

Hogere eisen houden techniek scherp

De werking van aërobe waterzuiveringsinstallaties berust op biologische afbraak van verontreinigingen met behulp van zuurstof. De bioreactor bevat een grote massa micro-organismen die zich laten voeden met afvalwater. De bacteriën 'eten' de daarin aanwezige verontreinigingen op en oxideren de milieuschadelijke componenten tot afbraakprodukten als CO_2 , H_2O , nitraten of sulfaten. Het concept is oud, maar nieuwe ontwerpen en uitbreiding van biodiversiteit houden de techniek jong en innovatief.

Johan van Groenestijn,
Dick Eikelboom
en Arnold Mulder.

Op dit moment heeft ongeveer 59% van de industriële bedrijven met procesafvalwater beschikking over een zuiveringsinstallatie. De gezamenlijke capaciteit hiervan bedraagt dertien miljoen vervuilingseenheden (een maat voor de hoeveelheid oxideerbaar materiaal in afvalwater; één eenheid is de totale hoeveelheid zuurstofbindende stoffen die een heel gezin jaarlijks in het riool loost). De bewezen bedrijfszekerheid en de bevredigende zuiveringsprestaties hebben ertoe bijgedragen dat zestig procent van de installaties een aërobe biologische grondslag heeft.

In een aëroob biologisch zuiveringssysteem wordt afvalwater in contact gebracht met een grote massa bacteriën (actief slib of biofilms) en belucht. De vervuiling dient als brandstof en bouwstof voor de micro-organismen. De aërobe bacteriën bezitten het vermogen om een breed spectrum aan verbindingen in aanwezigheid van zuurstof snel en efficiënt te oxideren. Zo zetten ze organische stoffen om in CO_2 en H_2O , ammonium in nitraat en sulfide in sulfaat. Na afloop worden de micro-organismen van het schone water gescheiden en gerecirculeerd. Een deel van de steeds groter wordende biomassa verlaat de reactor in de richting van een slibgistingsreactor of verbrandingsoven.

Er bestaan verschillende aërobe biologi-

sche processen. Alle vertonen een bijna volledige verwijdering van biologisch oxideerbare verontreinigingen. De verschillen treden op bij het ruimtebeslag, de slibproductie, de stabiliteit en de mate van omzetting van persistente organische verbindingen.

Conventionele ontwerpen voldoen niet meer. De meest bekende methode, het actief-slibproces, maakt gebruik van bacteriën die vlokken vormen. Deze actieve vlokken zijn gesuspenderd in de zogenaamde beluchtingsruimte. In een aparte nabezinktank bezinken de vlokken, waardoor een helder supernatant overblijft: het resulterende effluent.

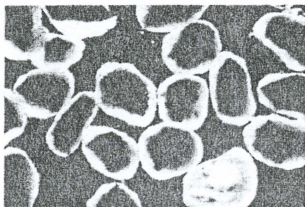
Daarnaast zijn er systemen waar de bacteriën in een zogenaamde biofilm zijn aangebracht op het oppervlak van een vast dragermateriaal. Reeds aan het eind van de vorige eeuw werd in Engeland een systeem ontwikkeld waarin afvalwater wordt gepercoleerd over een biobed van bijvoorbeeld lavaslakken. Het werd aanvankelijk veel toegepast. Een variant hierop zijn de biorotoren: ronddraaiende schijven, bedekt met slib, die half in het afvalwater zijn gedompeld.

De conventionele systemen vertonen echter een aantal tekortkomingen:

- ze nemen veel ruimte in beslag omdat de maximale volumebelasting erg laag is;
- ze produceren grote hoeveelheden (verontreinigd) zuiveringsslib;
- vaak zijn kostbare voorzieningen nodig om de emissie van stankcomponenten te voorkomen;
- de systemen kunnen niet voldoen aan toekomstige lozingeisen voor stikstof en fosfor;
- moeilijk afbreekbare verbindingen en microverontreinigingen worden vaak onvoldoende verwijderd.

Ook zijn de conventionele zuiveringstechnologieën veelal ontwikkeld voor behandeling van huishoudelijk afvalwater en zijn deze lang niet altijd toepasbaar voor de behandeling van industrieel afvalwater, waar het vaak om 'maatwerk' gaat. Deze beperkingen hebben geleid tot de ontwikkeling van nieuwe processen en van diverse innovatieve reactorsystemen.

Dr. Ir. J.W. van Groenestijn, Ir. D.H. Eikelboom en Ir. A. Mulder zijn werkzaam bij de afdeling Milieubiotechnologie van het Instituut voor Milieuwetenschappen TNO te Delft.



Biofilm op lavadeeltjes van 0,2-0,3 mm (foto: MBT-TNO).

biologische aërobe METHODEN

Nieuwe systemen op de markt. De reactor-systemen die de laatste decennia zijn ontwikkeld, verschillen onderling aanzienlijk wat betreft ontwerp en uitvoering. De vernieuwingen zijn gericht op hogere volumebelastingen, compactere reactoren, terugdringen van de slibproductie en het verwijderen van fosfaat, stikstof en persistente verbindingen.

Een aanzienlijke ruimtebesparing is verkregen door de toepassing van kolomvormige reactoren, meestal gebaseerd op het 'airlift-principe'. Water met luchtbellen stroomt omhoog, de bellen worden afgegeven en elders

uur te zijn, in plaats van tien tot twintig uur bij conventionele systemen. Verdere voordelen zijn de lagere slibproductie en de eenvoudiger stankbestrijding. Nadelen van het systeem zijn de slechtere opvang van vervuilingsspieken (door de kortere verblijftijd) en de slechtere filtering van zwevend stof (het effluent kan nog troebel zijn). Op de markt zijn onder andere het Oxitron-systeem (Dorr-Oliver) en de bovengenoemde driefasen-airliftreactor. De laatste is waarschijnlijk geschikt voor een simultane verwijdering van koolstof- en stikstofverbindingen.

Een vergelijking van aërobe biologische afvalwaterzuiveringstechnieken

Techniek	ervaring op praktijkschaal	stabiliteit	slibproductie	compact	mogelijkheden eliminatie persistente verbindingen
Conventioneel					
actief slib	veel	goed	hoog	neen	neen
oxidatiebed	veel	matig	hoog	neen	neen
bioreactoren	veel	matig	hoog	neen	neen
combinaties hiervan	veel	goed	hoog	neen	neen
Nieuw					
kolomreactoren met actief slib	weinig	goed	hoog	ja	neen
'sequential batch'	weinig	goed	hoog	neen	ja
kolomreactoren met slib op drager	weinig	?	laag	ja	soms
membraanreactoren	geen	?	laag	ja	ja
combinatie: chem./biologisch	nauwelijks	?	?	soms	ja

daalt het water weer. Voorbeelden zijn de 'Deep Shaft' reactor (ICI), de Bio-Hochreactor (Hoechst) en de driefasen-airliftreactor (Paques, TNO, TUD). Andere kolomvormige reactoren zijn de Bayer-Turm biologie (Bayer) en de Multireactor.

Grotere hoeveelheden biomassa in de reactor leidt tot verhoging van de volumetrische capaciteit en levert ruimtebesparing op. In de praktijk is dit verwezenlijkt door hechting van de micro-organismen op zwevend dragermateriaal, zoals zandkorrels. De korrels zweven (ofwel bezinken continu) in een opwaartse stroom van water en door hun gewicht zijn ze gemakkelijk in grote hoeveelheden in de reactor te houden. Dit levert in vergelijking met de conventionele actief-slib reactoren een vijfmaal hogere biomassaconcentratie op. Hierdoor hoeft de verblijftijd van het afvalwater in de reactor slechts twee

Een alternatieve methode om hoge concentraties slib in de reactor te houden is op dit moment in ontwikkeling. Het principe berust op een scheiding van slib en water door middel van membraanfiltratie. Het leidt tot compactere reactoren, die bovendien maar weinig zuiveringsslib produceren. Ook de zeer langzaam groeiende bacteriesoorten, die persistente verbindingen afbreken, kunnen zich hierin beter handhaven (TNO, UvA).

Voor de behandeling van industrieel afvalwater met moeilijk afbreekbare verbindingen is een aantal speciale systemen in ontwikkeling. Bijvoorbeeld het zogenaamde 'sequential batch' systeem dat bestaat uit een aantal reactoren in serie. In elke reactor vindt afwisselend beluchting en bezinking plaats. Het water stroomt door naar de volgende reactor, het slib niet. Hierdoor ontstaat in elke reactor een aparte bacteriële

biologische aërobe **METHODEN**

flora met verschillende gewenste eigenschappen.

Een andere methode om piekbelastingen met xenobiotica (natuurvreemde stoffen) op te vangen is het continu doseren van kleine hoeveelheden van de risicostof uit het bedrijf in de zuiveringsinstallatie. De bacteriële flora blijft dan continu aangepast (in conditie) om bij calamiteiten grotere hoeveelheden snel weg te werken. Dit principe wordt in Nederland met vinylchloride toegepast.

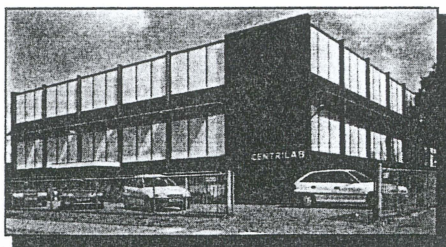
Afstemmen op wensen. De biodiversiteit van aërobe micro-organismen blijkt enorm, waardoor steeds meer natuurvreemde stoffen afbreekbaar zijn in de aërobe biologische afvalwaterzuivering. Ook de combinatie van fysische of chemische zuivering met biologische technieken is sterk in opkomst. Een voor- of nabehandeling van afvalwater met ozon, waterstofperoxide of UV-straling (zie bijdrage Chemische methoden van J.W. Assink elders in dit nummer) zorgt ervoor dat biologisch moeilijk afbreekbare verbindingen overgaan in beter verteerbare substraten.

Door onderzoek en ontwikkeling zijn de prestaties van de aërobe biologische technieken steeds beter af te stemmen op de wensen van bedrijven en overheden. Bacteriën voor specifieke taken komen beschikbaar. Zo is het mogelijk dat door een aangepaste bedrijfsvoering bacteriën zich gaan ontwikkelen die uitzonderlijk veel fosfaat opnemen uit het afvalwater en dat intracellulair opslaan in de vorm van polyfosfaat (LUW, DHV, BKH). Ook specifieke verwijdering van nitraten is mogelijk. Dit gebeurt in zuurstofloze zones in de zuiveringsinstallatie, waar bepaalde bacteriesoorten nitraat gebruiken als oxidatiemiddel om organische stoffen om te zetten: de zogenaamde denitrificatie, met als eindproduct N_2 . Recentelijk is zelfs een aantal compacte denitrificatie-reactoren ontwikkeld (Dorr-Oliver, Degremont, Preussag).

Al deze nieuwe ontwikkelingen en aanpassingen zullen ertoe bijdragen dat het concept van biologische aërobe zuivering nog lang favoriet blijft, ofschoon het zeker concurrentie zal gaan krijgen van anaërobe biologische zuiveringsmethoden.

Literatuur

1. C.M. Baas, P.J.J.G. Geudens en L.E. Duvoort - Van Engers (1993) Afvalwaterzuiveringsslib van bedrijven en instellingen. *H₂O* 26:74-76.
2. A. Mulder en J.J. Heijnen (1987) Toepassing van fluidbed-reactoren bij de zuivering van industrieel afvalwater. *H₂O* 20:396-399.
3. A. Mulder, D.H. Eikelboom, R. Kampf en R.J. Franklin (1990) Drie-fasen airliftreactor zuivert stedelijk afvalwater. *Land+Water*, maart 1990:108-111.
4. Nitrificatie en denitrificatie in compactsystemen. Inventarisatie en praktijkervaringen (1992). STORA rapport, programma PN-1992.
5. Handleiding biologische fosfaatverwijdering (1991). STORA-rapport, Landbouwniversiteit Wageningen.



CENTRILAB IS INGESCHREVEN IN HET STERLAB REGISTER VOOR LABORATORIA ONDER NR. 23 VOOR GEBIEDEN ZOALS NADER OMSCHREVEN IN DE ERKENNING.

Centrilab

Onafhankelijk adviesbureau en laboratorium voor chemie, microbiologie en techniek

Koningsweg 8, Postbus 249, 3760 AE Soest, telefoon 02155-10844, telex 43041

Gespecialiseerd in onderzoek en advies op het gebied van:

- de behandeling van drinkwater
- de behandeling van zwemwater
- de behandeling van industriewater
- de behandeling van water voor speciale toepassingen
- de behandeling van afvalwater
- het kwaliteitsbeheer van oppervlaktewater
- corrosie en corrosiepreventie in watervoerende systemen
- bioafbreekbaarheid en toxiciteit van stoffen in het aquatisch milieu

't Lab dat reageert...

Het meest complete lab staat in Meppel. Een lab wat weliswaar zelf geen labwerkzaamheden uitvoert, maar waar wel snel en goed gereageerd wordt!

Want Boom levert alles voor uw laboratorium op het gebied van apparatuur, benodigdheden en chemicaliën. En dat maakt bestellen wel heel eenvoudig!

Een leverancier, waar u van op aan kunt, met een uniek assortiment, snelle levering en goede service!



...voor 't lab dat filtreert!

Of het nu gaat om filtreren, demineraliseren of destilleren: het lab dat de kwaliteit van water analyseert vindt bij Boom een compleet assortiment benodigdheden.

Van glaswerk tot waterbaden en destilleerkolommen, Boom heeft het. Dus als u filtreert, infiltreren wij graag in uw laboratorium met onze producten!

Reageer nu:

Boom / wilten woltil b.v.

Postbus 37 - 7940 AA Meppel. Tel. 05220 - 68700 Fax 05220 - 60779