

NN31085.90-02

g e

g e n e e r i o o l w a t e r -
z u i v e r i n g s i n r i c h t i n g e n



rwzi
2000

R90-02

AB - SYSTEMEN

een inventarisatie

DBW/RIZA

rijkswaterstaat
dienst binnenwateren/riza

postbus 17, 8200 AA IJlstad 03200-70411



stichting toegepast onderzoek
reiniging afvalwater

postbus 80200, 2508 GE den haag 070-512710

NN 31005, 90-02

ie rioolwaterzuiveringsinrichtingen RWZI 2000

projectleiding en secretariaat: postbus 17, 8200 AA Lelystad 03200 - 70467



BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

AB - SYSTEMEN

Een inventarisatie

auteur(s):

DHV:

ir. A.A. Salomé

RWZI 2000 90-02

17 SEP. 1997

Inhoud

| | | |
|-------|---|----|
| | Inhoud | 1 |
| | Voorwoord | 3 |
| 1 | SAMENVATTING | 5 |
| 2 | INLEIDING | 7 |
| 3 | HET AB-PROCES | 9 |
| 3.1 | Algemeen | 9 |
| 3.2 | Procestechnologische kenmerken | 10 |
| 4 | NEDERLANDSE AB-SYSTEMEN | 13 |
| 4.1 | Algemeen | 13 |
| 4.2 | Awzi Dokhaven | 13 |
| 4.2.1 | Beschrijving | 13 |
| 4.2.2 | Bedrijfsresultaten | 16 |
| 4.2.3 | Evaluatie | 22 |
| 4.3 | Rwzi Veendam | 24 |
| 4.3.1 | Beschrijving | 24 |
| 4.3.2 | Bedrijfsresultaten | 26 |
| 4.3.3 | Evaluatie | 31 |
| 4.4 | Rwzi Nieuwveer | 32 |
| 4.4.1 | Beschrijving | 32 |
| 4.4.2 | Bedrijfsresultaten | 34 |
| 4.4.3 | Evaluatie | 37 |
| 4.5 | Conclusies en nabeschuwing | 38 |
| 5 | WEST-DUITSE AB-SYSTEMEN | 41 |
| 5.1 | Algemeen | 41 |
| 5.2 | Bedrijfsresultaten | 42 |
| 5.3 | Evaluatie | 43 |
| 6 | VERGELIJKING NEDERLANDSE EN WEST-DUITSE AB-SYSTEMEN | 45 |
| 6.1 | Algemeen | 45 |
| 6.2 | Conclusies | 45 |
| 7 | CONCLUSIE | 47 |
| 8 | LITERATUUR | 53 |

Bijlagen

| | |
|--|----|
| 1. Dimensioneringsgrondslagen awzi Dokhaven | 55 |
| 2. Dimensioneringsgrondslagen rwzi Veendam | 59 |
| 3. Dimensioneringsgrondslagen proefstraat rwzi Nieuwveer | 63 |

Voorwoord

In het kader van het onderzoekprogramma RWZI-2000 wordt een aantal nieuwe zuiveringstechnologieën geëvalueerd. Bij technologieën die in het buitenland zijn ontwikkeld, wordt doorgaans allereerst gekeken naar de inpasbaarheid in Nederland.

Het voorliggende rapport geeft de resultaten van een dergelijke evaluatie naar de mogelijkheid om het AB-proces in Nederland op grote schaal toe te passen. In West-Duitsland zijn vele zuiveringsinrichtingen van dit type in gebruik. Knelpunten voor Nederland zijn de verhouding RWA/-DWA en de lage BZV/N-verhouding van het afvalwater. De problematiek van vergaande fosfaatverwijdering is vergelijkbaar met andere zuiveringssystemen.

Uit het rapport is als conclusie te destilleren dat van grootschalige toepassing van het AB-proces in Nederland geen sprake zal zijn. Binnen bepaalde randvoorwaarden is het zuiveringssysteem wel aantrekkelijk gebleken. Verder onderzoek zal om voornoemde redenen worden opgepakt door de direkt betrokken waterkwaliteitsbeheerders.

Het onderzoek is uitgevoerd door DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV (ir. A.A. Salomé en ir. E. Eggers) en begeleid door een commissie bestaande uit: ir. W. van Starckenburg (DBW/RIZA, voorzitter), ir. P.C. Stamperius (STORA), ing. J.J. Jonk (Hoogheemraadschap West-Brabant), ing. W.A. Oorthuizen (Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden) en ing. J.R. Starke (Provinciale Waterstaat Groningen).

Lelystad, september 1990

Voor de stuurgroep RWZI-2000

dr. J. de Jong
(voorzitter)

1 SAMENVATTING

Toekomstige zuiveringssystemen dienen zich van de huidige te onderscheiden door een compactere opzet, minder slibproblemen, vergaande stikstof- en fosfaatverwijdering, geavanceerde instrumentatie en lagere kosten. In het onderzoekplan van de STORA en DBW/RIZA "Toekomstige generatie rioolwaterzuiveringsinrichtingen" (rwzi 2000) zijn technologieën opgenomen die in de toekomst zouden kunnen leiden tot verlaging van de kosten en verbetering van de effluentkwaliteit. Eén van de onderwerpen voor onderzoek is het adsorptie-actiefslib-proces (AB-Verfahren).

Nagegaan is in hoeverre het AB-systeem interessant is voor het waterkwaliteitsbeheer in Nederland. Het systeem is getoetst aan de gestelde verwachtingen ten aanzien van effluentkwaliteit, ruimtebeslag en energieverbruik en onderzocht op mogelijkheden om aan strenge effluenteisen te voldoen.

Voor de Nederlandse situatie zijn de bedrijfsgegevens van de rwzi's Dokhaven, Veendam en Nieuwveer geïnventariseerd en geëvalueerd. De werking van de West-Duitse AB-installaties is geëvalueerd op basis van literatuuronderzoek en twee bezoeken. Er zijn enkele wezenlijke verschillen gebleken tussen de rwzi's, gebouwd volgens het AB-systeem in Nederland en de AB-installaties in West-Duitsland.

In Nederland is de RWA/DWA-verhouding groter en de slibbelasting in de A-trap lager dan in West-Duitsland. Daardoor is het specifieke voordeel van gering energieverbruik van de A-trap van het AB-systeem niet van toepassing op de situatie in Nederland.

Uit de resultaten van de drie Nederlandse rwzi's blijkt de eerste trap niet te voldoen aan het criterium van de minimale slibbelasting. Formeel moet daarom niet van een AB-systeem maar van een tweetraps actief-slibstelsysteem zonder voorbezinking worden gesproken.

De tweetraps actief-slibsystemen zonder voorbezinking in Nederland en de AB-installaties in West-Duitsland bieden naast een gering ruimtebeslag en energieverbruik nog de voordelen van een hoge processtabiliteit, vergaande BZV- en CZV-reductie en een goede gasproductie bij anaërobe slibgisting.

Over de mogelijkheden van vergaande stikstofverwijdering in AB-systemen zijn nog weinig gegevens voorhanden. De installaties zijn veelal niet ontworpen op vergaande stikstofverwijdering. Onderzoek op dit punt is recent gestart.

Op basis van de kennis van het nitrificatie- en denitrificatieproces en de werking van het AB-systeem kan worden gesteld dat vergaande nitrificatie goed mogelijk is en vergaande denitrificatie niet zonder meer mogelijk is. De vergaande verwijdering van zwevende en bezinkbare stoffen in de A-trap en de daaraan gekoppelde toename van de slibleeftijd in de B-trap maakt dit systeem zeer geschikt voor nitrificatie, echter de lage BZV/N-verhouding in de B-trap beperkt de mogelijkheden voor vergaande denitrificatie.

Door aanpassing van het proces, zoals recirculatie van effluent over de A-trap is gebleken dat wel een aanzienlijke stikstofverwijdering kan worden bereikt. Bij recent uitgevoerd onderzoek op kleine schaal in West-Duitsland en in de proefstraat van de rwzi Nieuwveer zijn N_{tot} -gehalten van globaal 20 mg/l en lager bereikt.

Onder meer specifieke omstandigheden derhalve, zoals een lage RWA/DWA-verhouding, een relatief hoge BZV/N-verhouding in het afvalwater of de toepassing van effluentrecirculatie, biedt het zuiveringssysteem wel interessante mogelijkheden.

De hoge fosfaat-verwijdering op enkele AB-installaties in West-Duitsland, de awzi Dokhaven en in geringere mate de proefstraat van de rwzi Nieuwveer, verdient de aandacht. Nader onderzoek zou moeten uitwijzen of dit kenmerkend is voor tweektraps actief-slibsystemen zonder voorbezinking. Een vergaande P-verwijdering zou dan relatief goedkoop te realiseren zijn.

Recent uitgevoerd onderzoek op de rwzi Veendam en Nieuwveer met $FeCl_3$ -dosering in de eerste trap gaf, bij een relatief lage Me/P-verhouding, een gemiddelde effluentkwaliteit van $P_{tot} \leq 1$ mg/l. Chemicaliëndosering op de awzi Dokhaven resulteerde in een P_{tot} -verwijdering in de A-trap van 82 %.

Omdat de juiste aanpassingen voor vergaande N- en P-verwijdering niet aan ervaringen met bestaande inrichtingen kunnen worden ontleend is verder gericht onderzoek nodig. Door de direkt betrokken waterkwaliteitsbeheerders kan onderzoek op bestaande inrichtingen worden uitgevoerd. Met betrekking tot de toekomstige lozingseisen, dient dit onderzoek in eerste instantie te zijn gericht op met name verbetering van de denitrificatiecapaciteit, optimalisering van de "biologische" P-verwijdering en het realiseren van vergaande P-verwijdering bij een gering chemicaliënverbruik.

2 INLEIDING

Een AB (Adsorption-Belebungs)-systeem is een tweetraps actief-slibstelsysteem met een hoogbelaste eerste trap en een laagbelaste tweede trap. De beide trappen hebben elk een eigen slibcirculatiesysteem en het proces kent in het algemeen geen voorbezinking.

De geclaimde voordelen van AB-systemen zijn een goede effluentkwaliteit, gering ruimtebeslag en een gering energieverbruik gekoppeld aan goede mogelijkheden voor eigen energieopwekking. Dit maakt het systeem interessant bij uitbreiding van bestaande rwzi's en wanneer aan hoge effluenteisen, met name nitrificatie, moet worden voldaan.

In deze inventarisatie wordt het AB-proces met zijn specifieke kenmerken kort beschreven (hoofdstuk 3).

In hoofdstuk 4 wordt de werking van de AB-installaties in Nederland op basis van door de waterkwaliteitsbeheerders verstrekte bedrijfsresultaten geëvalueerd en voorzien van conclusies over de werking en de toepassing van het AB-systeem onder Nederlandse omstandigheden.

De buitenlandse AB-installaties zijn voornamelijk in West-Duitsland gerealiseerd. Omdat is gebleken dat de ervaringen met West-Duitse rwzi's slechts beperkt toepasbaar zijn op de situatie in Nederland, is de werking van de West-Duitse (huishoudelijke) AB-installaties apart behandeld (hoofdstuk 5).

De resultaten van de Nederlandse en West-Duitse AB-installaties zijn met elkaar vergeleken, waarna conclusies zijn geformuleerd (hoofdstuk 6).

Voor nadere informatie over de bedrijfsresultaten en ervaringen met West-Duitse AB-installaties, en over de huidige stand der techniek zijn twee AB-installaties in West-Duitsland bezocht en is gesproken met de "geestelijke vader" van het AB-proces, prof. dr. B. Böhnke van de Rheinisch Westfälische Technische Hochschule in Aachen.

In hoofdstuk 7 is de evaluatie beschreven van de toepasbaarheid van het AB-systeem op de Nederlandse situatie. Aangegeven is welke mogelijkheden het zuiveringssysteem thans biedt, welke kennis nog ontbreekt, in hoeverre het voor de toekomst interessante mogelijkheden biedt en welke inspanningen nodig zijn om de ontbrekende kennis te vergaren. Ten slotte wordt een aantal aanbevelingen voor verder onderzoek, dat wellicht door de direct betrokken waterkwaliteitsbeheerders kan worden uitgevoerd, gepresenteerd.

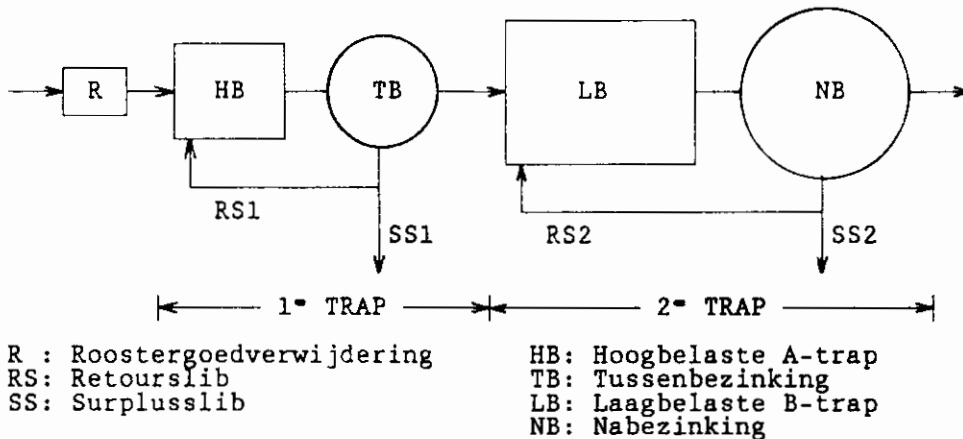
3 HET AB-PROCES

3.1 Algemeen

Het AB (Adsorption-Belebung)-proces is in de zeventiger jaren door prof. dr. B. Böhnke ontwikkeld aan de Rheinisch Westfälische Technische Hochschule, Institut für Siedlungswasserwirtschaft te Aken, die daarop octrooi heeft aangevraagd.

Prof. Böhnke heeft gebruik gemaakt van de gegevens van Imhoff, van enige tientallen jaren geleden. Imhoff stelde vast dat bij een slibbelasting van 1-5 kg BZV/kg d.s.d. een zuiveringsrendement van 60-80 % op basis van BZV kan worden verkregen.

Het AB-proces werkt volgens het principe van een tweetraps actief-slibinstallatie met een hoogbelaste eerste trap, de A(dsorption)-trap, en een laagbelaste tweede trap, de B(elebung)-trap. In figuur 1 is het AB-proces schematisch weergegeven. De werking van het AB-proces is in verschillende patentschriften (5) beschreven.



Figuur 1 Processchema AB-systeem

Kenmerkend voor het AB-proces zijn:

- de handhaving van een hoge slibbelasting in de A-trap (met een slibbelasting van minimaal 2 kg BZV/kg d.s.d.);
- de strikte scheiding van de (verschillende) actief-slibstromen van de A- en de B-trap;
- in het algemeen het ontbreken van een voorbezinking.

In de (hoogbelaste) A-trap treedt voornamelijk adsorptie op van verontreinigingen aan de slibvlokken. Voor de adsorptie zelf is geen zuurstof nodig. Het zuurstofgehalte kan derhalve laag worden gehouden. Afhankelijk van de hydraulische verblijftijd en de aanwezigheid van voldoende zuurstof worden tevens organische verbindingen afgebroken. De B-trap is een laagbelast actief-slibstelsel waarin substraatafbraak en verdere mineralisatie plaatsvinden.

Als voordelen van het AB-systeem worden genoemd de mogelijke besparing op ruimte en bouwkosten en het gunstige energieverbruik gekoppeld aan een hogere gasproductie bij anaërobe slibgisting, waardoor het aantal m³/i.e. en kWh/i.e. lager liggen dan bij conventionele tweetrapsinstallaties.

3.2 Procestechnologische kenmerken

In de A-trap vindt naast een reductie van BZV in de vorm van primair slib nog BZV-reductie plaats door adsorptie van organische verontreinigingen. Dit betreft met name zwevend, colloïdaal en niet bezinkbaar materiaal.

Door de adsorptie ontstaat relatief veel nieuw slib. Continue verwijdering van slib uit het systeem voorkomt dat het geadsorbeerde materiaal aëroob wordt verademd. Er is wel voldoende zuurstof nodig voor de ademing en voldoende regeneratie van het slib. Bij onvoldoende regeneratie en weinig of geen biologische afbraak van de geadsorbeerde verontreinigingen, wordt via het retourslib een gedeelte van de verontreinigingen teruggevoerd naar de beluchtingstank.

Voor de A-trap wordt uitgegaan van een BZV-reductie van gemiddeld 50 à 60 %. De slibvolume-index is laag (40-60 ml/g) door het aandeel primair slib en de hoge vlokbelading. Voor de tussenbezinktank kunnen derhalve relatief hoge oppervlaktebelastingen worden aangehouden. Door grote variaties in debiet en de korte hydraulische verblijftijd in de A-trap kan snel uitspoeling van slib uit de A-trap naar de tussenbezinktank plaatsvinden. Een grote slibretourcapaciteit (0,5 RWA) is derhalve gewenst.

Gewaakt moet worden voor dit mogelijk periodiek uitspoelen van slib (zwevende stof) uit de tussenbezinktank naar de B-trap. Het gevolg kan een sterke teruggang van de slibleeftijd in de B-trap zijn, waardoor de nitrificatie kan worden verstoord.

Afhankelijk van de samenstelling van het afvalwater en de aangehouden slibbelasting zal de slibleeftijd in de A-trap circa 0,5 dag bedragen.

In de literatuur (7,8) wordt aangevoerd dat de processtabiliteit van het AB-systeem groter is dan van alternatieve ééntrapssystemen. De A-trap is relatief ongevoelig voor stootbelastingen; piekbelastingen (BZV, pH) kunnen in de A-trap vergaand worden geëgaliseerd. De belasting van de B-trap is derhalve zeer gelijkmatig. Door de hoge processtabiliteit kan op deze wijze een goede constante effluentkwaliteit uit de A-trap worden gerealiseerd.

In de B-trap vindt (vergaande) oxydatie plaats van de verontreinigingen. Aangezien in de A-trap de niet-bezinkbare bestanddelen worden teruggehouden en reeds een aanzienlijk deel van het BZV is verwijderd, zal in de B-trap bij hogere slibbelastingen eenzelfde zuiveringsresultaat worden verkregen als bij een ééntraps actief-slibstelsel.

Bij relatief hoge slibbelastingen zal reeds vergaand kunnen worden genitrificeerd. Door de lagere slibaanwas is de slibleeftijd hoger dan in een conventioneel ééntraps actief-slibstelsel. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat door de lage slibaan-groei het nitrificerende systeem gevoelig is voor uitspoeling van zwevende stof met het overloopwater uit de tussenbezinktank(s). Door de relatief hoge reductie van BZV in de A-trap resteert een lage BZV/N-verhouding. Deze kan zo laag zijn dat denitrificatie in de B-trap wordt geremd.

Het surplusslib uit de A-trap en de B-trap is niet gestabiliseerd. Stabilisatie door middel van anaërobe vergisting is bij uitstek toepasbaar; het slib uit de A-trap bevat nog veel afbreekbaar organisch materiaal. Vanuit dit oogpunt verdienen gescheiden slibsysteemen de voorkeur.

Het AB-systeem wordt gekarakteriseerd door een lager energieverbruik (10 tot 20 %) dan bij een ééntraps actief-slibsysteem. De besparing wordt voornamelijk bereikt door het relatief geringe zuurstofverbruik in de A-trap. De biologische activiteit in de A-trap is relatief laag omdat met name adsorptie van de verontreinigingen plaatsvindt.

4 NEDERLANDSE AB-SYSTEMEN

4.1 Algemeen

Het ontwerp van een rioolstelsel is in Nederland wezenlijk anders dan in West-Duitsland. Als gevolg hiervan zijn de ontwerpgrondslagen voor een AB-systeem in beide landen verschillend. De belangrijkste ontwerpverschillen tussen Nederlandse en West-Duitse AB-systemen komen tot uiting in:

- de slibbelasting van de A-trap
- de hydraulische verblijftijd bij DWA
- de geïnstalleerde zuurstofinbrengcapaciteit.

De A-trap is (overeenkomstig de West-Duitse grondslagen) ontworpen op een hydraulische verblijftijd van 15 minuten bij RWA. Onder Nederlandse omstandigheden betekent dit bij DWA (24h) meestal een verblijftijd van gemiddeld minimaal een uur, terwijl in West-Duitsland de verblijftijd korter is, omdat in veel gevallen de RWA > 2 à 2,5 DWA niet wordt behandeld. De zuurstofvraag in de A-trap zal onder deze omstandigheden derhalve groter zijn dan in het algemeen in West-Duitsland wordt aangenomen. Uit ervaring is gebleken dat onder Nederlandse omstandigheden een facultatief anaërobe bedrijfsvoering moet worden afgeraden. De BZV-reduktie loopt bij een anaërobe bedrijfsvoering van de A-trap in het algemeen terug van 50 à 60 % tot circa 45 %. Het energieverbruik zal dientengevolge relatief hoog zijn vergeleken met dat van de West-Duitse AB-installaties. De BZV-reduktie kan als gevolg van deze omstandigheden groter zijn dan 50 à 60 %.

De B-trap zal vergaand kunnen nitrificeren bij voldoende hoge slibleeftijd. Indien ook denitrificatie in de B-trap wordt gewenst, zal afhankelijk van de BZV/N-verhouding het zuurstofgehalte in de A-trap moeten worden geminimaliseerd. Dit om een te vergaande BZV-reduktie tegen te gaan. Men moet zich hierbij wel realiseren dat de A-trap, bedoeld als adsorptietrap, door onvolledige regeneratie van het biologisch slib niet meer optimaal zal functioneren. Een andere mogelijkheid is een deel van het influent om de A-trap heen rechtstreeks naar de B-trap te leiden.

De P-verwijdering in AB-installaties kan, in vergelijking met biologische ééntrapsinstallaties, enigszins hoger liggen, afhankelijk van de werkelijke meerproductie aan slib in een AB-systeem en de gehanteerde bedrijfsvoering.

4.2 Awzi Dokhaven

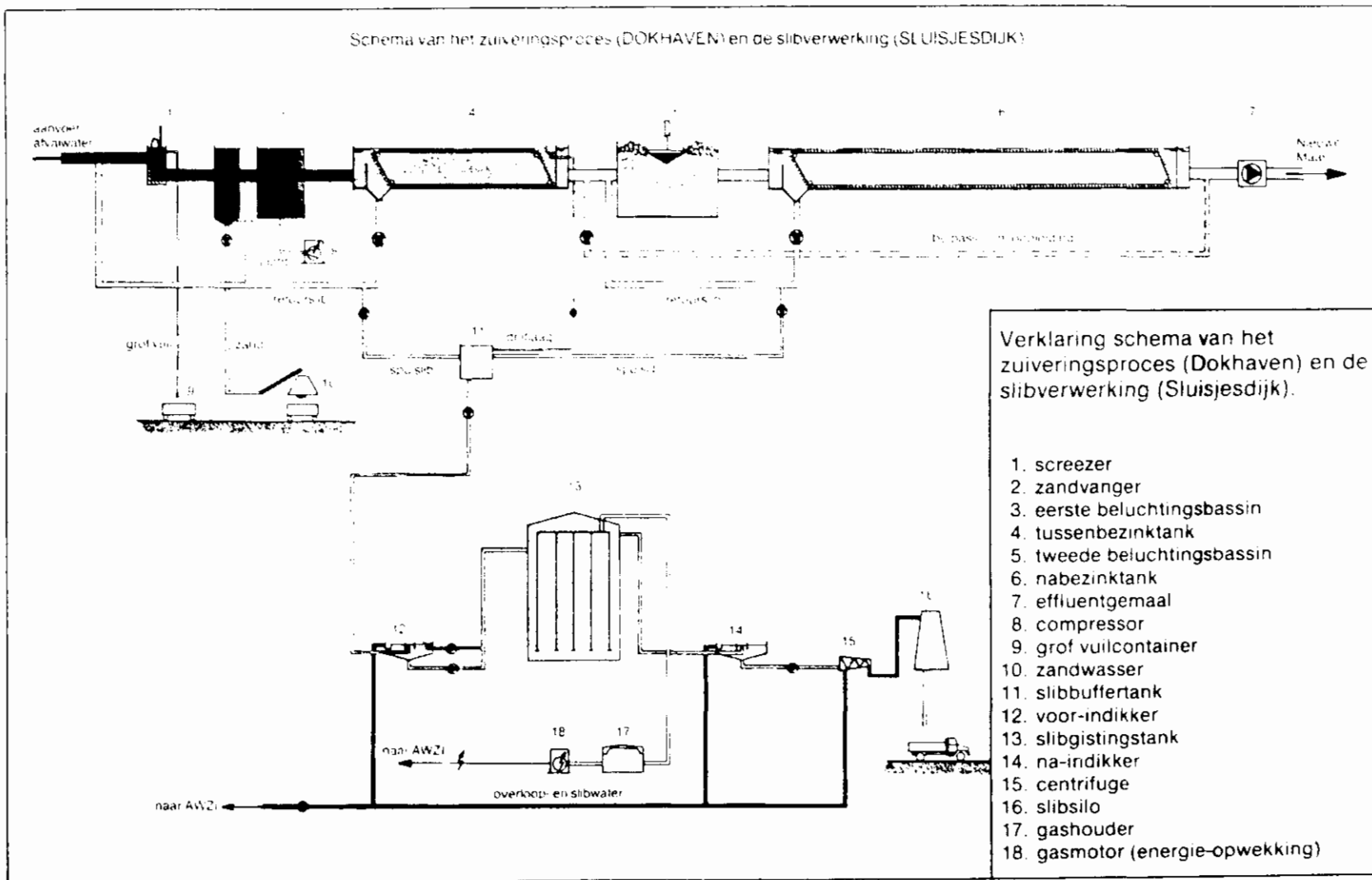
4.2.1 Beschrijving

De awzi Dokhaven is een ondergrondse zuiveringsinrichting met een ontwerpcapaciteit van 470.000 i.e. op basis van 54 g BZV en een hydraulische capaciteit van 19.000 m³/h RWA. Inclusief eigen proceswater (slibverwerking Sluisjesdijk) bedraagt de hydraulische ontwerpcapaciteit 20.225 m³/h.

In bijlage 1 zijn de dimensioneringsgrondslagen van de awzi Dokhaven weergegeven.

De awzi is eind augustus 1987 in gebruik genomen. In figuur 2 is het schema van het zuiveringsproces (Dokhaven) en de slibverwerking (Sluisjesdijk) weergegeven.

Figuur 2 Schema van het zuiveringsproces (Dokhaven) en de slibverwerking (Sluisjesdijk)



Het te behandelen afvalwater wordt door middel van vijf persleidingen vanaf de eindgemalen aangevoerd. Na verzameling van het afvalwater wordt het door een screezerinstallatie geleid. Hier vindt een grof- en fijn-vuilverwijdering plaats.

Na een verdeling over acht parallelle straten wordt het zand verwijderd in een beluchte zandvang. Het afvalwater stroomt vervolgens direct in de A-trap, alwaar een gedeeltelijke reductie van BZV, N_{K_1} en P plaatsvindt.

De A-trap en de zandvang worden belucht door middel van respectievelijk middelfijne en grofblazige bellenbeluchting.

De ontwerp-slibbelasting in de A-trap bedraagt 2,7 kg BZV/kg d.s.d.

en de hydraulische verblijftijd bij RWA 15 minuten.

In de rechthoekige tussenbezinktank met een maximale oppervlaktebelasting van $3,0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ vindt de afscheiding van slib plaats.

De slibruiming geschiedt door middel van kettingsruimers. Het gedeeltelijk gezuiverde afvalwater loopt vervolgens onder vrij verval naar de B-trap. Hier vindt verdere BZV-reductie alsmede de nitrificatie plaats.

De ontwerp-slibbelasting in de B-trap bedraagt 0,3 kg BZV/kg

d.s.d. De beluchting geschiedt door middel van puntbeluchters. In de rechthoekige nabezinktank, met een maximale oppervlaktebelasting van $1,25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, wordt het slib afgescheiden.

Evenals in de tussenbezinktank vindt in de nabezinktank de slibruiming met behulp van kettingruimers plaats. Het gezuiverde afvalwater wordt via een effluentgemaal geloosd op de Nieuwe Maas. De dimensionering van de nabezinktank is niet gebaseerd op de volledige belasting van $19.000 \text{ m}^3/\text{h}$, maar op 75 % hiervan. Bij een aanvoer groter dan circa $14.250 \text{ m}^3/\text{h}$ wordt het meerdere, na passage van de A-trap om de B-trap heen, direct naar het effluentgemaal afgevoerd. De exacte hoeveelheid water die door de nabezinktanks kan worden verwerkt, hangt af van de bezinkeigenschappen van het actief-slib van de B-trap.

Het spuislib van A- en B-trap wordt gezamenlijk in niet-ingedikte vorm naar het slibverwerkingsterrein aan de Sluisjesdijk gepompt. Hier vindt voorindikking, vergisting, na-indikking en mechanische ontwatering met behulp van centrifuges plaats.

In een warmtekrachtinstallatie wordt, met behulp van gasmotoren-generatoren, geproduceerd gistingsgas omgezet in elektrische energie. Uit de uitlaatgassen en het koelwater wordt warmte teruggewonnen. De totale terug te winnen hoeveelheid energie is berekend op 35 % van het totale energieverbruik van de awzi Dokhaven exclusief Sluisjesdijk.

De lozingseisen gesteld aan het effluent van de awzi Dokhaven zijn in tabel 1 weergegeven. Omdat de B-trap niet de volledige maximum aanvoer kan verwerken, zijn aanvullende eisen aan de omloop vanuit de A-trap naar de B-trap geformuleerd.

Tabel 1 Effluenteisen voor de awzi Dokhaven

Gemiddelde effluentkwaliteit:

| | | |
|--------------------------|------|------|
| BZV ₅ (at) | mg/l | 20 |
| N _{KJ} | mg/l | 20 * |
| Onopgeloste bestanddelen | mg/l | 30 |

Aanvullende eis bij omleiding vanuit de A-trap om de B-trap

Gemiddelde effluentkwaliteit afloop tussenbezinktank:

| | | |
|--------------------------|------|------|
| BZV ₅ (at) | mg/l | 70 |
| N _{KJ} | mg/l | 30 * |
| Onopgeloste bestanddelen | mg/l | 40 |

* temperatuur van het ontvangend oppervlaktewater > 10 °C

4.2.2 Bedrijfsresultaten

Algemeen

De voor de awzi Dokhaven beschouwde periode van 1 januari tot en met 22 november 1988 is gekenmerkt door twee langdurige perioden van slibuitspoeling van het slibverwerkingsterrein Sluisjesdijk naar de awzi Dokhaven. Deze perioden zijn evenwel in de evaluatie meegenomen om het inzicht in het zuiveringssysteem te vergroten en de processtabiliteit beter te kunnen beoordelen.

De beschouwde bedrijfsgegevens zijn ter beschikking gesteld door het Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden. Het aantal volledige bemonsteringen bedroeg 71. De bemonsteringsresultaten zijn voor de zuivering, slibproductie, gasproductie en energieverbruik als gewogen gemiddelde waarden weergegeven in tabel 2.

In tabel 3 zijn de procesgegevens van de beluchtingstanks van de A-en B-trap weergegeven, in tabel 4 het verwijderingsrendement van de awzi.

Het verschil tussen het verwijderingsrendement van AT1 + AT2 en de awzi totaal betreft de wijze van bemonsteren. In het eerste geval vindt bemonstering plaats onder het wateroppervlak in de afloop van de nabezinktanks. Een eventueel aanwezige drijfslag wordt derhalve niet meegemeten. In het tweede geval wordt gemeten in de aftap van de effluentpersleiding van de awzi. De hier gemeten waarden worden derhalve wel beïnvloed door een eventuele drijfslag op de nabezinktanks.

Tabel 2 Gewogen gemiddelde resultaten van de awzi Dokhaven
(1 jan 1988 - 22 nov 1988)

| | |
|--|---|
| Belasting van de awzi totaal, inclusief Sluisjesdijk: | 370.222 i.e. (à 54 g BZV) 410.806 i.e. (à 180 g TZV) |
| Dagaanvoer - awzi: | 119.222 m ³ /d |
| - AT-2: | 119.222 m ³ /d |
| Slibproductie (representatief) | 4.500 m ³ /d |
| | 27.000 kg d.s./d |
| Droge-stofgehalte spuislib | 0,6 % |
| Gasproductie (jan.'88 t/m aug.'88) | 1.491.821 m ³ |

| | | influent | TBT | NBT | effluent |
|---------------------------------|--------|----------|-----|------|----------|
| BZV | [mg/l] | 168 | 51 | 5 | 9 |
| CZV | [mg/l] | 451 | 161 | 43 | 51 |
| N _{KJ} -N | [mg/l] | 44 | 31 | 15,9 | 17,7 |
| NH ₄ ⁺ -N | [mg/l] | | | | 12,8 |
| NO ₃ ⁻ -N | [mg/l] | | | | 7 |
| P _{tot} | [mg/l] | 8,7 | 5,5 | 3,6 | 3,2 |
| Cl ⁻ | [mg/l] | | | | 110 |
| Droge stof | [mg/l] | | | | 10 |
| Bezinksel | [ml/l] | 11,1 | | | 0,5 |
| CZV:BZV | - | 2,7 | 3,2 | | |
| BZV:N | - | 3,8 | 1,7 | | |
| BZV:P | - | 19,2 | 9,2 | | |

Tabel 3 Procesgegevens van de A- en B-trap van de awzi Dokhaven

| | | A-trap | B-trap |
|-------------------|--------------------|--------|--------|
| Droge-stofgehalte | [mg/l] | 3144 | 3600 |
| Slibbelasting | [kg BZV/kg d.s.d.] | 1,491 | 0,163 |
| Slibvolume-index | [ml/g] | 73 | 81 |
| Gloeirest | [%] | 26,5 | 26,8 |

Tabel 4 Verwijderingsrendement van de A- en B-trap en de awzi
totaal

| | | AT 1 | AT 2 | AT 1 + AT 2 | AWZI |
|------------------|-----|------|------|-------------|------|
| BZV | [%] | 70 | 90 | 97 | 95 |
| CZV | [%] | 64 | 74 | 91 | 89 |
| N _{KJ} | [%] | 30 | 48 | 64 | 60 |
| P _{tot} | [%] | 37 | 35 | 59 | 63 |

De ontwerpbelasting van de awzi Dokhaven bedraagt 470.000 i.e., exclusief Sluisjesdijk. De aktuele belasting van de awzi Dokhaven bedroeg over de gehele in beschouwing genomen periode 79 % van de ontwerpcapaciteit (op basis van BZV).

Op basis van de gemiddelde aanvoer bedroeg de gemiddelde verblijftijd in de A-trap 1,0 uur. Het retourslib wordt, behoudens bij RWA, teruggevoerd vóór de screezers in verband met spinselverming. De beluchte zandvang is in dit geval ook aan te merken als biologische trap. De totale verblijftijd in de beluchte zandvanger en A-trap te zamen bedroeg 1,3 uur. De gemiddelde verblijftijd in de A-trap is lang en de slibbelasting laag om de A-trap daadwerkelijk als voornamelijk "adsorptietrap" aan te merken.

De luchtinbreng van de beluchte zandvanger bedraagt 70 % van de totaal geïnstalleerde beluchtingscapaciteit van de zandvanger. Bij een lager luchtdebiet vindt teveel bezinking van organisch materiaal plaats. De luchtinbreng bedraagt 1,75 Nm³/m³.h. In de beluchte zandvanger zullen zuurstofloze omstandigheden heersen.

Het geproduceerde spuislib wordt op het slibverwerkingsterrein aan de Sluisjesdijk behandeld. Vanaf de start heeft men overloopwater van de centrifuges naar de voorindikers gepompt. In het begin was de belasting op de awzi nog zo laag en de slibproduktie zo gering, dat dit geen verstoring gaf.

De verwachting was dat dit polymeerhoudende water de indikking zou verbeteren. In de praktijk bleek de indikking echter steeds verder te verslechteren. Het gevolg was dat vanaf april 1988 een vrij langdurige uitspoeling van slibdeeltjes plaatsvond, terug naar de awzi. De belasting van de awzi nam hierdoor toe tot ver boven de ontwerpbelasting (max. 940.000 i.e. en gem. 650.000 i.e., à 180 g TZV). Dit heeft geduurd tot eind juni 1988. Van begin september 1988 tot oktober 1988 is overloopwater van de centrifuges, ditmaal naar de na-indikers, gepompt. Wederom vond slibuitspoeling plaats (belasting awzi max. 650.000 i.e. en gem. 520.000 i.e., à 180 g TZV).

Opvallend is het feit dat er meer bezinkbare stoffen naar de awzi werden teruggevoerd tijdens de eerste periode, bij het terugvoeren naar de voorindikers, dan tijdens de tweede periode naar de na-indikers.

De overbelastingen van de awzi werden voornamelijk veroorzaakt door de extra stikstofbelasting van Sluisjesdijk en de slibuitspoeling van de A- naar de B-trap. Het debiet van Sluisjesdijk naar de awzi is over de gehele periode vrij constant geweest.

Processtabiliteit

De uitspoeling van slibdeeltjes van Sluisjesdijk naar de awzi is door de A-trap vergaand opgevangen. De eerste piekaanvoer van bezinkbaar materiaal bedroeg 400 % van de gemiddelde aanvoer buiten deze periode. Het verwijderingspercentage van bezinkbaar materiaal nam slechts af van 83 naar 74 %. De absoluut verwijderde hoeveelheid in de A-trap nam derhalve toe met 350 %.

De B-trap werd desondanks belast met ruim 500 % van de gemiddelde aanvoer van bezinkbaar materiaal buiten deze beide perioden. Er vond nagenoeg geen nitrificatie meer plaats. Relatief kortdurende N-piekbelastingen worden niet opgevangen door de A- en B-trap.

De slibvolumeindices in de A- en B-trap zijn vrij constant geweest, met een gemiddelde van 73 respectievelijk 81 ml/g. De waarde voor de A-trap is enigszins hoog, van de B-trap laag te noemen.

BZV-verwijdering

De gemiddelde BZV-redukctie in de A- en B-trap bedroeg respectievelijk 70 en 90 %, de gemiddelde totale BZV-redukctie in de awzi 97 %.

De verblijftijd in de A-trap is gemiddeld dermate veel langer dan 15 minuten, dat de zuurstofvraag groot is en de BZV-redukctie met 80 % in de storingsvrije perioden aanzienlijk hoger ligt dan de gestelde 60 %.

De gemiddelde BZV-aanvoer naar de A-trap bedroeg 79 % van de ontwerp-BZV. Het zuurstofgehalte in de A-trap bedroeg ongeveer 1 mg/l O_2 . De beluchting wordt gestuurd op het O_2 -gehalte in de A-trap.

Tijdens beide overbelastingen, door de slibuitspoeling van Sluisjesdijk naar de awzi, nam de BZV-aanvoer toe tot 115 en 96 % van de ontwerpaanvoer. Het rendement van de A-trap nam in beide gevallen af van 80 naar 60 %. De absoluut verwijderde hoeveelheid nam tijdens de eerste overbelasting toe met gemiddeld circa 20 %. De slibbelasting liep op van 1,5 naar 1,7 kg BZV/kg d.s.d. Tijdens de tweede overbelasting bleef de absoluut verwijderde hoeveelheid gelijk, bij een slibbelasting van 1,3 kg BZV/kg d.s.d. De BZV-aanvoer naar de B-trap bedroeg gemiddeld 60 % van de ontwerpaanvoer. Tijdens de beide perioden van slibuitspoeling van Sluisjesdijk nam deze belasting toe tot 120 en 100 % van de ontwerpaanvoer. Het rendement van de BZV-redukctie in de B-trap verhoogt in beide gevallen een lichte verhoging. De slibbelasting neemt tijdens de eerste periode toe van 0,08 naar 0,23 kg BZV/kg d.s.d. De slibbelasting tijdens de tweede periode was 0,20 kg BZV/kg d.s.d.

N-verwijdering via nitrificatie en denitrificatie

De gemiddelde N_{K_3} -verwijdering in de A- en B-trap bedraagt 30 respectievelijk 48 %. De gemiddelde totale N_{K_3} -verwijdering in de awzi is 64 %. De gemiddelde N_{tot} -verwijdering in de B-trap en de gehele awzi komt uit op 26 respectievelijk 48 %. De laatste maanden vond echter een betere N-verwijdering plaats dan verwacht, o.a. door een verbeterde bedrijfsvoering.

In de A-trap wordt relatief veel N_{K_3} verwijderd omdat veel zwevende stof, o.a. uitgespoeld van Sluisjesdijk naar de awzi, voor een belangrijk deel in de A-trap wordt afgevangen.

De gemiddelde N_{Kj} -aanvoer naar de awzi overschreed die welke in de ontwerpberkening is aangehouden. De N_{Kj} -aanvoer bedraagt gemiddeld, over de gehele in beschouwing genomen periode, 122 % van de ontwerpaanvoer, voor een deel als gevolg van de uitspoeling van slib van Sluisjesdijk naar de awzi. In beide perioden van slibuitspoeling is de maximale N_{Kj} -vracht 180 en 150 % van de ontwerphoeveelheid.

De beluchting in de B-trap wordt gestuurd op het zuurstofgehalte. Het zuurstofgehalte is in dec. '88 ingesteld op 2-3 mg/l O_2 . Het gemiddelde slibgehalte in de B-trap is met 3,6 in plaats van 3,0 kg/m³ hoger geweest dan de ontwerpwaarde. De gemiddelde slibbelasting bedroeg daardoor 0,16 kg BZV/kg d.s.d. Er kan in het algemeen worden gesteld dat de slibleeftijd in de B-trap van ruw geschat 5 tot 6 dagen voldoende is geweest om nitrificatie te laten plaatsvinden. Het zuurstofgehalte is periodiek laag genoeg geweest om geproduceerd NO_3^- simultaan te laten denitrificeren tot N_2 -gas. Door de uitspoeling van zwevende stof naar de B-trap is de slibproductie en derhalve de slibleeftijd aan sterke wisselingen onderhevig geweest. Er is geen sluitende N-balans op te stellen door het ontbreken van slibproductiegegevens over de gehele periode.

Tijdens de uitspoeling van slib van Sluisjesdijk naar de awzi daalde, tijdens de eerste periode, het nitraatgehalte tot 1 mg/l. Nitrificatie trad niet meer op door uitpoeling van de nitrificerende bacteriën. Tijdens de tweede periode daalde het NO_3^- -gehalte tot 2 mg/l. Er wordt echter nog dermate veel N_{Kj} verwijderd, dat kan worden aangenomen dat zowel nitrificatie als simultane denitrificatie optrad. Het zuurstofgehalte is derhalve laag genoeg geweest (< 2 mg/l O_2), door het hoge aanbod van N_{Kj} .

P-verwijdering

In de praktijk kan over verhoogde P-verwijdering in de A-trap geen uitspraak worden gedaan. De gemiddelde P-verwijdering in de A- en B-trap bedraagt 37 respectievelijk 35 %. De totale verwijderde hoeveelheid P bedraagt gemiddeld 59 %. Dit lijkt hoog maar de gemiddelde influentconcentratie van 8,7 mg P/l is laag.

De gemiddelde P-verwijdering en slibproductie wijzen op een totaal P-gehalte in het slib van gemiddeld 2,3 % P. Opgemerkt dient echter te worden dat de slibproductie over de gehele periode is geschat met behulp van de representatieve slibproductie voor de awzi, gemeten over slechts de laatste maanden van 1988. Het aangeven van een afzonderlijk P-gehalte in het slib van de A- en de B-trap levert geen bruikbare informatie, vanwege de grote spreiding in de berekende percentages.

Na afloop van de tweede periode van slibuitspoeling van Sluisjesdijk naar de awzi, blijkt in de A-trap zeer veel bezinkbaar materiaal te worden afgevangen, de BZV-verwijdering enigszins toe te nemen en de P-verwijdering toe te nemen tot 60 %. In de B-trap neemt de P-verwijdering toe tot 30 %. Het totale P-verwijderingsrendement komt daarmee op ruim 70 %. Vermoedelijke oorzaak is de nu ongestoorde bedrijfsvoering (geen slibuitspoeling meer van Sluisjesdijk) van de awzi Dokhaven.

Slibproductie

De slibproductie is uitgerekend op basis van het aantal draaiuren van de spuislibpompen van de A- en B-trap. Voor berekening van een representatieve slibproductie, zijn de metingen van de laatste maanden van 1988 gebruikt. Afvoer van spuislib uit de A-trap vindt continu plaats.

Het totale slibdebiet, representatief voor de awzi zonder de perioden van slibuitspoeling, naar Sluisjesdijk bedroeg 4500 m³/d met een gemiddelde drogestofgehalte van 0,6 %. De drogestofproductie bedroeg derhalve 27 ton per dag. Het slibdebiet van de A- en B-trap kwam op 3000 en 1500 m³/d.

In de periode januari t/m augustus 1988 is totaal 2.548 ton d.s. afgevoerd. Dit betreft vergist en ontwaterd slib.

Het spuislib van de A- en B-trap wordt via een slibbuffer gezamenlijk naar de slibverwerking van Sluisjesdijk gepompt. Periodiek wordt van het spuislibmengsel het drogestofgehalte bepaald. Het drogestofgehalte van het spuislib van de A- en B-trap afzonderlijk is derhalve niet bekend. Wel kan dit worden geschat met behulp van een slibproductieberekening, de P-gehalten in het slib en West-Duitse ervaringen.

Dan kan de gemiddelde slibproductie in de A- en B-trap indicatief op 69 tot 76 %, respectievelijk 24 tot 31 % van de totale slibproductie worden gesteld.

Bij omrekening tot de specifieke slibproductie in de A- en B-trap komt dit op 1,3 tot 1,5 kg d.s./kg BZV_{verw.}, respectievelijk 1,2 tot 1,5 kg d.s./kg BZV_{verw.}. De totale representatieve slibproductie bedroeg ca. 70 g d.s./i.e.d. De afvoer van uitgegist slib komt dan op 30 tot 35 g d.s./i.e.d.

Gasproductie

In de periode januari tot en met augustus 1988 werd totaal 1.491.821 m³ of gemiddeld 6139 m³/d geproduceerd. Dit komt overeen met 16,6 l/i.e.d.

Energieverbruik

Het totale ontwerpenergieverbruik van de awzi Dokhaven (1) is exclusief de slibverwerking berekend op 16.600.000 kWh/j. Het verbruik per i.e. (à 54 g BZV) bedraagt derhalve 35,4 kWh/j. Voor de beluchting is dan totaal nodig 12,4 kWh/i.e.j. of 34,0 Wh/i.e.d.

Omdat de awzi Dokhaven aanzienlijk meer N_K krijgt aangevoerd dan in het ontwerp is aangehouden, zullen de bedragen per i.e. worden betrokken op basis van 180 g TZV in plaats van 54 g BZV.

Tussen januari en december 1988 is totaal inclusief slibverwerking 13.075.200 kWh aan het elektriciteitsnet onttrokken. Het jaarverbruik ligt derhalve op circa 14.300.000 kWh. Het totale actuele energieverbruik bedraagt 34,3 kWh/i.e.j. of 94 Wh/i.e.d. Dit betreft de hoeveelheid ingekochte energie inclusief de slibverwerking aan de Sluisjesdijk. Hierbij is echter niet de hoeveelheid energie in rekening gebracht die door terugwinning kon worden benut.

Deze hoeveelheid energie bedroeg in 1988 totaal 4.936.500 kWh. In het ontwerp is uitgegaan van een energieteerugwinning van 6.000.000 kWh/j. De hoeveelheid energie, benodigd voor ventilatie, verlichting, laboratorium en werkplaats bedraagt 4.599.300 kWh/j.

In het ontwerp is voor het proces van de awzi uitgegaan van 24 kWh/i.e.j. Het werkelijke verbruik bedraagt echter 30 kWh/i.e.j. waarbij rekening moet worden gehouden met de verhoogde aanvoer van stikstof in het influent.

In tabel 5 is een overzicht van het gemeten energieverbruik van de awzi Dokhaven in 1988 weergegeven.

Tabel 5 Overzicht van het energieverbruik van de awzi Dokhaven en Sluisjesdijk in 1988

| | [kWh/j] | [kWh/i.e.j.] à 180 g TZV |
|--|------------|-----------------------------|
| <u>Electriciteitsnet</u> | | |
| - awzi Dokhaven | 14.057.900 | 33,7 |
| - Sluisjesdijk | 54.900 | 0,1 |
| <u>Sluisjesdijk</u> | | |
| - export | 3.151.600 | 7,6 |
| - opgewekt | 4.936.500 | 11,8 |
| - verbruik | 1.839.800 | 4,4 |
| <u>Awzi Dokhaven</u> | | |
| - verbruik | 17.209.500 | 41,3 |
| - proces | 12.610.500 | 30,2 |
| - ventilatie | 2.540.400 | 6,1 |
| - rest** | 2.058.600 | 4,9 |
| Totaal verbruik awzi + Sluisjesdijk | 19.049.300 | 45,7 |
| ** verlichting, laboratorium en werkplaats | | |

Vanwege het ontbreken van meer gedetailleerde gegevens kan over het specifieke energieverbruik van met name de A-trap geen uitspraak worden gedaan. Het totale energieverbruik van de awzi Dokhaven exclusief Sluisjesdijk ligt wel enigszins hoger dan verwacht.

4.2.3 Evaluatie

Algemeen

De resultaten van de awzi Dokhaven zijn in het algemeen overeenkomstig de verwachtingen. Het zuiveringsproces verloopt stabiel. De BZV- en CZV-redukatie zijn hoog en het systeem nitrificeert reeds bij lage slibleeftijden. De P-verwijdering is hoog.

De afgevoerde hoeveelheid slib is laag en de gasproductie vergelijkbaar met het gemiddelde in Nederland. Het energieverbruik is hoger dan verwacht.

Processtabiliteit

Het vermogen van de A-trap om wisselende belastingen op te vangen is groot. Het is niet duidelijk of dit voornamelijk aan de specifieke kenmerken van de A-trap kan worden toegeschreven, aangezien de overbelastingen voor een niet onaanzienlijk deel zijn veroorzaakt door verhoogde aanvoer van zwevende stof en derhalve ook van CZV, BZV en N_{KJ} . De waargenomen processtabiliteit lijkt niet af te wijken van een conventioneel tweetrapssysteem (slibbelasting eerste trap ca. 1 kg BZV/kg d.s.d. en veelal voorbezinking).

Slibbelasting

Tijdens de gehele beschouwde periode is het gemiddelde slibgehalte in de A-trap hoog geweest, namelijk 3,1 in plaats van 2,0 kg/m³ (ontwerp). Als gevolg hiervan was de gemiddelde slibbelasting 1,5 kg BZV/kg d.s.d. Overeenkomstig de ontwerpgrondslagen van een A-trap dient de BZV-belasting minimaal 2 kg BZV/kg d.s.d. te zijn.

BZV- en CZV-verwijdering

De vergaande BZV- en CZV-reduktie van de awzi Dokhaven voldoen volledig aan de verwachting. Ondanks de perioden van slibuitspoeling is de effluentkwaliteit goed en stabiel gebleven.

N-verwijdering via nitrificatie en denitrificatie

De gemiddelde N_{KJ} -aanvoer naar de awzi overschreed die welke in de ontwerpberekening is aangehouden. Hiervoor zijn twee oorzaken aan te geven:

1. de stikstofaanvoer in het influent is beduidend hoger
2. de slibuitspoeling van Sluisjesdijk naar de awzi.

Bij een gemiddelde slibleeftijd van 6 dagen vindt reeds nitrificatie plaats. In de periode oktober-november 1988 is de slibleeftijd met 4 dagen erg laag geweest. Het optreden van nitrificatie bij de heersende afvalwatertemperaturen is niet eenduidig te verklaren.

De BZV/N-verhouding in het influent was 3,8 en in de aanvoer naar de B-trap 1,7. De laatste verhouding is te laag (< 2,86) voor een volledige denitrificatie. Aan NO_3^- in het effluent zijn echter geen eisen gesteld. Indien een volledige denitrificatie wordt gewenst, dient theoretisch de BZV-reduktie in de A-trap te worden teruggebracht van 70 tot 47 %. Het is ook mogelijk influent rechtstreeks naar de B-trap te leiden, of effluent te recirculeren over de A-trap.

Vanaf januari 1989 vindt een steeds verdergaande nitrificatie en tevens denitrificatie plaats tot circa 20 à 25 mg N_{tot} /l en N_{KJ} -gehalten < 10 mg/l (volumeproportionele dagmonsters).

P-verwijdering

Voor de verwijdering van fosfaat is de situatie in de A-trap gunstig. Het retourslib wordt, behoudens bij RWA, teruggevoerd vóór de screezers. De periodieke afwisseling van een anaëroob en aëroob milieu bevordert de groei van Acinetobacters. Onder deze omstandigheden treedt biologische defosfatering op (2). Fosfor is gemiddeld voor 59 % uit het afvalwater verwijderd. Na de perioden van slibuitspoeling is dit opgelopen tot 70 %, bij een influentconcentratie van 8 tot 10 mg P/l. Dit mag hoog worden genoemd.

Slibproduktie

De slibproduktie in de A-trap is enigszins laag, in de B-trap hoog vergeleken met de ervaringen in West-Duitsland. De berekende slibleeftijd in de A-trap van 0,7 à 0,8 dagen is bij het gehanteerde slibgehalte vergelijkbaar met West-Duitse AB-installaties. De slibleeftijd in de B-trap van 5 tot 6 dagen daarentegen is zeer laag te noemen. Hiervoor is vooralsnog geen eenduidige verklaring te vinden.

De jaarproduktie vergist en ontwaterd slib bedraagt 4000 ton, bij een belasting van ca. 380.000 i.e. Bij de ontwerpbelasting van 470.000 i.e. is dit 6000 ton/j.

De verwachte slibproduktie bedroeg echter 8000 ton/j, zodat de slibproduktie in de praktijk ca. 25 % lager uitvalt.

Gasproduktie

De gasproduktie van 16,6 l/i.e.d. is overeenkomstig hetgeen gemiddeld in Nederland wordt bereikt. Onvoldoende gegevens maken een vergelijking op basis van organische stof-toevoer met Duitse ervaringen niet mogelijk.

Energieverbruik

Het energieverbruik van de awzi Dokhaven is hoger dan verwacht. Aangezien het afzonderlijke verbruik van de verschillende procesonderdelen niet kon worden gemeten, kan hiervoor geen éénduidige oorzaak worden aangegeven en evenmin worden beoordeeld of dit inherent is aan het type zuiveringssysteem. Van invloed is in elk geval de verhoogde aanvoer van stikstof in het influent.

4.3 Rwzi Veendam

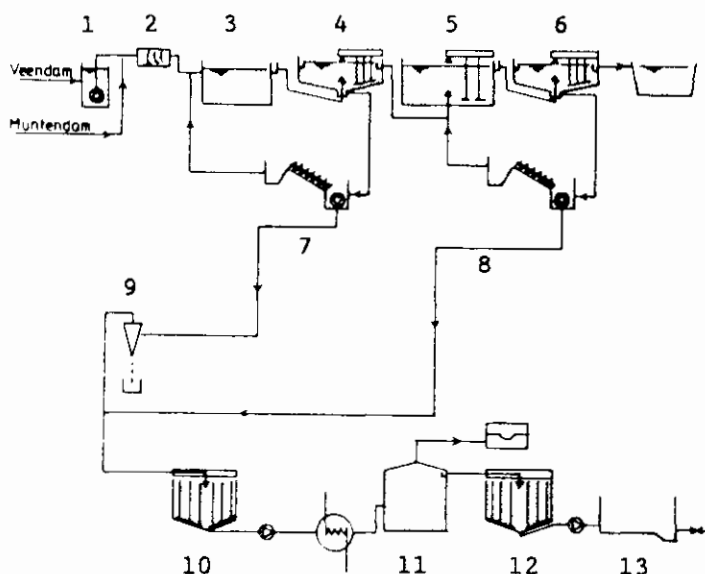
4.3.1 Beschrijving

De rwzi Veendam is de eerste in Nederland gebouwde rwzi die volgens het AB-principe is uitgelegd. De ontwerpcapaciteit van de rwzi Veendam bedraagt 59.000 i.e. (à 54 g BZV), en heeft een maximale capaciteit van 2.575 m³/h. De rwzi Veendam is in juni 1986 in bedrijf gesteld.

Het industrie-aandeel bedraagt 4.770 i.e.; 2.500 i.e. hiervan betreffen percolaat van een vuilstortplaats.

In figuur 3 is het processchema van de rwzi Veendam weergegeven.

RWZI VEENDAM



- | | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. influentgemaal | 8. surplusslib B-trap |
| 2. trommelzeef | 9. zandcycloon |
| 3. eerste beluchtingsbassin (A-trap) | 10. voorindikker |
| 4. tussenbezinktank | 11. slibgistingstank |
| 5. tweede beluchtingsbassin (B-trap) | 12. na-indikker |
| 6. nabezinktank | 13. slibopslagtank |
| 7. surplusslib A-trap | |

Figuur 3 Processchema van de rwzi Veendam

Het te behandelen afvalwater kan door middel van drie leidingen worden aangevoerd: Veendam 1845 m³/h, Zuidwending en omstreken 30 m³/h en Muntendam en omstreken 725 m³/h. Aanvoer vindt thans alleen vanuit Veendam plaats.

De rwzi Veendam is in principe uitgevoerd als één straat. Aangevoerd via één influentgemaal wordt het afvalwater door drie trommelzeven, met een perforatie van 3 mm, geleid. Hier vindt een vuilverwijdering plaats. Het zand wordt verwijderd via de spuislibstroom met behulp van twee zandcyclonen.

Het afvalwater stroomt vervolgens onder vrij verval in de A-trap. De A-trap is vanwege de RWA/DWA-verhouding in twee straten uitgevoerd. Bij RWA wordt van twee beluchtingstanks gebruik gemaakt. De ontwerp-slibbelasting bedraagt 2,5 kg BZV/kg d.s.d. en de hydraulische verblijftijd bij RWA 11 min. Luchtinbreng geschiedt door middel van grove-bellenbeluchting en met behulp van twee compressoren met twee toerentallen. Het opgestelde vermogen bedraagt 30 kW. De volledige OC kan in één straat worden ingebracht.

Na de A-trap wordt het water met een maximale oppervlaktebelasting van 3,0 m/h over een tussenbezinktank gevoerd. Het bezonken slib wordt voor een deel als spuislib afgevoerd en voor een deel als retourslib via een vijzel teruggevoerd en vóór de beluchtingstank van de A-trap met het aangevoerde afvalwater gemengd. Het overloopwater van de tussenbezinktank wordt door een denitrificatietank geleid voor het naar de B-trap stroomt. De tweede beluchtingstrap, uitgevoerd volgens het tegenstroombellenbeluchtingsprincipe, en de denitrificatietank zijn uitgevoerd als concentrische cilindervormige tanks.

In het middengedeelte vindt denitrificatie plaats, terwijl in de buitenring wordt belucht. Menging in de denitrificatieruimte vindt plaats met behulp van mengschotten, bevestigd aan de beluchtingsbrug. De ontwerp-slibbelasting bedraagt 0,12 kg BZV/kg d.s.d.

Na de B-trap vindt nabezinking plaats in twee ronde nabezinktanks en wordt het spuislib aan het circuit onttrokken. Het gezuiverde afvalwater wordt geloosd op het A.G. Wildervanckkanaal.

Het spuislib van de A- en de B-trap wordt gezamenlijk ingedikt in een voorindikker. Vervolgens vindt anaërobe slibstabilisatie en na-indikking plaats.

De slibgisting geschiedt volgens het BIMA-systeem. Hierbij is geen mechanische apparatuur benodigd voor de menging van de reactorinhoud. De menging geschiedt zonder energietoevoer. Het geproduceerde gistinggas wordt gebruikt in gasmotoren voor de productie van elektrische energie.

In bijlage 2 worden de dimensioneringsgrondslagen van de rwzi Veendam gegeven.

De effluenteisen voor de rwzi Veendam zijn in tabel 6 weergegeven. Er zijn geen eisen gesteld aan zwevende stof, NO_3^- en P-verbijdering. Voor het P-gehalte in het effluent zijn binnenkort lozingseisen te verwachten.

Tabel 6 Effluenteisen voor de rwzi Veendam

| | | |
|---------------------------------|------|------|
| BZV ₅ (at) max. | mg/l | 20 |
| NH ₄ ⁺ -N | mg/l | 15 * |

* temperatuur van het ontvangend oppervlaktewater > 10 °C

4.3.2 Bedrijfsresultaten

Algemeen

De beschouwde bedrijfsgegevens zijn ter beschikking gesteld door Provinciale Waterstaat van Groningen en betreffen de periode van 4 augustus 1987 tot en met 20 december 1988.

De bemonsteringsresultaten zijn voor de zuivering, de slibproductie, gasproductie en energieverbruik als gewogen gemiddelde waarden weergegeven in tabel 7.

Tabel 7 Gewogen gemiddelde resultaten van de rwzi Veendam
(4 aug. 1987 - 20 dec. 1988)

| | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Belasting van de rwzi totaal: | 34.370 i.e. (à 54 g BZV) |
| | 33.402 i.e. (à 180 g TZV) |
| Dagaanvoer : | 10.460 m ³ /d |
| Slibproduktie totaal : | 334 m ³ /d |
| | 3061 kg d.s./d |
| D.s.-gehalte slib : | 0,92 % |
| Gasproduktie: (beschouwde periode) | 309.025 m ³ |
| : | (1987) 204.934 m ³ /j |
| : | (1988) 213.121 m ³ /j |
| Energieverbruik: (beschouwde periode) | 1.458.465 kWh |
| : | (1987) 984.866 kWh/j |
| : | (1988) 1.070.143 kWh/j |

| | | influent | TBT | effluent |
|--------------------|--------|----------|------|----------|
| BZV | [mg/l] | 177 | 77 | 14 |
| CZV | [mg/l] | 675 | 273 | 99 |
| N _{KJ} -N | [mg/l] | 51,1 | 36,9 | 29,5 |
| P _{tot} | [mg/l] | 11,3 | 7,3 | 6,6 |
| Zwevende stof | [mg/l] | - | 102 | 27,3 |
| CZV:BZV | - | 3,8 | 3,5 | |
| BZV:N | - | 3,5 | 2,1 | |
| BZV:P | - | 15,7 | 10,5 | |

In tabel 8 zijn de procesgegevens van de beluchtingstanks van de A- en B-trap weergegeven, in tabel 9 het verwijderingsrendement van de rwzi Veendam.

Tabel 8 Procesgegevens van de A- en B-trap van de rwzi Veendam

| | | A-trap | B-trap |
|------------------|--------------------|--------|--------|
| Drogestofgehalte | [mg/l] | 5135 | 3836 |
| Slibbel. totaal | [kg BZV/kg d.s.d.] | 1,33 | 0,10 |
| Slibbel. aëroob | [kg BZV/kg d.s.d.] | | 0,13 |
| Slibvolume-index | [ml/g] | 44 | 87 |
| Gloeirest | [%] | 31,9** | 23,2 |

** inclusief zandfractie

Tabel 9 Verwijderingsrendement van de A- en B-trap, en de rwzi-totaal

| | | AT 1 | AT 2 | RWZI |
|------------------|-----|------|------|------|
| BZV | [%] | 57 | 82 | 92 |
| CZV | [%] | 60 | 64 | 85 |
| N _{KJ} | [%] | 28 | 20 | 42 |
| P _{tot} | [%] | 35 | 10 | 42 |

De rwzi werkt sinds augustus 1988 normaal en zonder problemen. Op basis van het BZV bedroeg de actuele belasting van de rwzi Veendam over de beschouwde periode 58 % van de ontwerpcapaciteit. Uit de gemiddelde aanvoer blijkt een gemiddelde verblijftijd in de A-trap (één straat) van 0,7 uur. De tweede straat wordt ingeschakeld bij een aanvoer > 1200 m³/h en wordt nog maar weinig gebruikt.

Aan de hand van het totaalverbruik over de gehele periode werd gemiddeld voor beluchting van de A-trap 19 kWh/h opgenomen.

Zandverwijdering vindt plaats na de beluchtingstank van de A-trap. Na het laten leeglopen van de tweede straat van de A-trap werd zandbezinking geconstateerd. Niet duidelijk is of dit wordt veroorzaakt door het uitschakelen van de beluchting of door het ontbreken van een zandvangervang. De gemiddelde energie-inbreng bedroeg voor één straat 61 W/m³. Bij twee straten in gebruik is de maximale netto energie-inbreng 42 W/m³. Ervaringen elders hebben aangetoond dat zandbezinking dan zeker mogelijk is (10).

In het ontwerp is uitgegaan van een slibgehalte van 2 kg/m³ bij twee straten in gebruik. Bij eenzelfde BZV-vracht en slibbelasting in één straat bedraagt het slibgehalte dus 4 kg/m³. Het slibgehalte in de beluchtingstank van de A-trap (één straat) bleek onbeheersbaar. Voor de periode van onderzoek bedroeg het gemiddelde slibgehalte 5,1 kg d.s./m³. Dit resulteerde in een slibbelasting van 1,33 kg BZV/kg d.s.d.; bij een slibgehalte van 2,5 kg/m³ zou dit reeds 2,7 kg BZV/kg d.s.d. zijn. Overeenkomstig de ontwerpgrondslagen van een A-trap dient de BZV-belasting minimaal 2 kg BZV/kg d.s.d. te zijn.

Processtabiliteit

De hydraulische verblijftijd in de A-trap was gemiddeld 43 minuten. De variaties in het aanvoerdebiet en de BZV-, CZV-, N_{KJ}- en P-vracht zijn groot geweest. Opmerkelijk zijn de pieken in december 1987 in de CZV-, BZV-, N_{KJ}- en P-vracht. Deze pieken werden evenwel volledig in de A-trap geëgaliseerd, zodat het hier vermoedelijk een hoge aanvoer van zwevend materiaal betrof.

De slibvolumeindices in de A- en B-trap zijn vrij constant geweest, waarbij de gemiddelde waarden van 44 respectievelijk 87 ml/g laag zijn te noemen.

BZV-verwijdering

Gemiddeld werd het BZV in de A- en B-trap gereduceerd met 57 respectievelijk 82 %; voor de totale rwzi was dit 92 %. De gemiddelde BZV-aanvoer naar de A-trap bedroeg 58 % van de ontwerp-aanvoer bij een zuurstofgehalte in de aëratietank tussen 0 en 1 mg/l. De piekbelasting in de A-trap was 102 % van de ontwerpcapaciteit en de BZV-slibbelasting 1,75 kg BZV/kg d.s.d. De BZV-verwijdering nam echter toe tot 73 %, zodat de BZV-belasting van de B-trap nauwelijks steeg.

De BZV-aanvoer naar de B-trap varieerde tussen 50 en 60 % van de ontwerp-aanvoer, uitgaande van een BZV-verwijdering in de A-trap van 50 à 60 %.

De slibbelasting was dientengevolge laag; gemiddeld 0,10 kg BZV/kg d.s.d. Het gemiddelde slibgehalte in de B-trap was 3,8 kg/m³ (ontwerpslibgehalte: 4 kg/m³).

Merkwaardig is het toenemen van de BZV-belasting tot 2,1 kg BZV/kg d.s.d. bij een slibgehalte van 1,8 kg/m³ en het gelijktijdig teruglopen van het BZV-zuiveringsrendement tot 16 %.

N-verwijdering via nitrificatie en denitrificatie

In de A- en B-trap wordt gemiddeld 28 respectievelijk 20 % N_{KJ} verwijderd. De gemiddelde totale N_{KJ}-verwijdering in de rwzi is 42 %. Het uitgegiste slib bevat gemiddeld 69,7 g N/kg d.s. De verdeling van de hoeveelheid stikstof, verwijderd via het spuislib van de A- en B-trap, is in tabel 10 weergegeven.

Tabel 10 Slibproductie en verwijdering van de hoeveelheid stikstof via het slib

| | slibproductie [kg/d] | N _{KJ} -verwijdering [kg/d] | N _{KJ} in slib [g N/kg d.s.] |
|--------|-------------------------|---|--|
| A-trap | 2472 | 148 | 59,9 |
| B-trap | 589 | 65 | 111,0 |
| Totaal | 3061 | 213 | 69,7 |

Nitrificatie in de B-trap heeft nagenoeg niet plaatsgevonden. De gemiddelde aërobe slibleeftijd in de beluchtingstank van de B-trap bedroeg 11 dagen op basis van de spuislibproductie. Indien echter de overloop van (alle) zwevende stof in het effluent wordt meeberekend (102 mg/l), wordt dit 7,5 dag. Denitrificatie heeft nagenoeg niet kunnen plaatsvinden omdat er nauwelijks NH₄⁺ in NO₃⁻ is omgezet.

P-verwijdering

Gemiddeld werd in de A- en B-trap 35 respectievelijk 10 % P verwijderd. De totale verwijderde hoeveelheid P kwam op gemiddeld 42 %, bij een gemiddelde influentconcentratie van 11,3 mg P/l. Het uitgegiste slib bevat gemiddeld 58,5 g P₂O₅/kg d.s., derhalve 25,5 g P/kg d.s.

Tabel 11 Slibproductie en verwijdering van de hoeveelheid fosfor via het slib

| | slibproductie | | P-ver- | P in slib | |
|--------|---------------|------------|-----------|---------------|---------------|
| | voor gisting | na gisting | wijdering | voor gisting | na gisting |
| | [kg/d] | [kg/d] | [kg/d] | [g P/kg d.s.] | [g P/kg d.s.] |
| A-trap | 2472 | - | 41 | 16,6 | - |
| B-trap | 589 | - | 8 | 13,6 | - |
| Totaal | 3061 | 1939 | 49 | 16,0 | 25,3 |

De verdeling van de hoeveelheid fosfaat, verwijderd via het spuislib van de A- en B-trap, is in tabel 11 weergegeven. Het P-gehalte in het uitgestort slib, bepaald op basis van de verwijderde hoeveelheid P, stemt overeen met de gemeten hoeveelheid P in het slib (2,55 % P).

Slibproductie

In de A- en B-trap werd gemiddeld 2472 kg d.s./d. respectievelijk 589 kg d.s./d. aan slib geproduceerd. De totale slibproductie beliep derhalve 3061 kg d.s./d. Op basis van de BZV-reductie is de drogestofproductie in de A- en B-trap 2,35 respectievelijk 0,89 kg d.s./kg BZV_{verw.}.

De hoeveelheid slib geproduceerd in de A- en B-trap is ten opzichte van de totale hoeveelheid geproduceerd slib 81 en 19 %.

Gasproductie

In de beschouwde periode werd 309.025 m³ gas of gemiddeld 597 m³/d geproduceerd. Dit komt overeen met 17,4 l/i.e.d.

Op basis van een totale slibgroei van 3061 kg d.s./d, is de gasproductie 255 l/kg organisch d.s.-toevoer en 532 l/kg organisch d.s.d_{verw.}.

Energieverbruik

Er is 861.960 kWh aan het elektriciteitsnet onttrokken. Met behulp van de twee geïnstalleerde gasmotoren is totaal 596.505 kWh aan elektriciteit opgewekt. De benodigde beluchtingsenergie van 15,2 kWh/i.e.j. bedroeg 51 % van het totale energieverbruik. Het totale energieverbruik was 1.458.465 kWh met een gemiddeld verbruik van 29,9 kWh/i.e.j. of 81,9 Wh/i.e.d.

In tabel 12 is een overzicht van het energieverbruik gegeven.

Tabel 12 Energieverbruik van de rwzi Veendam
(aug. 1987 t/m dec. 1988)

| | [kWh] | [kWh/i.e.j.] | [Wh/i.e.d.] |
|-------------------|-----------|--------------|-------------|
| Electriciteitsnet | 861.960 | 17,7 | 48,4 |
| Gasmotoren | 596.505 | 12,2 | 33,5 |
| Totaal | 1.458.465 | 29,9 | 81,9 |
| <u>Beluchting</u> | | | |
| A-trap | 237.896 | 4,9 | 13,4 |
| B-trap | 500.181 | 10,3 | 28,1 |
| Totaal | 738.077 | 15,2 | 41,5 |

4.3.3 Evaluatie

Algemeen

De resultaten van de rwzi Veendam tot augustus 1988 zijn niet overeenkomstig de verwachtingen. De BZV- en CZV-redukties zijn matig en nitrificatie treedt niet op. Na het verhelpen van de bedrijfsstoringen treedt een aanzienlijke verbetering van de BZV- en CZV-reduktie op. Nitrificatie heeft tot op heden niet plaatsgevonden.

P-verwijdering vindt tot 42 % plaats. De totale slibproductie is overeenkomstig West-Duitse ervaringen en de gasproductie enigszins lager dan in West-Duitsland. De gasproductie is vergelijkbaar met het gemiddelde in Nederland. De totale rwzi verbruikt meer energie dan verwacht.

Processtabiliteit

Gezien de variaties in het aanvoerdebiet en de BZV-, CZV-, N_{K1} - en P-vracht, en de gelijkmatige belasting van de B-trap, kan worden gesteld dat de processtabiliteit van de A-trap groot is geweest. Na het verhelpen van de bedrijfsstoringen is vanaf juli 1988 de totale BZV-reduktie hoog en stabiel.

Slibbelasting

Tijdens de gehele beschouwde periode is het gemiddelde slibgehalte in de A-trap hoog geweest, namelijk $5,1 \text{ kg/m}^3$. Als gevolg hiervan was de gemiddelde slibbelasting $1,33 \text{ kg BZV/kg d.s.d.}$; bij een slibgehalte van $2,5 \text{ kg/m}^3$ zou dit reeds $2,7 \text{ kg BZV/kg d.s.d.}$ zijn.

Overeenkomstig de ontwerpgrondslagen van een A-trap dient de BZV-belasting minimaal $2 \text{ kg BZV/kg d.s.d.}$ te zijn.

BZV- en CZV-verwijdering

De rwzi werkt sinds augustus 1988 normaal en zonder problemen. De rendementen van de A- en de B-trap in de voorgaande periode vallen sterk tegen. De totale BZV- en CZV-redukties van de rwzi Veendam voldoen sinds augustus 1988 volledig aan de verwachting; derhalve zijn er geen plannen het slibgehalte te verlagen.

N-verwijdering via nitrificatie en denitrificatie

Nitrificatie treedt niet op vanwege de energiesituatie ter plaatse. Desondanks is de zuurstofvraag van de B-trap zeer hoog. Een te laag aanwezig vermogen en een hoog O_2 -verbruik hebben geresulteerd in een ongunstige energiebalans.

Omdat, ondanks de lage slibbelasting, nagenoeg geen nitrificatie heeft plaatsgevonden, kan geen bruikbare uitspraak worden gedaan. De zuiverende werking (N-verwijdering via nitrificatie en denitrificatie) van de B-trap is niet representatief voor een AB-systeem.

P-verwijdering

De P-verwijdering van 42 % komt overeen met het gemiddelde van alle rwzi's in Nederland. Van een verhoogde P-verwijdering is derhalve geen sprake. Zowel in de A- als B-trap wordt minder fosfor verwijderd dan bij de awzi Dokhaven.

Slibproductie

De specifieke slibproductie van 2,35 kg d.s./kg BZV_{verw.} in de A-trap is opmerkelijk hoog, echter met 72 g/i.e.d. overeenkomstig West-Duitse ervaringen.

Het verschil tussen de hoeveelheid slib geproduceerd in de A- en B-trap (81 en 19 % van de totale hoeveelheid slib) is vooralsnog onverklaarbaar groot.

Gasproductie

De gemiddelde gasproductie per i.e. en per kg org. d.s._{verw.} is vergelijkbaar met andere zuiveringssystemen in Nederland. Op basis van de aangevoerde hoeveelheid organische droge stof echter laag.

Energieverbruik

Het theoretisch energieverbruik voor de beluchting van een laag-belaste actief-slibinstallatie (0,10 - 0,20 kg BZV/kg d.s.d.) bedraagt 11 tot 15 kWh/i.e.j. (11).

Het energieverbruik voor de beluchting van de rwzi Veendam (15,2 kWh/i.e.j.) is derhalve relatief hoog, aangezien nitrificatie nagenoeg niet heeft plaatsgevonden. Het energieverbruik van de A-trap (4,9 kWh/i.e.j.) is hoger dan gemiddeld in West-Duitsland; echter lager dan het maximale verbruik van 5,9 kWh/i.e.j. Dit geldt eveneens voor het totale energieverbruik van 29,9 kWh/i.e.j.

4.4 Rwzi Nieuwveer

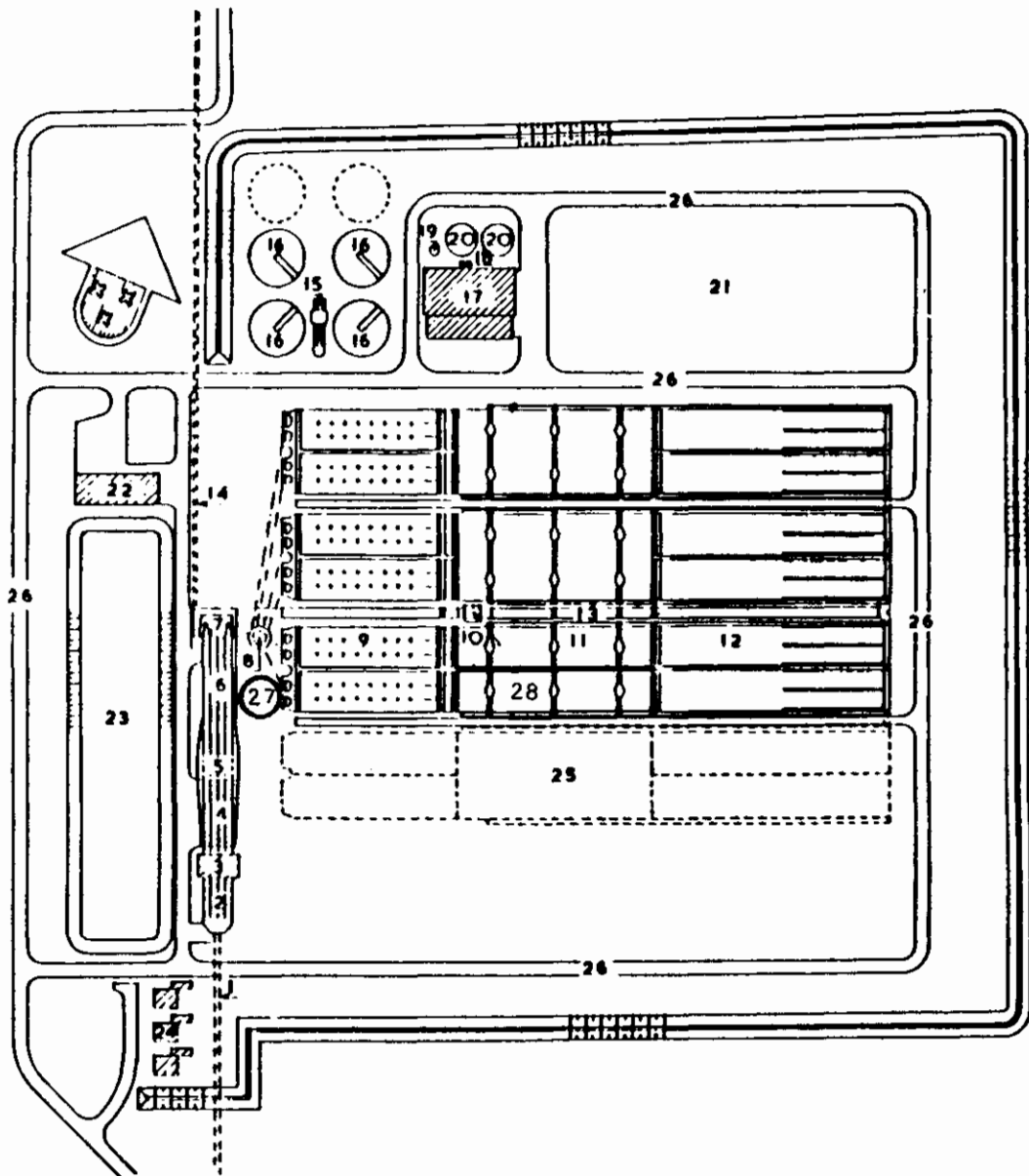
4.4.1 Beschrijving

De rwzi Nieuwveer te Breda, met een ontwerpcapaciteit van 651.000 i.e., is in 1973 in gebruik genomen. Het betreft een ééntraps actief-slibinstallatie, met een ontwerp-slibbelasting van 0,4 kg BZV/kg d.s.d. Ca. 50 % van de belasting is afkomstig van konserverindustrie.

Slibbehandeling geschiedt volgens het Zimmermann-proces. Ontwatering vindt plaats door middel van filterpersen.

Door het Hoogheemraadschap West-Brabant is in verband met de mogelijkheid de bestaande rwzi uit te breiden tot een tweetraps actief-slibinstallatie een onderzoekprogramma opgesteld met betrekking tot een proefopstelling.

In het onderzoek wordt nagegaan of door toepassing van een tweetraps actief-slibstelsel de slibbezinkingseigenschappen zodanig structureel verbeteren, dat geen slibuitspoeling meer optreedt en dat aan de vergunningsvoorwaarden kan worden voldaan.



- | | | | |
|----|-------------------------|----|------------------------------|
| 1 | aanvoerriool | 15 | vijzelgemaal |
| 2 | vijzels | 16 | slijkindikers |
| 3 | bedieningsgebouw | 17 | zimprogebouw |
| 4 | toeleidingsgoten | 18 | reactor |
| 5 | snijroosters | 19 | mengtank |
| 6 | zandvanger | 20 | bewaartanks |
| 7 | verzamelput | 21 | bewaarplaats afgewerkt slijk |
| 8 | verdeeltoren | 22 | lab.-werkplaats-magazijn |
| 9 | voorbezinkunits | 23 | vijver |
| 10 | trafo- en schakelruimte | 24 | woningen personeel |
| 11 | beluchtingsunits | 25 | uitbreiding |
| 12 | nabezinkunits | 26 | ontsluitingswegen |
| 13 | afvoergoot | 27 | eerste trap |
| 14 | afvoerriool | 28 | tweede trap |

Figuur 4 Schema van de rwzi Nieuwveer

Met de tweetrapsinstallatie wordt tevens het bereiken van een vergaande nitrificatie beoogd. Het onderzoek dient derhalve informatie op te leveren die van belang is bij het ontwerpen van een definitieve uitbreiding van de rwzi.

De rwzi Nieuwveer bestaat uit drie biologische straten. Per straat zijn twee rechthoekige voorbezinktanks en twee rechthoekige nabezinktanks gerealiseerd.

De proefstraat bestaat uit 1/6 deel van de rwzi, waarbij de beluchtingstank van één bestaande straat hydraulisch in twee straten is opgesplitst. Een nieuwe beluchtingstank eerste trap is bijgebouwd, zodat van de opgesplitste beluchtingstank één straat als tweede trap fungeert.

In figuur 4 is het schema van de rwzi Nieuwveer en de proefstraat weergegeven. De maximale hydraulische belasting (RWA) op de proefstraat bedraagt 1750 m³/h, de DWA-aanvoer 580 m³/h. Een evenredig deel van de overloop van de slibverwerking wordt naar de proefstraat teruggevoerd.

Voor de dimensioneringsgrondslagen van de proefstraat wordt verwezen naar bijlage 3.

Dimensionering van de eerste trap is geschied op basis van 15 minuten verblijftijd bij RWA. De ronde beluchtingstank is uitgevoerd volgens het propstroomprincipe. Beluchting geschiedt door middel van bellenbeluchting (Brandol-buizen).

4.4.2 Bedrijfsresultaten

De beschouwde bedrijfsgegevens zijn ter beschikking gesteld door het Hoogheemraadschap West-Brabant en betreffen de periode van 1 november tot en met 13 december 1988.

Sinds 1 november 1988, wordt het tweetraps actief-slibstelsel onderzocht. Reeds enkele dagen na het opstarten van de eerste trap was een aanmerkelijke verhoging van het zuiveringsrendement merkbaar. De belasting van de tweede trap in de proefstraat is gereduceerd tot 40 % van de oorspronkelijke situatie. Over de beschouwde periode is de gemiddelde slibvolume-index (SVI) gedaald van 300 tot 100 ml/g. De gemiddelde SVI van 100 ml/g is vanaf 10 november tot 5 januari constant gebleven. Daarna is een lichte verhoging opgetreden tot gemiddeld 130 ml/g.

Door de lage SVI en de lage BZV-belasting van de tweede trap is de effluentkwaliteit van de proefstraat significant beter dan voor de rest van de rwzi. De gemiddelde BZV-belasting van de rwzi tijdens de onderzoeksperiode was circa 70 % van de ontwerpbelasting.

De gemiddelde resultaten over de periode 1 november t/m 13 december 1988 (met uitzondering van 26 nov. t/m 1 dec.) zijn in tabel 13 weergegeven.

De afloop van de voorbezinktanks (VBT) en de nabezinktanks van de huidige installatie (NBT 1-5) zijn als vergelijking, ten opzichte van de proefstraat (afloop 1^o trap, TBT en 2^o trap, NBT-6), in de tabel opgenomen.

De ontwerppoppervlaktebelasting van de voorbezinktanks bedraagt maximaal 2,15 m/h; van de nabezinktanks maximaal 1,5 m/h.

De slibvolumebelasting van de nabezinktanks is maximaal 300 l/m².h. Tijdens de beschouwde periode was de actuele oppervlaktebelasting van de voorbezinktanks en derhalve de tussenbezinktank van de proefstraat gemiddeld 0,43 m/h en die van de nabezinktanks 0,30 m/h. De slibvolumebelasting van de nabezinktanks NBT 1-5 en de nabezinktank van de proefstraat (NBT-6) was > 300 respectievelijk 69 l/m².h.

Tabel 13 Analyseresultaten van de proefstraat en de rwzi Nieuwveer (1 nov. - 13 dec. 1988)

| | | influent | afloop VBT | afloop 1 ^e trap TBT | afloop NBT 1-5 | afloop 2 ^e trap NBT-6 |
|---------------------------------|---------------------|----------|---------------|--------------------------------------|----------------------|--|
| Debiet** | [m ³ /d] | 57.200 | | | | |
| BZV | [mg/l] | 270 | 170 | 65 | 85 | 10 |
| CZV | [mg/l] | 650 | 410 | 220 | 330 | 82 |
| N _{KJ} -N | [mg/l] | 47 | 39 | 32 | 40 | 8,9 |
| NH ₄ ⁺ -N | [mg/l] | | | | 16 | 3,9 |
| NO ₃ ⁻ -N | [mg/l] | | | | 3,7 | 14 |
| P _{tot} | [mg/l] | 7,9 | 6,6 | 4,0 | 7,0 | 3,5 |
| Bezinksel | [mg/l] | 95 | 19 | 10 | | |
| Droogrest | [mg/l] | | | | 200 | 23 ¹⁾ 9 ²⁾ |
| CZV:BZV | - | 2,4 | 2,4 | 3,4 | | |
| BZV:N | - | 5,7 | 4,4 | 2,0 | | |
| BZV:P | - | 34,2 | 25,8 | 16,3 | | |

** cijfers herleid naar de totale rwzi

¹⁾ relatief hoog door drijfslagvorming op de nabezinktank

²⁾ na installeren van een sproei-installatie op de nabezinktank

In tabel 14 zijn de procesgegevens van de beluchtingstank van de eerste en tweede trap van de proefstraat weergegeven.

Tabel 14 Procesgegevens van de eerste en tweede trap (proefstraat) van de rwzi Nieuwveer

| | | 1 ^e trap | 2 ^e trap |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Drogestofgehalte | [g/l] | 3,3 | 2,3 |
| Slibbelasting | [kg BZV/kg d.s.d.] | 1,5 | 0,09 |
| Slibvolume-index | [ml/g] | 50 | 100** |
| Gloeirest | [Z] | 29 | 22 |
| Temperatuur | [°C] | - | 13 |

** vanaf 10 november 1988

Tabel 15 geeft het verwijderingsrendement van de voorbezinktanks (conventionele installatie) en de huidige totale rwzi, de 1^e en 2^e trap van de proefstraat, en de totale proefstraat.

Tabel 15 Verwijderingsrendementen van de voorbezinktanks (conventionele installatie), de huidige totale rwzi, de 1^e en 2^e trap van de proefstraat en de totale proefstraat

| | | VBT | AT | RWZI | AT 1 | AT 2 | proefstraat |
|------------------|-------|-----|----|------|------|------|-------------|
| BZV | [%] | 37 | 50 | 69 | 76 | 85 | 96 |
| CZV | [%] | 37 | 20 | 49 | 66 | 63 | 87 |
| N _{KJ} | [%] | 17 | -3 | 15 | 32 | 72 | 81 |
| N _{tot} | [%] | | | 7 | | 28 | 51 |
| P _{tot} | [%] | 16 | -6 | 13 | 49 | 13 | 56 |
| Bezinksel | [%] | 80 | | | 89 | | |

BZV-verwijdering

Uit de gemiddelde aanvoer blijkt een gemiddelde verblijftijd in de A-trap van 0,7 uur. De beluchting wordt gestuurd op het zuurstofgehalte in de eerste trap (1-3 mg O₂/l), bij een slibbelasting van 1,5 kg BZV/kg d.s.d. De belasting van de tweede trap in de proefstraat is gereduceerd tot 40 % van de oorspronkelijke situatie. De slibbelasting is dan 0,09 kg BZV/kg d.s.d. ten opzichte van 0,23 kg BZV/kg d.s.d. in de conventionele beluchtingstanks.

Gemiddeld werd het BZV in de eerste en de tweede trap van de proefstraat gereduceerd met 76 en 85 %. De totale gemiddelde BZV-reduktie kwam op 96 %. De bezinkbare delen werden in de eerste trap voor 89 % verwijderd.

De gemiddelde BZV-reduktie in de voorbezinktank en de beluchtingstank van de conventionele installatie was 37 respectievelijk 50 %; van de totale rwzi 69 %.

N-verwijdering via nitrificatie en denitrificatie

Gemiddeld werd in de eerste en tweede trap van de proefstraat 32 respectievelijk 72 % N_{KJ} verwijderd; totaal gemiddeld 81 %. In de voorbezinktank en de beluchtingstank van de conventionele installatie werd gemiddeld 17 en -3 % N_{KJ} verwijderd. Voor de gehele rwzi bedroeg deze verwijdering 15 %.

Gemiddeld werd in de tweede trap en de totale proefstraat 28 respectievelijk 51 % N_{tot} verwijderd; voor de conventionele rwzi is deze verwijdering 7 %.

Op basis van de gegeven N_{KJ}- en NO₃⁻-gehalten in de aanvoer naar de tweede trap en het effluent, kan worden gesteld dat zowel nitrificatie als denitrificatie is opgetreden.

De BZV-slibbelasting bedroeg 0,09 kg BZV/kg d.s.d. De tussenbezinktank heeft normaal gefunctioneerd, zodat kan worden gesteld dat de slibleeftijd voldoende hoog is geweest voor nitrificatie.

P-verwijdering

Fosfaat wordt in de eerste en de tweede trap voor 49 respectievelijk 13 % verwijderd; in de totale proefstraat gemiddeld 56 %, bij een gemiddelde influentconcentratie van 7,9 mg P/l.

De totale P-verwijdering in de conventionele rwzi kwam op 13 %.

4.4.3 Evaluatie

----- Algemeen

De resultaten van de proefstraat zijn positief. De proefstraat heeft volledig aan de verwachtingen voldaan. De onderzoeksperiode is evenwel nog te kort om afdoende duidelijkheid te verschaffen over processtabiliteit, energieverbruik, slibproducties en vergaande nitrificatie.

Processtabiliteit

Ondanks de korte onderzoeksperiode is de processtabiliteit van de proefstraat beduidend beter dan van de rwzi. De BZV- en zwevende-stofverwijdering van de eerste trap zijn aanzienlijk beter dan van de voorbezinktanks. De belasting van de tweede trap ten opzichte van de oorspronkelijke situatie is derhalve fors lager en meer gelijkmatig.

Uitspoeling van zwevende stof uit de tussenbezinktank naar de tweede beluchtingstank heeft zich nog niet voorgedaan.

De slibvolumeindices van de eerste en tweede trap zijn overeenkomstig de verwachting.

Slibbelasting

De slibbelasting van de eerste trap was gemiddeld 1,5 kg BZV/kg d.s.d. Overeenkomstig de ontwerpgrondslagen van een A-trap dient de BZV-belasting minimaal 2 kg BZV/kg d.s.d. te zijn. Volgens de definitie kan de proefstraat van de rwzi Nieuwveer geen AB-systeem worden genoemd.

BZV- en CZV-verwijdering

De BZV- en CZV-reduktie zijn hoog en overeenkomstig de verwachting.

N-verwijdering via nitrificatie en denitrificatie

Nitrificatie in de tweede trap vindt vergaand plaats, hetgeen ook kan worden verwacht bij een slibbelasting van 0,09 kg BZV/kg d.s.d. Optimalisatie dient nog plaats te vinden, eveneens ten aanzien van de mogelijkheden voor denitrificatie.

De BZV/N-verhouding in het influent was 5,7, die in de aanvoer naar de tweede trap 2,0. Deze verhouding is te laag (< 2,86) voor een volledige denitrificatie. Oorzaak hiervan is de hoge BZV-verwijdering in de eerste trap (76 %).

Indien de BZV-verwijdering kan worden teruggebracht tot 65 %, kan theoretisch een volledige denitrificatie worden verkregen. Ook mogelijk is het bypassen van influent om de eerste trap naar de tweede trap, of effluent te recirculeren over de eerste trap.

De huidige rwzi verwijderd slechts 15 % van de aangevoerde N_{KJ} -vrucht. Oorzaak voor deze slechte werking is de uitspoeling van slib met het effluent uit de nabezinktanks (NBT 1-5).

Ten behoeve van vergaande denitrificatie wordt vanaf augustus 1989, vanwege de lage BZV/N-verhouding in de tweede trap, effluent gerecirculeerd over de eerste trap (1:1). Het NO_3^- -gehalte in het effluent bedraagt sindsdien 5 tot 10 mg/l (N_{KJ} = 4 tot 7 mg/l), zodat het N_{tot} -gehalte in het effluent kleiner dan 20 mg/l bedraagt.

P-verwijdering

De totale verwijderde hoeveelheid P bedraagt gemiddeld 56 %. Dit lijkt hoog, de gemiddelde influentconcentratie van 7,9 mg P/l is echter laag.

4.5 Conclusies en nabeschuiving

Na evaluatie van de drie onderzochte rioolwaterzuiveringsinrichtingen is gebleken dat in alle gevallen de bedrijfsvoering van de eerste trap niet voldoet aan de algemene kenmerken van een A-trap, namelijk een minimale slibbelasting van 2 kg BZV/kg d.s.d. Er kan bij de drie onderzochte zuiveringssystemen derhalve niet in functionele zin van een AB-systeem worden gesproken.

Op basis van het bovenstaande dienen de onderzochte zuiveringssystemen te worden aangemerkt als tweetraps zuiveringssystemen zonder voorbezinking, met een hoogbelaste eerste trap en een laagbelaste tweede trap. Hiervan kan worden opgemerkt:

- het zuiveringssysteem heeft aangetoond een stabiel systeem te zijn dat onder sterk wisselende belastingen goed kan blijven functioneren, zeker in vergelijking met ééntrapsystemen;
- de effluentkwaliteit is goed; nl. BZV- en CZV-waarden van < 10 respectievelijk < 75 mg/l als gemiddelde van de drie onderzochte rwzi's;
- onduidelijk is nog in hoeverre vergaande N- en P-verwijdering kunnen worden gerealiseerd. Een tekort aan gegevens en deels tegenstrijdige praktijkresultaten zijn hiervan de oorzaak;
- de slibvolume-indices van de eerste en tweede trap van de drie onderzochte rwzi's zijn laag, gemiddeld 59 en 89 ml/g, en stabiel;
- de specifieke slibproducties van de awzi Dokhaven en Veendam vertonen een grote spreiding, zowel vóór gisting (70 respectievelijk 89 g d.s./i.e.d.) als na gisting (35 respectievelijk 56 g d.s./i.e.d.). Uit een vergelijking met conventionele ééntraps actief-slibsystemen zijn op basis van deze beperkte ervaringen geen conclusies te formuleren. Opmerkelijk is wel de hoge slibproductie van de rwzi Veendam vóór gisting en de lage slibproductie van de awzi Dokhaven na gisting in vergelijking met ééntraps actief-slibsystemen.
- de gasproductie is overeenkomstig andere zuiveringssystemen, circa 17 l/i.e.d.;
- het energieverbruik is enigszins hoger dan in de ontwerpen is aangehouden: voor het proces van de awzi Dokhaven ongeveer 20 % en voor de beluchting van de rwzi Veendam globaal 30 % meer dan verwacht. Gezien de beperkte hoeveelheid gegevens kan niet worden aangegeven of dit specifiek is voor tweetraps actief-slibsystemen.

Om een reële vergelijking te maken tussen het ruimtebeslag van AB-installaties en alternatieve zuiveringssystemen is het noodzakelijk uit te gaan van gelijke effluentkwaliteit van de verschillende systemen.

De (ook in de West-Duitse literatuur genoemde) bouwvolumes per i.e. van de A- en B-trap alleen zijn niet bruikbaar. De totale rwzi inclusief de sliblijn dient in beschouwing te worden genomen.

In tabel 16 is een vergelijking gemaakt tussen de rwzi's Kralingseveer (ééntraps: actief-slib), De Groote Lucht (tweetraps: oxydatiebed en actief-slib), en de AB-installaties Dokhaven en Veendam. In de berekening zijn de oppervlakte en het volume van de beluchtingstanks, bezinktanks, indikkers, gistingstanks en gashouders betrokken.

De lozingseisen zijn voor alle vier de zuiveringsinrichtingen gelijk.

De nabezinktanks van de awzi Dokhaven zijn gedimensioneerd op 75 % van de maximale aanvoer. In de vergelijking is hiervoor gecorrigeerd.

Tabel 16 Aantal inwonerequivalenten per m² bouwoppervlak (1) en per m³ bouw inhoud (2)

| | Kralingseveer | De Groote Lucht | Dokhaven | Veendam |
|-------------------------|---------------|-----------------|----------|---------|
| (1) i.e./m ² | 11,9 | 11,8 ** | 16,9 | 13,3 |
| (2) i.e./m ³ | 4,0 | 3,5 | 4,9 | 5,4 |

** voorbezink- en actief-slibtanks zijn boven elkaar gesitueerd

Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat, bij eenzelfde ontwerpeffluentkwaliteit, een AB-installatie voor bovengenoemde procesonderdelen een kleiner ruimtebeslag heeft (circa 25 %). Een besparing op bouwvolume is mogelijk van globaal 20 à 30 %. Aangezien slechts de maatgevende bouwvolumes in de berekening zijn betrokken en niet de totale investeringskosten, kan over een mogelijke kostenbesparing geen uitspraak worden gedaan. Met betrekking tot het ruimtebeslag van AB-installaties en alternatieve zuiveringssystemen bij de toekomstige N- en P-eisen wordt het voordeel van een geringer ruimtebeslag bij AB-installaties kleiner.

5 WEST-DUITSE AB-SYSTEMEN

5.1 Algemeen

Het is niet mogelijk gebleken om de gemiddelde bedrijfsresultaten van alle West-Duitse (huishoudelijke) AB-installaties bij één instantie te verkrijgen. In het bestek van deze rapportage is afgezien van het benaderen van alle afzonderlijke beheerders. Evaluatie van de West-Duitse AB-installaties en de betekenis betrokken op de Nederlandse situatie, heeft derhalve plaatsgevonden op basis van de verschenen literatuur en de verkregen informatie tijdens het bezoek aan de West-Duitse AB-installaties te Krefeld en Rheinhausen op 13 en 14 december 1988.

In West-Duitsland zijn tot nu toe circa 20 rioolwaterzuiveringsinrichtingen volgens het AB-systeem gerealiseerd en in bedrijf. Dit betreft zowel nieuwbouw als uitbreiding van bestaande ééntrapsinstallaties. Een groot aantal AB-systemen is in voorbereiding. In tabel 17 is dit weergegeven.

Tabel 17 Locaties van West-Duitse AB-installaties

| <u>AB-installaties in bedrijf</u> | | <u>AB-installaties in voorbereiding</u> | |
|-----------------------------------|---------|---|-----------|
| Plaats | i.e. | Plaats | i.e. |
| Krefeld | 800.000 | Köln-Stammheim | 1.570.000 |
| Mönchengladbach | 500.000 | Düsseldorf-Nord | 1.400.000 |
| Köln-Langel | 300.000 | Düsseldorf-Süd | 1.000.000 |
| Rheinhausen | 170.000 | Neuss-Süd | 200.000 |
| Kreuztal | 110.000 | Eschweiler | 160.000 |
| Grefrath | 92.000 | Neuss-Ost | 100.000 |
| Pulheim | 80.000 | Solingen-Ohligs | 100.000 |
| Lippstadt | 80.000 | Kaarst | 80.000 |
| Rheinberg | 50.000 | Baesweiler | 50.000 |
| Hückelhoven | 50.000 | St. Augustin | 50.000 |
| Neuenkirchen | 45.000 | Bettendorf | 45.000 |
| Bad Honnef | 35.000 | Elsdorf | 25.000 |
| Marktheidenfeld | 30.000 | Sennestadt | 25.000 |
| Bad Schwalbach | 24.000 | Langerwehe | 15.000 |
| Tönisberg | 12.000 | Aldenhoven | 15.000 |
| Blickenbach | 10.000 | Springe | 12.000 |
| Haan-Gruiten | 5.000 | | |
| Donrath | 5.000 | | |

Het AB-systeem wordt veel gebruikt om bestaande ééntrapsinstallaties uit te breiden tot een tweetraps actief-slibstelsysteem zonder voorbezinking.

Een groot aantal van deze ééntrapsinstallaties is uitgevoerd met een beluchte zandvanger. Door nu slib uit de voorbezinktank terug te leiden over de beluchte zandvang wordt zo een extra biologische zuiveringsstap gecreëerd (A-trap), waarbij de voorbezinking als tussenbezinking gaat functioneren.

De toegepaste RWA/DWA-verhouding is meestal 2, waarbij de DWA vergelijkbaar is met de Nederlandse DWA. Een eventuele aanvoer groter dan 2 x DWA wordt om de installatie heen geleid, of in een separaat "Regenbecken" behandeld zoals bijvoorbeeld in Rheinhäusen.

5.2 Bedrijfsresultaten

De BZV- en CZV-redukatie zijn in het algemeen bijzonder goed. Van nitrificatie, denitrificatie en P-verwijdering zijn nog weinig algemeen bruikbare cijfers bekend. De stikstofproblematiek is pas de laatste jaren onder de aandacht gekomen. De AB-installaties zijn nog niet op vergaande N- en P-verwijdering ontworpen. Onderzoek hiernaar vindt momenteel plaats.

Onderzoek is gaande naar de nitrificatie- en denitrificatiemogelijkheden van AB-systemen. Bij onderzoek op semi-technische schaal (6) zijn NH_4^+ -N-gehalten kleiner dan 1 mg/l en N_{tot} -gehalten kleiner dan 20 mg/l bereikt. Bij welke BZV/N-verhouding, slibbelasting, recirculatiefactor en temperatuur dit is bereikt, wordt niet vermeld.

Metingen aan een aantal AB-installaties (7) tonen een gemiddelde slibleeftijd in de A-trap aan van 0,5 dag bij een gemiddelde slibbelasting van 2,9 kg BZV/kg d.s.d. De BZV-redukatie lag tussen 40 tot 60 %.

De slibleeftijd in de B-trap bedroeg gemiddeld 26 dagen bij een gemiddelde slibbelasting van 0,13 kg BZV/kg d.s.d.

De slibproductie in de A-trap is hoog: 72 g d.s./i.e.d. en circa 30 % hoger dan in een voorbezinktank. De slibproductie in de B-trap is globaal 1/6 van de slibproductie in de A-trap. De totale slibproductie komt voor de A- en B-trap op gemiddeld $72 + 12 = 84$ g d.s./i.e.d. (85 % A-slib en 15 % B-slib).

De slibvolumeindex in de A-trap is laag met jaargemiddelden van 40 tot 60 ml/g; in de B-trap is deze 80 tot 130 ml/g.

De gemiddelde bedrijfsresultaten zijn in tabel 18 samengevat.

Tabel 18 Gemiddelde bedrijfsresultaten van West-Duitse AB-installaties

| | | A-trap | B-trap |
|------------------|--------------------|---------|----------|
| slibleeftijd | {d} | 0,5 | 26 |
| slibbelasting | [kg BZV/kg d.s.d.] | 2,9 | 0,13 |
| BZV-redukatie | {%} | 40 - 60 | tot 98 % |
| slibproductie | [g d.s./i.e.d.] | 72 | 12 |
| slibvolume-index | [ml/g] | 40 - 60 | 80 - 130 |

De stabiliteit van het systeem is af te leiden uit de spreiding in de meetresultaten van de waterkwaliteitsparameters in het effluent, die lager is dan bij vergelijkbare ééntrapsinstallaties.

Extreme pH-variatiën bleken op enkele rwzi's door de A-trap goed te kunnen worden opgevangen en geneutraliseerd. De biomassa in de A-trap op de rwzi Krefeld bleek zich zeer snel te herstellen van gifstoten door toxische stoffen. De biomassa in de B-trap werd slechts in geringe mate beïnvloed. Uit West-Duitse literatuur is bekend dat in de A-trap biologisch moeilijk afbreekbare verbindingen kunnen worden verwijderd.

De gasproductie van zes onderzochte West-Duitse AB-installaties is circa 370 l gas per kg org. stof-toevoer (8) en vergelijkbaar met de Nederlandse situatie.

5.3 Evaluatie

BZV- en CZV-redukctie

Op basis van literatuur en bedrijfsgegevens van West-Duitse praktijk AB-systemen kan worden gesproken van een goed en stabiel zuiveringssysteem met een zeer goede effluentkwaliteit waar het BZV en CZV betreft.

N-verwijdering

De meeste AB-systemen zijn niet ontworpen om vergaand te kunnen nitrificeren. Dit geldt eveneens voor denitrificatie. Een gering aantal AB-installaties is echter in staat toch vergaand te nitrificeren en in enkele gevallen ook te denitrificeren. Bij gebrek aan voldoende bruikbare praktijkgegevens kunnen op het punt van de vergaande stikstofverwijdering geen conclusies worden getrokken. Op basis van de tot nu toe verkregen resultaten wordt wel verwacht dat een AB-systeem vergaand zal kunnen nitrificeren. Vergaande denitrificatie zal slechts in die gevallen kunnen plaatsvinden, waar de BZV/N-verhouding in de B-trap groter is dan circa 3. Momenteel vindt onderzoek plaats op semi-technische schaal naar vergaande N-verwijdering, waarbij de eerste resultaten positief zijn.

Een beschouwing (6,9) van ééntraps actief-slibinstallaties, conventionele tweetrapsinstallaties en het AB-systeem geeft aan dat het AB-systeem ten opzichte van het ééntraps actief-slibstelsel betere mogelijkheden biedt vergaand te nitrificeren vanwege:

- een hogere (aërobe) slibleeftijd;
- minder remmende stoffen;
- minder pieken.

Gewaakt dient te worden voor sliboverstort vanuit de tussenbezinktank (A-trap) naar de B-trap, waardoor de aërobe slibleeftijd sterk kan teruglopen en uitspoeling van de nitrificerende bacteriën plaatsvindt.

Het ééntraps actief-slibstelsel is met betrekking tot denitrificatie in het algemeen in het voordeel vanwege een gunstiger BZV/N-verhouding.

P-verwijdering

Böhnke (4,7,8,9) geeft aan dat in een AB-installatie een hogere biologische P-verwijdering is te realiseren dan in een conventioneel zuiveringssysteem, maar geeft hiervoor geen afdoende bewijs uit de praktijk. Ook wordt niet aangegeven hoeveel fosfaat met het overloopwater van de gisting naar de rwzi wordt teruggevoerd.

Op enkele AB-installaties wordt P-verwijdering tot 70 % gerealiseerd. Het aantal voorbeelden is nog te gering om van een vaste eigenschap van AB-systemen te kunnen spreken. Er is derhalve geen reden om in dit stadium reeds te veronderstellen dat de P-verwijdering méér bedraagt dan een normale P-verwijdering via het slib.

De in de literatuur opgegeven gemiddelde waarde voor de slibleeftijd in de B-trap van 26 dagen bij een gemiddelde slibbelasting van 0,13 kg BZV/kg d.s.d. is hoog. Overigens is dit begrijpelijk gezien de geringe specifieke slibproductie in de B-trap (12 g d.s./i.e.d.). Aangezien de slibleeftijd ten behoeve van de nitrificatie zeer belangrijk is, verdient dit bijzondere aandacht. Aandachtspunt hierbij is de mogelijke uitspoeling van zwevende stof vanuit de tussenbezinktank naar de B-trap.

Er zijn te weinig gegevens beschikbaar om de kosten van AB- en andere installaties met elkaar te vergelijken. Een belangrijk deel van de door Böhnke genoemde voordelen van het AB-systeem gelden alleen in de situatie waarin wordt gekozen voor een relatief lage RWA/DWA-verhouding. In West-Duitsland bedraagt deze verhouding gewoonlijk 2, terwijl in Nederland meestal 3 of nog hoger wordt gekozen.

In de literatuur wordt gemeld dat in het AB-systeem ook moeilijk en niet afbreekbaar materiaal (recalcitrante verbindingen) uit het afvalwater worden verwijderd. Als oorzaak wordt genoemd de specifieke biocoenose in de A-trap, waardoor deze verbindingen wel worden afgebroken. Ook speelt mogelijk de verwijdering door adsorptie aan het slib een rol (4,7,8,9).

6 VERGELIJKING NEDERLANDSE EN WEST-DUITSE AB-SYSTEMEN

6.1 Algemeen

Bij vergelijking van de werking van AB-systemen in Nederland en in West-Duitsland zijn twee specifieke verschillen aan te wijzen:

- de RWA/DWA-verhouding is in Nederland aanzienlijk hoger ($>> 2$) dan in West-Duitsland;
- de slibbelasting in de eerste trap van Nederlandse AB-installaties is aanzienlijk lager dan in de eerste trap West-Duitse AB-installaties.

De consequenties van deze verschillen zijn dat in Nederland een A-trap relatief groot wordt gedimensioneerd en de benodigde hoeveelheid zuurstof groter is. De ervaringen met West-Duitse rwzi's zijn derhalve slechts beperkt overdraagbaar op de Nederlandse situatie.

6.2 Conclusies

Zowel de West-Duitse als de Nederlandse ervaringen met het AB-systeem zijn gunstig met betrekking tot:

- de processtabiliteit;
- de vergaande BZV- en CZV-redukatie;
- de goede gasproduktie;
- de toepasbaarheid bij uitbreiding van bestaande installaties;
- ruimtebeslag (bouwwolume).

Vanwege het ontbreken van algemeen bruikbare praktijkgegevens en het geringe aantal op vergaande nitrificatie ontworpen AB-systemen is nog onvoldoende bekend over:

- de N-verwijdering via nitrificatie en denitrificatie;
- de P-verwijdering.

De bouw- en jaarlijkse kosten van de Duitse en Nederlandse installaties zijn niet vergelijkbaar. Hiervoor zijn de verschillen in de ontwerpen te groot (ontwerp-effluentkwaliteit, verbouw en nieuwbouw, waaronder een ondergronds AB-systeem).

Ten gevolge van de lage RWA/DWA-verhouding op rwzi's in West-Duitsland is het ruimtebeslag van Duitse AB-systemen significant lager dan in Nederland. Naast invloed op de bouwkosten heeft dit eveneens invloed op de beluchtingskosten van de eerste trap. Het ruimtebeslag van de huidige AB-installaties in Nederland is kleiner dan van andere zuiveringssystemen. Bij vergaande N-eisen neemt dit voordeel echter af.

Het is in het algemeen niet mogelijk om de eerste trap van Nederlandse AB-installaties te dimensioneren volgens West-Duitse slibbelastingen. De hydraulische verblijftijd in de eerste trap zou dan te kort worden.

7 CONCLUSIE

Doel van de studie

Met deze studie is beoogd na te gaan in hoeverre de resultaten van Nederlandse AB-installaties overeenkomen met de resultaten van de West-Duitse AB-installaties. Daarnaast is onderzocht of de in de literatuur genoemde voordelen van het AB-proces ook gelden voor omstandigheden in Nederland.

Tenslotte is nagegaan of het AB-proces een aantrekkelijk systeem is waarmee in de toekomst aan strenge effluenteisen (N en P) kan worden voldaan en onder welke omstandigheden dit dan mogelijk zou zijn.

Uitvoering

In deze studie zijn voor de Nederlandse situatie de bedrijfsgegevens verwerkt van de awzi Dokhaven, de rwzi Veendam en de proefinstallatie van de rwzi Nieuwveer. De installaties zijn evenwel nog betrekkelijk kort in bedrijf en in de eerste tijd zijn de meetresultaten beïnvloed door aanloopproblemen. Bij de interpretatie van de resultaten moet derhalve worden bedacht dat de conclusies zijn gebaseerd op een beperkt aantal meetgegevens.

Resultaten

De onderzochte Nederlandse zuiveringssystemen zijn volgens de definitie van de A-trap niet als AB-systemen aan te merken, maar als tweetraps zuiveringssystemen zonder voorbezinking, met een hoogbelaste eerste trap en een laagbelaste tweede trap. Een vergelijking met West-Duitse AB-systemen is derhalve niet goed mogelijk.

Voor de Nederlandse situatie biedt het AB-systeem voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater mogelijk een geringer ruimtebeslag, echter geen geringer energieverbruik dan bij andere zuiveringssystemen.

Het AB-systeem biedt echter wellicht nog een aantal andere voordelen. Om deze mogelijke voordelen te realiseren zal het ontwerp en de bedrijfsvoering aan de Nederlandse situatie moeten worden aangepast.

Processtabiliteit

De geclaimde hoge processtabiliteit wordt volledig ondersteund door de goede resultaten van zowel de West-Duitse AB-systemen als de onderzochte Nederlandse zuiveringssystemen. Uit literatuur (7,8) blijkt dat de wisselingen in effluentkwaliteit minder zijn dan van alternatieve ééntrapssystemen. Het AB-systeem wordt derhalve gekenmerkt door een hoge processtabiliteit.

BZV- en CZV-redukctie

De beweerde zeer goede BZV- en CZV-redukties worden volledig ondersteund door de goede resultaten van zowel de West-Duitse AB-systemen als de onderzochte Nederlandse zuiveringssystemen.

Het AB-systeem kan aan strenge effluenteisen voldoen (5 tot 10 mg BZV/l en 40 tot 70 mg CZV/l).

N-verwijdering via nitrificatie en denitrificatie

Als voordeel van het AB-systeem wordt genoemd dat bij relatief hoge slibbelastingen in de tweede trap nitrificatie kan optreden. Omdat de huidige rwzi's niet op vergaande nitrificatie zijn ontworpen en veelal niet zijn volbelast, zijn de ervaringen in de praktijk nog beperkt.

Recent onderzoek op kleine schaal in West-Duitsland heeft uitgezeten dat NH_4^+ -N-gehalten kleiner dan 1 mg/l en N_{tot} -gehalten kleiner dan 20 mg/l mogelijk zijn. De resultaten vanaf januari 1989 van de awzi Dokhaven tonen aan dat vergaande stikstofverwijdering via nitrificatie en denitrificatie mogelijk moet zijn. Ook de recente resultaten van de proefstraat van de rwzi Nieuwveer, met recirculatie van effluent, ($\text{N}_{\text{tot}} < 20$ mg/l) zijn veelbelovend.

De mogelijkheden voor zeer vergaande stikstofverwijdering dienen nader te worden onderzocht. Afhankelijk van de afvalwatersamenstelling en de werking van de eerste trap is deze mogelijkheid in het AB-systeem reëel aanwezig.

Van belang hierbij zijn met name de slibleeftijd en de BZV/N-verhouding van het aangevoerde water naar de tweede trap.

Met betrekking tot vergaande nitrificatie is het tweetraps actief-slibstelsel zonder voorbezinking, mits aangepast aan de Nederlandse situatie, een aantrekkelijk zuiveringssysteem. Vergaande denitrificatie zal echter in het algemeen problemen opleveren vanwege de lage BZV/N-verhouding naar de tweede trap. Afhankelijk van de afvalwatersamenstelling dient dit overigens per rioolwaterzuiveringsinrichting te worden bezien.

P-verwijdering

In een AB-systeem zou meer P worden verwijderd dan in andere zuiveringssystemen. De oorzaak zou moeten worden gezocht in een hogere biologische opname van P in het slib.

In de praktijk is gebleken dat bij enkele AB-installaties onder bepaalde procesomstandigheden meer fosfaat wordt verwijderd dan in conventionele rwzi's, nl. 60 tot 70 % in plaats van circa 40 %. Hoewel niet systematisch is onderzocht wat hiervan de oorzaken zijn, is gebleken dat bij enkele rwzi's relatief weinig P na de anaërobe gisting wordt teruggevoerd naar het waterbehandelingsgedeelte. Gezien het beperkte aantal AB-installaties kan evenwel nog niet van een specifieke eigenschap van het systeem worden gesproken.

Recent onderzoek op de rwzi's Veendam en Nieuwveer met FeCl_3 -dosering in de eerste trap gaf, bij een relatief lage Me/P-verhouding, een gemiddelde effluentkwaliteit van $\text{P}_{\text{tot}} \leq 1$ mg/l. Soortgelijk onderzoek op de awzi Dokhaven resulteerde in een P_{tot} -verwijdering in de A-trap van 82 %. Verdergaand onderzoek is nodig om na te gaan of een vergaande P-verwijdering, met behulp van relatief lage chemicaliëndoseringen in de eerste trap, daadwerkelijk een reële mogelijkheid is. Van belang is vooral de vorm waarin het fosfor in het afvalwater en het slib aanwezig is.

Gasproduktie

 De gasproduktie is goed (≥ 17 l/i.e.d.), zodat eigen energie-opwekking in principe aantrekkelijk kan zijn.

Slibproduktie

 Een kenmerk van het AB-systeem is de circa 30 % hogere slibproductie ten opzicht van een conventioneel zuiveringssysteem. Dit wordt ondersteund door de ervaringen in West-Duitsland, hoewel een grote spreiding in de specifieke slibproductie aanwezig is. Gegevens over hoeveelheden van de uiteindelijke afvoer van gestabiliseerd slib ontbreken.

De ervaring in Nederland is vergelijkbaar met West-Duitsland. Opvallend is echter dat de afvoer van uitgegist slib van de awzi Dokhaven ongeveer 25 % lager is dan bij het ontwerpen werd aangenomen. De hoeveelheid af te voeren gestabiliseerd slib bedroeg 12 kg d.s./i.e.j. Dit is significant minder dan bij conventionele zuiveringssystemen.

Toepassingsmogelijkheden van AB-systemen in de toekomst

Gelet op de in West-Duitsland en Nederland waargenomen gunstige eigenschappen van AB-systemen (processtabiliteit, vergaande BZV- en CZV-verwijdering, nitrificatie en geringer ruimtebeslag) zijn er in Nederland binnen bepaalde randvoorwaarden mogelijkheden voor toepassing van dit systeem, vooral bij uitbreiding en verbetering van bestaande rwzi's.

In de nabije toekomst zullen de lozingseisen met betrekking tot N, P en micro-verontreinigingen worden aangescherpt. Een strengere N-eis houdt voor bestaande zuiveringen veelal uitbreiding van de beluchtingsruimte in. Alternatief hiervoor is een verbeterde voorzuivering, waarbij kan worden gedacht aan vóórprecipitatie of aan een A-trap. Op deze wijze kan de nitrificatiecapaciteit van een bestaande inrichting aanzienlijk worden vergroot.

Door voorzuivering zal in het algemeen, door de lage BZV/N-verhouding in de aanvoer naar de tweede trap, de denitrificatie niet volledig plaatsvinden. Oplossingen hiervoor zijn om een deel van het ruwe afvalwater om de voorzuivering heen te leiden (Odense, Denemarken: $N_{\text{tot}} = 15$ à 20 mg/l), een na-denitrificatie toe te passen of effluent te recirculeren zodat denitrificatie in de A-trap kan plaatsvinden (Nieuwveer: $N_{\text{tot}} < 20$ mg/l).

De lage slibvolume-index (SVI) in de tweede trap maakt het mogelijk bij bestaande zuiveringen een hogere belasting van de nabezinktanks toe te passen. Het slibgehalte in de beluchtingstank van de tweede trap en derhalve ook de belasting van het actief-slibstelsel kunnen worden verhoogd. Slibuitspoeling bij bestaande zuiveringen, veroorzaakt door een te hoge slibvolume-index, worden door verlaging van de slibvolume-index verminderd. De grotere processtabiliteit resulteert in een lager gemiddeld N-gehalte in het effluent.

Het systeem biedt dus in principe interessante mogelijkheden voor uitbreiding van bestaande rwzi's en aanscherping van de lozingseisen.

Het AB-systeem werd door Böhnke ontwikkeld voor omstandigheden en uitgangspunten in West-Duitsland. In Nederland worden aanzienlijk hogere RWA/DWA-verhoudingen toegepast. Daardoor wordt het systeem financieel minder aantrekkelijk. De mogelijkheden voor een groot-schalige toepassing worden bovendien negatief beïnvloed door de te verwachten strengere eisen voor stikstof. Vergaande stikstof-verwijdering door middel van nitrificatie en denitrificatie kan met het AB-systeem niet zonder meer worden gerealiseerd. De juiste grondslagen voor het ontwerpen van aanpassingen voor vergaande stikstof- en fosfaatverwijdering kunnen niet aan ervaringen met bestaande inrichtingen worden ontleend. Daarvoor is gericht onderzoek nodig. Dit onderzoek kan worden uitgevoerd op bestaande inrichtingen.

Betrokken waterkwaliteitsbeheerders: aanbevelingen voor verder onderzoek

Om de gunstige eigenschappen van het tweetraps actief-slibstelsysteem zonder voorbezinking optimaal te kunnen benutten, dient nader onderzoek naar enkele specifieke kenmerken plaats te vinden. Onderzoek op huidige en in de toekomst te realiseren tweetraps actief-slibsystemen zonder voorbezinking kan mogelijk duidelijkheid verschaffen over deze specifieke kenmerken.

Het nader onderzoek dient in eerste aanleg gericht te zijn op N- en P-verwijdering. Tevens zou nadere aandacht gegeven kunnen worden aan verwijdering van microverontreinigingen. Aandachtspunten hierbij zijn:

Nitrificatie

Voor nitrificatie is de aërobe slibleeftijd van de tweede trap maatgevend. Gezocht dient te worden naar een relatie tussen de slibleeftijd en de uitspoeling van slib uit de eerste naar de tweede trap. Mogelijk is met een lagere veiligheidsfactor voor de minimaal benodigde aërobe slibleeftijd te rekenen.

Denitrificatie

Indien de BZV/N-verhouding in de tweede trap te laag is voor volledige denitrificatie kan een oplossing worden gezocht in het omleiden van een deel van het ruwe afvalwater van de eerste naar de tweede trap. Ook de mogelijkheden van vóór-denitrificatie in de eerste trap en na-denitrificatie dienen te worden onderzocht. Aangegeven dient te worden of het op deze wijze aangepaste AB-systeem nog voordelen heeft ten opzichte van andere systemen.

P-verwijdering

Door Böhnke wordt gewezen op een relatief hoge P-verwijdering in het AB-systeem. Uit de praktijkgegevens blijkt echter niet dat hier sprake is van een typische AB-eigenschap. Het is echter zeker aan te bevelen om door middel van gericht onderzoek na te gaan of de periodieke afwisseling van een anaëroob en aëroob milieu in de A-trap kan worden benut voor een verdergaande P-verwijdering dan gebruikelijk.

Het opstellen van een juiste P-balans, zowel over de waterlijn als over de sliblijn, kan hierover meer duidelijkheid verschaffen. Tevens is van belang te onderzoeken in welke vorm P in het slib voorkomt.

Ook dienen de mogelijkheden van aanvullende (chemische) P-verwijdering in de eerste en/of tweede trap te worden onderzocht.

Verwijdering van moeilijk en niet afbreekbare verbindingen

Volgens Böhnke zou het AB-systeem tevens moeilijk of niet afbreekbaar materiaal uit het afvalwater verwijderen. Dit zou worden veroorzaakt door de specifieke omstandigheden en bio-coenose in de A-trap. Op basis van onderzoeken in West-Duitsland (4,7,8,9) zijn er aanwijzingen dat een AB-systeem in staat is moeilijk of niet afbreekbaar materiaal uit het afvalwater te verwijderen. Naast eerder genoemde onderzoeken is derhalve de verwijdering van recalcitrante verbindingen eveneens een belangrijk aandachtspunt voor nader onderzoek.

8 LITERATUUR

- 1 Afvalwaterzuiveringsinrichting Dokhaven. Technische toelichting op het definitief ontwerp, Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden, April 1983.
- 2 Antheunisse, J. en Koene, J.I.A. Alternation of aerobic- and facultative anaerobic bacterial flora of the A/B purification process caused by limited oxygen supply. Water Research Vol. 21, No. 1, pp. 129-131, 1987
- 3 Behandeling van stedelijk afvalwater in de toekomst. Een haalbaarheidsonderzoek. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, DBW/RIZA, TNO, Witteveen+Bos, juli 1986.
- 4 Böhnke, B. Das AB-Verfahren zur biologischen Abwasserreinigung, Aachen 1987.
- 5 Böhnke, B. Installation for the treatment of waste water by the activated sludge process. Patents act 1977, Application for a patent under section 14, Description.
- 6 Böhnke, B. en Pinnekamp, J. Nitrification und Denitrification in ein- und zweistufigen Belebungsanlagen, 1989
- 7 GWA 1984, vol 70. A-B-technologie, Erfahrungsaustausch, Aachen.
- 8 GWA 1986, vol 83. A-B-technologie, Erfahrungsaustausch, Aachen.
- 9 GWA 1987, vol 98. Ein- und zweistufige Belebungsverfahren unter dem aspekt weitergehender Reinigungsmaßnahmen.
- 10 Salomé, A.A. Evaluatie van de ontwerpaspecten van het AB-proces toegespitst op de uitbreiding van de rwzi Utrecht. Afstudeerverslag TU-Delft, november 1987.
- 11 STORA, Gistinggas als energiebron op rioolwaterzuiveringsinrichtingen, 1981.
- 12 Srohmeier Stolberg, A. Betriebserfahrungen mit mehrstufigen biologischen Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland aufgrund einer Umfrage. 16. ATS: Abwasserbehandlung in mehrstufigen biologischen Kläranlagen. Nr. 69, 1986.
- 13 Toekomstige generatie rioolwaterzuiveringsinrichtingen. rwzi 2000 Onderzoekplan. DBW/RIZA, STORA, maart 1988.

Bijlage 1:

Dimensioneringsgrondslagen awzi DOKHAVEN

Influent

| | | |
|--|-------------------|------------------|
| Aantal inwonerequivalenten | - | 470.000 (á 54 g) |
| DWA (incl lekwater) | m ³ /h | 9.100 |
| RWA (max.) | m ³ /h | 19.000 |
| BZV (54 g/i.e.) | kg/d | 25.380 |
| N _{K₃} | kg/d | 4.310 |
| Primair slib (36 g/i.e.) | kg/d | 16.920 |
| Dagelijkse aanvoer | m ³ /d | 145.580 |
| Filtraat | m ³ /d | 1.225 |
| Hydr. ontwerpcapaciteit (incl. eigen proceswater) | m ³ /h | 20.225 |

Screezers

| | | |
|------------|----------------|--------------------|
| Aantal | - | 3 |
| Capaciteit | m ³ | 21.600 (3 x 7.200) |

Zandvanger:

| | | |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Aantal straten | - | 8 |
| Volume | m ³ | 1.540 (14,0 x 3,5 x 4,33) |
| Beluchting | - | grofblazige bellen |
| Inblaasdiepte | m | 4,0 |
| Specifieke cap. | Nm ³ /(m ² .h) | 0,6 - 2,5 |
| Inblaascapaciteit | Nm ³ /h | 925 - 3.850 |
| HVT (DWA) | min. | 10,2 |
| HVT (RWA) | min. | 4,6 |

A-trap

| | | |
|----------------------------------|---|----------------------------|
| Aantal straten | - | 8 |
| Volume | m ³ | 4.750 (39,59 x 3,5 x 4,32) |
| Slibbelasting | kg BZV/kg ds.d | 2,7 |
| Slibgehalte | kg ds/m ³ | 2 |
| Beluchting | - | middelfijne bellen |
| Inblaasdiepte | m | 4,0 |
| Spec. O ₂ -overdracht | g O ₂ /(Nm ³ .m') | 7 |
| Benodigde OC | kg O ₂ /h | 610 |
| Inblaascapaciteit | Nm ³ /h | 4.900 - 21.800 |
| Specifieke cap. | Nm ³ /(m ² .h) | 1,0 - 4,6 |
| HVT (DWA) | min. | 31 |
| HVT (RWA) | min. | 15 |

Retourslibpompen A-trap

| | | |
|-------------------|-------------------|----------------|
| Capaciteit totaal | m ³ /h | 3.034 - 10.113 |
| Aantal | - | 16 |
| Capaciteit elk | m ³ /h | 190 - 630 |

Surplusslibpompen A-trap

| | | |
|-------------------|-------------------|-------|
| Capaciteit totaal | m ³ /d | 5.190 |
| Aantal | - | 8 |
| Capaciteit elk | m ³ /h | 40 |

Tussenbezinking

| | | |
|-----------------|-------------------------------------|----------------------|
| Aantal | - | 8 |
| Oppervlaktebel. | m ³ /(m ² .h) | 3,0 (max.) |
| Oppervlakte | m ² | 6342 (60,65 x 13,07) |
| Kantdiepte | m | 2,6 |
| Inhoud | m ³ | 16488 |
| HVT (DWA) | h | 1,8 |
| HVT (RWA) | h | 0,87 |

B-trap

| | | |
|--------------------|----------------------|-----------------------------|
| Aantal straten | - | 4 |
| Volume | m ³ | 11.280 (27,1 x 13,6 x 3,98) |
| Slibbelasting | kg BZV/kg ds.d | 0,3 |
| Slibgehalte | kg ds/m ³ | 3,0 |
| Beluchting | - | puntbeluchters |
| Geïnstalleerde OC | kg O ₂ /h | 864 |
| Aantal beluchters | - | 16 |
| HVT (DWA) | h | 1,2 |
| HVT (max. aanvoer) | h | 0,8 |

Retourslibpompen B-trap

| | | |
|-------------------|-------------------|----------------|
| Capaciteit totaal | m ³ /h | 5.000 - 11.400 |
| Aantal | - | 16 |
| Capaciteit elk | m ³ /h | 310 - 710 |

Surplusslibpompen A-trap

| | | |
|-------------------|-------------------|---------------|
| Capaciteit totaal | m ³ /d | 557 |
| Aantal | - | 6 (2 reserve) |
| Capaciteit elk | m ³ /h | 40 |

Nabezinking

| | | |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Capaciteit | m ³ /h | 14.250 |
| Aantal | - | 8 |
| Oppervlaktebel. | m ³ /(m ² .h) | 1,25 (max.) |
| Oppervlakte | m ² | 11400 (83,10 x 8,58) |
| Kantdiepte | m | 2,5 |
| Inhoud | m ³ | 28500 |
| HVT (DWA) | h | 2,7 |
| HVT (max. aanvoer) | h | 2 |

Effluentbemaling

| | | |
|--------------------|-------------------|--------|
| Capaciteit | m ³ /h | 14.250 |
| Cap. incl. reserve | m ³ /h | 20.225 |

SLIBVERWERKING SLUISJESDIJK

Voorindikking

| | | |
|--------------------|---------------------------|------|
| Aantal | - | 2 |
| Diameter | m | 23,6 |
| Diepte | m | 3 |
| Drogestofbelasting | kg ds/(m ² .d) | 40 |

Slibgisting

| | | |
|--------------|---|------|
| Verblijftijd | d | 20 |
| Aantal | - | 2 |
| Diameter | m | 22,0 |
| Hoogte | m | 23 |

Gashouder

| | | |
|----------|----------------|------|
| Aantal | - | 1 |
| Volume | m ³ | 1500 |
| Diameter | m | 16,0 |
| Hoogte | m | 14 |

Na-indikking

| | | |
|--------------|---|------|
| Verblijftijd | d | 4 |
| Aantal | - | 2 |
| Diameter | m | 19,5 |
| Diepte | m | 5,75 |

Ontwateringscentrifuges

| | | |
|----------------|-------------------|----|
| Aantal | - | 2 |
| Capaciteit elk | m ³ /h | 40 |

Bijlage 2:

Dimensioneringsgrondslagen rwzi VEENDAM

Influent

| | | |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|
| Aantal inwonerequivalenten | - | 59.000 (à 54 g) |
| DWA | m ³ /h | 880 |
| Hydraulische ontwerpcapaciteit | m ³ /h | 2.575 |
| BZV (54 g/i.e.) | kg/d | 3.190 |
| N _{krj} | kg/d | 590 |

Trommelzeven

| | | |
|------------|-------------------|-------|
| Aantal | - | 3 |
| Capaciteit | m ³ /h | 2.575 |
| Maaswijdte | mm | 3 |

Contactput

| | | |
|--------------|----------------|----|
| Inhoud | m ³ | 40 |
| Verblijftijd | sec. | 40 |

A-trap

| | | |
|---------------------|----------------------|---------------|
| Aantal straten | - | 2 |
| Volume | m ³ | 630 (2 x 315) |
| Slibbelasting | kg BZV/kg ds.d | 2,5 |
| Slibgehalte | kg ds/m ³ | 2 |
| Beluchting | - | grove belLEN |
| Ontwerp OC | kg O ₂ /h | 66 |
| Inblaascapaciteit | Nm ³ /h | 1.422/612 |
| Aantal compressoren | - | 2 (HT/LT) |
| Opgesteld vermogen | kW | 30 |
| HVT (RWA) | min. | 11 |

Tussenbezinking

| | | |
|-----------------|-------------------------------------|------------|
| Aantal | - | 1 |
| Oppervlaktebel. | m ³ /(m ² .h) | 3,0 (max.) |
| Oppervlakte | m ² | 860 |
| Inhoud | m ³ | 1720 |
| HVT (RWA) | h | 0,67 |

Retourslibvijzel A-trap

| | | |
|------------|-------------------|----------------------|
| Aantal | - | 1 |
| Capaciteit | m ³ /h | 945 (33, 66 en 100%) |

Surplusslibpompen A-trap

| | | |
|------------|-------------------|-------------|
| Aantal | - | 2 |
| Capaciteit | m ³ /h | 60 (2 x 30) |

Zandcyclonen + zandwasgoot

| | | |
|----------------------|----------------------|-------------------|
| ----- | | |
| Aantal cyclonen | - | 2 |
| Capaciteit | m ³ /h | 60 (2 x 30) |
| B-trap | | |
| ----- | | |
| Aantal straten | - | 1 |
| Volume totaal | m ³ | 2.285 |
| Denitrificatiebassin | m ³ | 565 |
| HVT RWA) | min. | 10 |
| Beluchtingsruimte | m ³ | 1.720 |
| Slibbelasting | kg BZV/kg ds.d | 0,12 |
| Slibgehalte | kg ds/m ³ | 4,0 |
| Beluchting | - | tegenstroombellen |
| Aantal compressoren | - | 2 (traploos) |
| Opgesteld vermogen | kW | 37 |

Retourslibvijzel B-trap

| | | |
|------------|-------------------|-------------------------------|
| ----- | | |
| Aantal | - | 2 |
| Capaciteit | m ³ /h | 880 (2 x 440) (50 en 100%) |

Surplusslibpompen B-trap

| | | |
|------------|-------------------|-------------|
| ----- | | |
| Aantal | - | 2 |
| Capaciteit | m ³ /h | 50 (2 x 25) |

Nabezinking

| | | |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------|
| ----- | | |
| Capaciteit | m ³ /h | 2.575 |
| Aantal | - | 2 |
| Oppervlaktebel. | m ³ /(m ² .h) | 1,1 (max.) |
| Oppervlakte | m ² | 2340 (2 x 1170) |
| Inhoud | m ³ | 3510 (2 x 1755) |
| HVT (RWA) | h | 1,37 |

SLIBVERWERKING

Voorindikking

| | | |
|--------------------|---------------------------|------|
| ----- | | |
| Aantal | - | 1 |
| Diameter | m | 11,7 |
| Kantdiepte | m | 3 |
| Drogestofbelasting | kg ds/(m ² .d) | 45 |

Slibgisting

| | | |
|--------------|----------------|------|
| ----- | | |
| Verblijftijd | d | 20 |
| Aantal | - | 1 |
| Diameter | m | 13,0 |
| Hoogte | m | 12 |
| Inhoud | m ³ | 1600 |

Gashouder

| | | |
|--------|----------------|-----|
| Aantal | - | 1 |
| Volume | m ³ | 500 |

Na-indikking

| | | |
|--------------------|---------------------------|------|
| Aantal | - | 1 |
| Diameter | m | 11,7 |
| Kantdiepte | m | 3 |
| Drogestofbelasting | kg ds/(m ² .d) | 26,5 |

Opslagtanks nat slib

| | | |
|--------|----------------|-----------------|
| Aantal | - | 3 |
| Inhoud | m ³ | 4000 (3 x 1333) |
| Diepte | m | 3 |

Compostfilter

| | | |
|---------------|-------------------------------------|----------------|
| Aantal | - | 2 |
| Oppervlakte | m ² | 80 (2 x 5 x 8) |
| Opp.belasting | m ³ /(m ² .h) | 50 |

Bijlage 3:

Dimensioneringsgrondslagen proefstraat rwzi Nieuwveer

| | | |
|-----|-------------------|-------|
| DWA | m ³ /h | 580 |
| RWA | m ³ /h | 1.750 |

Beluchtingstank 1^o trap

| | | |
|-----------------------|---------------------------|-------|
| Volume | m ³ | 580 |
| Diameter | m | 14 |
| Waterdiepte | m | 4,2 |
| O _c | kg O ₂ /h | 80 |
| OC/load | kg O ₂ /kg BZV | 0,55 |
| Capaciteit compressor | Nm ³ /h | 2.900 |
| Aantal Brandol-buizen | - | 480 |
| Lengte per buis | m | 0,5 |

Tussenbezinktank

| | | |
|------------------------|-------------------------------------|---------|
| Oppervlaktebel. (max.) | m ³ /(m ² .h) | 1,88 |
| Oppervlakte | m ² | 930 |
| Lengte | m | 61 |
| Breedte | m | 15,25 |
| Diepte (min.) | m | 2,1 |
| Retourslibcapaciteit | m ³ /h | 350/700 |
| Spuislibpomp | m ³ /h | 100 |

Beluchtingstank 2^o trap

| | | |
|--------------------|----------------------|-----------------|
| Volume | m ³ | 2.700 |
| Lengte | m | 73,5 |
| Breedte | m | 15,3 |
| Diepte | m | 2,4 |
| Beluchting | - | 3 x Gyrox 254 S |
| Opgesteld vermogen | kW | 135 (3 x 45) |
| OC (schatting) | kg O ₂ /h | 200 (3 x 68) |

NBT

| | | |
|-----------------------|-------------------------------------|---------|
| Oppervlaktebel. (max) | m ³ /(m ² .h) | 1,33 |
| Oppervlakte | m ² | 1.317 |
| Lengte | m | 86,5 |
| Breedte | m | 15,22 |
| Diepte gem. | m | 2,3 |
| Retourslibcapaciteit | m ³ /h | 400/800 |
| Spuislibpomp | m ³ /h | 50 |