

Inleiding op de 9e Vakantiecursus in behandeling van afvalwater

Het grote aantal deelnemers aan deze 9e Vakantiecursus in behandeling van afvalwater, die als thema heeft: 'Vooruitgang in de zuiveringstechniek', zou kunnen doen vermoeden dat de aangekondigde onderwerpen als goede 'blikvangers' hebben gewerkt.

Anderzijds zal het feit dat de activiteit die thans gaande is op het gebied van de zuivering van afvalwater groter is dan ooit, velen er toe gebracht hebben om aan deze cursus deel te nemen, in de hoop daar te horen of men op de goede weg is.



IR. K. C. ZIJLSTRA
Hoofdingenieur-directeur
Rijksinstituut voor
Zuivering van Afvalwater

De zuiveringscapaciteit van de meer dan 40 installaties die momenteel in Nederland in aanbouw zijn, bedraagt in totaal ruim 3.000.000 inwonerekwivalenten, waarvan circa 1.750.000 afkomstig van inwoners en circa 1.250.000 afkomstig van industrieën. Vergelijken wij deze activiteit met die van omstreeks 5 jaar geleden, dan blijkt dat er per 1 januari 1969 in Nederland ruim 400 installaties in bedrijf waren met een gezamenlijke zuiveringscapaciteit van circa 5.550.000 inwonerekwivalenten.

Er is dus wel duidelijk sprake van een aanzienlijke versnelling van de inspanning om afvalwater te zuiveren.

Dat daarbij ook een schaalvergroting plaatsvindt blijkt uit de frequentie-diagrammen (afb. 1), aangevende de percentages van de installaties van een bepaalde grootte, betrokken op de per 1 januari 1969 in bedrijf zijnde installaties en die welke betrokken zijn op de per 1 januari 1974 in aanbouw zijnde installaties.

Van de thans in uitvoering zijnde installaties, is ruim de helft van het type oxydatiesloot, de overige zijn voor het grootste deel voorzien van aëratietanks of van het laagbelaste type oxydatietanks met puntbeluchters.

Het voor enkele jaren voor biologische zuivering nog dikwijls gebruikelijke type met oxydatiebedden, vindt nog slechts in een enkel geval toepassing. In de regel gaat het dan om uitbreidingen van een bestaande installatie van dat type, of om een installatie met meer trappen zoals bijvoorbeeld in Almelo is toegepast.

Een van de voordrachten, namelijk die van *ir. Gast*, is aan een dergelijke meertrapsinstallatie gewijd.

Er is dus een zeer duidelijke verschuiving te

constateren naar meer toepassing van actief slibsystemen, waarbij in de laatste jaren vooral de laagbelaste systemen de aandacht genieten.

De problemen van de slib-belasting en het gevaar van het ontstaan van lichtslib, dat tendele met het effluent kan wegvloeien, zijn zaken die daarbij bijzondere aandacht verdienen.

Met name de voordrachten van de heren *Pasveer* en *Rensink* zullen zich met dit probleem bezig houden.

Eerst echter zal professor *Koot* ingaan op de mogelijkheden en beperkingen van de aërobe zuivering.

Daarin zijn zoals reeds gezegd de laatste jaren grote verschuivingen waar te nemen. Dit is het gevolg van een complex van oorzaken die moeilijk stuk voor stuk zijn aan te geven.

Heel duidelijk is echter dat er in de laatste jaren veel gemakkelijker tot de bouw van zuiveringsinstallaties wordt besloten.

De drang om de waterverontreiniging aan te pakken heeft er, mede door de druk van de publieke opinie, die vraagt om oppervlaktewater van betere kwaliteit, toe geleid, dat met meer durf besloten werd tot de bouw van nieuwe typen zuiveringsinstallaties. Daarmee werd enig risico aangevaard, ook als van te voren niet heel duidelijk viel uit te maken of het systeem al dan niet *geheel* optimaal zou werken. De hoofdzaak was, dat er redelijke mate van zekerheid moest kunnen worden gegeven, dat het systeem in staat kon worden geacht om een goed effluent af te leveren.

Het in werking komen van de WVO (Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren), heeft voorts een veel sterkere impuls gegeven, dan door velen werd verwacht. Het beginsel dat de vervuiler moet betalen,

komt tot uitdrukking in een toename van de aanslag van zuiveringslasten die geheven worden in grotere, het gehele land dekkende regionale zuiveringsorganisaties, en in het betalen van heffingen voor de lozingen op Rijkswateren.

Gelden nodig voor de bouw van zuiverings-technische voorzieningen komen daardoor gemakkelijker ter beschikking dan in het verleden het geval is geweest.

Het besef dat afvalwater zuiveren geld kost enerzijds en de wens om voor die uitgaven uiteindelijk ook een betere kwaliteit van het oppervlaktewater te bereiken, zodat dit weer voor andere maatschappelijke doeleinden dienstbaar kan worden gemaakt, heeft er toe geleid dat aan de effluënten van zuiveringsinstallaties hogere eisen worden gesteld.

In de beginperiode van de bouw van zuiveringsinstallaties was het nog vaak zo dat het al heel mooi werd gevonden wanneer er als eerste fase een mechanische zuivering, eventueel met slijkgisting, tot stand kwam. Het effluent, ontdaan van de bezinkbare delen, werd dan aan het oppervlaktewater toevertrouwd, in de verwachting dat de zelfreinigende werking daarin voldoende was om verdere afbraak van de opgeloste stoffen in het afvalwater tot stand te brengen.

Dergelijke installaties waren van zodanige opzet dat een latere voltooiing met een oxydatief-biologisch gedeelte zonder extra investeringen mogelijk was.

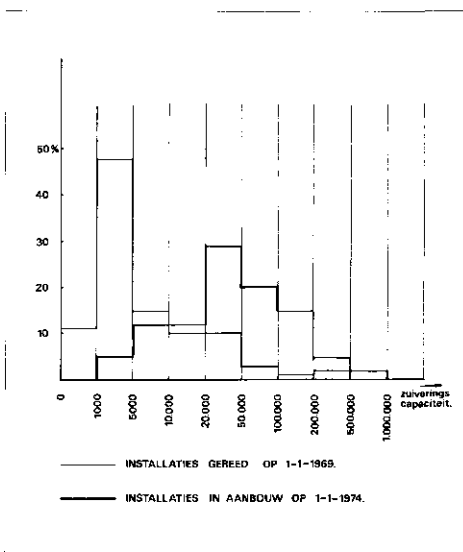
Tot die voltooiing zou dan moeten worden besloten als de toestand van het ontvangende water daartoe aanleiding gaf, en de beheerder van de installatie de financiële 'klap' als gevolg van de bouw van de eerste trap te boven was gekomen. Dit laatste bleek in die tijd in de praktijk nog al eens een langdurig proces te kunnen worden.

De komst van de Pasveersloot, ook wel oxydatiesloot genaamd, in de jaren 50, heeft hierin een verandering ten goede teweeggebracht.

Aanvankelijk is de oxydatiesloot ontwikkeld voor toepassing bij kleine plattelandskernen tot enkele duizenden inwoners. Wanneer evenwel ruimteproblemen niet in weg staan is dit systeem ook voor grotere kernen toe te passen.

Zolang de lagere investeringskosten per inwonerekwivalent niet worden te niet gedaan door de hogere energiekosten, kan de oxydatiesloot ook in grotere eenheden concurreren met installaties van het conventionele type. Zijn de energieprijzen laag, hetgeen tot voor kort het geval was, (relatief gesproken) dan kunnen oxydatiesloten worden gerealiseerd tot een grote van enkele honderdduizenden inwonerekwivalenten.

Afb. 1.



In de jaren tussen 1960 en 1970 is dit systeem getransformeerd tot de zogenaamde carroussels en tot laagbelaste systemen met oxydatietanks voorzien van diverse typen beluchters.

Bovengenoemde systemen zijn alle actief-slib systemen, waarmee een vergaande reductie van het BZV valt te bereiken, alsmede een vergaande oxydatie van de ammonium-stikstof (NH₄) en de organisch gebonden stikstof, tot nitraat (NO₃). De mogelijkheden en beperkingen van deze vorm van aërobe zuivering zal in de voordracht van *professor Koot* uitvoerig besproken worden.

Installaties van het oudere type, toegerust met oxydatiebedden en die welke behoren tot de hoog-belaste actief-slib systemen, leveren een effluent af met over het algemeen een geringere reductie van het BZV en ook, maar vooral in de wintermaanden, met een geringere graad van nitrificatie, hetgeen resulteert in een hogere concentratie van NH₄ in het effluent.

Voor installaties lozende op de Rijkswateren wordt voor het zuurstofbindende vermogen van het effluent een heffing opgelegd, die wordt berekend aan de hand van de volgende formule.

Aantal inwonerekwivalenten =

$$\frac{Q}{180} (2.5 \text{ BZV}_5 + 4.57 \text{ N}).$$

Hierin is:

Q, het aantal m³ afvalwater per etmaal;
BZV₅, het biochemisch zuurstofverbruik in 5 dagen in mg/l;

N, de som van ammoniumstikstof en organisch gebonden stikstof in mg/l.

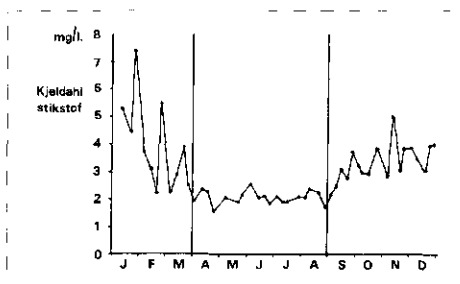
Uitgangspunt voor deze formule zijn die stoffen in het afvalwater die zuurstofbindende eigenschappen bezitten en die daardoor een beroep doen op de zuurstofvoorraad in het ontvangende water bij hun verdere mineralisatie.

Door middel van de gemeten BZV₅-concentratie in het effluent van de zuiveringsinstallatie kan een oordeel worden gevormd over de mate waarin de organische koolstofverbindingen uit het afvalwater in de installatie worden afgebroken.

Door meting van de ammoniakstikstof en de organisch gebonden stikstof, wordt een indruk verkregen van de mate waarin deze zuurstofbindende stikstofverbindingen uit het afvalwater worden geëlimineerd.

Deze stikstofverbindingen (NH₄) worden door oxydatie omgezet in nitraat (NO₃).

Dit proces wordt nitrificatie genoemd. Ook in oppervlaktewater vindt deze omzetting plaats, zij het met geringe snelheid en alleen onder aërobe omstandigheden.



Afb. 2 - Rijn bij Lobith in 1970.

Voorts is de snelheid van nitrificatie afhankelijk van de temperatuur. Daalt deze beneden de 10 °C dan loopt deze snelheid sterk terug, zelfs tot nul.

Ook in de zuiveringsinstallatie zelf is de nitrificatie van het afvalwater in de winterperiode duidelijk minder dan in de zomer. Vooral bij oxydatiebedden is dit verschil zeer duidelijk.

Deze verminderde nitrificatie in de winter verklaart ook de hogere NH₄-gehalten in het water van bijv. de Rijn gedurende het winterhalfjaar (zie afb. 2).

Niet alleen worden dan de NH₄-verbindingen die met niet-gezuiverd afvalwater worden geloosd minder goed omgezet, doch ook de effluënten van de zuiveringsinstallaties langs de Rijn zijn minder goed genitriciseerd.

Het streven bij de zuivering van het afvalwater is er op gericht de NH₄-concentratie door oxydatie tot NO₃ zoveel mogelijk te verlagen.

Lage NH₄-gehalten in het rivierwater zijn met name daar gewenst, waar dit water als grondstof voor drinkwater moet dienen. Ligt het NH₄-gehalte van deze grondstof namelijk hoger dan 1 mg/l, dan zal bij de zuivering tot drinkwater de oxydatie moeten worden geforceerd bijv. met behulp van breekpuntschloring.

Voor het water van een rivier als de Rijn, gelukt het momenteel bij lange na niet door het NH₄-gehalte in de winter tot 1 mg/l terug te brengen. Dit is zelfs in de zomer dikwijls al niet haalbaar, zoals ook blijkt uit het verloop van het NH₄-gehalte in de zomer van 1970.

Aan de kwaliteit van de op de Rijn geloosde effluënten, gezuiverd en niet gezuiverd zal dan ook nog enorm veel moeten verbeteren eer de waterleiding-bedrijven langs deze rivier over het niveau van het NH₄-gehalte tevreden zullen kunnen zijn.

In Nederland zelf zullen daartoe nog behoorlijke zuiveringsinspanningen nodig zijn, evenzo in de landen bovenstrooms. Niet alleen met het oog op de zuurstofhuishouding in het ontvangende water doch ook met het oog op het veel voorkomende gebruik als grondstof voor de

drinkwaterbereiding is een laag NH₄-gehalte van betekenis.

Oxydatie van ammonium levert echter nitraat, dat samen met het fosfaat uit het afvalwater behoort tot de minerale zouten die de algenbloei in het water bevorderen. Dat overmatige algenbloei in het oppervlaktewater ongewenste gevolgen heeft voor de kwaliteit is voldoende bekend.

De zuivering van afvalwater met behulp van de tot nu toe besproken methoden gaat niet zo ver dat zgn. voedingszouten of nutriënten uit het effluent worden verwijderd. Deze zouten vormen de oorzaak van de secundaire waterverontreiniging die gekenmerkt wordt door een overmatige algenontwikkeling in daarvoor gunstige perioden van het jaar.

Vooraf in vrijwel stilstaande wateren, waarin het aanwezige slib bezinkt en het licht niet kan doordringen doen deze bezwaren zich gevoelen. Vele oppervlaktewateren in Nederland verkeren in die omstandigheden, en een belasting van deze wateren met de effluënten van biologische zuiveringsinstallaties is daarom niet zonder bedenking.

Van de beide genoemde nutriënten is het fosfaat door aanvullende maatregelen bij de zuivering het gemakkelijkste te verwijderen. Verwijdering van één van de twee genoemde nutriënten is voldoende om de algenbloei tegen te gaan. Verwijdering van het fosfaat ligt voor de hand, te meer omdat de mogelijkheden waarop stikstofverbindingen langs andere wegen in het oppervlaktewater kunnen geraken dan door lozing van effluënten van zuiveringsinstallaties, vele zijn.

Zoals reeds werd gesteld zijn de fosfaten niet langs biologische weg uit het afvalwater te elimineren. In huishoudelijk afvalwater, dat in de regel gemengd is met een zekere hoeveelheid industrieel afvalwater, komt altijd fosfaat voor. Het is een uitscheidingsproduct van het stofwisselingsproces en voor een goed verloop van de biologische zuivering van het afvalwater is het fosfor zelfs een onmisbaar element. Een volledige, of vrijwel volledige eliminatie van het fosfaat is bij de zuivering van afvalwater alleen te bereiken met fysisch-chemische middelen, zoals toevoeging van chemicaliën die het fosfaat omzetten in niet oplosbare vlokvormige materie, die door bezinking uit het afvalwater kan worden afgescheiden.

Over de mogelijkheden van en ervaringen met de fosforeliminatie spreekt *ir. Karper*. (Zijn voordracht is reeds gepubliceerd in H₂O (7) 1974, nr. 12, p. 227 — Red.) Dat deze bewerking voor de Nederlandse omstandigheden belangrijk is, behoeft dacht ik geen betoog. We hebben nogal wat oppervlaktewateren die gevoelig zijn voor

overmatige algenontwikkeling.

Grenswaarden voor de fosfaatgehalten, die leiden tot het optreden van overmatige planktonontwikkeling zijn in orde van grootte bekend.

Zo is bekend dat het water van de Rijn een gehalte aan fosfaat bevat dat ver boven deze grens uitkomt.

Dit heeft consequenties, omdat vele van de belangrijkste oppervlaktewateren in Nederland met Rijnwater worden gevoed, waardoor dus een externe fosfaatbron voor vele oppervlaktewateren in ons land een gegeven vormt waaraan op korte termijn weinig is te veranderen.

Mede daardoor is het niet eenduidig te zeggen of fosfaatverwijdering steeds zinvol is, en of de resultaten van de behandeling van een bepaald effluent nu dadelijk voldoende resultaten zal kunnen opleveren om de kosten van deze behandelingswijze te motiveren.

Per geval zal daarom moeten worden nagegaan wanneer daadwerkelijk tot fosfaat-eliminatie moet worden overgegaan.

De meest geëigende methode om daartoe te kunnen besluiten, is het opstellen van een fosfaatbalans per hydrografische eenheid waarbinnen de lozing plaatsvindt. Een eenvoudige voorstelling van zo'n fosfaatbalans is in het schema van afb. 3 gegeven. Fosfaatverwijdering door chemicaliën toe te voegen is als aanvulling op de biologische zuivering gemakkelijk en zonder hoge extra investeringsuitgaven door te voeren.

Uit de voordracht van *ir. Karper* zal wel blijken dat de kosten in hoofdzaak ontstaan door de kosten van de aankoop van de benodigde chemicaliën. Installaties van het actief-slib type lenen zich het gemakke-

lijkste voor toepassing van deze chemische zuiveringsmethode, zodat men om deze reden gedurende de laatste jaren de voorkeur naar een meer algemene toepassing van deze systemen is uitgegaan.

Verwacht mag worden dat de fosfaatverwijdering in Nederland in de komende jaren op veel plaatsen toepassing zal gaan vinden. Optimalisering van de daarbij toe te passen doseringsmethoden en het vinden van de meest geschikte chemicaliën zijn vraagstukken die daarbij de grootste aandacht verdienen.

Betekent de grote aandacht die aan het fosfaat wordt besteed dat de lozing van het andere nutriënt, stikstof, duidelijk op het tweede plan is gesteld?

Voor de meeste effluënten, die voor een groot deel uit huishoudelijk afvalwater bestaan, moge dit voorlopig zo worden gezien, voor specifieke industriële effluënten zoals bijv. het afvalwater van de bedrijven van de Staatsmijnen is dit zeker niet 't geval. De verwijdering van de stikstofverbindingen uit afvalwater vormt het onderwerp van de voordracht van *dr. Dijkstra* die daarbij zal aangeven welke fysische, chemische en biologische methoden mogelijk zijn om de verwijdering van de stikstof uit het afvalwater te bewerken.

Gezien de verschillen in samenstelling en concentratie van de afvalstoffen in industrieel afvalwater, ten opzichte van het huishoudelijk afvalwater, ligt het voor de hand te verwachten dat zich bij de zuivering van het industriële afvalwater als zodanig andere mogelijkheden voordoen om tot een goed effluent te komen en in het gunstigste geval om van het effluent af te komen door recirculatie.

Dat bij de zuivering van industrieel afvalwater zich andere mogelijkheden aandienen dan die welke we zo gewend zijn bij de zuivering van het huishoudelijk afvalwater, zal ook blijken uit de voordracht van *prof. Fohr*, die zal gaan over de anaërobe zuivering van afvalwater.

Het anaërobe zuiveringsproces is geen nieuws in de zuiveringstechniek, vanouds is het een onderdeel van de conventionele zuivering, waarbij het door bezinking afgescheiden slijk door anaërobe gisting, de zogenaamde methaangisting, wordt omgezet in een stabiele, gemakkelijk te ontwateren humusachtige substantie en waarbij methaangas vrijkomt dat desgewenst kan dienen voor de energievoorziening van de installatie.

Ook deze vorm van zuivering, die tot stand komt door tussenkomst van de methaanbacterie, moet nog tot de biologische zuiveringsmethoden worden gerekend. Evenals het geval is bij de aërobe zuiveringsprocessen, die zich afspelen in oxydatiebedden of in een van de onderscheidene actief slib systemen, zijn deze biologische processen in zekere mate gevoelig voor storingen.

Storingen kunnen de goede werking van de installatie in de war sturen waardoor behoorlijke overlast kan ontstaan. Dit heeft velen er toe verleid er over te denken of de biologische methoden maar niet geheel aan de kant zouden moeten worden gezet om plaats te maken voor een behandeling geheel langs niet-biologische weg.

Daarover gaat dan de laatste voordracht in deze cursus, die van *prof. Kossen*, die ons op dit punt enkele 'eye openers' zal presenteren die ons op z'n minst tot nadenken zullen stimuleren. (De voordracht van *prof. Kossen* is reeds verschenen in *H₂O* (7) 1974 nr. 12, p. 234 — Red.) Een benadering van uit een geheel andere hoek is juist zo gezond omdat daardoor een zekere verstarring, die dreigt te ontstaan bij toepassing van beproefde methoden voor de behandeling van afvalwater, wordt voorkomen.

De lessen die geleerd kunnen worden uit de behandeling van afvalwater door niet-biologische methoden kunnen wellicht bevruchtend werken voor de ontwikkeling van aanvullende methoden waarmee de effluënten van de biologische zuivering verder zouden kunnen worden verbeterd. Dit zou dan moeten betekenen; verbeterd tot een kwaliteit die te goed (te duur!) is om te lozen, dat wil zeggen dat dit water kan dienen voor enigerlei vorm van hergebruik, zonder tussenkomst van een verblijf in het oppervlaktewater.

Afb. 3 - Eenvoudige voorstelling van een fosfaatbalans.

