet worden gevonden in een verdere reductie van de externe P-belasting, gaven de sprekers de navolgende maatregelen aan.

- Water uit de Bethunepolder, reeds ingelaten om de hoge Cl-toevoer vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal te compenseren, leiden naar de bestaande defosfateringsinrichting te Loenen die daartoe moet worden uitgebreid.
- Koelwater uit het oostelijk gelegen randgebied dat in de winter binnenstroomt en evenals het Bethunepolderwater (zie vorig punt) circa 30% van de totale P-belasting aanlevert, verzamelen en leiden naar een nieuw te bouwen defosfateringsinrichting in Oud-Loosdrecht.
- Aansluiting van alle woonboten en verspreide vakantiehuysjes op de riolering.
- Bouw van toiletten op de recreatie-eilandjes en een algeheel verbod tot lozing op het plassenwater.
- Verbetering van het schut-regime bij de sluizen die de toegang vormen tot de Vecht.

Al deze maatregelen samen, waarvan de kosten op bijna 1,2 miljoen gulden per jaar worden geraamd, zouden de externe P-belasting terugbrengen van 0,35 tot 0,1 gram P m⁻²·j⁻¹. Daarbij is de opmerking van belang dat reeds de uitgangsbelasting van 0,35 g P m⁻²·j⁻¹ voor een Nederlands oppervlaktewater uitzonderlijk laag is!

Uit modelstudies is naar voren gekomen dat al een verlaging tot de helft van die tegenwoordige P-belasting de chlorophyll α concentratie merkbaar zou verlagen. De politiek zal nu moeten beslissen over

Dr. L. van Lieere.

