

Nereda™

INLEIDING

Nederland heeft wereldwijd een grote naam op het gebied van watertechnologie. Bekende voorbeelden waarmee Nederland in het verleden bekend is geworden zijn de Carrousel en de UASB reactor. Andere processen zoals Sharon, Anammox, Babe en MBR zijn van recentere datum.

Sinds 1998 wordt in nauwe samenwerking tussen TUD en DHV en met ondersteuning van STW en STOWA intensief gewerkt aan de ontwikkeling van een nieuwe afvalwaterzuiveringstechnologie die is gebaseerd op **aërobe** korrels.

Ruim 30 jaar geleden werd door de Wageningse professor Lettinga de UASB technologie ontwikkeld, die berust op de vorming van **anaërobe** korrels. Deze korrels bezinken zodanig snel dat de scheiding met het gezuiverde afvalwater snel én in één biologische reactor kan plaatsvinden. De in Nederland ontwikkelde anaërobe korreltechnologie maakt het mogelijk om tegen lage kosten afvalwater van organische vervuiling te ontdoen. Daarbij wordt bovendien biogas gevormd dat vervolgens als energiebron kan worden aangewend. De omzetting en verwijdering van nutriënten vindt echter niet plaats en het proces verloopt minder optimaal bij lage temperaturen. Sinds de ontdekking van anaëroob korrelslib wordt daarom wereldwijd gezocht naar de mogelijkheden van aëroob korrelslib.

De genoemde samenwerking tussen TUD en DHV mondde eind 2003 uit in een STOWA-praktijkonderzoek op de rwzi Ede. Na een periode van intensief onderzoek werd in 2005 een doorbraak bereikt, die het mogelijk maakt de technologie thans op te schalen naar praktijktoepassingen. Het unieke van de technologie, die inmiddels de naam Nereda™ (waternimpf) heeft gekregen, komt onder meer tot uiting in het minimale ruimtebeslag, de hoge mate van duurzaamheid en de significant lagere investerings- en exploitatiekosten. Daarmee heeft de technologie een enorme marktpotentie en is de belangstelling bij de Nederlandse waterbeheerders en industrie groot.

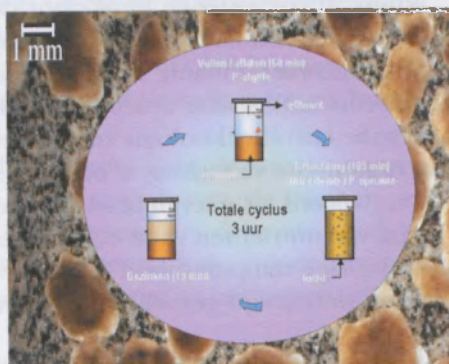
In juni 2005 is de Nereda™-technologie de innovatieprijs 'De Vernufteling' toegekend. Dat was het startsein om binnen de branche een traject in gang te zetten, waarmee wordt beoogd om in een periode van enkele jaren deze jonge technologie wereldwijd een volwassen alternatief te laten zijn voor de huidig toegepaste systemen en vervolgens te laten doorbreken tot een wereldwijd erkende duurzame innovatie. Het traject is erop gericht te komen tot een optimale verdere ontwikkeling van de technologie en anderzijds de realisatie van een groot aantal optimaal functionerende referenties. Belangrijke partijen uit de branche en de overheid zijn er inmiddels van overtuigd dat zich een unieke kans voordoet om deze technologie tot een succesvolle innovatie te maken.

TECHNOLOGIE

Korrelslib wordt gedefinieerd als deeltjes met een diameter $>0,2$ mm die niet coaguleren bij lage afschuifkrachten en die significant sneller bezinken dan actiefslibvlokken. De goede bezinkeigenschappen kunnen worden vastgesteld aan de hand van de SVI. Bij korrelslib ligt de SVI laag, maar bovendien is het verschil tussen de SVI gemeten na 5 en 30 minuten gering. Dit betekent dat aëroob korrelslib snel bezinkt en niet of nauwelijks indikt. Dit in tegenstelling tot actiefslib waar de SVI_5 ongeveer een factor twee hoger is dan de SVI_{30} , en het bezinkproces dus veel langzamer verloopt.

Het aëroob korrelproces wordt batch-gewijs bedreven en bestaat uit verschillende cyclusstappen, die schematisch in Figuur 1 zijn aangegeven.

1. **Vullen:** Gedurende deze fase wordt het afvalwater opwaarts door de reactor geleid. De vulfase is niet belucht waardoor langzaam groeiende fosfaat accumulerende bacteriën (PAO's) worden geselecteerd;
2. **Beluchten:** Tijdens deze fase vinden meerdere biologische processen tegelijkertijd plaats. In de korrel is sprake van een zuurstofgradiënt, waarbij de buitenkant aëroob is en de kern van de korrel anoxisch/anaëroob. Nitrificatie vindt aan de buitenkant plaats, terwijl denitrificatie aan de binnenkant verloopt. Ook vindt gedurende de beluchte fase opname van fosfaat plaats;
3. **Bezinken:** Deze fase wordt benut voor de scheiding van korrelslib en effluent en verloopt zeer snel a.g.v. de goede bezinkingseigenschappen van het korrelslib;
4. **Aflaten:** Nadat effluent en korrelslib zijn gescheiden wordt effluent afgelaten. Het is mogelijk gebleken om het aflaten van effluent gelijktijdig te laten plaatsvinden met cyclusstap 1, het vullen met influent, waardoor onder meer de 'effectiviteit van de cyclus' toeneemt.



Figuur 1: Schematische weergave cyclus.

STOWA ONDERZOEK RWZI EDE

Het STOWA onderzoek naar de toepasbaarheid van de aëroob korrelslibtechnologie voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater heeft plaatsgevonden van september 2003 – augustus 2005 op de rwzi Ede. In eerste instantie zijn de omstandigheden onderzocht, waarbij **korrelvorming** tot stand kon worden gebracht. Het ging hierbij om aspecten met betrekking tot de voorbehandeling, biologische fosfaatverwijdering en de invloed van afschuifkrachten. In tweede instantie richtte het onderzoek zich meer op de **optimalisatie** van de procesvoering. Hierbij is onder meer gekeken naar de mogelijkheden van stikstof- en fosfaatverwijdering, de effecten van een dynamisch aanvoerpatroon en de noodzaak tot voor- en nabehandeling.

Het onderzoek is uitgevoerd met een pilot-installatie (zie Figuur 2) bestaande uit twee reactoren met een hoogte en diameter van respectievelijk 6 en 0,6 m. De reactoren konden als bellenkolom en als airlift reactor worden bedreven, en werden gevoed met voorbehandeld of ruw afvalwater. De voorbehandeling bestond uit een voorbezinktank, waarvan het rendement kon worden verbeterd door het naschakelen van een zandfilter. Beluchting vond plaats door inblazing van fijne bellen (bellenkolom) of grove bellen (airlift reactor) en werd geregeld op basis van het zuurstofgehalte. Aflaten van effluent kon gescheiden plaatsvinden in een aparte cyclusstap, danwel worden gecombineerd met de vulfase van een cyclus. De installatie is gebouwd door Logisticon Water Treatment en de meet- en regelapparatuur is geleverd door Hach Lange en Siemens.



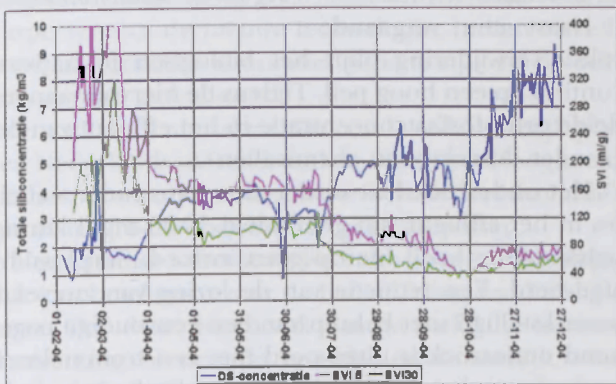
Figuur 2. Pilot-installatie rwzi Ede.

KORRELVORMING

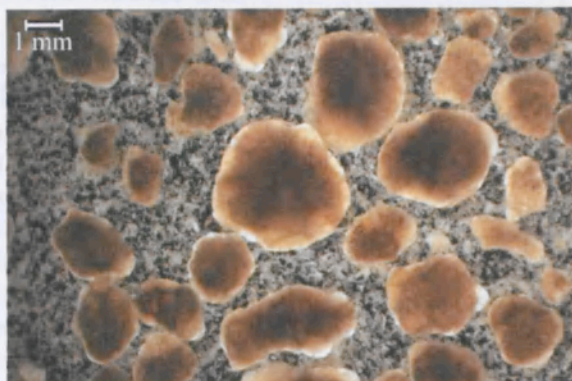
Op grond van eerder uitgevoerd laboratoriumonderzoek bij de TUD is op de rwzi Ede korrelvorming tot stand gebracht met voorbehandeld afvalwater. Het vormingsproces is gevolgd aan de hand van SVI-metingen en korrelgrootteverdelingen en werd sterk beïnvloed door onder meer de selectie van PAO's en de bezinkdruk. Uit activiteitsmetingen blijkt de fosfaatafgifte van aëroob korrelslib aanzienlijk hoger te zijn dan het actiefslib van de rwzi Ede (Biodenipho). Enigszins verrassend blijken de afschuifkracht en zuurstofconcentratie minder onderscheidende factoren te zijn. Halverwege het onderzoek is dan ook nog uitsluitend onderzoek verricht in bellenkolommen, die in vergelijking met airlift reactoren makkelijker zijn toe te passen op grootschalige rwzi's.

Na de opstartperiode is gedurende een periode van tien maanden een korrelslibconcentratie van 9 - 10 kg/m³ gehandhaafd. In Figuur 3 is het verloop van het korrelvormingsproces weergegeven, e.e.a. in relatie tot de SVI₅ en SVI₃₀. Op droge-stof-basis bestaat gemiddeld meer dan 80% van de slibpopulatie uit korrels, waarvan veruit het grootste deel met een diameter groter dan 0,6 mm.

Vanaf oktober 2004 is begonnen met het gelijk-



Figuur 3. Verloop korrelvorming.

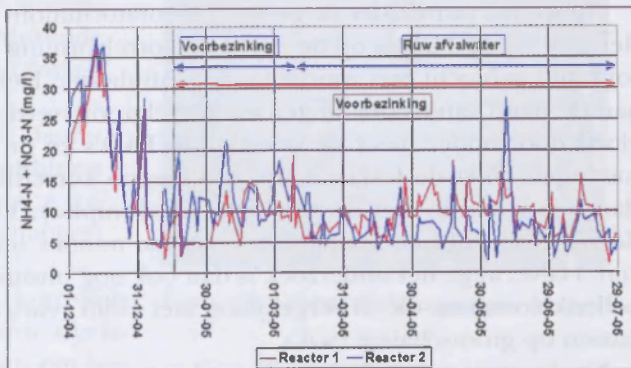


Figuur 4. Foto korrelslib uit de pilot (juni 2005).

tijdig vullen van influent en aflaten van effluent. Hierdoor daalt de bezinkdruk omdat de maximale hydraulische belasting tijdens de vulfase is gelimiteerd tot ongeveer 3 m/h. Dit om uitspoeling van zwevende stof te voorkomen. De daling van de bezinkdruk blijkt overigens geen negatieve invloed te hebben op de stabiliteit van de korrels (zie Figuur 4).

OPTIMALISATIE PROCESVOERING

Nadat volledige korrelvorming in combinatie met hoge korrelslibconcentraties zijn verkregen, is het stikstofverwijderingsproces geoptimaliseerd. Zoals uit Figuur 5 blijkt is na korte tijd een hoog verwijderingsrendement haalbaar met effluentconcentraties $< 10 \text{ mg N}_{\text{anorganisch}}/\text{l}$. Dit geldt voor zowel de reactor die is gevoed met voorbezonden influent als die met ruw influent (vanaf voorjaar 2005). Uit metingen blijkt de nitrificatiecapaciteit van het korrelslib hoog en robuust te zijn tegen belasting- en temperatuurvariaties. Deze resultaten zijn bereikt bij slibbelastingen die vergelijkbaar zijn met die in actiefslibsystemen.



Figuur 5. Stikstofconcentraties in effluent.

Naast een vergaande stikstofverwijdering blijft het biologisch fosfaatverwijderingsrendement vrijwel continu op een hoog peil. Tijdens de hiervoor aangegeven periode ligt de gemiddelde orthofosfaatconcentratie in het effluent van beide reactoren onder 1 mg/l (zonder dosering van chemicaliën).

Het onderzoek laat verder zien dat zonder nabehandeling zwevendestofgehalten in het effluent van gemiddeld 10-20 mg/l kunnen worden bereikt. De voorbehandeling heeft hierop geen invloed. Surplusslib wordt gedurende de cyclus afgevoerd. Een reductie van de lozing van zwevende stof kan effectief worden bewerkstelligd met behulp van een eenvoudige nageschakelde techniek. Verkenmend onderzoek is uitgevoerd met een trommelzeef. Bij een maaswijdte van $10 \mu\text{m}$ bedraagt het gemiddelde zwevendestofgehalte in het filtraat nog slechts gemiddeld 4 mg/l .

EINDOORDEEL

Het STOWA-onderzoek op de rwzi Ede heeft de toepasbaarheid van de aërobe korrelslibtechnologie voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater aangetoond. Nadat een vergaande korrelvorming was bereikt zijn de korrels bestand gebleken tegen de invloed van een wisselende influentsamenstelling, temperatuur en debietvariaties. Zowel met voorbehandeld als met ruw afvalwater is een goede effluentkwaliteit haalbaar gebleken. Voor de Nederlandse situatie bestaat de noodzaak om met een eenvoudige nabehandeling verwijdering van zwevend stof te optimaliseren. Potenties voor een betere effluentkwaliteit zijn op grond van de behaalde resultaten aanwezig, e.e.a. in combinatie met een goede beluchtingsregeling en andere nabehandelingstechnieken.

Verder heeft het aëroob korrelproces grote voordelen op het vlak van ruimtegebruik. Naast het feit dat met hogere korrelslibconcentraties wordt gewerkt, ontbreken de traditionele nabezinktanks en retourslibgemalen. Daarnaast is de noodzakelijke waterdiepte in de reactoren 6 - 8 m, waardoor het noodzakelijke grondgebruik significant kleiner is in vergelijking tot continue actiefslibsystemen. Omdat bij het aëroob korrelslibstelsel alle processen in één reactor plaatsvinden, ontbreken bovendien verschillende recirculatiestromen en meng-/voortstuwingseenheden. In combinatie met de efficiënte zuurstofinbreng in een hoge Nereda™ reactor leidt dit tot een aanzienlijk lager energieverbruik.

TOEKOMST

Mede gezien de duurzaamheid en eenvoud van het systeem blijkt uit meerdere studies dat de investerings- en exploitatiekosten beduidend lager kunnen liggen in vergelijking tot alternatieven, e.e.a. afhankelijk van de locatie-specifieke factoren. Zoals eerder aangegeven is er dan ook grote belangstelling vanuit zowel waterbeheerders als industrie voor toepassing van de technologie. Een tweede industriële installatie wordt binnenkort gerealiseerd, andere zijn in voorbereiding.

Als eerste waterbeheerder heeft het Hoogheemraadschap van Rijnland besloten een aanvullend onderzoek uit te voeren op de rwzi Aalsmeer. Dit onderzoek is begin 2006 opgestart en moet onder meer de vraag beantwoorden of korrelvorming op basis van ruw afvalwater mogelijk is. Daarnaast wil Rijnland bekend raken met de verschillende aspecten van de nieuwe technologie. Indien Nereda voor de rwzi Aalsmeer een goed en werkzaam alternatief blijkt te zijn, zal op deze locatie een full-scale installatie worden gerealiseerd.

Aalsmeer gaat met dit onderzoek deel uitmaken van een breed landelijk platform om deze innovatie tot een Nederlands succes te maken. Naast het Hoogheemraadschap van Rijnland, heeft ook een aantal andere waterbeheerders inmiddels plannen om deze technologie in haar beheersgebied te gaan toepassen.

In korte tijd is binnen de Nederlandse waterbranche een nieuwe technologie ontwikkeld, die een doorbraak kan betekenen voor de behandeling van huishoudelijk en industrieel afvalwater. Om deze doorbraak daadwerkelijk te kunnen bereiken is een goede samenwerking binnen de branche onontbeerlijk, want alleen dan kan Nederland haar naam op het gebied van watertechnologie hoog houden.

Helle van der Roest en Bart de Bruin, DHV