

Unieke combinatie op rwzi Beverwijk

RUUD SCHEMEN, AFVALWATERKETENBEDRIJF HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS

NOORDERKWARTIER

HIELKE VAN DER SPOEL, AFVALWATERKETENBEDRIJF HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS

NOORDERKWARTIER

SONIA SALEM, TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT

ROGIER VAN KEMPEN, GRONTMIJ WATER & RESTSTOFFEN

De rwzi Beverwijk is biologisch overbelast. Om aan de lozingseisen te voldoen, wordt een compacte deelstroombehandeling gerealiseerd die het totaalstikstofrendement van de zuivering moet verhogen. Middels een systeemkeuze waarin technologische, financieel-economische, beheersmatige en planmatige criteria zijn gewogen, koos het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier voor de realisatie van een SHARON-systeem. De stikstofrijke deelstroom bevat tevens veel BZV, waardoor zonder extra koolstofbron vergaande stikstofverwijdering via de nitrietroute mogelijk is. Een separate zuivering voor de behandeling van een deelstroom die zowel stikstof- als BZV-rijk is, is uniek in Nederland. De inbedrijfstelling van de installatie is voorzien in oktober van dit jaar.

Eind 2001 stelde het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier een beleidsnotitie op die inging op de vraag op welke wijze per 1 januari 2003 voldaan kon worden aan de AMvB Stedelijk Afvalwater. Hieruit bleek dat voor dat tijdstip niet voor elke rwzi de grenswaarde voor stikstof (10 of 15 mg/l) kon worden bereikt. Daarom is gekozen om gebiedsbreed aan een totaalstikstofrendement van 75 procent te voldoen. In dat kader is optimalisatie van met name grote hoog- of overbelaste installaties het meest effectief. De rwzi Beverwijk behoort tot die categorie.

De rwzi Beverwijk (326.000 i.e. à 136 g TZV) bestaat in feite uit twee parallelle zuiveringsinstallaties (zie foto op pagina 19). Het oude deel, Beverwijk & omstreken, bestaat uit vier oxidatiebedden en drie aërietanks en wordt op termijn vervangen. Het nieuwe deel, rwzi Beverwijk-Zaanstreek, is in 1995 uitgebreid en bestaat uit zes identieke straten. Iedere straat bestaat uit een voorbezinktank, een aërietank en een nabezinktank. Direct naast de zuivering staat de centrale slibdrooginstallatie van het hoogheemraadschap. Hier wordt de volledige hoeveelheid ontwaterd slib gedroogd. Het condensaat dat bij het droogproces vrijkomt, wordt samen met het centraat, afkomstig van de lokale slibontwatering op de rwzi Beverwijk, behandeld. In de toe-

komst wordt een deel van het verzorgingsgebied van de rwzi Beverwijk aangesloten op de rwzi Westpoort. Deze zuiveringsinstallatie wordt momenteel door de beheerder (het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht/DWR) uitgebreid. Vervolgens wordt de

SHARON?

SHARON is een efficiënt en kosteneffectief zuiveringssysteem⁴⁾, dat zich onderscheidt van andere biologische deelstroomtechnologieën, omdat enige vorm van slib-/waterscheiding ontbreekt (zie afbeelding 2). Bij een hoge temperatuur (30-40°C) en een korte oxische verblijftijd (één tot twee dagen) handhaven zich alleen de nitrificerende bacteriën (nitrosomonas) die ammonium tot nitriet oxideren. De bacteriën (nitrobacter) die nitriet omzetten in nitraat, hebben een te lage groeisnelheid, waardoor alleen nitriet wordt gevormd. Indien gewenst kunnen daarbij tevens lage ammoniumeffluentconcentraties worden behaald. Stikstofverwijdering via de zogenaamde nitrietroute bespaart 25 procent op beluchtingenergie en vergt 40 procent minder koolstof voor denitrificatie, waardoor tevens 40 procent minder bioslib wordt geproduceerd.

Het proces kan in één reactor of twee reactoren worden uitgevoerd. Bij een systeem bestaande uit twee tanks, één voor nitrificatie en één voor denitrificatie, wordt interne recirculatie toegepast. Vanwege de lage zuurstof- en BZV-behoefte wordt verhoudingsgewijs minder biologische warmte geproduceerd, waardoor koeling meestal overbodig is. De lagere zuurstofvraag heeft een kleinere beluchtinginstallatie tot gevolg. De afwezigheid van slibscheiding in combinatie met een hoge proces temperatuur maakt een eenvoudig en compact zuiveringssysteem mogelijk.

Afhankelijk van het type hoofdproces wordt de behandelde deelstroom inclusief bioslib naar de voorbezinking of de actiefslibtanks geleid. In het laatste geval wordt nitrificerende biomassa geënt aan het hoofdproces. SHARON verlaagt de stikstofvracht en verhoogt het totaalstikstofrendement waardoor de effluentkwaliteit van de rwzi aantoonbaar verbetert⁷⁾.



Laboratoriumopstelling van SHARON bij TU Delft.

installatie 'Omstreken' geamoveerd, waarna eventueel uitbreiding op het vrijgekomen terrein kan plaatsvinden.

Deelstroombehandeling

Conventionele uitbreiding van de bestaande installatie is niet haalbaar zolang onvoldoende ruimte op het terrein beschikbaar is. Daarnaast is de benodigde doorlooptijd voor realisatie van een dergelijke ingreep te lang, omdat al dit jaar moet worden voldaan aan de AMvB Stedelijk Afvalwater. Vanaf de bouw van de slibdrooginstallatie in 1996 is een separate zuivering voor de gecombineerde behandeling van het centraat en condensaat een uitbreidingsoptie¹⁾²⁾. De deelstroom wordt gekenmerkt door een hoge stikstof- en BZV-

concentratie, een hoge temperatuur en een relatief kleine volumestroom. De stikstofbelasting van de deelstroom vertegenwoordigt circa 30 procent van de totale stikstofbelasting van de rwzi en maakt slechts twee procent uit van de volumestroom. Indien gebruik kan worden gemaakt van een compacte zuiveringsmethode, is waarschijnlijk voldoende vrije ruimte voor realisatie beschikbaar.

Pragmatische aanpak

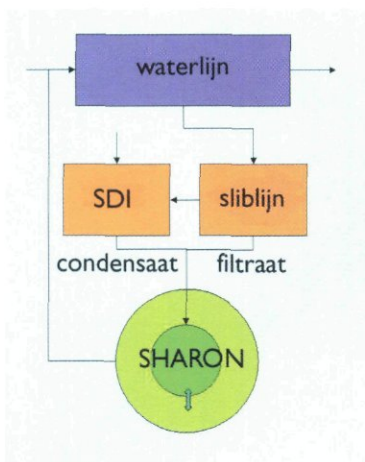
Gezien de korte termijn waarbinnen realisatie van de deelstroombehandeling is gepland, werd gekozen voor een pragmatische aanpak. Hierbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van beschikbare kennis. Een eerste selectie van geschikte technieken is verricht op basis van het STOWA-onderzoek betreffende de behandeling van stikstofrijke retourstromen^{3,4}. Daarnaast zijn alternatieve technologieën geïnventariseerd die sinds de verschijning van de genoemde STOWA-rapporten zijn ontwikkeld. Tevens heeft overleg plaatsgevonden met het Waterschap Groot Salland, dat voor de rwzi Zwolle ook een deelstroombehandeling realiseert. Voor de systeemkeuzestudie zijn uiteindelijk de volgende drie systemen geselecteerd: BABE⁵, SHARON⁴ en SHARON-ANAMMOX⁶.

Systeemkeuze

De systeemkeuze is verricht op grond van een uitgebreide vergelijking. Hierbij zijn zowel technologische, financieel-economische, beheersmatige als planmatige aspecten meegewogen. Bij de technologische beoordeling is tevens de eventuele meerwaarde gewogen van enting met nitrificerende biomassa aan het actiefslibproces. Uit de slibbelasting bleek dat de slibleeftijd niet kritisch was, waardoor slibenting niet bijdraagt aan verhoging van de totaalstikstof effluentkwaliteit. Tabel 1 toont het toetsingskader met daarin voor het hoogheemraadschap de belangrijke criteria. Per aspect is een weegfactor en een beoordeling per systeem toegekend. De totaalscore per systeem werd berekend door sommatie van de gewogen beoordelingen. Op basis van de hoogste totaalscore is SHARON als deelstroomzuivering voor rwzi Beverwijk gekozen.

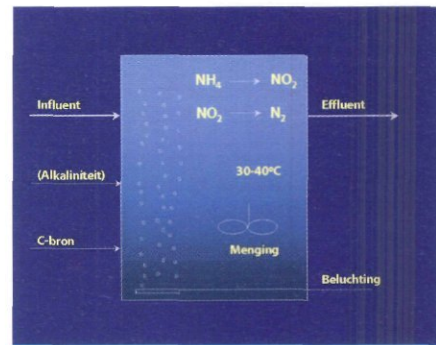
Unieke combinatie

De stikstofrijke deelstroom van rwzi Beverwijk bestaat uit een mengsel van centraat en condensaat. In Nederland is tot dusver geen deelstroomzuivering gerealiseerd voor de behandeling van het betreffende mengsel. Deze unieke combinatie leverde derhalve een aantal onbekendheden op. In tegenstelling tot het centraat is het condensaat rijk aan BZV, dat geschikt is voor het denitrificatieproces. Normaliter kan vergaande denitrificatie alleen worden bereikt middels een extra koolstofbron. Het denitrificatieproces verwijdert niet



Afb. 1: Schematische weergave van de praktijk-situatie.

alleen stikstof maar produceert tevens alkaliteit, die aanvullend nodig is ter compensatie van de zuurproductie van het nitrificatiepro-



Afb. 2: Schematische weergave van het SHARON-proces.

ces. Afhankelijk van het haalbare denitrificatierendement is dosering van een externe koolstofbron overbodig. Correctie van de pH met loog of kalk is ook een optie, maar is in verhouding minder kosteneffectief. Het condensaat bevat een grote verscheidenheid aan verbindingen waarvan de invloed op het nitrificatie-

Tabel 1. Toetsingskader voor de systeemkeuze.

aspect	weegfactor	BABE	SHARON	SHARON-ANAMMOX
exploitatiekosten	27%	+	++	+
totaalstikstofrendement	5%	++	++	+
energieverbruik	15%	-	0	++
geuremissie	1%	+	+	+
realisatietijd	20%	+	+	-
bedrijfsvoering tijdens bouw	1%	+	++	++
duurzaamheid bouwwerk	1%	0	0	0
uitbreidingsmogelijkheden	10%	-	+	++
innovativiteit	10%	+	+	++
faalkans	10%	+	+	-
totaalscore	100%	3,5	4,1	3,5

* ++ = 5; + = 4; 0 = 3; - = 2; - = 1.

Tabel 2. Uitgangspunten gemiddelde aanvoer.

parameter	waarde
debiet	900 m ³ /d
N _{kj}	900 kg/d
zw. stof	1800 kg/d
temperatuur	20-55°C

Tabel 3. Karakteristieke ontwerpkengetallen.

parameter	waarde
HRT ox.	1,5 dag
HRT anox.	0,75 dag
N _{tot}	85-90%
temperatuur	30-40°C
pH	7-8

Tabel 4. Stikstofverwijdering uitgaande van gemiddelde aanvoer.

oxische HRT (dag)	nitrificatierendement (%)	denitrificatierendement (%)	pH-correctie nodig	stikstofverwijdering via
2	>99	>60	ja	nitraat
1,5	>98	>90	nee	nitriet
1	>90	>90	nee	nitriet

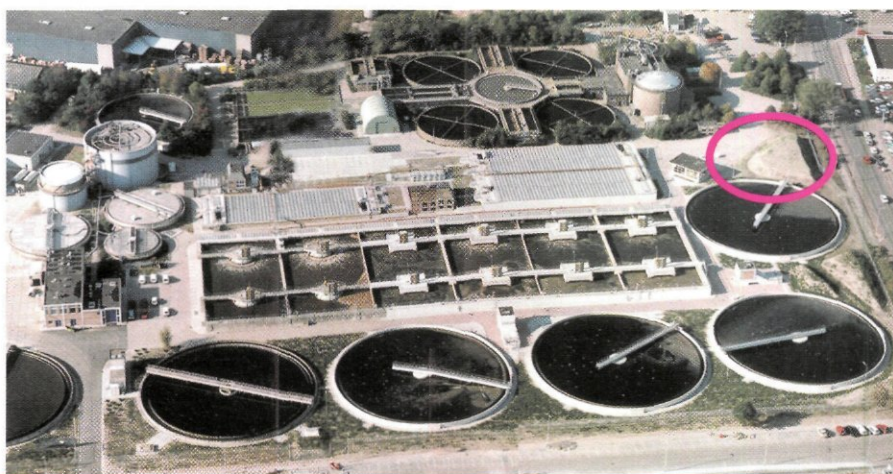
proces onbekend is. Inhibitie van het nitrificatieproces kon op voorhand niet volledig worden uitgesloten. Omdat geen praktijkervaring bestond met de separate behandeling van deze specifieke deelstroom werd besloten tot een kortdurende test op grond waarvan de ontwerpkengetallen van de praktijkinstallatie konden worden vastgesteld. De test werd uitgevoerd door de TU Delft.

Praktijkinstallatie SHARON

Na de vaststelling van de definitieve uitgangspunten (zie tabel 2) werd gestart met het ontwerp van de deelstroombehandeling (zie afbeelding 1). Op basis van de resultaten van het kortdurende testonderzoek werd gekozen voor een systeem met een oxische verblijftijd van 1,5 dag en zonder dosering van een extra koolstofbron.

De praktijkinstallatie bestaat uit een beluchte buitenring en een onbeluchte binnenring. De deelstroom komt binnen in de voordennitrificatie. Hier wordt nitriet met BZV omgezet in stikstofgas. Het nitriet wordt via recirculatie vanuit de nitrificatiering aangevoerd. De behandelde deelstroom stort over naar de terreinriolering en stroomt vandaar naar het ontvangstwerk van de rwzi. Het SHARON-systeem is ontworpen voor een stikstofrendement van 85 à 90 procent. Tabel 3 toont een overzicht van de karakteristieke ontwerpkengetallen van de deelstroombehandeling. Nabij de slibgisting bleek voldoende ruimte beschikbaar voor realisatie van dit compacte zuiveringssysteem. (zie rode cirkel in de foto).

Onder normale omstandigheden wordt de nitrificatieruimte afwisselend wel en niet belucht, waarmee een oxische verblijftijd van



Rwzi Beverwijk.

1,5 dag wordt bereikt. Hierdoor wordt stikstofverwijdering via de nitrietroute gewaarborgd. De effluentkwaliteit van het systeem wordt bewaakt met een online ammoniummeting. De procescondities - oxische verblijftijd, zuurstofgehalte, temperatuur en pH - worden automatisch bijgestuurd zodat continu een maximaal rendement wordt behaald.

Het ontwerp houdt tevens rekening met een sterk afwijkende aanvoer. De aanvoer wordt in de praktijk met name bepaald door het aantal centrifuges en slibdrogers in bedrijf. In het geval dat bijvoorbeeld een slibdroger voor langere tijd voor onderhoud buiten bedrijf is, heeft dit gevolgen voor de temperatuur en het BZV van de deelstroom. Een tekort aan BZV kan tot verzuring van het proces leiden, waardoor het nitrificatieproces wordt geremd. In die situatie kan de pH van het proces tijdelijk worden gecorrigeerd via dosering van natronloog. In dat geval kan tijdens de

wintermaanden de deelstroom worden opgewarmd met restwarmte. Beide extra voorzieningen waarborgen het stikstofrendement onder afwijkende bedrijfsomstandigheden.

Na de systeemkeuze is de voorbereiding en realisatie op een traditionele wijze uitbesteed aan Grontmij Water & Reststoffen. Achtereenvolgens heeft het hoogheemraadschap een definitief ontwerp en een bestek laten opstellen. De bouw is medio maart begonnen. Zoals gezegd is de oplevering voorzien in oktober. ◀

LITERATUUR

- 1) DHV (1996). Rwzi Beverwijk, behandeling van rejectiewater met een bioreactor zonder slibretentie. Notitie.
- 2) DHV (1996). Rwzi Beverwijk, behandeling van stikstofrijke retourstromen op de rwzi Beverwijk. Rapport.
- 3) STOWA (1995). Behandeling van stikstofrijke retourstromen op rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Evaluatie van Nederlandse praktijkonderzoeken. STOWA-rapport 95-08.
- 4) STOWA (1996). Behandeling van stikstofrijke retourstromen op rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Enkelvoudig reactorsysteem voor ammoniumverwijdering via nitriet. STOWA-rapport 96-01.
- 5) STOWA (2002). De BABE-technologie. BABE combineert rejectiewaterbehandeling met de enting van nitrificerende organismen. STOWA-rapport 2002-42.
- 6) STOWA (2000). Het gecombineerde Sharon/Anammox-proces. Een duurzame methode voor N-verwijdering uit slibgistingwater. STOWA-rapport 2000-25.
- 7) Kempen R. e.a. (2001). Overview: full scale experience of the SHARON[®] process for treatment of rejection water of digested sludge dewatering. *Water Science and Technology*, nr. 1, pag. 145-152.

Labtesten

Het SHARON-concept is door de TU Delft op laboratoriumschaal ontwikkeld en wordt beschreven middels een in de praktijk gekalibreerd en gevalideerd model. Waar nodig kan via labtesten eenvoudig en betrouwbaar extra informatie worden verkregen. Voor deze unieke deelstroom werden kortdurende labtesten uitgevoerd, waarmee ontwerpkengetallen voor een praktijkinstallatie konden worden vastgesteld. De testopstelling (zie foto) bestaat uit een reactor van 2,5 liter, waarvan de bedrijfsvoering volledig is geautomatiseerd en overeenstemt met een praktijkinstallatie. De testen zijn uitgevoerd met afvalwater dat overeenstemt met de praktijksituatie.

Tabel 4 geeft een overzicht van de resultaten. Hieruit blijkt dat de oxische verblijftijd van invloed is op het nitrificatierendement en bepaalt of nitraat dan wel nitriet wordt gevormd. Tevens blijkt dat zonder pH-correctie een nitrificatierendement van meer dan 90 procent alleen door stikstofverwijdering via nitriet wordt bereikt. De beschikbare hoeveelheid BZV is alleen toereikend voor vergaande stikstofverwijdering via de nitrietroute. De conclusies van de labtesten zijn samengevat:

- De deelstroom is geschikt voor biologische stikstofverwijdering; Nitrificatie van het centraat-/condensaatmengsel verloopt stabiel;
- De deelstroom bevat alleen voldoende BZV voor vergaande stikstofverwijdering via de nitrietroute, waardoor geen aanvullende pH-correctie nodig is;
- Een maximaal stikstofrendement zonder pH-correctie wordt bereikt bij een oxische verblijftijd van 1,5 dag.