1995-16_onderzoek-om-toe-te-passen-besprekingen

ek om toe te passen

Besprekingen van STORA - STOWA rapporten 1981-1994

NVA

stowa

Ik kies een *milieu*opleiding van PBNA.

085 - 57 57 57

(m.i.v. 1 oktober '95: 026 - 3 57 57 57)

Veel succes met Koninklijke PBNA

VOORWOORD

Toen de STORA, Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater, in het najaar van 1971 door zeven waterkwaliteitsbeheerders werd opgericht, voorzag het in een belangrijke behoefte: op de praktijk gericht onderzoek voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater.
In de eerste jaren van de Stichting werd door het STORA-secretariaat, bestaande uit mevr. Rappard en de heren Noorthoorn, van der Kruijff en Stamperius, belangrijk werk gedaan voor de praktijk van de zuivering van afvalwater. De onderzoekscontributie (nu een kwartje) bedroeg toen nog maar enkele centen en daar werd soms lang over beraadslaagd.

In 1991 werd het bureau SAMWAT, Samenwerking op het gebied van het onderzoek ten behoeve van het Waterbeheer, in de STORA opgenomen. Als gevolg van de tegelijkertijd lopende ontwikkelingen op het gebied van integraal waterbeheer werd het werkterrein van de Stichting verbreed met waterkwantiteit, grondwater en waterbodems. De verbrede doelstelling leidde tot een nieuwe naam: vanaf 1992 gaat de Stichting als STOWA, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, door het leven.

Nog tot omstreeks 1980 werden veel ontwikkelingen met betrekking tot doelmatiger zuiveren van afvalwater op de zuiveringsinrichtingen zelf op gang gebracht. Dat is ook voor de hand liggend: gezond verstand en dagelijkse praktijk geven over het algemeen de beste kijk op de problemen. Bovendien waren de meeste klaarmeesters eraan gewend zelfstandig beslissingen te nemen als bleek dat omstandigheden verbeterd konden worden.

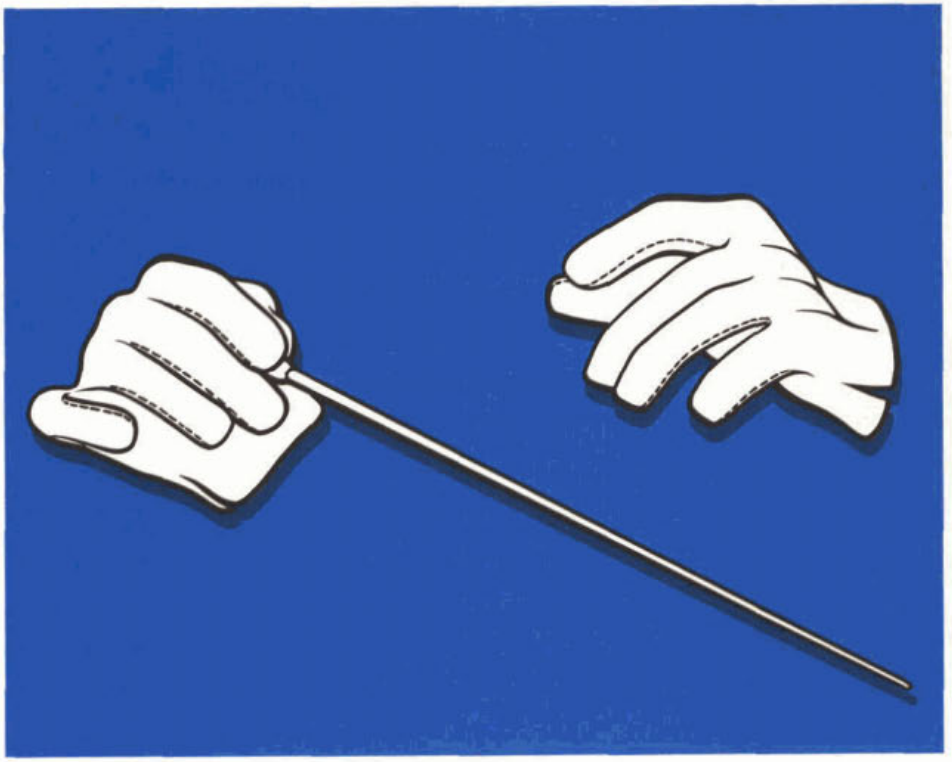
Er was dus alle reden toe de resultaten van STORA-onderzoek aan de klaarmeesters mede te delen: waar mogelijk konden ze het direct gebruiken in de dagelijkse praktijk. Op grond daarvan werd ruim tien jaar geleden door de Raad van Advies en Redactie van 'De Klaarmeester' besloten tot regelmatig publiceren van besprekingen van de onderzoeksrapporten.

In het begin werd ing. J.C. Plas († 1993) bereid gevonden de besprekingen te schrijven. Na 1987 werd dit werk overgenomen door Piet Stamperius.
Zij deden dat zo voortreffelijk dat de huidige redactie besloot tot bundeling van deze bijdragen. De onderzoeksrapporten, ook die we allang vergeten zijn, worden weer gemakkelijk toegankelijk.
Ik hoop dat deze bundel zijn weg ook vindt naar de zuiveringsinrichtingen. Daar hoort hij voor het grijpen te liggen.

Tenslotte feliciteer ik 'De Klaarmeester' en de STOWA van harte met deze bundel.

Almelo, maart 1995

Jaap van Selm



Eldutronik Frequentieregelaars! Veelzijdige Maëstro's...

Pompen, ventilatoren en vele andere werktuigen kunnen vaak niet zonder frequentieregelaars. Bescheiden als ze zijn bepalen ze de optimale werking van uw produktieproces. Even onmisbaar als de dirigent van een orkest.

P.I.V. Eldutronik maakt deze veelzijdige maëstro's in een vermogensreeks van 0,75 kW tot 600 kW, stuk voor stuk gemaakt voor lang en moeiteloos funktioneren.

Maar in goed overleg met u maken we ook frequentieregelaars, speciaal voor toepassingen op uw vakgebied.

Slagvaardig en compleet

Perfectie in frequentieregelaars is synoniem voor P.I.V. Eldutronik, specialist op het gebied van aandrijftechniek.

Die louter produkten maakt onder het ISO 9001 certificaat. Die slagvaardig opereert, dankzij een dynamische organisatie.

Zaken doen met P.I.V. Eldutronik betekent bovendien profiteren van de unieke combinatie van ontwikkeling, produktie en technische nazorg in één hand.

De veelzijdige, complete hand van de meester!

P.I.V. ELDUTRONIK

Het hele traject perfect geregeld!

Voor meer informatie:
P.I.V. Eldutronik, Postbus 132, 5530 AC Bladel NL, Tel. 04977-89222
Tel. m.i.v. 10-10.'95: (0497) 389 222

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord 1
Inhoudsopgave 3
Gistingsgas als energiebron op rioolwaterzuiveringsinrichtingen 9
Energie uit gistingsgas 13
Verwijdering van de zwevende stof uit effluent 19
Verwijdering van zwevende stoffen uit effluent 24
Slibontwatering deel 1 31
Slibontwatering deel 2 36
Slibontwatering deel 3 A 45
Slibontwatering deel 3 B 51
Slibontwatering deel 4 57
Slibontwatering deel 5 61
Slibontwatering deel 6 65
Chemische defosfatering 67
Sturing en regeling van de zuurstofinbreng in het actief-slibproces 75
Overbelasting van nabezinktanks. Het voorkomen van slibverlies met polyelectrolieten 79
Energiebesparing op carrousels en oxydatiesloten 85
Mogelijkheden van slib-op-drager-systemen voor de aërobe biologische zuivering van stedelijk afvalwater (literatuurstudie) 91
Slib/waterscheiding 95
Denitrificatie 100
Windenergie op rioolwaterzuiveringsinrichtingen 109
Capaciteitsvergroting van rioolwaterzuiveringsinrichtingen 112
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in zuiveringsslib 117
Slibontwatering in lagunes 119
Ontwikkeling van een slib-op-dragersysteem voor de aërobe zuivering van stedelijk afvalwater 125
Afvalwaterzuiveringsinrichtingen van industrie en overheid 131
Keuze en kosten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen als functie van effluenteisen 134
Vereenvoudiging van kleine rioolwaterzuiveringsinrichtingen 143
Vergaande fosfaatverwijdering door vlokkingsfiltratie 147
Knelpunten bij de invoering van defosfatering 151
Compendium slibverbranding 154

GEVONDEN: spijkers op laag water

Het zuiveren van afvalwater. Het lijkt zo gewoon. De techniek staat tegenwoordig voor niets, net wat u zegt. Apparatuur leveren doen er vele. Maar in kwaliteit en after sales-service blinken er weinigen uit.

Want zoeken naar kwaliteit is vaak als zoeken naar spijkers op laag water. Met Adviesburo Bierman haalt u die kwaliteit in huis. Zo biedt Adviesburo Bierman u de geavanceerde technologie en flexibiliteit van doseerpompen en menginstallaties. Betrouwbaarheid staat bij ons voorop. We geven 't toe, dat zeggen er meer. Maar mocht 't onverhoopt misgaan met de doorgaans onderhoudsarme apparatuur, dan staan we qua onderhoud en reparatie voor u klaar. Snel. Heel snel. Zo snel als water.

Ozonizer type TPF

MENGAPPARATUUR Mengen van alle vloeistoffen met behulp van roterende en statische mixers. **DOSEERAPPARATUUR** Doseerpompen en -installaties voor alle vloeistoffen. **POLY ELEKTROLIETINSTALLATIES** Aanmaak- en doseerinstallaties van polymeerpoeders en polymeeremulsies. **MEET- EN REGEL-SYSTEMEN** Automatische systemen voor besparende doseringen van flokkulatiemiddelen en desinfektiemiddelen. **OZON GENERATOREN** Voor het aanmaken van Ozon als desinfektiemiddel uit zuurstof en/of lucht. **UV-APPARATUUR** Voor het desinfekteren van water d.m.v. UV-straling.

Poly Blend type PB

Voor meer informatie:
Adviesburo Bierman
Herikkruid 3
1441 XE Purmerend
tel.:02990-32794
fax:02990-71241

Adviesburo Bierman, zo helder als water

Verwerking van dierlijke meststoffen op rioolwaterzuiveringsinrichtingen (oriënterend onderzoek) 159
Capaciteitsvergroting van carrousels 167
Toepassing van blokdestructie bij de CZV-bepaling van afvalwater 171
Landbouw en waterkwaliteit 175
Selectieve verwijdering van zware metalen uit ruw rioolwater met behulp van een magneetsysteem 183
Hydrolyse van zuiveringsslib in combinatie met anaërobe vergisting 188
Stortbaarheidscriteria voor zuiveringsslib 193
Verwijdering van zware metalen uit zuiveringsslib door elektrolyse 200
Automatische regeling van het slibgehalte in beluchtingstanks 207
Linporsponsjes als dragermateriaal bij de aërobe zuivering van rioolwater 213
Verstopping van beluchtingselementen 217
Vergisting van aëroob gestabiliseerd slib 220
Werking en neveneffecten van simultane defosfatering in actiefslib systemen 224
Compendium slibdroging 228
Handleiding biologische fosfaatverwijdering 235
Vergisting van zuiveringssslib 238
Nageschakelde filtratie met een Dynasand filter 243
Drijflagen op rioolwaterzuiveringsinrichtingen 248
Simultane defosfatering met hoge Me/P-verhoudingen 253
Biologische fosfaatverwijdering, randvoorwaarden voor een goed rendement 256
P-verwijdering via postprecipitatie met kalk en magnetiet 261

Adverteerdersindex 263

De STOWA-rapporten zijn tegen vergoeding verkrijgbaar.
Voor informatie:
Hageman Verpakkers B.V.
Postbus 281, 2700 AC Zoetermeer
Telefoon (079) 611188
Fax (079) 613927

BTG voor uw WATERZUIVERING

Nu met het meest uitgebreide leveringsprogramma voor continue meting en bewaking van influent tot en met effluent.

Slibniveau meetsysteem voor bezinkbakken, indikkers, reactors e.d. Ook beschikbaar met beweegbare meetsonde.

Vaste stof concentratie meetsysteem voor algemene toepassing. Meetgebied 0-15 gram/ltr.

Troebelheid meetsysteem voor o.a. effluent, centrifuge-concentraat, oppervlakte water etc. Meetbereik tot 5.000 mgr/ltr, of gecalibreerd in FTU (NTU), in stappen van 5 tot 4000 FTU (NTU)

Meetopnemer voor vaste stof concentraties in slibstromen tot 120 gram/ltr.

- Troebelheid en vaste stofconcentratie meetsystemen.
- T.O.C., ammonium en nitraat analysers.
- Zuurstof, pH, Redox en geleidbaarheid meetsystemen.
- Nivo-detectors en volume/debiet meters.
- Monstername apparatuur.

BTG

BTG Benelux
Stationsweg 78m
2991 CM Barendrecht
tel. (0031) 1806-19900
fax (0031) 1806-11191
na 10-10-'95:
tel. (0031) 180 619 900
fax (0031) 180 611 191

COLOFON

1e uitgave juni 1995

Oplage:	3750 exemplaren
Redactie:	ing. J.C.Plas († 1993) ir. J.P. Stamperius
Grafische verzorging:	Elma Edities B.V. Postbus 20 1722 ZG Noord-Scharwoude De Mossel 3 1723 HZ Noord-Scharwoude Telefoon 02260 - 16264 Fax 02260 - 17048
Advertentie-exploitatie:	Elma Edities B.V. adres idem als boven

EUROSTORE bvba TANKS & SILOS

specialisten in opslag

Slibopslagtank

EUROSTORE - Leveranciers van tanks in staal - versmolten - met - glas. Ontwerp en constructie onder één dak.

BIJZONDERE KENMERKEN

- Alle onderdelen en glaslagen worden geprefabriceerd in de fabriek onder gecontroleerde omstandigheden
- Ideaal voor de opslag en verwerking van produkten van 50 m^3 tot 10.000 m^3
- Zowel aan de binnen als de buitenkant voorzien van een glaslaag
- De glaslaag is inert, niet giftig en zeer duurzaam
- De glaslaag voldoet aan de BSI-, DIN- en AWWA-normen
- *Zonder lasnaden*

VOORDELEN VOOR ONZE KLANTEN

- Concurrerende kostprijs
- Snelle montage-tijden
- Verplaatsbaar
- Lage transportkosten
- Goede exportmogelijkheden
- Onderhoudsvrij
- Flexibel ontwerp

TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN

- Afvalwater
- Slibopslag
- Slibvergisting
- Percolaatwater
- Proceswater
- Drinkwater
- Afvalwaterbehandeling en drinkwateropslag voor gemeentelijke/overheidsinstallaties

PROMEST

Gemeentelijke rioolwaterzuivering (vergisting)

EUROSTORE bvba
Luithagen - Haven 9
B 2030 Antwerpen België
Tel. 00 - 32 - 35412061
Fax 00 - 32 - 35417693

SAMENVATTING STORARAPPORTEN

De heer J.C. Plas is bereid gevonden voor de Klaarmeester een aantal samenvattingen te schrijven van Storarapporten.
Hieronder volgt de eerste versie.

GISTINGSGAS ALS ENERGIEBRON OP RIOOLWATERZUIVERINGSINRICHTINGEN

RAPPORT STORA, AUGUSTUS 1981

Uitvoering van het project was in handen van Witteveen en Bos Raadgevend Ingenieursbureau, met begeleiding namens de STORA van een commissie, bestaande uit: ir. A.A. v.d. Koppel (voorzitter), ing. E. de Ferrante, J. Th. Haas. ir. F. van Hernen en ir. A. Kiestra.
Inmiddels is, d.d. januari 1983, het STORA rapport "Energie uit gistingsgas - Toetsing van ontwerpgrondslagen". verschenen.
In de volgende bespreking zal hier aandacht aan worden besteed.

Energiebesparingsmogelijkheden

Beperking van energie-inkoop kan worden verkregen door:
- een zo volledig mogelijk gebruik van het geproduceerde gistingsgas. (Alleen toepasbaar voor systemen met anaërobe slibinstallatie)
- Maatregelen in het zuiveringsproces; hierbij kan worden gedacht aan:
  - keuze van het biologisch zuiveringssysteem
  - keuze van het slibverwerkingssysteem
  - afstemming van energieverbruik op de behoefte
  - optimalisatie van de diverse processen
  - verhoging van de gistingsgasproduktie
  - verhoging rendement van de apparatuur

De belangrijkste energiebesparing kan echter worden verkregen door optimale toepassing van de geproduceerde energie uit het gistingsgas.
Bij de opwekking van een combinatie van kracht en warmte in de zogenaamde eigen energieopwekkingssystemen wordt onderscheid gemaakt in:

a) Total Energy-system (TE-system):
   Hierbij wordt electriciteit opgewekt met gasmotor-generatorcombinaties.
   Onderscheid is er tussen het volledig TE-system en het gedeeltelijk TE-system, waarbij nog energie uit het electriciteitsnet wordt onttrokken.
b) Partial Energy-system (PE-system) Een systeem, waarbij een werktuig direct wordt aangedreven door een gasmotor.

Gistingsgasproduktie en energiebehoefte

In Nederland zou slechts 42% van de organische stof worden afgebroken, tegen elders 63% (Amerikaanse literatuur)

Energiebehoefte

De energiebehoefte van rioolwaterzuiveringsinrichtingen wordt bepaald door de behoefte aan kracht en warmte.
De warmtebehoefte wordt voornamelijk veroorzaakt door slibverwarming bij het gistingsproces.
Bij de actief-slibinstallatie wordt de belangrijkste behoefte aan kracht gevormd door het beluchtingssysteem In oxydatiebedden is weinig of geen energie nodig voor zuurstoftoevoer. Het versproeien van het afvalwater over de bedden is als "overig energieverbruik" beschouwd.
Het overige energieverbruik is afhankelijk van het gekozen zuiverings- en slibverwerkingssysteem, van het peilverschil tussen influent en effluent en van andere voorzieningen. waaronder stankbestrijding en veiligheid.
In bijlage 2 van het STORA-rapport is in detail de berekende energiebehoefte weergegeven, met methodieken die een algemene indruk geven van de Nederlandse situatie.
Het is de bedoeling dat hiermede elk concreet geval op eenvoudige wijze kan worden doorberekend.
De benodigde gegevens zijn ontleend aan de jaarverslagen van beheerders van rioolwaterzuiveringsinrichtingen in Nederland.

Rendement van eigen energieopwekkingsinstallatie

In bijlage 3 van het STORA-rapport is een macro-economische beschouwing gegeven van de voordelen van eigen energieopwekking.
Hierbij is echter (nog) niet de eigen gasproductie van de zuiveringsinrichting betrokken. Uit de beschouwing blijkt dat een belangrijke factor bij de toepassing van eigen energieopwekking de verhouding warmtebehoefte-krachtbehoefte is.

Energiemodel

Er wordt van uitgegaan dat - rendementstechnisch - de belangrijkste methode om primaire energie te besparen eigen energieopwekking is met een gasmotor.
Als voordelen hiervan worden genoemd:
- de gecombineerde opwekking van warmte en kracht is energetisch gunstiger dan de inkoop van beide energievormen.
- het geproduceerde gistingsgas kan beter worden benut.

De economische voordelen van eigen energieopwekking zijn ondermeer afhankelijk van de hoeveelheid bespaarde electriciteit en de hoeveelheid extra aardgas die moet worden ingekocht.
Het energiemodel is ontwikkeld om in deze factoren inzicht te verkrijgen.
Met het model zou, met behulp van berekende kracht- en warmtebehoefte en energieproductie uit het gistingsgas, de energiebehoefte van de eigen energieopwekkingsinstallatie ten opzichte van een eerdere gebruikelijk systeem worden bepaald.
Dit zou kunnen worden gedaan voor verschillende zuiveringssystemen, te weten:
- oxydatiebed
- hoogbelast actief-slibinstallatie met bellenbeluchting (slibbelasting K=0,3 - 0,4 kg BZV/kg d.s.d.)

- hoogbelast actief-slibinstallatie met oppervlaktebeluchting
- laagbelast actief-slibinstallatie met bellenbeluchting (K=0.15 - 0,2 kg BZV/kg d.s.d.)
- laagbelast actief-slibinstallatie met oppervlaktebeluchting

Het is de bedoeling dat met een computersimulatie van het energiemodel de invloed van variaties in de verschillende parameters op de electriciteitsbesparing en de extra aardgasinkoop kan worden bepaald.
Bij de studie is er van uitgegaan dat de eigen energieopwekking zal geschieden met een gasmotor, zoals dat in Nederland gebruikelijk.
Een andere mogelijkheid, als toepassing van dual-fual motoren, is niet uitgewerkt.

Resultaten

De berekening van de besparing aan elektriciteitsinkoop en de extra aardgasinkoop voor de verschillende typen zuiveringsinstallatie zijn eerst uitgevoerd uitgaande van de gemiddelde waarden van de invoerparameters. De resultaten hiervan zijn weergegeven in onderstaande tabel.

TE-installaties	extra aardgasinkoop (m /i.e.j)	besparing elektriciteit (kWh/i.e.j)	nettovoordeel primaire energie (kJ/i.e.j.)
oxydatiebed	- 0,57	6,71	0;71x10
hoogbelast actiefslib			
- bellenbeluchting	0,01	11,32	1,20 x10
- oppervlaktebeluchting	0,51	13,30	1,25 x10
laagbelast actiefslib			
- bellen beluchting	1,78-	16,54	1,19x10
- oppervlaktebeluchting	3,28	20,35	1,12x10
PE-installaties			
hoogbelast actiefslib			
- bellenbeluchting	- 1,32	5,63	0,60x10
laagbelast actiefslib			
- bellenbeluchting	- 0,36	10,84	1,15x10

Besparingen elektriciteitsinkoop en extra aardgasinkoop voor diverse typen zuiveringsinrichting (gemiddelde situatie)

Hierbij wordt aangenomen:
rendement electriciteitscentrale 34% ofwel 1 kWh = 10588 kJ primaire energie.
- 1 m^3 aardgas = 31660 kJ

Uit de tabel blijkt dat de systemen met een PE-installatie en de oxydatiebedden met een TE installatie gemiddeld nog een overschot aan gistingsgas hebben

Kostenmodel

Of eigen energieopwekking al dan niet economisch rendabel is, hangt mede af van een groot aantal economische factoren, zoals de kosten van extra investeringen, van aardgas en electriciteit, extra onderhouds- en personeelskosten.
Van belang is te kunnen bepalen welk bedrag gelet op de verschillende economische factoren maximaal mag worden geïnvesteerd en binnen welke tijd het kan worden terugverdiend.
Opgezet is een kostenmodel waarmede, door het om te zetten in een computerprogramma, berekeningen kunnen worden uitgevoerd.

Investeringskosten en de netto besparingen van de eigen energieopwekking

De grootte van de besparingen (gemiddeld bezien) is afhankelijk van de capaciteit van de rwzi.
Van belang zijn enerzijds de baten van de eigen energieopwekking en anderzijds de lasten van de investeringskosten.
Uit de gemaakte berekeningen zijn de volgende conclusies getrokken.

- Volledige TE-installaties worden - gemiddeld genomen - rendabel voor rwzi's met hoogbelaste actief-slibinstallaties van circa 60.000 i.e. en rwzi's met laagbelaste actiefslibinstallaties van 100.000 a 120.000 i.e.
  Een gedeeltelijk TE-systeem wordt reeds rendabel van circa 30.000 à 50.000 i.e.
- Bij hoogbelaste installaties kleiner dan circa 200.000 i.e. zijn de netto baten van gedeeltelijke eigen energieopwekking groter dan van volledige energieopwekking. Bij laagbelast zuiveringssystemen heeft volledige eigen energieopwekking pas hogere baten dan gedeeltelijke opwekking voor installaties groter dan 400.000 i.e.
- De kapitaalsproduktiviteit voor actief-slibinstallaties stijgt bij toenemende capaciteit. De kapitaalsproduktiviteit is nauwelijks afhankelijk van het beluchtingsproces, maar wel sterk afhankelijk van het eigen energieopwekkingssysteem. PE-systemen hebben een aanzienlijk hogere kapitaalsproduktiviteit dan gedeeltelijke TE-systemen, terwijl de volledige TE systemen de laagste kapitaalsproduktiviteit hebben. De risico's bij investeringen in PE installaties zijn dan kleiner dan bij de overige systemen.
- Eigen energieopwekking voor oxydatiebedden is pas voor zuiveringsinrichtingen vanaf 100.000 i.e. rendabel. Dit komt deels voort uit het relatief lage energieverbruik. De netto baten en kapitaalsproduktiviteit zijn ook voor grote zuiveringsinrichtingen nog vrij gering.
- Door de spreiding die mogelijk is in de maximaal toegestane investeringen ten gevolge van technologische en economische invloeden zijn er nog grote variaties in de baten mogelijk.

Optimaliseringsmogelijkheden

Tenslotte wordt in het STORA-rapport aandacht besteed aan mogelijkheden die in de praktijk aanwezig zijn om de aantrekkelijkheid van eigen energieopwekking te verhogen.

september 1983
J.C. Plas

de heer J.C. Plas geeft hieronder een samenvatting van het Storerapport over energie uit gistingsgas.

ENERGIE UIT GISTINGSGAS

Toetsing van ontwerpgrondslagen Rapport STORA, januari 1983

Uitvoering van het project was in handen van Witteveen en Bos Raadgevend Ingenieursbureau, met begeleiding. namens STORA, van een commissie, bestaande uit: ir. A.A. v.d. Koppel (voorzitter), J. Th. Haas, ir. J. Janus en ir. A. Kiestra.
Het rapport geeft het resultaat weer van toetsing van de uitkomsten van het rapport "Gistingsgas als energiebron op rioolwaterzuiveringsinrichtingen" van aug. 1981. Zie voorgaande bespreking. Uit de praktijkervaringen is gebleken dat het eerder uitgebrachte rapport een te optimistisch beeld geeft van de rentabiliteit van eigen energieopwekking.

Inleiding

In de studie is de huidige praktijksituatie op in bedrijf zijnde rwzi's met eigen energieopwekking nagegaan.
Dit, omdat bij het eerdere STORA-onderzoek is geconstateerd dat de invloed van *specifieke omstandigheden van grote betekenis kan zijn.*
Geïnventariseerd zijn praktijkgegevens van navolgend te noemen rwzi's.

systeem	rwzi	ontwerp capaciteit (i.e.)	in bedrijfname (jaar)
tweetraps oxydatiebed-actiefslib met gedeeltelijk TE	Utrecht	450.000	1973 (TE-installatie)
	Weert	100.000	1978 (na uitbreiding)
	Arnhem-Nieuwgraaf	330.000	1976
actief-slibinstallatie met gedeeltelijke TE	Zeist	70.000	1957
actief slibinstallatie met volledig TE	Hoek van Holland	80.000	1979
	Doetinchem	65.000	1965
oxydatiebedinstallatie met volledig TE	Weert	60.000	1965 (voor uitbreiding)
	Hilversum-Oost	120.000	1976
actief-slibinstallatie met PE	*Venray*	50.000	1979
	Groningen	300.000	1979
	Dedemsvaart	45.000	1977
	Raalte	51.000	1977
	Holten/Markelo	54.000	1977

Wij kunnen zeggen dat milieutechniek niet iets van de laatste tijd is.

Want afvalwaterzuivering heeft al meer dan 40 jaar onze aandacht. Sterker nog ...

Entec Holland BV is een gespecialiseerde onderneming voor 'Environmental Technology' met kwalitatief hoogwaardige produkten en diensten. Onderstaand produktenoverzicht geeft u een idee van de mogelijkheden die Entec u kan bieden.

Een selectie van duurzame en betrouwbare technieken, welke praktisch gezien hun nut en rendement hebben bewezen.

Ontwikkeling en produktie in eigen beheer staan borg voor klantgerichte oplossingen.

Entec is aktief van ontwerp tot plaatsing en van in bedrijfstelling tot planmatig onderhoud. Een logisch gevolg van het streven naar een volledig dienstenpakket.

AFVALWATERBEHANDELING

FIJNROOSTER *Geheel roestvaststalen machine voor roostergoedverwijdering voor afvalwaterzuiveringen, proces- en drinkwaterinname. Zeer geringe opstuwing, onderhoudsarm en bedrijfszeker.*

ZANDVANGER *Rondzandvanger met speciaal roerwerk.*

NOPOL FIJNE BELLENBELUCHTING *Efficiënte beluchterelementen in membraan en in poreuze kunststof uitvoering.*

O.K.I. BELUCHTER *Een mechanisch gedreven onderwaterbeluchter die efficiënte zuurstofoverdracht en goede menging combineert. De solide constructie garandeert een onderhouds- en storingsvrij gebruik onder de meest uiteenlopende omstandigheden.*

T-DISC OLIESKIMMER *Olieskimmer voor verwijdering van alle soorten olie uit water. Zeer hoge verwijderingsgraad met een laag watergehalte in de afgescheiden olie.*

SLIBONTWATERING

VOORONTWATERINGSSYSTEEM *Voorontwatering van alle soorten slib op een enkelvoudige zeefband.*

PRESSMASTER *Een noviteit op het gebied van slibontwatering. Een geheel nieuwe techniek geschikt voor alle comprimeerbare slibsoorten, waarmee in een continu proces een maximaal drogestof percentage bereikt kan worden zonder hoge energiekosten, zonder spoelwater, zonder lawaai en zonder stank- en aerosolproduktie.*

LUCHTBEHANDELING

GEURFILTERS *Diverse filters voor het verwijderen van H_2S en andere stankveroorzakende gassen, waaronder het zelfademende HC70 geurfilter voor o.a. ontvangstputten en buffertanks.*

ECU *Filterkasten voor het bestrijden van corrosie in schakelkasten en andere behuizingen voor elektronica.*

LO-CAT *Natte gaswasser, speciaal ontworpen voor het verwijderen van hoge tot zeer hoge concentraties zwavelwaterstof uit bijvoorbeeld biogas.*

entec holland

entec holland bv
Kompasstraat 7a
2901 AM Capelle a/d IJssel
postbus 687
2900 AR Capelle a/d IJssel

tel. (010) 458 00 22
fax (010) 458 43 30

Inventarisatie van de gistingproductie

Voor de gistingsgasproductie per i.e. zijn de volgende resultaten gevonden.Zie onderstaande tabel.

	gistingsgasproduktie (1/(i.e.d.))		
	praktijkonderzoek	"Gistingsgas als energiebron"	
		Nederland	buitenland
actief-slibinstallaties	21,4 ± 21%	17,0 ± 70%	25,4 ± 46%
tweetraps OB - AS	17,7 ± -	-	-
oxydatiebedinstallaties	-	12,4 ± 73%	18,4 ± 49%

Gistingsgasproduktie per i.e.

Uit de tabel blijkt dat de gasproduktie van de geïnventariseerde rwzi's hoger is dan in de eerdere studie voor Nederland is gevonden, maar lager dan in het buitenland. De spreiding in de resultaten, uitgedrukt als variantiecoëfficiënten, van de (8) actief-slibinstallaties is geringer dan uit de eerdere studie bleek. Vanwege het geringe aantal (2) is van tweetrapsinstallaties geen zinnige spreiding aan te geven. Van de oxydatiebedinstallaties zijn nog geen betrouwbare gegevens bekend.

De eerder gevonden lagere gasproduktie voor oxydatiebedden wordt onderschreven door de in het praktijkonderzoek gevonden lagere gasproduktie voor tweetraps OB-AS systemen ten opzichte van actiefslib-systemen. De oorzaken hiervoor kunnen velerlei zijn. Een aantal aspecten wordt nader uitgewerkt. Bepaalde andere aspecten die nauwelijks te kwantificeren zijn, spelen echter ook een rol, zoals:

- het geringe aantal rwzi's dat nu ten opzichte van de vorige studie is geïnventariseerd, zodat de resultaten minder representatief kunnen zijn;
- het gistingsproces speelt bij de geselecteerde rwzi's een belangrijker rol dan in het algemeen.
  Een betere regeling en bediening van het optimale gistingsproces is daardoor meer voor de hand liggend. Door een optimale gistingstemperatuur en menging van de gistingstank kan de afbreekbaarheid worden beïnvloed; verzuring en aanwezigheid van toxische stoffen kunnen beter worden bewaakt;
- de onderbelasting van deze in het algemeen vrij nieuwe rwzi's waarbij de gistingstijd langer is dan in het ontwerp is toegepast.

Verbruik en spui van gistingsgas

In onderstaande tabel is weergegeven op welke wijze het gistingsgas wordt verbruikt.

	% van produktie	Variatie-coëfficiënt (%)
motoren	83,3	20%
motoren en ketels	97,2	2%
spuigasverliezen	2,8	84%

Gebleken is dat de variatie in de spuigasverliezen zeer groot is.

Oorzaken van de spuigasverliezen kunnen zijn:
- de grote wisselingen in gistingsgasproduktie en behoefte en de ongelijktijdigheid van deze wisselingen.
- beperkte automatisering van de installaties.

Omschakeling met de hand kan te laat plaatsvinden.

Het krachtverbuik en de eigen krachtopwekking

Gebleken is dat de relatie tussen krachtrendement en belastingsgraad onder praktijkomstandigheden goed overeenkomt met de in eerdere studie gehanteerde relatie.
Ondanks het feit dat voor PE (partial energy)- installaties de kracht-productie slechts globaal viel te bepalen, is het verband tussen krachtrendement en belastingsgraad redelijk aan te geven.
Het bleek echter niet mogelijk uit de gevonden resultaten vast te stellen of het krachtrendement van de PE-installaties vanwege de directe koppeling van motor aan apparaat (geen omzettingsverliezen) hoger ligt dan van de TE (total energy)-installaties, zoals is aangenomen in de eerdere studie.
Een belangrijk verschil is, dat de belastingsgraad in de praktijk aanzienlijk lager ligt dan is verondersteld. Vele eigen energieopwekkingsinstallaties hebben een belastingsgraad die minder is dan 50%, terwijl in theorie een gemiddelde belastingsgraad van 70 a 75% werd verondersteld.

De warmtebehoefte

Onderscheid is gemaakt tussen warmtebehoefte van de slibgisting en die van de gebouwen.
Een overzicht van de totale warmtebehoefte, uitgesplitst naar zomer- en wintersituatie is in onderstaande tabel opgenomen.

	warmtebehoefte (kJ/i.e. dag)			
	praktijkonderzoek		"Gistingsgas als energiebron"	
	zomer	winter	zomer	winter
slibgisting actiefslib en 2-traps oxydatiebedden-actiefslib				
- opwarmen slib	128 ± 23%	177 ± 41%	113,1, ± 44%	157,1 ± 42%
- transmissieverliezen	30 ± 85%	37 ± 82%	12,1 ± 74%	23,4 ± 45%
sub-totaal	158 ± 20%	214 ± 32%	125,2 ± 41%	180,5 ± 37%
gebouwverwarming	32 ± 53%	102 ± 50%	–	–
totale warmtebehoefte	190 ± 19%	316 ± 27%	–	–

De berekende warmtebehoefte uitgesplitst naar zomer (mei t/m okt.) en winter (nov. t/m april).

Het blijkt dat vooral door de warmtebehoefte van de gebouwen, de totale warmtebehoefte aanzienlijk groter is dan in de eerdere studie is aangenomen.
In de winter wordt circa 30% van de totale warmtebehoefte gebruikt voor gebouwverwarming.

Onderhouds- en personeelskosten

Gebleken is dat het onderhoud van de eigen energieopwekkingsinstallaties in het algemeen in eigen beheer geschiedt. Dit geldt veelal ook voor het groot onderhoud. Soms wordt het groot onderhoud op contractbasis door de leveranciers uitgevoerd. Het bedienend personeel dient dan ook wat opleiding en/of ervaring betreft bekend te zijn met de gebruikte apparatuur.
De gevolgen hiervan worden voor personeels-bezetting en -kosten door de verschillende beheerders niet gelijk beoordeeld.

Kostenmodel

De resultaten van de berekeningen op basis van de praktijkgegevens en de in 1982 geldende inzichten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

	maximaal toegestane investering (f/i.e.)	
	praktijk-onderzoek	"Gistingsgas als energiebron"
volledig TE		
- oxydatiebed		15,9
- hoogbelast actiefslib met opp. beluchting	19,3	28,7
- laagbelast actiefslib met bellen beluchting		29,2
gedeeltelijk TE		
- hoogbelast actiefslib met opp. beluchting	20,9	
- tweetraps OB-AS		
PE, laagbelast actiefslib met bellenbeluchting	14,0	25,7

Maximaal toegestane investering in eigen energieopwekkingsinstallaties (prijspeil 1982).

Conclusies

Uit het verrichte praktijkonderzoek bij een aantal rwzi's volgt dat in het algemeen kan worden gesteld dat de eigen energieopwekking een goede methode tot energiebesparing is, die ook tot financiële besparing kan leiden.
In de praktijk kunnen echter vaak situaties voorkomen die een ongunstige invloed hebben, als onderbelasting van de rwzi's, lage belastingsgraad van de motoren en de hoge warmtebehoefte voor de gebouwen.
Hierdoor zijn de resultaten in veel gevallen aanzienlijk ongunstiger dan in de eerdere studie is aangegeven.
Een goede analyse van iedere specifieke situatie wordt nuttig geacht. De geïnventariseerde praktijkgegevens mogen niet als algemeen geldende waarden voor de Nederlandse situatie worden gebruikt.

Aanbevelingen

Wat het onderwerp betreft zijn een aantal aanbevelingen gegeven.
Deze zijn, in kort vermeld, de volgende:

- let op mogelijkheden van de ontwikkeling van (gedeeltelijke) electriciteitsopwekking, parallel aan het openbare net.
  Geen reserves en de motoren op hogere belastingsgraad laten funktioneren.

- bij het zoeken naar besparingen ware te bedenken dat te grote installaties daarvoor veelal bezwaarlijk zijn.

- denk er bij een combinatie gasmotor-blower aan dat het energetisch voordeel van directe koppeling volledig verloren kan gaan door het lage krachtrendement van de gasmotor.

- verhoging van het warmterendement kan o.a. geschieden door rookgaskoeling toe te passen.

- in de afweging m.b.t. het toepassen van eigen energieopwekking dient de gistingsgasproductie als een van de belangrijkste faktoren te worden beschouwd.
  Vergroting van de gasproductie moet vooral worden gezocht in verdergaande afbraak van de organische stof.
  Verbetering van het inzicht in het gistingsproces kan leiden tot een verhoging van de gistingsproductie en dus tot meer voordeel bij toepassing van de eigen energieopwekking.

september 1983
J.C. Plas

VERWIJDERING VAN ZWEVENDE STOF UIT EFFLUENT

1. LITERATUURONDERZOEK. Rapport STORA, oktober 1980

Uitvoering van het project was opgedragen aan het Keuringsinstituut voorWaterleidingartikelen KIWA N.V.. Projectleider was ir. J.K. Visser.
Voor de begeleiding namens de STORA was er een commissie. bestaande uit: ir. B.A. Heide (voorzitter), ir. A.H. Dirkzwager. ir. R.E.M. van Oers en ir. T. W.M. Wouda.
Maart 1983 is het STORA-rapport "Verwijdering van zwevende stof uit effluent", 2 snelfiltratie en microzeving (praktijkproeven), verschenen.
In de volgende bespreking zal hier aandacht aan worden besteed.

Inleiding

De totale capaciteit van rioolwaterzuiveringsinrichtingen is sterk toegenomen. De lozing van gezuiverd afvalwater brengt echter een bepaalde belasting voor het oppervlaktewater mede. Het effluent van een biologische zuiveringsinrichting bevat immers bepaalde concentraties restverontreinigingen.
Dit komt onder andere tot uitdrukking in het Biochemisch Zuurstof Verbruik (BZV) en het Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV).
Behalve opgeloste verontreinigende stoffen kan het effluent ook gesuspendeerd materiaal bevatten.
Het lijkt aannemelijk dat verlaging van het zwevend stofgehalte resulteert in een verlaging van de concentratie aan zware metalen in het effluent.

De verlaging van het zwevend stofgehalte staat op dit moment minder in de belangstelling dan bijvoorbeeld - de defosfatering.
In ons land is er geen algemene richtlijn voor het zwevende stofgehalte in effluent. In Engeland is dat wel het geval; volgens oudere normen mag het BZV van effluent daar maximaal 20 mg/l bedragen en het stofgehalte ten hoogste 30 mg/l; tegenwoordig is er sprake van 10 mg/l voor beide parameters.
Het rapport bevat een literatuur overzicht van technieken.

Verschillende technieken

Er zijn technieken in beschouwing genomen waarmee het in principe mogelijk is het zwevend stofgehalte van het effluent van een afvalwaterzuiveringsinrichting tot een zodanig niveau te reduceren, dat aan eventuele, in de toekomst te stellen eisen ten aanzien van de bedoelde stoffen zal kunnen worden voldaan.
Er blijken twee methoden te zijn die zich daartoe vooral lenen, namelijk snelfiltratie en microzeving.
In de literatuur is daar dan ook de meeste aandacht aan besteed.
Er zijn ook processen, waarmee weliswaar bevredigende tot goede resultaten kunnen worden verkregen, maar die om diverse redenen niet altijd toegepast kunnen worden.

Wanneer je als bedrijf al meer dan 80 jaar ervaring hebt in het realiseren van poldergemalen, rioolgemalen en rioolwaterzuiveringsinstallaties, wanneer je bovendien een kompleet produktie-apparaat hebt opgebouwd waarmee je alle opdrachten vanaf het ontwerp tot en met de oplevering optimaal aankunt.... dan is het geen toeval dat je op de huidige markt een toonaangevende plaats inneemt. Landustrie Sneek BV heeft de kennis, de mensen en de middelen om die plaats te blijven waarmaken. Dat schept zekerheid en een basis om op te bouwen.

Landustrie

Pieter Zeemanstraat 6, Postbus 199, 8600 AD Sneek Tel. 05150-86888 Fax 05150-12398

Hierbij kan gedacht worden aan nabehandelingsvijvers en rietvelden, waarin bij lange verblijftijden zwevende stoffen worden afgescheiden door sedimentatie (bezinking).
Ook het maken van een extra sedimentatiestap. bijvoorbeeld in lamellenafscheiders, kan in sommige gevallen worden overwogen, evenals het flotatieproces.

Het hangt af van de aard en de concentratie van zwevende stoffen of één van deze methoden is te prefereren boven filtratie of microzeving.
Toepassing van nabehandelingsvijvers en rietvelden zal niet altijd mogelijk zijn in verband met de daartoe benodigde grondoppervlakte(n).
Er zijn voorts een aantal processen bekend, die er in de eerste plaats op zijn gericht om opgeloste stoffen uit het water te verwijderen.
Daartoe behoren de membraanprocessen (hyper- en ultrafiltratie) en het adsorptieproces in actief-koolfilters.
Bij de membraanprocessen wordt het zwevend stofgehalte tot nul gereduceerd, maar dat gaat ten koste van een sterke daling van de productie ten gevolge van de vervuiling van de membranen. Bij doorstroming van actief-koolfilters wordt circa 90% van de zwevende stoffen verwijderd, maar dat gaat in dit geval ten koste van een versnelde drukopbouw, hetgeen de spoelfrekwentie doet stijgen.
Er kan ook gebruik worden gemaakt van het vlokvormingsproces waarbij, na toevoeging van een vlokmiddel en na vlokvorming, een vlokverwijdering wordt toegepast in de vorm van sedimentatie. flotatie of filtratie.
Een combinatie van sedimentatie of flotatie door filtratie kan eveneens worden toegepast.

In onderstaande tabel is een globaal overzicht weergegeven van de resultaten, die met de diverse processen kunnen worden bereikt.

	verwijderingspercentage	reductiefactor	restconcentratie (mg/l)
snelfiltratie	70-90	3-10	2-15
microzeving	50-80	2- 5	5-20
vlokvorming en -verwijdering	60-90	2,5-10	2-30
sedimentatie	ca.60	2,5	10-30
flotatie	ca.60	2,5	10-30
riet- en biezenvelden	30-60	1,4-2,5	20-30
nabehandelingsvijvers	50-60	2-2,5	20-30
actief-koolfiltratie	70-90	3-10	2-15
membraanprocessen	100	-	0

Vergelijking van diverse technieken t.a.v. zwevende stofverwijdering.

Neveneffekten

Bij de beoordeling van een bepaalde zuiveringstechniek is het van belang om aandacht te besteden aan mogelijke neveneffekten.
Zo kan, behalve de verwijdering van zwevende stoffen en de daaraan gekoppelde verlaglng van BZV, CZV en het totaal organische koolstofgehalte (TotalOrganic Carbon = TOC). tengevolge van de aard van de zwevende stoffen ook een extra reductie optreden van bijvoorbeeld BZV, CZV en TOC uit de waterfase.

Onderstaande tabel geeft hierover enig inzicht.

	extra verwijdering (CZV, BZV, TOC)
sedimentatie, flotatie	geen
microzeving	nauwelijks
snelfiltratie	matig
vlokvorming en -verwijdering	matig/goed
rietvelden, nabehandelingsvijvers	goed
membraanprocessen, actief kool	zeer goed

Rangschikking van de diverse processen volgens geschiktheid voor extra verwijdering van CZV, BZV en TOC uit de waterfase.

Hierbij kan worden opgemerkt dat bij het gebruik van chemicaliën (Fe.Al of polyelectrolieten) met behulp van snelfiltratie eveneens aanzienlijke reductie van andere kwaliteitsparameters (met name fosfaten) kan worden verkregen.

Overzicht

a. Voor een optimaal zuiveringsresultaat worden de membraanprocessen en actief-koolfiltratie het meest geschikt geacht.
Aan deze processen zijn echter zeer hoge kosten verbonden.

b. Rietvelden en nabehandelingsvijvers zijn goede middelen voor zowel de verwijdering van zwevende stoffen als voor verlaging van BZV, CZV en TOC.
Er bestaat kans op het ontstaan van sterke algengroei die een nadelige invloed heeft op het zwevende stofgehalte, BZV, CZV en TOC.

c. Het installeren van een aanvullende sedimentatiestap kan in sommige gevallen verbetering geven.
Moeilijkheden kunnen worden verwacht als de zwevende stof ongunstige bezinkingseigenschappen heeft.
Een mogelijk alternatief kan dan toepassing van flotatie zijn.

d. Snelfiltratie en microzeving kunnen het zwevende stofgehalte aanzienlijk reduceren. Beide processen zijn vrij algemeen toepasbaar.
Door de relatief hoge oppervlakte-belasting is de benodigde grondoppervlakte in het algemeen niet zo groot.

e. Van belang is hoe een bepaald proces reageert op het gedurende korte tijd voorkomen van extreem hoge waarden van het zwevend stofgehalte.
Behalve bij nabehandelingsvijvers en rietvelden zal dit tot een ernstige verstoring van het proces aanleiding geven.
Een microzeef zal bijvoorbeeld vrij snel dichtslaan.
Bij snelfitratie kan dit enigszins worden ondervangen door de spoelfrekwentie op te voeren.

f. Gelet op het hiervoor onder "e" gestelde zal een combinatie van een rietveld, een nabehandelingsvijver of een calamiteitenbassin met een andere techniek (b.v. microzeving of snelfiltratie) kunnen worden overwogen.

Financiële aspecten

Het geven van een verantwoord kostprijs-inzicht bleek in het stadium van de rapportering niet mogelijk.
Wel kon uit de literatuurgegevens een tendens van de productiekosten (d.w.z. de kosten per ml gereinigd afvalwater, met inbegrip van investerings-, onderhouds-, energie- en chemicaliënkosten) worden afgeleid.
Het minst kostbaar zijn de rietvelden en de nabehandelingsvijvers (zonder berekening van de prijs van de grond).
Een aanvullende sedimentatiestap zal wat duurder uitkomen, terwijl van de kosten van het flotatieproces op grote schaal nog slechts weinig gegevens bekend zijn. Hoger in kosten zijn het filtratieproces en microzeving.
De meeste kosten zullen de membraanprocessen en de actief-koolfiltratie veroorzaken.
In onderstaande tabel is een bepaalde rangschikking gegeven, welke deels uit de literatuur is afgeleid en anderdeels gevoelsmatig is bepaald.
Geheel arbitrair is daarin voor microzeving de index op 1 gesteld en zijn de kosten voor de andere processen daaraan gerelateerd.

zuiveringstechniek	index
microzeveing	1
snelfiltratie	1-1,5
vlokvorming en -verwijdering	2-5
rietvelden	0,3
nabehandelingsvijvers	0,5
sedimentatie	0,5
flotatie	0,8
aktieve kool	6-10
membraanprocessen	10-20

Globale schatting van de kostprijs van diverse processen

Aanbevelingen

Het wordt zinvol geacht, gelet op de interessante mogelijkheden die snelfiltratie en microzeving met betrekking tot de verwijdering van zwevende stoffen zouden kunnen bieden, experimenten op semi-technische schaal uit te voeren.

Tenslotte vermeldt het rapport een aantal overwegingen, waarmee bij de keuze van de lokatie(s) waar de experimenten worden uitgevoerd, rekening gehouden zou kunnen worden.

J.C. Plas.

VERWIJDERING VAN ZWEVENDE STOFFEN UIT EFFLUENT

SNELFILTRATIE EN MICROZEVING (praktijkproeven)

Rapport STORA, maart 1983

Uitvoering van het project was opgedragen aan het Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V.. Voor begeleiding namens de STORA was er een commissie, bestaande uit: ir. B.A. Heide (voorzitter), ir. A.H. Dirkzwager. ir. R.E.M. van Oers en ir. TW.M. Wouda.

In het rapport worden, als vervolg op de literatuurstudie van oktober 1980 (Zie voorgaande bespreking in no. 3, mei 1984), experimenten met snelfiltratie en microzeving beschreven.

Doelstelling

De experimenten zouden moeten leiden tot het verkrijgen van inzicht in de navolgend te noemen aspecten.

- De effectiviteit van snelfiltratie en microzeving met betrekking tot de verwijdering van zwevende stof.
- De beperking van deze technieken voor wat betreft het zwevende stofgehalte in het te behandelen effluent.
- De neveneffecten, welke optreden bij verlaging van het zwevende stofgehalte, zoals verlaging van het BZV en CZV, van het gehalte aan N- en P-verbindingen, alsmede van de concentratie van zware metalen.

Er is een proefinstallatie ontworpen, welke kon worden geplaatst op het terrein van de rioolwaterzuiveringsinrichting "Leiden Zuid-West", behorende aan het Hoogheemraadschap van Rijnland.
De experimenten zijn gedurende een heel jaar uitgevoerd. Dit is gedaan om reden eventuele weersinvloeden (verschillende jaargetijden) te kunnen opmerken en voorts uit procestechnisch oogpunt ten aanzien van de nodige tijd voor het onderzoek.

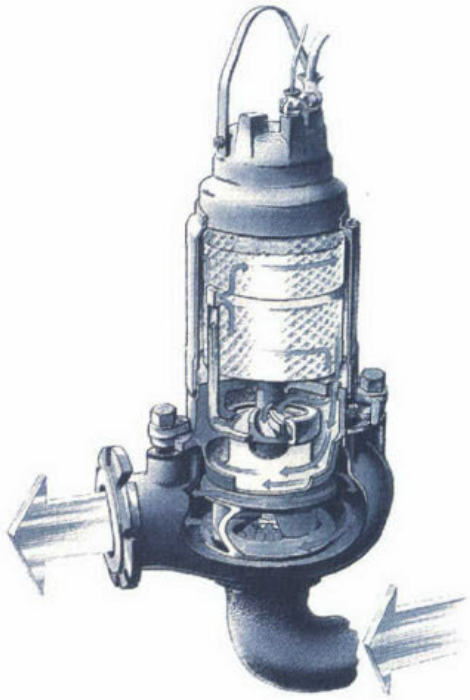
Plaats van uitvoering

Voor het bepalen van de plaats voor het uitvoeren van de experimenten zijn de volgende criteria opgesteld:

- Het in de rioolwaterzuiveringsinrichting te behandelen afvalwater moet min of meer representatief zijn voor andere inrichtingen.
- De zuiveringsinrichting moet niet overbelast zijn.
- Het zwevende stofgehalte moet een redelijk constante waarde hebben, gemiddeld lager dan 50 mg/l.
- Piekbelastingen, zoals bijvoorbeeld bij licht slib, moeten niet frekwent voorkomen.

distrimex

Pumpex riool- en dompelpompen



Pumpex

Zweedse topkwaliteit met gegarandeerd de laagste exploitatiekosten.

Pumpex

De enige met een intern oliekoelcircuit, een snel verwisselbare mechanical sealcassette en een nastelbare slijtring.

Wangen

- compacte excentrische schroefpompen met lagerstoel.

BBA

- zelfaanzuigende vuilwaterpompen.
- chemienormpompen volgens DIN 24256 (ISO 2858).

Custom made

pompinstallaties.

distrimex POMPEN

Distrimex Pompen B.V.
Edisonstraat 12
Postbus 498
7000 AL Doetinchem
Telefoon: 08340 4 41 24
Telefax: 08340 3 50 47
per 10-10-'95:
Telefoon: 0314 34 41 24
Telefax: 0314 33 50 47

maatwerk op niveau

De rioolwaterzuiveringsinrichting

De zuiveringsinrichting "Leiden Zuid-West" is sedert 1970 in bedrijf. De installatie is ontworpen voor de behandeling van 16.000 m^3 afvalwater per dag, overeenkomend met circa 75.000 inw. equivalenten. De belasting is nagenoeg volledig.

De zuivering vindt plaats met behulp van het actief slibproces (circa 40 i.e./m^3), waarbij de zuurstofvoorziening met borstelbeluchters wordt gerealiseerd.
De inrichting is uitgerust met twee ronde voorbezinktanks, die in serie worden doorstroomd, met een voorbeluchting tussen beide tanks.
De nabezinking vindt plaats in zes parallel doorstroomde rechthoekige bassins (lengte 60 m, breedte 12 m, diepte 2 m).

In tabel 1 zijn kwaliteitsparameters vermeld. opdat een indruk verkregen kan worden van de gemiddelde kwaliteit van het effluent van de betrokken rioolwaterzuiveringsinrichting.

kwaliteits-parameter	eenheid	1977	1978	1- 9-1979 t/m 1-10-1980
Zwevende stof	mg/l	15	15	17
BZV 20/5	" O_2	31	43	43
CZV	" O_2	73	82	95
N-Kjeldahl	" N	30	32	29
P-totaal	" P	7	10	9

Tabel 1. Gemiddelde kwaliteit van het effluent van de rwzi "Leiden Zuid-West"

Gegevens afkomstig van de afdeling "Chemie en Technologie" van het Hoogheemraadschap van Rijnland.

Snelfiltratie

In het rapport zijn vermeld de uitgangspunten welke zijn gehanteerd bij het ontwerpen van de proefinstallatie voor snelfiltratie.
Voorts is de proefinstallatie beschreven.
In het kader van deze bespreking van het STORA-rapport meen ik me te moeten beperken tot enkele hoofdpunten inzake de uitkomsten van de onderzoekingen.
Lezers die meer informatie willen hebben kunnen zich tot hun eigen ambtelijke dienst wenden met het verzoek om inzage van het hele rapport.
Bij het onderzoek kon ook een indruk worden verkregen van de concentraties van zware metalen. De metalen zink en nikkel komen in het effluent het meest voor.
In mindere mate komen lood en koper voor.
In tabel 2 zijn resultaten van analyses vermeld.
Hieruit blijkt dat men gegevens heeft verkregen op grond waarvan men enigzins een indruk kan krijgen van het verloop van een groot aantal kwaliteitsparameters in de verschillende seizoenen.

parameter	eenheid	concentratie parameter op																	
		6 - 2 - 1980 in						11 - 6 - 1980 in						18 - 9 - 1980 in					
		voeding	filtr. ZF	filtr. DLF	spoelw. toevoer	spoelw. uit ZF	spoelw. uit DLF	voeding	filtr. ZF	filtr. DLF	spoelw. toevoer	spoelw. uit ZF	spoelw. uit DLF	voeding	filtr. ZF	filtr. DLF	spoelw. toevoer	spoelw. uit ZF	spoelw. uit DLF
zwev.stof	mg/l	18,4/17,6	8,6	6,1	18,0	-	-	21,2	9,0	9,1	12,1	64	136	11,8	4,8	5,5	23,2	124	182
droogrest	"	590	580	580	594	710	1120							-	-	-	-	-	-
BZV	mg/l	8	5	6	7	110	285	54	9	52	27	120	180	59	7	10	52	98	150
CZV	"	67	58	50	66	290	690	87	72	61	90	170	270	78	65	67	83	205	265
N-Kj	mgN/l	26	27	22	20	35	59	35	30	35	34	41	46	20	20	20	17	24	31
$N\text{-}NH_4^+$	"	22	24	20	17	18	18	34	28	35	33	33	36	18	19	18	14	8,0	16
$N\text{-}NO_3^- + NO_2^-$	"	1,31	1,34	1,44	1,64	1,18	1,19	9,4	11,2	11,4	10,2	7,8	54	19,4	18,4	18,9	19,8	18,3	15,2
P-ortho	mgP/l	4,4	4,8	4,2	3,2	1,8	3,7	11	11	12	11	11	11	11	11	11	8,7	9,6	9,3
P-tot	"	5,1	5,4	4,9	3,7	7,9	16	12	12	11	12	13	15	11	11	11	8,8	11	12
Cd	µg/l	1,5	1,4	1,1	2,3	5,4	6,1	1,2	1,1	2,5	0,5	0,6	1,6	1,9	2,4	4,9	0,9	1,1	5,4
Cr	"	7,6	1,6	3,1	<0,2	26	50	4,3	4,1	2,6	4,0	4,1	5,0	1,7	1,5	1,8	1,1	1,2	2,1
Cu	"	7,8	3,7	4,0	14	125	310	5,8	1,7	2,7	7,1	6,1	9,2	9,3	6,4	3,3	8,0	4,1	6,1
Hg	"	0,4	0,4	0,4	0,6	1,7	1,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	0,5	< 0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	2,3
Pb	"	7,4	2,0	2,2	1,8	6,0	14	9,8	9,1	9,5	7,7	8,6	9,1	0,7	0,5	0,7	0,7	1,1	0,9
Ni	"	60	75	55	28	45	85	50	38	42	12	36	12	7,3	10	11	7,3	9,1	14
As	"	0,1	0,3	0,1	0,6	8,0	12,8	0,8	0,4	0,5	0,4	0,5	2,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	1,1
Zn	"	[illegible]	32	41	92	625	1677	43	22	33	26	27	26	67	59	62	71	77	80

Tabel 2
Ter toelichting op de tabel het volgende:
ZF = zandfilter
bedhoogte van het filter was circa 0,80 m, korrelgrootte van 0,8 - 1,2 mm.
DLF = dubbellaagsfilter
bed, bestaande uit 0,40 m zand en 0,50 m anthrite, korrelgrootte zand van 0,8 - 1,2 mm en anthrite 1,6 - 2,5 mm.

Conclusies filtratie-experimenten

Bij 32 filtratieexperimenten over zand, snelheid 5 $m^3/m^2.h$, varieerde de verlaging van het zwevende stofgehalte tussen 37% en 82%.
De verwijdering bedroeg gemiddeld 60%. Bij 28 van de 32 proeven lag het zwevende stofgehalte in het filtraat onder de 10 mg/l.

De resultaten van 25 proeven met een dubbellaagsfilter, snelheden 5 - 20 $m^3/m^2.h$, zijn vergelijkbaar met die van de filtratie over zand.
De verlaging van het zwevende stofgehalte varieerde tussen 10% en 87%.
De verwijdering bedroeg gemiddeld 56%. Het zwevende stofgehalte in het filtraat was in 19 van de 25 gevallen lager van 10 mg/l.

Filtratie over fijner materiaal bleek geen opvallende betere resultaten op te leveren, behoudens dat hierbij het zwevende stofgehalte in het filtraat de 10 mg/l niet overschreed.

De filtratiesnelheid heeft geen invloed op het verwijderingspercentage.

De bij de proeven gevonden verlaging van het zwevende stofgehalte is. bij vergelijkbare condities, aanmerkelijk minder goed dan in de literatuur gevonden waarden van 70 - 90% en hoger.
Oorzaak van deze verschillen is waarschijnlijk gelegen in de geringe afmetingen van het zwevende stof.
Na één jaar bedrijf bleek dat de filtermaterialen nog in goede staat verkeerden. De toegepaste spoeling is dus effectief gebleken.

Het zuurstofverbruik tijdens de filtratie was, als gevolg van biologische activiteit. doorgaans aanzienlijk. Het resterende zuurstofgehalte varieerde tussen 0 en 2 mg/l. zodat in de praktijk mogelijk de noodzaak zal blijken het effluent van de filters nog te beluchten.

De CZV-afname van 15% voor zandfiltratie en dubbellaagsfilter is belangrijk lager dan de in de literatuur genoemde 30%.
De afname van BZV is aanzienlijk hoger.
Door enige onzekerheid m.b.t. de onderzoekingen kunnen de gevonden waarden voor BZV echter te hoog liggen.

De verlaging van het N-Kjeldahl- en P-totaalgehalte blijkt bij snelfiltratie verwaarloosbaar.
De verlaging van het TOC-gehalte was bij filtratie over zand- en dubbellaagsfilt ratie respectievelijk 16% en 10%.

De mate waarin de metalen Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Ag en Zn worden verwijderd is. gelet op de sterke onderlinge verschillen moeilijk voorspelbaar.

Microzeving

De installatie voor de experimenten met een microzeef is geleverd door de firma Hubert en Co te Sneek. Doordat werd uitgegaan van een bestaand apparaat was

een aantal procesparameters min of meer vastgelegd. De microzeef is standaard uitgerust met gaas met een maaswijdte van 25 µm. Er zijn ook proeven gedaan met gaas met een veel kleinere maaswijdte, n.l. 13 µm.

Voor het verkrijgen van inzicht in de resultaten van de experimenten wordt verwezen naar tabel 3.

maand		temp. °C	zwevende stof (mg/l)		rend.%	aantal waarn.
			voeding	filtraat		
oktober	1979	14,0	9,3	7,8	16	12
november	1979	13,0	20,5	13,8	33	4
december	1979					
januari	1980	9,0	38,3	31,7	17	23
februari	1980	9,0	10,0	7,7	23	5
maart	1980	11,0	11,4	8,6	25	18
april	1980	13,0	14,8	9,6	35	4
mei	1980	15,0	12,3	10,6	14	31
juni	1980	16,0	6,8	5,4	20	8
juli	1980	16,5	13,7	10,2	26	8
augustus	1980*	19,5	9,1	7,3	20	10
september	1980*	19,0	10,3	6,4	38	27

Tabel 3 Verwijdering van zwevende stof door middel van microzeving.
** Toegepast werd een gaas met maaswijdte 13 µm*

Gebleken is dat variatie van het toerental van de microzeef geen duidelijke invloed heeft op de verwijdering van de zwevende stof.
Evenals bij de filtratie experimenten zijn ook bij de microzeef regelmatig monsters geanalyseerd op de kwaliteitsparameters BZV. CZV, N-Kj en P-tot.

De resultaten van deze bepalingen zijn vermeld in tabel 4.

datum	chem. zuurstof verbruik (mg/l)			biochem. zuurstof verbruik (mg/l)			stikstof N Kjeldahl (mg/l)			totaal fosfaat als P (mg/l)			zwevende stof (mg/l)		
	voeding	filtraat	rend.%	voeding	filtraat	rend.%	voeding	filtraat	rend.%	voeding	filtraat	rend.%	voeding	filtraat	rend.%
24-10-79	78	74	5	59	19	68	23	22	4	12	11	8	7,2	5,9	18
	70	70	0	24	22	8	22	22	0	11	11	0	-	-	-
3-12-79	102	97	5	25	24	4	50	50	0	11	11	0	-	-	-
4-12-79*	103	93	10	53	19	64	44	44	0	-	12	-	26,8	17,4	35
9- 1-80*	104	102	2	24	22	8	28	-	-	-	6,2	-	43,6	28,4	35
17- 1-80*	129	148	-15	24	23	4	48	49	-2	9,3	9,5	-2	41,6	28,0	33
21- 1-80*		-	-	25	14	44	45	-	-	8,3	-	-	42,8	23,6	45
[illegible] 1-80*	86	91	8	6	5	17	42	-	-	8,3	-	-	-	-	-
1- 5-80*	86	85	1	14	13	7	56	-	-	10	-	-	24,6	12,9	12
8- 5-80*	88	85	3	14	11	21	49	-	-	11	-	-	11,3	10,0	12
16- 5-80*	83	79	5	15	9	40	41	-	-	9,5	-	-	10,4	9,1	13
29- 5-80*	96	92	4	43	36	16	45	-	-	12	-	-	15,4	13,6	12
29- 5-80*	90	82	9	22	20	9	45	-	-	12	-	-	13,5	11,4	16
21- 8-80*°	97	93	4	61	45	30	37	-	-	8,6	-	-	15,4	14,5	6
28- 8-80*°	69	67	3	23	16	30	8,5	-	-	9,9	-	-	6,5	6,7	3
11- 9-80*°	61	59	3	24	11	54	13	-	-	6,3	-	-	7,1	4,3	39

Tabel 4 Neveneffecten van zwevendestofverwijdering
** BZV-bepaling met enten*
° gaas met maaswijdte van 13 µm toegepast

Conclusies microzeving.

De verlaging van het zwevende stofgehalte over gaas met een maaswijdte van 25 µm bedroeg gemiddeld 21%.

Gaas met een maaswijdte van 13 µm leverde een verlaging van gemiddeld 33%.

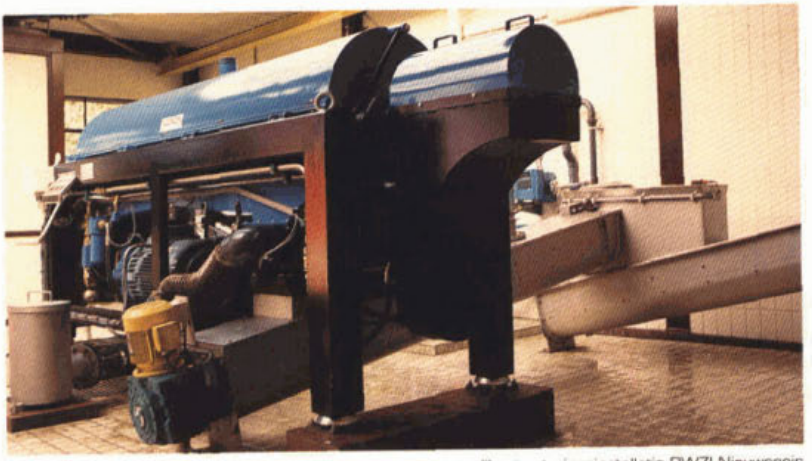
Verlaging van het zwevende stofgehalte bleek aanzienlijk minder dan de 50 tot 80% die in de literatuur, voor vergelijkbare omstandigheden, worden genoemd. Oorzaak is waarschijnlijk (Dus ook in deze situatie.) de kennelijk geringe afmetingen van een groot deel van de zwevende stof.

De microzeef heeft gedurende de onderzoeksperiode uit technisch oogpunt probleemloos gefunktioneerd.
De verlaging van het CZV bedroeg. voor gaas met maaswijdte 25 µm, gemiddeld 2%, wat laag is ten opzichte van de 30% welke in de literatuur wordt vermeld.
Verlaging van het N-Kjeldahl- en P-totaalgehalte was, naar verwachting, verwaarloosbaar.

J.C. Plas

TOEGEPASTE
MILIEUTECHNOLOGIE

Slibontwatering



slibontwateringsinstallatie RWZI Nieuwegein

Bergmann levert apparatuur en installaties:

- **Noxon** decanteercentrifuges
- **Sernaglotto** bandindikkers en zeefbandpersen
- cascade-opstellingen en combinatie bandindikker en decanteercentrifuge voor directe ontwatering
- complete slibkoektransportinstallaties met asloze schroeven

BERGMANN

TECHNISCHE MAATSCHAPPIJ BERGMANN B.V.
Postbus 752 - 3000 AT Rotterdam
Telefoon (01891) 139 44, per 10-10-'95: (010) 511 39 44
Telefax (01891) 185 22, per 10-10-'95: (010) 511 85 22

SLIBONTWATERING DEEL 1

Bespreking van zeven rapporten van de STORA, uitgebracht in de periode van oktober 1981 tot februari 1983. Doel van het onderzoek was het verzamelen, bestuderen, beoordelen en aanvullen van de kennis betreffende het verband tussen slibeigenschappen. ontwaterings kenmerken en mogelijkheden van slibontwateringsapparatuur.

Het onderzoek is verricht door het Instituut voor M ilieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO te Delft. De uitvoering is gedaan in vier fasen: literatuuronderzoek naar de aard van de waterbinding in het zuiveringsslib (fase 1), inventarisatie van het verband tussen slibeigenschappen en de resultaten van slibverwerkingsapparatuur (fase 2), optimalisering van slibontwatering met polyelectrolyt en zeefbandpersen, zowel voor aeroob (fase 3) als anaeroob gestabiliseerd slib (fase 4). Ten dienste van de dagelijkse praktijk zijn bij rapportering enkele handleidingen gevoegd.

DEEL 1 - AARD VAN DE WATERBINDING IN SLIB

(literatuuronderzoek) Rapport STORA, oktober 1981

Voor de begeleiding van het betreffende onderdeel van het onderzoek was er, namens de STORA, een commissie, bestaande uit:
ir. R. Karper (voorzitter), ir. H.M.M. Koppers, ir. O. Kwasnicka, ir. H.M.J. Scheltinga en ing. D. Wouda.

Inleiding

Bij het onderzoek is er naar gestreefd verbindingen te leggen tussen de theoretische basisinformatie over de opbouw van de slibvlokken en de praktijkervaringen met het ontwateren van slib.
Om inzicht te krijgen in de veranderingen van de waterbinding in het slib is bij de studie aandacht besteed aan de chemische en biologische opbouw van de slibvlok.
"Chemisch" zijn de "niet levende" anorganische en organische bestanddelen van de slibvlok.
"Biologisch" zijn de "levende" organismen in de slibvlok.
Het "levende" deel van de slibvlok is het deel dat wisselwerking met het milieu onderhoudt, waarbij stoffen opgenomen, omgezet en uitgescheiden worden (assimilatie- en dissimilatieprocessen).
De slibvlok is opgevat als een dynamische systeem, waarbij de wisselwerking tussen het "levende" en "niet levende" deel van de vlok bepaald wordt door factoren als voeding (BZV), temperatuur. zuurstof, PH, ionsterkte, enz.
Verandering in het dynamische slibvloksysteem kan tot uiting komen door wijziging in het sedimentatiegedrag van de vlok en wijziging in de snelheid en de mate van wateratgifte bij mechanische bewerking.

De opbouw van de slibvlok

Algemeen

De slibvlok is de bouwsteen voor het slib. Het actiefslib ontstaat als gevolg van de groei van micro-organismen op organisch materiaal in een zuiveringsinstallatie. Veranderingen die tijdens de procesvoering in het slib optreden vinden hun oorsprong in de chemische. fysische en biologische veranderingen van de slibvlokken.
Onderscheid is gemaakt tussen het anorganisch en organisch deel van de vlok. Het organisch materiaal is onderverdeeld in "levende" organismen en overig materiaal. De fractie "levende organismen" bestaat voornamelijk uit bacteriën en protozoa.

De samenstelling van de slibvlok

Gewoonlijk wordt de hoeveelheid organisch materiaal bepaald door de gewichtsafname van de droogrest van het slib, na 45 minuten gloeien bij 600°C. Deze waarde wordt gehanteerd bij de procesvoering van de rioolwaterzuivering. Dit geeft echter geen inzicht in de fractie "levende organismen", terwijl deze juist in belangrijke mate de sedimentatie en ontwateringseigenschappen van de slibvlok bepaalt.

In de actief-slibvlok vertonen de bacteriën een overheersende proteolytische (eiwitsplitsende) activiteit. Deze activiteit wordt niet gevonden in het influent.
Behalve bacteriën komen ook protozoa in de vlok voor.
De vitaliteit van de bacteriën is veelal gering. Deze is afhankelijk van de wijze waarop het zuiveringsproces wordt bedreven (voedsel-aanbod e.d.)

Bepaling van de biomassa in slib

Het meten van "levende bacteriën" in het slib is een uiterst moeilijke zaak gebleken, waarbij zeer verfijnde biochemische meetmethoden toegepast moeten worden op een complex en gedifferentieerd systeem.
Voor het meten van de fractie bacteriën in de slibvlok, die tot reproductie in staat zijn, is de DNA-meting het meest geschikt geacht.
(DNA - desoxyribo-nucleïnezuur Chemische verbinding die de drager is van de erfelijke eigenschappen van de cel.) Het DNA vertoont een recht evenredig verband met de BZV- afname.
Er is een duidelijke koppeling vastgesteld tussen de hoeveelheid DNA en de reproductie van bacteriën. Op grond van DNA-metingen aan een onder optimale condities werkende actiefslibopstelling op laboratoriumschaal heeft men de volgende biomassapercentages gemeten in een aantal praktijkinstallaties:

	% actieve biomassa
- oxydatiesloot	5 - 7
- le trap van 2-traps actief-slibinstallatie	10 - 20
- actief-slibinstallaties(stedelijk afvalwater)	20 - 45
(mogelijke pieken)	(90)
- industriële installaties (hoge belasting)	20 - 80

Hierbij is de onder optimale condities functionerende actief-slibopstelling arbitrair op 100 procent gesteld.

Verschillende factoren betreffende de slibvlok

In de rapportering wordt aandacht besteed aan de navolgend te noemen factoren.

- De verschijningsvormen van bacteriën in de slibvlok In het slib kan een groot aantal verschillende bacteriënsoorten afzonderlijk, in draadvorm en gebonden aan de slibvlok voorkomen.
  Vermeld zijn de verschillende verschijningsvormen van de bacteriën.
- De vloksterkte.
  Onder vloksterkte wordt verstaan de mate van weerstand die de vlok biedt tegen afschuifkrachten. Het uiteenvallen van de vlok kan leiden tot verlaging van de filtratiesnelheid van het slib. Daarom is het van belang de vloksterkte van het slib te kennen.
- De waterbinding.
  Het water in de slibvlok kan op verschillende wijzen gebonden zijn:
  water gebonden in de micro-organismen.
  water gebonden aan de vaste bestanddelen in de vlok.
  water dat ingesloten is in de vlok.
  In samenvatting zijn de volgende energiewaarden per kubieke meter te verwijderen water vermeld:

sedimentatie	-10^{-3} kWh
filtreren	1 - 10 kWh
centrifugeren	1 - 10 kWh
drogen	10^{3} kWh

- De aard van de slibvlokken in relatie tot sedimentatie.
  Naast de dichtheid en de afmeting is de structuur van de slibvlok mede bepalend voor de sedimentatiesnelheid van de vlok.
  Slib met relatief veel draadvormige micro-organismen zal minder goed sedimenteren dan slib met weinig van dergelijke organismen. Een maat voor de sedimentatie is de slibvolume index (SVI). De SVI is het volume in milliliters dat slib met een drogestofgewicht van 1 gram na een half uur bezinken inneemt.

Slibtypes, opslagcondities en eigenschappen van het slib.

Behandeld zijn een aantal aspecten van de ontwaterbaarheid van diverse slibtypes. mede in verband met opslagcondities. De ontwaterbaarheid van een mengsel van primair en secundair (actief) slib wordt veelal bepaald door de hoeveelheid secundair slib. Hoe groter het aandeel secundair slib in het gemengde verse slib, des te lager is de specifieke weerstand van het slib.
Oorzaak van het overwegend slechte filtratiegedrag van secundair slib zou o.m. gezocht kunnen worden in het fijne materiaal dat na het sedimenteren van primair slib in oplossing blijft. Van belang zijn procescondities waarbij geringe mineralisatie optreedt, als korte verblijftijd van het rioolwater in het systeem, lage zuurstofconcentratie in de aëratietank, lage temperatuur en hoge BZV van het influent.
Beluchting van het slib kan leiden tot verbetering van de ontwaterbaarheid. Door mineralisatie van een deel van organische fractie vindt ook verbetering van de ontwaterbaarheid plaats.

De filtratiesnelheid van belucht slib kan nadelig beinvloed worden door de wijze van beluchting en de beluchtingstijd. Het anaëroob bewaren van slib leidt tot verlaging van de filtratiesnelheid van het slib. Het roeren van anaëroob opgeslagen slib, met als doel sedimentatie te voorkomen, leidt tot toename van de filtratietijd. Het verdient aanbeveling het surplusslib van de oxydatiesloot zo kort mogelijk in de indikkingstank te bewaren.

Rotting van vers slib kan voor een bepaalde tijd worden tegengegaan door toevoeging van $Ca(OH)_2$ tot een pH van 7,5-8,0. Voor het vermijden van stankproductie dient toevoeging te geschieden tot een pH hoger dan 11.
Calciumhydroxide beinvloedt bovendien de ontwatering van slib op positieve wijze.

Invloed van conditionering op slibeigenschappen

De rapportering wordt besloten met behandeling van een aantal conditioneringsmethoden.
bedoeld om de eigenschappen van het slib zo te beïnvloeden dat de ontwaterbaarheid verbeterd wordt.

- Anorganische conditioneringsmiddelen en filtratieslib.
  Benodigd zijn ijzer- en aluminiumzouten, alsmede calciumhydroxide.

- Organische conditioneringsmiddelen en filtratie, c.q. centrifugatie van slib.
  Het gehalte aan organisch materiaal in slib bepaalt welk type polyelectrolyt moet worden toegepast. Bij slib met een relatief laag gehalte aan organisch materiaal (30-35%) zal een negatief geladen polyelectrolyt beter resultaat geven dan een positief geladen electrolyt. Een te grote dosering van negatief geladen polyelectrolyt vermindert de filtratiesnelheid van het slib, daarom wordt een mengsel van 30% negatief geladen polyelectrolyt en 70% positief geladen polyelectrolyt aanbevolen.
  Slib met een hoog gehalte aan organisch materiaal (50 - 70%) wordt veelal geconditioneerd met positief geladen polyelectrolyt.
  Voorts wordt nog opgemerkt dat in het algemeen de werking van negatief geladen polyelectrolyt beter resultaat levert in een basisch milieu en de werking van positief geladen polyelectrolyt beter resultaat geeft in een zuur milieu.
  Voor elk type slib zal het meest geschikte polyelectrolyt door proberen dienen te worden bepaald.

- Thermische conditionering.
  Bij deze conditionering wordt de structuur van het slib door warmte of koudebehandeling zo veranderd dat een goede ontwaterbaarheid ontstaat.
  Bij warmtebehandeling wordt het slib veelal tot 180°C verwarmd.
  Pasteuriseren van slib geschiedt bij een temperatuur van 70°C.
  Bij koude-behandeling wordt het slib bevroren bij -30°C.

J.C. Plas.

SLIBONTWATERING DEEL 2

Slibeigenschappen en resultaten van slibverwerkingsapparatuur. (literatuuronderzoek)

Rapport STORA, oktober 1981

Verwezen wordt naar deel I van de bespreking van zeven rapporten van de STORA, uitgebracht over de periode van oktober 1981 tot februari 1983.

De samenstelling van de commissie die. namens de STORA, het onderzoek heeft begeleid is niet gewijzigd.

Inleiding

In figuur 1 is schematisch aangegeven welke factoren van invloed zijn op de eigenschappen van het slib bij het ontstaan tot het moment van ontwatering. De eigenschappen van het uitgangsslib. het ongeconditioneerde slib, zijn met name afhan-

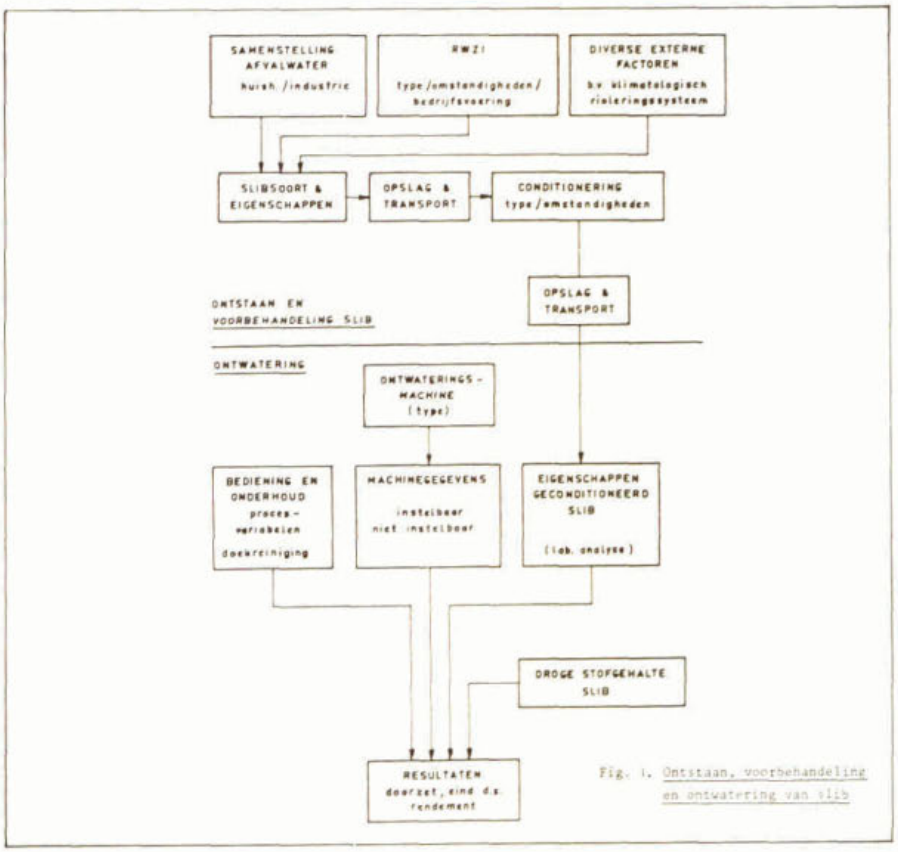


Fig. 1. Ontstaan, voorbehandeling en ontwatering van slib

IMPEX IJZERSTERK IN SLIB

- Slibontwatering/ Drogen in Dienstverlening
- Afvalwaterbehandeling
- Nieuwbouw/Engineering
- Verhuur Apparatuur

VOOR MEER INFORMATIE

IMPEX BV

Telefoon na 10.10.1995: 0113 313000

Spoorstraat 25, 4431 NH 's Gravenpolder.
Postbus 55, 4430 AB 's Gravenpolder.
Tel.: 01103 3000, Fax: 01103 3100.

(na 10 oktober 1995: Tel.: 0113 313000 - Fax: 0113 313100).

kelijk van de samenstelling van het afvalwater. de rioolwaterzuiveringsinrichting (type, procesomstandigheden en bedrijfsvoering) en van een aantal externe factoren zoals seizoensinvloeden, type en staat van het rioolstelsel .
De samenstelling van het afvalwater (huishoudelijk/industrieel) is mede bepalend voor de verhouding primair/secundair slib. Bekend is dat naarmate slib meer secundair (biologisch gevormd slib) bevat de ontwatering slechter wordt. Bovendien kunnen industriële afvalstoffen in het afvalwater de slibeigenschappen nadelig beïnvloeden.
Een mengsel van vers primair en surplus actiefslib ontwatert slechter dan een mengsel van vers primair- en humusslib. Slib van de koude gisting ontwatert slechter dan slib van de warme gisting. De slibleeftijd kan van positieve invloed zijn op de slibeigenschappen. Hiermede dient men rekening te houden als, bij een stagnerende afvoer van slib het droge-stofgehalte in de beluchtingsruimte van de rioolwaterzuiveringsinrichting oploopt (toename van de slibleeftijd).
De weersgesteldheid heeft eveneens invloed op de eigenschappen van het slib. Onder zomerse omstandigheden kan het slib verder worden gemineraliseerd (hoger asgehalte) dan bij lage temperaturen in de winter. Door hevige regenval worden, bij gecombineerde rioolstelsels, de riolen doorgespoeld. waardoor in korte tijd veel oud, aangerot slib in de rioolwaterzuiverings inrichting komt. Dit heeft tot gevolg dat de ontwatering van slib ongunstig wordt beïnvloed.
Inmiddels is duidelijk dat de eigenschappen van het uitgangsslib niet constant zijn. Zij verschillen per rioolwaterzuiveringsinrichting en wijzigen in de tijd. Door chemische of thermische conditionering kunnen de in het slib optredende veranderingen worden "afgevlakt", waarbij de eigenschappen van het oorspronkelijke slib in de procescondities van de conditionering, chemicaliënverbruik e.d. kunnen doorwerken.
Volgens de literatuur neemt de benodigde hoeveelheid conditioneringsmiddel toe naarmate het slib meer actiefslib bevat. Uitgegist slib bevat door de chemische veranderingen van het gistingsproces veel kleine deeltjes, waardoor relatief meer polyelectrolyt nodig is. Volgens meerdere schrijvers is de pH en het droge stofgehalte van het slib eveneens van invloed op het polymeerverbruik.
Vóór, in een aantal gevallen ook na, de conditionering (bijvoorbeeld bij persfilterontwatering) wordt slib tijdelijk opgeslagen om verder in te dikken. Hierbij kan het slib als gevolg van veroudering en mechanische beschadiging (krachtig roeren) veranderingen ondergaan die de slibverwerking ongunstig beïnvloeden.
Volgens de literatuur wordt het verbruik aan conditioneringsmiddelen hoger naarmate de opslag van slib langer duurt Hoog belast actiefslib gaf een snelle toename van de specifieke weerstand in de tijd te zien, waardoor dit slib in principe snel moet worden verwerkt. Laag belast slib en oxidatieslootslib zijn in dit opzicht stabieler gebleken. De specifieke weerstand van chemisch geconditioneerd slib wordt nadelig beinvloed door de roersnelheid en roertijd. Dit effect is vooral duidelijk bij een lage dosering aan conditioneringsmiddelen. .Tijdens een filtratiecyclus waarbij het geconditioneerde slib uit een geroerde tank wordt aangevoerd, kunnen de ontwateringseigenschappen dus verslechteren.

Behalve opslag van slib vindt ook transport van slib plaats. Hiervoor worden vrijwel altijd pompen gebruikt. Tengevolge van mechanische afschuifkrachten kan het slib worden beschadigd waarbij afbraak van de slibvlok plaatsvindt en verslechtering van de ontwateringseigenschappen optreedt. In dit verband is ongeconditioneerd slib minder kwetsbaar dan geconditioneerd slib. Van slib. dat met een polyelectrolyt geconditioneerd is. is bekend dat de slibvlok zeer fragiel is. Dit

betekent dat de kans op verslechtering van ontwateringseigenschappen door mechanische vlokafbraak ten gevolge van roeren en/of transport groot is.

Hiervoor zijn factoren genoemd die van invloed zijn op de ontwateringseigenschappen van het slib, vanaf het ontstaan tot aan de invoer in de ontwateringsapparatuur Het resultaat van de slibontwatering wordt echter niet alleen bepaald door de eigenschappen en ontwateringskenmerken van het geconditioneerde slib. Het resultaat is mede afhankelijk van een aantal andere factoren. Deze zijn:

- type en instelling van de ontwateringsmachine (bedrijfscondities: toerental, bandsnelheid, druk, e.d.)
- bediening en onderhoud van de machine (doekreiniging)
- het drogestofgehalte van het te ontwateren slib.

Bij het bestuderen van relaties tussen ontwateringseigenschappen van (geconditioneerd) slib en bedrijfsresultaten moet met deze factoren rekening worden gehouden.
Veel factoren zijn van invloed op de eigenschappen van het slib Daar een duidelijk inzicht in het effect van elk van deze factoren op de ontwateringseigenschappen veelal ontbreekt. is het niet zinvol de eigenschappen van het uitgangsslib rechtstreeks te correleren aan de resultaten van de bedrijfsapparatuur. Reden waarom in eerste instantie is gezocht naar ontwateringskenmerken en mogelijke relaties met bedrijfsresultaten van ontwateringsapparatuur voor geconditioneerd slib direct vóór invoer in de apparatuur

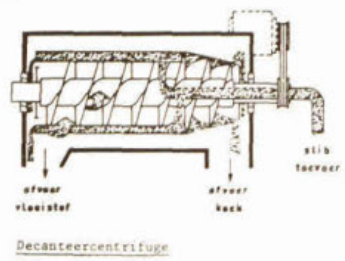
Mechanische ontwateringsmethoden

Het resultaat van de mechanische ontwatering is behalve van de eigenschappen en het drogestofgehalte van het slib ook afhankelijk van type (centrifuge, zeefbandpers, vacuumfilter, persfilter). instelling (procescondities. bediening) en onderhoud van de ontwateringsmachine.
Voor diverse typen ontwateringsapparatuur is aandacht besteed aan relaties tussen ontwateringskenmerken van slib en de prestaties van ontwateringsapparatuur.

Ontwatering met centrifuges

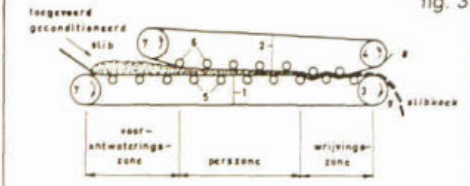
Voor de ontwatering van slib worden veelal decanteercentrifuges (zie onderstaande figuur 2) gebruikt. Door de centrale invoerpijp wordt het slib met het conditioneringsmiddel toegevoerd.
In de roterende trommel wordt het slib in rotatie gebracht, waarbij door de centrifugale kracht scheiding tussen vaste en vloeibare fase optreedt.
Het afgescheiden (ontwaterde) slib wordt door de transportschroef, die met een iets hoger toerental dan de trommel draait. getransporteerd naar de "droogzone" en gelost. Het centrifugaat wordt via een keer- annex overloopschijf, ter hoogte van de slibinvoer afgevoerd.

fig. 2



Decanteercentrifuge

fig. 3



Schematische voorstelling van een zeefbandpers

1 - 2	transportbanden	5 - 6	tussenrollen
3 - 4	aandrijfrollen	7	spanrollen
		8 - 9	schrapers

Het bereikte (eind)drogestofgehalte van het ontwaterde slib neemt toe naarmate het toerental van de trommel (het G-getal) van de centrifuge groter wordt. Om praktische redenen, o.a. verhoogde slijtage van de machine, wordt het toerental in de praktijk binnen betrekkelijk nauwe grenzen (1500 - 2500 omw/min) gevarieërd.

De ontwateringsresultaten met decanteercentrifuges zijn in tabel 1 voor een aantal slibsoorten vermeld. Hierin is de capaciteit als resultaat niet opgenomen omdat deze voornamelijk door de grootte van de ontwateringsapparatuur wordt bepaald. Omrekening van de capaciteit in een "machine-onafhankelijke" grootheid bleek bij centrifuges niet mogelijk.

Ontwatering met zeefbandpersen

In figuur 3 is het principe van de werking van een zeefbandpers schematisch weergegeven.

Het te ontwateren slib wordt in een doseer- annex menginrichting (meestal een roterende trommel) geconditioneerd en vandaar op de zeefband gebracht. Het geconditioneerde slib passeert achtereenvolgens een (voor-)ontwateringszone, een perszone en een wrijvingszone.
Aan het eind van de pers wordt het ontwaterde slib met behulp van schrapers van de band gelost. Theoretische beschouwingen over het ontwateringsmechan isme in de diverse zones bleken in de literatuur nauwelijks aanwezig.

Als voornaamste instelbare machinevariabelen kunnen worden genoemd de bandsnelheid en de druk op de banden.

De capaciteit van de zeefbandpers neemt toe naarmate de bandsnelheid wordt verhoogd. Het bereikte einddrogestofgehalte wordt echter lager bij toename van de bandsnelheid.

Met betrekking tot de ontwateringsresultaten in de vorm van het bereikbare einddrogestofgehalte bleek de literatuur enlge informatie te verschaffen Met behulp van zeefbandpersen kan primalr, uitgegist en actiefslib tot gemiddeld 25.5%. 28.6% en 12.0% worden ontwaterd: voor persen met zigzagvormige banden (in het Duits "Walkpressen") zijn deze percentages 30.6%. 31.7% en 24.5%.

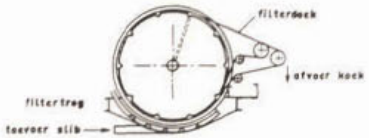
slibsoort	ontwaterd slib (% d.s.)	polymeer verbruik (kg/t d.s.)	scheidings-rendement (%)
primair slib	gem. 23,7		
"	25-30	ca. 2	
"	28-35		> 95
" (uitgegist)	25-35		> 95
primair + actiefslib	20	ca. 3	
" " " "	18-24		> 95
" " " " (uitgegist)	18-24		> 95
primair + humusslib	20-25	ca. 3	
actiefslib	12-16	5-6	
	6-10		
	gem. 15,1		
humusslib	15-20	ca. 4	
gemineraliseerd slib	12-18	4-5	
uitgegist slib	gem. 25,1		

Tabel 1. Overzicht van ontwateringsresultaten decanteercentrifuge. Duidelijk is te zien dat primair slib verder kan worden ontwaterd dan actiefslib, humus en gemineraliseerd slib

Ontwatering met vacuumfilters

Bij de ontwatering met vacuumfilters wordt het water onder onder druk (± 0.6 bar.) uit het slib gezogen Dit gebeurt vla een langzaam draaiende, met filterdoek bespannen trommel. die het slib uit een filtertrog aanzuigt. Het filtraat wordt via een verdeelkop weggepompt Het ontwaterde slib wordt. na passage van een droogzuigsectie. van het doek losgemaakt en afgevoerd. Een en ander is schematisch weergegeven in figuur 4.

fig. 4



Roterend vacuümfilter

Resultaten van de slibontwatering van diverse soorten slib met vacuümfilters zijn in tabel 2 weergegeven.

slibsoort	chemicaliën kosten ($/ton)	capaciteit (kg d.s./m^2.h)	d.s.gehalte koek (%)
vers primair	1 - 2	39 - 49	25 - 38
uitgegist primair	2 - 5	34 - 39	25 - 32
primair + humus	3 - 6	20 - 29	20 - 30
primair + actief (lucht)	5 -12	20 - 24	16 - 25
primair + actief (zuurstof)	5 -10	20 - 29	20 - 28
anaëroob uitgegist primair + actief (lucht)	6 -15	17 - 29	14 - 22

Tabel 2. Resultaten van vacuümfilterontwatering met geconditioneerd (polyelektroliet) slib

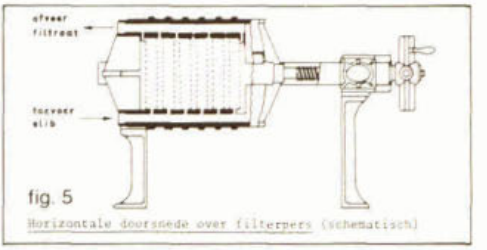


fig. 5
Horizontale doorsnede over filterpers (schematisch)

Ontwatering met persfilters

In figuur 5 is een schematische voorstelling van een eenvoudige handbediende filterpers weergegeven. Deze figuur toont het principe van de filterpers.
Het (geconditioneerde) slib wordt centraal ingevoerd. De vaste slibdeeltjes worden in de filterkamers, die aan twee zijden van filterdoek zijn voorzien, afgezet. Het afgescheiden water wordt door het filterdoek via het geribde oppervlak van de filterplaten afgevoerd.
Als de filterkamers gevuld zijn met ontwaterd slib wordt de filterpers geopend en de slibkoek gelost. In tabel 3 zijn voor een aantal slibsoorten de resultaten van de ontwatering met persfilters vermeld.

slibsoort	zwevende stof (%)	conditionering op droge stof (%)		d.s. koek (%)	cyclustijd (h)
vers primair	5 - 10	as	100	50	1,5
		$FeCl_3$	5		
		Kalk	10	45	2,0
vers primair met minder dan 50% surplus-slib	3 - 6	As	150	50	2,0
		$FeCl_3$	5		
		Kalk	10	45	2,5
vers primair met meer dan 50% surplus-slib	1 - 4	As	250	50	2,0
		$FeCl_3$	6		
		Kalk	12	45	2,5
uitgegist en uitgegist met minder dan 50% surplus-slib	6 - 10	As	100	50	1,5
		$FeCl_3$	5		
		Kalk	10	45	2,0
uitgegist met meer dan 50% surplusslib	2 - 6	As	200	50	1,5
		$FeCl_3$	7,5		
		Kalk	15	45	2,5
surplusslib	tot 5	As	250	50	2,0
		$FeCl_3$	7,5		
		Kalk	15	45	2,5

Tabel 3. Enkele resultaten van de persfilterontwatering

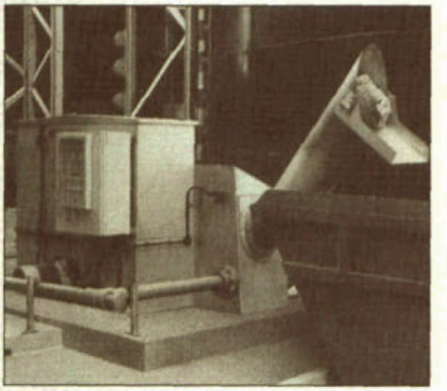
De ontwateringsresultaten worden ook beïnvloed door bediening en onderhoud. Als voorbeeld wordt genoemd de frequentie waarmee bij persfilterontwatering de filterdoeken worden gereinigd. Bij vuile doeken zal de blanco doekweerstand groot zijn, waardoor bij filtratie de perstijd ongunstig kan worden beïnvloed. Het is evenwel duidelijk dat aspecten van bediening en onderhoud zich moeilijk laten kwantificeren en in onderzoek naar relaties tussen ontwateringskenmerken en ontwateringsresultaten praktisch niet zijn onder te brengen. Ten tijde van de rapportering

bleek dat de beschikbare informatie op het gebied van relaties tussen slibeigenschappen en ontwateringsresultaten schaars was.
Behalve in Engeland en Duitsland was en werd er op bedoeld gebied nauwelijks onderzoek verricht.
Ook in Nederland werd aan dit aspect van de slibontwatering weinig aandacht besteed.
Begin 1975 is TNO met een slibontwateringsonderzoek begonnen, waarbij het karakteriseren van slib en het in verband brengen van ontwateringsprestaties en ontwateringskenmerken min of meer centraal stond.

J.C Plas

ROOSTERGOED AAN DE WASLIJN?

Dat is niet nodig met de Washpactor.



De Washpactor is de roostergoedwasmachine van Jones+Attwood. De Washpactor wast en perst roostergoed zó effectief dat **meer dan 97% van de BZV** in het roostergoed de **biologie** ten goede komt. Het schone roostergoed wordt drooggeperst en **stankvrij** afgevoerd. Omdat het organisch materiaal is uitgewassen is het volume sterk verminderd. **Volumereducties van 75%** zijn geen uitzondering.

Jones+Attwood

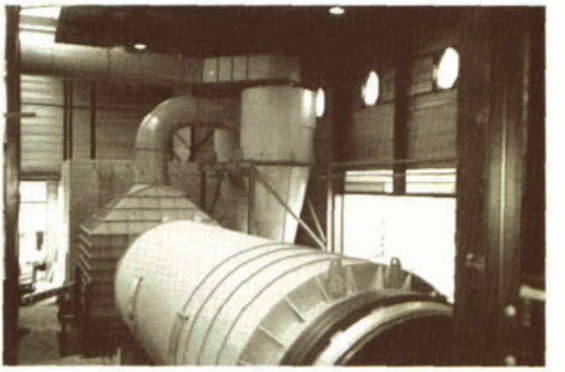
wordt in de Benelux vertegenwoordigd door:

AQUA PARTNER

Boerhaavelaan 59, 7002 HV Doetinchem
Telefoon/Fax (08340) 269 92

voor **DROGING** of **VERBRANDING** van zuiveringsslib

VANDENBROEK Thermisch Kinetische Trommeldroger



- bedrijfszeker voor alle slibsoorten
- gesloten systeem, dus stof en geurvrij
- recuperatie van afvalwarmte
- lage bedrijfskosten
- stofvrij stortbaar eindprodukt

VDB
VANDENBROEK INTERNATIONAL B.V.

Nijendal 30
3972 KC Driebergen
HOLLAND

Tel. (0)3438-31844 (0)343-531844*
(0)3438-13703 (0)343-513703*
Fax (0)3438-13754 (0)343-513754*
(tel. nrs. per 10-10-'95)

SLIBONTWATERING

Deel 3 - A OPTIMALISEREN VAN SLIBONTWATERING MET POLYELEKTROLYT

(Zeefbandpersen - aëroob slib) Rapport STORA, oktober 1981

Verwezen wordt naar de delen 1 en 2 van de bespreking van zeven rapporten van de STORA, uitgebracht over de periode van oktober 1981 tot februari 1983. (Zie Klaarmeester nr. 1, 1985, PP 9-16).
De samenstelling van de commissie die, namens de STORA, het onderzoek heeft begeleid onderging wijziging.
Voor dit deel van het onderzoek bestond de commissie uit: ir. R. Karper (voorzitter), ir. H.M.J. Scheltinga, ing. J. Teerink, dr. ir. W.C. Witvoet en ing. D. Wouda.

INLEIDING

Bij het beschreven praktijkonderzoek is ervan uitgegaan dat de eigenschappen van het slib na de biologische zuivering niet onnodig mogen verslechteren tijdens de daaropvolgende stappen in de verwerking.
Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van slib van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen Bunnik en Katwijk.
Uit het literatuuronderzoek (zie deel 2) was gebleken dat praktijkonderzoek in eerste instantie diende te worden afgestemd op de ontwatering met zeefbandpersen, gezien de veelvuldige toepassing ervan en de geringe informatie over de relatie tussen slibeigenschappen en de resultaten van de slibontwatering.
Enkele gegevens over de toepassing van zeefbandpersen zijn opgenomen in onderstaand overzicht.

	rwzi's met zeefbandpersen totaal	rwzi's met zeefbandpersen aëroob gestab. slib	rwzi's met zeefbandpersen uitgegist slib
aantal	48	34	14
ontwerpcapaciteit miljoen i.e.	3,1	1,9	1,2

SLIBVERWERKING MET ZEEFBANDPERSEN IN NEDERLAND (gegevens RIZA -1979)

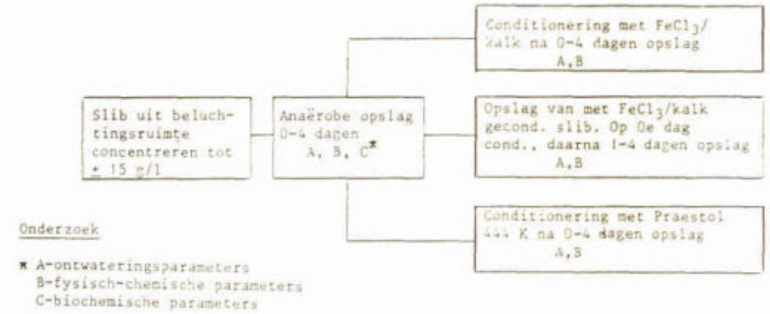
Het praktijkonderroek was gericht op de selectie en het gebruik van polyelektrolyten voor de verwerking van aëroob gestabiliseerd slib op verschillende typen zeefbandpersen. Hierbij is er naar gestreefd de slibsoorten te karakteriseren voor wat betreft hun ontwateringsmogelijkheden.
In de rapportering is beschreven hoe, met eenvoudige op laboratoriumschaal uit te voeren metingen, de conditionering en ontwatering van aëroob gestabiliseerd slib in de praktijk kan worden gevolgd en geoptimaliseerd.
De verkregen inzichten en resultaten zijn toegepast op slib uit de zeefbandpersen van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen Oisterwijk, Oyen (Oss), Lelystad, Bunschoten en Nieuw-Lekkerland.

ANAËROBE OPSLAG VAN AËROOB GESTABILISEERD SLIB

Als voornaamste waarden om de ontwaterbaarheid van het al dan niet geconditioneerde slib vast te leggen, zijn gekozen de specifieke weerstand, de afzuigtijd en de CST (capillary suction time) die een indruk geven van de snelheid van ontwatering, terwijl met de MFT-test tevens een indicatie wordt verkregen over het eind-drogestofgehalte.
De test is een Modificatie van de Filtratie Test met een Büchnertrechter, waarbij zowel een maat wordt verkregen voor de snelheid van de ontwatering (afzuigtijd) als voor het bereikbare drogestofgehalte (percentage droge stof).
De kwetsbaarheid van de slibvlok voor mechanische krachten is onderzocht met de geroerde CST-methode.
De volgende zaken zijn bestudeerd:

- in welke mate de eigenschappen van het niet geconditioneerde slib, als gevolg van verblijf onder aërobe condities in de indikker, veranderen;
- de consequenties ten aanzien van het chemicaliënverbruik bij conditionering met Praestol 444 K en $FeCl_3$kalk. na opslag onder anaërobe condities;
- welke verandering de ontwaterbaarheid van geconditioneerd ($FeCl_3$kalk) slib bij anaërobe opslag ondergaat tijdens het na-indikken (tussenopslag) van het geconditioneerde slib.

De opzet van dit onderzoek is in onderstaand schema weergegeven.



CONDITIONERING MET EEN POLYELEKTROLYT (Praestol 444K)

Anaërobe opslag van het slib beïnvloedt het effect van de chemicaliën op de ontwaterbaarheid van het slib bij de conditionering.
De conditionering is elke dag uitgevoerd met een dosering tussen 0 en 9 g Praestol 444 K/kg. droge stof (d.s.).
Gebleken is dat de reactie van het slib op de toevoeging van conditioneringsmiddel op alle dagen een overeenkomstig beeld vertoonde voor wat betreft de snelheid van ontwatering en de bestendigheid van het slib tegen mechanische krachten. De slibsoorten vertoonden onderling duidelijke verschillen.

Slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Bunnik

De snelheid van ontwatering nam sterk toe als gevolg van de dosering van polyelectrolyt. Een hogere dosering dan 3 g Praestol 444K/kg d.s. leidde niet tot een verdere verlaging van de afzuigtijd.
De verslechtering van de snelheid van ontwatering van het anaëroob bewaarde

uitgangsmateriaal (Na vier dagen opslag nam de afzuigtijd toe van 50 naar 95 s.) bleek opgeheven te worden door het polyelectrolyt. Hiervoor was echter geen extra polyelectrolytdosering vereist. In het begin van de opslag, na monstername, werden hogere drogestofgehalten gevonden dan later. Gebleken is dat het Praestolverbruik van circa 6 g/kg d.s.. dat in de praktijk van de r.w.z.i. Bunnik werd toegepast, noodzakelijk was voor het bereiken van een hoog einddrogestofgehalte. Lagere doseringen hadden wel een goede ontwateringssnelheid tot gevolg, maar resulteerden in een te laag drogestofgehalte.
Dit laatste is belangrijk in verband met het op de ontwatering volgende droogproces van het slib.

Slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Katwijk

De ontwaterbaarheid van het slib nam toe als gevolg van de conditionering. Bij een optimale dosering van 5 à 6 g Praestol/kg d.s. werd de grootste ontwateringssnelheid en het hoogste drogestofgehalte bereikt. Tevens is vastgesteld dat anaërobe opslag nadelig is voor het bereiken van hoge drogestofgehalten. In het begin van de opslag werden hogere waarden gevonden dan later.

CONCLUSIE

Wanneer aëroob gestabiliseerd slib anaëroob wordt opgeslagen en daarna conditionering met Praestol 444 K plaatsvindt, valt bij toenemende opslagtijd en bij gelijke chemicaliëndosering een geringe afname in ontwateringssnelheid en bereikbaar einddrogestofgehalte waar te nemen.

CONDITIONERING MET ANORGANISCHE CHEMICALIEN ($FeCl_3$/kalk)

Het slib van de r.w.z.i. Katwijk is in de praktijk met een dosering van $FeCl_3$ en kalk van ongeveer 9, respectievelijk 40 gewichtsprocenten op basis van het drogestofgehalte van het slib geconditioneerd.
De dosering aan chemicaliën is hoog, maar is niet ongebruikelijk voor zuiveringssystemen waarin simultane aërobe stabilisatie plaatsvindt.
Eerder was vastgesteld dat het anaëroob opgeslagen uitgangsslib vrij stabiel was, vooral in zijn biochemische eigenschappen, terwijl ook de ontwateringsparameters niet sterk veranderden. Dit gold ook voor de reactie van het slib op de conditionering met Praestol 444 K. Het is dan ook niet verwonderlijk dat conditionering met $FeCL_3$/kalk tot dezelfde bevindingen leidde.

CONCLUSIE

Indien conditionering van aëroob gestabiliseerd slib plaatsvindt na anaërobe opslag, de ontwatering daarop spoedig volgt, heeft opslag weinig invloed op de benodigde hoeveelheid chemicaliën en het bereikbare eind-drogestofgehalte.

We groeien niet voor niets

Met een groeiend assortiment voor een toenemende vraag naar flexibeler vloeistofopslag.

Niet voor niets groot gegroeid in vloeistofopslag en -afdekkingen, elektropompen en elektromixers.

AB

AB-Milieusystemen
Lingedijk 107
4014 MD Wadenoijen
Tel: 03446 - 1849
Fax: 03446 - 1745

Milieu-
systemen

OPSLAG VAN GECONDITIONEERD SLIB

Chemisch geconditioneerd slib passeert in de praktijk in enkele gevallen (methode Passavant) opnieuw een indikker alvorens de eigenlijke ontwatering met filterpersen plaatsvindt. De verblijftijd in de naïndikker (tussenopslag) varieert tussen nul en vier dagen, afhankelijk van de werkwijze op de r.w.z.i.
Om na te gaan of deze tussenopslag invloed had is onderzoek gedaan.

CONCLUSIE

Opnieuw kwam duidelijk naar voren dat chemisch geconditioneerd slib snel dient te worden verwerkt.

LABORATORIUMONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN ONTWATERING VAN SLIB MET EEN ZEEFBANDPERS

Onderzoek is gedaan naar eenvoudige, op het laboratorium uit te voeren metingen waarmee de conditionering en de ontwatering van aëroob gestabiliseerd slib in de praktijk kan worden gevolgd.
Het einddrogestofgehalte van het slib van de zeefbandpers (Klein 15/3) bleek afhankelijk van de ontwateringseigenschappen van het slib (beïnvloeding door middel van type en hoeveelheid p.e. en door variatie van mengintensiteit tijdens de conditionering) en het type en de instelling van de zeefbandpers (slibdebiet, bandsnelheid, e.d.).
Aan de hand van de resultaten van het onderzoek kon worden geconcludeerd dat, op grond van op het laboratorium uit te voeren metingen, een voorspelling mogelijk is met betrekking tot optimale (= minimaal benodigde) hoeveelheid p.e.
Het bleek mogelijk om de MFT-test (zie verklaring eerder in deze bijdrage) te gebruiken bij het optimaal instellen van het toerental van de mengtrommel.

SELECTIE VAN POLYELECTROLYTEN TEN BEHOEVE VAN DE VERWERKING VAN SLIB MET VERSCHILLENDE TYPEN ZEEFBANDPERSEN

Met het slib van de r.w.z.i. Bunnik is, door eenvoudig uit te voeren laboratoriumtesten, onderzoek gedaan aan zes verschillende polyelectrolyten. Gebleken is dat de laboratoriumproeven goed bruikbaar zijn om de ontwatering met zeefbandpersen te optimaliseren.
Aanvullend zijn nog de slibsoorten van vijf r.w.z.i.'s onderzocht ten behoeve van een verdere studie naar de mogelijkheden om p.e.'s te selecteren voor verwerking van aëroob gestabiliseerd slib op verschillende typen zeefbandpersen.

CONCLUSIES

Slibsoorten kunnen worden gekarakteriseerd, voor wat betreft hun ontwateringsmogelijkheden op zeefbandpersen, met behulp van een laboratoriumconditionering. bij een aantal doseringen van Praestol 444 K, waarbij het percentage droge stof met de MFT-test wordt bepaald.

Dit maakt het mogelijk om op eenvoudige wijze slibsoorten onderling te vergelijken, uitspraken te doen over de verkregen ontwateringsresultaten bij bestaande installaties en prognoses te geven over de ontwateringsmogelijkheden van andere "onbekende" slibsoorten.

Op eenvoudige wijze kunnen polyelectrolyten worden geselecteerd ten behoeve van de ontwatering van aëroob gestabiliseerd slib op zeefbandpersen. Voor de onderzochte slibsoorten bleek de keuze uit een aantal goed werkende polyelectrolyten mogelijk.
Selectie op meer gronden dan die van de werkzaamheid kan worden overwogen. In dit verband kan worden gedacht aan de kostprijs en aan de hanteerbaarheid van het polyelectrolyt bij het aanmaken van de gebruiksoplossing.

Een variabele mengtijd bij het conditioneren is belangrijk. De optimale mengtijd is afhankelijk van het type polyelectrolyt en de gebruikte dosering.

J.C. Plas

SLIBONTWATERING

Deel 3 - B OPTIMALISERING VAN SLIBONTWATERING MET POLYELECTROLYT

(Zeefbandpersen - uitgegist slib)

Rapport STORA, januari 1982

Verwezen wordt naar de delen 1 t/m 3a van de bespreking van zeven rapporten van de STORA, uitgebracht over de periode van oktober 1981 tot februari 1983. (zie klaarmeester nr. 1, 1985.)

De samenstelling van de commissie die, namens de STORA, het onderzoek heeft begeleid was gelijk aan die voor de rapportering van oktober 1981.

Inleiding

Onderzoek is gedaan naar de verwerking van uitgegist slib met zeefbandpersen. De totale verwerkingscapaciteit ten behoeve van het ontwateren van uitgegist slib door zeefbandpersen bedroeg in 1977 meer dan één miljoen inwonerequivalenten.
Het onderzoek aan uitgegist slib is beperkt gehouden in verband met eerder opgedane ervaringen bij het onderzoek aan aëroob gestabiliseerd slib.
Na vooronderzoek aan uitgegist slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Utrecht zijn de eigenschappen van wel en niet geconditioneerd uitgegist slib onderzocht op verschillende fysisch-chemische parameters en ontwateringsparameters. Vervolgens is onderzoek gedaan naar de relatie tussen slibeigenschappen en prestaties van een zeefbandpers. Dit onderzoek vond plaats op de rioolwaterzuiveringsinrichting Zeist, met een zeefbandpers type Klein 15/3, in samenhang met keuze van polyelektrolyten op laboratorium- en praktijkschaal.
Bij zes rioolwaterzuiveringsinrichtingen, waar uitgegist slib met verschillende typen zeefbandpersen werd ontwaterd, is praktijkonderzoek gedaan.

Vooronderzoek

Eerst is onderzocht of de gevolgde werkwijze bij aëroob gestabiliseerd slib en de toegepaste waarden voor het bepalen van de ontwatering ook zouden kunnen worden toegepast bij uitgegist slib.
Het resultaat hiervan was dat voor een gelijke uitvoering van het onderzoek kon worden gekozen.

Conditionering

Onderzoek aan het slib van de r.w.z.i.'s Utrecht en Zeist heeft geleid tot de conclusie (Geldt alleen voor de onderzochte slibsoorten.) dat de ontwateringsresultaten van zeefbandpersen en filterpersen van het niet-geconditioneerde uitgegiste

Van ontwerp tot oplevering

Belangrijke projecten voor drink-, proces- en afvalwaterbehandeling laat u liever niet over aan de eerste de beste. Daarom zoekt u een gespecialiseerde organisatie waarop u kunt bouwen en die ook de nieuwste technologieën in huis heeft. Rossmark bijvoorbeeld. Wij houden ons al vele tientallen jaren bezig met waterbehandeling. In de ruimste zin van het woord. U kunt ons dan ook gerust inschakelen voor het maken van het ontwerp, maar ook als hoofd- of onderaannemer voor de uitvoering. We beschikken over een professionele organisatie om projecten volledig turn-key uit te voeren. Efficiënt en kostenbewust. Vanaf het eerste ontwerp tot en met de realisatie en ingebruikname. Want Rossmark staat in elk opzicht voor vakwerk. En dat is voor u een hele zorg minder. Bel voor meer informatie: 0546 - 838000.

ROSSMARK
WATERBEHANDELING
Postbus 109, 7600 AC Almelo,
Tel. 0546 - 838000, Telex 44097,
Fax 0546 - 814141.

slib naar verwachting zouden ~kunnen worden verbeterd met polyelectrolyten en ijzerchloride/kalk.

Conclusie

Aangezien bij het onderzoek naar de verslechtering van de eigenschappen van niet geconditioneerd aëroob gestabiliseerd slib bij opslag (zie vorige rapportering) al is gebleken dat conditionering de verminderde ontwaterbaarheid compenseert zonder dat daarvoor extra chemicaliën zijn vereist, dient karakterisering van zuiveringsslib, gericht op mechanische ontwatering, te geschieden na een standaard conditioneringstest.

Toepassing van polyelectrolyten

Bij het onderzoek is aandacht besteed aan de eigenschappen van uitgegist slib. Behandeld zijn niet geconditioneerd slib en conditionering met polyelectrolyten. in het onderzoek naar het gebruik van polyelectrolyten bij de ontwatering van uitgegist slib met zeefbandpersen zijn zes r.w.z.i.'s betrokken (zie onderstaande tabel 1) en is gebruik gemaakt van elf p.e.'s (zie tabel 2).

rwzi	type AT = actief slib OB = oxyd. bed	capaciteit i.e.	type zeefbandpers	polyelektrolyt		zeefbandkoek % d.s.
				type	dosering g/kg d.s.	
Zeist	AT	70.000	Klein-vlak	G_1	3-4	18-20
Hoek van Holland	AT	80.000	Bellmer	O	3-4	19-21
Breukelen	AT	18.000	Klein-vlak	Z	5	12
Etten	AT	65.000	Bellmer	L	3-4	17-19
Hilversum-Oost*	OB(+AT*)	120.000	Passavant	N	3-4	18
Utrecht	OB + AT**	450.000	Klein-S	M	5	24-27

Tabel 1 Overzicht van rwzi's, typen zeefbandpersen en bedrijfsresultaten
** slibverwerking incl. slib van rwzi Huizen - AT 80.000 i.e.*
*** tweetrapsinstallatie, aandeel actiefslib in slibstroom gering.*

De keuze van de r.w.z.i. is vooral gebaseerd op de aanwezige typen zeefbandpersen. Per r.w.z.i. is met zes p.e.'s gewerkt. waaronder de standaard-p.e. Praestol 444 K en de op de r.w.z.i. gebruikte p.e.

code	naam	% positief geladen groepen	leverancier	opmerkingen
A*	Praestol 444K	100	Stockhausen	standaard-p.e.
B*	" 423K	50	"	
C*	" 411K	25	"	
D*	" A 751	75	"	
F*	Hercofloc 859	hoog	Hercules	
G_1	Zetag 63	niet bekend	Allied Colloids	
L	Praestol 436K	90	Stockhausen	
M	" 421K	40	"	
N	" 521K	40	"	
O	Superfloc C 470	niet bekend	Cyanamid	
Z	mengsel	niet bekend		G_1 (75%) en A (25%)

Tabel 2 Overzicht van gebruikte polyelektrolyten
** bij elk onderzoek gebruikt*

Zo goed mogelijk werd de mengintensiteit van p.e. en slib (toerental mengtrommel) aan de nieuwe situatie aangepast. Dit geschiedde door het meten van de afzuigtijd van het geconditioneerde slib en de turbiditeit van het lekwater uit de voorontwateringszone.

rwzi	p.e. g/kg d.s.	selectie op basis van MFT-test			praktijk-p.e.	
		goed	matig	slecht	type	dosering g/kg d.s.
Hoek van Holland	2,5	A,B,F	C,D,O	-	O	3,2
	5	A,B,D, F,O	-	C		
	7,5	A,B,D, F	O	C		
Breukelen	2,5	A,D	Z	B,C,F		
	5	A,D	B,Z	C,F	Z	4,9
	7,5	A,D	B,Z	C,F		
Etten	2,5	A,D,L	B,F	C		
	5	L	A,D,F	B,C	L	3,6
	7,5	A,D,L	B	F		
Hilversum	2,2	B,D,N	A,F	C	N	3,3
	4,4	A,B,D	F,N	C		
	6,6	A,D	B,F,N	C		
Utrecht*	2,5	B,F,M	A,C,D			
	5	A,D,M	B,F	C	M	4,5
	7,5	A	B,D,F,M	C		
Zeist	2,5	B,D,F,G		A,C	G_1	2,0
	5	A,B,D	F,G_1	C		

Tabel 3 Evaluatie van de onderzochte polyelektrolyten

Karakterisering en vergelijking van de slibsoorten

Karakterisering van slib maakt het mogelijk om verwachtingen uit te spreken over de bereikbare drogestofgehalten na ontwatering op diverse typen zeefband persen. Hiertoe behoeft slechts eenvoudig laboratoriumonderroek te worden uitgevoerd. De uitkomsten hiervan geven tevens aan in hoeverre slechtere ontwateringsresultaten kunnen worden toegeschreven aan van "nature" slechte ontwateringseigenschappen van het slib dan wel aan andere oorzaken (type p.e., bedrijfsvoering).
In tabel 3 is de evaluatie weergegeven van de onderzochte p.e.'s bij het slib van de r.w.z.i.'s Hoek van Holland, Breukelen, Etten, Hilversum, Utrecht en Zeist. Hieruit blijkt dat p.e. A (Praestol 444K) ook voor uitgegist slib toepasbaar is als standaardpolyelektrolyt. Nagenoeg altijd valt deze p.e. in de categorie "goed".
Uit bovenstaande tabel volgt dat ten tijde van het onderzoek op de r.w.z.i.'s Etten. Hilversum Oost, Utrecht en Zeist met de daarvoor geschikte p.e. werd gewerkt. Dit is geen absoluut waardeoordeel, maar heeft betrekking op de combinatie p.e. en slib.

Op de r.w.z.i.'s Hoek van Holland en Breukelen werd, volgens het onderzoek, met minder geschikte p.e.'s gewerkt.
Tabel 2 geeft ook voor de praktijk nuttige informatie.
Er blijkt namelijk dat in veel gevallen verschillende p.e.'s goed voldoen wat de ontwaterbaarheid betreft. Het is duidelijk dat in dergelijke gevallen behalve verbetering van de ontwaterbaarheid andere aspecten zoals kostprijs en de hanteerbaarheid van de p.e. (oplossen) een rol kunnen spelen.
Op grond hiervan zou wel eens een andere p.e. kunnen worden geprobeerd of gekozen.

Conclusie

Op eenvoudige wijze kunnen polyelectrolyten worden geselecteerd voor de ontwatering van uitgegist slib op zeefbandpersen.
Uitgegiste slibsoorten kunnen. wat betreft de ontwateringsmogelijkheden op zeefbandpersen, worden gekarakteriseerd met behulp van laboratoriumconditionering bij een aantal doseringen van Praestol 444 K. Dit schept de mogelijkheid om op eenvoudige wijze slibsoorten onderling te vergelijken, uitspraken te doen over de verkregen ontwateringsresultaten bij bestaande installaties en prognoses te geven over de ontwateringsmogelijkheden van "onbekende" slibsoorten.
De bevindingen met uitgegist slib komen goed overeen met de resultaten die met aëroob gestabiliseerd slib werden bereikt.

Naschrift

Uitdrukkelijk is vermeld dat het onderzoek niet mag of kan worden uitgelegd als een vergelijkende "consumententest" voor polyelectrolyten en zeefbandpersen.

J.C. Plas.

We zorgen er ook voor dat het water schoner wordt.

GTI is al menig project op het gebied van water toevertrouwd: pompstations, waterwinputten, distributiepompstations, riool- en afvalwaterzuiveringen (ook voor industriële bedrijfsprocessen). De activiteiten van GTI strekken zich uit van detailengineering, materiaalinkoop en montage tot ontwerpen en programmeren van besturingsinstallaties en inbedrijf stellen van de complete elektro-mechanische installatie.

gti

Per 10-10-'95 nieuwe nrs. GTI:

GTI Mechanical Geleen bv, tel. 046 (4)74 40 40, fax 046 (4)75 34 18
GTI Sittard bv, tel. 046 (4)51 55 25, fax 046 (4)52 20 79
GTI Zaanstad bv, tel. 075 (6)28 26 52, fax 075 (6)28 29 12
GTI Oisterwijk bv, tel. 04242 (013) (52) 926 26, fax 04242 (013) (52) 884 45

SLIBONTWATERING

Deel 4 - ZEEFBANDPERSEN - SLIBKARAKTERISERING, KEUZE EN OPTIMAAL GEBRUIK VAN POLYELECTROLYT (Handleiding)

Rapport STORA, april 1982

Verwezen wordt naar de delen 1 t/m 3b van de bespreking van zeven rapporten van de STORA, uitgebracht over de periode van oktober 1981 tot februari 1983. (Klaarmeester 1985, no.l, no.3 en no.4) De samenstelling van de commissie die, namens de STORA. het onderzoek heeft begeleid, was gelijk aan die voor de rapportering van jan. 1982

Inleiding

Het thans te bespreken rapport betreft een handleiding bij procedures op laboratoriumschaal voor selectie en optimaal gebruik van polyelectrolyten bij ontwatering van slib met zeefbandpersen.
Drie voorschriften zijn gegeven voor, achtereenvolgens, de karakterisering van slib, de selectie van polyelectrolyten voor de conditionering van slib en onderzoek naar optimaal gebruik van polyelectrolyten in de praktijk.

Voorschrift 1. Karakterisering van slib

Karakterisering van verschillende typen slib maakt het mogelijk om op eenvoudige wijze tot onderlinge vergelijking te komen, uitspraken te doen over ontwateringsresultaten bij bestaande installaties en prognoses te geven over de bereikbare drogestofgehalten van slibsoorten. De karakterisering van slib kan regelmatig worden uitgevoerd of incidenteel, na veranderingen in het zuiveringsproces (bijvoorbeeld na invoering van defosfatering), worden toegepast. De noodzakelijke frekwentie dient in de praktijk te worden vastgesteld.
In de aanvangsfase wordt éénmaal per seizoen een goede benadering gezocht.

De karakterisering van slib wordt uitgevoerd na conditionering van slib met een standaardpolyelectrolyt (Praestol 444 K) volgens een gestandaardiseerde werkwijze bij een aantal doseringen De conditionering wordt telkens gevolgd door de bepaling van het drogestofgehalte bij de MFTtest.
Dit betreft een Modificatie van de Filtratie-Test met een Büchnertrechter, waarbij zowel een maat wordt verkregen voor de snelheid van ontwatering (afzuigtijd) als voor het bereikbare drogestofgehalte (percentage drogestof).
Het onderzoek vindt plaats met verschillende doseringen aan polyelectrolyt (p.e.) en bij verschillende roertijden bij het conditioneren.
De hoogste waarde van het drogestofgehalte bij de MFT-test bij een dosering wordt in een karakteriseringsgrafiek opgenomen.
Met behulp van deze grafiek is de interpretatie van de gegevens mogelijk. De test is van toepassing op alle soorten vloeibaar slib. Voor afvalwaterslib is bij voorkeur een drogestofgehalte van 30 - 40 g/l aan te houden.

Voorschrift 2. Conditionering en selectie van polyelectrolyten

In het voorschrift wordt een methode voor de conditionering van slib met een polyelectrolyt beschreven.
Door de methode met meer polyelectrolyten uit te voeren kan een geschikte polyelectrolyt voor een slibtype worden geselecteerd. De selectie van polyelectrolyten kan geschieden op basis van een aantal criteria zoals ontwaterbaarheid, kostprijs, hanteerbaarheid (stuiven, oplossen), biologische afbreekbaarheid en dergelijke.
In het rapport wordt alleen de ontwaterbaarheid van slib als criterium gehanteerd. Bij het selecteren van polyelectrolyten dienen bij voorkeur drie of meer verschillende p.e.'s te worden betrokken. Het blijkt namelijk dat er in veel gevallen meer p.e.'s, wat ontwaterbaarheid betreft, goed voldoen.
Het incidentele selectie-onderzoek wordt in de regel uitgevoerd met een aantal p.e.'s bij drie doseringen. Na de conditionering wordt het einddrogestofgehalte bij de MFT-test bij de optimale roertijd bepaald. De meting van de afzuigtijd, als onderdeel van de MFT-test, geeft aanvullende informatie over de snelheid van ontwateren en is van nut bij de keuze van de roertijd bij het conditioneren.
De test is van toepassing op alle soorten vloeibaar slib. Voor afvalwaterslib is bij voorkeur een drogestofgehalte van 30 - 40 g/l aan te houden

Voorschrift 3.
Optimaal gebruik van polyelectrolyten in de praktijk

Door middel van eenvoudige laboratoriumproeven is het mogelijk om zowel metingen aan de eficiëntie van de menging van de p.e. en slib als aan de instelling van de hoeveelheid polyelectrolyt te verrichten. Dit onderzoek dient uitgevoerd te worden bij de desbetreffende zeefbandpers. Ook bij de reeds in gebruik zijnde p.e.'s en de toegepaste p.e.-dosering is het gewenst regelmatig na te gaan of de menging van p.e. en slib het maximale rendement oplevert.
Niet alle zeefbandpersen zijn voorzien van een instelbare menginrichting. Sommige typen hebben slechts een beperkt instelbare restrictie in de p.e./slibleiding ingebouwd.

De volgende variabelen beïnvloeden de menging van p.e. en slib bij een gegeven slib - p.e. debiet:

- toerental van de mengtrommel;
- stand/helling van de mengtrommel (inhoud);
- statische menger, restricties in de toevoerleiding;
- plaats van de p.e.-dosering, vóór of na de slibtoevoerpomp;
- aanpassen van de verdunning van de p.e.-oplossing kan bij dezelfde mengcondities ook een betere verdeling van p.e. over de slibvlokken bewerkstelligen.

Wanneer men het effect van een andere dosering van p.e. wil nagaan, dient aan de menging van p.e. en slib aandacht te worden besteed. Een hogere dosering van p.e. aan het slib vereist intensievere menging.
Bij een optimale menging is de p.e. zodanig over het slib verdeeld dat:

- de hoeveelheid polyelectrolyt in het lekwater uit de voorontwateringszone van de zeefbandpers laag is (<10 mg p.e./l);
- ook de kleinste slibdeeltjes in de vlokken gevangen zijn, de turbiditeit (troebelheid) van de waterfase is dan minimaal;
- de snelheid van ontwateren hoog is, de afzuigtijd is dan minimaal;
- het drogestofgehalte van de koek maximaal is bij de gebruikte dosering, waarvoor het einddrogestofgehalte bij de MFT-bepaling als maat wordt gebruikt.

Zwevend materiaal in de waterfase (turbiditeit) van geconditioneerd slib belemmert bij ontwatering de afvoer van water uit de slibkoek. Dit heeft een lagere ontwateringssnelheid en een lager drogestofgehalte van de koek tot gevolg.
Onvoldoende vorming van slibvlokken en onvoldoende binding van het zwevend materiaal in de waterfase vindt plaats bij een te lage dosering of bij onvoldoende menging bij de conditionering.
Te intensieve menging heeft een verhoogde hoeveelheid zwevend materiaal in de waterfase (hoge turbiditeit) tot gevolg. Bij de conditionering dient gestreefd te worden naar een dusdanige menging dat polyelectrolyt geheel over het slib wordt verdeeld, waarbij het gehalte aan zwevend materiaal in de waterfase zo gering mogelijk is, dit zonder dat de slibvlok door te intensieve menging weer kapot wordt geslagen. De vereiste p.e.-dosering wordt deels bepaald door de slibeigenschappen en deels door de eisen die aan het drogestofgehalte van de zeefbandkoek worden gesteld.
In het derde voorschrift worden werkwijzen gegeven voor de bepaling van de hoeveelheid polyelectrolyt in het lekwater, voor onderzoek aan de menging van polyelectrolyt en slib, alsmede voor behandeling van de vraag of de toegepaste p.e. nog geschikt is, bijvoorbeeld bij veranderingen in de slibeigenschappen (storingen e.d.).

J.C. Plas

Droog-zwemmen leert 't water kennen.

vertis

Vertis bv
P.O. Box 73
9640 AB Veendam
Tel. (05987) 6 80 00
Fax (05987) 6 80 29

Europalaan 300
3526 KS Utrecht
Tel. (030) 89 96 00
Fax (030) 87 05 36

Vertis is ervaren in het toepassen van informatie-technologie voor optimalisatie van procesinstallaties. Vertis ontwikkelt hiervoor hoog-waardige procesmodellen, en past daarbij geavanceerde simulatietechnieken toe.

Daarnaast heeft Vertis veel ervaring met data-acquisitie, procesbesturing en informatie-management middels databas-technieken. Een belangrijk deel van deze activiteiten richt zich op de optimalisatie van zuiverings-installaties voor afvalwater.

Continu de kwaliteit van het effluent verbeteren?
Zonder verstoring van het produktieproces?
Zonder dure proefinstallaties?
Het kan!

Uw en onze know-how worden samen-gebracht in een dynamisch simulatiemodel, dat vervolgens wordt gecalibreerd. Hierbij heeft Vertis een veelheid aan model-beschrijvingen beschikbaar, zowel het 'IAWPRC Activated Sludge Model no. 1', als zelfontwikkelde modellen.
Regelstrategieën kunnen nu op elk moment worden beproefd.

Kortom, uw waardevolle proceskennis wordt beter hanteerbaar, de beheersbaarheid van de zuivering neemt toe, de kwaliteit van het effluent verbetert.

SLIBONTWATERING

Deel 5 - FILTERPERSEN - SLIBKARAKTERISERING EN OPTIMAAL GEBRUIK VAN ANORGANISCHE CHEMICALIËN (Onderzoek)

Rapport STORA, februari 1983

Verwezen wordt naar de delen 1 t/m 4 van de bespreking van zeven rapporten van de STORA, uitgebracht over de periode van oktober 1981 tot februari 1983. (Klaarmeester 1985, no. 1, no. 3 no. 5) De samenstelling van de commissie die, namens de STORA, dit deel van het onderzoek heeft begeleid, onderging wijziging na de rapportering van april 1983 door aanvulling met ir. H.M.M. Koppers.

INLEIDING

In 1981 waren 12 rioolwaterzuiveringsinrichtingen in Nederland voorzien van filterpersen. De gezamenlijke verwerkingscapaciteit bedroeg 4,2 miljoen inwonerequivalenten (i.e's). Per i.e. wordt jaarlijks voor enkele guldens aan chemicaliën verbruikt. Zelfs een geringe vermindering van het verbruik aan chemicaliën zal, gezien het grote aantal i.e.'s, aanzienlijke besparingen opleveren.
Dit deel van het onderzoek heeft betrekking op het optimaliseren van de conditionering van slib met anorganische chemicaliën in relatie tot de verwerking van slib met filterpersen.

Ontwatering van slib met filterpersen

Bij het conditioneren van slib met anorganische chemicaliën worden altijd twee chemicaliën gebruikt. In Nederland zijn dit meestal $FeCl_3$ en Ca $(OH)_2$. Veelal wordt uitgegaan van CaO dat voor het gebruik wordt geblust. De toepassing van afvalkalk is eveneens mogelijk. Op één r.w.z.i.werd tijdens het onderzoek $AlCl_3$, gebruikt in plaats van $FeCl_3$. Het onderzoek was gericht op het gebruik van $FeCl_3$ en $Ca(OH)_2$

Mechanisme van conditionering van slib met $FeCl_3/Ca(OH)_2$

Bij toevoeging van $FeCl_3$-oplossing daalt de pH van het uitgangsslib (ca. 7) tot lagere waarden (3-5). Hierbij worden, afhankelijk van de pH, twee- en driewaardige ijzerhydroxy-(H_2O)- en ijzerhydroxyl-(OH-)- complexen gevormd die polymeriseren.
Dit proces leidt ertoe dat het colloïdale materiaal van het slib wordt uitgevlokt, waardoor de ontwatering van slib beter kan plaatsvinden.
Het colloïdale materiaal verstopt namelijk de waterafvoerkanalen in het slib. De aldus gevormde tere slibvlokken kunnen nog niet als zodanig worden verwerkt in filterpersen. Hiertoe dient de pH met behulp van calciumhydroxyde te worden verhoogd tot 12 of meer.
Er ontstaat dan een stevige slibvlok die goed verwerkbaar is op filterpersen. Bij

een pH kleiner dan 11,5 worden vrij kwetsbare slibvlokken gevormd die slecht bestand zijn tegen mechanische krachten. Bij pH > 12,2 is (theoretisch) vast $Ca(OH)_2$ aanwezig, hetgeen betekent dat meer dan voldoende kalk is toegevoegd.

Onderzoekmethode(n)

Uit het onderzoek naar methoden voor conditionering en slibkarakterisering met anorganische chemicaliën ($FeCl_3$,/$Ca(OH)_2$), op laboratoriumschaal, is gebleken dat de bepalingsmethode met de standaardroerder bruikbaar, eenvoudig en goedkoop is. De apparatuur is ook geschikt gebleken om de optimale hoeveelheid chemicaliën vast te stellen.

Karakterisering van het slib

Dit onderdeel van het onderzoek is bedoeld om, met behulp van de gekozen apparatuur voor conditionering op laboratoriumschaal, de karakterisering van slib. gericht op ontwatering met filterpersen, nader uit te werken.
De karakterisering diende aan te sluiten op de praktijkresultaten.

Voor de ontwatering van een gegeven slib met een filterpers zal eerst karakterisering van het slib dienen plaats te vinden.
Dit houdt in het vastleggen van de verwerkbaarheid van het slib. Hiertoe is een karakteriseringsmethode ontwikkeld.

Wijzigingen in het zuiveringsproces, in de slibverwerking en in de samenstelling van het influent maar ook seizoensinvloeden resulteren vaak in een verandering van de slibeigenschappen. In voorkomende gevallen is het wenselijk om de slibeigenschappen door middel van karakterisering vast te leggen.
Ook bij sterk wisselende bedrijfsresultaten van filterpersen of benodigde hoeveelheid chemicaliën is karakterisering van het slib noodzakelijk opdat kan worden nagegaan of het uitgangsslib sterk van eigenschappen wisselt of dat andere oorzaken een rol spelen. Overigens dient men te bedenken dat de wisseling in eigenschappen van slib afhankelijk is van het type slib.
Uitgegist slib en vers slib zullen bijvoorbeeld sterk verschillend reageren op een grote regenwateraanvoer.

De benodigde hoeveelheid chemicaliën

Zoals reeds eerder vermeld, is gebleken dat bij dit onderzoek de standaardroerder kan worden toegepast

In de praktijk van alle dag is een optimaal gebruik van de benodigde (hoeveelheden) chemicaliën noodzakelijk. De benodigde hoeveelheid chemicaliën en, al naar gelang van de omstandigheden, de wijziging daarvan, hangt onder andere af van de fluctuaties in het drogestofgehalte van het slib, de eigenschappen van het slib en van de mate waarin controle op de ontwateringseigenschappen op laboratoriumschaal mogelijk is.

De methode voor conditionering op laboratoriumschaal bleek uitstekend te voldoen om voor een bepaald slib benodigde hoeveelheid chemicaliën vast te stellen.

Buffercapaciteit van geconditioneerd slib

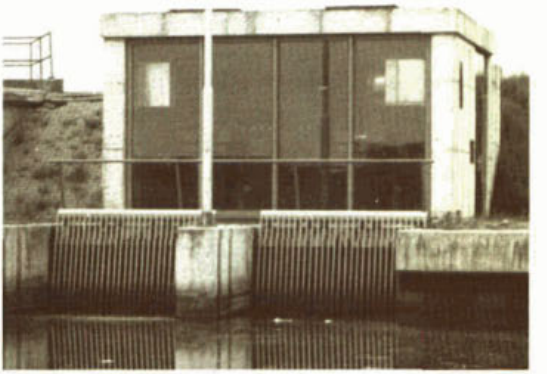
Gebleken is dat het in de praktijk vaak niet eenvoudig is om flucaties in de kalkdosering te vermijden. Een krappe kalkdosering kan uitstekend zijn voor ontwatering op filterpersen; een zekere overmaat aan vast $Ca(OH)_2$ kan verzuring van de filterkoek bij opslag tegengaan.

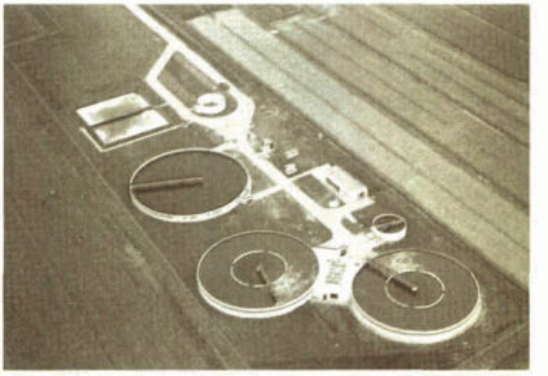
Het principe van de bepalingsmethode, om door middel van laboratoriumonderzoek de gewenste informatie te verkrijgen is gebaseerd op een titratie met HCl-oplossing tot pH < 10.
De ontwikkelde methode lijkt, volgens de rapportering, perspectieven te bieden om de kalkdosering in de praktijk op een snelle en directe manier te kunnen kontroleren.

Konklusie

Bij het onderroek is gezocht naar mogelijkheden om te komen tot een zo verantwoord mogelijk gebruik van conditioneringsmiddelen.
(In Nederland meestal $FeCl_3$ en $Ca(OH)_2$) in relatie tot het einddrogestofgehalte van het slib. Gebleken is dat conditionering en karakterisering op laboratoriumschaal met de standaardroerder goed zijn uit te voeren. De standaardroerder kan ook worden toegepast om de optimale hoeveelheid chemicaliën vast te stellen. De uitkomsten van het laboratoriumonderzoek bleken goed overeen te stemmen met de resultaten op technische schaal. Een en ander is gebleken uit onderzoek van het slib van acht r.w.z.i's.
Bepaling van de buffercapaciteit is een mogelijkheid voor een snelle controle op de kalkdosering.

J.C. Plas





Uw problemen met:

- roosterreiniging
- verpompen van riool-, drainage- en polderwater
- zuivering van afvalwater
- (voor)ontwatering van slib
- fosfaatverwijdering
- automatisering besturing / bewaking / telemetrie
- reparaties / storingen

lossen wij **professioneel** en **betaalbaar** voor U op.

Bel: **01869 - 1022**
of fax **01869 - 1367**
per 10-10-'95: (0186) 691022
fax: (0186) 691367

Licentiehouder / vertegenwoordiger van:

Grabowski:
compact zuivering (Biodrum)

Schreiber:
afvalwaterzuivering

Von Roll:
slibontwatering

STORK®

STORK BOSMAN B.V.

Postbus 3701, 3265 ZG PIERSHIL

SLIBONTWATERING

DEEL 6 - FILTERPERSEN - SLIBKARAKTERISERING EN OPTIMAAL GEBRUIK VAN ANORGANISCHE CHEMICALIËN (Handleiding)

Rapport STORA, februari 1983

Verwezen wordt naar de delen 1, 2, 3A, 3B tlm 5 van de bespreking van zeven rapporten van de STORA, uitgebracht over een periode van oktober 1981 tot februari 1983. (Klaarmeester 1985: no. 1. no. 3, no. 5, no. 6.
De samenstelling van de commissie die, namens de STORA, dit deel van het onderzoek heeft geleid, was gelijk aan die voor de rapportering in deel 5.

INLEIDING

Het rapport is bedoeld als handleiding bij procedures op laboratoriumschaal die kunnen dienen tot het vaststellen van het beste te bereiken resultaat in de toepassing van de benodigde hoeveelheid chemicaliën enerzijds en de ontwaterbaarheid van het slib op filterpersen anderzijds.
Er worden drie voorschriften behandeld, namelijk voor de karakterisering van slib, voor de bepaling van benodigde hoeveelheid chemicaliën en voor de buffercapaciteit van geconditioneerd slib.
Het conditioneringsonderzoek was gericht op het gebruik van $FeCl_3$ en $Ca(OH)_2$. Andere anorganische chemicaliën, bijvoorbeeld $AlCl_3$ met $Ca(OH)_2$ kunnen op overeenkomstige wijze worden gebruikt bij het conditioneringsonderzoek.

VOORSCHRIFT 1. KARAKTERISERING VAN SLIB

Door karakterisering van slib is het mogelijk om slibsoorten op eenvoudige wijze te vergelijken. Ook kunnen veranderingen in de hoedanigheid van het slib, bijvoorbeeld door seizoensinvloeden of veranderingen in het zuiveringsproces, gesignaleerd worden.
Aan de hand van de resultaten kunnen uitspraken worden gedaan over de verkregen ontwateringsresultaten en voorspellingen worden gedaan over te verwachten resultaten bij ontwatering van het onderzochte slib in een filterpers.
De karakterisering omvat conditionering van slib met diverse doseringen $FeCl_3$ en $Ca(OH)_2$ volgens een gestandaardiseerde werkwijze.
Van het geconditioneerde slib worden de pH, de afzuigtijd en het drogestofgehalte bij de MFTtest bepaald.
Dit betreft een modificatie van de filtratietest met een Büchnertrechter, waarbij zowel een maat wordt verkregen voor de snelheid van ontwatering (afzuigtijd) als voor het bereikbare drogestofgehalte (percentage drogestof).
De gevonden parameters zijn respectievelijk kenmerken voor de fysisch-chemische werking van de chemicaliën, de snelheid van ontwatering en het bereikbare eind-drogestofgehalte. De test is van toepassing op alle soorten vloeibaar slib.
Voor afvalwaterslib wordt bij voorkeur een drogestofgehalte van 30 - 40 g/l aangehouden.

VOORSCHRIFT 2. BEPALING VAN DE BENODIGDE HOEVEELHEID CHEMICALIËN

Aanwijzingen worden gegeven voor optimaal gebruik van $FeCl_3$ en $Ca(OH)_2$ bij de ontwatering van slib in filterpersen.
De gewenste ontwateringseigenschappen, na conditionering, zijn afhankelijk van een aantal (praktijk)-factoren. Hierbij spelen de eigenschappen van het uitgangsmateriaal, de hoeveelheid chemicaliën, de persdruk, de perstijd, het slibaanbod en het gewenste einddrogestofgehalte een rol. In de praktijk zal het slib tenminste worden geconditioneerd totdat zodanige ontwateringseigenschappen ontstaan dat het slibaanbod met de ter beschikking staande apparatuur in een gewenste tijdsperiode kan worden verwerkt. Langere perstijden enlof hogere doseringen van chemicaliën worden toegepast indien een hoger drogestofgehalte wordt nagestreefd.

De methode van conditionering in dit voorschrift is gelijk aan die in voorschrift 1.
De resultaten van het laboratoriumonderzoekworden in een grafiek, waarin de gebruikelijke praktijkwaarden voor deze parameters zijn aangegeven, ingetekend.
De benodigde dosering volgt nu uit een vergelijking van de waarden van de ontwateringsparameters bij opklimmende dosering van $FeCl_3$ en $Ca(OH)_2$. De benodigde hoeveelheden chemicaliën zijn die doseringen waarboven relatief weinig verbetering in waarden van de bedoelde parameters optreedt.
Het voorschrift is van toepassing op alle soorten vloeibaar slib.
Voor afvalwaterslib wordt bij voorkeur een drogestofgehalte van 30 - 40 g/l aangehouden.

VOORSCHRIFT 3. BUFFERCAPACITEIT VAN GECONDITIONEERD SLIB

In de praktijk is het vaak niet eenvoudig om wisselingen in de $Ca(OH)_2$-dosering te vermijden.
De oorzaken hiervan zijn o.a. brugvorming in de silo, problemen bij blussing van CaO en verstopping van leidingen door $Ca(OH)_2$-afzettingen. Aandacht vraagt voorts dat bij een krappe dosering $Ca(OH)_2$, waarbij toch ontwatering op filterpersen mogelijk kan zijn, bij de opslag problemen ontstaan door verzuring van de slibkoek. Meting van de buffercapaciteit van het geconditioneerde slib kan in bedoelde gevallen inzicht verschaffen.
Bij een constante hoeveelheid toegevoegd $Ca(OH)_2$ zijn veranderingen in het drogestofgehalte van het ingedikte slib van belang.
Verlaging van het drogestofgehalte zal een hogere buffercapaciteit van het geconditioneerde slib teweegbrengen.
De buffercapaciteit is hier te beschouwen als een indirecte maat voor de hoeveelheid c.q. overmaat aan $Ca(OH)_2$ die bij de conditionering van het slib is gedoseerd. Geconditioneerd slib is bij pH-waarden »12 sterk gebufferd.
Een relatief grote verandering in $Ca(OH)_2$-dosering resulteert slechts in een geringe wijziging van de pH-waarde.
In verband met problemen met meting van de pH bij hoge waarden (pH»12) dient de pH met zorg te worden bepaald.

januari 1985
J.C. Plas

CHEMISCHE DEFOSFATERING

Methoden en neveneffecten

Bespreking van het rapport van de STORA, d.d. september 1981, inzake fosfaatverwijdering met behulp van chemicaliën, alsmede de invloed daarvan op het zuiveringsproces en de slibhuishouding.
Het onderzoek is uitgevoerd door DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV.
Voor de begeleiding van het onderzoek was er, namens de STORA, een commissie, bestaande uit:
ir. A.H. Dirkzwager (voorzitter), ir. A. Kiestra, ing. J. Teerink en ir. K. Visser.

Inleiding

Met de derde traps zuivering wordt een verwijdering van fosfaat bedoeld die groter is dan de 30 - 35% fosfaat die normaal in zuiveringsinrichtingen verwijderd wordt. De methode die hiervoor het meest wordt toegepast is chemische fosfaatverwijdering.
Door het toevoegen van chemicaliën aan het afvalwater in rioolwaterzuiveringsinrichtingen wordt ook een aantal processen beïnvloed.
Hieronder vallen:
- het zuiveringsproces (nitrificatie, samenstelling effluent)
- de slibhuishouding (productie, samenstelling, verwerking)

Bij het maken van een keuze uit de beschikbare defosfateringsmethoden dienen

Beheerder	RWZI	Capaciteit (i.e.)	Zuiveringssysteem	Defosfateringsmethode	Chemicaliën	Opmerkingen
PWS Groningen	Leek		oxydatie-tank	simultaan	$FeCl_3$	
zuiveringsschap Drenthe	Gieten	45.000	oxydatie-tank	simultaan	$FeCl_3$	
zuiveringsschap West-Overijssel	Raalte	50.000	twee-traps ox. bed-actiefslib	voorverwijdering	AVR	
	Steenwijk	75.000	laag belast actiefslib	simultaan	$FeCl_3$	
zuiveringsschap Veluwe	Elburg	100.000	twee-traps ox. bed-actiefslib	simultaan	$FeCl_3$	nabehandeling in rietvelden
	Harderwijk	200.000	idem.	idem.	$FeSO_4$	
	Nijkerk	24.000	hoogbelaste ox. bedden	voorverwijdering	Al-beitsbaden	in eerste plaats gericht op effluentverbetering overbelaste installatie
H.H.-schap Rijnland	Gouda	110.000	laagbelaste ox. bedden	voorverwijdering	AVR	
Waterschap De Dommel	Hapert	45.000	oxydatie-sloot	simultaan	Al- + Fe-beitsbaden	
PWS Friesland	Balk/Sloten	20.000	oxydatie-sloot	simultaan	$FeSo_4$	

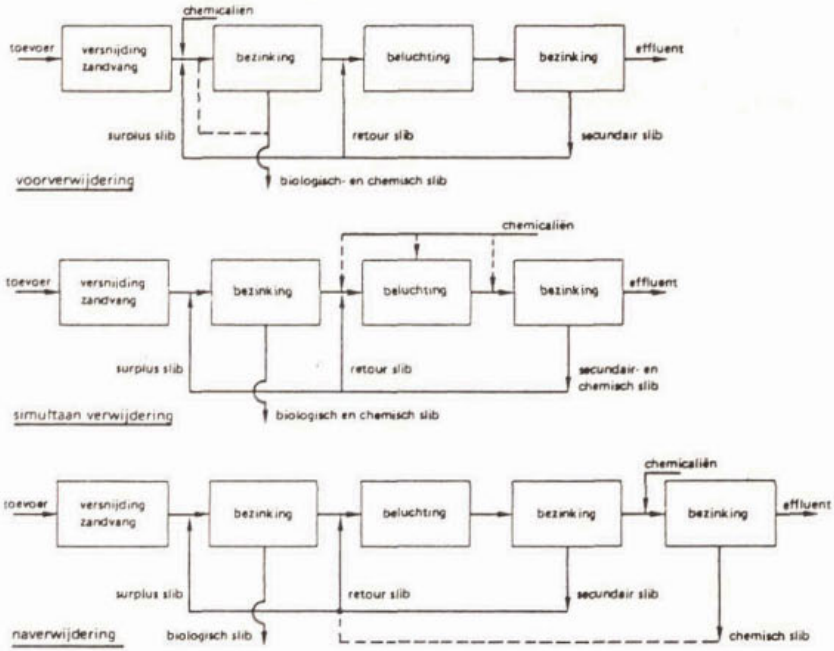
de daarbij behorende nevenaspecten in beschouwing te worden genomen. In de studie is aandacht besteed aan ervaring met defosfateringstechnieken in binnen- en buitenland. Voorts is literatuurstudie gedaan naar nevenaspecten van defosfatering.
Inzicht in de binnenlandse ervaringen op het gebied van defosfatering werd verkregen door contacten met de zuiverende instanties in Nederland en een aantal wetenschappelijke instellingen. Een overzicht van de zuiveringsinrichtingen in Nederland waar t.t.v het onderzoek werd gedefosfateerd is weergegeven in tabel. Nederlandse zuiveringsinrichtingen met permanente defosfatering (per 1 augustus 1979) De buitenlandse ervaringen op het gebied van de defosfatering zijn geïnventariseerd door bezoeken aan landen waar al ervaring bestond met defosfatering, te weten Zweden, Finland en Zwitserland. Daarnaast werden in Duitsland en Denemarken bezoeken afgelegd, omdat in deze landen veel onderzoek naar defosfatering is verricht.

Fosfaten in afvalwater

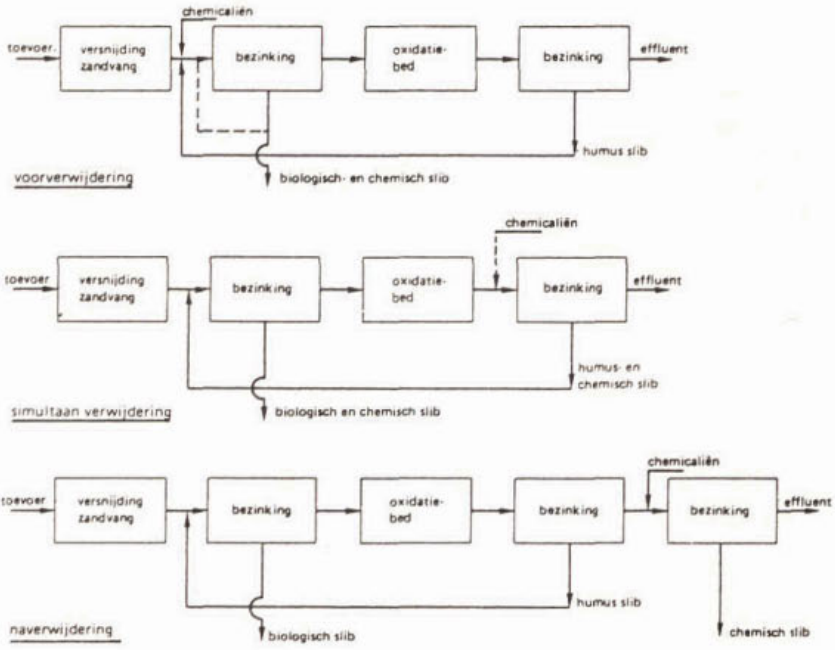
De fosfaatbelasting van het oppervlaktewater in Nederland, beperkt tot de inbreng uit het land zelf, is voor 70% afkomstig van huishoudelijk afvalwater. Voor de helft uit menselijk afval en voor de andere helft uit wasmiddelen.
Voor de hoeveelheid P die per inwoner per dag met het afvalwater wordt geloosd is 3 - 4 g aangehouden.
Bij een gemiddelde lozing van 150 - 200 l/inw. dag zal de gemiddelde P-concentratie in het afvalwater in Nederland 15 -25 mg P/l bedragen. Omdat industrieël afvalwater, behoudens enige uitzonderingen, weinig of geen fosfaat bevat, zal de concentratie in het afvalwater lager liggen naarmate industriële lozingen een groter aandeel in de afvalwateraanvoer hebben.
De concentraties in het afvalwater en dus ook in het aanbod aan P kunnen grote variaties vertonen, zowel op één dag als van dag tot dag. Dit is van belang voor de hoeveelheid chemicaliën die voor de fosfaat verwijdering benodigd is.

Verwijdering van fosfaten uit afvalwater in afvalwaterzuiveringsinrichtingen

Om te weten hoeveel P via defosfateringsmethodes uit het afvalwater verwijderd moet worden is het nodig inzicht te hebben in de hoeveelheid P die, langs biologische weg, normaal in afvalwaterzuiveringsinrichtingen wordt verwijderd. De P verwijdering vindt plaats in de voorbezinktank en de aëratietank of het oxydatiebed.
In de voorbezinktank wordt een gedeelte van de fosfaten met het primair slib verwijderd. Omdat fosfor in afvalwater voornamelijk in opgeloste vorm voorkomt, is hier slechts een gering effect te verwachten. Genoemd zijn percentages van 8, 10 en 0 - 20. Fosfaatverwijdering vindt verder plaats met de afscheiding van surplusslib. Uit metingen aan actief-slibinstallaties bleek dat, -onafhankelijk van de slibbelasting- de gemiddelde fosforconcentratie van het slib 2,3 gewichtsprocent was. M.b.v. gegevens over slibaangroei kon hieruit berekend worden dat de maximale biologische fosforverwijdering in gebruikelijke inrichtingen 20% is.
Hierdoor komt de maximale fosforverwijdering (mechanish plus biologisch) in een rioolwaterzuiveringsinrichting op 30 -35%.

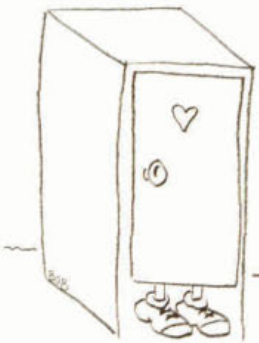


Werkwijzen van fosfaatverwijdering op actiefslib-installaties



Werkwijzen van fosfaatverwijdering op oxydatiebed-installaties

Drie werkdagen voor het graven KLIC bellen!

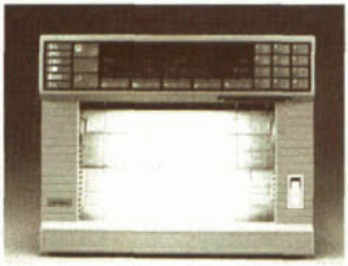


Graafwerk?
Waar liggen kabels en leidingen.
Bel KLIC, wij helpen u graag.

KLIC West: 06-8300 - **KLIC Zuid:** 06-8212313 - **KLIC Noord:** 05120-15858
KLIC Oost: 05202-27090

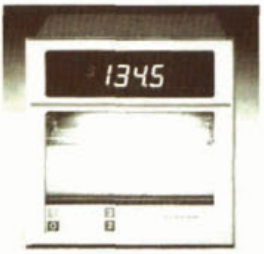
EUROTHERM RECORDERS ...

EUROTHERM



Registratie, data logging op papier of standaard memory cards of via digitale communicatie, alarmbewaking, berekeningen, PLC functies, modem support, netwerken, validatie, rapportage, trending, ...

Toepassing van de nieuwste technologiën staan garant voor kwaliteit en prestatie



Voor: niveau-, flow- en debiet-berekeningen, totaliseren, temperatuur, druk, pH, zuurstof, turbiditeit, status van kleppen, pompen, ed, tijdvolgorde sturing, etc.

Juiste prijs/prestatie verhouding, dankzij uitgebreid assortiment variërend van eenvoudige recorders tot paperless recorder met LCD kleuren touch screen.

... dè nummer één recorder fabrikant in Europa!

EUROTHERM B.V., Johan Frisostraat 1, 2382 HJ Zoeterwoude RD, 071 - (5) 41 18 41

Chemische fosfaatverwijdering

In het algemeen is chemische fosfaatverwijdering de methode die wordt gebruikt in landen waar al langer ervaring is met defosfateren (Zweden, Finland, Zwitserland, V.S. en Canada).
Uit economisch oogpunt komen voor verwijdering van fosfaat uit afvalwater ijzer-, aluminium- en calciumionen in aanmerking.
Als chemicaliën worden dan ook uitsluitend $FeCl_2$, $FeS0_4$, $FeCl_3$, $FeClS0_4$, $Fe_2(S0_4)_3$, $Al_2(S0_4)_3$, $Ca(OH)_2$, CaO of combinaties hiervan gebruikt.
De chemicaliën kunnen op verschillende plaatsen in rioolwater-zuiveringsinrichtingen aan het afvalwater worden toegevoegd. Afhankelijk van de plaats waar de afscheiding plaatsvindt worden de werkwijzen van defosfateren in drie hoofdgroepen ingedeeld.
In onderstaande figuren zijn de hiervoor vermelde werkwijzen schematisch weergegeven.
Eerst voor actiefslib-installaties, daarna voor oxydatiebed-installaties.

Chemicaliën voor de fosfaatverwijdering

Hieronder is opgenomen de in het rapport voorkomende tabel betreffende in de handel verkrijgbare chemicaliën, met de kostprijzen.
Aluminium- en ijzerhoudende afvalbeitsbaden zijn buiten beschouwing gelaten vanwege wisselende samenstelling, aanbod en prijs.

handelsnaam	formule	fysische vorm	actief bestanddeel	prijs per ton[1]	prijs per kg[1])actief bestanddeel	prijs per kmol[1])[2]) actief bestanddeel
ferrosulfaat[4])	$FeSO_4.7H_2O$	vast	20% Fe^{++}	f 65,-	f 0,35	f 20,-
ferrichloride	$FeCl_3$	41% oplossing	14% Fe^{+++}	f 225,-	f 1,60	f 90,-
ferrichloride-sulfaat	$FeClSO_4$	42% oplossing	12,5% Fe^{+++}	f 200,-	f 1,60	f 90,-
ferrifloc	mengsel van voornamelijk $Fe_2(SO_4)_3$ en $Al_2(SO_4)_3$	vast	7,5% Fe^{+++} 4,5% Al	f 260,-	f 2,20	f 98,-
AVR	mengsel van voornamelijk $Fe_2(SO_4)_3$ en $Al_2(SO_4)_3$	vast	3,2% Fe^{+++} 7,0% AL	f 210,-	f 2,10	f 76,-
aluminiumsulfaat	$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$	vast	9,3% Al^{+++}	f 350,-	f 3,80	f 102,-
kalk[3])	$Ca(OH)_2$ of CaO	vast		f 130,- f 120,-		

Chemicaliënprijzen

1) De gegeven prijzen zijn globale richtprijzen, exclusief BTW, prijsbasis 1980.
2) Deze prijzen kunnen direct met elkaar vergeleken worden, omdat de te doseren hoeveelheid ionen van al deze produkten, om een bepaalde mate van defosfatering te verkrijgen, ongeveer gelijk zijn.
3) De mate van defosfatering, die wordt bereikt met kalk is in belangrijke mate mede afhankelijk van de pH; er kan derhalve niet gesproken worden over "ionen actief bestanddeel".
4) De richtprijzen voor ferrosulfaat, welke de verschillende leveranciers opgeven zijn:

Jansen-Eggels ƒ 60,-/ton
Melchemie ƒ 70,-/ton , ƒ 125,-/ton ("free flowing'kwaliteit)
Genoemde prijzen gelden bij een aanvoer van 20 - 25 ton per keer.

Veiligheidsaspecten

Hoewel bekend is dat veel van de gebruikte chemicaliën agressief zijn, is gebleken dat bij de keuze van de chemicaliën niet of nauwelijks aandacht werd besteed aan de veiligheidsaspecten. In één geval was uit veiligheidsoverwegingen voor het personeel als materiaal voor de fosfaatverwijdering AVR gekozen.
Op een zuiveringsinrichting in Helsinki was men overgegaan naar het oplossen van ferrosulfaat in tankwagens met een eigen oplosinstallatie, omdat het personeel hinder ondervond van het stuiven bij het rechtstreeks storten van kristallen in een oplostank. Een van de klachten was dat het personeel bruine tanden kreeg.
In het algemeen kon gesteld worden dat chemicaliën die in poedervorm te verkrijgen zijn (AVR, "free flowing", ferrosulfaat, ferrifloc) minder agressief -en dus veiliger- zijn dan de chemicaliën die vloeibaar verkrijgbaar zijn (ferrichloride, ferrichloridesulfaat, afvalbeitsbaden) en sterk agressief zijn.
Steeds dienen echter de normale veiligheidsmaatregelen m.b.t. beschermende kleding en aanwezigheid van spoelwater bij het gebruik van agressieve chemicaliën getroffen worden.

Resultaat bij de chemische fosfaatverwijdering

M.b.v. chemische fosfaatverwijdering kan 90 -95% van het fosfaat verwijderd worden, waardoor effluentconcentraties van 1-2 mg P/l haalbaar zijn.
Voor de hoeveelheid chemicaliën die voor het bereiken van deze effluentconcentraties benodigd zijn worden in het rapport globale richtwaarden gegeven.
Om tot hogere fosfaatverwijderingspercentages (meer dan 95%) te komen neemt bij ééntrapsverwijdering de hoeveelheid chemicaliën verhoudingsgewijs sterk toe.
Zeer lage fosfaatconcentraties in het effluent kunnen worden verkregen met een combinatie van voor- of simultaanverwijdering met vlokkingsfiltratie.

Beïnvloeding zuiveringsproces

Door het toevoegen van chemicaliën voor de fosfaatverwijdering kan de samenstelling van het effluent veranderen, niet alleen door de aanwezigheid in het effluent van ionen uit chemicaliën, maar ook doordat bepaalde processsen in de zuiveringsinrichting beïnvloed worden zo als BZV- en stikstof verwijdering.
Bij voorverwijdering wordt door de toevoeging van chemicaliën in de voorbezinktank naast fosfaat ook extra BZV verwijderd. Afhankelijk van de hoeveelheid

chemicaliën neemt de BZVverwijdering in de voorbezinktank toe van 30% (zonder chemicaliën) tot 50 - 60% (met chemicaliën). Dit leidt bij actief-slib-installaties tot een besparing in de energie benodigd voor de beluchting in de aëratieruimte. Daarnaast zal de slibbelasting lager kunnen worden, waardoor nitrificatie mogelijk op kan treden. Het effect van de extra BZV-verwijdering in de voorbezink tank op de BZV-concentratie in het effluent zal, behalve bij overbelaste installaties, echter gering zijn.
Bij simultaan- en naverwijdering is de verandering in de BZV-verwijdering afhankelijk van de samenstelling van het afvalwater, de belasting van de inrichting en de belasting van de nabezinktank. Wanneer in de zuiveringsinrichting nitrificatie optreedt, kan deze bij simultane verwijdering beïnvloed worden.
Praktijkgegevens hierover ontbreken nog.
Bij directe dosering van ijzer (II) zouten in de beluchtingsruimte kunnen problemen ontstaan door verstopping van beluchtingselementen.

Beïnvloeding slibhuishouding en verwerking

Het belangrijkste bij de slibhuishouding, volgens de rapportering, is het geproduceerde volume aan slib, omdat dit de capaciteit en/of de kosten van de verdere slibverwerking en/of slibafzet beïnvloedt. Veranderingen in het geproduceerde volume aan slib zijn het gevolg van veranderingen in het geproduceerde slibgewicht en/of van de slibindikkingsgraad. De toename in de slibproductie op gewichtsbasis is, bij gebruik van metaalzouten:

voorverwijdering	40 -75%
simultaanverwijdering	15-50%
naverwijdering	20 35%

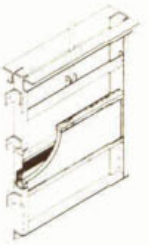
Alleen bij simultane verwijdering met ijzerzouten neemt de drogestofconcentratie van ingedikt slib toe, zodat de stijging in het geproduceerde slibvolume lager is dan de hiervoor genoemde 15-50% In de andere gevallen van voor- en simultaanverwijdering blijft de indikkingsgraad gelijk, zodat de stijging in het slibvolume even groot is als de stijging van het slibgewicht.
Bij anaërobe vergisting blijft de totale gasproductie van de zuiveringsinrichting vrijwel constant. Wanneer het geproduceerde volume aan slib toeneemt kunnen problemen met de verblijftijd optreden. Van slibontwatering waren alleen gegevens bekend van de ontwatering van zuiver primair slib en van zuiver surplusslib voor en na het toevoegen van chemicaliën voor de fosfaatverwijdering.
Over de landbouwkundige waarde van slib uit inrichtingen met fosfaatverwijdering met metaalzouten bleken de meningen verdeeld te zijn. Slib uit inrichtingen met fosfaatverwijdering m.b.v. kalk kan goed in de landbouw worden gebruikt.

Aanbevelingen voor verder onderzoek

Van chemische fosfaatverwijdering bleken de nevenaspecten voor het grootste deel bekend te zijn. Het verdient echter aanbeveling om op een aantal punten nader onderzoek te verrichten omdat de beschikbare informatie te summier was gebleken.Omdat het defosfateren met chemicaliën een aantal belangrijke nadelen heeft, dient onderzoek te worden gedaan naar methoden die deze nadelen niet of in mindere mate hebben. Hierbij wordt onderzoek naar biologische fosfaatverwijdering van het meeste belang geacht.

J.C. Plas

Pipeliner



R.V.S. spindelschuif

ALS U LAST HEBT VAN VERSTOPPINGEN

in riool-slibpompen, pompstations, persleidingen etc.

DENK DAN OOK EENS AAN

ook voor r.v.s. spindelschuiven etc.

STORK HAIGH

ervaren specialist

- in line versnijder; Pipeliner en PCE, **zonder sealspoeling.**
- fijnrooster
- miniversnijders voor monsternamekasten; HVL 150
- pompversnijder unit voor hoge druk riolering; CP range
- roostergoed ontwateringsunit; A.C.E.
- pompen met versnij-inrichting; Maci-pump
- *versnijder voor kanaalkonstruktie; channel flow conditioner*
- **R.V.S.** spindelschuiven, terugstroomkleppen, overstort- en kanaalschuiven, electrisch, pneumatisch of handbediend.

Voor een goed advies en een concurrerende prijsopgave belt u:

STORK-HAIGH NEDERLAND B.V.
Postbus 90 **Telefax (05410) 21075**
7570 AB Oldenzaal **Telefoon (05410) 15395**

DMT
DIRKSE MILIEUTECHNIEK BV

Tolhuisweg 14-16
Postbus 231
8440 AE Heerenveen/NL
Telefoon (05130) 367 89
Telefax (05130) 813 77

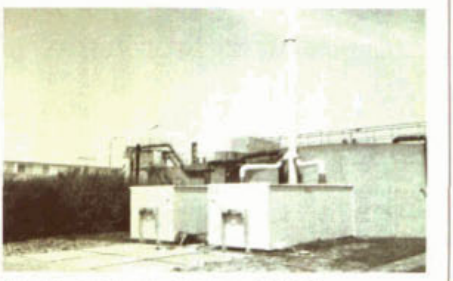
Vanaf 10-10-'95: telefoon (0513) 63 67 89, telefax (0513) 68 13 77

DMT (Dirkse Milieutechniek bv) voert sinds 1987 de exclusieve vertegenwoordiging van de bekende Aqua Turbo® drijvende oppervlaktebeluchters van Aquasystems International met capaciteiten tot 200 kW. Door de mogelijkheid van huur is deze beluchter populair geworden bij afvalwaterbeheerders, die op zeer korte termijn aanvullende zuurstofinbreng nodig hebben in het geval van overbelasting of in geval van reparatie of renovatie van de installatie.
De Aqua Turbo® beluchter kan binnen ca. 2 uur na aankomst operationeel zijn en kenmerkt zich door een absoluut minimum aan onderhoud. Slechts twee motorlagers! Zuurstofinbreng: 2-3 kg O_2/kW in steady state met actief slib. De Aqua Turbo® is ook zeer geschikt als hoofdbeluchter bij nieuw te bouwen of te renoveren installaties. In dit geval vallen kosten voor brugkonstrukties geheel weg.
Door het goede mengeffekt is een Aqua Turbo® in de uitvoering beluchter/menger uitstekend inzetbaar voor denitrificatie.
De Aqua Turbo® beluchter is eventueel te leveren met een drijvende kap van kunststof ter beperking van de aerosol emissie en van het geluid.

DMT levert ook stankbestrijdingsinstallaties voor RWZI's en biogas ontzwavelingsapparatuur. Reeds veel referenties.

Vraag vrijblijvend advies en nadere informatie!

Aqua Turbo® in carrousel tijdens ombouwwerkzaamheden



Stankbestrijdingsinstallatie op R.W.Z.I.

STURING EN REGELING VAN DE ZUURSTOFINBRENG IN HET ACTIEF-SLIBPROCES

LITERATUURONDERZOEK EN INVENTARISATIE

Bespreking van het rapport van de STORA, d.d. december 1981

Doel van het onderzoek was het inventariseren van methoden voor aanpassing van de zuurstoftoevoer aan de behoefte in actief-slibsystemen. Voorts het geven van beoordelingen over mogelijkheden om bij de zuurstofregeling met minimaal energieverbruik een optimale procesvoering te bereiken.
Het onderzoek is uitgevoerd door het Adviesbureau Bongaerts, Kuyper en Huiswaard.

Voor de begeleiding van het onderzoek was er, namens de STORA, een commissie, bestaande uit:
ir. J.S.J. Dragt (voorzitter), ir. M. Ilsink, ing. J.J. Jonk en ir. C.H. Kuggeleijn.

Inleiding

De in Nederland meest toegepaste wijze van afvalwaterzuivering is de biologische zuivering volgens het actief-slibproces.
Het actief-slibproces bestaat in het algemeen uit een beluchtingstank en een nabezinktank, die procestechnisch een eenheid vormen.
In de beluchtingstank worden opgeloste en gesuspendeerde organische stoffen omgezet in een gevlokte suspensie van micro-organismen (actiefslib).
In de nabezinktank wordt het actiefslib gescheiden van het water, ingedikt en vervolgens teruggevoerd naar de beluchtingstank.
Door onttrekking van slib wordt de slibhoeveelheid in de beluchtingstank constant gehouden.
Uit onderzoekingen is gebleken dat indien bij het ontwerp en de procesvoering van een actiefslibinstallatie niet wordt ingespeeld op sterke wissselingen in de belasting, dit kan leiden tot ongewenste variaties in de kwaliteit van het effluent en wat het energieverbruik betreft, tot niet optimale procesvoering.

Een sterk wisselende belasting betekent eveneens een sterk wisselende zuurstofbehoefte in de beluchtingstank. Door de zuurstoftoevoer zo goed mogelijk af te stemmen op de directe zuurstofbehoefte zou volgens enkele literatuurstudies en praktijkonderzoekingen een aanzienlijke besparing op het energieverbruik en veelal verbetering van de kwaliteit van het effluent worden bereikt.

Literatuuronderzoek

Naar aanleiding van de rapportering over het literatuuronderzoek wordt de aandacht op de volgende punten gevestigd:

De benodigde energie voor de zuurstoftoevoer bedraagt globaal circa 70% en, bij toepassing van nitrificatie, tot circa 90% van het totale energieverbruik op een actief-slibinstallatie.

De mogelijkheden het slibgehalte in de beluchtingstank als regelvariabele te gebruiken zijn, onder andere in verband met grote traagheid en het hydraulische systeem, beperkt. Het zuurstofgehalte in de beluchtingstank lijkt echter meer mogelijkheden te bieden.
In de praktijk vindt reeds een zekere mate van zuurstofregeling plaats. De wijze waarop de zuurstoftoevoer kan worden geregeld, wordt bepaald door de uitvoeringsvorm van het actief-slibproces en om economische redenen, door de grootte van de installatie. Er bestaan vele uitvoeringsvormen van het actiefslibproces, samenhangend met de mengkarakteristiek, de wijze van inbreng van de voeding en de hoogte van de slibbelasting.

Het specifieke energieverbruik (kWH/kg zuurstofverbruik) en het meerverbruik aan energie neemt in verhouding sterk toe bij een stijgend zuurstofgehalte in de beluchtingstank. Er dient dus steeds te worden gestreefd naar een minimum in de beluchtingstank, dat overeenkomt met de directe zuurstofbehoefte.

Voor de wijze waarop de zuurstoftoevoer kan worden aangepast aan de directe zuurstofbehoefte bestaat een aantal mogelijkheden die in principe als volgt kunnen worden verdeeld:

- anticiperende **(vooruitlopende)** regelingen (meting vuillast van het influent);
- teruglopende regelingen (meting zuurstofgehalte).

Er zijn ook combinaties van beide typen regelingen mogelijk.

Bij de teruggekoppelde regeling wordt het zuurstofgehalte in de beluchtingstank gemeten met behulp van electroden.
Het aantal en de plaats van de electroden worden bepaald door het beluchtingssysteem, de mengkarakteristiek in de beluchtingstank en de wijze van procesvoering.
Bij de anticiperende regeling worden het debiet en de kwaliteit van het influent bepaald. Voor de meting van de kwaliteit bestaan diverse methoden. De meeste methoden voldoen slechts in beperkte mate, aangezien de metingen snel en automatisch moeten kunnen worden uitgevoerd en er een eenvoudig verband dient te zijn tussen de zuurstofbehoefte en de gemeten waarde(n).
Voordeel van een teruggekoppelde regeling is, dat voor iedere procesverstoring wordt gecorrigeerd; nadeel is de kans op instabiliteit van de regeling.
Voordeel van een anticiperende regeling is, minder kans op instabiliteit van de regeling. Nadeel is echter dat het proces alleen voor de gemeten waarden wordt gecorrigeerd.
Combinatie van beide regelmethoden kan in principe de nadelen opheffen.
De in de literatuur beschikbare gegevens m.b.t. energiebesparing door automatische regeling van de beluchting zijn beperkt tot de teruggekoppelde regeling. De vermelde besparingen liggen in het algemeen tussen de 10 en 20%.
Uit in Duitsland gemaakte berekeningen bleek dat op zuiveringsinrichtingen groter dan 5000 i.e. met een automatische zuurstofregeling besparingen op bedrijfskosten mogelijk zijn.

De praktijksituatie in Nederland

Doel van de inventarisatie was:
- kennis en ervaring meer toegankelijk te maken;
- tekort in kennis en ervaring op te sporen;
- inzicht te krijgen in de wenselijkheid van onderzoek op praktijkschaal.

Bij een aantal beheerders van zuiveringinrichtingen zijn informatieve gesprekken gevoerd en gegevens verzameld.

Bij de keuze van de installaties zijn de volgende voorwaarden gehanteerd:
- de rwzi's moeten stedelijk afvalwater verwerken;
- de rwzi's mogen niet overbelast zijn.

De geïnventariseerde rwzi's zijn als volgt ingedeeld op basis van de mengkarakteristiek van het beluchtingsgedeelte:

- volledig gemengde systemen en meercellen-beluchtingssystemen	15 rwzi's
- propstroomsystemen	8 rwzi's
- omloopsystemen	24 rwzi's

De inventarisatie heeft tot een aantal conclusies geleid. Deze conclusies geven aanleiding het volgende op te merken:
Op het merendeel van de beschouwde rwzi's werd de zuurstofinbreng automatisch geregeld.
In vrijwel alle gevallen is een teruggekoppelde regeling toegepast: regeling op basis van continumetingen van het zuurstofgehalte in de beluchtingstank. Controle en eventuele bijstelling aan de hand van discontinue metingen aan het effluent. In enkele gevallen werd een anticiperende regeling toegepast.

Vergelijking tussen verschillende rwzi's met betrekking tot de regeling van de zuurstofinbreng is niet zinvol gebleken.

De meest geschikte plaats voor zuurstofelectroden kan in het algemeen eerst worden vastgesteld nadat zuurstofprofielen zijn opgenomen onder verschillende omstandigheden.

Het nodige onderhoud en de vervanging van de electroden bleken van geval tot geval te verschillen.
Bij meerdere parallelle straten kan in het algemeen niet worden volstaan met meting in één straat.
De zuurstofinbrengcapaciteit bij oppervlaktebeluchting wordt veelal gewijzigd door verstelling van de dompeldiepte van de beluchters, al dan niet in combinatie met aan-, resp. uitschakeling of toerenschakeling. Pendelen van beluchters bij verstelling van de dompeldiepte geeft overmatige slijtage aan hefinrichting en tandwielkast. Bij toerenschakeling dient rekening te worden gehouden met een afnemend rendement bij laag toerental.

De zuurstofinbrengcapaciteit bij bellen-beluchting werd, indien gebruik werd gemaakt van gasmotoren en rootsblowers, traploos gewijzigd. Bij gebruik van compressoren werd twee-toerenschakeling toegepast, al dan niet gecombineerd met aan-uit schakeling.

In volledig gemengde systemen kan worden volstaan met één zuurstofelectrode. Regeling geeft in het algemeen geen problemen.
In meercellensystemen dienen bij voorkeur meerdere electroden te worden geïnstalleerd.
In propstroomsystemen wordt de zuurstofinbreng doorgaans geregeld met één zuurstofelectrode.
In verband met lage zuurstofgehalten en hiermee samenhangende grote nauwkeurigheden in de metingen, is opstelling van de electroden in het begin van de tank niet zinvol.

In grote omloopbeluchtingssystemen wordt de zuurstofinbreng geregeld op basis van volcontinue zuurstofmetingen in de tank of discontinue $NH+_4/N0-_3$-metingen in het effluent, danwel een combinatie van beide methoden.

Beoordeling en aanbeveling voor verder onderzoek

Gegevens uit de literatuur met betrekking tot energie- en kostenbesparing dienen met voorzichtigheid te worden beschouwd.
De vermelde besparingen op energiekosten variëren van 0 tot 40% en lagen in het algemeen tussen 10 en 20%.

Uit de inventarisatie van de praktijksituatie in Nederland is gebleken dat nog weinig onderzoek is verricht naar de mate van energiebesparing door automatische regeling van de zuurstofinbreng.
Op de meeste actief-slibinstallaties was reeds vanaf de inbedrijfstelling een automatisch teruggekoppelde regeling van de zuurstofinbreng in werking.

Het verdient aanbeveling in een praktijkonderzoek de mogelijkheden voor een anticiperende regeling, al dan niet in combinatie met een teruggekoppelde regeling te bestuderen.

januari 1986
J.C. Plas

Het Watermerk

Hubert werkt sinds 1880 aan de zuivering van water. Het innovatief denken van Hubert op dit gebied heeft in belangrijke mate bijgedragen tot de huidige stand der techniek.

Hubert ontwerpt, fabriceert en installeert een breed programma van mechanische apparatuur en installaties voor de behandeling en zuivering van water.

Een klantgerichte aanpak draagt ertoe bij dat steeds meer bedrijven zich wenden tot Hubert om te komen tot probleemoplossingen met een watermerk.

Hubert

Kooyweg 20, 8715 EP Stavoren.
telefoon 05149-1625, fax 05149-2198,
telex 46172 ehsta nl.

Hubert, een gezonde zaak.

OVERBELASTING VAN NABEZINK-TANKS. HET VOORKOMEN VAN SLIB-VERLIES MET POLYELECTROLIETEN

Bespreking van het rapport van de STORA, d.d. mei 1981 inzake onderzoek in het kader van het project "Hydraulische en technologische aspecten van het procesgebeuren in nabezinktanks".

Het betreffende onderzoek, is uitgevoerd door DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV (Projectleider ir. C.C.M Trentelman), met medewerking van de Gemeenschappelijke Technologische Dienst OostBrabant en de beheerder van de rioolwaterzuiveringsinrichting te Oss.

Voor de begeleiding van dit onderzoek was er. namens de STORA, een commissie bestaande, uit:
ir.E.L.C. Koster (voorzitter), ir A.H. Dirkzwager, ir. J. Ebbenhorst, ir. L.J T. de Vreede en ir. T.W.M.Wouda.

Inleiding

Uit de STORA enquete betreffende de werking van nabezinktanks, gehouden in het kader van het STORA-project "Hydraulische en technologische aspecten van nabezinktanks", bleek dat bij rwa (regenweer-aanvoer)de nabezinktanks van een aantal rioolwaterzuiveringsinrichtingen zodanig worden belast, dat sliboverstorting met het effluent plaats heeft, als gevolg van slechte bezinkeigenschappen van het actieve slib, de grootte van het aanvoerdebiet en de ontwerpbelasting.
In Nederland vindt sliboverstorting in de meeste gevallen slechts plaats bij rwa. De duur van de rwa in de zuiveringsinrichting is kort ten opzichte van de tijd waarin de zuiveringsinrichting wordt belast. Het is dus niet nodig om continu polymeren te brengen in de slibstroom naar de nabezinktank.
Doseren bij dreigende overbelasting door rwa zou voldoende moeten zijn om sliboverstort te voorkomen.

Het doel van het onderzoek was na te gaan of en in welke mate het mogelijk is om, door beperkte toepassing van polymeren, de bezinkeigenschappen van slib zodanig te verbeteren dat, bij rwa, de capaciteit van bestaande nabezinktanks wordt vergroot, opdat geen sliboverstorting optreedt.
Hiertoe is een systeem opgezet waarbij men bij rwa de slibspiegel in de nabezinktank tot een bepaalde hoogte laat stijgen. Bij deze hoogte begint men polymeer te doseren met het doel de slibspiegelstijging in korte tijd te stopppen. Wanneer de aanvoer afneemt wordt de polymeerdosering beëindigd. Het onderzoek aan een dergelijk systeem is in het rapport beschreven.

Naar aanleiding van de in het ontwerp van het rapport beschreven proeven zijn op de rwzi Den Bosch onderzoekingen gedaan met de dosering van polymeren aan de slibstroom naar de nabezinktank. Deze experimenten hadden een goed resultaat.

Polymeerkeuze

Rekening moet worden gehouden met de directe inzetbaarheid van het polymeer dat goed en snel oplost in water.
Voor het onderzoek diende de apparatuur zo eenvoudig mogelijk te zijn Daarom is de voorkeur gegeven aan vloeibare polymeren. Opgemerkt wordt dat, voor toepassing in de praktijk, per installatie de keuze van het polymeer zal moeten worden gedaan op basis van een testprogramma op praktijkschaal.
Uit experimenten met een zevental polymeren bleek dat voor de proeven op praktijkschaal voor dit onderzoek kon worden gekozen voor Purifloc C40 (fabr. Dow Chemical).

Opzet van de proeven op praktijkschaal

Proefopstelling

Het polymeer werd gedoseerd tussen de beluchtingsruimte en de nabezinktank. Uit een voorraadvat is, met behulp van een volumetrische lobbenpomp (Verpovo pd 11-20S) met een capaciteit van 10 - 200 l/h, de onverdunde polymeeroplossing gedoseerd in een vloeistofstroom bestaande uit effluent. Het debiet werd zo ingesteld dat de polymeerconcentratie na de statische menger tussen 0,1 en 0,5 % lag.
De doseerpunten bevonden zich 1 m boven de waterspiegel van de overstort naar de nabezinktank en waren verdeeld over een afstand van 1 m. Aangenomen is dat voldoende menging van het polymeer zou optreden in de aanvoerleiding naar en de inlooptrommel van de nabezinktank.

Beschrijving van de proeven

De proeven zijn uitgevoerd aan een nabezinktank van de rwzi Oss. Deze rwzi heeft twee parallel geschakelde beluchtingstanks met voorbezinking. Elke straat is voorzien van twee ronde nabezinktanks. Verdere gegevens staan vermeld in onderstaande tabel.

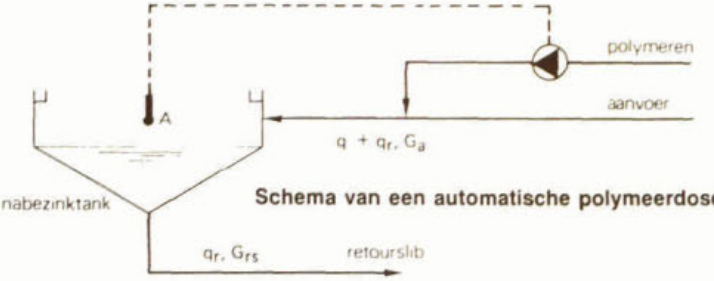
beluchtingsruimte	gemeten slibbelasting inhoud per straat	0,075 kg BZV/kg ds.d 20.400 m^3
nabezinktank	diameter kantdiepte oppervlakte inhoud max. oppervlaktebelasting	41,8 m 2,0 m 1.370 m^2 3.540 m^3 1 $m^3/(m^2.h)$

In totaal zijn vier proefnemingen gedaan.
Tijdens de experimenten werd de nabezinktank belast met 1375 m^3/h, de maximale belasting. Het slibretourdebiet was ingesteld op 850 m^3/h. Gestart is met een

slibspiegelhoogte die, zoals bij dwa-condities gebruikelijk, onder de kantdiepte lag. Na instelling van het genoemde aanvoerdebiet en slibretourdebiet steeg de slibspiegel. De slibhoogte is gemeten met een foto-electrische sonde. Op het moment, dat de slibspiegel was gestegen tot 1,5 m diepte, werd de polymeerdosering gestart. Daarna is de dosering niet meer veranderd. De gebruikte polymeerdoseringen waren 1,3 - 2.1 - 2,6 en 3,0 mg/e, betrokken op aanvoerdebiet en retourslibdebiet.

Polymeerdoseerinrichting

Bij de rwzi te Oss is gebleken dat de dosering van vloeibare polymeren binnen 30 minuten de stijging van de slibspiegel kan stoppen, na dosering van polymeer bij een slibspiegelhoogte van 1,5 m. Aan de hand van een proefondervindelijk gevonden verband tussen slibspiegel-stijgsnelheid bij rwa en polymeerdosering kon worden vastgesteld welke dosering minimaal nodig is om sliboverstorting te voorkomen. In onderstaande figuur is een schema gegeven van een automatische polymeerdosering. Als de slibspiegel stijgt tot slibspiegelmeter A, bijvoorbeeld 1,5 m onder de kantlijn, wordt de polymeerdosering ingeschakeld. Wanneer de slibspiegel weer beneden het niveau A komt, wordt de dosering gestopt.



Schema van een automatische polymeerdoseerinrichting

De schakeling kan zo worden verfijnd, dat niet alleen op de slibspiegelhoogte maar ook op de slibspiegelstijgsnelheid kan worden geschakeld. Hierdoor kan worden voorkomen dat ondanks een afname van de slibspiegelstijgsnelheid toch polymeer wordt gedoseerd als de slibspiegelmeter A bereikt.
Dit kan worden bereikt door gebruik te maken van een tweede slibspiegelmeter B, beneden meter A.
Wanneer de tijdsduur voor het afleggen van de afstand tussen meter B en meter A kleiner is dan een ingestelde tijd, dan start de polymeerdosering.

Kosten

Als kosten zijn opgegeven de uitgaven voor investering i.v.m. de aanschaf van de doseer- en regelapparatuur en voor het verbruik van polymeren.

Investeringen

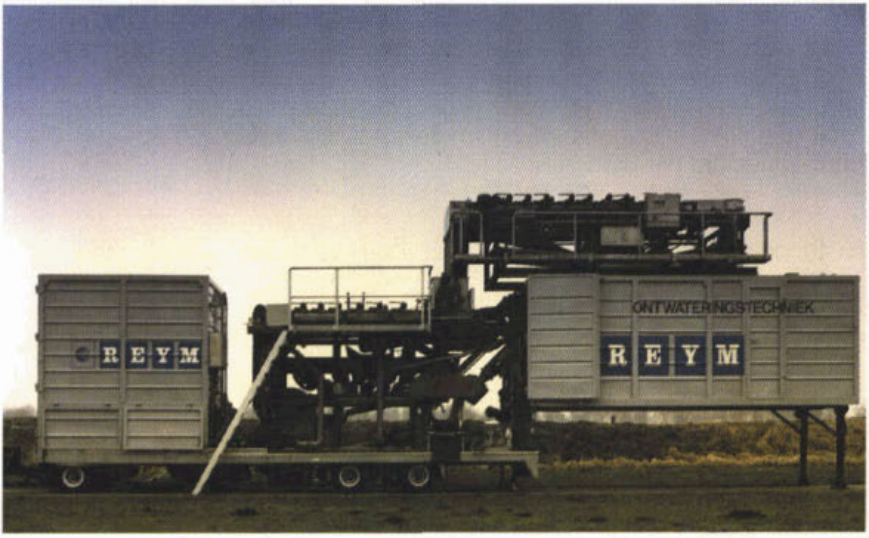
Vermeld zijn de geraamde investeringskosten voor een automatisch geregelde polymeerdoseerinstallatie voor een zuiveringsinrichting met een hydraulische

REYM

ONTWATERINGSTECHNIEK

KOSTENBESPARING DOOR VOLUMEBEPERKING VAN SLIB

- multifunctioneel inzetbaar door breed scala en groot aantal installaties
- zeer hoog afscheidingsrendement
- totale projectaanpak inclusief logistiek & verwerking
- slibontwatering op contractbasis of bij calamiteiten



Afbeelding: Cascade-systeem

Met het Cascade-systeem beschikt Reym Ontwateringstechniek over een unieke en kostenbesparende configuratie van een Aquaway® en Zeefbandpers (capaciteit 10/70 M^3/uur tot steekvast produkt).

Reym Europoort
Tel. (01819) 626 99
Fax (01819) 633 45

Na 10-10-1995
Tel. (0181) 26 26 99
Fax (0181) 26 33 45

Contactpersoon:
W. Arnoldus

Reym Rotterdam
Amstelstraat 12
3044 CA ROTTERDAM

Postbus 11019
3004 EA ROTTERDAM

Tel. (010) 4623300
Fax (010) 4624932

capaciteit van 1200 m3/h en één nabezinktank. De volgende uitgangspunten zijn nog gebruikt:

- retourslibdebiet = 600 m^3 (50%)
- polymeerdosering 3 g/m^3 (betrokken op aanvoer-en slibretourdebiet)
- polymeerconcentratie 6 gew.%
- polymeervoorraad voor 15 uur
- verdunningswater wordt onttrokken aan de terreinleiding.

Benodigde onderdelen:

- voorraadvat, zelfdragend incl. leidingwerk	ƒ 3.500,-
- polymeerdoseerpomp. inclusief leidingwerk. Cap. 200 l/h	ƒ 6.000,-
- electrode, inclusief kabels, aansluitingen en montage	ƒ 4.500,-
- doseerleiding, 100 m, inclusief graafwerk en aanluitingen	ƒ 3.000,-
Totaal (prijspeil 1981)	ƒ 17.000,-

Polymeerkosten

De kosten van chemicaliën zijn bepaald door het aantal uren dat de polymeerdoseerinstallatie in bedrijf zal zijn, de benodigde dosering in g/m^3 slib en de hoeveelheid te behandelen slib. Bij een frekwentie van 10 - 15 keren per jaar en een aangenomen duur van 10 uur per overstorting leidt dit tot 100 - 150 bedrijfsuren per jaar. De kosten wegens de polymeren bedragen dan ƒ 0,20 tot ƒ 0,40 per inwonerequivalent per jaar.

Enkele conclusies

Het bleek dat polymeerdosering binnen 30 minuten leidt tot een vermindering van de slibspiegelstijgsnelheid of tot een volledig tot stilstand komen van de slibspiegel.

Voor een voldoende effect was bij dit onderzoek een dosering van meer dan 2,6 mg/l vereist.
Automatisering van de polymeerdosering is mogelijk.
Als jaarkosten zijn genoemd enkele dubbeltjes per inwonerequivalent.

januari 1986
J.C. Plas

ENERGIEBESPARING OP CARROUSELS EN OXYDATIESLOTEN

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. september 1986

Doel van het onderzoek was om op praktijkschaal de mogelijkheden van energiebesparing op oxydatiesloten door aanpassing van de bedrijfsvoering na te gaan.
Het onderzoek is uitgevoerd door DHV Raadgevend Ingenieursbureau, met medewerking van de provincies Friesland en Utrecht en de beheerders van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen Dokkum en Houten.
Vanwege het algemene belang van het onderzoek naar mogelijkheden voor energiebesparing participeerde de Directie Algemeen Energiebeleid van het ministerie van Economische Zaken (voor éénderde) in de kosten van het project.
Voor de begeleiding van het onderzoek was er, namens de STORA, een commissie bestaande uit:
ir. J. Boschloo (voorzitter), ir. J. Bosman, ir. R. den Engelse, ir. J.H.J.M. van der Graaf, drs. E.V. van Heekeren en ir. L.M.E. Schouteten.

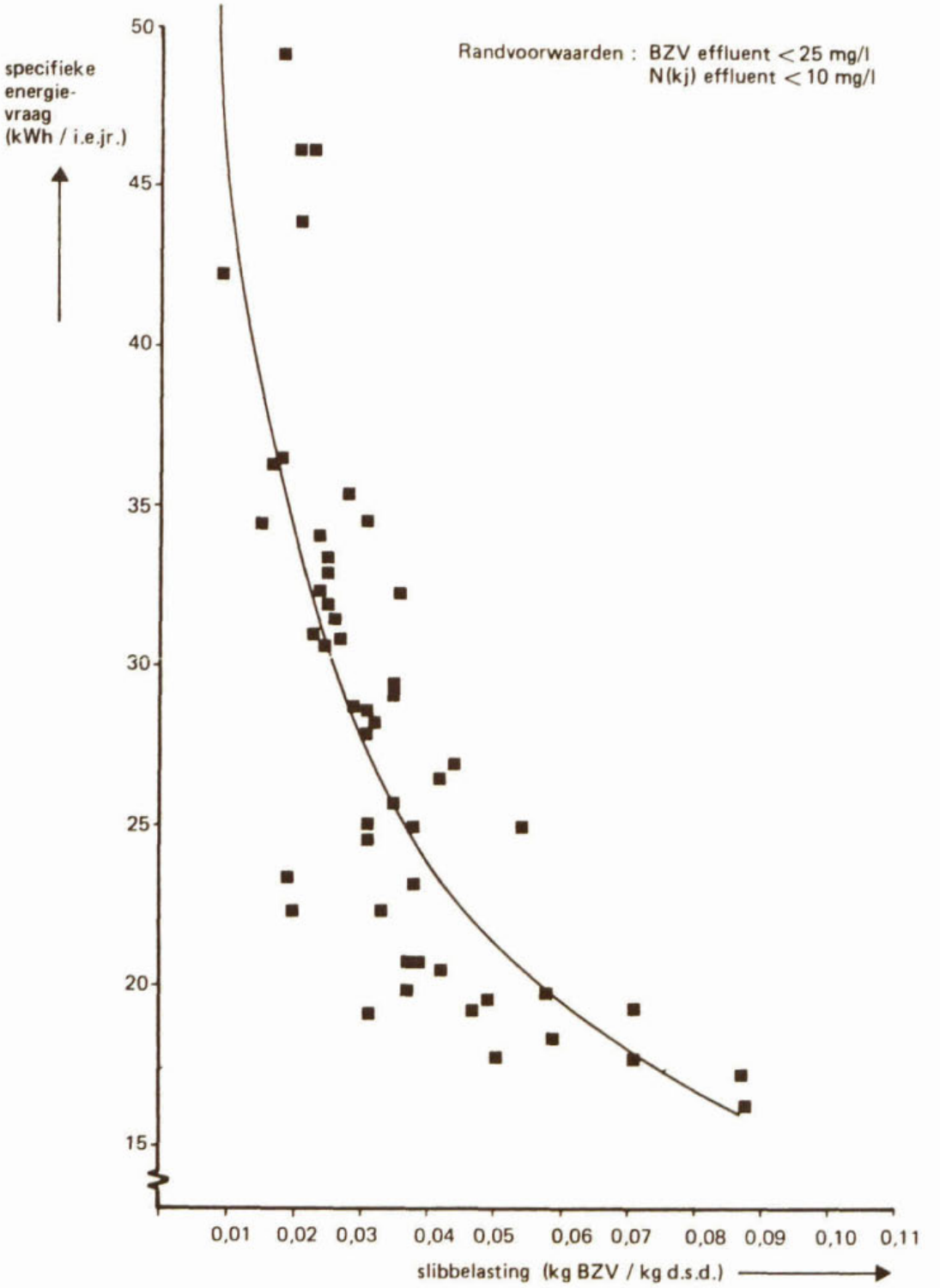
INLEIDING

Bij het aëroob zuiveren van uw afvalwater in ultra-laagbelaste actief-slibinstallaties wordt het totale energieverbruik in belangrijke mate (»80%) bepaald door het energieverbruik van de beluchting. Het energieverbruik per inwonerequivalent hangt daarbij onder meer af van de toegepaste slibbelasting.

Inventarisatie van de gegevens over twee bedrijfsjaren van 32 oxydatiesloten met een ontwerpcapaciteit >10.000 i.e. gaf aan dat het specifieke energieverbruik, uitgedrukt in kWh/i.e. jr voor dit type zuivering bij gelijke ontwerpgrondslag kan liggen tussen 20 en 50 kWh/i.e. jr.
Deze inventarisatie gaf daarnaast nog aan dat:
- 90% van de beschouwde rwzi's werd bedreven op een slibbelasting lager dan ontwerpbelasting;
- bij bedrijf op ontwerpbelasting een specifiek energieverbruik van circa 21 kWh/i.e. jr.verwacht mag worden;
- het specifieke energieverbruik bij afnemende slibbelasting sterk toeneemt.

Gezien het hoge aandeel van de energiekosten in de exploitatiekosten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen in het algemeen en van oxydatiesloten in het bijzonder, is besparing op deze bedrijfskosten door verlaging van het energieverbruik van bijzonder belang.

Het hoge specifieke energieverbruik van de onderbelaste installaties wordt veroorzaakt door:
- de relatief grote zuurstofbehoefte voor de endogene ademhaling;
- de noodzaak om bij continue beluchting meer vermogen in te brengen dan nodig is voor de totale zuurstofbehoefte, teneinde voldoende stroomsnelheid te creëren om slibbezinking in de bassins te voorkomen.



Verband tussen het specifiek energieverbruik (jaargemiddelden) **en de actuele slibbelasting**

Op basis van de bevindingen van de inventarisatie zijn de volgende maatregelen, waarvan in de praktijk energiebesparing verwacht mag worden, in de bedrijfsvoering voorgesteld:

- intermitterend beluchten (verlaging van de gemiddelde zuurstofinbreng);
- het verlagen van het slibgehalte waardoor de slibbelasting wordt verhoogd tot de ontwerpbelasting;
- stikstofverwijdering (nitrificatie - denitrificatie) door sturing van de beluchter door een ammonia-electrode in het influent.

In experimenten op praktijkschaal aan onderbelaste oxydatiesloten (in 1984 rwzi Dokkum en in 1985 rwzi Houten) is nagegaan in hoeverre deze maatregelen realiseerbaar zijn en welke besparing ze bewerkstelligen.

ENERGIEBESPARING DOOR INTERMITTEREND BELUCHTEN

Randvoorwaarde voor de toepasbaarheid van intermitterend beluchten is, dat het bezonken slib weer volledig in suspensie kan worden gebracht. Door vooraf een (eenvoudig) onderzoek in te stellen naar de dynamiek van intermitterend beluchten kan voor iedere situatie een uitspraak over de praktische toepasbaarheid ervan worden gedaan.
Een dergelijk vooronderzoek bepaalt:

- het verband tussen slibbezinking en de stroomsnelheid; onder een kritische stroomsnelheid en bij stilstand van de beluchters zal het slib bezinken. Na de periode van stilstand zal voldoende stroomsnelheid gecreëerd moeten kunnen worden om het bezonken slib weer in suspensie te brengen;
- de dynamiek van intermitterend beluchten; hierbij worden de optimale wachttijden en looptijden vastgesteld, waarin het slib bezinkt respectievelijk weer volledig in suspensie gebracht wordt, zonder verslechtering van de effluentkwaliteit.

Bij maximaal ingebracht vermogen kon in Dokkum (SVI 75 ml/g) de bezonken slibmassa niet weer volledig in suspensie worden gebracht, waardoor de slibafzettingen op de bodem van het circuit toenamen.
Op de rwzi Houten was al sprake van intermitterend beluchten; het onderzoek *toonde echter aan dat de looptijd nog verder gereduceerd kon worden*, van 16,5 tot circa 12 uur/dag, en het energieverbruik van 52 tot 34 kWh/i.e. jr.
De slibvolume-index bedroeg hier 100 ml/g; er trad geen slibafzetting op die niet weer in suspensie gebracht kon worden.

DE INVLOED VAN DE SLIBBELASTING OP HET ENERGIEVERBRUIK

Om het slibgehalte in het beluchtingscircuit aan te passen aan de gemiddelde *actuele belasting moest dit bij de rwzi Dokkum teruggebracht worden van circa* 4,0 kg/m^3 tot circa 2,2 kg/m^3, en bij de rwzi Houten tot 1 a 1,5 kg/m^3 om de gemiddelde slibbelasting op de ontwerpwaarde van 0,054 kg BZV/kg d.s.d. te regelen. In het laatste geval is de ondergrens op 2 kg/m^3 gesteld om geen problemen te krijgen bij vlokvorming, bezinking e.d.
Het regelen en het handhaven van *het slibgehalte geven in de praktijk problemen.*

In Houten bleek het niet mogelijk het slibgehalte te handhaven op de gewenste waarde van 2 kg/m^3 door afvoerproblemen van het surplusslib en de regenwateraanvoer. In Dokkum zakte het slibgehalte tot 0,7 kg/m^3. Het inschakelen van de beluchters op maximale dompeldiepte bracht het slibgehalte terug op 3,9 kg/m^3, waaruit geconcludeerd kan worden dat eerdere bodemafzettingen weer in suspensie waren gebracht.

Het regelen van de slibbelasting op de waarde van de ontwerpslibbelasting door verlopen van het slibgehalte kan op onderbelaste installaties leiden tot energiebesparing. De daling van de zuurstofbehoefte door de verhoging van de slibbelasting resulteert echter vaak alleen in een energiebesparing wanneer tegelijkertijd intermitterend beluchten mogelijk is.
Het specifiek energieverbruik te Houten daalde daardoor verder tot 28 kWh/i.e. jr. Indien intermitterend beluchten niet mogelijk is, zal continue beluchten de afzetting van slib op de bodem moéten voorkomen, waardoor de mogelijke energiebesparing te niet wordt gedaan.

REGELING NITRIFICATIE EN DENITRIFICATIE MET EEN AMMONIA-ELEKTRODE

Uit het oogpunt van energiebesparing is het zinvol om zoveel mogelijk gevormd nitraat te denitrificeren; daarbij dient echter wel voldoende zuurstof ingebracht te worden voor het nitrificatieproces. Bij vrijwel alle grotere installaties vindt automatische regeling van de mate van nitrificatie en denitrificatie plaats op het signaal van een zuurstofelektrode. Deze regeling berust in feite op de meting van een indirecte grootheid: de zuurstofconcentratie.

Een alternatief gaat uit van de meting van een directe grootheid, NH_4-N, met behulp van een ammonia-elektrode, een gaselektrode die de partiële druk van de ammonia in het monster meet. Ten tijde van het onderzoek was de Kent, model 8022, de enige monitor die elektrode en adequate randapparatuur combineerde. In de experimenten is het aspect van de energiebesparing onvoldoende aan de orde geweest om daar degelijke uitspraken over te kunnen doen. De regeling functioneerde echter zeer goed; het bleek mogelijk een gemiddelde Kj-N-concentratie in het effluent beneden een gewenste grenswaarde te houden. Een vergaande denitrificatie kon worden bereikt.
Vergeleken met de regeling op basis van de zuurstofconcentratie is het aantal regelacties van de verstelmotor van de beluchter aanzienlijk verminderd; minder dan twee keer per dag tegen zes tot acht keer per dag. Daarbij werd de beluchter steeds naar maximale dompeldiepte gestuurd. Een beluchter met vast toerental, vaste dompeldiepte en een aan/uit-regeling,

ENKELE CONCLUSIES

- Door intermitterend beluchten kan energie worden bespaard op onderbelaste rwzi's. Er moet echter wel voldoende vermogen ingebracht kunnen worden om het bezonken slib weer volledig in suspensie te brengen. Dit is afhankelijk van de stroomsnelheid in het circuit bij maximaal ingebracht vermogen en van de slibeigenschappen, met name de slibvolume-index mag niet te laag zijn.

* Op onderbelaste installaties kan energie worden bespaard door het regelen van de slibbelasting op de waarde van de ontwerpbelasting. Hierbij zal tevens intermitterende beluchting toegepast moeten worden.
  In de praktijk kan het handhaven van een laag slibgehalte een beperking voor de toepassing zijn.

* De regeling van de zuurstof-inbreng op basis van de meting van de ammoniaconcentratie is goed mogelijk. Vergeleken met de regeling op basis van de zuurstofconcentratie is sprake van een rustiger regelgedrag. Dompeldiepte-verstelling van de beluchter(s) is bij deze regeling niet noodzakelijk.

* Per situatie zal steeds moeten worden afgewogen of de mogelijke besparingen opwegen tegen de inspanningen van een aangepaste bedrijfsvoering.

Ir. P.C. Stamperius, Stora, Rijswijk

MAGENDANS

Waalstraat 4
6673 MA Andelst
Telefoon: (08880) 53346
Fax: (08880) 53569
per 10-10-'95: (0488) 453346
fax: (0488) 453569

Adviesbureau voor
Afvalwaterbehandeling
en Slibontwatering

Meet- en regelinstallaties voor verwijdering van NH_3, NO_3 en PO_4 en automatisering van de dosering van polymeren en AL^{3+} en FE^{3+}

HAB
water milieu b.v.

Haalbaarheidsstudies, advies, ontwerp, bouwbegeleiding, uitvoering van projecten en pilotplant testen inzake:

Water- en milieutechnologie

-watervoorziening
-waterbesparing
-waterhergebruik
-waterbereiding (drink- & proces-)
-(bagger) slibverwerking
-filtratie
-bodemsanering/reiniging
-fysische/chemische en biologische (afval)water zuivering
-membraantechnologie
•*hyperfiltratie*
•*ultra- en microfiltratie*
•*electrodialyse*
-ionenwisseling

Tevens kunnen wij u van dienst zijn bij uitbreiding, modificatie, optimalisatie en modernisering van bestaande waterbehandelingen voor **overheid, nutsbedrijven en industrie.**

HAB water & milieu bv

Klokhoek 16b
3833 GX Leusden
Tel. (033) 94 57 08

Postbus 379
3830 AK Leusden
Fax (033) 95 13 75

Maak kwaliteit meetbaar!
Parameters in de afvalwaterzuivering

APT B.V. Postbus 524 2400 AM Alphen a/d Rijn
Tel. 01720-30661, Fax 01720-22361
m.i.v. 10-10-'95:
Tel. (0172) 430661, Fax (0172) 422361

apt instrument

Maakt kwaliteit meetbaar !

MOGELIJKHEDEN VAN SLIB-OP-DRAGER-SYSTEMEN VOOR DE AEROBE BIOLOGISCHE ZUIVERING VAN STEDELIJK AFVALWATER (LITERATUURSTUDIE)

Bespreking van de literatuurstudie van een onderzoek dat uitgevoerd wordt door de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO en Gist-Brocades N.V., met als opdracht het ontwikkelen en vaststellen van de toepassingsmogelijkheden van een nieuw ruimtebesparend zuiveringssysteem met goed bezinkbaar slib voor de aërobe biologische zuivering van stedelijk afvalwater.

Het onderzoek naar dit soort systemen wordt financieel gedragen door de overheid vanuit de subsidieregeling Schone Technologie-Water (samenwerkingsverband van de ministeries VROM, L en V, EZ, en V en W), de STORA en de beide opdrachtnemers.
Voor de begeleiding van het onderzoek was er namens VROM en de STORA een commissie bestaande uit: ir. A.E. van Giffen (voorzitter), ing. M.M.J. Allessie, dr. ir. G. Schraa, ir. P.C. Stamperius, ir. W. van Starkenburg, ir. K. Visscher en ir. T.W.M. Wouda.

Inleiding

De huidige oxydatief biologische zuiveringsinrichtingen voor stedelijk afvalwater werken betrouwbaar, maar hebben als nadeel een geringe hoeveelheid biomassa per m^3 apparaatvolume, met als gevolg dat de hoeveelheid vuil die per m^3 apparaatvolume en per tijdseenheid kan worden toegevoerd, gering is. Het benodigde apparaatvolume en het vereiste terreinoppervlak zijn derhalve groot. In dichtbevolkte gebieden kunnen daardoor planologische problemen ontstaan.

Toepassing van systemen waarin de biomassa gefixeerd is op een inert dragermateriaal, kan dan uitkomst bieden. Het zuiveringsproces berust op hetzelfde principe als dat van de huidige zuiveringsprocessen, maar door het zeer grote contactoppervlak kunnen hoge BZV-belastingen worden toegepast en is een compacte bouwwijze mogelijk. Een fluidbedreactor is een voorbeeld van een dergelijk compact systeem met een geconcentreerde biomassa. Er zijn tekenen dat het in deze systemen gevormde slib goede bezinkingseigenschappen zou bezitten, zodat nabezinktanks wellicht niet nodig zijn of kleiner uitgevoerd kunnen worden.
De meeste aandacht op dit gebied is tot nu toe uitgegaan naar onderzoek op pilotplant-schaal aan anaërobe zuivering van industrieel afvalwater en wel voornamelijk om de stikstofverwijdering. Aan de aërobe zuivering van stedelijk afvalwater in slibop-drager-systemen is nog weinig aandacht besteed. Door de grote verschillen in samenstelling en temperatuur en door de grote debietvariaties bij stedelijk afvalwater is het moeilijk de specifieke industriële ervaringen over te dragen op de arëobe behandeling van stedelijk afvalwater.

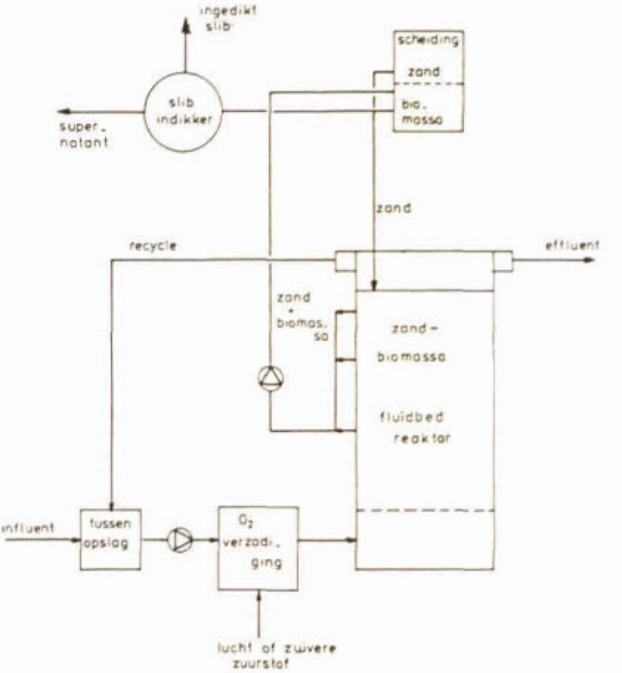
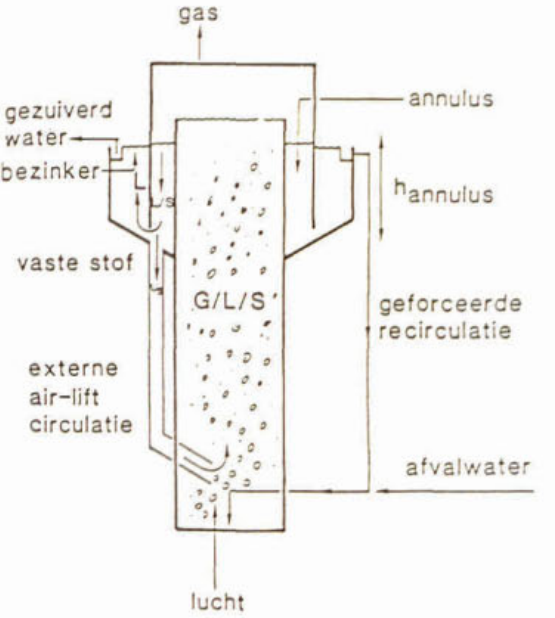


Fig. 3.1 Basisschema van een fluidbedreactor voor afvalwaterzuivering, volgens het twee-fasen-systeem (onder andere: Oxitron, Dorr-Oliver)



Schematische uitvoeringsvorm van een drie-fasenreactor

Literatuurstudie

De nadruk ligt hierbij op de oxydatief-biologische zuivering van stedelijk afvalwater en (nog) niet op de stikstofverwijdering door middel van denitrificatie. De belangrijkste uitvoeringsvormen, hun zuiveringsprestaties, de knelpunten en (waar mogelijk) de kosten worden behandeld.
De meeste informatie heeft betrekking op tweefasen-fluidbedreactoren; daarnaast komen ook andere slib-op-drager-systemen, zoals de driefasen-airliftreactor, het CAPTOR- en het LINPOR-proces, aan de orde.

tweefasen-reactoren (vast/vloeistof)
Deze zijn gekenmerkt door de afwezigheid van gasbellen in de reactor. De zuurstofvoorziening vindt met zuivere zuurstof buiten de reactor plaats, waarbij de zuurstof onder druk volledig wordt opgelost in het recirculatiewater.
Een voorbeeld hiervan is het Dorr-Oliver Oxitronsysteem. Het dragermateriaal is meestal zand, dat omgeven is door actieve biomassa. In tegenstelling tot het conventionele zuiveringsproces wordt geen slib maar effluent gerecirculeerd.
Dit is noodzakelijk om *voldoende zuurstof in te kunnen brengen en het dragermateriaal* ten tijde van geringe aanvoer van water in gefluïdiseerde toestand te houden.
Om de hoeveelheid actieve biomassa in de reactor constant te houden, moet het geproduceerde slib worden afgevoerd. Daartoe wordt een deel van de reactorinhoud gescheiden in dragermateriaal en slib.
De geometrie, het vloeistofverdeelsysteem , de zuurstoftoevoer en de hydraulische verblijftijd zijn bepalend voor de zuiveringsprestaties. Voor huishoudelijk afvalwater is daarbij weinig bekend.

Knelpunten zijn:

- het handhaven van de slibbalans;
- de instroming van afvalwater in de reactor;
- de beschikbaarheid van zuivere zuurstof.

driefasen-airliftreactor *(gas/vloeistof/vast)*
In dit door Gist-Brocades ontwikkelde systeem wordt de zuurstof in de vorm van luchtbellen onder in de reactor ingebracht. Er is geen grote vloeistofcirculatiestroom ten behoeve van de zuurstofvoorziening buiten de reactor nodig, terwijl met lucht in plaats van zuivere zuurstof kan worden gewerkt.
Onder de turbulente omstandigheden in de reactor blijkt de biomassa goed aan de drager (zand, lava, puimsteen) te hechten. Wel is het zo dat biolagen alleen worden verkregen bij korte vloeistofverblijftijden.

het CAPTOR-proces
Dit proces van UMIST/Simon Hartley Ltd. werkt met een drager van poreuze polyurethaan schuimdeeltjes van 25 x 25 x 12 mm, zogenaamde "pads" of sponsjes, die in de aëratietanks van de conventionele actief-slibinstallaties worden gebracht. De micro-organismen hechten zich aan de "pads", waardoor de biomassaconcentratie wordt verhoogd. De sponsjes moeten door het bellenbeluchtingssysteem goed in suspensie worden gehouden. Een gedeelte van de sponsjes wordt *aan de aëratietank onttrokken en na uitlekken en uitpersen* als schone drager teruggegevoerd. Een nabezinktank komt hierdoor te vervallen.

Met het CAPTOR-proces kan de capaciteit van overbelaste rwzi's worden vergroot zonder dat de rwzi daarvoor ingrijpend gewijzigd behoeft te worden.

Knelpunten zijn:

- de slijtage van de pads;
- de anaërobie in het inwendige van de pads;
- het moeilijk reinigen van de pads.

het LINPOR-proces
Deze variant op het CAPTOR-proces werd ontwikkeld door Linde AG in samenwerking met de Technische Universiteit van Munchen en maakt gebruik van kunstschuim kubusjes met ribbe 15 mm, vervaardigd uit een hoge kwaliteit polyurethaan schuim.
Deze kunststof blokjes worden niet gereinigd; losse actief-slibvlokken moeten in een slib/waterscheiding of nabezinking worden afgescheiden. Door anaërobie in de blokjes treedt een zekere mate van denitrificatie op. Toepassing van dit procédé bij overbelaste rwzi's.

Enkele conclusies

* De meest kansrijke ontwikkeling van slib-op-dragersystemen voor de zuivering van stedelijk afvalwater lijken de tweefasen-fluidbedreactor en de driefasen-airliftreactor.

* Veel aandacht zal daarbij besteed moeten worden aan de vorming en hechting van biolagen, de slibuitspoeling, het scheiden van drager en biomassa.

- Pseudo fluidbedreactoren zoals het CAPTOR- en LINPOR-proces kunnen uitkomst bieden bij overbelaste rwzi's.

Ir. P.C. Stamperius

SLIB/WATERSCHEIDING

VERKENNING VAN ALTERNATIEVEN VOOR NABEZINKING

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. februari 1987.
Doel van het onderzoek was vast te stellen welke technieken in aanmerking komen als alternatief voor nabezinking en op grond hiervan aanbevelingen te doen voor nader onderzoek. (Er is uitsluitend literatuuronderzoek uitgevoerd).

Het onderzoek werd uitgevoerd door de Vakgroep Gezondheidstechniek en Waterbeheersing van de Afdeling der Civiele Techniek TU Delft (ir. R.G. Veldkamp en ir. FJ. de Jong).

Voor de begeleiding van het onderzoek was er, namens de STORA, een commissie bestaande uit: ir. A.E. van Giffen. ing. J.H.G. Dekkers, ir. A.H. Dirkzwager en ir TW.M. Wouda.

Inleiding

Eerder STORA-onderzoek naar het procesgebeuren in nabezinktanks heeft geleid tot verbetering van inloop- en ruimerconstructies, verbeterde bedrijfsvoering en richtlijnen voor het ontwerp van nabezinktanks.

Volgens deze STORA-richtlijn worden vrijwel alle nabezinktanks in Nederland ontworpen. Dergelijke tanks kenmerken zich door een lage oppervlaktebelasting en een groot ruimtebeslag. De hoge kosten die hieruit voortvloeien vormden de aanleiding tot een (literatuur)onderzoek naar technieken met een hoog slib/waterscheidingsrendement voor actiefslib met een slibindex kleiner dan 200 ml/g. Bij slib/waterscheiding zijn twee processen van belang; het verkrijgen van een goede effluentkwaliteit (clarificatie) en het behalen van een hoog drogestofgehalte in het retourslib (indikking).

Keuze van de technieken

Bij het kiezen van scheidingstechnieken anders dan het conventionele nabezinkproces, is met name afgegaan op het verschil tussen slibdeeltjes en water voor een aantal fysische eigenschappen.
Bij het afscheiden van actief-slibdeeltjes en water heeft men te maken met soortelijke massa, deeltjesgrootte, lading, hechting e.d. Deze factoren zijn in tabel 1 opgenomen met de bijbehorende scheidingstechnieken. De in de tabel met een • gemerkte technieken werden veelbelovend geacht en zijn in het rapport verder behandeld.

* Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces (5 rapporten)

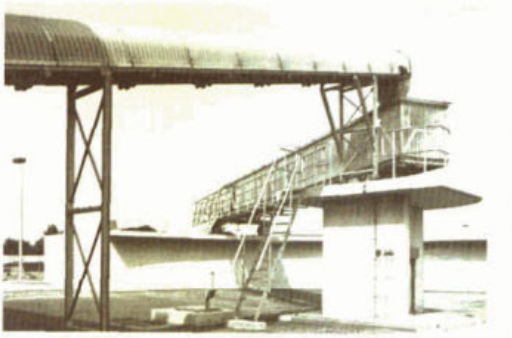
Het rapport geeft een systematische behandeling van;
- lamellenafscheiding
- magnetische afscheiding

TRANSPORT
INSTALLATIES

LUNZEN b.v. ontwerpt, fabriceert en installeert in eigen beheer; transportsystemen voor praktisch ieder produkt.
Tevens levert LUNZEN b.v. komplete bestuurde installaties exact aangepast aan Uw specifieke wensen. Daarnaast verzorgt LUNZEN b.v. de installatie van apparatuur ten behoeve van afvalwater- en rioolwater-zuiveringen. Kortom: LUNZEN b.v.
Uw partner voor transport, installatie en engineering.

LUNZEN b.v.

Ook de slibafvoerinstallatie voor het Z.W.O. werd geleverd door LUNZEN b.v.



Valkseweg 22
Postbus 72, 3770 AB Barneveld
Telefoon (03420) 128 41
Telefax (03420) 135 49
Na 10-10-1995:
Telefoon (0342) 41 28 41
Telefax (0342) 41 35 49

seepex: de investering
voor ons milieu.

seepex pompen worden ontwikkeld met het oog op verhoging van de standtijd bij geringe investeringskosten.

*Met de **seepex** 6L-geometrie wordt bij een hoger rendement een standtijdverhoging van 30 - 50% gerealiseerd.*

Door de onderhoudsvriendelijkheid van onze produkten en de optimale after-sales-service is **seepex** Uw vertrouwen waard.

seepex

seepex
Bureau Nederland
Algolweg 9-1
3821 BG Amersfoort
Tel. 033. 56 43 33, per 10-10-'95: 033. 456 43 33
Fax 033. 56 17 49, per 10-10-'95: 033. 456 17 49

- filtreren en zeven
- centrifugeren
- toepassing van hydrocyclonen
- akoestisch trillen

Voor iedere techniek worden theorie en praktijkervaringen in een apart hoofdstuk beschreven. dat telkens wordt afgesloten met een beschouwing van de pro's en contra's, en met conclusies en aanbevelingen.

criterium	techniek
soortelijke massa	
- groter soortelijk gewicht dan water	- lamellenafscheider
- grotere massatraagheid dan water	- centrifuge
	- hydrocycloon
	- swirl
deeltjesgrootte	
- vlokken van 10 tot 2000 µm	- filtreren
	- zeven
hechting	
- aan gasbelletjes	- flotatie
- aan zware deeltjes	- gefluïdiseerd bed
- aan elkaar	- dekenfiltratie
	- flocculente bezinking
- aan lange moleculen	- polyelektrolyten
- aan magnetische deeltjes	- magnetische scheiding
- aan elektrisch geladen deeltjes	- elektrodialyse
	- vlokvorming en vlok-verwijdering
lading	
	- elektrodialyse
	- ionenwisseling
trillingen	
- gevoelig voor radioactiviteit	- ioniserende straling
- gevoelig voor geluidstrillingen	- akoestisch trillen

Tabel 1. Criteria voor de keuze van de scheidingstechnieken

Tweetrapsscheidingen

Iedere scheidingstechniek op zich zorgt voor een bepaalde clarificatie van het effluent en indikking van het slib. Sommige scheidingstechnieken geven een goede indikking (hoog drogestofgehalte van het retourslib)

Geschikt voor het indikken van slib zijn;
- flotatie
- zeven en filters
- akoestische trillingen
- bezinking

Evaluatietabel van de verschillende alternatieven voor nabezinking.

techniek	aan-wezige kennis	technische aspecten			econ. aspecten	
		belas-ting	clari-ficatie	indik-king	inv. kosten	expl. kosten
conventionele bezinking	++	--	0	-	0	++
lamellenafscheiding	+	--	++	--	+	+
flotatie	+	+	0	++	+	0
magnetische scheiding	-	+	+	+	-	?
supergeleidende magn.sch.	--	++	?	?	--	?
filtreren en zeven	0	+	+	+	0	?
centrifugeren	0	+	-	++	-	?
hydrocyclonen	0	?	--	--	?	?
akoestisch trillen	--	?	?	+	?	+

aanwezige kennis en ervaring	++ veel praktijkervaring + praktijkervaring 0 toegepast op technische schaal - toegepast op semi-technische schaal -- toegepast op laboratoriumschaal
belasting	++ hoge drogestof- of oppervlaktebelasting mogelijk -- lage drogestof- of oppervlaktebelasting toelaatbaar
clarificatie	++ goede effluentkwaliteit mogelijk 0 redelijke effluentkwaliteit -- slechte effluentkwaliteit
indikking	++ hoog drogestofgehalte van het retourslib te bereiken -- laag drogestofgehalte van het retourslib
investeringskosten	++ lage investeringskosten 0 redelijke investeringskosten -- hoge investeringskosten
exploitatiekosten	++ lage exploitatiekosten 0 redelijke exploitatiekosten -- hoge exploitatiekosten

Tabel 2 Evaluatietabel van de verschillende alternatieven voor nabezinking

Geschikt voor de clarificatie van effluent zijn:
- flotatie
- zeven en filters
- lamellenafscheiding
- bezinking

Van magnetische scheiding was niet duidelijk of deze speciaal geschikt was voor clarificatie dan wel voor indikking.

Nagegaan is in hoeverre combinaties van scheidingstechnieken betere resultaten geven dan een ééntrapsscheiding. Zowel voor slibindikking, effluentverbetering als voor het opvangen van hydraulische pieken kunnen combinaties van scheidingstechnieken uitkomst bieden.

Evaluatie

Hoewel beoordeling van de technieken ten dele arbitrair blijft en door verschil in ontwikkeling van de technieken waardering niet altijd goed mogelijk is, is toch getracht de waardering van de besproken technieken compact weer te geven. Tabel 2 is hier het resultaat van

Enkele conclusies en aanbevelingen

- Tweetrapsscheidingsinstallaties zijn in een aantal gevallen, technologisch gezien, interessante alternatieven voor conventionele nabezinking.

- Centrifugeren en flotatie zijn in technisch opzicht geschikte alternatieven voor nabezinking.

- Magnetische scheiding al dan niet met supergeleidend magneetsysteem, bevindt zich weliswaar nog in het laboratoriumstadium, maar verdient nader onderzoek vanwege de zeer hoge potentiële oppervlaktebelastingen.

- Naar de technische en economische haalbaarheid van filtreren en zeven zou nader onderzoek moeten worden gedaan.

april 1987
ir. P.C. Stamperius

DENITRIFICATIE

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. oktober 1985

Doel van het onderzoek was de nieuwe mogelijkheden na te gaan voor de inpassing van denitrificatie op bestaande en nieuw te bouwen zuiveringsinrichtingen.

Het onderzoek werd uitgevoerd door Witteveen en Bos Raadgevend Ingenieursbureau.

Voor de begeleiding van het onderzoek was er namens de STORA een commissie bestaande uit: ir. A.H. Dirkzwager (voorzitter), ir. R. den Engelse, ir. B.A. Heide, ir. K.F. de Korte.

Inleiding

De eisen die momenteel worden gesteld aan de effluentkwaliteit van rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) maken het noodzakelijk om tot nitrificatie van het afvalwater over te gaan.
De meeste rwzi's, die de laatste tien jaar zijn gebouwd of in belangrijke mate zijn aangepast, zijn zodanig ontworpen dat nitrificatie dan ook plaats vindt. In de lozingsvergunningen van circa veertig procent van de rwzi's in ons land wordt nitrificatie van het gezuiverde afvalwater voorgeschreven.

Nitrificatie kost energie en verhoogt de kans op het optreden van licht slib. Door na nitrificatie te denitrificeren, kan (1) energie worden teruggewonnen, wordt (2) de kans op het optreden van licht slib beperkt en wordt (3) het stikstofgehalte van effluent verlaagd.

Bij het ontwerp en de bedrijfsvoering van de rwzi's met nitrificatie heeft de denitrificatie in het algemeen minder aandacht gekregen.
Het rapport gaat in op de vraag op welke wijze denitrificatie op bestaande en nieuw te bouwen zuiveringsinrichtingen kan worden uitgevoerd. Uit praktische overwegingen heeft de studie zich beperkt tot actief-slibsystemen en zeer laag belaste systemen volgens het oxydatiesloot-principe (andere systemen komen praktisch niet voor of zijn niet in staat tot de allereerst vereiste nitrificatie.)

Het nitrificatie-denitrificatieproces

Er bestaan verschillende methoden voor de verwijdering van stikstofverbindingen uit afvalwater (zie tabel 1). De meeste daarvan zijn echter voornamelijk geschikt voor Industrieel afvalwater. Gezien de relatief lage stikstofconcentratie in huishoudelijk afvalwater is op rwzi's alleen de biologische nitrificatie/denitrificatie toepasbaar, zowel uit praktische als kostenoverwegingen.

	stikstof-verbinding	totale selectiviteit
<u>fysisch chemische methoden</u> verontreiniging afscheiden door:		
- indampen	NO_3^-	niet-specifiek
- uitdrijven (strippen met stoom of met lucht)	NH_3	specifiek
- omgekeerde osmose	NH_4^+,NO_3^-,ureum	niet-specifiek
- adsorptie (actieve kool)	organische N-verbind.	niet-specifiek
- ionenwisseling	NH_4^+,NO_3^-	gedeeltelijk specifiek
- elektrodialyse	NH_4^+,NO_3^-	niet-specifiek
<u>chemische methoden</u> verontreiniging vernietigen door:		
- oxydatie door verbranden	Kjeldahl-N	niet-specifiek
- oxydatie met chloor	Kjeldahl-N	niet-specifiek
<u>biochemische methoden</u> verontreiniging omzetten door:		
- dissimilatie, assimilatie	alle stikstof	N en P
- nitrificatie	NH_4^+	specifiek
- denitrificatie	NO_3^-	specifiek
- hydrolyse	org. N-verb.,ureum	niet-specifiek

Tabel 1. Verwijdering of omzetting van stikstofverbindingen uit afvalwater

De nitrificatie in het actief-slibproces geschiedt door bacteriën van de geslachten Nitrosomonas, voor de omzetting van ammonium in nitriet, en Nitrobacter voor de omzetting van nitriet in nitraat. Deze bacterie-soorten hebben een lage groeisnelheid ten opzichte van de andere bacteriën in het actiefslib, zodat nitrificatie alleen bij een hoge slibleeftijd optreedt. In figuur 1 wordt de minimale slibleeftijd voor het optreden van nitrificatie weergegeven als functie van de temperatuur, de pH en de zuurstofconcentratie.

Bacterien met het vermogen om te denitrificeren komen in het algemeen voor in actiefslib, zodat elke actief-slibinstallatie in principe in staat is tot denitrificeren. Essentieel hierbij is de aanwezigheid van een zuurstofloze zone in het afvalwater, waarin deze bacteriën in plaats van zuurstof nitraat gebruiken voor de oxydatie van organische stof. Het nitraat wordt hierbij gereduceerd tot stikstofgas. Voor een goed verloop van de denitrificatie is een zuurstofgehalte van minder dan 0,5 mg/l en de aanwezigheid van voldoende BZV noodzakelijk. Het optimale pH-gebied voor nitrificatie en denitrificatie ligt tussen 7 en 8.

Bij Heidemij Advies werken in interdisciplinair verband circa 1250 specialisten op het gebied van milieu, ruimtelijke inrichting, infrastructuur en vastgoed. Zowel voor overheid als bedrijfsleven. Hun activiteiten resulteren in praktisch toepasbare oplossingen. Bijvoorbeeld op het gebied van

integraal waterbeheer

Als 's lands grootste advies- en ingenieursbureau worden wij ingeschakeld bij vraagstukken rondom aktuele thema's als bestrijding verdroging, waterbodems, natuurontwikkeling en stedelijk waterbeheer.

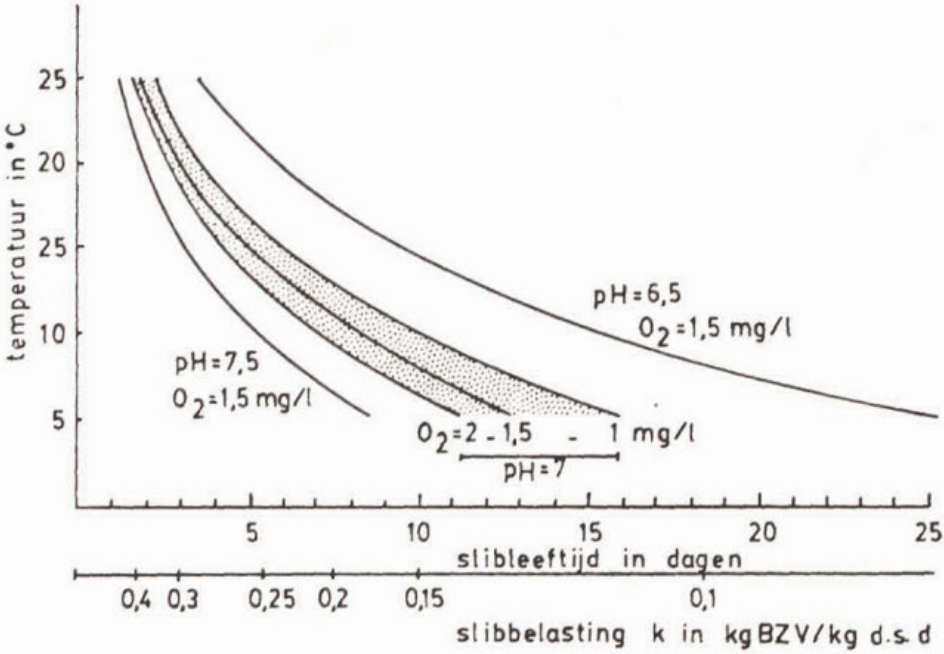
heidemij advies

Wij leveren advies en ondersteuning bij onder meer:

- *planning, inrichting en beheer van regionale watersystemen*
- *ecohydrologisch onderzoek*
- *beleidsondersteunende studies*
- *milieu-effectstudies*
- *verwerking van slib en baggerspecie*
- *afvalwaterbehandeling*

Onze adviseurs opereren vanuit een groot aantal regionale vestigingen verspreid over Nederland. Neem voor meer informatie vrijblijvend contact met ons op.

Heidemij Advies BV, Postbus 264, 6800 AG Arnhem. Telefoon: 026-3778899 (tot 10-10-1995 085-778899)
Vestigingen in: Assen, Deventer, Hoofddorp en 's-Hertogenbosch.



Figuur 1. Minimaal vereiste slibleeftijd voor het optreden van nitrificatie, als functie van temperatuur, pH en zuurstofconcentratie.

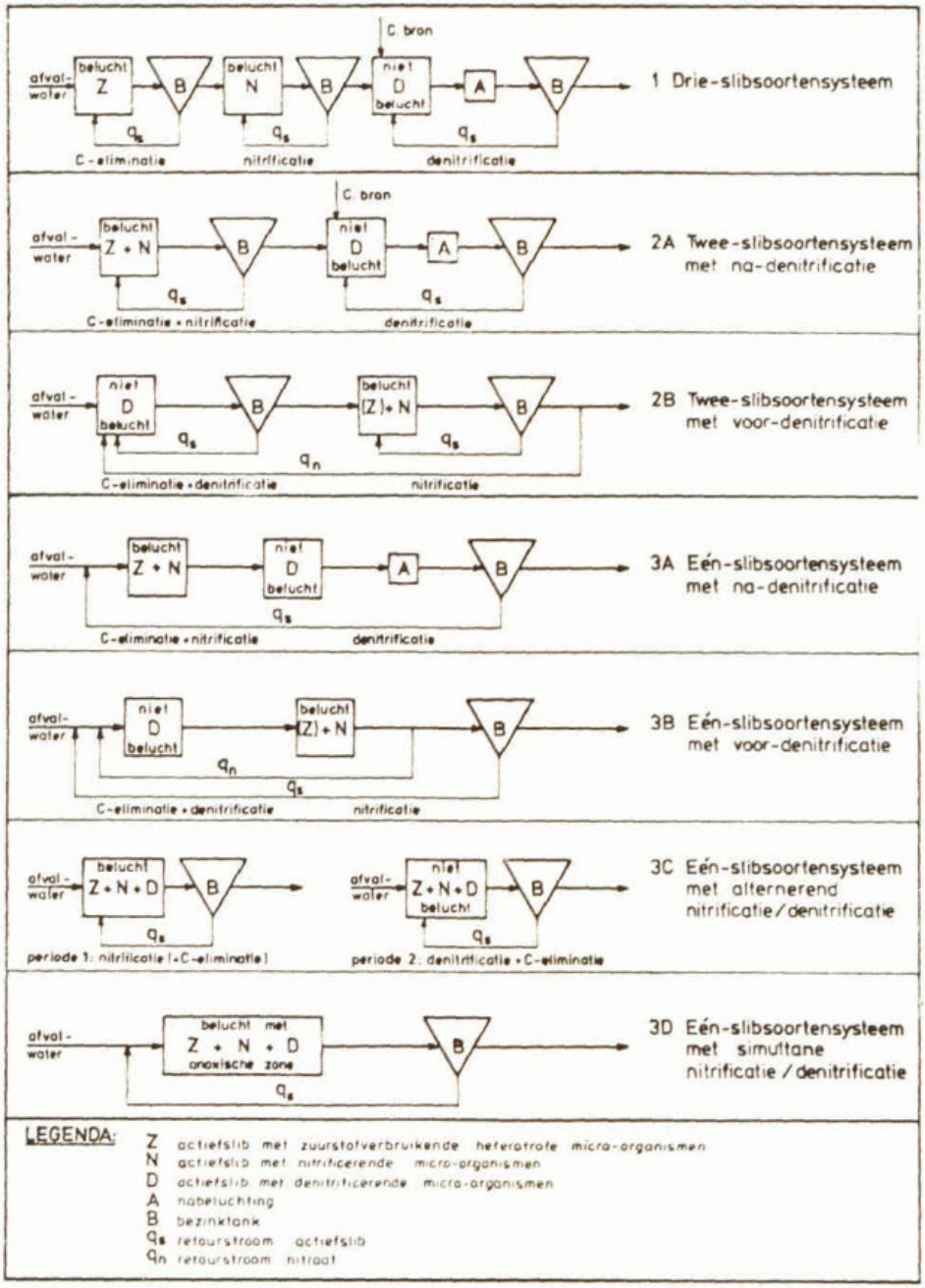
Biologische zuiveringsprocessen met stikstofeliminatie worden onderscheiden naar (zie figuur 2):
- geheel, gedeeltelijk of niet scheiden van verschillende slibsoorten;
- anaërobe denitrificatiezone vóór, na of in dezelfde ruimte als de aërobe zone voor BZV-afbraak nitrificatie. Bij gescheiden denitrificatie behoeven de slibsoorten niet te worden gescheiden.

Mogelijkheden voor verbetering van denitrificatie op Nederlandse rwzi's

Uit een inventarisatie van de werking van de Nederlandse rwzi's (stand per 01-01-1983) blijkt dat op 43% van de 460 aanwezige rwzi's een goede nitrificatie, d.w.z. meer dan 80% N-Kj-verwijdering, plaatsvindt. Op i.e.-basis gaat het hier om 37% van een totale ontwerpcapaciteit van 19 miljoen i.e.
Het betreft hier circuits, laagbelaste actief-slibsystemen en een deel van de tweetrapsinstallaties.

Bij de goed nitrificerende rwzi's treedt in ruim de helft van de gevallen ook een goede denitrificatie op, wat meer dan 70% N-totaalverwijdering inhoudt. De belastingsgraad heeft een belangrijke invloed op de mate van denitrificatie.

De rwzi's die in aanmerking komen voor verbetering van de denitrificatie zijn vooral oxydatiesloten met borstelbeluchting, laagbelaste actief-slibsystemen en onderbelaste oxydatiesloten met puntbeluchting of bellenbeluchting. Het gaat hier om ongeveer 80 rwzi's met in totaal 3,2 miljoen i.e.



Figuur 2. Toepasbare processen voor biologische stikstofverwijdering

Op basis van de in aanmerking komende zuiveringssystemen en te verwachten kosten bieden de volgende methoden de beste perspectieven:
- voor-denitrificatie met één (eventueel 2) slibsoorten;
- alternerend beluchten;
- simultane nitrificatie/denitrificatie.

Daarnaast is het ook van belang om de procesomstandigheden voor denitrificatie te verbeteren door:
- goede regeling van de zuurstoftoevoer;
- aanwezigheid van een geschikte C-bron;
- beschikbaarheid van nitraat;
- voldoende omvang van de anoxische ruimte.

Uitwerking van aanpassingsmogelijkheden

Op basis van de hiervoor genoemde overwegingen zijn de navolgende zuiveringssystemen verder uitgewerkt:
1. Circuit van 20.000 i.e.; optimalisatie van de zuurstoftoevoer.
2. Circuit van 20.000 i.e., met bellenbeluchting en binnenring voor denitrificatie; verbetering van de nitraattoevoer door aanpassing van de recirculatie.
3. Propstroomsysteem van 100.000 i.e., waarin door aanpassing van het beluchtingssysteem een anoxische zone wordt gecreëerd.
4. Volledig gemengd systeem van 100.000 i.e. met alternerende beluchting.
5. Volledig gemengd systeem van 100.000 i.e. met compartimentering van de beluchtingstank.
6. De bouw van een (extra) denitrificatietank voor een rwzi van 100.000 i.e.
7. De ombouw van een voorbezinktank tot denitrificatietank voor een rwzi van 100.000 i.e.

Bij de berekeningen is uitgegaan van "gemiddelde" condities, een gemiddelde samenstelling van het huishoudelijk afvalwater, de afwezigheid van speciale voorzieningen vanwege terreinomstandigheden e.d., en de "kontante waarde"-methode om de alternatieven in kostentechnische zin vergelijkbaar te maken. Deze methode houdt in dat alle kosten en baten met behulp van de disconteringsvoet herleid worden tot een waarde in een basisjaar.
De aangehouden looptijd is in dezen gesteld op 15 jaar. Een negatieve kontante waarde betekent dat een netto besparing mogelijk is. Een positieve kontante waarde duidt op een duurder systeem/proces. Als de kontante waarde gedeeld wordt door de looptijd (15 jaar) en de belasting in i.e.'s levert dit globaal het bedrag op waarmee de jaarlijkse kosten per i.e. toenemen of afnemen bij positieve, respectievelijk negatieve kontante waarde. Tabel 2 geeft het totaalresultaat van de berekeningen aan de zeven mogelijkheden.

Bij de interpretatie van tabel 2 moet er mee rekening worden gehouden, dat de uitwerking is geschied voor een bepaalde gekozen uitvoeringsvorm, ontwerpcapaciteit, belastinggraad en denitrificatiecapaciteit voor optimalisatie. De resultaten geven dan ook slechts een orde van grootte van de te verwachten extra kosten of besparingen. Voor iedere specifieke situatie zullen de mogelijke alternatieven apart moeten worden uitgewerkt om een goede beoordeling van de mogelijkheden en de kosten te kunnen maken.

uitgewerkte voorbeelden				resultaten uitgewerkte voorbeelden			
				N-totaal verwijdering totale rwzi			
type rwzi	methode	capaciteit (i.e.)	slibbelasting kg BZV/kg d.s.d	voor-optimalisatie	na-optimalisatie	extra kosten* (f/i.e.)	opmerkingen
circuit	optimalisatie zuurstoftoevoer	20.000	0,05	50 % 60 % 70 %	80 % 80 % 80 %	-0,73(br)/-0,96(p) -0,44(br)/-0,20(p) -0,06(br)/+0,26(p)	50 % belast 70 % belast 90 % belast
circuit met den. ruimte	vergroten recirculatie	20.000	0,05	63 % 62 % 62 %	78 % 85 % 85 %	0,09(bl) 0,07(bl) 0,06(bl)	den.ruimte 15 % den.ruimte 20 % den.ruimte 25 %
propstroom-systeem	optimalisatie zuurstoftoevoer	100.000	0,10	43 %	70 %	0,38(bl)	anoxische zone 33 %
volledig gemengd systeem	alternerend beluchten	100.000	0,10	43 %	54 %	0,56(p)	anoxische zone 50 % duur 50 %
volledig gemengd systeem	compartimentering	100.000	0,10	43 %	60 %	0,32(p)	anoxische zone 25 %
alle systemen	extra denitrificatietank	100.000	0,15	38 % 38 % 38 %	64 % 71 % 75 %	1,98(p)/2,10(bl) 2,41(p)/2,57(bl) 2,91(p)/3,07(bl)	den.tank 28 % den.tank 34 % den.tank 39 %
actiefslib-systemen	ombouw voorbezinkingstank	100.000	0,15	38 %	45 %	0,58(p)/0,61(bl)	den.tank 14 % duur 80 %

$$* \text{ extra kosten} = \frac{\text{contante waarde over 15 jaar}}{\text{ontwerpcapaciteit (i.e.)} \times 15}$$

br = borstelbeluchting
p = puntbeluchting
bl = bellenbeluchting

Tabel 2. Verbetering totaal N-verwijdering en extra kosten van de maatregelen ter verbetering van de denitrificatie.

Enkele conclusies uit de studie

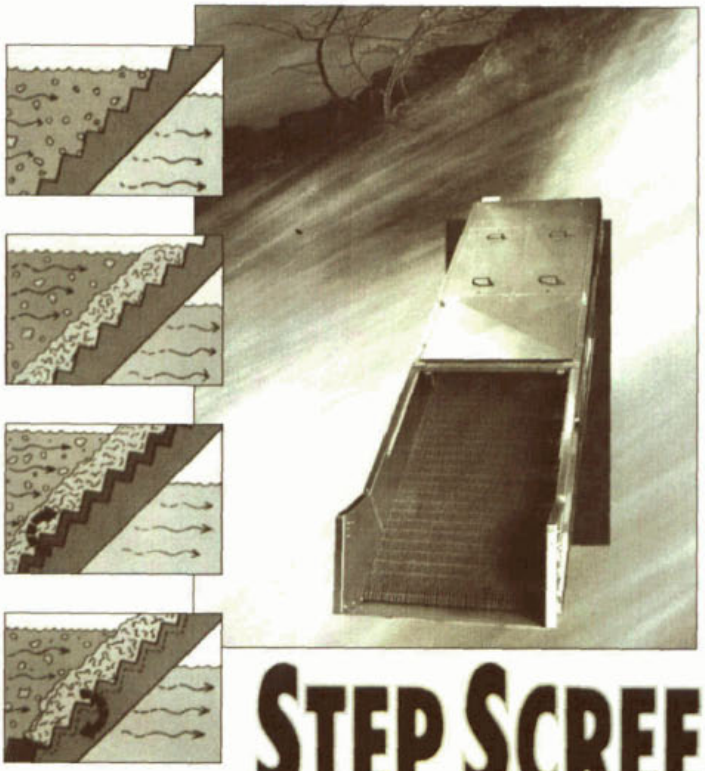
1. Denitrificatie vindt plaats in een anoxische zone, waarin het zuurstofgehalte lager is dan circa 0,5 mg/l en nitraat als zuurstofbron aanwezig is. Om tot een goede totaal-stikstofverwijdering te komen, zal in de eerste plaats dus een goede nitrificatie moeten plaatsvinden. De maatregelen ter verbetering van de denitrificatie mogen de nitrificatie niet verstoren. Voor nitrificatie zal in het algemeen in de winter een slibbelasting van ten hoogste 0,15 kg BZV/kg d.s.d en in de zomer 0,25 kg BZV/kg d.s.d moeten worden aangehouden in de aërobe zone van de beluchtingstank, waarbij het zuurstofgehalte in deze zone ten minste 1,0 mg/l moet bedragen.
2. Bij de toepassing van simultane defosfatering zal de activiteit van de slibmassa verminderen en dus van invloed zijn op de nitrificatie en denitrificatie. Bepaalde defosfateringsmiddelen zoals AVR werken remmend op de nitrificatie.
3. Biologische defosfatering behoeft de denitrificatie niet te beïnvloeden; de voor biologische defosfatering benodigde anaërobe ruimte kan echter niet tevens als denitrificatieruimte worden gebruikt, omdat nitraat remmend werkt op de anaërobe fase van de biologische defosfatering. Er is dan zowel een anoxische denitrificatiezone als een anaërobe defosfateringszone nodig.
4. Op basis van de praktische toepasbaarheid, kosten en eenvoud van bedrijfsvoering bieden de volgende systemen de beste perspectieven:
   - voor-denitrificatie met één, eventueel twee slibsoorten;
   - alternerend beluchten;
   - simultane nitrificatie-denitrificatie.

5. Nitrificatie en denitrificatie gedurende het gehele jaar zijn bij een slibbelasting van circa 0,15 kg BZV/kg d.s.d uitsluitend te bereiken met voor-denitrificatie in een extra te bouwen tank. Bij lagere slibbelastingen kunnen in het algemeen de aanpassingen in de bestaande beluchtingstank plaats vinden. Voor optimalisatie van de denitrificatie komen circuits en laag-belaste actief-slibinstallaties in aanmerking. In Nederland maken deze systemen ongeveer 70% uit van het aantal rwzi's en ruim 50% van de zuiveringscapaciteit.
6. Een verbetering van de denitrificatie geeft een energiebesparing op de beluchting van ongeveer 6% voor rwzi's met een slibbelasting van 0,05 kg BZV/kg d.s.d en van circa 17% voor de rwzi's met een slibbelasting van 0,15 kg BZV/kg d.s.d ten opzichte van de huidige gemiddelde praktijksituatie.

maart 1987
Ir. P.C. Stamperius

Een stap vooruit...

Op het gebied van afvalwaterreiniging, waar ervaring en verantwoordelijkheid voorop staan.



STEP SCREEN®

fijnroosters

HP Waste Water AB
patent no. wo / 8607106

Industrieweg 31, NL-4283 GX Giessen
The Netherlands
Tel: +31 (0) 1832-3251 per 10-10-'95: (0183) 44 32 51
Fax: +31 (0) 1832-3171 per 10-10-'95: (0183) 44 31 71

WINDENERGIE OP RIOOLWATER-ZUIVERINGSINRICHTINGEN

2. ELEKTRICITEITSOPWEKKING

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. februari 1987

Doel van het project was om in de praktijk de technische en economische aspecten van electriciteitsopwekking met een windturbine op rwzi's te onderzoeken.

Het onderzoek werd uitgevoerd door personeel van de rwzi Goedereede en de technische dienst van het zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden, en medewerkers van het Energie Centrum Nederland (ECN). Het project werd uitgevoerd in het kader van het Nationaal Ontwikkelingsprogramma Windenergie en gerealiseerd met financiële steun van de STORA en het ministerie van Economische Zaken.

Voor de begeleiding en mede-uitvoering van het onderzoek was er namens de STORA een werkgroep bestaande uit ir. A.A.T. Doppenberg (tot 1985), ing. W.F. Reijnierse, ir. P.C. Stamperius en ir. F.A.M. van Venrooy.

Inleiding

Energiekosten maken een belangrijk deel uit van de exploitatielasten van rwzi's. Het toepassen van alternatieve energie, zoals windenergie, is een milieuvriendelijke mogelijkheid om op de energiekosten te besparen.

Het meest gunstige windregime in Nederland heerst aan de kust bij de Zeeuwse, Zuid-Hollandse en Waddeneilanden. Een geschikte lokatie bleek de rwzi Goedereede te zijn, een dubbel uitgevoerde oxydatiesloot met puntbeluchting en een capaciteit van 9700 i.e.'s winters en 19700 i.e. in de zomer.

Op basis van de langetermijnwindverwachting, de opgegeven vermogenskarakteristiek van de molen, de energietarieven en de geschatte te verbruiken en terug te leveren energiestromen concludeerde een NEOM-haalbaarheidsstudie tot een rendabele plaatsing van een Bouma-windmolen met een wiekdiameter van 16 m., een masthoogte van 20 m., en een a-synchrone generator van 55 kW, voor een totale inverstering van f151.000.=
Gedurende een periode van ruim twee jaar (1984-1986) zijn metingen, waarnemingen en onderhoud verricht om inzicht te verkrijgen in de technische en economische aspecten.

Het onderzoek

In het onderzoek ging de aandacht uit naar;
- de bedrijfszekerheid van de molen; koppeling aan en van het net, storingsgevoeligheid, behoefte aan onderhoud en reparatie;

- milieu-aspecten; geluid, gevaar voor vogels, hinder van schaduw;
- de prestaties van de molen; vermogenskarakteristiek, rendementskromme, be schikbaarheid van de molen en de totaal geproduceerde, op de rwzi verbruikte en aan het net teruggeleverde energie;
- de economie van deze energieproduktie. .

Resultaten en conclusies

bedrijfszekerheid

Technische problemen hebben zich niet voorgedaan en storingen treden weinig op. Inspectie van de molen eens per veertien dagen bleek voldoende. Aan het eind van de proefperiode kon geen mechanische slijtage geconstateerd worden. In totaal stond de molen 3% van de tijd stil voor onderhoud, inspectie en door storingen; 17% van de tijd was de molen buiten bedrijf door te veel of te weinig wind.

milieu-aspecten

Metingen van het geluiddrukniveau van de molen geven aan dat de geluidproduktie van de molen overeenkomt met die van de zuiveringsinrichting. Het totale geluiddrukniveau van de rwzi stijgt daardoor met circa 3 dB (A).
Het vlieggedrag van vogels in de nabijheid van de molen is onderzocht in de maand oktober 1984. Er werden geen aanvaringen met de molen geconstateerd en circa 5% van de vogels binnen 250 m. reageerde op de aanwezigheid van de molen. Aan de hand hiervan en van RIN-onderzoek op dit punt kan geconcludeerd worden,dat deze molens op dit soort lokaties geen gevaar of hinder voor vogels inhouden. Het in werking zijn van de molen geeft geen overlast voor de omgeving.

prestaties

In de meetperiode heeft de molen minder geproduceerd dan verwacht, namelijk 100.000 kWh/j, en is tevens het windaanbod geringer geweest dan op grond van de langetermijnwindverwachting mocht worden aangenomen. Uitgaande hiervan zou een produktie van ~ 120.000 kWh/j bleek te berusten op een te optimistisch opgegeven vermogenskarakteristiek van de molen; deze karakteristiek kon aan de hand van de meetresultaten aangepast worden.
Uit de resultaten kwam een aanzienlijk hogere benutting (90%) naar voren dan waar in de haalbaarheidsstudie vanuit werd gegaan (73%). Door het hogere gemiddeld gelijktijdig afgenomen vermogen behoefde slechts 10% van het opgewekte vermogen aan het openbare net te worden teruggeleverd (zie figuur 1).

economie

De condities voor opwekking en verbruik van energie waren optimaal. De rwzi ligt In een gebied met het hoogste windregime in Nederland en de capaciteit van de molen is ongeveer gelijk aan het gemiddeld gelijktijdig afgenomen vermogen. De netto opbrengst van de molen in de proefperiode bedroeg f14.400, = per jaar.
Uitgaande van een afschrijvingstermijn van 15 jaar, 8% rente en 0% prijsstijging bedragen de jaarlijkse lasten voor (a) de inverstering na subsidie en voor (b) de

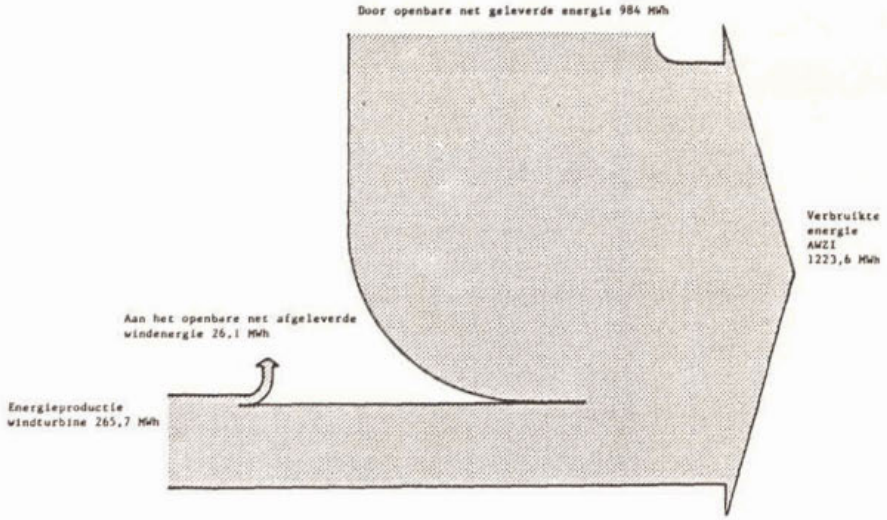


Fig. 1 . Energiestroomdiagram totale installatie (periode april 1983 t/m december 1985

totale investering ƒ 13.200, = respectievelijk ƒ 17.700, = Onder de optimale omstandigheden te Goedereede was toepassing van windenergie in de proefperiode bij dit economisch scenario zonder subsidie niet rendabel.
Uiteraard zijn andere scenario's denkbaar.

Bij een energieproduktie volgen de langetermijnwindverwachting, bij lagere rentetarieven en bij stijgende energieprijzen, zou de rentabiliteit marginaal tot redelijk kunnen worden. In werkelijkheid waren in 1986 de energieprijzen zodanig gedaald (door halvering van de brandstoftoeslag in de tarieven) dat ook dan opwekking van windenergie te Goedereede niet rendabel zou zijn.

Dit beeld wordt wel aanmerkelijk verbeterd door de subsidiemogelijkheden van het Integraal Programma Windenergie 1986 - 1990 (Brochure verkrijgbaar bij de NEOM, Postbus 17, 6130 AA Sittard).

mei 1987
ir. P.C. Stamperius

CAPACITEITSVERGROTING VAN RIOOL-WATERZUIVERINGSINRICHTINGEN

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. maart 1987.

Doel van het project was het onderzoek naar en de evaluatie van methoden en processen om de zuiveringscapaciteit en de hydraulische capaciteit van de huidige typen rioolwaterzuiveringsinrichtingen te vergroten zonder aanzienlijke jaarlijkse extra kosten, groot extra ruimtebeslag en/of nadelige beïnvloeding van de effluentkwaliteit.

Het onderzoek werd uitgevoerd door de Vakgroep Gezondheidstechniek en Waterbeheersing van de Afdeling der Civiele Techniek TU Delft (dr.ir. Th.J. Nieuwstad en ir. O.M. Akkerman).

Voor de begeleiding van het onderzoek was er namens de STORA een commissie bestaande uit: T.J. Witjes (voorzitter), ir. K.J. de Korte, Ir. A. van Nes, A.J. van de Sande en ing. L.M. Verhoeks.

Inleiding

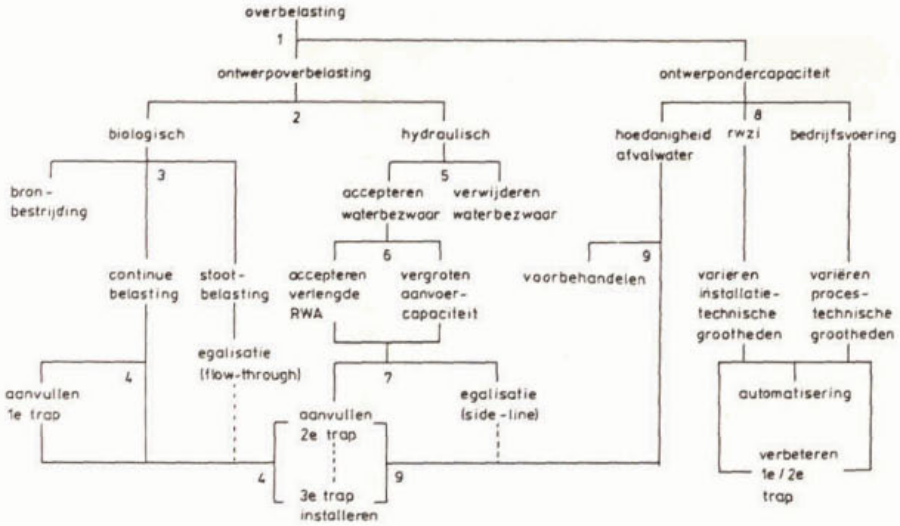
Vele oxydatief biologische rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) zijn overbelast, vanwege een toegenomen BZV - vracht of door te lang aanhoudende grote hydraulische belasting op de rwzi. In 1983 betrof het voor 20% van de rwzi's een biologische overbelasting en voor 77% van de rwzi's een hydraulische overbelasting.
Het gevolg hiervan is een afname van de effluentiekwaliteit die in veel gevallen veroorzaakt wordt door het niet meer goed functioneren van de nabezinktank.

Het totale bestand aan rwzi's in Nederland is betrekkelijk jong. Een aanmerkelijk deel werd in de laatste 25 jaar gebouwd, terwijl voor het civiele gedeelte een gangbare afschrijvingstermijn van 40 jaar geldt. Uitbreiding of nieuwbouw zijn dure methoden om een overbelasting op te lossen, zodat bij voorkeur gezocht wordt naar mogelijkheden om binnen het bestaande bedrijf "de capaciteit op te rekken".

Analyse van het probleem

De capaciteitsvergroting van een rwzi wordt noodzakelijk geacht:
- indien de bedrijfsbelasting de ontwerpbelasting overtreft (ontwerpoverbelasting);
- indien de zuiveringscapaciteit geringer is dan de ontwerpcapaciteit (ontwerpondercapaciteit);
- bij aanscherping van de eisen aan de effluentkwaliteit

Hierbij moet worden vastgesteld of de overbelasting wordt veroorzaakt door over schrijding van de ontwerpgrondslag of door de bedrijfsproblemen, en aangepakt moet worden vóór, in of na het zuiveringsproces.



Figuur 1. Keuzeschema

De mogelijke technische oplossingen worden daarbij onderscheiden in technieken met een aanvullend en een verbeterend karakter.

In figuur 1 wordt het overbelastingsprobleem geschematiseerd; het schema toont negen (genummerde) keuzemogelijkheden die leiden tot een bepaald type oplossing (deze nummers corresponderen met bepaalde paragrafen).
De technische oplossingen worden beoordeeld aan de hand van bepaalde criteria:

- BZV - reductie en zwevendestofverwijdering;
- vermogen tot nitrificatie;
- economie;
- neveneffecten.

De behandelde technieken

Hieronder volgen in het kort, gerangschikt in hoofdgroepen, de behandelde mogelijkheden om aan enige vorm van overbelasting het hoofd te bieden.

Egalisatiebassins
Deze spelen, doordat zij in staat zijn de dwa - aanvoer bij gescheiden stelsels en de rwa - aanvoer bij gemengde stelsels te dempen, een belangrijke rol bij het gelijkmatiger belasten van de voorbezinking, de beluchtingsruimte en de nabezinktank. Eventueel aanwezige derde - traptechnieken kunnen ook stabieler bedreven worden.

Capaciteitsvergroting van de eerste trap
Hierbij moet gedacht worden aan voorzeven, preflotatie, ombouw van de voorbezinking.

KIM Apparatenbouw

De kortste weg van opgave naar oplossing

Engineering
Apparatenbouw
Leidingsystemen
Revisies
Montages
Onderhoud
Konstrukties

KIM Apparatenbouw

Industriestraat 35-37
7005 AN Doetinchem
Telefoon 0314-334856
Telefax 0314-323755

Van ontwikkeling tot en met service alles in één hand. **KIM Apparatenbouw** is uw garantie voor kompleet vakmanschap.

Het beste biofiltermateriaal komt van:

Wacon Aquaven b.v.

Applicaties:
- Communale en industriële afvalwater zuiveringsinstallaties
- Viskweek- en verwerkingsinstallaties
- Slachthuizen
- Voedselverwerkende industrie
- Gaswassers
- Aquacultures

Voordelen:
- Bio-Block® is gemaakt uit milieuvriendelijk PE
- Zeer korte "start-up" van de biologische aktiviteit
- Hoog filtratierendement tegen relatief lage kosten
- Hoge mechanische belastingen mogelijk tot 120kN/m²
- Hoog gegarandeerd specifiek oppervlak (m^2/m^3)
- Snelle accumulatie van de biomassa door ruw oppervlak
- Door de open struktuur zijn er geen verstoppingen mogelijk
- Lange levensduur en lage onderhoudskosten

Voor meer informatie:

Wacon Aquaven b.v.
Groesweg 13
5993 NN Maasbree
Telefoon: +31 (0)4765 - 3035
Fax: +31 (0)4765 - 3055

Per 10-10-'95: tel. (077) 4653035, fax (077) 4653055

		----actief-slibproces-		------
		zuivere zuurstof	AB-techniek	contact-stabilisatie
1.	hydraulische overbelasting:			
	a. hoge DWA	+ verlaging slibindex	+	+
	b. hoge RWA	+/- verlaging slibindex	+/-	++
2.	biologische overbelasting	++	+	++
3.	biologische remming	o	+	++
4.	slibvolumebelasting (Ga.v0.ISV)	+ verlaging slibindex	+	+/- bij DWA ++ bij RWA
5.	nitrificatie	+/- soms pH-verlaging	++	+/- afhankelijk biosorptie
6.	spuislibvolume	+	--	o
7.	volume/oppervlak	o	+/- o bij grote zandvang	oo
8.	inpasbaarheid op rwzi	+/- afhankelijk type	+/- afhankelijk type	+/- afhankelijk type
9.	tijdelijk overbelastingsprobleem	++ mits aanlevering O2	--	+
10.	rendement/ betrouwbaarheid	+	+/- afhankelijk biosorptie	+/- afhankelijk biosorptie
11.	bedrijfskosten	--	+	--
12.	investeringen	+ mits aanlevering O2	+ mits grote zandvang	++

++ = positieve invloed
+ = waarschijnlijk positieve invloed
oo = geen invloed
o = waarschijnlijk geen invloed
-- = negatieve invloed
- = waarschijnlijk negatieve invloed
n.v.t. = niet van toepassing

Tabel 1

Capaciteitsvergroting van het actief - slibsysteem
Hier ligt het zwaartepunt van het rapport; er wordt onder meer aandacht besteed aan de verhoging van het drogestofgehalte, het variëren van de slibrecirculatiefactor, de dosering van poederkool, het doseren van zuivere zuurstof, herindeling van de beluchtingsruimte, contactstabilisatie, aparte nitrificatie en slib-op-dragersystemen.

Capaciteitsvergroting van het nabezinkproces
Door verbetering van de coagulatie en de flocculatie, verhoging van het drogestofgehalte, de toepassing van flotatie, zeven of buis/lamellenseparatoren.

Capaciteitsvergroting via een derde trap
Door technieken zoals microzeving en nabehandelingsvijvers.

N.B.
De uiteindelijke keuze van een toe te passen techniek blijft afhankelijk van locale, economische of tijdelijke omstandigheden. De technieken zijn met hun pro's en contra's "gewaardeerd" en in tabelvorm weergegeven, zodat de verschillende alternatieven vergeleken kunnen worden. Tabel 1 geeft hiervan een indruk.

ir. P.C. Stamperius
STORA

POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN IN ZUIVERINGSSLIB

deel 1

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. mei 1986.

Doel van het onderzoek was de mogelijkheden na te gaan om polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) in zuiveringsslib te analyseren en een analysevoorschrift daarvoor op te stellen.
Het project werd uitgevoerd door het Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V. te Nieuwegein.
Namens de STORA werd het onderzoek begeleid door een commissie bestaande uit: dr. W. Fieggen (voorzitter), drs. G.H.W. Baalhuis, drs. V.W.J. van de Berge en drs. P.C.M. Frintrop.
Het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland, de Dienst Binnenwateren/RIZA, TAUW Infraconsult B.V. en het Gemeentelijk Centraal Milieu Laboratorium Amsterdam leverden door hun medewerking aan het ringonderzoek een belangrijke bijdrage aan het welslagen van het project.

Inleiding

Rioolwaterzuiveringsinrichtingen behandelen afvalwater van huishoudelijke en industriële oorsprong. Het daarbij vrijkomende zuiveringsslib moet voor verdere verwerking of hergebruik voldoen aan wettelijke regels voor wat betreft gehalten aan ongewenste stoffen, zoals zware metalen, PCB's, chloorpesticiden en PAK's. De betekenis van de getalwaarden voor de gehalten van deze stoffen in het zuiveringsslib wordt bepaald door de nauwkeurigheid van de analysemethode en de spreiding in de uitkomsten.
Op het moment van onderzoek was van standaardisering van de PAK-analyse voor zuiveringsslib nog geen sprake, met als gevolg dat diverse, verschillende analysetechnieken in gebruik waren met moeilijk onderling vergelijkbare analyseresultaten.
De bijzonder grote geconstateerde verschillen konden worden toegeschreven aan inhomogeniteit en opwerking van de monsters, en aan verschillen in extractierendementen en meettechnieken.
Omdat mede op grond van de meetresultaten van de PAK-analyse beslissingen genomen moeten worden over de bestemming van het zuiveringsslib, bestond er dringend behoefte aan een eenduidige en reproduceerbare analysemethode voor PAK's in zuiveringsslib.

Aanpak van het onderzoek

Gezien de grote overeenkomsten in het fysisch karakter van deze stoffen met polychloorbifenylen en chloorpesticiden, waarvoor reeds een analysevoorschrift

ontwikkeld was*, is voor de PAK-analyse zo veel mogelijk aangesloten bij dit bestaande voorschrift.
In dit voorschrift zijn voor PCB's en chloorpesticiden de verschillende analysestappen gedetailleerd beschreven:
- bemonstering en conservering van zuiveringsslib;
- monstervoorbehandeling en drogestofbepaling;
- extractie, achtereenvolgens met een polair en apolair extractiemiddel;
- concentreren van het extract (tot circa 1 ml) en het verwijderen van storende verbindingen ("clean up");
- fractioneren over silicagelkolommen in een fractie I met PCB's en apolaire - chloorpesticiden, en een fractie II met zakpolaire chloorpesticiden;
- gaschromatografische analyse van beide fracties (GC- EC D).

*Analyse van zuiveringsslib op organochloorverbindingen en polychloorbifenylen. Onderzoek en analysevoorschrift. STORA, januari 1984.

Uitvoering en resultaten

Het onderzoek besteedde aandacht aan de volgende onderdelen:
- de bruikbaarheid van het PCB- en chloorpesticidenvoorschrift voor de bepaling van PAK's;
- toetsing van het voorschrift aan een aantal verschillende slibmonster;
- vaststellen van onderste analysegrenzen en rendementen;
- aanpassing van het voorschrift;
- vaststellen van de invloed van de verschillende analyse-onderdelen op de reproduceerbaarheid van de meetresultaten met behulp van ringonder zoeken.

Gebleken is dat het analysevoorschrift voor de bepaling van PCB's en chloorpesticiden tevens te gebruiken is voor de isolatie en scheiding van PAK's. Na de monstervoorbehandeling, isolatie en scheiding worden de PCB's en chloorpesticiden gemeten met behulp van gaschromatografie met elektroneninvangdetector (GC-ECD); de PAK's (in Fractie 1) worden bepaald met behulp van hogedrukvloeistof chromatografie (HPLC) gecombineerd met fluorescentiedetectie en uvabsorptie.
De PAK-analyse bleek in het uitgevoerde onderzoek en de daarbij georganiseerde ringonderzoeken reproduceerbaar te zijn met een standaarddeviatie van 30 - 50%, afhankelijk van het drogestofgehalte van het slib (hoog d.s.-gehalte = lage SD). Het grootste deel van de spreiding vindt zijn oorsprong in de isolatie- en fractioneringsstappen.
Afhankelijk van het type PAK bedraagt de onderste analysegrens 0,01 tot 1 mg/kg droge stof.
Naast invoering van de reeds genoemde specifieke meetmethode (HPLC) voor de PAK's bestond de enige aanpassing van het bestaande PCB/pesticidenvoorschrift uit de standaardisatie van de te analyseren hoeveelheid nat slib op basis van het drogestofgehalte.
Het aldus ontstane gecombineerde voorschrift geldt voor de analyse van zowel PCB's en chloorpesticiden, als polycyclische aromatische koolwaterstoffen in afvalwaterzuiveringsslib. Behalve de zes Borneff PAK's kunnen ook andere PAK's (de overige van de 16 EPA-stoffen) geanalyseerd worden.

Ir. P.C. Stamperius
STORA

SLIBONTWATERING IN LAGUNES

Procesparameters en bedrijfsvoering (praktijkonderzoek) (deel II)

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. april 1987

Doel van het onderzoek was om met behulp van experimenten op semipraktijkschaal inzicht te verkrijgen in de dimensionering en bedrijfsvoering van lagunes voor de ontwatering van zuiveringsslib, en het opstellen van richtlijnen voor de inrichting van een lagunebedrijf.

Het onderzoek werd uitgevoerd door Heidemij Adviesbureau B.V. te Arnhem, op het terrein van de rwzi-Bennekom van het zuiveringschap Veluwe.

Voor de begeleiding van het onderzoek was er namens de STORA een commissie bestaande uit: ing. J. Teerink (voorzitter), ing. J.P. Heyn, ir. H.M.M. Koppers, drs. A.A. Wismeyer, ir. R.J. Wittebrood en ir. P. Tessel.

Inleiding

Eerder STORA-onderzoek* naar de optimalisering van ontwerp, inrichting en bedrijfsvoering van lagunes voor de ontwatering van zuiveringsslib bevat onderzoek op semi-praktijkschaal naar de invloed van het drogestofgehalte, de doseringsdikte en de doseringsfrequentie op het droogresultaat van het te behandelen slib, en de uitvoering van de kade. Dergelijke experimenten zouden meer inzicht kunnen geven in de dimensionering en bedrijfsvoering van lagunes, en richtlijnen kunnen geven voor de inrichting van een lagunebedrijf.

*STORA-rapport: "Slibontwatering in lagunes 1. Systemen, technologie en erva ring (inventarisatie, 1983)

Opzet van het onderzoek

De experimenten zijn uitgevoerd in negen proefvakken van elk 2 x 10 m, die zodanig waren uitgevoerd dat zo goed mogelijk de praktijkomstandigheden werden benaderd. De volgende variabelen werden vergeleken:

- waterdoorlatende versus dichte kade (een wezenlijk aandeel in de waterdoorlatendheid van de kade beïnvloed de verhouding lagune-oppervlakte/kadelengte);
- dikke versus dunne lagen (invloed van de laagdikte);
- ééntraps- versus tweetrapssysteem (invloed van vooraf indikken (hoger drogestofgehalte);
- de doseringsfrequentie (frequenties van 2x per jaar, lx, en 2x per week zijn aangehouden);
- de slibsoort (aëroob en anaëroob gestabiliseerd zijn toegepast).

Een bundeling van kennis en ervaring

ingenieursbureau
van der Mast bv

gorinchem
kalkhaven 53
postbus 42, 4200 aa
tel. (01830) 3 06 11
fax (01830) 6 01 24

vanaf 10-10-'95:
(0183) 63 06 11
(0183) 66 01 24

Van der Mast kan u van dienst zijn met een compleet pakket advies- en ontwerpdeskundigheid op het gebied van:

* ***milieu***
* ***bouw***
* ***waterbouw***
* ***infrastructuur***
* ***recreatie***

Voor de discipline *milieu* betekent dit o.a. oriënterend, verkennend en nader bodemonderzoek en begeleiding sanering, zowel als ontwerp van constructies/installaties voor afvalwater- en drinkwaterzuivering.

INGENIEURSBUREAU KUIPERS

lid ONRI

- ✘ afvalwaterzuivering en slibverwerking
- ✘ riolering, gemalen en persleidingen
- ✘ bodemonderzoek en -sanering
- ✘ milieutechniek
- ✘ weg- en waterbouwkundige constructies
- ✘ bouwbegeleiding
- ✘ infrastructurele werken

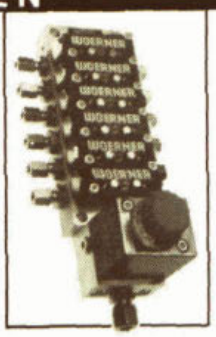
Perkinsbaan 13, 3439 ND Nieuwegein
tel.: (030) 60 55 668 fax: (030) 60 54 389

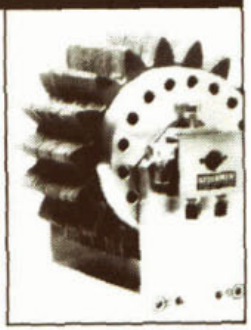
Schouwburgring 89, 5038 TK Tilburg
tel.: (013) 54 39 110 fax: (013) 54 40 090

WOERNER
SMEERSYSTEMEN

Voor ieder smeerprobleem een pasklare oplossing. Woerner ontwikkelt, produceert en levert de meest nauwkeurige methodes om uiterst gedoseerd te kunnen smeren.

Gedoseerd gesmeerd!





Nijverheidsweg 73, postbus 222,
3770 AE Barneveld,
Telefoon 03420-17041
Fax 03420-17849 *Per 1/10-'95:
Telefoon (0342)417041
Fax (0342)417849

aantal vullingen per jaar	laagdikte per vulling in cm	ingedikt(i), niet ingedikt (o) slib	dichte(D), waterdoorlatende(W) kade	slib Bennekom (aëroob)		slib Ede (anaëroob)
				proefvak	proefbak	proefbak
2	75	i	D	I	I	I'E
2	75	i	W	II	-	-
2	75	o	W	III	-	-
104	3	o	D	IV	IV	IV'E
104	3	o	W	V	-	-
104	1,5	o	W	VI	-	-
104	1,5	i	W	VII	-	-
52	3	i	W	VIII	-	-
104	1,5	i	D	IX	-	-

Tabel 1 geeft een overzicht van het proevenschema

Het droogproces in de proefvakken is gevolgd door het periodiek bepalen van het drogestofgehalte van het slib, de sliblaagdikte en de via lozingskisten, kade en bodem afgevoerde hoeveelheden water. Deze gegevens leveren de waterbalansen en drogestofbalansen, waarmee voor alle proefomstandigheden de watervolumereductiefactor en verwerkingscapaciteit berekend kunnen worden. Met deze twee, uit veel meetgegevens opgebouwde procesgrootheden konden proces en resultaten goed beoordeeld worden.

De watervolumereductiefactor geeft, als percentage, de verhouding weer van het volume water dat op een bepaald moment in het proefvak aanwezig is ten opzichte van het totale watervolume dat tot op dat moment met het toegevoerd slib in het proefvak terecht is gekomen.
In het onderzoek is de verwerkingscapaciteit gedefinieërd als de te verwerken hoeveelheid slib in kg droge stof per m^2 netto lagune-oppervlak per jaar; zij is afhankelijk van de slibsoort, het begindrogestofgehalte, het gewenste einddrogestofgehalte en de bedrijfsvoering.

In formule $\pi X = \dfrac{\text{d.s.o. *ho*v.m.o.}}{\text{tx}} \times 10 \times 12$, waarin

πX	=	de verwerkingscapaciteit van een bepaald vak, uitgedrukt in kg droge stof per m2 per jaar bij een drogestofgehalte op het tijdstip van ruimen = x massa%;
d.s.o	=	massa% droge stof bij vulling;
ho	=	cumulatieve laagdikte van de vullingen in m;
v.m.o	=	volumieke massa in kg/l van het natte slib;
tx	=	tijdsduur in maanden, nodig om het drogestofgehalte x massa% te bereiken;
10	=	omrekeningsfactor in verband met de dimensies van de diverse grootheden;
12	=	aantal maanden per jaar.

De experimenten werden gestart op 2 april 1984 met de eerste slibvullingen. De proefvakken met de dikke lagen van 0.75 m werden om het half jaar geruimd. De laatste slibvullingen werden verricht op 30 mei 1985, waarna de afvoermetingen en overige waarnemingen tot en met 31 oktober 1985 werden doorgezet.

Resultaten en conclusies

Bedrijfsvoering

De toepassing van dikke lagen voor ingedikt slib (circa 0,75 m) met ruiming van elke laag geeft de beste resultaten. Het onderzochte, aëroob gestabiliseerde slib is met deze methode in te drogen tot circa 20% bij een lagunebelasting van 1,10-1,25 m vooringedikt slib per jaar.

Aëroob gestabiliseerd slib is steekvast en redelijk verwerkbaar bij een drogestofgehalte van 20 a 25%. Indien een dergelijk drogestofgehalte moet worden bereikt, bedraagt de verwerkingscapaciteit, bij toepassing van dikke lagen vooringedikt slib (0.75 m) met tussentijdse ruiming, 35 - 40 kg. d.s./m^2. jaar; voor anaëroob gestabiliseerd slib zijn verwerkingscapaciteiten van circa 70 kg d.s./m2. jaar gevonden.
Verwerkingscapaciteiten voor verschillende omstandigheden worden gegeven in tabel 2.

proefvakken						
nr.	code x	η_{10}	η_{15}	η_{20}	η_{25}	η_{30}
I	2/75/i/D	170	84	47	~ 28	-
II	2/75/i/W	162	76	47	~ 32	-
III	2/75/o/W	115	53	34	~ 25	-
IV	104/3/o/D	61	~ 24	-	-	-
V	104/3/o/W	95	~ 35	-	-	-
VI	104/1,5/o/W	70	~ 25	-	-	-
VII	104/1,5/i/W	64	35	~ 20	-	-
VIII	52/3/i/W	64	32	~ 20	-	-
IX	104/1,5/i/D	58	26	~ 17	-	-
proefbakken						
I'	2/75/i/D	157	72	42	~ 27	-
I'E	2/75/i/D	493	194	113	71	~ 47
IV'	104/3/o/D	62	41	26	-	-
IV'E	104/3/o/D	85	83	64	~ 43	-

Tabel 2: Verwerkingscapaciteiten (η) voor de verschillende proefomstandigheden;
~ deze getallen zijn door extrapolatie bepaald;
x voor verklaring code zie tabel 1

Het toepassen van het tweetrapssysteem leidt alleen bij dikke lagen (0,75 m) tot een verhoging van de verwerkingscapaciteit; bij dunne lagen (0.015 en 0,03 m) heeft voorindikken geen zin.

Het frequent opbrengen van dunne lagen zonder tussentijdse ruiming binnen de proefperiode (1,5 jaar) geeft geen drogestofgehalten > 15%; het slib is dan niet droog te ruimen. Bij dunne lagen hebben de frequentie van opbrengen en de belasting geen duidelijke invloed op de verwerkingcapaciteit.

Inrichting

Het toepassen van waterdoorlatende kaden levert alleen bij hoge lagunebelasting met dunne lagen een substantiële bijdrage aan de waterafvoer. Een gedraineerde zandbodem levert de belangrijkste bijdrage aan het droogproces, 40 - 60%. Lozingskisten en verdamping dragen voor 5 à 15%, respectievelijk 35 a 40% bij aan de waterafvoer. Het kunnen afvoeren van vrij water aan de oppervlakte en uit tussenlagen is essentieel; de totaal afgevoerde hoeveelheden zijn weliswaar gering, maar vrijstaand water op het oppervlak wordt daardoor voorkomen.

Kosten

Uitgaande van het toepassen van dikke lagen (0,75 m) als het meest effectieve lagunesysteem, bedragen de globaal geraamde jaarlijks kosten voor de droging van het slib van een 50.000 i.e. - carrousel per ton droge stof f 340,- voor een tweetrapssysteem en f 385,- voor een ééntrapssyteem. (Deze bedragen zijn inclusief ruimen, exclusief BTW en gebaseerd op prijspeil december 1986).

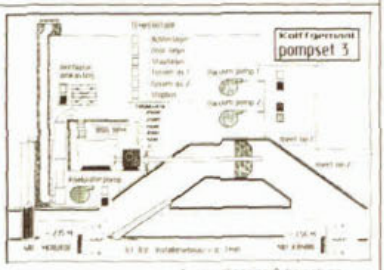
Ir. P.C. Stamperius
STORA Den Haag

AL MEER DAN 70 JAAR VOOROP IN TECHNIEK

Leveringsprogramma:

- Komplete elektrische installaties voor nieuwe of om te bouwen zuigers, baggermolens, werkschepen, enz.
- Elektrische installaties voor rioolzuiveringen, bedrijfshallen, kantoorpanden, woonhuizen, enz.
- Industriële automatisering tbv de voedingsindustrie, rioolzuiveringen, oppervlaktewater regelingen en schepen.
- Gelijkstroom-, draaistroommotoren en generatoren - Schakelborden - Verdeelinrichtingen
- Alle soorten plaat-, pijp-, konstruktie en overig ijzerwerk

PLC REPORT SYSTEM II



- *Beeldschermpresentatie en PLC-besturings-overzicht van het pompgemaal*
- visualisering & bewaking
- opslaan van procesgegevens t.b.v. managementtaken
- telemetrie
- besturingen

VAN DER LEUN

B.V. Installatiebouw van der Leun
Leeghwaterstraat 27
Postbus 6
3360 AA Sliedrecht (HOLLAND)
Tel. (01840) 13288, (0184) 413288*
Fax (01840) 11624, (0184) 411624*
per 10-10-'95*

MACHINEFABRIEK - APPARATENBOUW

BOSKER & ZONEN B.V.

SINDS 1932

Zoekt u op het gebied van krooshekreiniging,

- Een bedrijf waar uw opdracht van de ontwerpfase t/m de nazorg onder één dak is?
- Een op maat gesneden advies?
- Een milieu-verantwoorde, solide en onderhoudsarme reinigings-installatie?

Wij informeren u graag over de mogelijkheden.

BVQi ISO 9001

ANT. VERBURGHWIJK 6 • 9948 PE TERMUNTERZIJL
TEL. (05962) 14 53 • B.G.G. 16 51 OF (05964) 15 20 • FAX (05962) 12 78
Per 10-10-'95: TEL. (0596) 60 14 53 • FAX (0596) 60 12 78

ONTWIKKELING VAN EEN SLIB - OP DRAGERSYSTEEM VOOR DE AEROBE ZUIVERING VAN STEDELIJK AFVALWATER

Fase 1: Verkennend onderzoek in een drie-fasen airliftreactor

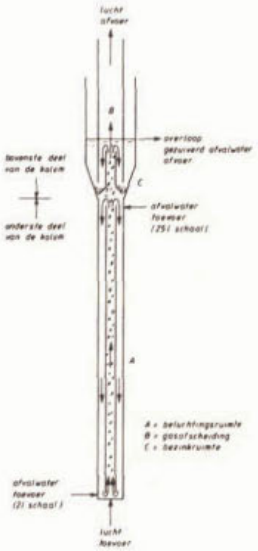
Bespreking van het samenvattend rapport van een onderzoek naar het ontwikkelen van een nieuw ruimtebesparend zuiveringssysteem met goed bezinkbaar slib voor de aërobe biologische zuivering van stedelijke afvalwater.
Het onderzoek naar dit soort systemen wordt financieel gedragen door de overheid vanuit de subsidieregeling Schone Technologie-Water (samenwerkingsverband van de ministeries VROM, L en V, EZ, en Ven W), de STORA en beide opdrachtnemers (TNO en Gist-brocades).

Voor de begeleiding van het onderzoek was er namens VROM en de STORA een commissie bestaande uit: ir. A.E. van Giffen (voorzitter), Ing. M.M.J. Allessie, dr. ir. G. Schraa, ir. P.C. Stamperius, ir. W. van Starkenburg, ir. K. Visscher, ir. A.J. van der Vlugt en ir. T.W.M. Wouda.

Het samenvattend rapport werd geschreven door ing. R. Kampf, ir. D.H. Eikelboom en ir. J.F. de Kreuk. Gist-brocades was in het onderzoek vertegenwoordigd door dr. ir. J.J. Heijnen en ir. H. Hols.

Inleiding

In het kader van deze ontwikkelingen werd reeds eerder een literatuuronderzoek "Mogelijkheden van slib-op-dragersystemen voor de aërobe biologische zuivering van stedelijk afvalwater" uitgevoerd. Hierin wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken bij de ontwikkeling van slib-op-dragersystemen voor de oxydatief biologische zuivering van stedelijk afvalwater. De driefasen airliftreactor, door Gist-brocades voor het eigen industriële afvalwater ontwikkeld, kwam in de literatuurstudie als een mogelijk alternatief voor de huidige aërobe behandeling van stedelijk afvalwater naar voren.
Een bespreking van dit literatuurrapport is verschenen in De Klaarmeester nr. 3 van 1987.
Het nu te bespreken samenvattende rapport geeft de hoofdlijnen van onderzoek op laboratoriumschaal met de driefasen airliftreactor. Een principeschets van een dergelijke reactor wordt gegeven in figuur 1.



Figuur 1 Principeschets van de airliftreactor

De opzet van het onderzoek

De doelstelling van het slib-op-drageronderzoek is het ontwikkelen en vaststellen van de toepassingsmogelijkheden van een nieuw ruimtebesparend zuiveringssyteem voor de aërobe biologische zuivering van stedelijk afvalwater. De voordelen hiervan, kleine reactorruimten een gering ruimtebeslag, zijn pas echt van belang, indien een slib-op-dragersysteem ongeveer dezelfde zuiveringstechnische prestaties kan leveren als conventionele zuiveringsinrichtingen. Bij de ontwikkeling of beoordeling van een slib-op-dragersysteem moet aan een groot aantal aspecten aandacht worden geschonken, zoals:

-hechting van micro-organismen
Onder welke omstandigheden hechten micro-organismen zich aan dragermateriaal, is het proces reproduceerbaar, is de filmvorming beheersbaar, welk gehalte aan biomassa kan worden bereikt en welke activiteit bezit deze biomassa;

-dragermateriaal
Welke dragermaterialen kunnen worden gebruikt, welke eigenschappen - zoals vorm en grootte van korrel, ruwheid, porositeit, dichtheid, mechanische sterkte en kostprijs - zijn van belang;

-influent
De invloed van fluctuaties in de samenstelling, de hoeveelheid en temperatuur van het te zuiveren afvalwater op het functioneren van de installatie. Welke eisen moeten worden gesteld aan voorbezinking of voorbehandeling;

-effluent
De te behalen effluentkwaliteit in fysische, chemische en biologische zin;

-slibproduktie
Drogestofgehalte, hoeveelheid gevormd slib, noodzaak en wijze van slibafvoer, afvoer van begroeide drager en terugvoer van onthechte drager;

-aëratie
Het rendement van de zuurstofoverdracht;

-ontwerp en functioneren van de reactor
De technische uitvoering van het proces, complexiteit van de installatie, bedrijfszekerheid en (energie)kosten.

Deze opsomming is zeker niet uitputtend en deze vraagpunten hebben in de onderhavige studie ook niet alle de aandacht gehad. De hier besproken fase van het onderzoek was gericht op de toetsing van de bruikbaarheid van de driefasen airliftreactor met als centrale vragen:
- welke drager is voor het beoogde doel geschikt;
- hoe verloopt de biofilmvorming op de drager;
- welk zuiveringsresultaat wordt bereikt.

Het onderzoek is uitgevoerd in reactoren van 2 l en 25 l bij hydraulische verblijftijden van 0,5 tot 1 uur. De CZV-belasting bedroeg 15 - 30 kg CZV/m^3.dag.

Het dragermateriaal

Van de onderzochte dragermaterialen zilverzand, zirkoonzand, electrografiet, puimsteen en lava - alle met korreldiameter 0,1 - 0,3 mm - kwamen het poreuze puimsteen en het ruwe lave als de meest geschikte naar voren. Beide materialen zijn van vulkanische oorsprong. Puimsteen is als het ware gestold magmaschuim; het is poreus en het oppervlak is ruw. Bij lava bevat het magma tijdens het stollen minder gas. Door de veel geringere porositeit is lava zwaarder, maar mechanisch sterker. Beide materialen zijn voldoende ruw om een snelle kolonisatie op het oppervlak mogelijk te maken. Vanwege de mechanische sterkte wordt aan lava de voorkeur gegeven.

De biofilmvorming

Turbulente omstandigheden in een driefasen airliftreactor verhinderen de vorming van een biofilm niet, tenzij het luchtdebiet wordt opgevoerd tot een extreem niveau, zeer veel hoger dan nodig is om in de zuurstofbehoefte te voorzien.

De vorming van de biofilm wordt vooral bepaald door de CZV-volumebelasting, het beschikbare hechtingsoppervlak en de temperatuur. De combinatie van een hoge CZV-volumebelasting, een relatief klein hechtingsoppervlak en een vrij hoge systeemtemperatuur leidt tot een zeer snelle ontwikkeling van de biofilm. De filmvorming verloopt trager, maar is beter beheersbaar, als van deze combinatie wordt afgeweken.
Bij een snelle groei van de biofilm blijken de micro-organismen zich niet alleen in de poriën, maar ook op de gladde buitenoppervlakken te hechten. Bij een langzame ontwikkeling start de hechting preferent op beschutte plaatsen. De hechting van de biomassa aan poreuze ruwe drager is onder de zeer turbulente condities in de reactor zeer stevig; doorgaans vormt zich een concentrische biolaag om de korrel. Lage aangroeisnelheden en weinig poreus dragermateriaal geven een niet-concentrische, pluksgewijze begroeiing en een slechte benutting van het beschikbare oppervlak.

De aangroeisnelheid en de duur van de aangroeiperiode bleken goed reproduceerbaar. Na de aangroeiperiode kan de biomassaconcentratie aanmerkelijk fluctueren, met ongunstige gevolgen voor de processtabiliteit. Tot de mogelijkheden behoort ook massale groei van draadvormende organismen en/of het samenballen van begroeide deeltjes, dat massaal uitspoelen van begroeide drager tot gevolg heeft. Bij het aangroeien van de biomassa, en dus het voller worden van de reactor wordt de reële waterverblijftijd in de reactor zeer kort en kunnen draadvormende organismen zich vormen.
De hoeveelheid biomassa aan de drager, na de aangroeiperiode, bedroeg bij de verblijftijden van 0,5 - 1 uur zo'n 10 - 40 g CZV-biomassa/l. De experimenten wijzen op een optimale biolaagdikte an 25 - 50 cm.

Het zuiveringsrendement

De biolaag in een driefasen airliftreaktor zet voornamelijk opgelost materiaal om. De hoeveelheid gesuspendeerd materiaal in efluent en influent is globaal gelijk.

In hoeverre de aard van het gesuspendeerde materiaal in influent en effluent hetzelfde is, is niet bekend. Het rendement is daarom alleen te beoordelen aan de verwijdering van opgesloten bestanddelen. De CZV-reducties bedragen globaal 60 tot 80% voor hydraulische verblijftijden van 0,5 tot respectievelijk 2 uur. Bij optimalisatie van de bedrijfsvoering wordt verwacht dat verwijderingsrendementen, op basis van CZV van gefiltreerd influent en effluent, mogelijk zijn van 70 tot 90%. Bij de toepassing van een dergelijke reactor voor de zuivering van stedelijk afvalwater zal gesuspendeerd materiaal op andere wijze uit het effluent verwijderd moeten worden.

Bij vloeistofverblijftijden van circa 1 uur ontwikkelde zich na ongeveer 80 dagen een nitrificerende populatie in de biolaag. Bij langere verblijftijden van de vloeistof in de kolom worden deze kolonisatietijden aanzienlijk korter. Geconstateerd is dat bij een verblijftijd van langer dan 1,5 uur volledige nitrificatie in combinatie met de reductie van CZV mogelijk is.

In de experimenten is op kleine schaal gewerkt; daardoor was het niet goed mogelijk betrouwbare cijfers te verkrijgen van de slibproduktie.

Enkele conclusies uit het verkennend onderzoek

Zuivering van afvalwater in een driefasen airliftreactor met slib-op-drager biedt perspectieven. Bij een verblijftijd van 0,5 uur is op basis van gefiltreerd effluent een CZV-verwijdering van 70 tot 80% haalbaar; bij een verblijftijd van 1 uur kunnen CZV-verwijderingsrendementen worden bereikt van 80 tot 85%. Nitrificatie kan eveneens optreden, zij het bij vloeistofverblijftijden langer dan 1 uur.

De groei van draadvormende organismen heeft een zeer nadelige invloed op de stabiliteit van het proces. Voordat experimenten op semi-praktijkschaal kunnen worden overwogen is meer inzicht nodig in het mechanisme van de biofilmvorming. Beheersing van de biofilmdikte, door een geregelde afvoer van begroeide drager, kan de stabiliteit van het proces aanzienlijk verbeteren. Immers, gedurende de beginfase van ieder experiment trad een periode van lineaire groei op, waarbij het systeem na een eerste aangroei van biomassa goed functioneerde. Door het systeem in deze toestand te houden, door selectief afscheiden van begroeide drager, zou de stabiliteit gehandhaafd kunnen blijven.

Wanneer het zwevende stof in de evaluatie van de experimenten wordt betrokken, lijken de resultaten minder gunstig. Het CZV van zwevend stof maakt 30-35% uit van het influent-CZV, en 50-75% van het CZV van het effluent. In principe kan dit zwevend materiaal bestaan uit:
- gesuspendeerd materiaal uit het influent;
- uitgespoelde begroeide drager;
- biomassa, die is losgeraakt van de drager, of in suspensie is gegroeid.

Over de onderlinge verhoudingen van deze soorten zwevend materiaal in het effluent is nog niets bekend. Bij het verder ontwikkelen van het slib-op-dragerproces zal veel aandacht besteed moeten worden aan de slibproduktie, de mogelijke invang van deeltjes en omzetting hiervan in de biolaag, en de aard van het zwevend stof in influent en effluent.

Prioriteiten bij vervolgonderzoek

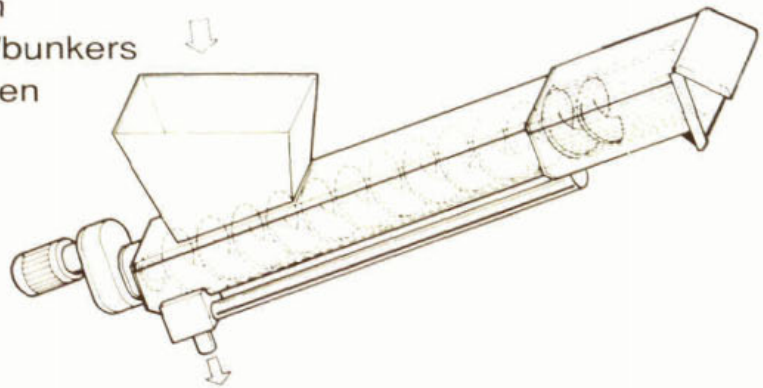
Uit het bovenstaande blijkt dat vele vragen nog onbeantwoord zijn gebleven en vele nieuwe problemen zich hebben aangediend. Toch kan worden gesteld dat de verkregen resultaten zodanig veelbelovend zijn, dat een verdere ontwikkeling van dit proces gerechtvaardigd is.

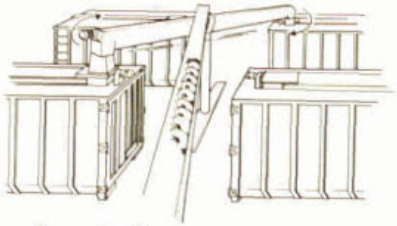
Stabiliteit en rendement van het zuiveringsproces zijn daarbij essentiële factoren. Toekomstig onderzoek moet dan ook primair op deze factoren zijn gericht. De processtabiliteit zou verbeterd kunnen worden door de hoeveelheid biomassa in de reactor te beheersen en de groei van draadvormende organismen te voorkomen. De tweede prioriteit betreft het onderzoek naar de aard en het gedrag van het zwevend stof, waarmee tevens inzicht in de slibproduktie kan worden verkregen.

december 1987
Ir. P. C. Stamperius

HOOGENDONK BV

- Asloze en conventionele schroeftransportsystemen
- Opslag en overslag silo's/bunkers
- Containerbeladingsystemen
- Zeefbochten
- Separatoren
- Ontwateringspersen
- Waterzuiveringen
- Slibdroging





De projecten worden vanaf het moment van order tot en met de oplevering geheel in eigen beheer uitgevoerd.

HOOGENDONK BV

Industrieweg 31, NL-4283 GX Giessen
The Netherlands
Tel: +31 (0) 1832-3251 per 10-10-'95: (0183) 44 32 51
Fax: +31 (0) 1832-3171 per 10-10-'95: (0183) 44 31 71

AFVALWATERZUIVERINGSINRICHTINGEN VAN INDUSTRIE EN OVERHEID

De kosten getoetst

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. december 1986.
In dit rapport is een aantal inrichtingen voor de zuivering van stedelijk afvalwater (rwzi's) op processen, investeringen en voornaamste exploitatiekosten vergeleken met inrichtingen voor het zuiveren van industrieel afvalwater (iwzi's). Dit om te toetsen of de overheid per vervuilingseenheid meer investeert en/of hogere variabele lasten heeft dan het bedrijfsleven.
Het onderzoek werd uitgevoerd door DSM Nieuwbouw/Engineering (projectleider prof. ir. H. van Veen). Gegevens werden verstrekt door Duphar B.V., KNP Nijmegen B.V., Océ-Andeno B.V. en Parenco B.V., en door de zuiveringsschappen West-Overijssel, Oostelijk-Gelderland en Limburg en door de Provinciale Waterstaat van Groningen. Voor de begeleiding van het onderzoek was er namens de STORA een commissie bestaande uit: ir. T. Meijer (voorzitter), ing. J.P. Heyn, dr. ir. P.J. Huiswaard, ir. M. Ras en ir. J. Weenink.

Inleiding

De jaarlijkse kosten van zuiveringsinrichtingen voor stedelijk rioolwater (rwzi's) bestaan, globaal, voor zeventig procent uit kapitaalslasten en voor vijftien procent uit energiekosten. Bediening, onderhoud en overige posten vergen samen nog eens vijftien procent. Het grote aandeel van de kapitaalslasten vormt de voornaamste belemmering voor een versnelde afschrijving wegens technologische veroudering, en voor het doorvoeren van veranderingen ten opzichte van de ontwerpsituatie. De indruk bestond dat de kapitaalslasten van zuiveringsinrichtingen die door industrie en bedrijven zelf worden geëxploiteerd, per vervuilingseenheid lager zouden zijn dan voor rwzi's.
Met behulp van gegevens, verkregen van bedrijven en overheidsinstellingen, zijn totaal 4 iwzi's en 4 qua kapaciteit vergelijkbare rwzi's technisch en economisch doorgelicht op ontwerp, uitvoeringswijze en bedrijfsvoering.

Gevolgde werkwijze

De opzet van de studie en het daarvoor nodige onderzoek hebben zich toegespitst op de vergelijking van:
- proces;
- investeringskosten;
- exploitatiekosten voor:
  * verbruik van chemicaliën
  * verbruik van energie en water
  * bediening
  * onderhoud

Zowel voor de industriële- als voor de overheidsinstallaties werd uitgegaan van het type zuiveringsinrichting met aëratietanks.

Verschil in investeringskosten voor de zuiveringsinrichtingen kan ontstaan door:
- verschil in procestechnologische ontwerpbasis (-capaciteit), zoals bijvoorbeeld het vloeistofdebiet of de concentratie aan verontreinigingen;
- verschil in ontwerpgrondslagen, zoals de oppervlaktebelasting voor bezinktanks;
- verschil in uitvoering van apparatuur en bouwwerken;
- verschil in peildatum van de investeringen.

In de vergelijking van de 'totale investeringen' komen de effecten van alle bovengenoemde verschillen tot uiting. Om een zinnige vergelijking van de 'totale investeringen' mogelijk te maken voor overeenkomstige delen van de installaties, behorende tot een combinatie iwzi/rwzi, moeten ze worden geïndexeerd naar eenzelfde peildatum en gecorrigeerd voor verschillen in capaciteit en procesfunctie. Bij deze correcties/herleidingen is gebruik gemaakt van verbanden tussen investeringen en capaciteiten, schaalfactoren, technologische kengetallen en soms nieuwe ramingen. Na het op deze wijze elimineren van ongelijkheden in procesfuncties, capaciteiten en peildata konden de effecten van bouwwijze en uitvoering zichtbaar worden.
De exploitatiekosten zijn vergeleken door het chemicaliënverbruik, het energieverbruik en de bediening te relateren aan de werkelijke vuillast in i.e.'s; de onderhoudskosten werden gerelateerd aan de (soms herleide) investeringen.

Bespreking van de resultaten

Bij vergelijking van de processen blijken de beschouwde rwzi's meestal een zandvanger en altijd een voorbezinking en slibgisting te hebben. De hydraulische belasting is voor een gelijke vuillast bij de rwzi's aanzienlijk groter als gevolg van de verwerking van de relatief grotere hoeveelheid regenwater; er worden daar soms bergingsbassins voor opgenomen. Bij de iwzi's ontbreken zandvanger en bergingsbassin en soms ook de voorbezinking; daarentegen is bij de onderzochte gevallen een neutralisatie van het binnenkomende afvalwater aanwezig; de slibverwerking beperkt zich meestal tot ontwatering van het niet-vergiste slib op een zeefbandpers.
Vele verschillen in (de hoogte van) investeringen kunnen dus teruggevoerd worden op dit soort verschillen in de opzet van de zuiveringsinrichting, en niet op rationeler c.q. goedkoper bouw.
Vergelijkingen van de investeringen van delen met dezelfde functie, nauwelijks verschillende ontwerpgrondslagen en gelijke (herleide) capaciteit, toont geen verschil in de uitvoering van die installaties. Voor het mechanische deel wordt voor rwzi's en iwzi's veelal gebruik gemaakt van dezelfde pompen, compressoren en beluchtingselementen. Bij rwzi's blijken visueel de gebouwen wat duurder en ruimer uitgevoerd te zijn; de hiermee gemoeide extra kosten bedragen naar schatting 1 à 2% van de totale investeringen.
Ook in de bedrijfsvoering komen geen verschillen naar voren, die leiden tot lagere kosten dan bij iwzi's. Dit leert de vergelijking van de aantallen bedieningspersoneel, het aantal diensten per dag, de procescontrole en -sturing, en het verbruik van energie en chemicaliën.
Hoewel op het eerste gezicht de organisatie van de bediening en de onderhoudsdiensten erg verschilt, kunnen zowel rwzi's als iwzi's in de praktijk terugvallen op centrale technische diensten en laboratoria.

De technisch-economische vergelijking van de bouwwijze en de bedrijfsvoering bij rwzi's en iwzi's bracht geen, bij de iwzi' in zwang zijnde praktijken aan het licht, die zich lenen voor toepassing bij rwzi's en daar kunnen leiden tot verlaging van de kapitaalslasten en de totale jaarlijkse kosten.
Evenmin werden uit deze studie aanwijzingen verkregen voor het op een zinvolle wijze verschuiven van kapitaalslasten naar exploitatiekosten, door het weglaten of verkleinen van delen van de inrichtingen.

ir. P.C. Stamperius

KEUZE EN KOSTEN VAN RIOOLWATER-ZUIVERINGSINRICHTINGEN ALS FUNCTIE VAN EFFLUENTEISEN

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. maart 1988

Doel van het project was te onderzoeken welke financiële consequenties differentiatie in de effluenteisen - aanscherping en versoepeling ten opzichte van de huidige standaardeisen heeft voor de keuze en kosten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen.

Het onderzoek werd uitgevoerd door Witteveen en Bos Raadgevende Ingenieurs te Deventer. Voor de begeleiding van het onderzoek was er namens de STORA een commissie bestaande uit ir. K. Slijkhuis (voorzitter), ir. H.A. Dirkzwager, ir. M. Ilsink en ir. W. van de Panne.

Inleiding

De eisen die gelden voor het effluent van rioolwaterzuiveringsinrichtingen zijn in het algemeen afgeleid van de richtlijnen uit het indicatief Meerjarenprogramma Water (IMP) en staan veelal niet in relatie tot het ontvangende oppervlaktewater. De effluentkwaliteit van rwzi's wordt in belangrijke mate bepaald door de systeemkeuze en de ontwerpgrondslagen van de rwzi.
Differentiatie van effluenteisen leidt tot differentiatie in de kosten van de zuivering. Vanuit kostenoverwegingen zou ernaar gestreefd moeten worden de eisen niet onnodig hoog te laten zijn. Effluenteisen zouden bijvoorbeeld aan kunnen sluiten bij de karakteristiek van het ontvangende water. Wanneer bijvoorbeeld geloosd wordt op ecologisch gevoelige oppervlaktewateren zouden aangescherpte eisen kunnen worden overwogen. Voor afvalwater dat geloosd wordt op ecologisch minder gevoelige wateren, of op oppervlaktewater met een groter zelfreinigend vermogen zouden dan minder strenge eisen kunnen worden gehanteerd.
Het onderzoek heeft zich beperkt tot de effecten van een differentiatie voor stikstof en zuurstofverbruikende stoffen, samen met onopgeloste stoffen, en tot de biologische zuiveringssystemen. Nabehandelingen zoals een derde trap voor defosfatering, verwijdering van microverontreinigingen of polishing bleven buiten beschouwing.

Aanpak van het onderzoek

In deze studie van de relatie tussen zuiveringskosten en effluentkwaliteit is het gehalte aan zuurstofverbruikende en opgeloste stoffen gesteld op 50, 100 en 200% van de huidige eisen voor lozing op rijkswateren. Voor de stikstofverwijdering werd gekozen voor: geen nitrificatie, 20 mg N-Kj en 20 mg N-totaal.
In onderstaand schema is aangegeven welke combinaties van effluentkwaliteiten (aangegeven met Romeinse cijfers) zijn gehanteerd in de verdere uitwerking.

BZV (mg O_2/1) d.s. (mg/1)	10 15	20 30	40 60
geen nitrificatie-eis	—	II	I
N-Kj - 20mg/1	IV	referentie	III
N-totaal - 20 mg/1	VI	V	—

De aldus gedefinieerde effluentkwaliteit wordt beïnvloed door diverse procesparameters. Het onderzoek heeft zich met name gericht op die parameters die tevens kostenbepalend zijn.

Procesgegevens, influentkwaliteitgegevens van Nederlandse rioolwaterzuiveringsinrichtingen zijn statisch bewerkt. Het belangrijkste ontwerpcriterium bij actief slibinstallaties is de slibbelasting; bij oxydatiebedden is dit de volumebelasting. Door middel van statische bewerking is gezocht naar relaties tussen de slibbelasting c.q. de volumebelasting en effluentkwaliteitparameters.

Voor de berekening van de diverse onderdelen is uitgegaan van een aantal gemeenschappelijke uitgangspunten voor het ontwerp van de verschillende onderdelen en voor de complete rwzi's. Mede gebaseerd op het STORA-onderzoek "Het inwonerequivalent getoetst" is uitgegaan van huishoudelijk afvalwater met de samenstelling:

- specifieke BZV-produktie 44g / i.e.d.
- specifieke N-Kj-produktie 10g / i.e.d.
- dagaanvoer 121L / i.e.d.
- DWA 10L / i.e.h

De verschillende typen installaties zijn doorgerekend voor de ontwerpgrootten 100.000, 50.000 en 25.000 i.e.

Om de totale kosten van de verschillende rwzi's te kunnen vergelijken, wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde 'contante waarde'-methode, waarbij alle uitgaven, zowel investeringen als exploitatiekosten, worden herleid tot een totaalbedrag benodigd in het start-jaar van de rwzi. In deze kostenberekening is uitgegaan van:

- reële rente 3 %;
- afschrijving van het civiel-technisch deel over 30 jaar;
- afschrijving van het elektro-mechanisch deel over 15 jaar.

Daarnaast zijn nog in gevoeligheidsanalyses voor de energieprijzen en voor de slibverwerkingskosten de effekten bekeken van respectievelijk:

- een extra energiekostenstijging/-daling van 3%;
- toepassing van een verdergaande slibbehandeling dan slibafzet in de landbouw; in beschouwing zijn genomen: centralisatie, ontwatering, verbranding en afvoer/ storten.

Resultaten

De statische vergelijking

In de relaties tussen de slibbelasting c.q. de volumebelasting en de effluentkwaliteitparameters is de spreiding in de waarden zo groot dat uit correlatieberekeningen geen scherp omlijnde invloed aan te geven is. Gebleken is dat interne procescondities een grote invloed hebben op de uiteindelijke werking van de rwzi. Naast de basis-proces-parameters blijkt de uitvoeringsvorm invloed te hebben op de zuiveringsresultaten, terwijl ook niet te beïnvloeden externe factoren een belangrijke rol spelen. Gedetailleerd onderzoek en de bevindingen van het statisch onderzoek leidden tot verwachtingswaarden voor de zuiveringsprestatie van bepaalde typen installaties (zie tabel 1). De verwachtingswaarden betreffen jaargemiddelde concentraties en gelden voor rwzi's die normaal huishoudelijk afvalwater als influent hebben.

installatie code	volume-/ slibbelasting	effluentkwaliteit (mg/l) BZV	d.s.	N-Kj	NO_3-
oxydatiecircuit					
OC003*	0,035	5	10	5	10
OC003	0,035	5	10	5	20
OC005*	0,035	5	15	5	10
OC005	0,035	5	15	5	15
oxydatiesloot					
OS003	0,03	5	10	7	10
OS005	0,03-0,06	5	10	8	9
OS007	0,06	7	10	10	8
actief-slibinstallatie					
AS005	0,06	5	10	10	15
AS005*	0,06	5	10	10	10
AS010	0,06-0,11	10	15	10	15
AS010*	0,06-0,11	10	15	10	10
AS015	0,11-0,17	10	15	15	10
AS025	0,17-0,30	15	20	25	10
AS040	0,30	20	25	35	5
oxydatiebedden					
OB020	0,30	20	25	20	15
OB030	0,30-0,50	25	30	30	10
OB060	0,50-0,70	35	45	40	10

Tabel 1. Effluentkwaliteiten voor bepaalde typen installaties.

* = met denitrificatievoorzieningen;
OC005 = oxydatie-circuit (= circuit met bellenbeluchting en gescheiden voortstuwing, o.a. type Schreiber, Rotoflow, Landox), slibbelasting: 0,05 kg BZV/kg d.s.d.;
OS005 = oxydatiesloot, slibbelasting: 0,05 kg BZV/kg d.s.d.;
AS015 = actief-slibinstallatie, slibbelasting: 0,15 kg BZV/kg d.s.d.;
OB030 = oxydatiebed-installatie, vol. bel. 0,30 kg BZV/m^3.d.

FLYGT

Waarom men Flygt onderwaterpompen voortaan pompompen noemt...

Lang geleden vond Flygt de onderwaterpomp uit. Een voorsprong die nooit meer uit handen is gegeven. Integendeel. Flygt is altijd de (vernieuwende) nummer één gebleven. Rioolwaterpompen, propellerpompen, turbinegeneratoren, mixers en voortstuwers van Flygt voeren de markt aan. Terwijl de kombinatie Flygt/MacTec toonaangevend is op het gebied van "Gemaalbeheer(s)systemen". Veelzijdigheid, nog meer ervaring, enorme vakkennis èn een klantgerichte mentaliteit, maken Flygt tot uw betrouwbare partner in onderwatertechnologie. U hoeft zich nooit meer zorgen te maken. Flygt onderwaterpompen? Pompompompompen!

I N I E D E R G E V A L F L Y G T

ITT Flygt

ITT Flygt B.V., Postbus 1126, 3300 BC Dordrecht.
Tel. 078-187700. Fax 078-510936.

Binnen elk van de kwaliteitsniveaus, die hierboven in de "AANPAK" in het schema staan vermeld, is op basis van de verwachtingswaarden gezocht naar installaties die de combinatie-eisen het dichtst benaderen. Tabel 2 geeft het overzicht van de zuiveringssystemen, waarmee de effluentcombinaties zijn te bereiken.

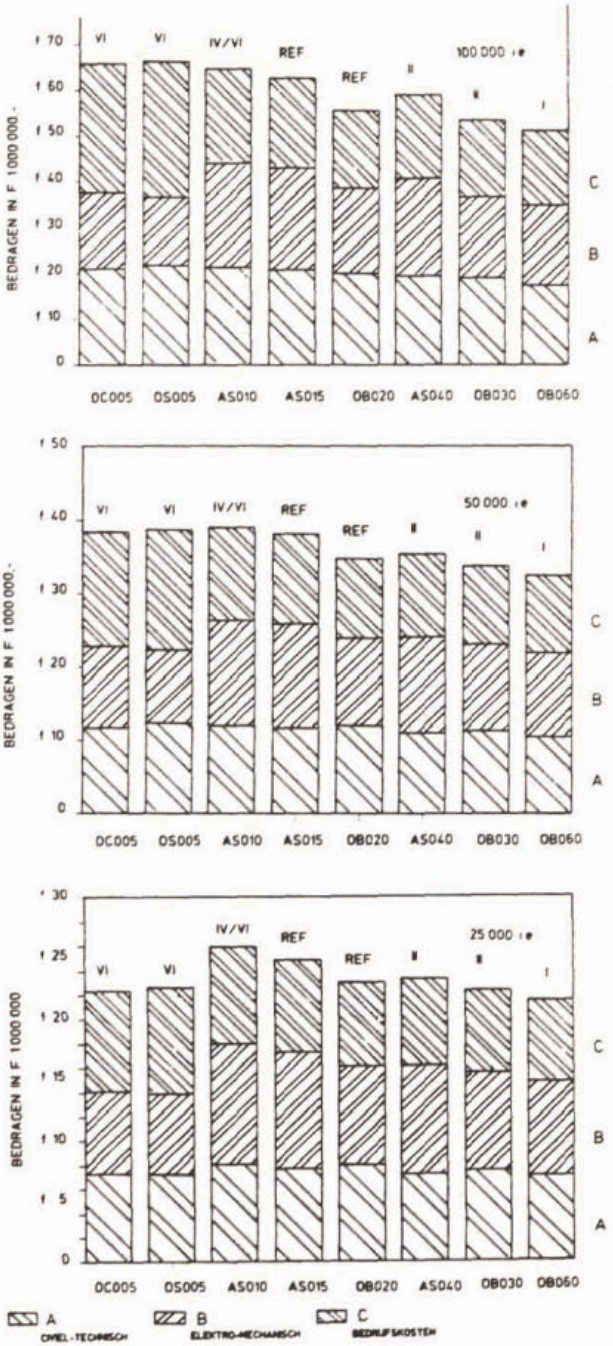
effluentkwaliteit-combinatie		VI	IV	ref.	II	I
BZV	(mg O_2/l)	10	10	20	20	40
d.s.	(mg/l)	20	15	30	30	60
N-Kj	(mg/l)		20	20		
N-totaal	(mg/l)	20				
installatiecode		OC005* OS005* AS010*	AS010	AS015 OB020	AS040 OB030	OB060

Tabel 2. De installaties ingepast in de effluentkwaliteitcombinaties.

De kosten

Hoewel de installatie met de laagste constante waarde de meest economische is, zal de uiteindelijke keuze mede bepaald worden door nog enkele andere factoren, waaronder de temperatuurgevoeligheid, de bedrijfsvoering en specifieke lokale omstandigheden.

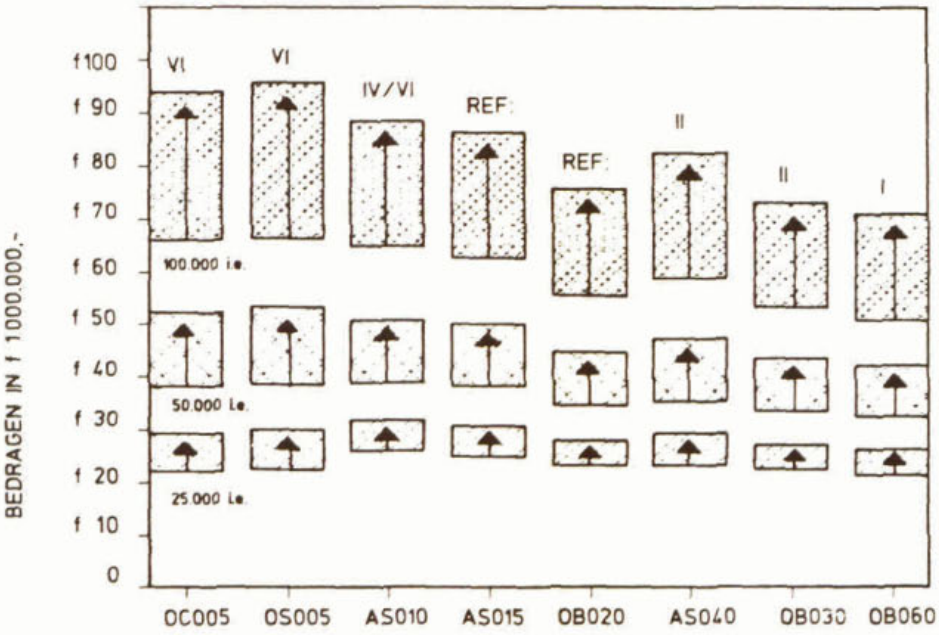
Voor een ontwerpgrootte van 100.000 i.e. bestaat een duidelijke relatie tussen de kosten en de effluentkwaliteit. Voor de realisering van de beste kwaliteit wordt het meest betaald. Rwzi's voor de beste kwaliteit zijn circa 25% duurder dan rwzi's die de minste kwaliteit produceren. Dit verband geldt in mindere mate ook voor de ontwerpgroote van 50.000 i.e. Het kostenverschil tussen de twee uiterste kwaliteiten bedraagt hier circa 15%. Dit beeld verandert echter geheel bij kleinere ontwerpgrootte. Voor 25.000 i.e. zijn rwzi's die aan de hoogste effluenteisen voldoen goedkoper dan rwzi's die een minder goed effluent leveren. Figuur 1 geeft een beeld van de kosten, waarbij nog onderscheid gemaakt is naar civiel-technische, elektromechanische en bedrijfskosten.



Figuur 1. De constante waarde bij verschillende ontwerpgrootten

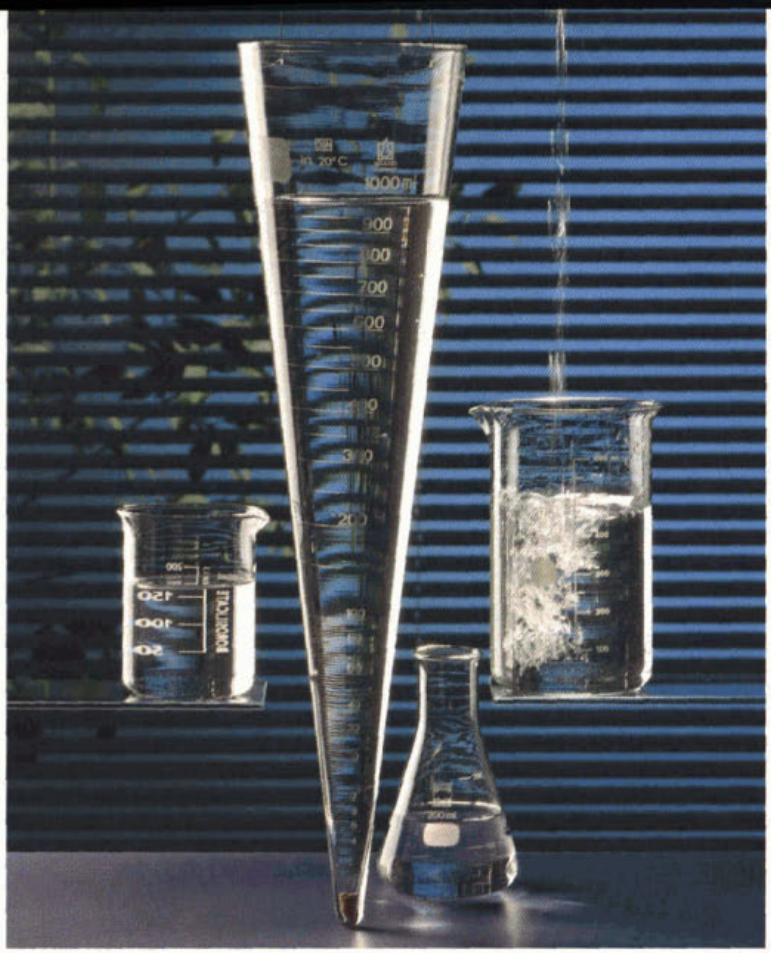
De gevoeligheid voor de energieprijs
Vooral de zeer laagbelaste actief-slibsystemen zijn gevoelig voor veranderingen in de energieprijzen. Bij aanwezigheid van een eigen energie-opwekkingsinstallatie is dit in veel mindere mate het geval. Oxydatiebedden voorzien bij aanwezigheid van een eigen energie-opwekkingsinstallatie praktisch geheel in hun eigen energiebehoefte en zijn daarmee vrijwel ongevoelig voor variaties in de energieprijzen.

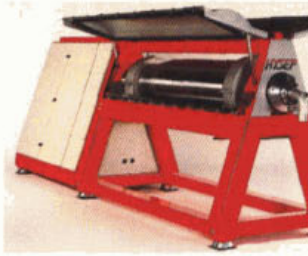
De gevoeligheid voor de slibverwerkingskosten
Zeer laagbelaste actief-slibsystemen zonder slibgistingsinstallatie zijn gevoeliger voor variatie in de slibverwerkingskosten dan rwzi's met een dergelijke installatie. Oxydatiebedden zijn minder 'gevoelig' dan actief-slibsystemen.
Vergaande slibbehandeling verhoogt de slibverwerkingskosten (ten opzichte van de afzet in de landbouw) met meer dan 400%; de totale contant gemaakte kosten worden hierdoor circa 40% hoger. De meerprijs tengevolge van vergaande slibbehandeling is bij installaties die de beste effluentkwaliteit leveren bij alle ontwerpgrootten circa 45% hoger dan voor installaties die de minste effluentkwaliteit leveren. Figuur 2 geeft deze extra kosten aan.



Figuur 2 De invloed van vergaande slibbehandeling

Mogelijkheden bij bestaande rwzi's
Bij bestaande rwzi's zijn de mogelijkheden tot differentiatie of verandering in de effluentkwaliteit van een groot aantal factoren afhankelijk. De financiële gevolgen van een versoepeling of een aanscherping van de effluentkwaliteitseisen voor bestaande installaties worden voor een belangrijk deel bepaald door de condities





Alleen het beste is goed genoeg.

Systemen en apparatuur voor afvalwaterbehandeling en slibverwerking van Dorr-Oliver.

Dorr-Oliver levert wereldwijd machines, systemen en de daarbij behorende proces-technologie naar de nieuwste stand van de techniek.

- zandvang- en wassystemen
- slibruimers en slibindikkers
- olie-water afscheiders
- draaisproeiers voor oxidatiebedden
- mikrofilters
- flotatie-systemen type D.A.F.
- biologisch gefluïdiseerd bed systemen type OXITRON
- precoat vacuumfiltratie
- wervelbedverbranding
- slibdekanteer-centrifuges type HYSEP

Gebruikt u onze praktische ervaring voor uw eigen voordeel:

Wij beschikken over de technische kennis, benodigd voor het oplossen van uw probleem.

DORR-OLIVER

Nederland:
Dorr-Oliver B.V.
Wegalaan 38–44
2132 JC Hoofddorp
Tel. 2503-78111, Fax -26264

België:
Dorr-Oliver S.A.
Gasthuisstraat 31
1000 Brussel
Tel. 2-5116533, Fax -5137076

DO/032 nl

ter plaatse. Wanneer een minder goede effluentkwaliteit verantwoord is, kan bespaard worden op de bedrijfskosten en met name op de energiekosten.

De besparingen zijn echter zeer gering, omdat veelal nog investeringen en extra voorzieningen nodig zijn. Het bereiken van een betere effluentkwaliteit vereist aanzienlijke investeringen en geeft tevens door de hogere energiebehoefte hogere bedrijfskosten.

ir. P.C. Stamperius
STORA

VEREENVOUDIGING VAN KLEINE RIOOL-WATERZUIVERINGSINRICHTINGEN

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. maart 1988

Doel van het onderzoek was na te gaan of de kosten van kleine rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) voor huishoudelijk afvalwater verlaagd kunnen worden door toepassing van bouwwijzen en technieken voor de behandeling van afvalwater, zoals die toegepast worden door de industrie.
Het onderzoek dat aan dit rapport ten grondslag ligt, werd opgedragen aan de Vereniging Krachtwerktuigen te Amersfoort.

Voor de begeleiding van het onderzoek was er namens de STORA een commissie, bestaande uit ir. R.E.M. van Oers (voorzitter), ir G. Martijnse, ing. H.R. Poelma, en ir. W.G. Werumeus Buning.

Inleiding

Voor de behandeling van het afvalwater van de kleine kernen is zowel plaatselijke behandeling in een conventionele kleine rwzi, als de aanleg van een persleiding naar een regionale rwzi voor deze situaties per i.e. erg kostbaar.

De beperkte middelen, waarover met name kleinere industrieën beschikken en de hoge eisen, die aan de terugverdientijd van de industriële installaties worden gesteld, hebben ertoe geleid dat bouw- en werkwijzen worden toegepast, waarbij de investeringskosten per i.e. lager zijn dan gebruikelijk bij de waterkwaliteitsbeheerders.

In de studie wordt nagegaan of deze bouwwijzen toe te passen zijn op zuiveringsinrichtingen ter grootte van 500 of 1000 i.e. voor huishoudelijk afvalwater en of dit leiden kan tot lagere bouw- en exploitatiekosten, waarbij uitgegaan wordt van een levensduur voor deze rwzi's van circa 10 jaar.

Aanpak

Door een inventarisatie van zuiveringssystemen en bouwwijzen bij kleine industriële zuiveringsinrichtingen is een overzicht verkregen van zuiveringstechnische en civieltechnische mogelijkheden, die op hun toepasbaarheid bij de behandeling van huishoudelijk afvalwater worden getoetst. Hierbij is de regenwaterproblematiek betrokken.

Een aantal systemen is buiten beschouwing gelaten, vanwege hun evidente nadelen bij installaties ter grootte van 500 of 1000 i.e., zoals fysische methoden, anaërobe processen, oxydatiesloten en tweetrapsprocessen. Systemen die wel veelbelovend zijn in dit kader, zijn:
- biorotoren en oxydatiebedden (al dan niet met kunststof vulmateriaal);
- continue aërobe systemen;

- discontinue aërobe systemen, te onderscheiden in twee typen:
  - met twee bassins, beurtelings werkend als beluchtingsbassin en bezinkbassin (cyclustijd 12 of 24 uur)
  - met een beluchtings-/bezinkbassin, gecombineerd met een buffertank en cyclustijden van 12 of 24 uur.

Bij deze kleine rwzi's is gestreefd naar een opzet die
- in alle onderdelen eenvoudig, bij voorkeur uit standaardcomponenten te bouwen is;
- in de procesvoering eenvoudig te bedrijven is, weinig toezicht behoeft en grotendeels (semi)automatisch wordt bedreven;
- slechts uit de essentiële, onmisbare onderdelen bestaat;
- milieuhygiënisch verantwoord bedreven kan worden.

Voor een inrichting van 1000 i.e. met aanvoer van afvalwater via een gemengd rioleringsstelsel is voor de te verwachten vuillast uitgegaan van:
- 50 kg BZV en 13 kg NKj per etmaal, waarbij voor de zuurstofinbreng rekening wordt gehouden met etmaalbelastingen van 70 kg BZV en 17 kg NKj;
- een maximaal debiet van 500 m^3/etmaal en een maximum van 40 m^2/h;
- een effluent-BZV 15 mg/l, een gehalte aan ammoniumverbindingen en organisch gebonden stikstof 15 mg/l en een zwevendstofgehalte 30 mg/l.

Voor een rwzi van 1000 i.e. aangesloten op een gescheiden rioleringsstelsel gelden maximale debieten van 150 m^3/etmaal en 15 m^3/h; de BZV-aanvoer bedraagt maximaal 60 kg/etmaal en de NKj-aanvoer maximaal 16 kg/h.

De waarden van aanvoeren en vrachten voor de inrichtingen van 500 i.e. zijn 50% van de bovengenoemde. Zij zijn uitgangspunt geweest bij de dimensionering met betrekking tot de beluchting, de bezinking, en de afmetingen van bassins, oxydatiebedden en biorotoren, waarbij verder algemeen aanvaarde waarden zijn gebruikt voor de slibbelasting en de ruimtebelasting.

De inventarisatie

Nadere studie van onderdelen, werkwijzen en bouwwijzen verschafte inzicht in de geschiktheid van bepaalde pompen, pompputten, filters en zeven voor de ontvangst en grofvuilverwijdering van het afvalwater. Diverse soorten silo-bouw, voor namelijk bekend van agrarische toepassingen, werden bekeken op hun toepasbaarheid voor afvalwaterbassins. Voor de beluchting viel het oog op mechanische beluchters, straalbeluchters en bellenbeluchting. Bouwkosten bleken aanmerkelijk gereduceerd te kunnen worden door onderdelen tegen elkaar aan- of concentrisch te bouwen.

Uitgaande bij 1000 i.e. van een maximale zuurstofinbrengcapaciteit van 132 kg O_2/d (7,3 kg O_2/h), een verdunde slibvolume-index van 100 à 120 ml/g en een slibbelasting van 0,05 kg BZV kg d.s.d. zijn de bassins voor beluchting, bezinking en slibindikking berekend, evenals de afmetingen van oxydatiebedden, biorotoren en pompputten.

Met de gevonden bouwwijzen/principes en de basisdimensioneringsgrondslagen is een achttal zuiveringsinstallaties 'geassembleerd", waarbij steeds is gekozen voor combinaties die goedkoop zijn en naar verwachting storingsvrij zullen werken.
Om deze zuiveringssystemen technisch-economisch te kunnen vergelijken is het noodzakelijk ook hier van gelijke uitgangspunten uit te gaan.

De kosten van de 'geassembleerde' systemen

Bewust zijn elementen in de kostenopbouw, die sterk afhankelijk zijn van de locatie, niet opgenomen, zoals grondkosten, heiwerk, milieumaatregelen, aansluitkosten van nutsleidingen. In feite zijn voor de berekeningen uitsluitend de materiële aanschaffingen voor de installaties meegenomen. Voor alle onderdelen is een levensduur van tenminste tien jaar aangehouden.

Bij het begroten van de exploitatiekosten is ondermeer uitgegaan van
- een rente van 6,5% per jaar;
- onderhoudskosten à 3% van de investeringen;
- kosten voor heiwerk tot 8 à 10 m, extra op de investeringen;
- voor de afvoer van slib (5a 6% d.s.) ƒ 12,-/m3 incl. B.T.W.;
- een kW/h-prijs van ƒ 0,24 incl. BTW;
- bediening en onderhoud 250 uren per jaar à ƒ 40,-/uur;
- BTW 20% en prijspeil juni '86

De investeringen en exploitatiekosten van de acht zuiveringssystemen worden gegeven in de tabellen 1 en 2. Bij het vergelijken van de cijfers dient er dus rekening mee te worden gehouden dat de investeringen onderling wel vergeleken kunnen worden, maar niet compleet zijn.

	1000 i.e.		500 i.e.	
Type installatie	dwa + rwa	dwa	dwa + rwa	dwa
1. biorotor	273	231	176	173
2. oxydatiebed	228	181	157	142
3. percolatiefilter	224	177	146	126
4. aëroob continu	189	148	137	111
5. aëroob conitu, buffertank, 1 cyclus/d	156	134	115	101
6. aëroob discontinu, buffertank, 2 cycli/d	137	122	104	96
7. aëroob discontinu, 2 bassins, 1 cyclus/d	175	156	130	117
8. aëaroob discontinu, 2 bassins, 2 cycli/d	161	145	119	111

Tabel 1. Overzicht investeringen in fl 10^3 (excl. heiwerk en BTW)

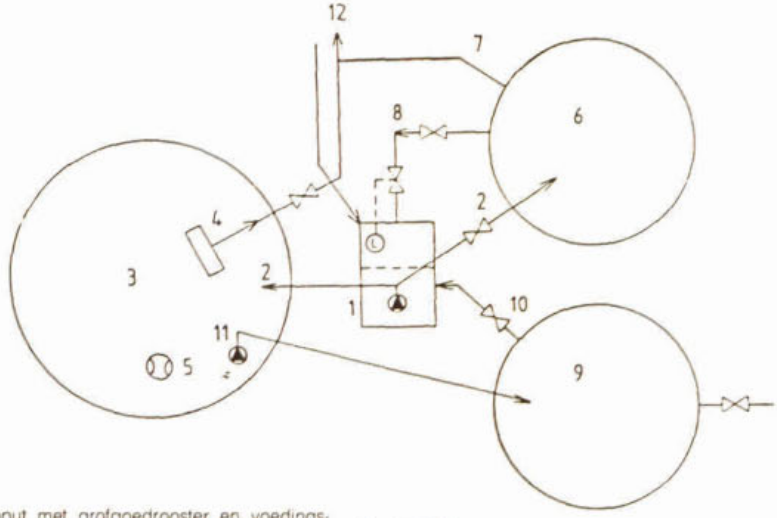
	1000 i.e.		500 i.e.	
Type installatie	dwa + rwa	dwa	dwa + rwa	dwa
1. biorotor	81	72	55	54
2. oxydatiebed	73	63	51	48
3. percolatiefilter	71	62	48	44
4. aëroob continu	71	61	51	46
5. aëroob conitu, buffertank, 1 cyclus/d	65	59	46	43
6. aëroob discontinu, buffertank, 2 cycli/d	60	56	44	42
7. aëroob discontinu, 2 bassins, 1 cyclus/d	70	65	50	47
8. aëaroob discontinu, 2 bassins, 2 cycli/d	67	62	47	45

Tabel 2. Overzicht exploitatiekosten in fl. 10^3 per jaar

Selectie van een zuiveringssysteem

Het in een aantal industrietakken toegepaste discontinue aërobe zuiveren blijkt voor de kleine huishoudelijke rwzi's tot de laagste investeringen en gemiddelde exploitatiekosten te leiden. De laagste totaalkosten per jaar worden verkregen voor deze systemen, wanneer gebruik gemaakt wordt van een beluchtingsbassin en een buffertank, en tweemaal een cyclus van 12 uur per etmaal.

Het rapport geeft een uitgebreide beschrijving van deze soort installatie; hier wordt volstaan met het geven van de schematische opstelling van de discontinue aërobe installatie in figuur 1.



1. pompput met grofgoedrooster en voedingspomp
2. toevoerleidingen
3. beluchtingsbassin
4. drijvende aflaatvoorziening
5. straalbeluchter
6. buffertank
7. overstort
8. retourleiding naar pompput met vlotter
9. slibbuffer
10. retourleiding water
11. slibpomp + leiding
12. effluentafvoer

Figuur 1. Schematische opstelling van de discontinue aërobe installatie.

Conclusie

Een aantal in industriële zuiveringsinrichtingen toegepaste materialen, apparaten en bouwwijzen blijkt ook voor kleine rwzi's gebruikt te kunnen worden. Voor een aantal zuiveringssystemen kan dit leiden tot rwzi's die naar verhouding een lage investering vergen.

ir. P.C. Stamperius
STORA

VERGAANDE FOSFAATVERWIJDERING DOOR VLOKKINGSFILTRATIE

(semi-technisch onderzoek)

Bespreking van het rapport van DBW/RIZA en STORA d.d. febr. 1988

Doel van dit praktijkonderzoek was vast te stellen in hoeverre met het systeem simultaan defosfateren-vlokkingsfiltratie een fosfaatgehalte van 0,5 mg P/l in het effluent kan worden bereikt, alsmede onder welke omstandigheden nog lagere gehalten, bijvoorbeeld 0,2 mg/l mogelijk zijn. Daarbij was het van belang te bepalen tegen welke kosten deze concentraties konden worden gerealiseerd; de kosten dienden te worden afgezet tegen de kosten van het systeem korrelreactor-nafiltratie.

Het onderzoek werd uitgevoerd door DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. en verricht in een samenwerkingsverband van de Dienst Binnenwateren/RIZA en de stichting STORA, waarbij het Zuiveringsschap Veluwe participeerde door de rwzi Beekbergen apparatuur, chemicaliën en mankracht ter beschikking te stellen. De uitvoerder werd bij zijn werkzaamheden begeleid door een begeleidingscommissie bestaande uit: ir. A.H. Dirkzwager (voorzitter), ing. R. van Dalen, ing. P. Kuiper, ir. P.C. Stamperius, ing. W. Yntema en ir. J.F. de Waal.

Inleiding

De inspanningen van de Nederlandse overheid om de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren hebben zich in de zeventiger jaren gericht op de beperking van de lozing van zuurstofbindende stoffen. In de tachtiger jaren is de belasting van het oppervlaktewater met voedingsstoffen, de zogenaamde eutrofiëring, centraal komen te staan. Door eutrofiëring kan excessieve algengroei optreden en worden de ecologie en de gebruiksfuncties van het oppervlaktewater geschaad. Verwijdering van fosfaten uit het afvalwater op de rwzi is vaak nodig om eutrofiëring van de ontvangende oppervlaktewateren door het rwzi-effluent te voorkomen. Traditionele methoden van fosfaatverwijdering door dosering van metaalzouten in de voorbezinking (pre-precipitatie), in de aëratietank (simultaan-precipitatie), of in het effluent (post-precipitatie) zijn in staat het totaal P-gehalte in het effluent terug te brengen tot circa 2 mg/l.

Voor toestromende wateren in bepaalde eutrofiëringsgevoelige gebieden wordt echter aan lagere fosfaat-P-gehalten gedacht: circa 0,25 mg/l. De traditionele methoden van fosfaatverwijdering zijn niet in staat een dergelijke effluentkwaliteit te leveren. Door de lozing van zwevende stof met het effluent wordt dit gehalte meestal reeds overschreden.Voor een verdergaande defosfatering is derhalve verwijdering van zwevende stof nodig; filtratie is hiervoor de meest in aanmerking komende methode. Door extra chemicaliën te doseren vóór de filtratie is tevens een extra verwijdering van opgelost fosfaat mogelijk (vlokkingsfiltratie).

De aanpak van het onderzoek

Simultaan defosfateren gevolgd door vlokkingsfiltratie wordt in de praktijk in Zwitserland en in Duitsland, maar nog niet in Nederland toegepast. De buitenlandse resultaten van deze combinatie zijn evenwel moeilijk te vertalen naar de Nederlandse situatie. Om deze reden was het nodig de vereiste procescondities en de bereikbare resultaten proefondervindelijk vast te stellen; dit onderzoek vond plaats op de rwzi Beekbergen, een oxydatiesloot van 5.300 i.e. waar op praktijkschaal reeds simultaan werd gedefosfateerd. Een deel van het effluent is daartoe op semi-technische schaal onder toevoeging van vlokmiddel behandeld in een dubbellaagsfilter. Gebruikt werd ijzerchloride, enkele malen gecombineerd met Superfloc 100. Als aanvulling en ondersteuning van het experimentele werk is een oriënterende literatuurstudie uitgevoerd naar simultane fosfaatverwijdering gevolgd door vlokkingsfiltratie.
Bij het beschouwen van de kosten van deze methode is tevens een vergelijking uitgevoerd met de kosten voor een systeem bestaande uit een korrelreactor gevolgd door vlokkingsfiltratie.
Het onderzoek besloeg twee perioden, een van 60 en een van 50 dagen, waarin ijzerchloride gedoseerd werd in het beluchtingscircuit bij een metaal/P-verhouding van respectievelijk 0,83 en 1,09, waardoor na bezinking een fosfaat-P-gehalte werd bereikt van resp. 2,1 en 1,2 mg/l. De twee parallelle dubbellaagsfilters, waarin het op deze wijze ontstane effluent verder werd behandeld, waren als volgt opgebouwd:

type	filter 1	filter 2
vulmateriaal	deeltjesgrootte	deeltjesgrootte
zand	1,2 - 2,0 mm	0,7 - 1,2 mm
anthraciet	2,0 - 4,0 mm	1,4 - 2,5 mm

In het onderzoekprogramma kwamen aan de orde:
- de bedrijfsvoering van de oxydatiesloot voornamelijk met betrekking tot de ijzerchloride-dosering en de P-verwijderingsrendementen in het aëratiegedeelte;
- de drukverdeling en de vuilberging in/over het filterbed;
- de spoelprocedure van het filterbed;
- invloed van pH en polymeerdosering op de fosfaatverwijdering;
- de invloed van de doseringen, de looptijd van het filter, de filtersnelheid op het folfaat-P-gehalte in het uiteindelijke effluent;
- ontwerp- en bedrijfsvoeringsparameters voor de filtratie.

De resultaten

De resultaten wijzen uit dat met dit systeem van defosfateren een fosfaat-P-gehalte in het effluent van minder dan 0,5 mg/l kan worden bereikt. Deze richtwaarde is met beide filters haalbaar, zij het dat de efficiëntere verwijdering door het filtermateriaal van het fijne filter een geringere ijzerzoutdosering mogelijk maakt. Het effluentP-gehalte van de filters wordt sterk beïnvloed door de ijzerchloridedosering. De dosering van ijzerzout kan voor het verkrijgen van de richtwaarde 0,5 mg/l geoptimaliseerd worden voor de simultane defosfateringsstap en de vlokkingsfiltratiestap. De vlokkingsfiltratie heeft ook een betere effluentkwali-

HOE ZIET VOLGENS U EEN PROFESSIONELE MIXER ERUIT?

FLYGT Een echte professionele mixer herkent u aan zijn werk. Hij is superieur in z'n vak. Efficiënt, betrouwbaar en altijd bezig. Zo is het ook met de nieuwe generatie industriële mixers van Flygt. U ziet pas hoe professioneel ze zijn, als ze voor u werken. Natuurlijk valt meteen al op dat u zo weinig hoeft te investeren. En springen ook de jetringen voor extra jet-efficiency in het oog. Maar eenmaal in bedrijf merkt u pas hoe voordelig het is, dat Flygt met de nieuwe generatie mixers voorgoed afscheid heeft genomen van onderhoudsgevoelige onderdelen als lange assen en vertragingskasten. Ook wordt u dán pas aangenaam verrast door de energiekosten, die zo'n 30% lager liggen dan die van traditionele mixers.

De nieuwe Flygts zijn op en top professional. Het maakt niet uit in welke vloeistof, wat de tankafmetingen zijn, noch of het industrie- of afvalwaterbeheer betreft. Flygt mixers leveren onder alle omstandigheden topprestaties tegen lage kosten. Wordt het geen tijd om snel contact op te nemen?

ITT Flygt BV, Postbus 1126, 3300 BC Dordrecht.
Tel. 078-187700. Fax 078-510936.

ITT Flygt
ITT Fluid Technology Corporation

I N I E D E R G E V A L F L Y G T

teit tot gevolg; de extra verwijdering van BZV, CZV en NK] bedraagt ruwweg 30%. Het drukverlies in de filters is afhankelijk van de drogestofbelasting. Bij gelijke drogestofbelasting is het drukverlies over het fijne filter groter dan over het grove filter. De looptijd van het fijne filter is daarentegen weer belangrijk langer. Zonder gevaar voor doorslag van het filter kan het grove filter teruggespoeld worden, wanneer de drukval opgelopen is tot 0,9 mWk; voor het fijne filter bedraagt deze drukval 2,3 mWk. Op grond van de langere looptijd van het fijne filter is voor het ontwerp en de kostenberekeningen uitgegaan van fijne filters uitgevoerd als drukfilters. Bij het ontwerp van een filtratie-eenheid van enkele tienduizenden i.e.'s moet op een filtratiesnelheid van 18,5 m/h bij rwa worden gerekend. Voor rwzi's van 50.000 i.e. tot 100.000 i.e. kan dit 20 m/h zijn.Met behulp van de verkregen resultaten kon een relatie worden afgeleid tussen de looptijd van het filter, de hydraulische belasting en de ijzerdosering. Ook zijn verbanden samengesteld tussen het rendement en de Me/P-dosering bij filtratie in Beekbergen en de Me/P-dosering bij simultane fosfaatverwijdering in Nederlandse installaties. Deze verbanden dienden als basis voor het ontwerp en de kostenberekeningen voor het systeem simultaan defosfateren gevolgd door vlokkingsfiltratie.

De kosten

De investeringskosten voor de simultane fosfaatverwijdering gevolgd door vlokkingsfiltratie zijn vergeleken met de investeringskosten voor fosfaatverwijdering in de korrelreactor, gevolgd door filtratie. Inclusief BTW bedragen deze kosten uitgedrukt in kfl:

investeringskosten in kf

capaciteit van de rwzi	simultane defosfatering + vlokkingsfiltratie	korrelreactor + vlokkingsfiltratie
10.000 i.e.	770-980	970-1.110
50.000 i.e.	1.880	2.620-2.790
100.000 i.e.	3.690	4.850-5.030

De jaarlijkse lasten voor de simultane fosfaatverwijdering gevolgd door vlokkingsfiltratie zijn vergeleken met de jaarlijkse lasten van het systeem korrelreactor, gevolgd door dubbellaagsfiltratie. Inclusief BTW bedragen deze jaarlasten uitgedrukt in fl/i.e. jaar.

jaarlijkse lasten in f/i.e. jaar

capaciteit van de rwzl	simultane defosfatering + vlokkingsfiltratie	korrelreactor + vlokkingsfiltratie
10.000 i.e.	15,05-20,45	16,45-21,90
50.000 i.e.	13,45-14,65	11,10-15,40
100.000 i.e.	13,35-14,55	10,60-14,65

In de kosten speelt de wijze van slibverwerking een rol; voor 10.000 i.e. is afvoer naar de landbouw of stort aangenomen, terwijl voor de rwzi's van 50.000 en 100.000 i.e. uitgegaan is van afvoer naar de stort, na menging met zand en kalk. Gezien de nauwkeurigheid van de ramingen zijn de verschillen gering. De keuze voor een van beide systemen kan dus mede beïnvloed worden door andere overwegingen, zoals de gevoeligheid van de kosten voor de slibbehandeling en de afzet van het slib.

ir. P.C. Stamperius

KNELPUNTEN BIJ DE INVOERING VAN DEFOSFATERING

Bespreking van het RWZI 2000*-rapport d.d. april 1989

Doel van deze inventariserende studie was een overzicht te geven van de stand van de ontwikkeling van de defosfateringstechnieken die momenteel beschikbaar zijn of ontwikkeld worden en de knelpunten bij de invoering van deze technieken in de praktijk. Gezien de snelle ontwikkelingen van de defosfateringstechnieken moet dit rapport worden beschouwd als een momentopname van augustus 1988, met enkele aanvullingen in februari 1989.
De inventarisatie werd uitgevoerd door Witteveen + Bos raadgevende ingenieurs en begeleid door ir. W. van Starkenburg, ing. R. van Dalen en ing. G.B.J. Rijs.
** Het onderzoek 'Toekomstige generatie rioolwaterzuiveringsinrichtingen/rwzi 2000 is een samenwerkingsverband van de STORA en Rijkswaterstaat DBW/RIZA.*

Inleiding

Als gevolg van de gemeenschappelijke inspanning van de Rijnoeverstaten om de fosfaatlozingen per 1995 met 50% te reduceren, zal op korte termijn op veel Nederlandse rwzi's defosfatering moeten worden ingevoerd.
Als bruikbare defosfateringstechniek is op dit moment alleen de chemische precipitatie beschikbaar, met als belangrijke nadelen een hoog chemicaliënverbruik, verzouting van het effluent, storing van de nitrificatie/denitrificatie en een toename van de hoeveelheid zuiveringsslib.
Nieuwe technieken die met name niet het nadeel hebben van de vergrote produktie moeilijk verwerkbaar zuiveringsslib zijn de korrelreactor, de magnetische separatie en de biologische defosfatering. Voor deze methoden moet evenwel nog het nodige onderzoek en ontwikkelingswerk plaatsvinden.
Om richting te kunnen geven aan dit onderzoek is het noodzakelijk een goed inzicht te hebben in de stand van de ontwikkeling en in de te verwachten technische en financiële consequenties bij toepassing.

De opzet van het onderzoek

Als te behalen rest P-gehalte zijn drie niveau's aangehouden voor de jaargemiddelde effluentconcentratie: 2, 1 en 0,5 mg PII. De in beschouwing genomen technieken zijn:
- de chemische defosfatering door middel van simultane precipatie (referentiekader);
- defosfatering door middel van een korrelreactor;
- defosfatering met magnetische separatie;
- biologische defosfatering;
- defosfatering met behulp van vlokkingsfiltratie.

Voor deze vijf methoden zijn:
- de technische knelpunten vastgesteld;
- de technische en financiële implicaties getaxeerd om de haalbaarheid en de

toepassingsmogelijkheden verder in te kunnen vullen;
- aanbevelingen gedaan voor aanvullend onderzoek en ontwikkeling om de techniek in de praktijk toe te kunnen passen.

Bij de opgave van de kosten is tevens rekening gehouden met mogelijke varianten binnen een techniek. De gevoeligheid van de kosten voor de wijze van slibverwerken en de gevolgen van fosfaatvrij wassen is eveneens bekeken.

De resultaten

Stand van zaken van de defosfateringstechnieken

Chemische precipitatie is in Nederland de enige volledig operationele defosfateringstechniek. De korrelreactor en de magnetische separatie worden opgeschaald, de biologische defosfatering is weliswaar uitgebreid, maar nog slechts op semitechnische schaal onderzocht.

Knelpunten bij invoering

chemische precipitatie

Bij voorprecipitatie is extra verwerkingscapaciteit nodig voor de toegenomen hoeveelheid primair slib; bij naprecipitatie is extra ruimte nodig voor de bouw van extra bezinking en slibverwerking. De simultane precipitatie toont de meeste knelpunten: er is extra verwerkingscapaciteit nodig voor de toegenomen hoeveelheid surplusslib, vooral bij laagbelaste actief-slibsystemen wordt mogelijk de nitrificatie geremd, beluchtingselementen kunnen verstopt raken en de vereiste verhoging van het drogestofgehalte in de aëratietank kan bij bestaande rwzi's leiden tot overbelasting van de nabezinktank.

korrelreactor

Met dit principe is nog nauwelijks ervaring opgedaan met praktijkinstallaties (de demonstratie-installatie te Westerbork was ten tijde van deze studie nog niet gestart). De hardheid van het water speelt een belangrijke rol bij de vorming van de calciumfosfaatkorrels. De werking van de korrelreactor is ook afhankelijk van de aard van het zuiveringsproces. De toepassingsmogelijkheden zijn alleen bij oxydatiesloten voldoende aangetoond. Verwacht wordt dat de werking minder goed zal zijn bij oxydatiebedden. Van systemen met aëratietanks zijn weinig gegevens beschikbaar.

magnetische separatie

Er bestaat nog geen volledig inzicht in de werking bij verschillende soorten effluent.

De ervaring met praktijkinstallaties is beperkt. De terugwinning van het entmateriaal magnetiet en de opwerking van het kalkslib tot een bruikbaar produkt zijn nog onderwerp van onderzoek.

biologische defosfatering

Een groot aantal knelpunten belemmert de invoering van deze techniek op praktijkschaal .
- in Nederland bestaat geen ervaring met vergaande defosfatering op praktijk schaal ;
- de influentsamenstelling speelt een belangrijke rol;
- de processtabiliteit is matig, met name bij RWA;

- aangezien het proces geremd wordt door nitraat is een vergaande denitrificatie vereist;
- *vanwege de opname van P in surplusslib is aërobe slibverwerking nodig of che* mische behandeling van het anaërobe slibwater;.
- de huidige wijze van kalkprecipitatie bij fosfaatstrippen dient te worden ver beterd.

Slibverwerking
Het vinden van een elegante oplossing voor het slibprobleem is niet alleen een kernpunt bij de chemische precipitatie, maar ook bij de ontwikkeling van alternatieven hiervoor. De korrelreactor levert een goed hanteerbaar kalkfosfaatprodukt dat toegepast kan worden als ruwe grondstof bij de fabricage van fosfor. Het kalkfosfaatslib van de magnetische defosfatering wijkt chemisch weinig af van voornoemde fosfaatkorrels, maar moet eerst van het magnetiet ontdaan worden alvorens een hanteerbaar produkt op te kunnen leveren. Ook bij de fosfaatstripping bij biologische defosfatering ontstaat een kalkslib, waarvoor de toepassings-/verwerkingsmogelijkheden nagegaan dienen te worden.

Kosten van defosfatering
De kosten van de verschillende defosfateringstechnieken zijn nog moeilijk objectief te vergelijken door gebrek aan praktijkgegevens, eenduidige uitgangspunten en duidelijke demensioneringsgrondslagen.
Onder diverse aannamen kan worden geconstateerd dat bij defosfatering tot 1 à 2 mg P/l simultane precipitatie de goedkoopste methode is met circa *f* 8,-/i.e. als jaarlijkse kosten voor rwzi's 50.000 i.e. Voor korrelreactor, magnetische separatie en biologische defosfatering moet dan gerekend worden met circa *f* 10,-/i.e.j.; voor- en naprecipitatie zijn het duurst nl. *f* 16,- à *f* 18,-/i.e.j. Bij rwzi's 50.000 i.e. zijn de kosten aanzienlijk hoger door het sterke schaaleffect op de investeringskosten.
Verlaging van het effluent P-gehalte tot 0,5 mg P/l verhoogt de kosten bij de grote rwzi's met *f* 2,50 tot *f* 5,-/i.e.j., afhankelijk van de toegepaste methode. Bij kleinere rwzi's werkt dit nog sterker door en kunnen de kosten bij rwzi's van 10.000 i.e. met meer dan *f* 16,-/i.e.j. toenemen.
Door de toenemende verwerkingskosten voor zuiveringsslib wordt verwacht dat de defosfateringskosten van de chemische precipitatie met *f* 2,50 tot *f* 4,-/i.e.j. toe zullen kunnen nemen. Bij de nieuwe vormen van defosfatering is de doorwerking van hogere slibverwerkingskosten nog niet exact aan te geven, maar wel aanmerkelijk minder.
Het rapport besluit met een groot aantal aanbevelingen voor onderzoek, semitechnisch onderzoek, en demonstratie-installaties op praktijkschaal. Veel aandacht is nog nodig voor de gevolgen van de toepassing van chemicaliën en andere hulpstoffen bij de processen, en voor het verdere lot van de reststoffen uit de defosfateringsprocessen.

ir. P.C. Stamperius

COMPENDIUM SLIBVERBRANDING

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. oktober 1988

In de periode 1984 - 1987 is slibverbranding onder Nederlandse omstandigheden in meerdere, vaak regionaal gerichte studies op kosten, milieu-effecten en technische aspecten geëvalueerd. Door lokale verschillen in karakter en urgentie van de slibproblematiek is dergelijk onderzoek meestal in opdracht van één of meer regionale waterkwaliteitsbeheerders uitgevoerd en soms ook door de rijksoverheid.
Uit de raporten van deze onderzoeken zijn, om de toegankelijkheid van de informatie te bevorderen, de aspecten van algemeen belang bijeengebracht in een "Compendium slibverbranding".
Het opstellen van het compendium werd uitgevoerd door Witteveen + Bos Raadgevende Ingenieurs en namens de STORA begeleid door een redactiecommissie, bestaande uit ir. P.C. Stamperius(voorzitter), ir. K.F. de Korte, ir. M. Marskamp en ir. W.G. Werumeus Buning.

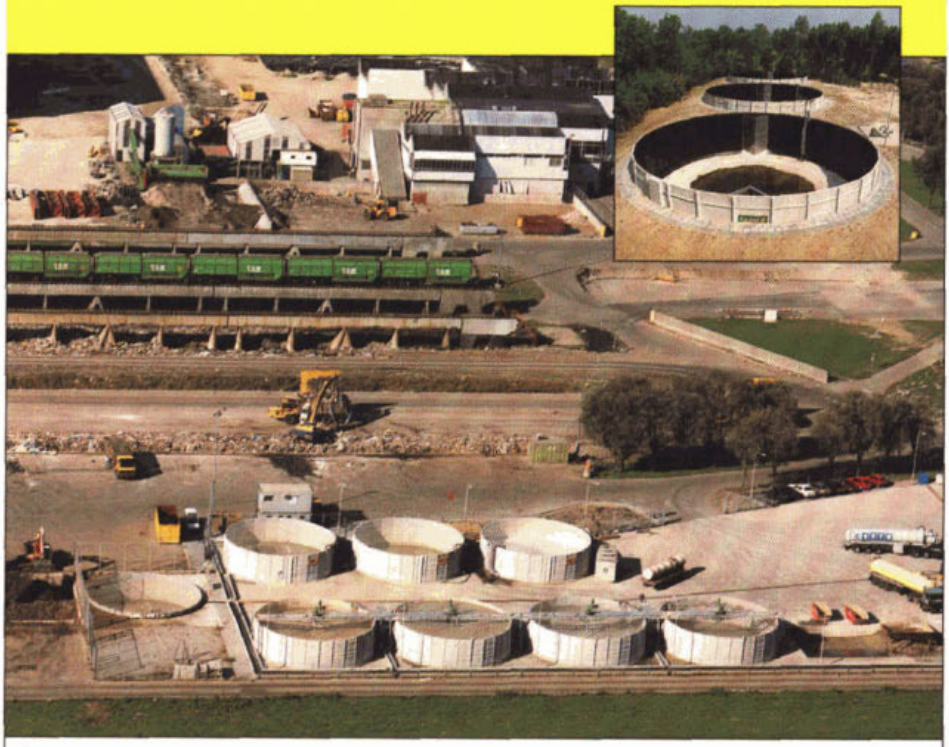
Inleiding

Door toenemende problemen bij de afzet van slib in de landbouw en door de steeds strengere eisen bij hergebruik en storten, is te verwachten dat verbranding een toenemende rol gaat spelen bij de verwerking van zuiveringsslib. Doel van de verbranding is het bereiken van een stortbaar produkt met een zo klein mogelijk volume. Door de verdamping van het water en de verbranding van de organische stof wordt het volume met een factor 10 tot 20 verminderd ten opzichte van het volume ontwaterd slib.
Het compendium geeft een overzicht van de beschikbare informatie over de technieken, milieu-effecten en kosten van slibverbranding onder Nederlandse omstandigheden. Hieronder worden in het kort de inhoud en de belangrijkste conclusies van het compendium samengevat.

Onderdelen van de verbrandingsinstallatie

De belangrijkste onderdelen van de slibverbrandingsinstallatie zijn de opslagbunker voor het slib bij regionale verbrandingsinstallaties, de drooginstallatie bij hoogrendementsystemen, de verbrandingsoven en de voorzieningen voor warmteterugwinning, rookgasreiniging en de verwerking van de asresten.
De slibbunker heeft als voornaamste functies opslag voor de nacht en het weekeinde bij continubedrijf, het opvangen van aanvoervariaties en het overbruggen van bedrijfsonderbrekingen van de verbrandingsinstallatie.
Bij drooginstallaties onderscheidt men directe drogers, waarbij het slib indirect contact komt met hete gassen, en indirecte drogers, waarbij het slib en het verwarmend medium door een metalen wand gescheiden zijn.
Het oventype is sterk afhankelijk van de structuur en het vochtgehalte van het slib. Wervelbedovens met een zandbed kunnen vele soorten materiaal verbranden, en zijn zowel in conventionele als in hoog rendementsystemen toepasbaar. Etageovens zijn vooral in het verleden toegepast in conventionele verbrandingssyste-

SYSTEEMTANKS VOOR OPSLAG EN BEHANDELING VAN AFVALWATER EN SLIB



De Muleby-systeemtanks onderscheiden zich door:

- moderne vormgeving;
- snelle bouwmethodes;
- opslag capaciteit van **200 tot 10.000 m³**;
- wandhoogte naar keuze:
  300, 350, 400, 500 en 600 cm;
- met KIWA-geschiktheidscertificaat.

Fabiton

Fabiton monoliet en prefab systemen bv
Loswal 12
postbus 168, 9200 AD Drachten
telefoon: +31(0)5120-18181 telefax: +31(0)5120-31719
Geen beter beton als FABITON

Fabiton is een werkmaatschappij van de Farmex Groep.

men. Voor volledig gedroogd slib komen specifieke oventypes in aanmerking, zoals de granulaatoven, poederoven en de ketting-roosteroven.
De verbrandingssystemen zijn in verschillende combinaties en capaciteiten leverbaar. Ter verhoging van de bedrijfzekerheid worden meestal enkele onafhankelijke verwerkingseenheden toegepast, met een overcapaciteit van 25 tot 100 %, afhankelijk van het bunkervolume en het aantal onafhankelijke verbrandingseenheden.

Milieu-aspecten

Om te voldoen aan de normen van de "Richtlijn Verbranden" is in alle gevallen ontstoffing van de rookgassen nodig door middel van een elektrofilter, doekfilter of hoge-drukwasser. Afhankelijk van de concentratie kwik in het slib zal in veel gevallen tevens neutrale of zure rookgaswassing nodig zijn.
Beperking van de geuruitworp is nodig bij etageovens, trommelovens en systemen met directe droging, zonder verbranding van de droogdampen. In deze gevallen moeten de rookgassen in een naverbranding worden behandeld.
Bij slibverbranding met goede verbrandingscondities is de uitworp van microverontreinigingen, zoals PAK's en dioxines, beperkt. De concentratie PCB's in zuiveringsslib is zo laag dat hiervan de emissie bij slibverbranding verwaarloosbaar is. Bij eventuele eisen aan de SOx-uitworp kunnen kalkdosering in de wervelbedoven, semi-drogestofreiniging en wassing van de rookgassen als emissiebeperkende technieken worden toegepast.
Door verbranding van de organische stof worden de zware metalen (met uitzondering van kwik) grotendeels in de asrest geconcentreerd. Incidenteel kunnen hier door de grenswaarden van de Wet Chemische Afvalstoffen overschreden worden, met name bij gecombineerde verbranding van slib en huisvuil. Bij grootschalige zelfstandige verbranding van slib is overschrijding van de WCA-grenswaarden echter niet te verwachten. Percolatie-experimenten geven aan dat de zware metalen slechts in geringe mate uit de asresten vrijkomen.
Het verontreinigde waswater van de rookgaswassing, dat ondermeer vliegas en opgeloste verontreinigingen bevat, moet door bezinking of fysisch-chemische zuivering worden nabehandeld; bij zure rookgasreiniging ter verwijdering van kwik is fysisch-chemische behandeling van het waswater nodig om het kwik definitief te binden.

Energiebalans bij de slibverbranding

De energiewaarde van het slib (MJ/kg H_2O) is afhankelijk van het drogestofgehalte, de gloeirest en de stookwaarde van de organische componenten. De specifieke warmtebehoefte van het verbrandingsproces, uitgedrukt in MJ per kg verdampt water, is vooral afhankelijk van de luchtovermaat en de temperatuur van de afgassen. Conventionele verbrandingssystemen, met directe verbranding van het ontwaterde slib, hebben een warmtebehoefte van 5 - 10 MJ/kg H_2O. In hoogrendementsystemen, met gescheiden droging en verbranding, bedraagt de warmtebehoefte 3,5 - 4,5 MJ/kg H_2O.
Wanneer de energiewaarde van het slib kleiner is dan de specifieke warmtebehoefte, zal het verschil via een externe warmtebron of door het bijstoken van hulpbrandstof worden aangevuld. De kosten voor steunbrandstof kunnen worden

beperkt door gebruik te maken van gistingsgas of brandstof die geproduceerd is uit afvalstoffen; voor dit laatste zijn de benodigde aanpassingen van de installatie en de verhoogde emissies ernstige belemmeringen.
Gecombineerde verbranding van huisvuil en zuiveringsslib kan aantrekkelijk zijn bij volledig nieuwe installaties, waarbij een geïntegreerde technische en organisatorische aanpak voor de afval- en slibverbranding wordt opgezet.
Gebruik van de restwarmte van een afvalverbrandingsinstallatie in de vorm van hete rookgassen of stoom kan de kosten drukken. Om technische en ook organisatorische redenen zal de verbranding van afval en slib veelal gescheiden worden gehouden, waarbij slechts de warmtesystemen zijn gekoppeld.

De kosten van slibverbranding

De geraamde verbrandingskosten uit de verschillende studies vertonen een aanzienlijke spreiding, met name door de grote verschillen in kapitaalkosten. Deze zijn immers het gevolg van de sterk uiteenlopende uitgangspunten voor de reservecapaciteit en de voorzieningen voor aanvoer en opslag.
De verbrandingskosten per ton d.s. nemen af bij toename van de schaalgrootte, met name door de relatief lagere kosten voor kapitaal, onderhoud en personeel. Onderstaande tabel geeft een globale indicatie van de exploitatiekosten van hoogrendementverbranding, afhankelijk van de schaalgrootte (de kosten voor ontwatering en transport zijn in deze bedragen niet opgenomen).

capaciteit	**verbrandingskosten**
(ton d.s./j	(f/ton d.s.)
5.000-10.000	500-700
10.000-25.000	400-600
>25.000	350-450

Voor de globale opbouw van de exploitatiekosten bij hoogrendementsverbranding kan het volgende beeld gegeven worden:

kapitaal + onderhoud	50 - 60%
brandstof + electriciteit	20 - 25%
personeel	
* <10.000 ton d.s./j	ca. 30%
* 10 - 20.000 ton d.s./j	15 - 20%
• >25.000 ton d.s./j	ca. 10%
asafvoer + overige kosten	10 -15%

Bij verbranding van slib met een drogestofgehalte rond 20% weegt de besparing op de brandstofkosten bij hoogrendementverbranding in het algemeen op tegen de hogere kapitaal-en onderhoudskosten. Hoogrendementverbranding heeft derhalve iets lagere exploitatiekosten dan conventionele slibverbranding. Bij toenemend drogestofgehalte van het slib en/of afnemende brandstofprijzen kan conventionele verbranding weer economisch aantrekkelijk worden.
Gebruik van restwarmte via hete rookgassen of stoom van een verbrandingsinstallatie geeft in principe een besparing van circa 5 - 10% op de slibverbrandingskosten. De toepassingsmogelijkheden van deze techniek zijn echter sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van een verbrandingsinstallatie waarvan de

restwarmte kan worden benut. De kosten van rookgaswassing zijn geraamd op f 51/ton d.s. bij een capaciteit van 25.000 ton d.s./j en *f* 41/ton d.s. bij 50.000 ton d.s./j. Kalkdosering in wervelbedovens kost circa *f* 28 per ton d.s.
Ondanks de extra kosten voor transport en opslag zijn de totale exploitatiekosten bij centrale slibverbranding in het algemeen lager dan bij verbranding per rwzi of beheersgebied afzonderlijk. Bij vergaande centralisatie neemt het kostenvoordeel af en kunnen transportkosten of organisatorische en planologische bezwaren meespelen.

Organisatorische aspecten

Bij gezamenlijke slibverbranding door meerdere waterkwaliteitsbeheerders zijn verschillende organisatorische constructies mogelijk voor het beheer en de financiën.
De verbranding kan worden uitbesteed, worden uitgevoerd door één van de betrokken partijen, worden ondergebracht in een vennootschap of worden uitgevoerd door een samenwerkingsverband in het kader van de Wet gemeenschappelijke regelingen.
Voor slibverbrandingsinstallaties zijn vergunningen nodig ingevolge de Afvalstoffenwet en de Wet verontreiniging oppervlaktewateren. De vergunningen van de Afvalstoffenwet bevat tevens bepalingen met betrekking tot de Wet inzake de luchtverontreiniging, de Hinderwet, de Wet op de Geluidhinder en de provinciale bepalingen op het gebied van de milieuhygiëne. Voor installaties met een verbrandingscapaciteit vanaf 5000 ton d.s./j (dit komt overeen met circa 275.000 i.e.) is milieu-effectrapportage (MER) nodig.

ir. P.C. Stamperius

VERWERKING VAN DIERLIJKE MESTSTOFFEN OP RIOOLWATER-ZUIVERINGSINRICHTINGEN (ORIENTEREND ONDERZOEK)

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. december 1988

In Nederland wordt door op landbouwbedrijven gehouden vee momenteel 90 - 100 miljoen ton mest per jaar geproduceerd, waarvan volgens de landbouwkundige norm ongeveer 70 miljoen ton door de bedrijven zelf als meststof kan worden gebruikt. De resterende 30 miljoen ton moet buiten de bedrijven worden afgezet c.q. verwerkt. In dit oriënterend onderzoek is nagegaan met welke de consequenties zijn wanneer nog beschikbare capaciteit van rwzi's wordt gebruikt voor de verwerking van mestfracties.

Het onderzoek werd uitgevoerd door DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. De uitvoerder werd bij zijn werkzaamheden begeleid door een commissie bestaande uit: ing. D. Wouda (voorzitter), ir. P.J.W. ten Have, ir. A. Kiestra, ir. J.M.J. Leenen, ir. T. Meijer, ing. J. van der Picht en ir. W. van Starkenburg.

Inleiding

In gebieden met intensieve veehouderij (Gelderland, Oost-Utrecht, Oost-Brabant en Noord-Limburg) bereiken de waterkwaliteitsbeheerders verzoeken tot verwerking van dierlijke meststoffen, waarbij het meestal gaat om relatief dunne mest, zoals kalvergier en dunne varkensmest.

Verwacht wordt dat de meststoffenproblematiek zal toenemen door stijging van de mestproduktie en een strengere regelgeving voor de afzet van mest. In dat verband kunnen waterkwaliteitsbeheerders op grotere schaal worden verzocht om medewerking bij de verwerking van de dierlijke meststoffen(-fracties). Hoewel kalvergier en varkensmest doorgaans geen verontreinigende stoffen bevatten, die in huishoudelijk afvalwater niet voorkomen, is de concentratie van deze stoffen in mest zeer hoog en hun onderlinge verhouding duidelijk verschillend ten opzichte van die in huishoudelijk afvalwater. Beïnvloeding van het zuiveringsproces bij de verwerking van substantiële hoeveelheden lijkt daardoor niet uitgesloten.

De verwerking van ruwe gier of mest op rwzi's wordt als niet-realistisch beschouwd.
CZV en BZV zijn immers zo hoog dat slechts zeer geringe hoeveelheden tegen bijzonder hoge kosten kunnen worden verwerkt. De in beschouwing genomen meststromen zijn:
- aëroob voorgezuiverde kalvergier;
- aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest;
- filtraat van mechanisch ontwaterde varkensdrijfmest.

Betrouwbare milieu-meetapparatuur

Endress + Hauser levert een **compleet programma** voor

• niveau • debiet • temperatuur • druk • geleidbaarheid
• vocht • registratie • pH/redox • vrij chloor • zuurstof
• monstername • troebelheid

E+H, kenners van milieu-metingen

Postbus 5102 Tel. 02159-58611
1410 AC Naarden Fax 02159-58825

vanaf 1 oktober '95 Tel. 035-6958611
Fax 035-6958825

Endress+Hauser
De praktijk is onze maatstaf

ROGIER, NERINCX, RICHTER

GIETERIJ & MACHINEFABRIEK BV

Wij volgen u op de voet en zijn met onze kennis, kwaliteit en produkten behulpzaam bij elke stap die u zet. Zowel onze grijs als modulair gietijzeren Kiwa gekeurde leiding onderdelen kunnen wij voorzien van de door u gewenste bekledingen welke voor alle watersoorten geschikt zijn.

Wattweg 3, 4622 RA Bergen op Zoom
Tel. (01640) 33050, fax (01640) 57536
vanaf 10 oktober 1995:
Tel. (0164) 233050, fax (0164) 257536

De aanpak van de studie

Uit de praktijk blijkt dat de bovengenoemde mestfracties en gewoon afvalwater, gezien vanuit de zuurstofvraag, in de verhouding 1 : 10 probleemloos op rwzi's verwerkt kunnen worden. Vrijwel onverdunde mest kan in slechts zeer kleine hoeveelheden worden verwerkt vanwege de hoge waarden voor CZV en BZV.

Mest bevat stoffen die door de in Nederland toegepaste zuiveringssystemen niet uit afvalwater worden verwijderd. De concentratie van deze stoffen wordt bij behandeling op rwzi's door de verdunning met stedelijk afvalwater alleen maar verlaagd.
Door de verwerking van verdunde en/of voorgezuiverde mest kan de chloridenorm voor effluent worden overschreden, omdat relatief geringe hoeveelheden aëroob voorgezuiverde kalvergier een grote hoeveelheid chloride bevatten. Dit geldt ook voor kalium dat met name in varkensdrijfmest in relatief hoge concentraties voorkomt. Er zijn geen eenduidige normen of richtlijnen voor de maximaal toelaatbare concentratie van chloride en kalium in het effluent van rwzi's.

Bij de beschouwingen en de berekeningen van de effecten van de verwerking van de meststoffracties wordt uitgegaan van een grenswaarde van 300 mg/l voor chloride in het effluent van rwzi's. Aan kalium wordt voor de kwaliteit van oppervlaktewater niet in getalsmatige zin aandacht besteed, hoewel bekend is dat concentraties in de ordegrootte van 100 mg/l voor bepaalde makro-faunasoorten lethaal zijn.

De berekeningen

Bij de berekeningen is uitgegaan van zeer laagbelaste oxydatiesloten en laagbelaste actief-slibsystemen met een biologische capaciteit van 100.000 i.e. en een aanvoer van 121 1 water per i.e. per dag. De beluchtingscapaciteit is gesteld op 136 en 104 g 02 per i.e. voor het zeer laagbelaste, respectievelijk laagbelaste actief-slibsysteem. De verdere uitgangspunten voor de ontwerpgrondslagen, de samenstelling van de mestfracties en de verwijderingsrendementen in de voorbezinktank worden vermeld in de tabellen 1 en 2.

De resultaten

aëroob voorgezuiverde kalvergier
CZV, BZV en Kjeldahlstikstofgehalte van aëroob voorgezuiverde kalvergier zijn laag, de chloride-, kalium- en fosfaatgehalten daarentegen hoog. Voor beide zuiveringssystemen wordt de voor chloride gekozen grenswaarde van 300 mg/l reeds bij een mestbelasting van 6% bereikt. Dit komt overeen met een hoeveelheid van ongeveer 900 m^3/dag, welke voor een rwzi van 100.000 i.e. zo gering is dat geen bijzondere problemen met de werking van de rwzi worden verwacht en experimenteel onderzoek niet noodzakelijk wordt geacht. Bij dit percentage stijgt het kaliumgehalte in het effluent tot 160 a 200 mg/l. Hogere mestbelasting, die uit oogpunt van beluchtingscapaciteit mogelijk zijn, hebben bijzonder hoge chloride-, kalium en fosfaatconcentraties in het effluent tot gevolg. Tabel 3 verschaft hierin inzicht voor het zeer laagbelaste systeem.

influent			g/i.e.d	mg/l
- CZV			94	777
- BZV			44	363
- Nkj			9,2	76
- Ptot			2,3	19
- Cl^-			18	150
- K^+			1,2	10
zuurstofvraag (kg O_2/m^3)		1,1		
i.e.'s/m^3		8,3		
afloop voorbezinktank				
- CZV	verwijdering	30%	66	544
- BZV	verwijdering	35%	29	236
- Nkj	verwijdering	10%	8	68
- Ptot	verwijdering	20%	1,8	15
- Cl^-	verwijdering	0%	18	150
- K^+	verwijdering	0%	1,2	10
zuurstofvraag (kg O_2/m^3)		0,9		
i.e.'s/m^3		4,8		

beschouwde systemen			
grootheid	dimensie	zeer laagbelast	laagbelast + voorbezinktank
volume per i.e.	l/i.e.	250	80
volume aëratie	m^3	25.000	8.000
beluchtingscap.	kg O_2/d	13.604	10.364
slibgehalte	kg/m^3	4	3

Tabel 1. Uitgangspunten bij de berekeningen

	I	II	III
- CZV	750	2800	20000
- BZV	50	125	10000
- Nkj	50	150	3400
- NH_4	10	15	2800
- NO_2	50	10	0
- NO_3	0	250	0
- Ptot	400	100	200
- SO_4	500	200	200
- Cl^-	2500	2000	2000
- K^+	3000	4500	4500
O_2-vraag*	1,0	3,5	35,5
i.e.'s/m^3	7	26	261

Tabel 2. Samenstelling van de meststoffenfracties (mg/l)

I = aëroob voorgezuiverde kalvergier
II = aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest
III = filtraat van mechanisch ontwaterde varkensdrijfmest
* in kg O_2/m^3

Mest (% van de O_2-vraag)	zeer laagbelast systeem				zeer laagbelast systeem			
	0	2	4	6	0	10	20	30
Debiet (m^3/d)								
- afvalwater	12.100	11.858	11.616	11.374	12.100	10.890	9.680	8.470
- mest	0	278	556	834	0	1.390	2.781	4.171
- totaal	12.100	12.136	12.172	12.208	12.100	12.280	12.461	12.641
- percentage van ontwerp	100	100	101	101	100	101	103	104
Zuurstofvraag (kg O_2/d)								
- afvalwater	13.604	13.332	13.060	12.788	13.604	12.244	10.884	9.523
- mest	0	272	544	816	0	1.360	2.721	4.081
Slibbelasting (g/kg.d) (normaal proces)								
- CZV	94	94	94	95	94	95	96	97
- BZV	44	43	42	42	44	40	37	33
- Nkj	9	9	9	9	9	9	9	9
Slibbelasting (g/kg.d) (adsorptie stof aan slib)								
- CZV	94	92	90	88	94	85	75	66
- BZV	44	43	42	41	44	40	35	31
- Nkj	9	9	9	9	9	8	7	6
Invloed op CZV (mg/l)								
- normaal proces	50	50	50	50	50	50	50	51
- adsorptie 50%	50	57	64	72	50	86	120	154
- verdunning	50	66	82	97	50	128	204	278
Invloed op BZV (mg/l)								
- normaal proces	5	5	5	5	5	5	4	4
- adsorptie 50%	5	5	6	6	5	7	9	11
- verdunning	5	6	7	8	5	10	14	19
Invloed op Nkj (mg/l)								
- normaal proces	7	7	7	7	7	6	6	6
- adsorptie 50%	7	7	7	8	7	9	11	12
- verdunning	7	8	9	9	7	11	16	21
Invloed op Ptot (mg/l)								
- normaal 40%	11	17	22	27	11	37	62	87
- verdunning	11	20	29	38	11	55	98	140
Invloed op Cl^- (mg/l) (verdunning)	150	204	257	311	150	416	674	925
Invloed op K^+ (mg/l) (verdunning)	10	79	147	214	10	349	677	997

Tabel 3. Berekeningen aan aëroob voorgezuiverde kalvergier

aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest

CZV en BZV van aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest zijn hoger dan van aëroob voorgezuiverde kalvergier, terwijl het chloridegehalte aanzienlijk lager is. Voor beide zuiveringssystemen wordt de 300 mg/l-grenswaarde voor chloride bij circa 20% mestbelasting bereikt; het kaliumgehalte in het effluent beweegt zich dan eveneens rond 300 mg/l. Tabel 4 geeft een overzicht van de waarden voor het laagbelaste systeem.

filtraat van ontwaterde varkensdrijfmest

Het filtraat van ontwaterde varkensdrijfmest wordt gekenmerkt door een zeer hoog BZV en CZV. De grenzen van de mogelijkheden worden tot zo'n 30% mestbelasting niet bepaald door de verhoging van het chloride- en kaliumgehalte van het effluent. Vanwege het hoge BZV en CZV van dit filtraat kunnen slechts zeer

Mest (% van de O_2-vraag)	laagbelast systeem				laagbelast systeem			
	0	2	4	6	0	10	20	30
Debiet (m^3/d)								
- afvalwater	12.100	11.858	11.616	11.374	12.100	10.890	9.680	8.470
- mest	0	59	119	178	0	279	595	892
- totaal	12.100	11.917	11.735	11.552	12.100	11.187	10.275	9.362
- percentage van ontwerp	100	98	97	95	100	92	85	77
Zuurstofvraag (kg O_2/d)								
- afvalwater	10.364	10.157	9.949	9.742	10.364	9.328	8.291	7.255
- mest	0	207	415	622	0	1.036	2.073	3.109
Slibbelasting (g/kg.d) (normaal proces)								
- CZV	274	276	277	279	274	281	289	296
- BZV	119	117	115	113	119	109	98	88
- Nkj	35	34	34	34	35	33	31	30
Slibbelasting (g/kg.d) (adsorptie stof aan slib)								
- CZV	274	269	263	258	274	247	219	192
- BZV	119	117	114	112	119	107	95	83
- Nkj	35	34	33	32	35	31	28	24
Invloed op CZV (mg/l)								
- normaal proces	67	67	67	67	67	68	68	68
- adsorptie 50%	67	73	80	87	67	101	140	188
- verdunning	67	80	94	108	67	138	221	322
Invloed op BZV (mg/l)								
- normaal proces	9	9	9	9	9	9	8	8
- adsorptie 50%	9	9	9	10	9	10	11	13
- verdunning	9	10	10	11	9	12	15	19
Invloed op Nkj (mg/l)								
- normaal proces	16	16	16	16	16	16	15	15
- adsorptie 50%	16	16	17	17	16	17	19	20
- verdunning	16	17	17	18	16	19	23	28
Invloed op Ptot (mg/l)								
- normaal 40%	9	9	10	10	9	10	12	14
- verdunning	9	10	10	11	9	12	14	18
Invloed op Cl^- (mg/l) (verdunning)	150	159	169	179	150	199	257	326
Invloed op K^+ (mg/l) (verdunning)	10	32	56	79	10	129	270	438

Tabel 4. Berekeningen aan aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest

geringe volumes worden geaccepteerd. Gezien de op BZV gebaseerde heffingen gaat de verwerking van deze kleine hoeveelheden gepaard met extreem hoge kosten. Verwerking van dit filtraat op een rwzi is daardoor niet reëel.

Conclusies

Dierlijke meststoffen kunnen worden verwerkt op rwzi's met biologische overcapaciteit; zij bevatten echter veel chloride en kalium, die niet uit het afvalwater worden verwijderd. De chloride- en kaliumconcentraties worden bij de verwerking van interessante hoeveelheden mest bijzonder - en voor effluent en oppervlaktewater ongekend- hoog.
Richtlijnen of richtwaarden voor chloride- en kaliumgehalten van effluent en oppervlaktewater moeten worden geformuleerd. Zolang dit niet het geval is, heeft het

geen zin om onderzoek te verrichten aan belastingen met aëroob voorgezuiverde kalvergier en varkensdrijfmest boven 6% respectievelijk 20%.
Verwerking van het filtraat van varkensdrijfmest op rwzi's is niet aantrekkelijk vanwege de hoge kosten die daarvoor in rekening moeten worden gebracht. Onderzoek aan een dergelijke optie is daardoor niet zinvol.

ir. P.C. Stamperius

kiwa

Het afvalwater van vandaag, is het drinkwater van morgen...

Kiwa is daarom niet alleen actief met onderzoek en advies op het gebied van drinkwater, maar op het gehele terrein van waterkwaliteit en waterbeheer en de daaraan verwante natuur- en milieuproblematiek.

Kiwa Onderzoek en Advies
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
telefoon 03402 - 695 11
telefax 03402 - 611 65

Kiwa weet van water

Per 10-10-'95: telefoon 030 - 606 95 11, telefax 030 - 606 11 65

CAPACITEITSVERGROTING VAN CARROUSELS

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. april 1989

Doel van deze studie was te komen tot systemen waarmee de overbelasting van carrousels opgelost kan worden met behoud van de bestaande installatie.

Het onderzoek werd uitgevoerd door DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V., namens de STORA begeleid door een begeleidingscommissie bestaande uit: ir. T.W.M. Wouda (voorzitter), ing. J.W. van den Berg, ing. W.K. Deen, ir. S.Gaastra en ir. K.F. de Korte.

Inleiding

In Nederland worden ruim 3 miljoen vervuilingseenheden behandeld in zeer laagbelaste oxydatiesloten, uitgevoerd als Carrousel. Een groot aantal daarvan blijkt biologisch en/of hydraulisch volledig belast of overbelast te zijn. De verwachting is dat dit aantal in de nabije toekomst verder zal toenemen. Knelpunten in het proces, met overschrijding van de effluentkwaliteit als gevolg, zijn de overbelasting van de nabezinktanks door de hoge slibindex en een tekort handhaving van de bestaande installatie.
Het rapport beschrijft zeven systemen die op deze wijze capaciteitsvergrotingen tussen 20 en 150% mogelijk maken voor twee effluentkwaliteiten en voor capaciteiten van 20.000, 50.000 en 100.000 i.e. De behaalde effluentkwaliteiten, de bedrijfsvoering, de milieueffecten en de kosten van deze systemen worden gegeven. Als referentie heeft steeds het bijbouwen van een Carrousel van de desbetreffende capaciteit gediend (in principe is hiermee elke capaciteitsvergroting realiseerbaar).

De aanpak van het onderzoek

Er is onderscheid gemaakt in twee effluentkwaliteiten. Effluentklasse I komt overeen met die van zeer laagbelaste systemen. In bepaalde gevallen kan een geringe achteruitgang van de effluentkwaliteit toegestaan worden: in klasse II zijn systemen opgenomen met een hogere slibbelasting en nitrificatie bij watertemperaturen > 10°C.

	effluentklasse	klasse I	klasse II
CZV	jaargemiddelde mg/l	66	78
BZV	jaargemiddelde mg/l	5	8
NKj	temp. 10°C mg/l	7	11

De capaciteitsvergroting voor systemen met effluentkwaliteit volgens klasse I wordt gerealiseerd door:
- het bijbouwen van een Carrousel;
- verhoging van de biomassa;

- voorzuivering van het aangevoerde afvalwater door voorbezinking, een oxydatiebed of een A-trap;
- nazuivering van het effluent door een oxydatiebed of het Linpor-N-systeem.

Voor systemen behorende tot effluentklasse II wordt capaciteitsvergroting bereikt door:
verhoging van de slibbelasting tot 0,09 kg BZV/kg d.s.d.;
verhoging van de slibbelasting tot 0,09 kg BZV/kg d.s.d. met voorzuivering door voorbezinking.
Tabel 1 geeft de beschouwde systemen met hun mogelijke capaciteitsvergrotingen aangegeven in procenten; ook is vermeld op welke wijze het slib gestabiliseerd is.

effluent-klasse	systeem	procentuele capaciteits-vergroting	methode van slibstabilisatie	
			aëroob	anaëroob
klasse I	1. bijbouwen Carrousel	-	+	-
	2. verhoging slibgehalte in Carrousel	tot 40	+	+
	3. Voorzuivering door			
	a. voorbezinking	33	+	+
	b. hoogbelast oxydatiegebied	77	+	+
	c. hoogbelast actiefslib	63	+	+
	4. verhoging slibbelasting in Carrousel met nazuivering door			
	a. nitrificerend oxydatiebed	150	-	+
	b. Linpor-N	150	-	+
klasse II	1. verhoging slibbelasting tot 0.09 kg BZV/kg d.s.d	tot 75	-	+
	2. verhoging slibbelasting tot 0,09 kg BZV/kg d.s.d met voorzuivering door voorbezinking	tot 135	-	+

Tabel 1. Beschouwde systemen voor capaciteitsvergroting

Om een beoordeling van de systemen mogelijk te maken zijn - na berekening van de dimensioneringsgegevens - de effluentkwaliteit, de bedrijfsvoering, de milieuaspecten en de kosten onderling vergeleken.

De kosten van de systemen zijn opgegeven als jaarlijkse kosten, bestaande uit een deel variabele kosten (energie, chemicaliën, slibverwerking) en een deel vaste kosten (rente, afschrijving, onderhoud). Bij de berekening van de kosten is

een aantal aspecten niet in beschouwing genomen, zodat de bedragen alleen vergelijkenderwijs kunnen worden gebruikt. In de investeringskosten en de jaarlijkse kosten zijn niet opgenomen het influentgemaal, de grofvuilverwijdering, de zandvang, de aansluiting van de nutsbedrijven, de grondverwerving en de milieuvoorzieningen.

De resultaten

De capaciteitsvergrotingen zijn geëvalueerd voor de drie bereiken: tot 40%, tussen 40 en 80%, en tussen 80 en 150%. De jaarlijkse kosten van deze uitbreidingen worden in f/i.e. gegeven in tabel 2.

Capaciteitsvergroting tot 40%

Voor capaciteitsvergrotingen tot maximaal 40% worden verhoging van het slibgehalte in de Carrousel en voorzuivering door voorbezinking toegepast. Uit kostenoogpunt is verhoging van het slibgehalte te prefereren. Voorzuivering door voorbezinking brengt bij kleine r.w.z.i.'s zeer hoge investeringen met zich mee. De geringe stabiliteit van het proces bij verhoging van het slibgehalte is een bezwaar. Een geringe verhoging van de slibindex zal naarmate het slibgehalte toeneemt eerder tot slibverlies met het effluent leiden.

Capaciteitsvergroting tussen 40 en 80%

Deze capaciteitsvergrotingen kunnen worden gerealiseerd met voorzuivering door een hoogbelast oxydatiebed, een A-trap of door verhoging van de slibbelasting in het geval van effluentklasse II.
Systemen met voorzuivering zijn duurder dan het bijbouwen van een Carrousel, terwijl verhoging van de slibbelasting slechts weinig goedkoper is. Naarmate de capaciteit van de r.w.z.i. toeneemt, worden de verschillen kleiner. Voor grotere r.w.z.i.'s leidt voorzuivering door een oxydatiebed of door een A-trap tot een stabiel proces, met lagere variabele kosten dan voor het Carrouselsysteem.

Capaciteitsvergrotingen tussen 80 en 150%

Voor capaciteitsvergrotingen van 80 en 150% komen systemen met nazuivering in aanmerking. De slibbelasting in de Carrousel wordt verhoogd tot 0,10 a 0,15 kg BZV/d.s.d., en het effluent van deze installatie, dat een te hoog NKj-gehalte heeft, wordt nabehandeld in een nitrificerend systeem. Als nitrificerende systemen zijn het oxydatiebed en het Linpor-N-systeem beschouwd. Bij een toegestane geringe achteruitgang van de effluentkwaliteit kan de capaciteit meer dan verdubbeld worden door verhoging van de slibbelasting, met voorzuivering door voorbezinking.
De kostentabel toont aan dat systemen met nazuivering qua kosten vergelijkbaar zijn met het bijbouwen van een Carrousel. Opgemerkt moet worden dat het functioneren van de Carrousel in hoge mate de kwaliteit van het effluent beïnvloedt; de nitrificatie in de nazuivering kan verstoord worden door een hoog BZV of een hoog gehalte aan zwevende en bezinkbare stoffen in het aangevoerde water.

systeem	uitbreiding met %	20.000 i.e. kosten fl/i.e.	50.000 i.e. kosten fl/i.e.	100.000 i.e. kosten fl/i.e.
tot 40%				
bijbouwen Carrousel	20	-	39,83	35,07
	50	39,77	29,20	24,53
verhoging slibgehalte	40	35,70	28,41	24,52
voorzuivering door:				
- voorbezinking	33	64,62	37,52	30,59
40 tot 80%				
bijbouwen Carrousel	50	39,77	29,20	24,53
	75	35,18	26,74	22,44
voorzuivering door:				
- hoogbelast oxydatiebed	77	46,83	32,25	26,37
- A-trap	62,5	47,16	30,52	25,07
verhoging slibbelasting:				
- zonder voorbezinking	75	34,23	25,16	21,52
80 tot 150%				
bestaande Carrousel	—	33,07	27,96	23,13
bijbouwen Carrousel	75	35,18	26,74	22,44
nazuivering door:				
- oxydatiebed	150	33,05	25,45	22,22
- Linpor-N	150	33,37	27,63	24,01
verhoging slibbelasting:				
- met voorbezinking	134	27,99	21,28	16,48

Tabel 2. Jaarlijkse kosten van de uitbreiding in fl./i.e.

ir P.C.Stamperius
STORA

TOEPASSING VAN BLOKDESTRUCTIE BIJ DE CZV-BEPALING VAN AFVALWATER

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. april 1989

Deze studie richtte zich op de toepasbaarheid van blokdestructie bij de bepaling van het Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV) van huishoudelijk en industrieel afvalwater.
Het onderzoek werd uitgevoerd door TAUW Infra Consult B.V en namens de STORA begeleid door een begeleidingscommissie bestaande uit: dr. W. Fieggen (voorzitter), H.C. Romijn, drs. P. van Tulder en drs. G. IJff.

Inleiding

De NNI-commissie 39001 "Onderzoekingsmethoden voor afvalwater" heeft in 1986 een ontwerp NEN 6633 voor de bepaling van het CZV ter kritiek uitgegeven. Door de waterkwaliteitbeheerders is daarbij de wens geuit een destructieblok op te nemen in NEN 6633 in plaats van of naast de gebruikelijke Argandse gasbranders. Dit heeft als voordelen een grotere capaciteit en efficiëncy bij de CZV-bepaling, minder ruimtebeslag en de mogelijkheid van koppeling met geautomatiseerde eindbepaling.
Mede omdat het CZV als basis voor de berekening van de verontreinigingsheffing op lozingen van industrieel afvalwater wordt gebruikt, heeft de NNI-commissie onderzoek noodzakelijk geacht om aan te tonen dat een destructieblok eveneens goed toepasbaar is voor de CZV-bepaling van industrieel afvalwater.

Aanpak van het onderzoek

Het onderzoek bestond uit de volgende onderdelen;
- inventarisatie van de kennis over toepassing van blokdestructie;
- onderzoek naar de kwaliteit van de verwarming van verschillende typen destructieblokken;
- onderzoek van de vergelijkbaarheid van de CZV-waarden van synthetische oplossingen en praktijkmonsters (ook industriële verbindingen), bepaald met verschillende typen destructieblokken, elektrische kookplaten en Argandse gasbranders;
- een methodenevaluerend ringonderzoek van de CZV-bepaling met destructieblok, Argandse gasbrander of elektrische kookplaat volgens NEN 6633.

De inventarisatie

Het inventariserend onderzoek, door enquêtering en interviews, naar reeds aanwezige kennis over blokdestructie bij de CZV-bepaling toonde aan dat er weinig concrete kennis bestond over de toepasbaarheid voor monsters industrieel afval-

water. Wel bleek door een klein aantal laboratoria van waterkwaliteitsbeheerders vergelijkend onderzoek verricht te zijn met blokdestructie naar het CZV van in- en effluenten van zuiveringsinrichtingen. Daarbij werd geconstateerd dat de CZV-waarden bepaald met de blokdestructie niet significant verschilden van de waarden bepaald met Argandse gasbranders of elektrische kookplaten.
Voorverwarming van het destructieblok op 200°C werd toegepast. De geconstateerde werkwijze bij toepassing van het destructieblok wijkt af van de werkwijze uit NEN 6633 omdat het monster met reagentia niet onder koeling wordt gemengd. Over de gelijkmatigheid van de verwarming door het destructieblok bleken geen gegevens voorhanden.

Probleemstoffen voor de CZV-bepaling zijn vluchtige organische verbindingen, moeilijk oxydeerbare verbindingen en monsters met een laag CZV in combinatie met een hoog chloridegehalte.

De kwaliteit van de verwarming door destructieblokken

De experimenten werden uitgevoerd met drie verschillende destructieblokken. De Skalar SA 5620 en de Gerhardt SMA 20 maakten gebruik van waterkoeling, de Merck TR 105 had luchtkoelers.
De temperaturen werden gemeten in de destructiebuizen gevuld met siliconenolie of zand. De temperatuurverschillen tussen de verschillende posities van de destructieblokken met waterkoeling bleven beperkt tot maximaal 10°C; bij voorverwarming op 200°C is dus sprake van een gelijkmatige verwarming. Het reactiemengsel voor de CZV-bepaling, dat een kookpunt heeft van circa 148°C, kookt dus in iedere buis.
De temperatuurinstelling op 150°C van het destructieblok met luchtkoeling bleek eveneens goed te voldoen; bij dit blok worden zeer geringe temperatuurverschillen (maximaal 2°C) tussen de verschillende posities gemeten.
Plaatselijke oververhitting van het reactiemengsel wordt voorkomen door de grote massa van de aluminium blokken en de verspreide plaatsing van de verwarmingselementen in het blok. Ontleding van kaliumdichromaat door plaatselijke oververhitting blijkt niet op te treden bij voorverwarming van een destructieblok tot 300°C.
Een PID-temperatuurregeling kan nog bijdragen aan een gelijkmatige verwarming en het voorkomen van oververhitting. Aluminium is een zeer geschikt materiaal voor de blokken.

Vergelijkend onderzoek

In het vergelijkend onderzoek is het CZV bepaald van diverse synthetische oplossingen en praktijkmonsters volgens NEN 6633 en met destructieblokken. Gekeken is naar:
- monsters met een hoog chloridegehalte in combinatie met een laag CZV;
- oplossingen met vluchtige verbindingen, zoals aceton, methanol en tolueen;
- oplossingen met moeilijk oxydeerbare verbindingen, zoals aniline, diethylamine, pyridine en aromatische koolwaterstoffen.

Bij een koelwaterdebiet > 50 l/h bij blokken met waterkoeling is het CZV van mon-

sters met vluchtige verbindingen niet significant verschillend van het CZV bepaald met Argandse gasbranders. Het niet kunnen mengen van monster met reagentia onder koeling heeft geen invloed op het CZV van oplossingen met vluchtige verbindingen; dit geldt ook voor het blok met luchtkoeling.
De CZV-waarden bij verschillende synthetische oplossingen en praktijkmonsters bepaald met een destructieblok zijn, met uitzondering van oplossingen met hoge concentraties moeilijk oxydeerbare verbindingen, vergelijkbaar met die van een Argandse gasbrander of elektrische kookplaat.
Bij oplossingen met moeilijk oxydeerbare verbindingen in hoge concentraties, blijken de waarden voor het CZV met een destructieblok hoger te liggen door een vollediger of verdergaande oxydatie van deze verbindingen. De CZV-waarde hangt voor verschillende aromatische koolwaterstoffen, zoals benzeen, xyleen of ethyl benzeen, af van de gebruikte verwarmingsbron. Toepassing van de Argandse gasbrander geeft een lager resultaat dan toepassing van een elektrische kookplaat, met name bij hoge concentraties.
Bij hoge concentraties aan aromatische koolwaterstoffen in monsters worden met geen enkel type verwarmingsbron, ook niet met die uit NEN 6633, vergelijkbare waarden voor het CZV bepaald, laat staan dat het theoretisch aanwezige CZV in dergelijke monsters wordt benaderd. ISO 6060 onderkent dit probleem en vermeldt de geringe oxydeerbaarheid van aromatische koolwaterstoffen bij de CZV-bepaling; NEN 6633 gaat hieraan voorbij. Monsters met hoge concentraties aromatische koolwaterstoffen maken echter slechts een klein deel uit (1%) van het totaal aantal monsters afvalwater, dat een CZV-bepaling wordt onderworpen.

Het methodenevaluerend ringonderzoek

Een achttal laboratoria dat de blokdestructie routinematig toepast, nam deel aan dit ringonderzoek, waarbij NEN 6633 als referentie diende. Bij de verwerking van de resultaten is het programma "INTLAB" gebruikt, dat is gebaseerd op ISO 5725 die richtlijnen geeft voor de statische gegevensverwerking van de resultaten van ringonderzoeken.
Toepassing van het destructieblok als verwarmingsbron leidt tot resultaten voor het CZV die gelijkwaardig zijn aan de resultaten verkregen met de andere verwarmingsbronnen die in NEN 6633 vermeld zijn. De reproduceerbaarheid en herhaalbaarheid van CZV-waarden bepaald met het destructieblok zijn vergelijkbaar met die voor de Argandse gasbrander en de elektrische kookplaat.

Slot

Het rapport eindigt met de aanbevelingen
- het toepassingsgebied van NEN 6633 te beperken door in navolging van ISO 6060 op te nemen, dat de methode minder geschikt is voor afvalwater met hoge concentraties aromatische koolwaterstoffen;
- de beschrijving van de toe te passen verwarmingsbronnen te wijzigen in die zin dat een destructieblok als gelijkmatige verwarmingsbron wordt op genomen.

Stora
ir. P.C. Stamperius

Voor de complete afvalwateranalyse

WTW

meet- en analyse apparatuur voor industrie, veld en laboratorium

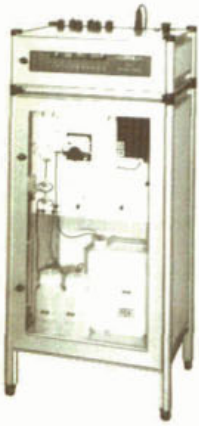
pH-waarde, redox, ammonium, nitraat, fosfaat, opgelost zuurstof, geleidbaarheid, saliniteit, temperatuur, biologisch en chemisch zuurstof verbruik, fotometrische cuvetten testen, monstername apparatuur

waterdichte draagbare meters voor pH, redox, zuurstof, geleidbaarheid en temperatuur

Door de aanwezigheid van een eigen technische dienst en een test-laboratorium zijn wij in staat Uw applicaties op een adequate wijze te onderzoeken en op te lossen

industriële on-line meting voor pH, redox, zuurstof, geleidbaarheid en temperatuur

fotometers voor o.a. CZV, fosfaat, stikstof; laboratorium meters voor pH, zuurstof en geleidbaarheid



on-line analysers voor ammonium, nitraat en fosfaat

CERTIFICATED TÜV NEDERLAND GMBH QUALITY SYSTEM

ISO 9002

Retsch bv

Postbus 55 - 4050 EB Ochten - Tel. (03444) 2524 - Fax 1885

Met ingang van 10 oktober 1995: tel. (0344) 64 25 24, fax 64 18 85

LANDBOUW EN WATERKWALITEIT

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. augustus 1989

Doel van deze studie was een inventarisatie van de kennis van het aandeel van stoffen, afkomstig uit de landbouw, in de belasting van het oppervlaktewater naar aard, transportweg, bindings- en uitspoelingsgedrag.
Het onderzoek werd uitgevoerd door ir. J.H.A.M. Steenvoorden en ir. E.J. Jansen van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding ICW (thans Staringcentrum) te Wageningen en namens de STORA begeleid door een begeleidingscommissie bestaande uit ir. E.C.W.A. Geuze (voorzitter), ir. P.J.M. van Boheemen, ir. W.C.P.M. Bots, dr. T.H.L. Claassen en dr.ir. A.H.M. Hieltjes.

Inleiding

In het waterkwaliteitsbeheer wordt door de voortgaande sanering van puntbronnen de bijdrage van diffuse bronnen aan de verontreiniging van het oppervlaktewater relatief steeds belangrijker. Een van de belangrijkste diffuse bronnen is de landbouw.

Landbouwkundige activiteiten die de kwaliteit van het oppervlaktewater kunnen beïnvloeden, kunnen worden onderscheiden in grondgebonden activiteiten, zoals bemesting, toepassing van bestrijdingsmiddelen en ingrepen in de waterhuishouding enerzijds, en niet-grondgebonden activiteiten, met name lozingen, anderzijds.
De stoffen waarbij het hier om gaat zijn stikstof, fosfor, kalium, chloride, sulfaat, zware metalen (Cd, Cu en Zn), bestrijdingsmiddelen, diergeneesmiddelen en veevoederadditieven.
In de meeste gevallen treedt belasting van het oppervlaktewater met stoffen vanuit de landbouw op via de bodem, waarbij interacties tussen deze stoffen en de bodembestanddelen een belangrijke rol spelen. Als transportwegen kunnen afspoeling en ondiepe en diepe uitspoeling worden onderscheiden.
Belangrijk is dat de bijdrage van de landbouw aan de stoffenbelasting van het oppervlaktewater goed gekwantificeerd wordt. Balansstudies voor oppervlaktewater kunnen hierbij een goed hulpmiddel zijn. De bijdrage van de landbouw maakt echter in de meeste gevallen nog deel uit van de restpost van de balans, samen met de natuurlijke bodemuitspoeling en berging in de waterbodem.

Bronnen van verontreiniging

Een groot aantal landbouwkundige activiteiten kan aanleiding geven tot een ongewenste belasting van het oppervlaktewater met verontreinigde stoffen. Die activiteiten kunnen ingedeeld worden in de categorieën 'toedienen van stoffen' en 'ingrepen in de waterhuishouding' (grondgebonden) en 'lozingen' (nietgrondgebonden).

toediening van stoffen
Bij de toediening van stoffen op of in de bodem gaat het in de eerste plaats om stoffen die bedoeld zijn voor het verbeteren van de grond en het bodemvruchtbaarheid of het bestrijden van ziekten en plagen. Hoewel daarbij de hoofdvoedingsstoffen N, P, K, sporenelementen en bestrijdingsmiddelen worden toegediend, worden echter ook vaak onbedoeld sulfaat, chloride en zware metalen aan de bodem toegevoerd. Overmatige bemestingen zijn toedieningen die bewust plaatsvinden, maar niet noodzakelijk zijn voor gewasproduktie; vooral bij snijmais gebeurt dit. Het gebruik van zuiveringsslib in de landbouw ten opzichte van dat van andere meststoffen is landelijk gezien een te verwaarlozen bron. Tabel 1 toont de gemiddelde procentuele belasting van de cultuurgrond in Nederland met verschillende stoffen vanuit verschillende bronnen.

bron	N	P	K	Cl	S	Cd	Cu	Zn	pesticiden
dierlijke mest - rundvee (%)	29,8	38,0	62,7	49,4	35,4	11,3	18,7	25,2	-
- overige (%)	13,5	33,9	19,3	18,5	11,8	12,4	55,1	31,9	-
- totaal (%)	43,3	71,9	82,0	67,9	47,2	23,7	73,8	57,1	-
kunstmest - bedoeld (%)	47,0	26,3	17,3	-	-	-	12,8	-	-
- onbedoeld (%)	-	-	-	13,8	7,2	38,4	1,4	5,0	-
zuiveringsslib (%)	0,4	1,2	0,1	p.m.	0,3	1,7	2,6	3,7	-
bestrijdingsmiddelen (%)	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	-	-	p.m.	100,0
depositie (%)	9,3	0,6	0,6	18,3	45,3	36,2	9,4	34,2	p.m.
totaal (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
totaal (10^6 $kg_i jr^{-1}$)	1075	148	576	417	139	0,02	1,31	2,53	19,8
totaal ($kg.ha^{-1}.jr^{-1}$)	538	74	329	208	69	0,01	0,66	1,26	9,9

Tabel Gemiddelde procentuele belasting van de cultuurgrond in Nederland met verschillende stoffen vanuit verschillende bronnen

N.B. De gegeven waarden zijn slechts indicatief: met name de samenstelling van dierlijke mest is sterk aan verandering onderhevig. Het cijfer achter de komma is alleen weergegeven om de bijdrage van zuiveringsslib te kunnen opnemen.

ingrepen in de waterhuishouding
De waterkwaliteit kan worden beïnvloed door beregening, drainage, peilwijziging, baggeren van sloten, wijziging van het afwateringsstelsel en het inlaten van gebiedsvreemd water. Al deze handelingen beïnvloeden afspoeling, uitspoeling, grondwaterstand en eutrofiëring.

lozingen
In het algemeen zijn dit (relatief) kleine (punt)bronnen die worden veroorzaakt door het onzorgvuldig opslaan van en omgaan met mest; het omgaan met bestrijdingsmiddelen en resten daarvan; lozingen van spoelwater van melkinstallaties, landbouwmachines, groente wassers, stalluchtwassers en erfverhardingen.

Transportwegen

Het belang van de verschillende transportwegen is sterk afhankelijk van de waterhuishoudkundige situatie, die bepalend is voor de weg die het water aflegt en de

verblijftijd van het water in de bodem. Hoe de verblijftijd van de stoffen zich verhoudt tot die van het water wordt onder meer bepaald door de aard van de stoffen en de bodemeigenschappen.

afspoeling
Wanneer door verschillende omstandigheden overtollige neerslag of smeltwater niet in de bodem kan infiltreren en de bergingscapaciteit van het maaiveld geheel benut is, treedt oppervlakteafvoer op. De oppervlakte-afvoer treedt normaliter vrijwel uitsluitend op in de periode van oktober tot en met maart. Bij geringe hellingen van het maaiveld leidt oppervlakte-afvoer vooral tot transport (afspoeling) van opgeloste stoffen naar het oppervlaktewater.
Hoe groot deze bron is, blijft moeilijk voorspelbaar, omdat vele factoren hierbij een rol spelen, zoals hoeveelheid toegediende stof, hoeveelheid neerslag, helling van het gebied, tijdsduur tussen stoftoediening en optreden van neerslag. Kwantitatieve kennis hierover is in Nederland nauwelijks aanwezig. Op grond van bepaalde aannames wordt geschat dat 1% van de totale produktie van dierlijke mest via afspoeling het oppervlaktewater bereikt.
Afspoeling van meststoffen kan worden tegengegaan door regels te stellen voor het tijdstip van uitrijden van dierlijke mest en de techniek van de mesttoediening.

uitspoeling
Het overgrote deel van de neerslag zal in de bodem infiltreren. In de onverzadigde zone, boven het freatisch vlak, is de stroming van het water vertikaal. Door de heterogene samenstelling van de bodem is de stroomsnelheid niet overal gelijk en ontstaan preferente stroombanen. In de verzadigde zone kan het watertransport meer in de horizontale richtingen verlopen. In het algemeen geldt dat in goed doorlatende lagen het watertransport vooral horizontaal plaatsvindt en in slecht doorlatende lagen vooral vertikaal. In het op deze wijze afgevoerde water kunnen zich opgeloste meststoffen en bestrijdingsmiddelen bevinden.
Bij ondiepe uitspoeling gaat het om watertransport via korte stroombanen van grondwater naar oppervlaktewater bij randen van percelen. Vooral bij hoge grondwaterstanden zal een groot gedeelte van de waterafvoer min of meer oppervlakkig via ondiepe stroombanen verlopen.
Op gedraineerde gronden beweegt het water zich volgens vergelijkbare stroombanen, die een korte verblijftijd binnen het perceel hebben. Nadat het water de drains heeft bereikt, komt het direct in de sloot.
De uitspoeling van stoffen door transport met het water via diepere stroombanen is voornamelijk van belang op de hogere gronden. Vanwege de zeer lange transporttijden is deze diepe uitspoeling eerder een bedreiging voor het grondwater dan voor het oppervlaktewater.

kwel
Vooral in kustgebieden kan kwel een belangrijke bron zijn van stoffenbelasting van het oppervlaktewater. Het is met name van belang voor de macronutriënten N, P, K, S en Cl.

bodem
Het transporteren van water is de belangrijkste drijvende kracht voor het stoffentransport in de bodem, waarbij de interactie met de bodemmatrix zeer belangrijk is. Bodembestanddelen die het transport van stoffen in de bodem kunnen beïnvloeden zijn organische stof, kleimineralen (lutum) en metaal(hydr)oxyden. Anio-

DLO-Staring Centrum:
Uw partner voor onderzoek in het landelijk gebied

sc-dlo

DLO-Staring Centrum (SC-DLO) doet onderzoek naar gebruik, kwaliteit en toekomstperspectieven van het landelijk gebied voor verantwoorde besluitvorming over bestemming, inrichting en beheer.

Vijf onderzoeksvelden staan centraal:
* Landelijk gebied en milieukwaliteit
* Waterbeheer in relatie tot landbouw en natuur
* Natuur en landschap: behoud, ontwikkeling en medegebruik
* Dynamiek van functies en inrichtingsvraagstukken
* Regionale samenhangen en sturingsvraagstukken

SC-DLO kan op de volgende onderwerpen expertise inzetten:
- Bodembescherming
- Bodemkartering
- Bodemsanering
- Bodemverontreiniging
- Landevaluatie
- Landgebruik
- Landschapsontwikkeling
- Openluchtrecreatie
- Remote sensing
- Ruimtelijke planvorming
- Toxicologie
- Verdroging
- Vermesting
- Waterbeheer

SC-DLO is bronhouder van geografische informatiesystemen voor het landelijk gebied zoals het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS) en de Landelijke databank voor Grondgebruik in Nederland (LGN).

SC-DLO maakt deel uit van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
Het instituut heeft ruim 300 mensen in dienst.

DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Bezoekadres: Staringgebouw, Marijkeweg 11, Wageningen
Postadres: Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Telefoon: 08370-74200 (na 10 oktober 1995: 0317-474200)
Fax: 08370-24812 (na 10 oktober 1995: 0317-424812)

nen worden voornamelijk aan organische stof en metaal(hydr)oxyden geadsorbeerd; kationen worden vastgelegd door lutum en organische stof, die samen de grootte van de CEC, de kationen-uitwisselcapaciteit, bepalen.

Kwantificering van de landbouwbijdrage

In dit gedeelte van het rapport wordt uitgebreid ingegaan op de methoden waarmee de bijdrage van de landbouw aan de stoffenbelasting van het oppervlaktewater gekwantificeerd kan worden en op het gedrag van de verschillende stoffen in de bodem en hun voorkomen in grond- en oppervlaktewater, alsmede over afspoeling en uitspoeling.
Voor een juiste keuze uit maatregelen ter beperking van oppervlaktewaterverontreiniging is het voor de waterkwaliteitbeheerders van belang de grootte van de diverse toevoerposten te kennen. Kwantificering van de landbouwbijdrage aan de stoffenbelasting van het oppervlaktewater voor grote gebieden kan plaatsvinden via een stoffenbalans voor het water, bij voorkeur in een hydrologisch afgegrensd gebied zoals een polder, een boezem of een beekstroomgebied. Centraal hierbij staat de waterbalans: AANVOER - AFVOER = BERGINGSVERANDERING. De verschillende balansposten die voor kunnen komen worden getoond in tabel 2.

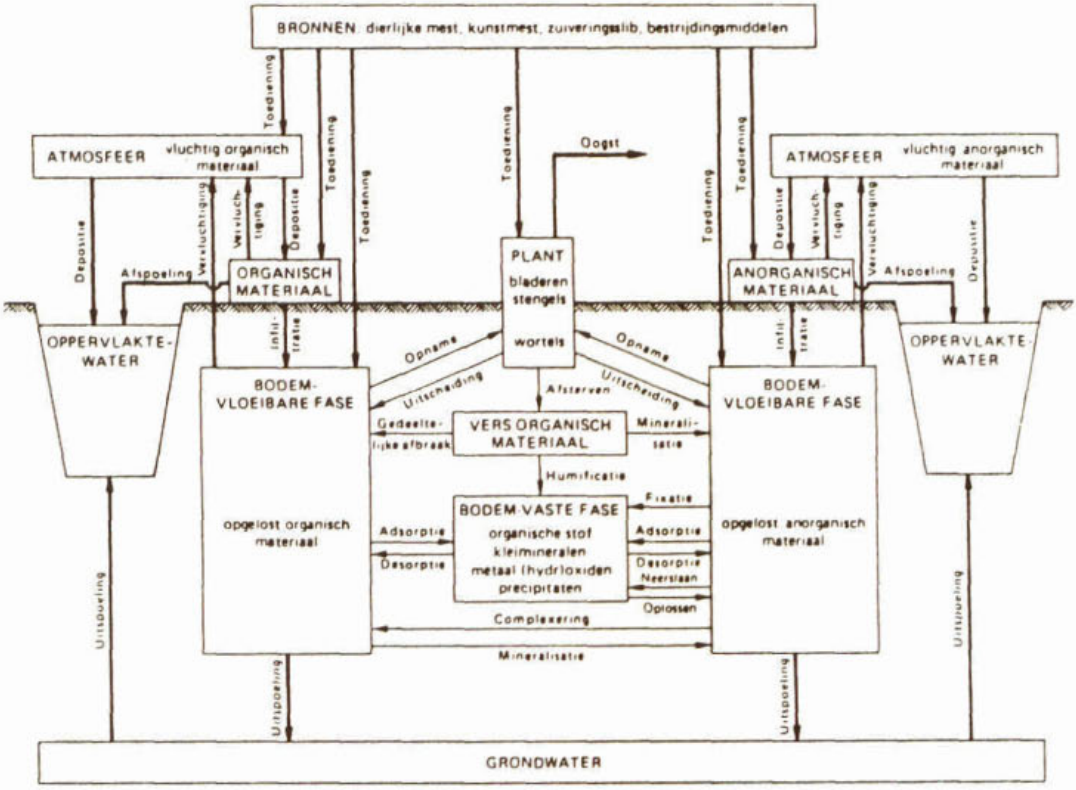
categorie	aanvoer	afvoer
waterbeheer	- boezem-, rivier- en beekwater - polderwater - schut- en lekwater	- boezem-, rivier- en beekwater - polderwater - schut- en lekwater
lozingen	- industrie - effluent van rwzi - riooloverstorten - verspreide bebouwing (niet op riolering) - recreatie - gas- en koelwaterbronnen	- onttrekkingen
landbouw	- oppervlakte-afvoer - uitspoeling van meststoffen - lozing van stal- en spoelwater (boerderijen) - illegale mest- en gierlozingen	
natuurlijke bronnen	- neerslag - kwel - natuurlijke bodemuitspoeling	- evapotranspiratie - wegzijging
bergingsverandering	* nalevering uit sediment	* berging in bodemslib/sediment - berging in waterfase * denitrificatie

Tabel . Overzicht van te kwantificeren posten in een balansstudie [67]

N.B. De met ● gemerkte posten hebben alleen betrekking op stoffenbalansen.

Niet alle balansposten zijn even nauwkeurig vast te stellen en sommige zijn zelfs niet als afzonderlijke post te kwantificeren. In de praktijk blijkt vaak dat voor een aantal posten redelijk onderbouwde schattingen kunnen worden gemaakt, maar dat bijvoorbeeld de landbouw, de natuurlijke uitspoeling en eventueel ook de ber-

gingsverandering in de waterbodem in een restpost worden opgenomen. Uit diverse studies is gebleken dat deze restpost een substantieel deel van de totale balans uitmaakt, meestal > 50 %, soms > 90 %.
De figuur geeft weer welke transportwegen en processen een rol kunnen spelen bij de belasting van het oppervlaktewater met stoffen vanuit de landbouw. Het berekenen van de grootte van de bron en de belasting van het water daardoor zijn dus moeilijk te voorspellen.



Schematische weergave van processen (dunne pijlen) en transportwegen (dikke pijlen), die een rol kunnen spelen bij stofstromen vanuit de landbouw naar het oppervlaktewater

Voor de uitspoeling van de verschillende stoffen kan het volgende algemene beeld gegeven worden. Stikstof spoelt vooral in de vorm van nitraat uit. Met name op zandgronden met diepe grondwaterstanden kunnen zowel onder grasland als bouwland hoge nitraatgehalten voorkomen, daar in dergelijke situaties weinig denitrificatie optreedt in de onverzadigde zone.
Fosfaat wordt in de bodem sterk vastgelegd. Bij langdurige overmatige bemesting kan de bodem met fosfaat verzadigd raken. Dit treedt vooral bij zandgronden op. Bij hoge grondwaterstanden kan snelle ondiepe uitspoeling dan een belangrijke bijdrage leveren aan de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater. In veen-

gebieden komen al van nature hoge fosfaatgehalten voor in grond- en oppervlaktewater.
Uitspoeling van kalium kan vooral op zandgronden optreden door de zeer beperkte adsorptiecapaciteit. Hoge sulfaatconcentraties kunnen verschillende oorzaken hebben; sulfaat is in de bodem redelijk mobiel. Chloride wordt niet in de bodem geadsorbeerd en is dus zeer mobiel.
Zware metalen worden zeer sterk gebonden aan organische stof in de bodem. Overmatige toevoer van cadmium, koper en zink met meststoffen uit zich vooral in hogere gehalten in de bodem en achteruitgang van de bodemkwaliteit door accumulatie. Van uitspoeling is vermoedelijk nauwelijks sprake.

Onzorgvuldig gebruik is nog steeds een belangrijke oorzaak van de belasting van het oppervalktewater met bestrijdingsmiddelen. Mogelijk spelen ook afspoeling en snelle uitspoeling een rol. Over diergeneesmiddelen en veevoederadditieven is met betrekking tot beïnvloeding van het oppervlaktewater niets bekend. In het algemeen worden deze stoffen, die vooral via dierlijke mest worden verspreid, snel afgebroken in de mest of in de bodem.

Hiaten in de kennis

Het rapport besluit met het signaleren van een aantal hiaten in de kennis. Deze bevinden zich met name op het gebied van:
- het kunnen kwantificeren van afzonderlijke balansposten;
- het inzicht in de afspoeling van nutriënten;
- het inzicht in de uitspoeling van nutriënten;
- de denitrificatie;
- de mobiliteit van zware metalen.

STORA
ir.P.C.Stamperius

ergon

- Elektrotechniek
- PLC- en microcomputergestuurde interne transportsystemen
- Telecommunicatie
- Datacommunicatie en computernetwerken
- Gebouw- en terreinbeveiligingssystemen

Voor de techniek van morgen

Ergon bv
Europaweg 197 — 7336 AL Apeldoorn
Postbus 111 — 7300 AC Apeldoorn
Tel. (055) 42 24 55 — Fax (055) 42 68 01
M.i.v. 10 oktober 1995:
Tel. (055) 542 24 55 — Fax (055) 542 68 01

thermische grondreiniging
slibontvangst/verwerking
afvalwaterzuivering
scheepsreiniging
verfafvalverwerking
laboratorium advies

ATM

Vlasweg 12
Industrieterrein
Moerdijk
Tel: (0) 16 80 - 3 22 00
Per 10 oktober '95:
Tel: (0168) 33 22 00

P.O. Box 30
4780 AA Moerdijk
Holland
Fax: (0) 16 80 - 2 31 97
Per 10 oktober '95:
Fax (0168) 32 31 97

A Waste Management Company

SELECTIEVE VERWIJDERING VAN ZWARE METALEN UIT RUW RIOOL-WATER MET BEHULP VAN EEN MAGNEETSYSTEEM

Bespreking van het RWZI 2000-rapport 89 - 03 van okt.1989

Doel van dit oriënterend onderzoek was de mogelijkheden nagaan van de selectieve verwijdering van zware metalen uit ruw rwzi-influent met behulp van HGMS, Hoge Gradiënt Magnetische Scheiding.
Het onderzoek werd uitgevoerd door MT-TNO en Smit Nymegen Systems en begeleid door een commissie bestaande uit ir. K.F. de Korte (voorzitter), ing. R. van Dalen, ir. H.L. Dorussen, ing. G.B.J. Rijs, ir. P.C. Stamperius, ir. W. Van Starkenburg, ir. P.J. Tessel, ir. W.G. Werumeus Buning en ir. T.W.M. Wouda.

Inleiding

De afzetmogelijkheden van zuiveringsslib in de landbouw worden beperkt door de aanwezigheid van organische en anorganische mikro-verontreinigingen in het slib.
Vooralsnog worden daarbij alleen de concentraties zware metalen als problematisch gezien. Het selectief verwijderen van de metalen uit het rwzi-influent en deze vervolgens concentreren in een kleine hoeveelheid slib zou aan de oplossing van deze afzetproblematiek kunnen bijdragen. Er ontstaat dan naast de kleine hoeveel heid relatief sterk verontreinigd slib een grote hoeveelheid relatief schoon slib.
In het kader van het onderzoekprogramma RWZI-2000[1] is via dit onderzoek getracht door middel van oriënterende experimenten inzicht te verschaffen in de toepasbaarheid van HGMS bij het laten ontstaan van dergelijke slibfracties.

De aanpak van het onderzoek

Het onderzoek is niet opgezet als een grondige systematische verkenning van het grote aantal parameters dat een rol kan spelen. Aandacht is besteed aan:
- het principe van de HGMS-techniek;
- het voorkomen van zware metalen in stedelijk afvalwater en slib;
- de voorwaarden voor selectieve afscheiding;
- experimenten met staalwolfilters, strekmetaalfilters, magnetiet-enting en dose ring van chemicaliën voor coagulatie en flocculatie.

Het principe van HGMS bij de metalenverwijdering uit afvalwater

Alleen ferromagnetische, ferrimagnetische en paramagnetische deeltjes ondervinden een aantrekkingskracht in een (niet-homogeen) magneetveld. Hoe sterker de magnetisatie van de deeltjes, des te sterker is de magnetische aantrekkings-

kracht. Ferromagnetische materialen (Fe, Co, Ni en verbindingen daarvan), bevatten magnetische domeinen, met daarin atomen of ionen met parallelle permanente magnetische momenten, en gedragen zich in een magneetveld sterk magnetisch. Hun magnetisatie neemt toe met de magnetische inductie (uitgedrukt in Tesla(T). Bij hoge inductie treedt bij deze stoffen verzadiging op.
In ferrimagnetische materialen, zoals de ferrieten van Cu en Zn, en magnetiet, zijn de permanente magnetische momenten deels antiparallel, met een gedeeltelijke opheffing van de magnetisatie als gevolg. Deze stoffen zijn matig tot sterk magnetisch.
Veel overgangsmetalen en verbindingen zijn paramagnetisch als gevolg van een permanente magnetisch moment van afzonderlijke atomen of ionen, waarbij de richting van het moment niet gekoppeld is met die van naburige atomen.
Bij diamagnetisch materiaal is de magnetisatie gering en tegengesteld gericht aan het externe veld. De edele metalen en de metalen Zn, Pb, Hg, Cd, As en Ag zijn diamagnetisch. Diamagnetische deeltjes kunnen niet als zodanig door een magneetveld worden afgescheiden. Dit kan wel lukken als dit soort deeltjes geadsorbeerd is aan ferro-, ferri- of paramagnetisch materiaal. Hiervoor wordt magnetiet als entmateriaal toegevoegd.
De magnetische aantrekkingskracht is evenredig met de sterkte van het magneetveld, met de gradiënt van het magneetveld en met het volume van de aangetrokken deeltjes. Een over een oplossing c.q. suspensie aangelegd magneetveld beïnvloedt deeltjes die ferromagnetische, ferrimagnetische en paramagnetische eigenschappen hebben. Met de huidige conventionele elektromagneten, met een maximale inductie tot 2T, ligt de grens voor de deeltjesgrootte bij 0,1 a 1 um.
Als technische modificaties voor de magneet worden onderscheiden:
- een open systeem waarbij de gradiënt wordt gecreëerd door de vorm van de magneetwikkeling; door hun kleine debiet minder geschikt voor waterbehandeling;
- een filtersysteem waarbij de gradiënt wordt gecreëerd door filtermateriaal, dat gemagnetiseerd is in het magneetveld. Staalwol en strekmetaal kunnen voldoen als filtermateriaal. Hoge gradiënten treden op bij scherpe hoeken en randen van dit materiaal.

Het vóórkomen van zware metalen in stedelijk afvalwater en slib

De metaalconcentraties in rwzi-influenten vertonen sterke variaties zowel met de tijd als met de plaats. De veelheid aan verschijningsvormen van de metalen in het influent is van grote invloed op de verwijderingsmogelijkheden via afscheidingen van gesuspendeerde slibdeeltjes.
Zware metalen zijn in een aantal vormen in stedelijk afvalwater en in het zuiveringsslib aanwezig:
- opgelost in de waterfase als ionen of complexen;
- geprecipiteerd als zouten of hydroxyden;
- gecoprecipiteerd met andere metaaloxyden;
- geadsorbeerd aan gesuspendeerde deeltjes of aan biologisch materiaal.

De verdeling van de metalen over deze vormen hangt af van de eigenschappen van het specifieke metaal en van de slibkarakteristieken, die weer bepaald worden door pH, temperatuur, redoxpotentiaal e.d. Lood, koper, zink en chroom zijn vooral aanwezig in onopgeloste vorm, vaak voor meer dan 70% geassocieerd met

gesuspendeerde deeltjes. Nikkel is voor meer dan 70% in opgeloste vorm aanwezig.

Voorwaarden voor selectieve afscheiding

Om de zware metalen te kunnen concentreren in een beperkt volume zal er in het magneetfilter een zekere selectieve afscheiding plaats moeten vinden. Dit houdt in dat:

- de colloïdale of gesuspendeerde deeltjes met de zware metalen magnetisch afscheidbaar moeten zijn of selectief gebonden moeten kunnen worden aan magnetisch afscheidbaar entmateriaal;
- deeltjes die geen zware metalen bevatten mogen niet aan het entmateriaal hechten;
- de afscheiding van de magnetische deeltjes dient selectief te verlopen;
- metalen-bevattende colloïdale deeltjes moeten eerst worden gecoaguleerd, zonder dat volledige uitvlokking plaats vindt, omdat dan weer een te grote hoeveelheid slib wordt afgescheiden.

Experimenteel onderzoek

De monsters ruw influent waren afkomstig van de rwzi Tiel. Dit slib heeft voor alle metalen hoge gehalten. Experimenten met een staalwolfilter leiden tot een snelle verstopping. Er is derhalve alleen met strekmetaalfilter gewerkt en entmateriaal ten behoeve van zwak-magnetische deeltjes, aangezien ook bleek dat ferromagnetische deeltjes nauwelijks aanwezig waren. Als coagulatiemiddelen voor de colloïdale deeltjes dienden ijzertrichloride en calciumhydroxyde, terwijl het polyelektrolyt Praestol 2540 werd gedoseerd voor een betere hechting van deeltjes aan magnetiet.
Er vonden drie series experimenten plaats:

- dosering van magnetiet en polyelektolyt bij pH 7,1 magnetiet en $Ca(OH)_2$, bij pH 8,7, magnetiet en ijzerchloride bij pH 6,8;
- variatie in de ijzerchloridedosering en in de pH;
- variatie van de samenstelling van het influentmonster.

Resultaten en conclusies

In het ruwe influent aanwezige, zware metalen bevattende slibdeeltjes zijn als zodanig magnetisch niet afscheidbaar. Voor afscheiding zal entmateriaal (magnetiet) toegevoegd moeten worden. Voor de afscheiding verdient het strekmetaalfilter de voorkeur boven het staalwolfilter, dat snel verstopt raakt.
Uit de experimenten blijkt dat geen of nauwelijks hogere verwijderingspercentages voor de onderzochte metalen worden gevonden dan de verwijderingspercentages voor CZV en BZV. Enige mate van selectieve verwijdering kan waargenomen worden, wanneer vrij veel calciumhydroxyde wordt gedoseerd. Door de toevoeging van veel extra materiaal (kalk) en de noodzakelijke neutralisatie achteraf is dit verre van aantrekkelijk. Matige ijzerdoseringen wijzen op enige selectiviteit voor Zn en Pb. Het optreden van de ongewenste vlokvorming daarbij is afhankelijk van de aard van het afvalwater.

ALLIED COLLOIDS

ZETAG en **MAGNAFLOC** polyelectrolyten voor huishoudelijk en industrieel afvalwater

TOEPASSINGEN:
- VOORPRECIPITATIE D.M.V. F.A.S.T.-SYSTEEM
- SEDIMENTATIE VAN SLIB
- SLIBINDIKKING
- SLIBFLOTATIE
- SLIBONTWATERING D.M.V.:
  - CENTRIFUGES
  - ZEEFTROMMELS
  - ZEEFBANDEN
  - ZEEFBANDPERSEN
  - KAMERFILTERPERSEN
  - MEMBRAANFILTERPERSEN

ALLIED COLLOIDS levert ook:
- automatische aanmaakinstallaties voor poeders (25 kg. zakken en Big Bags) en vloeibare polymeren
- apparatuur om kamerfilterpersen en membraanfilterpersen met gebruikmaking van polymeren te laten functioneren
- doseerapparatuur voor voorprecipitatie op de voorbezinktank

Al onze apparatuur is ook beschikbaar voor praktijkproeven

ALLIED COLLOIDS NEDERLAND B.V.

Stationsweg 65, 3743 EM Baarn
Tel.: 02154 - 24515, fax: 02154 - 23998

Gezien deze resultaten, de beperkte grootte van de effecten en de gevoeligheid van de vereiste voorbehandeling voor het afvalwater oordeelt dit onderzoek dat selectieve verwijdering van zware metalen uit ruw rioolwater met behulp van een magneetsysteem geen perspectief biedt voor het bereiken van het gestelde doel en verder experimenteren in deze richting niet zinvol is.

STORA
ir. P.C. Stamperius

HYDROLYSE VAN ZUIVERINGSSLIB IN COMBINATIE MET ANAËROBE VERGISTING

Bespreking van het rwzi 2000-rapport 89 - 05 van okt. 1989

Doel van dit verkennend onderzoek was de mogelijkheden na te gaan om de organische droge stof in slib van te voren met ammoniak te hydrolyseren, waardoor een grotere hoeveelheid organische stof toegankelijk gemaakt wordt voor anaërobe omzetting.
Het onderzoek werd uitgevoerd door MT-TNO en begeleid door een commissie bestaande uit ir. K.F. de Korte (voorzitter), ing. R. van Dalen, ir. H.L. Dorussen, ing. G.B.J. Rijs, ir. P.C. Stamperius, ir. W. van Starkenburg, ir. P.J. Tessel, ir. W.G. Werumeus Buning en ir. T.W.M. Wouda.

Inleiding

De mogelijkheden om zuiveringsslib af te zetten in de landbouw of gecontroleerd te storten worden beperkt door aanscherping van de normen en stijging van de storttarieven. Dit betekent dat het noodzakelijk zal zijn om de organische droge stof in het zuiveringsslib zoveel mogelijk af te breken om een maximale volumereductie te kunnen krijgen.
Op vele rwzi's wordt momenteel al een gedeeltelijke afbraak en dus reductie van de droge stof bereikt in de anaërobe slibgisting; het daarbij ontstane biogas kan gedeeltelijk in de energiebehoefte van de rwzi voorzien.
Met de anaërobe vergisting is echter geen volledige afbraak van de organische droge stof mogelijk: 20 - 50% van het organisch materiaal wordt daarin niet afgebroken. Dit restant bestaat vooral uit niet-opgelost organisch materiaal dat langs microbiële weg niet of zeer langzaam in oplossing wordt gebracht. Als gevolg van deze onvolledige afbraak wordt slechts een beperkte reductie van het benodigde stortvolume bereikt.
Eerder onderzoek geeft aan dat een efficiënter hydrolyse van de organische droge stof in oxydatie-sloot-slib en actiefslib mogelijk is door verhitting in combinatie met de toevoeging van natronloog. Bij het aldus gehydrolyseerde actiefslib nam de biogasproduktie in de anaërobe vergisting met 35 - 60% toe. Belangrijke nadelen van deze werkwijze zijn de hoge chemicaliënkosten en het ontstaan van een effluent met een hoog zoutgehalte; na neutralisatie wordt bij 5% droge stof een NaCl-gehalte van 15 kg/m^3 verwacht.

De aanpak van het onderzoek

In het rapport wordt ingegaan op de mogelijkheden van hydrolyse van zuiveringsslib met behulp van ammoniak, gevolgd door terugwinning van ammoniak en anaërobe vergisting van het hydrolysaat. Er ontstaat geen zouthoudend effluent en de teruggewonnen ammoniak kan worden hergebruikt, waardoor de kosten voor chemicaliën laag blijven.

De technische haalbaarheid van het hydrolyseproces met terugwinning en hergebruik van ammoniak wordt in theoretische berekeningen beoordeeld op basis van algemeen erkende technologische principes. Een aantal belangrijke bedrijfscondities wordt daarbij vastgesteld om een globale kostenraming mogelijk te maken. De verblijftijd in de hydrolysereactor en de omzettingsgraad van de organische droge stof zijn in deze berekeningen als te variëren parameters gehanteerd. Laboratoriumonderzoek in autoclaven is uitgevoerd naar de hydrolyse van gemengd primair en secundair zuiveringsslib gevolgd door anaërobe vergisting van het hydrolysaat. Ter vergelijking is hydrolyse met natronloog onderzocht.

Technische haalbaarheid van de hydrolyse en NH_3-terugwinning

De kostenopbouw werd van te voren bepaald om een inperking van het aantal experimenteel te onderzoeken variabelen mogelijk te maken, om inzicht te krijgen in de invloed van deze variabelen op de kosten van de bewerking en in de waarde van de belangrijkste procesparameters bij bepaalde financiële randvoorwaarden.

Op basis van berekeningen aan chemische en fysische evenwichten in het ammoniak/water systeem blijkt dat het proces zich zou moeten afspelen bij 100°C in mengsels van 20% ammoniak en 80 % slib (5% d.s.), bij een pH van 10 en een druk van 6 à 7 bar. Lagere NH_3-concentraties leveren een pH lager dan 10 op, hogere concentraties slechts een marginaal hogere pH en een zeer grote drukverhoging. Hogere temperaturen leiden eveneens tot een sterke stijging van de druk en een geringe pH-stijging. De belangrijkste te onderzoeken variabele is dus de verblijftijd in de reactor.
Voor een drietal verblijftijden is een globale kosten-batenanalyse gemaakt voor een proces met een capaciteit van 10 ton slib/uur. Voor apparatuur, chemicaliën, energie, investeringen, rente e.d. zijn bepaalde aannamen gedaan. Voor het hydrolyseresultaat en dus de verhoogde biogasopbrengst zijn ten behoeve van de berekeningen waarden ontleend aan het hierboven reeds vermelde eerdere onderzoek. De tabel geeft een overzicht van de resultaten van deze kostenberekeningen.
Daaruit blijkt dat, willen de kosten tegen de baten opwegen, de extra biogasopbrengst rond 100 Nm^3/ton slib moet bedragen en de verblijftijd in de reactor niet langer moet zijn dan 4 uur.

Experimenteel onderzoek

De hydrolyse-experimenten werden uitgevoerd In autoclaven met ingedikt primair en secundair slib van de rwzi Apeldoorn-Noord, bij 100°C, 7 bar, pH 10, 0,25 kg NH_3, per kg nat slib of 0,2 kg NaOH/kg d.s. slib.
De anaërobe vergisting van het met ammoniak en natronloog gehydrolyseerde slib werd onderzocht in batch-reactoren van 61 inhoud bij 35°C; als referentie dienden niet-gehydrolyseerd slib en uitgegist slib. Vooraf werd ammoniak verwijderd en werd het mengsel geneutraliseerd.
De ammoniak werd uit de gehydrolyseerde mengsels verwijderd door stoomstripping. De hydrolysegraad werd bepaald door de concentratie van opgelost en fijncolloidaal materiaal te bepalen door de monsters te filtreren over filters met een poriediameter van 0,45 μm, respectievelijk 1,2 μm.

Resultaten en conclusies

Het blijkt dat na hydrolyse met ammoniak bij 100°C, pH 10, 7 bar en 25 gew% NH_3:

- de concentratie van opgelost materiaal (0,45 µm) niet verder toeneemt dan tot 40 a 45% van het totale CZV, ook niet na 24 uur verhitting;
- de concentratie van opgelost en fijn-colloïdaal materiaal (1,2 µm) tezamen na circa 3 uur toeneemt tot 55 a 65% van het totale CZV;
- de methaanproduktie bij anaërobe vergisting niet noemenswaardig toeneemt.

Met natronloog werden vergelijkbare resultaten gevonden. Ook hier leidt hydrolyse niet tot en verhoging van de methaanproduktie.

= kleiner dan

Tabel 1. Geschatte investeringen, verwerkingskosten en baten voor drie verblijftijden in de hydrolysereactor (10 ton slib/uur).

Tabel 1. Geschatte investeringen, verwerkingskosten en baten voor drie verblijftijden in de hydrolysereactor (10 ton slib/uur).

verblijftijd reactor (u)	1	4	24
investeringen (kf)			
reactor	250	1000	6000
NH3-opslag	250	250	250
flash-verdamper	10	10	10
stoomstripper	320	320	320
+			
totaal apparatuur	830	1580	6580
bijkomende kosten (135%)	1120	2135	8885
btw	360	690	2860
+			
investeringen incl. BTW	2310	4405	18325
verwerkingskosten (f/ton d.s.)			
annuïteit	90	165	695
onderhoud	30	55	220
aardgas stoomketel	90	90	90
ammoniak	40	40	40
nitrificatie	40	40	40
electriciteit	5	5	5
personeel	80	80	80
+			
totaal	375	475	1170
baten (f/ton d.s.)			
extra biogas	160-400	160-400	160-400
bespaarde stortkosten	50-100	50-100	50-100
+			
totaal	210-500	210-500	210-500

Uw specialist voor:

- Roostergoedinstallaties met de **v. Raak Aqua Screen**® en de **v. Raak Schroefpers**; eventueel in kombinatie met de **v. Raak Wasbox**;
- Flotatiesystemen;
- Biorotoren;
- Slibindikking door middel van de **v. Raak ontwateringsband**;
- Kunststofkettingen t.b.v. langsruimers; NLC-systeem;
- Alle voorkomende pompreparaties, montage- en installatieproblemen.

Genoemde apparatuur wordt in onze eigen machinefabriek gefabriceerd en is voor 100% Nederlands Fabrikaat.

Voor een goed advies en een concurrerende prijsopgave belt u:

L. van Raak Milieutechniek B.V.

Telefoon (03405) 702 08
Telefax (03405) 702 75
Adres: Regulierenring 3 – 3981 LA Bunnik
Postbus 155 – 3980 CE Bunnik

Op basis van de uit technische en financiële mogelijkheden afgeleide randvoorwaarden voor de vereiste hydrolysegraad, extra gasopbrengst en verblijftijd in de reactor en de resultaten van de experimenten, kan worden geconcludeerd dat de beoogde doelstelling - verdere reductie van het slibvolume - door hydrolyse van gemengd primair en secundair slib met ammoniak niet haalbaar is.
Verder onderzoek aan deze mogelijkheid werd dan ook niet aanbevolen.

ir. P.C. Stamperius

STORTBAARHEIDSCRITERIA VOOR ZUIVERINGSSLIB

Bespreking van het rapport van de STORA d.d. sept. 1990

Doel van het onderzoek was het vaststellen van een objectieve maatstaf voor de stortbaarheid van zuiveringsslib op basis van de consistentie, waarbij die consistentie afhankelijk kan zijn van stortmethode en stortdoel.
Het onderzoek werd uitgevoerd door de Grontmij N.V. en namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit ing. P.C.A.M. van Helvoort (voorzitter), ing. E.W. Hendrikx, ir. H.H.M. Koppers, Ir. E. van 't Oever en ing. W.G. Wiessner.

Inleiding

In het algemeen heeft zuiveringsslib, dat na conditionering met polymeren is ontwaterd, onvoldoende stevigheid om voldoende weerstand te bieden tegen afschuifkrachten. Bij het storten van zuiveringsslib kan dit aanleiding geven tot een grondmechanisch instabiele toestand van het stortlichaam. Afhankelijk van de hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in een stortlichaam is verwerkt,kan het slib als een ononderbroken laag aanwezig zijn. Dergelijke sliblagen kunnen - door de vochtbindende eigenschappen van het slib - de grondmechanische stabiliteit van het stortlichaam beïnvloeden.

In Nederland wordt zuiveringsslib gestort te zamen met huishoudelijke afvalstoffen en bedrijfsafval. De gestorte afvalstoffen worden gehomogeniseerd en gecompacteerd met behulp van compactoren. De draagkracht van een stortlichaam moet zodanig zijn, dat daarbij gebruikt materieel niet zal wegzakken. Om hier een zekere garantie voor te hebben wordt in Nederland (en in enkele omringende landen) verlangd dat slib steekvast is en een minimaal drogestofgehalte heeft van 35%. Probleem hierbij is dat het drogestofpercentage geen relatie vertoont met de draagkracht van het slib of het stortlichaam.
Het storten van het zuiveringsslib is dus van invloed op de grondmechanische stabiliteit en de draagkracht van een stortlichaam. Gezocht is naar een objectieve maatstaf voor stortbaarheid op basis van consistentie, waarbij eisen aan de consistentie afhankelijk kunnen zijn van het stortdoel en de te gebruiken stortmethode.

De aanpak van het onderzoek

Het onderzoek heeft zich gericht op:
- het begrip consistentie als stortbaarheidscriterium, de karakterisering van draagkracht en stabiliteit en op methoden die in aanmerking komen voor het meten van de consistentie van slibben;
- de selectie van principes en methoden om de stortbaarheid van slib vast te kunnen stellen;
- experimenten met zuiveringsslib om de toepasbaarheid van de geselecteerde methoden te beoordelen;

- het afleiden van stortbaarheidscriteria voor slib en het verbeteren van de stortbaarheid.

de consistentie

In Nederland, België en Duitsland worden bij het storten van slib tesamen met huishoudelijke afvalstoffen eisen gesteld aan zijn consistentie, die wordt uitgedrukt in het drogestofgehalte, al dan niet in combinatie met de schuifsterkte en/of de draagkracht. De praktijkervaringen geven aan dat men de 'consistentie' van slib het best kan definiëren als die combinatie van stortbaarheidseigenschappen, waarin de invloed tot uiting komt op de grondmechanische stabiliteit en de draagkracht.

Het begrip consistentie wordt gehanteerd in de grondmechanica, de bodemkunde en de rheologie. Een algemene grondmechanische, bodemkundige of rheologische definitie van de gedragsvormen waarin zuiveringsslib kan voorkomen bestaat niet.

De meetmethoden voor'consistentie' zijn veelal gebaseerd op het vaststellen van fysische parameters onder gedefinieerde omstandigheden. Er zijn echter ook meetmethoden waarmee op empirische wijze een bepaalde eigenschap van het materiaal wordt vastgesteld.

De meetomstandigheden zijn hierbij vaak slecht gedefinieerd, waardoor de meetuitkomsten slecht vergelijkbaar zijn en verschillen in meetuitkomsten niet goed kunnen worden verklaard. De grondmechanische meetprincipes en meetmethoden bieden de meeste mogelijkheden voor slibconsistentie-meting.

De stabiliteit van cohesieve grondlichamen wordt bepaald door de samenhang van de gronddeeltjes en de ongedraineerde schuifsterkte.Door bovenbelasting van cohesieve grond treden zettingen op waardoor een dichtere pakking van het materiaal ontstaat; deze consolidatie bepaalt in belangrijke mate de samendrukbaarheid c.q. de draagkracht. In Duitse onderzoeken aan zuiveringsslib is een relatie vastgesteld tussen de draagkracht en de ongedraineerde schuifsterkte. Een eenduidig verband tussen schuifsterkte en gehalte aan droge stof kon daarbij niet worden vastgesteld.

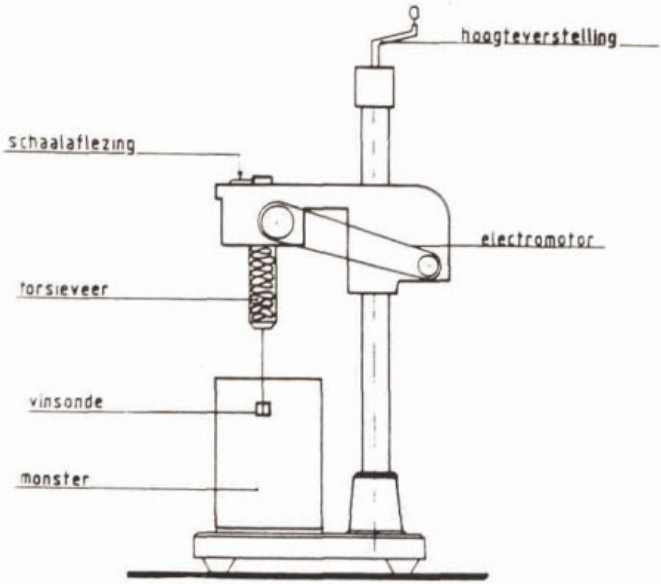
selectie van methoden en principes

Bij de beoordeling van mogelijke meetmethoden voor de consistentie en de stabiliteit van zuiveringsslib hebben vele aspecten een rol gespeeld. Naast de waardering voor de waarde van de informatie, de nauwkeurigheid en het toepassingsgebied speelden mee de geschiktheid voor laboratorium op het veld, de tijdsduur van de meting, de robuustheid en de kosten.

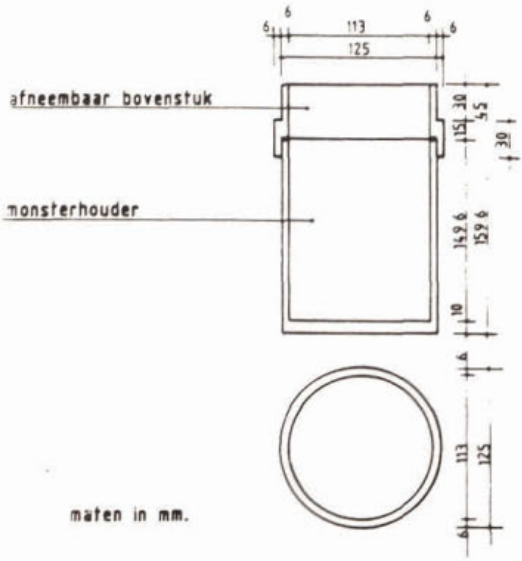
Voor het beoordelen van de stabiliteit zijn onderzocht:

- de vinsondeproef met de motorvinsonde en de handvinsonde;
- de valkegelproef met het valkegelapparaat;
- de rotatieviscositeitmeting.

Voor het beoordelen van de draagkracht werd de laststempelproef met het Hildesheimerprufstempel geselecteerd.



Figuur 1. Vinsonde



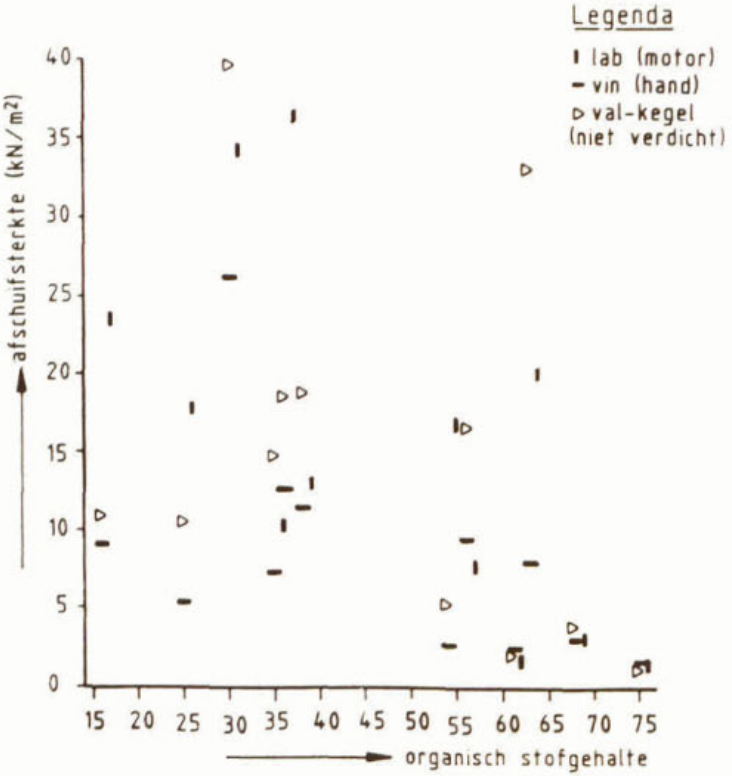
Figuur 1. Monsterhouder van de vinsonde

de experimenten

Bovenstaande meetmethoden zijn beproefd met zeefbandpersslib, centrifugeslib, kamerfilterpersslib, natuurlijk ontwaterd slib en drinkwaterslib. Van deze slibben werden naast de meetwaarden met de geselecteerde apparaten de dichtheid, het drogestofgehalte, het organisch-stofgehalte, het lutumgehalte en soms de Atterbergse consistentiegrenzen bepaald.

De experimenten geven weinig hoop op een eenvoudige methode met eenduidig interpreteerbare resultaten. Op grond van de resultaten kan geconcludeerd worden:

- de gangbare methode om in grond de consistentiegrenzen vast te stellen, d.w.z. de grenzen tussen de fasen waarin cohesieve gronden kunnen verkeren als functie van hun gehalten aan water, lutum, minerale delen en organische stof, volgens de methode van Atterberg gaat niet op voor zuiveringsslib. Hierdoor is er geen referentiekader voor afschuifsterkte-waarden van slib.
- de viscositeit van steekvaste slibben kan niet op eenvoudige wijze worden gemeten. De handvinsonde en de valkegel geven slecht reproduceerbare resultaten en zijn ongeschikt voor het bepalen van de afschuifsterkte van zuiveringsslib. Alleen de motorvinsonde (figuur 1) geeft redelijk tot goed reproduceerbare waarden bij een zorgvuldige monstervoorbereiding. Onderling zijn de methoden niet vergelijkbaar. Zie hiervoor figuur 2.

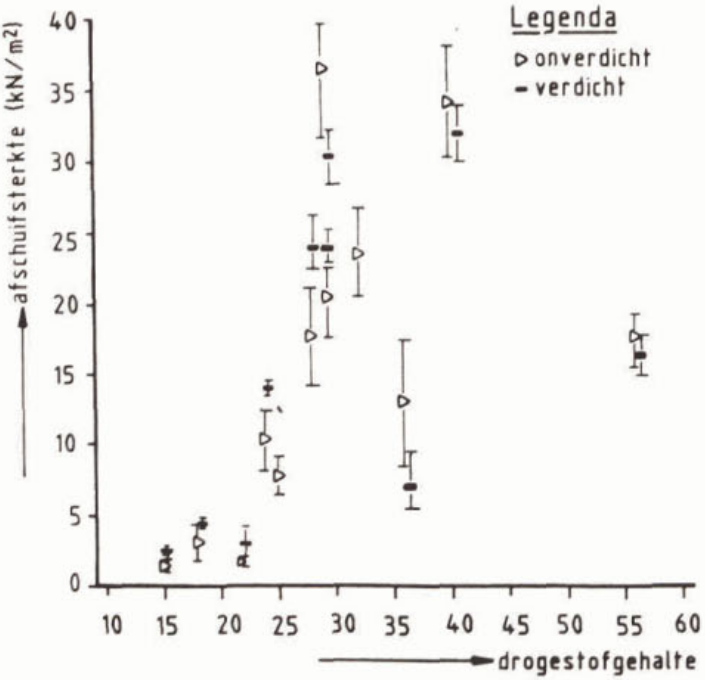


Figuur 2. Gemiddelde Su als functie van het organisch stofgehalte (motorvinsonde handvinsonde en val-kegel).

- een lage afschuifsterkte betekent niet dat het slib niet goed stortbaar zou zijn; evenmin houdt een hoge waarde in dat slib wel goed stortbaar is. Een beeld van de verbanden tussen de afschuifsterkte en het drogestofgehalte, bepaald met de motorvinsonde, toont figuur 3.

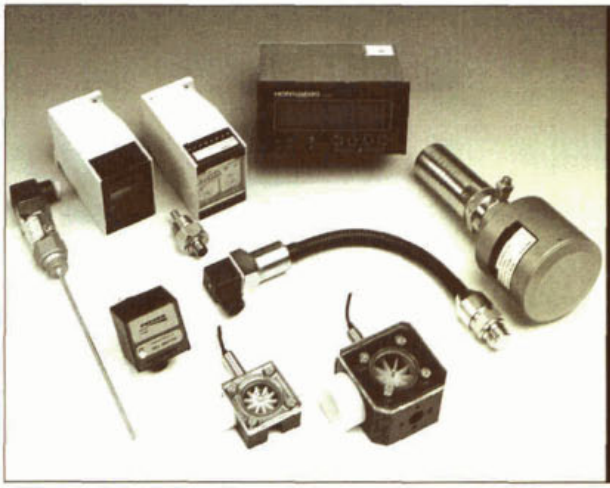
stortbaarheidscriteria

Richtwaarden voor afschuifsterkte en draagkracht worden bepaald door hun invloed op de grondmechanische stabiliteit en/of de draagkracht van het stortlichaam. Daarbij zijn stortmethode en lange-termijn effecten van belang. Wanneer het aandeel zuiveringsslib in een stortlichaam ligt in de orde van 10 vol.%, is de invloed van het zuiveringsslib op het draagvermogen en de grondmechanische stabiliteit van het stortlichaam gering, en behoeven geen speciale eisen aan het slib gesteld te worden anders dan volgens de Richtlijn "Gecontroleerd storten".



Figuur 3. Su a/s functie van het drogestofgehalte (motorvinsonde)

Bij een groter aandeel dan 10 vol.% zullen aanvullende eisen aan de afschuifsterkte gesteld moeten worden. In EG-verband door Duitsland uitgevoerd onderzoek beveelt voor gestort zuiveringsslib een af-schuifsterkte van 15-20 kN/m^2 aan. Dit houdt in dat op het moment van storten mogelijk een hogere afschuifsterkte moet worden vereist; overwogen kan worden uit te gaan van een van een afschuifsterkte van 25-30 kN/m^2 op het moment van storten. Voor het storten in monodeponie wordt zelfs gedacht aan afschuifsterkte van 50 kN/m^2.
Voor de draagkracht is op basis van het onderzoek geen grenswaarde vast te stellen. Mogelijk kan in de toekomst overeenkomstig het in Duitsland uitgevoerde



METEN & CONTROLEREN

Vele toonaangevende produktgroepen voor verrassende oplossingen.

HOSCO
HONSBERG

Door-stroming
Niveau
Temperatuur
Druk

Postbus 74 • 3755 ZH Eemnes
Tel. 035 - 5380540 • Fax 035 - 5380541

Wilt u ook adverteren in de volgende uitgave?

UITGEVERIJ
DRUKKERIJ

ELMA
ELMA EDITIES B.V.

De Mossel 3, Postbus 20, 1723 ZG Noord-Scharwoude, tel. (02260) 162 64*, fax (02260) 170 48

Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven

RIWA

De RIWA is een belangenorganisatie van Nederlandse en Belgische waterleidingbedrijven die op Rijn en Maas *als bron zijn aangewezen.* Het belang van de leden is het veiligstellen van deze bronnen.

Brusselse Intercommunale Watermaatschappij
Gemeentewaterleidingen, Amsterdam
Intercommunale Vennootschap Antwerpse Waterwerken N.V.
N.V. Delta Nutsbedrijven, Middelburg
N.V. Duinwaterbedrijf Zuid-Holland, Voorburg
N.V. Energie- en Watervoorziening Rijnland, Leiden
N.V. Nutsbedrijf Regio Eindhoven
N.V. PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Bloemendaal
N.V. Waterleidingbedrijf Midden-Nederland, Utrecht
N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg, Maastricht
N.V. Waterleiding Maatschappij 'Noord-West-Brabant', Breda
N.V. Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant, 's-Hertogenbosch
N.V. Watermaatschappij Zuid-Holland Oost, Gouda
N.V. Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland, Amsterdam
N.V. Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch, Werkendam
Waterbedrijf Europoort, Rotterdam
Waterleiding Maatschappij Overijssel N.V., Zwolle

Postbus 8169
1005 AD Amsterdam
Telefoon (020) 5802 555
Fax (020) 688 16 41

onderzoek op basis van metinen een correlatie worden gevonden tussen draagkracht en afschuifsterkte.
Als richtwaarde wordt op basis van ervaringen aanbevolen een maximale indringdiepte van 5 mm bij een belasting van 50 kN/M^2, te meten met een laststempel.

verbetering van de stortbaarheid
In het algemeen kan worden geconcludeerd dat toeslagmaterialen die een wezenlijke toename van de afschuifsterkte bewerkstelligen, een reactief karakter moeten hebben. Materialen zoals zand en zaagmeel bezitten deze eigenschappen niet of nauwelijks. Ook vliegassen afkomstig van met poederkool gestookte centrales geven slechts in grote hoeveelheden een significante toename van de afschuifsterkte. Het toevoegen van ongebluste kalk heeft het meeste effect. Ook van diverse kalksoorten is een gunstig effect te verwachten op de afschuifsterkte.

ir. P.C. Stamperius
Stora.

VERWIJDERING VAN ZWARE METALEN UIT ZUIVERINGSSLIB DOOR ELEKTROLYSE

Bespreking van het rwzi 2000-rapport 89 - 04 october 1989

Doel van dit verkennend onderzoek was de mogelijkheden na te gaan om zonder of met een beperkte voorbehandeling een aanzienlijk deel van de zware metalen uit slib te verwijderen door middel van elektrolyse. Het onderzoek werd uitgevoerd door MT-TNO en begeleid door een commissie bestaande uit ir. K.F. de Korte (voorzitter), ing. R. van Dalen, ir. H.L. Dorussen, ing. G.B.J. Rijs, ir. P.C. Stamperius, ir. W. van Starkenburg, ir. P.J. Tessel, ir. W.G. Werumeus Buning en ir. T.W.M. Wouda. Ing. A.M.C.P. de Jong en dr.ir. D. Schmal waren de auteurs van het rapport.

Inleiding

Jaarlijks wordt in Nederland circa 280.000 ton (als droge stof) zuiveringsslib geproduceerd, waarvan een derde deel gebruikt wordt als natte meststof in de landbouw en een derde deel wordt omgezet in zwarte grond en compost. De aanwezigheid van zware metalen (Cu, Cd, Zn, Pb, Ni, Cr) in hoge concentraties is voor beide toepassingen vaak een probleem; ook eventuele aanscherpingen in de toekomst van normen of criteria op dit gebied bedreigen deze toepassingen.
Het onderzoekprogramma "Toekomstige generatie rioolwaterzuiveringsinrichtingen RWZI 2000" een samenwerkingsverband van de STORA en Rijkswaterstaat DBW/RIZA, achtte onderzoek gewenst naar de verwijdering van de zware metalen uit het slib door middel van elektrolyse; de metalen dienen daarbij direct uit het slibwatermengsel op de elektroden neergeslagen te worden (slurry-elektrolyse). De afname van de metaalconcentratie in de vloeistof geeft een verstoring van het evenwicht met de gehalten aan metaal-ionen in de vaste deeltjes. Verondersteld werd dat als gevolg van deze verlaging van de metaalconcentratie door elektrolytische afscheiding, nalevering van metaal-ionen uit de vaste deeltjes naar de oplossing plaats zou vinden. De aanwezige concentraties (ordegrootte mg/l) vereisen elektrolyse- reactoren met grote specifieke elektrode-oppervlakken, zoals gepakt-bed elektroden, grafietvezel-elektroden of roterende cylinder-elektroden. Van dit type elektroden is de roterende cylinderelektrode gekozen voor het onderzoek, aangezien deze het minst gevoelig is voor de vervuilende en verstoppende eigenschappen van slib. Een consequentie van de cylinderelektrode is dat de metalen door voorbewerking voor een groter deel in oplossing moeten worden gebracht om een acceptabele metaalverwijderingssnelheid te kunnen verwezenlijken.

Het voorkomen van zware metalen in zuiveringsslib

De zware metalen zoals Cu, Pb, Ni, Cr, Cd en Zn komen uit allerlei bronnen in verschillende hoeveelheden en bindingsvormen via het afvalwater in de rwzi's

bonna

Bonna Vianen
Aimé Bonnastraat 17
Postbus 1
4130 EA Vianen Z.-H.
Tel.: 03473 - 65900
Fax: 03473 - 77508

Fabriek van geprefabriceerde elementen:
- Plaatstalenkern buizen
- Voorgespannen, gewapende en ongewapende betonbuizen
- Inspectieputten
- Keerwanden

terecht. Zij komen voor als vrij ion en/of in gecomplexeerde vorm, al dan niet gebonden aan slibdeeltjes. Het zuiveringsslib is zeer rijk aan organische bestanddelen die sterke bindingen met metalen kunnen aangaan. Afhankelijk van o.a. pH en redoxpotentiaal kunnen onoplosbare hydroxyden, fosfaten, sulfaten, carbonaten en sulfiden worden gevormd. Tijdens het biologische zuiveringsproces worden organische verbindingen grotendeels afgebroken en worden de metalen voor een belangrijk gedeelte aan het slib gebonden. De bindingsvorm van het metaal kan in de loop van het zuiveringsproces met zijn sterk wisselende condities en processtappen veranderen door adsorptie, complexvorming, ionen-uitwisseling, precipitatie en bioaccumulatie. Veel duidelijkheid over de exacte verdeling van de bindingsvormen is er niet. In tabel 1 wordt voor een bepaald slib een indruk gegeven van de aanwezigheid van metalen in influent en slibsoorten.

Voorbehandeling ter mobilisering van de metalen

Een deel van de metalen is gebonden als sulfide. Gedeeltelijk kunnen zij in oplossing worden gebracht door beluchting bij 50°C. Voor het in oplossing brengen van metalen door middel van zuurdosering of toevoeging van complexerende stoffen zijn doorgaans grote hoeveelheden chemicaliën nodig. Voor de elektrochemische werkwijze is het in principe voldoende als slechts een deel in oplossing wordt gebracht, aangezien nalevering uit de vaste vormen plaats zal vinden bij het herstel van het evenwicht in de verdeling van de metalen over de waterfase en de vaste fase. Als voorbehandelingsmethoden zijn onderzocht:

- pH-verlaging door toevoeging van H_2SO_4 en soms HNO_3;
- het toevoegen van complexvormer EDTA in neutraal milieu;
- het toevoegen van natronloog.

De slibmonsters werden gemengd met water tot een drogestofgehalte van 2,5%. Daarna vond bij 50°C gedurende bepaalde tijden beluchting plaats. Vervolgens werden hoeveelheden zuur of loog toegevoegd, zodanig dat in de suspensie een pH van 4, respectievelijk 10 werd bereikt. De EDTA-dosering werd afgestemd op de concentratie zwaar metaal.
De aldus verkregen mengsels werden geroerd in de elektrolysevaatjes (15, 170, of 370 ml), waarin zich een roterende koolstofcylinder als kathode bevindt, die omgeven is door een helixvormige platinadraad als anode. Een loodcylinder als kathode blijkt ongeschikt, omdat Pb in oplossing kan gaan wanneer de elektrode elektrisch niet wordt belast. De bepaling van de metaalgehalten werd uitgevoerd met atomaire adsorptiespectrometrie en/of polarografie.

Experimenten en resultaten

De onderzochte slibmonsters waren afkomstig uit de na-indikker van de rwzi Tiel. In het algemeen zijn in de na-indikker de metaalconcentraties het hoogst en is de hoeveelheid te behandelen slib het laagst.

invloed van beluchten

Oriënterende proeven gaven aan dat beluchten leidt tot een hogere verwijderingsgraad; vooral voor Cu is dit van belang, omdat niet alleen sulfiden omgezet kunnen worden in sulfaten, maar slecht oplosbare Cu(I)-verbindingen worden

geoxydeerd tot Cu(II)-verbindingen. Bij gelijke beluchtingstijden geven lagere temperaturen een lager verwijderingsrendement. Gekozen werd voor 50°C en 48 uur beluchten.

extractiemiddel en extractietijd

Zonder toevoeging van chemicaliën, dus alleen beluchting gedurende 48 uur, wordt slechts een beperkte verwijdering voor Cu en Zn gevonden. Contacttijden bij de extractie langer dan 1 uur hebben geen duidelijke invloed op de verwijderingsgraad, terwijl deze voor de drie verschillende extractiemiddelen ongeveer gelijk is. Uit praktische overwegingen valt dan de keuze op zwavelzuur als extractiemiddel. In de verdere experimenten is zwavelzuur gebruikt.

elektrolysetijd en energieverbruik

Voor de metalen Cu en Zn werd voor de roterende cylinderelektrode de tijd bepaald om ten minste een verwijderingsgraad te verkrijgen van 50%. Een elektrolyseduur van 5 uur kan hiervoor als voldoende lang beschouwd worden. De elektrolysetijd en de stroomdichtheid zijn in enkele experimenten nader bekeken, aangezien hun invloed op de verwijderingsgraad niet erg groot is, maar wel op het energieverbruik en de behandelcapaciteit. De resultaten uit tabel 2 geven aan dat de toegepaste elektrolyse-omstandigheden zeker nog niet optimaal zijn.

het verwijderingsrendement

Enkele resultaten van elektrolyses worden vermeld in tabel 3. Bij de gekozen omstandigheden lijkt het mogelijk 40% of meer van de metalen te verwijderen, met uitzondering van Cr en Pb. Verwacht wordt dat Fe(III)-ionen storend zullen werken op de elektrolysestap. Dit metaalion zal een belangrijke rol gaan spelen bij de defosfatering in de komende jaren.

globale kostenschatting

Op basis van de uitgevoerde globale, niet geoptimaliseerde laboratoriumproeven op zeer kleine schaal kan slechts een zeer ruwe schatting van de elektrolysekosten worden gemaakt. Bij een eventuele praktijktoepassing moet gedacht worden aan hoeveelheden te behandelen slib in de orde van 10 m^3/uur, waarbij cellen met elektrode-oppervlakken van tientallen m^2 nodig zijn. Dit soort elektrolysecellen moet nog ontwikkeld worden, terwijl ook aanpassingen noodzakelijk zijn om het elektroly sesysteem geschikt te maken voor slibsuspensies.
Via vuistregels voor investeringskosten voor grote elektrolysecellen, afschrijving in 7 jaar, een slibbehandelcapaciteit van 0,0035 l/cm^2.uur, continue bedrijfsvoering en 2,5 % droge stof wordt voor de elektrolyse ƒ 280,- per ton d.s. geraamd.
Investeringen voor gebouwen, kosten voor energie en mankracht vragen nog eens ƒ 90,-/ton d.s. Op basis van het zeer beperkte aantal proeven is het eveneens lastig om preciese kosten te begroten voor de beluchting en verwarming bij de voorbehandeling, voor de extractiechemicaliën en de neutralisatie na afloop. Totaal wordt daarvoor ƒ 125,- ton d.s. geraamd.
Ruwweg zal voor de reductie van het metalengehalte met 50% via elektrolyse gerekend moeten worden met ƒ 500,- per ton d.s.

Tabel 1 *Metaalgehaltes in influent en in diverse soorten slib (betrokken op droge stof) [1].*

Metaal	Influent µg/l	Primair slib mg/kg	Secundair slib mg/kg	Uitgegist slib mg/kg
Cd	1,4	7,1	16	28
Cr	12	132	280	359
Cu	26	260	480	610
Hg	1,1	4	3,8	6,5
Ni	<10	54	171	105
Pb	2	-	202	270
Zn	152	1520	1730	2620

Tabel 2 *Invloed van de elektrolysetijd en stroomdichtheid op het energieverbruik en de behandelcapaciteit (temperatuur 50°C / beluchting 48 uur/extractie met 40 mmol/l H_2SO_4, 1 uur pH=4/elektrolyse: celspanning 3-4 V / volume 170 ml / uitgangsmateriaal: febr 89, 750 mg Cu/kg d.s., 1783 mg Zn/kg d.s).*

Exp.	Stroomdichtheid mA/cm²	Tijd uur	Cu-gehalte mg/kg d.s.	Verwijdering %	Zn-gehalte mg/kg d.s.	Verwijdering %	Energie verbruik Wh/kg d.s.	Behandelcapaciteit liter slib (2,5% d.s.)/cm² elektrode/uur
13	5	10	225	70	659	63	375	0,0017
14	5	5	420	44	748	58	190	0,0035
15	2,5	5	390	38	345	66	90	0,0035

Tabel 3 *Verwijderingsgraad van zes metalen bij elektrolyse van een slibsuspensie (temperatuur 50°C/ beluchting 48 uur/extractie met 40 mmol/l, 1 uur pH=4/elektrolyse : stroomdichtheid 5 mA/cm², celspanning 3-4 V, volume 170 ml/uitgangsmateriaal: febr 89 (zie tabel 3).*

Experiment	Zuur	Kathode materiaal	Verwijderingsgraad					
			Zn	Cu	Cr	Cd	Ni	Pb
16 (= 14)	H_2SO_4	Pb	58	45	32	44	57	-*
17	H_2SO_4	C	63	21	25	44	30	8
18	HNO_3	C	72	54	32	43	57	25
19	HNO_3	Pb	55	32	37	42	35	-*

* Er werd een toeneming van het loodgehalte gemeten.

Slot

Om te komen tot een goed werkend proces met een zo hoog mogelijke verwijderingsgraad en zo beperkt mogelijke voorbehandeling tegen acceptabele kosten zal op een aantal punten verder systematisch onderzoek nodig zijn, waarbij gedacht moet worden aan:

- optimalisatie van de elektrolyse-omstandigheden;
- schaalvergrotingsaspecten;
- noodzaak van beluchten;
- beperking van de zuurdosering.

Ondanks de redelijke resultaten en kosten wordt toepassing van deze techniek in de toekomst als twijfelachtig beoordeeld. Organische microverontreinigingen blijven immers in het zuiveringsslib achter en kunnen een probleem geven bij aanscherping van milieu-eisen voor hergebruik in de landbouw.
Gelet op deze onzekerheid en het feit dat voor de gewenste praktijkschaal geen elektrolyse-apparatuur verkrijgbaar is, waardoor rekening gehouden dient te worden met een langdurige ontwikkelingsfase, is in het kader van het RWZI 2000-programma geen verder onderzoek geïnitieerd.

STORA
ir. P.C. Stamperius

- funderingsringen
- septitanks
- beer- en gierputten

BETONINDUSTRIE ZWOLLE BV

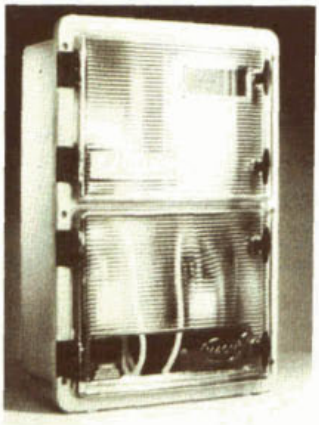
- vorstranden
- filterputten
- prefabbeton

VERANTWOORD DE TOEKOMST IN

met betrekking tot het Lozingsbesluit Bodembescherming en het daarbij horende uitvoeringsbesluit

EMKO-PUTTEN VOOR EEN BETERE REINIGING VAN RIOOLWATER

Wipstrikkerallee 200, 8025 AJ Zwolle, Tel.: 038 - 534646, Fax: 038 - 534696



betrouwbare on-line analyse

HACH

Serie 5000 procesmeters voor het continu bewaken van uw proces.

Parameter: • fosfaat e.a.

- Monsterstroomalarm, afschakelings- en herstartvoorzieningen
- Automatische ijking

Tevens:

Op eenvoudige wijze chemisch zuurstofverbruik meten met:

logo hach — CZV-reactor + spectrofotometer DR 2000
CZV-reactiebuisjes voor 0-150, 0-1500 en 0-15.000 mg/l

• Aquapur is importeur voor Hach in Nederland

AQUAPUR

Aquapur BV
Postbus 336, 3130 AH Vlaardingen
tel. 010 - 4353622, fax 010 - 4350433

AUTOMATISCHE REGELING VAN HET SLIBGEHALTE IN BELUCHTINGSTANKS

Bespreking van het RWZ12000-rapport 90 - 05 d.d. sept. 1990

Het onderzoek had tot doel de haalbaarheid van automatische regeling van het slibgehalte in de beluchtingsruimte te evalueren en omvatte:
- een inventarisatie van mogelijkheden voor meting en regeling, op basis van literatuuronderzoek en praktijkervaringen;
- het aantonen van de technische haalbaarheid van automatische regeling in een praktijkonderzoek.

Het onderzoek werd uitgevoerd door Adviesbureau Bongaerts, Kuyper en Huiswaard en namens de STORA en DBW/RIZA begeleid door een commissie bestaande uit ir. W.G. Werumeus Buning (voorzitter), ing. H. Geurkink, ing. J.J. Jonk, ir. P.C. Stamperius, M.M.B. van Uden en ing. P.P. Weesendorp. De praktijkexperimenten werden uitgevoerd op de rioolwaterzuiveringsinrichting Nijmegen en werden mogelijk gemaakt door het Zuiveringsschap Rivierenland.

Inleiding

Een goede beheersing van het drogestofgehalte in beluchtingssystemen is noodzakelijk voor een goede procesvoering van het actief-slibproces. Bij een te hoog drogestofgehalte neemt de kans op slibuitspoeling toe, verslechtert de effluentkwaliteit en neemt het energieverbruik toe. Te lage drogestofgehalten leiden tot onvoldoende zuiveringsresultaat, onvoldoende gestabiliseerd slib bij oxydatiesloten en fijn verdeeld, moeilijk bezinkbaar slib.
Als gevolg van normaal optredende wisselingen in de belasting en door procesomstandigheden zal de slibaanwas in de tijd variëren. Op de meeste actief-slibinstallaties in Nederland wordt het slibgehalte zo goed mogelijk constant gehouden door handmatige regeling van de surplusslibonttrekking, op basis van periodieke slibgehaltebepalingen in steekmonsters. Deze bepalingen nemen enige uren in beslag en vinden hooguit éénmaal per dag plaats. Getwijfeld wordt of op deze wijze een representatief beeld van het slibgehalte wordt verkregen en/of voldoende snel gereageerd kan worden op wijzigingen in het slibgehalte.
Sedert ruim tien jaar zijn er slibconcentratiemeters op de markt waarmee het slibgehalte continu kan worden gemeten; automatische meting en regeling zijn daardoor mogelijk. Verwacht wordt dat een stabielere procesgang en een groter bedieningsgemak hier het gevolg van moeten zijn, met name voor de 'doelgroepen':

- kleine ultra-laagbelaste actief-slibinstallaties, die meestal onbemand draaien; meting en regeling kunnen minder frequent bezoek en een betere bewaking mogelijk maken;
- laagbelaste actief-slibinstallaties; meting en regeling kunnen een beter proces beheersing met minder slibuitspoeling en een betere nitrificatie mogelijk ma ken;
- hoogbelaste actief-slibinstallaties die vanwege de korte slibleeftijd een frequente bepaling van het slibgehalte behoeven.

De inventarisatie

De inventarisatie is uitgevoerd door middel van literatuurrecherche en contacten met buitenlandse instituten, met waterkwaliteitsbeheerders en leveranciers.

Het slibconcentratieverloop

Uit beschikbare registraties van continu gemeten slibconcentraties in beluchtingstanks bleek dat in het slibgehalte aanzienlijke fluctuaties kunnen optreden tot 1 à 2 kg/m^3, onder andere als gevolg van fluctuaties in de droogweeraanvoer. De frequentie waarmee de fluctuaties optreden, hangt vaak samen met bedrijfsomstandigheden, zoals het aanslaan van vijzels, de cycli van ruimers in nabezinktanks en het ritme van influenttoevoer en slibspui. De frequenties van de fluctuaties bedraagt derhalve enkele keren per uur tot enkele keren per dag. Deze fluctuaties kunnen niet worden vastgesteld aan de hand van incidentele handmatige bepalingen van het slibgehalte.
De handmatige bepalingen kunnen dus leiden tot over-/ onderschatting van het feitelijke gemiddelde slibgehalte, met negatieve gevolgen voor het zuiveringsresultaat. Continu meting geeft een beter inzicht in de slibhuishouding en moet in principe een betere procesbeheersing mogelijk maken.

Het meetprincipe

Bijna alle tot nu toe bekende slibconcentratiemeters berusten op de meting van de "extinctie' van een invallende stralingsintensiteit Io in een gedefinieerd testvolume. Verschillende meetmethoden, die gebruikmaken van de verandering van de stralingsintensiteit om het gehalte droge stof te bepalen, zijn:
- optische absorptiemeting of troebelheidsmeting;
- ultrasone absorptiemeting;
- strooilichtmeting;
- dichtheidsmeting met behulp van radio-actieve straling.

Voor slibconcentraties tot 50 g/l is de optische absorptiemeting geschikt, voor hogere concentraties, van 50 tot 500 g/l worden ultrasone apparaten gebruikt. Reproduceerbare en betrouwbare slibconcentratiemetingen zijn volgens deze principes mogelijk, mits de slibsamenstelling niet te veel fluctueert.

De meetapparatuur

In tabel 1 zijn de in Nederland verkrijgbare meters opgenomen, die bedoeld zijn voor gebruik in de biologische afvalwaterzuiveringspraktijk, voor indirecte en/of 'on-line' meting. De relatie tussen de doorlatendheid voor straling en de dichtheid van de suspensie is zowel voor de optische- als voor de ultrasone asorptiemeting sterk afhankelijk van de deeltjeseigenschappen. Een algemene omrekening van het gemeten signaal naar drogestofgehalten is als gevolg van de zeer grote verschillen in de grootte en de eigenschappen van de deeltjes niet mogelijk. Het is in alle gevallen noodzakelijk de meetinstrumenten te ijken op basis van drogestofgehalten van het te regelen slib. Omdat zich in de loop van de tijd veranderingen kunnen voordoen (seizoengebonden), is periodieke herijking nodig.

De gevoeligheid van de sensoren van de meters voor vervuiling is een factor waar rekening mee moet worden gehouden, evenals het zodanig plaatsen in de installatie dat eenvoudig schoonmaken zonder onderbreking van het proces kan plaatsvinden. Ook dient bij de plaatsing van de sensoren rekening gehouden te worden met mogelijke verstoring van het meetsignaal door luchtbellen. Voor de jaarlijkse kosten voor meting en registratie wordt aan de hand van twee praktijkgevallen een bedrag begroot van *f* 7000,- à *f* 9000,-.

Tabel 1 Slibconcentratiemeters voor actiefslib en retourslib

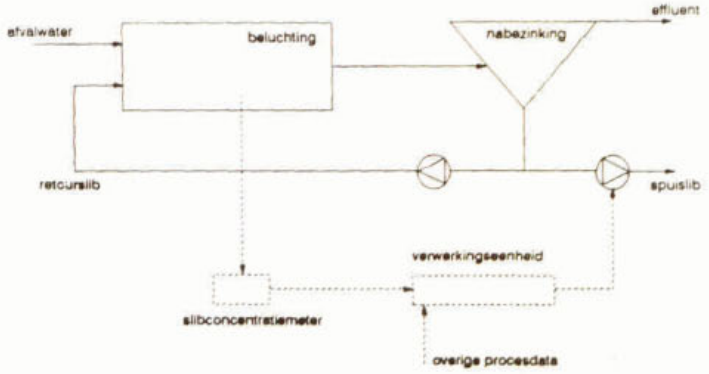
leverancier	producent	model	meetprincipe	meetgebied specificaties (afhankelijk van sensor
Brinck, Amersfoort	Partech	7000 M	optisch	0-0,005 g/l tot 0-50 g/l
	Partech	7000-3RP	optisch	effluentmonitoring
	Partech	730-3RP	optisch	
BTG Bonnier Technology Benelux Barendrecht	Eurcontrol	MEX-2	optisch	0.05-1 g/l 0,2-10 g/l
	Eurcontrol	MEX-3	optisch	0,4-40 g/l
H.J. Lubbers Kerk-Avezaath	Monitek	52 LE	optisch	0,03-100 g/l
	Nishihara	NEO/NU-PS	ultrasoon	> 3 g/l
Insitu Instruments	Optek	concentratiemeter	optisch (alleen doorstroomsensor)	geschikt voor actiefslib
Persenaire Bussum	Krohne	USP 10/USS11 slibniveaumeter	ultrasoon (analoge indicatie niet standaard	USP 10: 3-100 g/l USS 11: 5- 80 g/l
Econosto Rotterdam	Bestobell Mobrey	MSM-40	ultrasoon	5-500 g/l
Ecolotech Instruments BV Naarden	Instrumark International	950S	optisch	0-1 g/l tot 0-150 g/l

De regeling van het slibgehalte

Continu meting maakt automatische regeling van het slibspuiregiem mogelijk. Aan de toepassing van meet- en regeltechniek ligt steeds een model van het proces ten grondslag, ongeacht of het meten en regelen met de hand of automatisch plaatsvindt.
Basisschakelingen die in aanmerking komen voor de regeling van het slibgehalte zijn de anticiperende regeling en de teruggekoppelde regeling. Voor anticiperende regelingen dienen de oorzaken van de fluctuatie in het slibgehalte bekend te zijn en als ingaande variabele in het regelmodel te worden betrokken. Bij teruggekoppelde regelingen wordt het slibgehalte gemeten en vergeleken met een gewenste waarde, en wordt het slibspuiregiem afgestemd op het verschil tussen gemeten en gewenste waarde.
Voor een goede beheersing van het actief-slibproces zijn het slibgehalte, de slibbelasting en de slibleeftijd essentieel. Voor de regeling van het slibgehalte kan men drie strategieën onderscheiden:

- handhaving van een constant slibgehalte; dit vindt in het algemeen plaats door regeling van de surplusslibonttrekking. In zijn eenvoudigste vorm is dit een tijdschakelingregeling, waarbij het gekozen tijdsinterval doorgaans aanzienlijk korter is dan de slibleeftijd;
- handhaving van een constante slibbelasting; dit wordt gerealiseerd door de massa terug te voeren slib via een anticiperende regeling af te stemmen op de vuilvracht, of door het aanhouden van een constante retourslibverhouding. Een additionele slibbuffer is noodzakelijk;
- handhaving van een constante slibleeftijd; deze is gebaseerd op de drogestof massabalans. De variabele die gemanipuleerd kan worden om de slibleeftijd ts op de gewenste waarde te regelen, is de surplusslibonttrekking. Voor de berekening van de slibleeftijd zijn vele metingen nodig.

Handhaving van een constant slibgehalte is de meest eenvoudige vorm van automatische slibregeling die het beste aansluit bij de thans toegepaste handmatige regeling. Praktijkervaring hiermee is in Nederland en in het buitenland zeer beperkt opgedaan.



Figuur 1 Schematische voorstelling van de terugkoppelende automatische regeling

Praktijkonderzoek automatische slibspuiregeling

Het praktijkonderzoek had tot doel de technische haalbaarheid van de automatische slibspuiregeling op basis van een constant slibgehalte aan te tonen en de randvoorwaarden en gevoeligheden van een dergelijke regeling vast te stellen.
Het onderzoek vond plaats op de rwzi Nijmegen, een laagbelaste actief-slibinstallatie. Het principe van de regeling wordt schematisch weergegeven in figuur 1.
Het onderzoek is gedurende een maand uitgevoerd in de parallelle straten 2 en 3 van de installatie, waarbij straat 2 de referentiestraat was, waarin de slibspui gedurende het onderzoek handmatig werd geregeld. Uit analyseresultaten van de periode waarin het spuiregiem van beide straten handmatig werd geregeld, bleek dat er geen significant verschil bestond tussen de werking van de beide straten.
Toegepast werden twee MEX-3 slibconcentratiemeters met meetsondes RD20/10, meetbereik 0,2 - 10 g/l. De slibconcentratiemeters waren gecalibreerd via verdunningsreeksen van het aanwezige actiefslib; er ontstonden daarbij lineaire ijklijnen Als verwerkingseenheid diende een IBM-AT personal computer, voorzien van een insteekkaart die het de PC mogelijk maakte processignalen in te lezen en regelsignalen uit te sturen. Iedere minuut werd de actuele waarde van de slibconcentratiemeters ingelezen. Gekozen is voor een voortschrijdende gemiddelde waarde van de momentane slibsconcentratie in de beluchtingstank, voor een middelingsperiode van 24 uur en 1440 gemeten concentraties.
Met een PI-regelaar was het goed mogelijk de voortschrijdende gemiddelde concentratie te stabiliseren rond het setpoint (3,0 kg/m^3), met een verloop tussen 2,85 en 3,15 kg/m^3.

Conclusies van het praktijkonderzoek

De slibconcentratie in de beluchtingstank varieerde sterk met de hydraulische belasting van de rwzi. Dit betekent dat met behulp van de handmetingen de gemiddelde slibconcentratie slechts zeer bij benadering kon worden vastgesteld. Continu meting, waarop een voortschrijdenden middeling werd toegepast, gaf een betrouwbaarder maat voor de gemiddelde slibconcentratie, een beter inzicht in de slibhuishouding en een snellere signalering van verstoringen.
Automatische regeling van de slibspui op basis van een constant slibgehalte is technisch goed mogelijk en kan gerealiseerd worden met een PI-regelaar. Deze vorm van regeling sluit goed aan op de huidige praktijk en heeft de eenvoudigste uitvoering. De kosten voor een dergelijke regeling (exclusief meter) worden geraamd op *f* 1000, tot *f* 2000,- per jaar.
Automatische regeling bleek, wat de bereikte zuiveringsresultaten en het energieverbruik betreft, gelijkwaardig met handregeling. Bij relatief grote afwijkingen van de slibconcentratie wordt door de automatische regeling sneller en nauwkeuriger het setpoint bereikt. Dit kan gepaard gaan met grotere variaties in de slibspui dan bij een 'handgeregelde' slibpomp.

ir. P.C. Stamperius,Stora

natuurlijk
Waterbehandeling

Natuurlijk willen wij de kikker terug, ook al verstoort zijn gekwaak vaak onze nachtrust. Maar wij zien de kikker pas weer als zijn leefmilieu schoon is. Om het natuurlijk evenwicht te herstellen moet de techniek tegenwoordig een handje helpen. Wij steken hierbij graag de helpende hand toe met het komplete pakket waterbehandelingsprodukten die een aantal deelproblemen kunnen oplossen. Onze afdeling technische service kan u vrijblijvend adviseren over:

SOLVAY CHEMIE B.V.

Postbus 8
6040 AA Roermond
Tel. (04750) 84888
Fax (04750) 31380

de behandeling van:	door middel van:	de produkten:
industrieel afvalwater proceswater huishoudelijk afvalwater drinkwater/zwembadwater	oxydatie/desinfectie	**INTEROX** natriumchloriet (chloordioxide) perazijnzuur waterstofperoxyde **SOLVAY CHEMIE** chloorbleekloog
	flocculatie	ferrichloride polyamide (OPTIFLOC)
	pH-correctie	natriumbicarbonaat natronloog zoutzuur

Bruine kikker
Rana temporaria

STANKBESTRIJDING
↓
COMPOSTFILTERS
↓
COMPOSTMAT

PE • ZUURBESTENDIG • ROBUUST • MINIMUM POMPVERLIES

CIVIELE TECHNIEK NEDERLAND

C.T.N. Civiele Techniek Nederland b.v.
Postbus 247 • 7240 AE Lochem
Telefoon (05730) 529 86 • Telefax (05730) 576 83

CTN

LINPORSPONSJES ALS DRAGER-MATERIAAL BIJ DE AËROBE ZUIVERING VAN RIOOLWATER

Bespreking van het RWZI 2000-rapport 90 - 07 d.d. sept. 1990

Bij het Linpor-proces worden kubusvormige sponsjes van polyurethaanschuim als drager van biomassa toegepast in de beluchtingsruimte van een actief-slibinstallatie of in een aparte tank voor de nitrificatie van effluent. In de studie werd nagegaan of de toepassing van deze poreuze drager kon leiden tot een stabieler proces, tot minder slibproduktie en tot een hogere omzetting van BZV en Kjeldahl-stikstof.
Het onderzoek werd uitgevoerd door MT-TNO, in het kader van het onderzoekprogramma RWZI 2000, de Stimuleringsregeling Milieutechnologie en het door het ministerie van Verkeer en Waterstaat gefinancierde doelsubsidieprogramma. Namens deze instanties en regelingen werd het onderzoek begeleid door een commissie bestaande uit mw. ir. C. van Beersum, ir. C.J. van Haastrecht, ir. P.C. Stamperius, prof. dr. A.H. Stouthamer, ir. A.J. van der Vlugt en ir. T.W.M. Wouda.

Inleiding

Aan de huidige generatie aërobe rwzi's zijn enkele bezwaren verbonden: een forse slibproduktie en een lage volumebelasting om aan de gestelde strenge effluenteisen te kunnen voldoen. Dit laatste brengt een grote installatie met zich mee en dus hoge bouwkosten en vaak kostbare voorzieningen om de hinder door geluid en stank te bestrijden.
De limitering van de volumebelasting is het gevolg van het lage gehalte aan actieve biomassa dat in conventionele systemen kan worden gehandhaafd en de lage slibbelasting die moet worden toegepast om vergaand te kunnen zuiveren.
De biomassa in actiefslibinrichtingen wordt daardoor beperkt tot 2 a 4 kg/m^3 en de volumebelasting tot 0,2 a 0,4 kg BZV/m^3.d.
Toepassing van dragermaterialen, waaraan micro-organismen zich kunnen hechten, biedt mogelijkheden het gehalte aan biomassa in de reactor aanzienlijk op te voeren, en zo de volumebelasting te verhogen zonder dat het zuiveringsrendement daalt.
Slib-op-dragersystemen als biorotoren en oxydatiebedden hebben als nadeel dat een groot gedeelte van de gehechte biomassa inactief is. Het gebruik van niet geïmmobiliseerde dragermaterialen als sponsjes, zandkorrels en glasparels lijkt meer perspectief te bieden, aangezien bij toepassing van kleine in het water gesuspendeerde deeltjes een veel groter hechtingsoppervlak per m^3 reactor voor de micro-organismen gecreëerd kan worden.

Het Linpor-proces

Bij het in 1986 door de firma Linde geoctrooieerde Linpor-proces worden kubusvormige sponsjes van polyurethaanschuim als dragermateriaal toegevoegd aan

de beluchtingsruimte van een actief-slibinstallatie, of aan een aparte tank voor nitrificatie van effluent. De sponsjes kunnen tot maximaal 40 vol.% van de tank toegepast worden (meestal wordt volstaan met 20%) en zij blijven daar permanent in. De investeringskostenbedragen circa *f* 350,-/m^3 tankvolume.
Er worden drie vormen van het proces onderscheiden:

- Linpor C: met de toevoeging van sponsjes wordt CZV-verwijdering nagestreefd; door hun grote specifiek oppervlak (2 à 5. 10^3 m^2/m^3) kunnen zij in de aëratietank veel slib binden. De hoeveelheid biomassa in de sponsjes kan op lopen tot 15 a 20 kg d.s./m^3 spons. 20 vol.% sponsjes leidt tot een verdubbeling van de slibconcentratie;
- Linpor N: met de toevoeging van sponsjes in een aparte tank wordt nitrificatie van effluent nagestreefd. De N-sponsjes hebben grotere poriën dan de C sponsjes (diameter lmm i.p.v. 0,2 mm), waardoor de benodigde zuurstof makkelijker kan toetreden;
- Linpor C/N: een combinatie van beide processen, bedoeld voor actief-slibinrichtingen die nauwelijks nitrificeren door een te korte slibleeftijd. Door de toevoeging van N-sponsjes wordt beoogd een gehechte nirtrificerende populatie van voldoende omvang in de aëratietank te handhaven, zodat de voordelen van het Linpor C uitgebreid kunnen worden met nitrificatie en soms enige de nitrificatie.

Een normale bellenbeluchting is meestal toereikend voor een homogene verdeling van de sponsjes over de tank. Uitspoeling wordt verhinderd door een zeefplaat voor de uitstroomopening van de tank.

Het onderzoek

Het onderzoek was gericht op het beantwoorden van de volgende vragen:

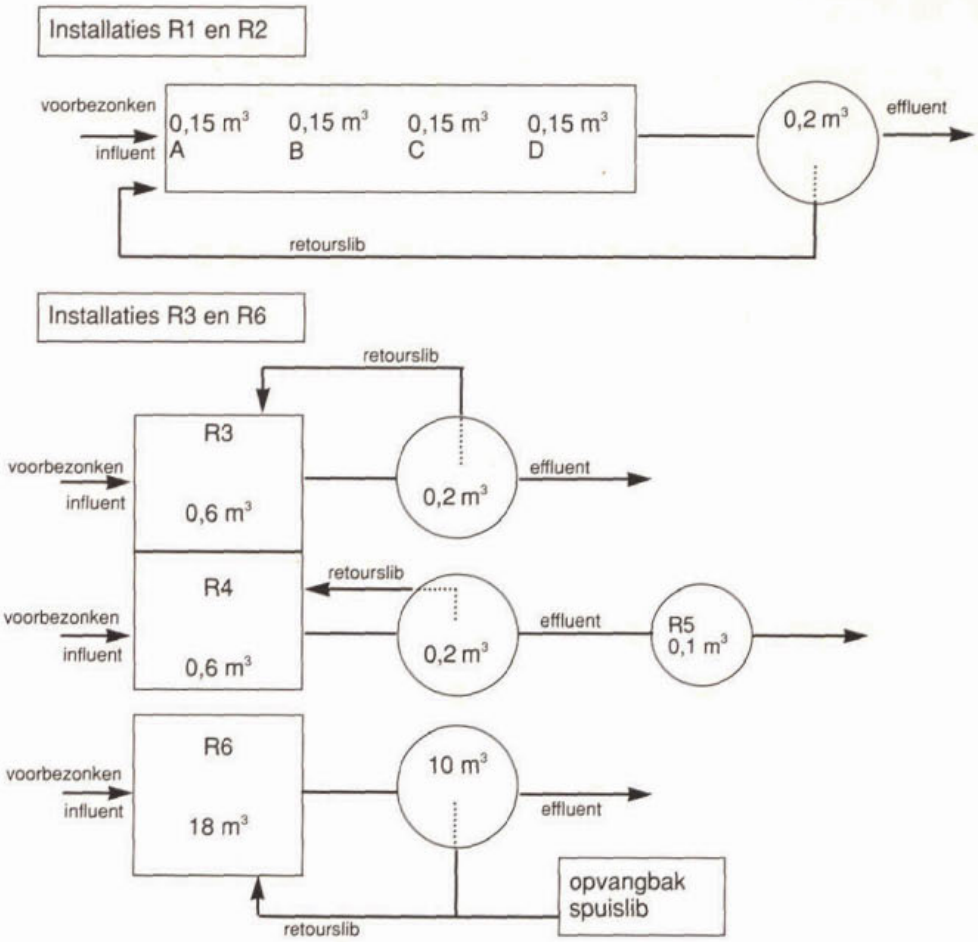
- is er verschil tussen het vrije en het geïmmobiliseerde slib;
- welke bijdrage levert het geïmmobiliseerde slib aan de omzetting van CZV en Kjeldahl-stikstof;
- leidt de toepassing van dit dragermateriaal tot een stabiler proces en minder slibproduktie.

De experimenten werden uitgevoerd op een schaal van 100 l, 600 l en 18 m^3.
De installaties waren gevuld voor maximaal 20 vol.% met sponsjes. De actiefslibsystemen werden gevoed met voorbezonken, stedelijk afvalwater (volumebelasting 0,8 - 2,6 kg CZV/m^3.d), de Linpor N installatie kreeg effluent toegevoerd. In één experiment werd het effect van 20 vol.% sponsjes op het opvangen van een overbelasting vergeleken met het voorschakelen van een A trap. Een schematisch overzicht van de proefinstallaties wordt gegeven in figuur 1.

De resultaten

diffusie-gelimiteerd transport

In en op dit dragermateriaal kan 12,5 - 25 kg biomassa d.s. per m^3 spons worden vastgelegd. Het transport van voedingsstoffen in en uit de sponsjes is echter diffusie-gelimiteerd bij drogestofgehalten in de sponsjes groter dan circa 10 kg d.s./m^3 spons. Daarom kunnen de micro-organismen, die zich aan de buitenkant van de sponsjes bevinden, voornamelijk bijdragen aan de omzetting van CVZ en NKj. In feite wordt met de toevoeging van 20 vol.% sponsjes circa 100 m^2 hech-



Figuur 1 *Schematisch overzicht van de proefinstallaties*
Sponsjes aanwezig in: R1, R3, R5 en R6.
R5 vanaf dag 185 in serie met R1.

tingsoppervlak per m³reactor gecreëerd, aanmerkelijk minder actieve biomassa dus dan zou overeenkomen met de theoretische 2,5 - 5 kg d.s./m³ reactor.
De zuurstofvoorziening in de sponsjes zal vaak bepalend zijn voor de bijdrage die het geïmmobiliseerde slib aan het zuiveringsproces kan leveren. Met 20 vol.% sponsjes en 2 mg O_2,/l in de omringende waterfase wordt deze bijdrage onder enige aannamen geschat op omzettingen die corresponderen met een zuurstofverbruik van 0,5 kg O_2/m³ reactor per dag. Dit is toereikend voor de omzetting van circa 1,5 kg CZV/m³ reactor per dag of voor de nitrificatie van 0,11 kg N/m³ reactor per dag.
De bijdrage van het geïmmobiliseerde slib kan nog worden verhoogd door het zuurstofpercentage te verhogen en/of het percentage sponsjes op te voeren. De

aanwezigheid van slib in sponsjes leidt echter wel tot een wat lagere activiteit van het vrije slib.

zuiveringstechnisch perspectief
De toepassing van dit poreuze materiaal in actief-slibinrichtingen leidt, vooral door een hogere zwevendestofreductie, tot een wat betere CZV-verwijdering.
Bij de voor nitrificatie kritische slibbelasting van 0,15 a 0,2 kg BZV/kg d.s.d. is op de sponsjes een relatief grote nitrificerende populatie aanwezig. Ook gedurende de winter lijkt vergaande nitrificatie daardoor mogelijk. De nitrificeerders verdwijnen echter bij hogere slibbelastingen. In een Linpor N installatie met 30 vol.% sponsjes en 5 à 6 mg O_2/l kan 0,3 - 0,5 kg N/m^3 reactor per dag genitrificeerd worden. De bijdrage van het geïmmobiliseerde slib aan de simultane denitrificatie wordt beperkt door relatief trage diffusiesnelheid van nitraationen en organische verbindingen.
De toepassing van deze drager zal alleen dan tot een lagere slibproduktie leiden wanneer in de sponsjes een omvangrijke wormenpopulatie gehandhaafd kan worden.
Wat het opvangen van een overbelasting betreft, geeft Linpor een iets beter CZVrendement dan het voorschakelen van een A-trap; de overige verschillen tussen beide opties waren minimaal.

Conclusie

Door de aanwezigheid van extra biomassa in de aëratietank neemt de processtabiliteit toe. Het Linpor proces is in staat een wat lagere slibbelasting te bewerkstelligen en zodoende de nitrificatie te verbeteren in actief-slibinrichtingen die net niet of onvolledig nitrificeren. Deze nitrificatie kan ook apart via Linpor N worden gerealiseerd.
Het proces is relatief duur; de investeringskosten bedragen bij 20 vol.% sponsjes circa *f* 350,-/m^3 tankvolume, terwijl gerekend moet worden op een hoger energieverbruik.

ir. P.C. Stamperius
Stora

VERSTOPPING VAN BELUCHTINGSELEMENTEN

Mogelijke relatie met simultane defosfatering.

Bespreking van het STORA-rapport 91-04 d.d. juli 1991

Doelstelling van het onderzoek was na te gaan in hoeverre de toevoeging van anorganische zouten in de beluchtingstank aanleiding geeft tot een versnelde verstopping van poreuze, met name keramische beluchtingselementen, en of het ongunstig is simultane defosfatering te combineren met poreuze beluchtingselementen, waarbij men kan denken aan negatieve effecten op de zuurstofinbreng, het energieverbruik, en de onderhoudsfrequentie en de levensduur van de beluchtingselementen.
De studie werd uitgevoerd door TAUW Infra Consult B.V. (ir. G.J.F.M. Vlekke, ir. F.H.I.H. Oesterholt en H. Romijn) en namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit ir. W.G. Werumeus Buning (voorzitter), ing. F.A. Brandse, H.G. Letteboer en ing. H.A.P. Mollen.

Inleiding

In 1990 werd het STORA-onderzoek naar de verwijdering van fosfaat en stikstof op rioolwaterzuiveringsinrichtingen geïntensiveerd en versneld. Doel van het speciaal hierop gerichte programma "PN 1992" is het elimineren van onzekerheden en knelpunten in de thans operationele methoden en technieken. Dit om de waterkwaliteitsbeheerders tijdig een voldoende beproefd instrumentarium te bieden om te kunnen voldoen aan de effluenteisen voor die stoffen in 1995 en later.
Onderdeel van het PN 1992-programma is het bepalen van de werking en de neveneffecten van simultane defosfatering in actief-slibsystemen. Tot deze effecten zou ook een mogelijke relatie tussen de toepassing van simultane defosfatering en het optreden van (versnelde) verstopping van beluchtingselementen kunnen behoren.
In laagbelaste en zeer laagbelaste actief-slibinstallaties is simultane defosfatering door chemicaliëndosering in de beluchtingstank een eenvoudig toe te passen mogelijkheid. Veel beluchtingstanks zijn voorzien van fijne-bellenbeluchting. De praktijk geeft onduidelijke berichten over het optreden van (versnelde) verstopping als gevolg van de chemicaliëndosering.
Het rapport evalueert deze problematiek aan de hand van literatuur en praktijkervaring in binnen- en buitenland.

Aanpak van de studie

Via literatuuronderzoek, bestudering van praktijkervaringen in binnen- en buitenland, bezoeken aan rwzi's en informatie van leveranciers en fabrikanten van beluchtingselementen is gezocht naar een mogelijk verband tussen het optreden van drukvalverhoging over de beluchtingselementen en de diverse aspecten van de bedrijfvoering op de rwzi's. Hierbij zijn in het bijzonder het doseren van defos-

GALJAARD

Postbus 113, 5480 AC Schijndel
Telefoon: 04104 - 749 26
per 10-10-'95: Tel. (073) 547 49 26
Fax (073) 547 96 74

Aannemingsbedrijf GALJAARD
is gespecialiceerd in het bouwen en ontwerpen voor zowel overheid als industrie van:

Afvalwaterzuiveringen
Gemalen
Perculaatwaterzuiveringen
Afvalverwerkingsinstallaties

Naast deze hoofd-aktiviteit bouwt

GALJAARD

Bruggen
Viadukten
Bedrijfsgebouwen
Utiliteitsgebouwen

Haar afdeling "renovatie" verzorgt allerlei betonrenovatiewerken en betonbeschermingswerken.

EUROCERAMIC
RIOLERINGSYSTEMEN

Keramische Rioleringsbuizen van:

EuroCeramic B.V.
Stationstraat 9
5951 AW BELFELD
Tel. (04705) 14 56, (077) 475 14 56*
Fax (04705) 14 19, (077) 475 14 19*

* per 10-10-'95

fateringschemicaliën in de beluchtingstank en de wijze van reinigen van de beluchtingselementen bestudeerd.
Schraapsel van beluchtingselementen - van rwzi's met en zonder simultane defosfatering is geanalyseerd om aan de hand van de samenstelling inzicht te kunnen krijgen in het eventuele fosfaataandeel in het precipitaat c.q. de bijdrage er van aan de drukvalverhoging.

De resultaten

Verstopping van beluchtingselementen in het algemeen en ook verstopping na introductie van simultaan defosfateren kan niet geheel aan de dosering van anorganische zouten worden toegeschreven. Verstopping van beluchtingselementen wordt in de meeste gevallen geweten aan organische vervuiling en scaling door de kalksteenvorming bij hard water in combinatie met een hoge pH in de beluchtingstank. Verstopping komt het meest voor bij de combinatie van bellenbeluchtingssystemen met ruw, niet-voorbezonken afvalwater of hard water.
Als belangrijke factoren voor verstopping van beluchtingselementen komen naar voren:

- het ontbreken of slecht funktioneren van een filtersysteem voor de aangezogen lucht;
- ongelijkmatig verdeelde luchttoevoer naar de elementen;
- slechte ontwatering van dieper gelegen luchtverdeelleidingen ;
- slecht functionerende voorzuivering;
- intermitterende beluchting of het handhaven van een te lage luchtsnelheid;
- de samenstelling van het afvalwater, met name de hardheid in combinatie met een hoge pH.

De analyse van de schraapsels duidt niet op een rol van de geprecipiteerde fosfaatzouten; enerzijds is het bestanddeel van de fosfaatzouten zeer gering, anderzijds blijkt het gehalte aan fosfaatzouten voor rwzi's met en zonder simultane defosfatering niet duidelijk verschillend.
Vaak wordt in het geheel geen verstopping waargenomen, hetgeen toegeschreven kan worden aan adequaat preventief onderhoud.

Conclusies

Aan de verstopping van beluchtingselementen kunnen tal van oorzaken ten grondslag liggen. Oververzadiging van kalksteen door een hoge pH in combinatie met een hoge hardheid is een belangrijke oorzaak voor verstopping van poreuze beluchtingselementen. De dosering van anorganische zouten voor het chemisch defosfateren behoort hier in principe ook tot de verstoppingsoorzaken, maar is niet als zodanig herkenbaar. Ook de analyse van schraapsel afkomstig van beluchtings elementen wijst niet duidelijk op chemische defosfatering als oorzaak. Er is geen significant verhoogd risico te verwachten voor het optreden van verstopping van poreuze beluchtingselementen bij toepassing van simultaan defosfateren en bestaan er geen restricties voor de gecombineerde toepassing.
Voor alles blijkt het belang van tijdig (preventief) onderhoud.

ir. P.C. Stamperius
STORA

VERGISTING VAN AËROOB GESTABILISEERD SLIB

Bespreking van het RWZI 2000-rapport 90 - 03 d.d. aug. 1990

Het onderzoek beoogde de mogelijkheden na te gaan aëroob gestabiliseerd slib te vergisten en de ontwerpgrondslagen voor het proces vast te stellen. Daarbij werd aandacht besteed aan de gevoeligheden, de instabiliteitsrisico's en de ontwateringseigenschappen van het aldus verkregen uitgegiste slib.
Een literatuuronderzoek en een semi-praktijkonderzoek werden in 1987 en 1988 uitgevoerd door het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland, in samenwerking met DHV Raadgevend Ingenieursbureau. Vanwege de meer dan regionale betekenis van de resultaten werd in het project geparticipeerd door RWZI 2000, een samenwerkingsverband van de STORA en RWS-RIZA. De evaluatie werd uitgevoerd door ir. H.F. van der Roest en dr.ir. W.C. Witvoet van DHV, in samenwerking met ir. S.B. Gaastra, ing. P.J.C. Kuiper en ir. W. van Starkenburg.

Inleiding

Oxydatiesloten en Carrousels zijn robuuste zuiveringssystemen, die gekenmerkt worden door een eenvoudige bedrijfsvoering, een grote mate van processtabiliteit en een bijzondere geschiktheid voor vergaande stikstofverwijdering. Het geproduceerde slib geeft echter vaak problemen in die zin, dat geurhinder wordt ondervonden door de verdergaande afbraak van organische stof, en dat het aëroob gemineraliseerde slib over een matige ontwaterbaarheid beschikt.
Nageschakelde anaërobe slibgisting zou een oplossing kunnen betekenen voor deze problematiek. Er is echter nog weinig ervaring opgedaan met deze wijze van vergisten en het is de vraag of met aëroob gestabiliseerd slib het gistingsproces onderhouden kan worden, en er geen problemen kunnen ontstaan wanneer onvoldoende te vergisten materiaal in het aërobe slib aanwezig is.
Indien echter een dergelijk proces zou werken, biedt het meer perspectief dan het oplossen van de geurhinder alleen. Immers, er zou een mogelijkheid ontstaan om zonder vergaande aanpassingen de capaciteit van oxydatiesloten en Carrousels aanzienlijk te vergroten. De voor aërobe slibstabilisatie benodigde slibleeftijd is niet meer maatgevend en de slibbelasting kan worden opgevoerd.
In het kader van de uitbreiding van de rwzi Beemster is van juli 1987 tot juni 1988 praktijkonderzoek naar de vergisting van aëroob gestabiliseerd slib uitgevoerd.

Het literatuuronderzoek

Via bestudering van de literatuur was het de bedoeling om al enige voorkennis te vergaren van de mogelijkheden aëroob gestabiliseerd slib te vergisten en inzicht te verkrijgen in de gevoeligheden en risico's van het proces. De resultaten van de literatuurrecherche waren zeer beperkt. Verwant onderzoek had doorgaans slechts zijdelings raakpunten met het onderwerp; uitgevoerd onderzoek was meestal zeer kortlopend geweest en onder niet geheel vergelijkbare omstandig-

heden. Uit het geringe aantal enigzins bruikbare referenties (7) konden de volgende conclusies getrokken worden:

- aëroob gestabiliseerd slib kan in principe worden vergist;
- de specifieke gasproduktie en de afbraak van organische drogestof zijn afhankelijk van de procesomstandigheden en de samenstelling van het uitgangsmateriaal, en kunnen aanzienlijk variëren;
- de processtabiliteit is het grootst bij lange hydraulische verblijftijden in het mesofiele temperatuurgebied;
- korte onderbrekingen van de voeding hebben geen nadelige gevolgen voor het verloop van het slibgistingsproces;
- het uitgegiste slib kan een verminderde ontwaterbaarheid hebben en schuimvorming kan zich voordoen.

Het praktijkonderzoek

Voor het praktijkonderzoek werd op de rwzi Beemster een slibgistingsinstallatie gebouwd met een slibgistingstank van 83 m^3 en gashouder van 6m^3. D slibgistingstank werd (semi-) continu gevoed, volledig gemengd en bedreven onder mesofiele condities, 30 - 35°C.
Aanvankelijk werd het slib ingedikt in een gravitatie-indikker, waarbij echter de indikkingsgraad achterbleef bij de verwachting. De maximaal te bereiken organische drogestofbelasting van het slibgistingsproces is daardoor beperkt. Hogere indikkingsgraden konden worden bereikt meteen decanteercentrifuge.
Het praktijkonderzoek werd onderverdeeld in meerdere fasen:

periode	HVT[1)]	duur	indikkingswijze
fase 0 (start)	20 d	4 wk	gravitatie
fase I	20 d	4 wk	gravitatie
fase II	30 d	4 wk	gravitatie
fase III	30 tot 12 d	13 wk	gravitatie
fase IV[2)]	25 tot 12 d	18 wk	centrifuge

1) hydraulische verblijftijd
2) fase IV is gesplitst in twee deelfasen: fase IV-I waarin de centrifuge zonder vlokhulpmiddelen (PEI is bedreven en fase IV-2 waarin wel vlokhulpmiddelen (PE) zijn gebruikt.

Het slibgistingsonderzoek heeft de onderstaande resultaten en conclusies opgeleverd:

- anaërobe stabilisatie van aëroob gestabiliseerd slib is technisch mogelijk. Bij relatief korte hydraulische verblijftijden (10 dagen) en hoge organische-drogestofgehalten (5,5 kg/m^3 d) kunnen nog hoge o.d.s.-afbraakpercentages worden verkregen. Organische-drogestofbelastingen van circa 5,5 kg/m^3 .d kunnen alleen bereikt worden bij toepassing van mechanische spuitindikking;
- het proces verloopt onder alle onderzochte omstandigheden stabiel en kan zich in korte tijd herstellen van temperatuurwisselingen en van hydraulische en biologische schokbelastingen. Na enkele weken substraatonthouding gaat de activiteit niet verloren;
- de specifieke gasproduktie per kg toegevoegde organische drogestof bedraagt ongeveer 200 l. Bij een afbraakpercentage van 40% bedraagt de specifieke

Adverteren in de volgende uitgave?

UITGEVERIJ | DRUKKERIJ

ELMA

ELMA EDITIES B.V.

De Mossel 3, 1723 HZ Noord-Scharwoude
Postbus 20, 1723 ZG Noord-Scharwoude
Tel. (02260) 162 64*, fax (02260) 170 48

BTM ZWOLLE

VEZELVERSTERKTE KUNSTSTOF
PRODUKTEN & HALFFABRIKATEN

corrosiebestendig,
onderhoudsarm, licht en sterk!

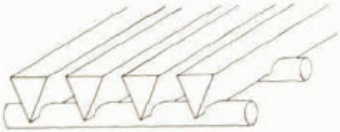
GVK Roosters
GVK Looproosters
GVK Instortprofielen
GVK Profielen
GVK Goten
GVK Lichtmasten
GVK Putdeksels
GVK Bordessen
GVK Loopbruggen
GVK Platforms
GVK Kooiladders
GVK Afdekkappen
GVK Flenzen

TEL. (038) 543 779 * FAX (038) 532 187
POSTBUS 523, 8000 AM ZWOLLE
PER 10-10-1995:
TEL. (038) 4543779 * FAX (038) 4532187

BTM ZWOLLE

R.V.S.
FILTERELEMENTEN

ZELFLOSSENDE V-PROFIELDRAAD
ZEEFELEMENTEN GEMAAKT NAAR
KLANTEN SPECIFICATIE VANAF 25
MICRON SPLEETOPENING



- ZEEFBOCHTEN
- ZEEFTROMMELS
- LATERALS
- HARSVANGERS
- FILTERBUIZEN
- KAARSFILTERS
- KATALISATORFILTERS
- ZEEFBODEMS
- PERSFILTERS
- FILTERPLATEN
- BRONBUIZEN
- PEILBUIZEN
- ZUIGKORVEN

MATERIALEN:
304 - 316L - DUPLEX - SMO

H.P. WELL SCREEN V.O.F.

WEUSTEWEG 6 – 7641 AG WIERDEN
TEL. (0546) 577908 – FAX (0546) 577883

HDL®

HILLEN DE LELIE B.V.

Postbus 37061, 1030 AB Amsterdam
Grasweg 51, 1031 HX Amsterdam
Tel. (020) 636 09 82 / 636 82 42
Telex 153484, Telefax (020) 636 28 42

Prod. balkeerkleppen, anti-waterslag-kleppen, stormkleppen, terugslag-kleppen met kunststofcoating voor de chemische industrie: be- en ontluchtingskleppen; zinkende en drijvende rubber beklede ballen; kunststof kogels; rvs keerkleppen; acbar reduktiekasten; mechanische afstandsbedieningen.

gasproduktie per kg verwijderde organische stof circa 500 l. Uitgedrukt in 1 per kg verwijderd CZV bedraagt de gasproduktie 300 tot 330 l bij een CZV-afbraakpercentage van 30%. De samenstelling van het geproduceerde gistingsgas is gelijk aan die van het conventionele gistingsproces;
- met behulp van een gasinblaassysteem kan de inhoud van de slibgistingstank bij drogestofconcentraties tot 5% goed worden gemengd. De schuimvorming bij intermitterende bedrijfsvoering is beheersbaar;
- het uitgegiste slib bezit de kenmerkende gronderige geur van conventioneel uitgegist slib, waarvan bekend is dat daarvan in het algemeen geen stankhinder wordt ondervonden.

De belangrijkste getalsmatige resultaten van het praktijkonderzoek worden weergegeven in onderstaande tabel.

parameter	eenheid	fase I	fase II	fase III	fase IV-1	fase IV-2
d.s.-belasting	$kg/m^3.d$	0,9	0,8	1,6	4,6	7,0
o.d.s.-belasting	$kg/m^3.d$	0,6	0,5	1,1	3,5	5,3
hydr. verblijftijd	d	23,4	29,4	13,5	14,8	10,9
% afbraak o.d.s.	%	56	50	32	47	44
gem. gasproduktie	m3.d	10,3	8,7	20,4	72,2	90,2
specifiek(toegev.)	l/kg o.d.s.	200	200	210	250	210
specifiek (afgebr.)	l/kg o.d.s.	360	400	660	530	470

In het onderzoek zijn de maximale hydraulische- en organische-drogestof-belastingen niet vastgesteld. Wel is gebleken dat voor het gistingsproces van aëroob gestabiliseerd slib een organische-drogestofbelasting van ruim 5 $kg/m^3.d$ in combinatie met een hydraulische verblijftijd van 10 dagen mogelijk is.
Bij de definitieve bepaling van de hydraulische verblijftijd en de organische-drogestofbelasting dienen echter de nodige reserves in acht genomen te worden, die noodzakelijk zijn vanwege:
- een niet-optimale menging, die aanleiding geeft tot temperatuurverschillen in de gistingtank en de bezinking van zwaarder materiaal, waardoor weer het netto gistingsvolume kan afnemen;
- de aanwezigheid van toxische stoffen;
- kortdurende overbelastingen door onjuiste bedrijfsvoering van de voorindikker.

De resultaten hierboven gelden uiteraard specifiek voor het slib van de rwzi Beemster. Afhankelijk van de aard van het aangevoerde afvalwater en de procescondities kan de samenstelling en dus de afbreekbaarheidvan het aëroob gestabiliseerde spuislib van een andere oxydatiesloot of Carrousel afwijken.

ir. P.C. Stamperius
STORA

WERKING EN NEVENEFFECTEN VAN SIMULTANE DEFOSFATERING IN ACTIEFSLIB SYSTEMEN

Bespreking van het STORA-rapport 91-03 d.d. mei 1991

Doelstelling van het onderzoek was de beschikbare ervaring met simultane defosfatering in actiefslibsystemen te inventariseren en met name op de aandachtspunten:

- fosfaatverwijdering in relatie tot procestype, dosering, afvalwatersamenstelling en aanvoervariaties;
- invloed van de fosfaatverwijdering op de stikstofverwijdering;
- invloed van de fosfaatverwijdering op slibindex, slibproduktie, slibeigenschappen.

De studie werd uitgevoerd door Witteveen + Bos Raadgevende Ingenieurs (ir. D.M.E. Anink, ir. P. de Jong en ir. J. Slange) en namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit ir. J. Boschloo (voorzitter), ir. R.E.M. van Oers, ing. J.R. Starke, ir. P.J. Tessel en ing. P.P. Weesendorp.

Inleiding

In 1990 werd STORA-onderzoek naar de verwijdering van fosfaat en stikstof op rioolwaterzuiveringsinrichtingen geïntensiveerd en versneld. Doel van het speciaal hierop gerichte programma "PN 1992" is het elimineren van onzekerheden en knelpunten in de thans operationele methoden en technieken. Dit om de waterkwaliteitsbeheerders tijdig een voldoende beproefd instrumentarium te bieden om te kunnen voldoen aan de effluenteisen voor die stoffen in 1995 en later.
Onderdeel van het PN 1992-programma is het bepalen van de werking en de neveneffecten van simultane defosfatering in actief-slibsystemen. Simultane defosfatering is een relatief eenvoudig in te voeren techniek, die reeds bij diverse Nederlandse oxydatiesloten en laagbelaste actief-slib-systemen is toegepast. Simultane defosfatering verwijdert echter niet alleen fosfaat maar kan ook andere processen in een actief-slibsysteem beïnvloeden; de anorganische frachtie van het actiefslib kan toenemen en de nitrificatie en de denitrificatie kunnen teruglopen. Naarmate effluentseisen meer aangescherpt worden, wordt het belangrijker te weten in welke mate zich die invloeden doen gelden.
Aan de hand van een inventarisatie van Nederlandse praktijkgegevens en buitenlandse onderzoekresultaten is getracht meer duidelijkheid te verschaffen in de effecten van simultane defosfatering.

Aanpak van de studie

Simultane defosfatering werd ten tijde van dit onderzoek toegepast op 23 Nederlandse rwzi's, terwijl op vele lokaties (> 10) geëxperimenteerd werd met simultane fosfaatverwijdering. Het betreft hier meestal laag- tot zeer laagbelaste eentraps actief-slibsystemen en enkele tweetrapssystemen met simultane fosfaatverwij-

dering in de hoogbelaste eerste trap. De bedrijfsgegevens en de onderzoeksgegevens zijn ten behoeve van deze studie geëvalueerd.
De buitenlandse ervaringen zijn verkregen in Zwitserland, Finland, Zweden en Duitsland.

De aandachtspunten van de studie

chemische aspecten
Bij de chemie van de simultane defosfatering komen de precipitatiechemicaliën, de precipitatiereacties, de invloed van de pH en de buffercapaciteit, en de beïnvloeding van de alkaliteit van het afvalwater door de produktie van zuur bij de defosfatering en de nitrificatie/denitrificatie aan de orde. Op rwzi's met een hoge stikstofaanvoer en zacht water kan de daling van de alkaliteit door deze processen problemen geven.

bereikbare P-effluentconcentraties
Bij een Me/P-verhouding van circa 1,5 is de o-P-concentratie in het effluent <1 mgP/l; een Me/P-verhouding > 2 geeft nog maar een geringe extra verwijdering van o-fosfaat. Bij de verwijdering hebben ijzer- en aluminiumzouten per concentratie werkzaam metaalion een vergelijkbare werking. Lage concentraties P in het effluent kunnen in de regel alleen worden bereikt door het uitspoelen van gesuspendeerd materiaal, dat 4% P op d.s.-basis bevat, tegen te gaan, bijvoorbeeld door het doseren van poly-elektrolyten in de nabezinktank.
Voor de dosering van driewaardige metaalzouten bestaat een lichte voorkeur voor de overloop van de aëratieruimte; voor de dosering van ijzersulfaat gaat de voorkeur uit naar het begin van de aëratieruimte of naar de eventueel aanwezige voorbeluchting. Voor kalk is de overloop van de aëratieruimte het optimale doseer punten. De plaats van het doseerpunt heeft voor twee- en driewaardige metaalzouten geen grote invloed op de te bereiken P-effluentconcentratie.

invloed op het zuiveringsproces
Simultane defosfatering leidt meestal tot een daling van de SVI, die echter niet vaak te voorspellen is. De invloed van aluminiumzouten is duidelijker dan die van ijzerzouten.
Het nitrificatieproces is een biologisch proces dat sterk afhankelijk is van de pH in de aëratieruimte. Het optimale pH-gebied voor de groei van de micro-organismen is 7-8. Voor zacht afvalwater, hoge NH,-influentconcentraties en gebruik van Fe- en Al-zouten daalt de alkaliteit en neemt de nitrificatie af. Ook kalk kan door de pH-verhoging een remmende werking hebben op de nitrificatie.
Naar verwachting treedt geen remming van de nitrificatie op door de aanwezigheid van de metaalionen van de defosfateringschemicaliën bij voldoende lange slibleeftijd en het pH-gebied 7-8. Over de effecten van simultane defosfatering op de denitrificatie is weinig bekend.

slibproduktie en slibverwerking
De extra slibproduktie wordt bepaald door de chemicalie, de Me/P-verhouding en het invangen van gesuspendeerd materiaal. Aan het slib worden de metalen ijzer en aluminium toegevoegd; hun concentraties stijgen. De concentraties van de zware metalen nemen door het verdunningseffect af.

Hobré Instruments b.v.

Analyse instrumenten, monsternemers en monsterwaterconditoneringsystemen voor alle watersoorten.

- Portable olie-in-watermeter (extractiemethode volgens Din 38409), meetbereiken 0-20...200 ppm.
- pH-, geleidbaarheid- en opgeloste zuurstofmeters van Great Lakes Instruments & Schott.
- Troebelheidmeter volgens de 4-straalsmethode om onder procesdruk te kunnen meten. De meter heeft een echte vervuilingscompensatiecorrectie, automatische meetbereikomschakeling 0-1...100 NTU, 2 grenswaarden, zelfbewaking, offsetinstelling en vrij programmeerbare integratietijd.
- ISCO automatische transportabele monsternameapparaten met ingebouwde accu voor het nemen van verzamelmonsters of uitgevoerd met carrousel van 2, 12 of 24 flessen. Beschermingsklasse IP 67, dus onderdompelbaar.
- Isolok monsternemers voor op drukleidingen tot 20 bar voor alle soorten afvalwater, slurries, poeders en granulaten.
- ISCO openkanaalflowmeters met de meetprincipes: borrelbuis, drukopnemer, echosensor, area-velocity of meter met variabele-doorlaat voor stromen van zéér kleine tot maximale debieten.
- Accuwell grond- en bronwaterbemonsteringpompen en schepmonsterbuizen.

Van IJsendijkstraat 379 – Postbus 328 – 1440 AH Purmerend
Tel. 02990 - 20871 – fax 02990 - 23302

EBARA

Fabrikant van een zeer complete range van plasma geperste RVS pompen.

Uw leverancier voor Nederland

IM - EXPORT POMPEN

BERNARD KIN B.V.

Stedenbaan 11, 5121 DP Rijen, telefoon (01612) 24624, telefax (01612) 24602

Moeiteloos en kostenbesparend onderhoud aan pijpleidingen

elomat

De Afsluiter-bedieningsmachine model 'EURO'

- Accu-, lichtnet- of persluchtuitvoering –

- gemakkelijk te bedienen
- traploos regelbare hydraulische slipkoppeling
- stabiele opstelling
- komt tegemoet aan de arbowetgeving
- één model voor alle afsluiter-diameters
- zeer goede referenties
- bij uitstek geschikt voor het regenereren van afsluiters
- gepatenteerd

SCHMIDT AGENTUREN

Postbus 848, 3200 AT Spijkenisse, Tel. (01880) 107 19, Fax (01880) 107 99
Per 10-10-'95: Tel. (0181) 61 07 19, Fax (0181) 61 07 99

De slibindikking verbetert doorgaans niet door het toepassen van simultane defosfatering, evenmin geven de beperkte onderzoeksresultaten de indruk dat de aërobe slibstabilisatie wordt beïnvloed. Geconstateerd is dat er bij anaërobe slibstabilisatie door toepassing van simultane defosfatering geen problemen optreden, als de verblijftijd in de gistingstank lang genoeg is.
De aanwezigheid van fosfaatslib in het te verwerken slib heeft een gering positief effect op de ontwaterbaarheid.

toepassing in tweetrapssystemen
Op dit punt bestaat nog niet veel ervaring. Verwacht wordt dat met simultane defosfatering in de eerste trap effluentconcentraties van 1 à 2 mg P/l bereikt kunnen worden en dat de nitrificatie in de tweede trap niet wordt beïnvloed.

Enkele conclusies

Voor toepassing van de simultane defosfatering op korte termijn kan worden gesteld dat een effluentconcentratie van 1 à 2 mg Ptot/l kan worden bereikt, mede afhankelijk van de zwevendestofconcentratie in het effluent. Om vergaande nitrificatie te kunnen waarborgen moet de extra slibproduktie worden gecompenseerd met een verhoging van de drogestofconcentratie in de aëratieruimte. Het zal van de plaatselijke omstandigheden afhangen of de verbetering van de SVI voldoende is om de extra slibproduktie door verhoging van het drogestofgehalte in de aëratieruimte kunnen compenseren zonder uitbreiding van de nabezinktank of het beluchtingsvolume.

ir. P.C. Stamperius
STORA

COMPENDIUM SLIBDROGING

Bespreking van het STORA-rapport 91-02 d.d. maart 1991

Om het volume zuiveringsslib vóór verbranden, vergassen of storten vergaand te verminderen, kan slibdroging toegepast worden. In de periode 1987 - 1990 is slibdroging in meerdere, vaak regionaal gerichte studies op kosten, milieu-effecten en technische aspecten geëvalueerd.
Uit de resultaten van deze onderzoeken en uit literatuuronderzoek zijn in het compendium de aspecten van algemeen belang bijeengebracht om de toegankelijkheid van de informatie te bevorderen.
Het opstellen van het compendium werd uitgevoerd door DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. en namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit ir. P.C. Stamperius (voorzitter), ing. G.A.P. van Geest, ir. M. Marskamp, ir. R.E.M. van Oers en ir. R.A. Ponsen.

Inleiding

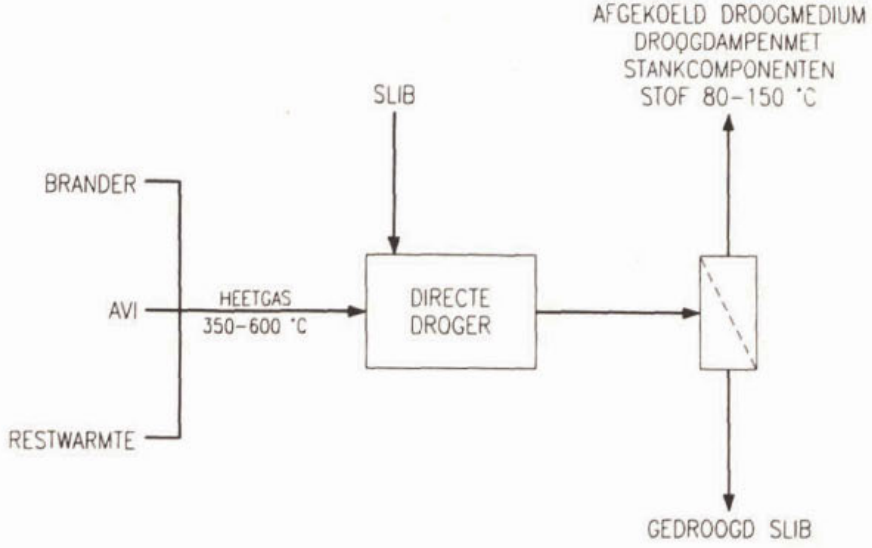
Door de toenemende aanscherping van de milieuwetgeving groeit de belangstelling voor de vergaande droging van zuiveringsslib, gericht op het storten van zo weinig mogelijk restprodukten. In het buitenland, met name Duitsland, Zwitserland en Frankrijk doen zich ontwikkelingen voor op het gebied van thermische slibdroging, die veelal wordt ingezet als voorbehandelingsstap bij de slibverbranding. Het compendium geeft een overzicht van de beschikbare informatie over de technieken, de milieu-effecten en de kosten van de vergaande slibdroging onder Nederlandse omstandigheden. Hieronder worden in het kort de inhoud en conclusies van het compendium samengevat.

Het droogproces

Bij thermische slibdroging worden twee basisprincipes onderscheiden:
- **directe** droging, ook wel convectieve droging genoemd; hierbij is het slib in contact met het droogmedium; de waterdamp afkomstig van het slib treedt gezamenlijk met het droogmedium uit de droger. De meeste directe drogers werken volgens het meestroomprincipe, waarbij het droogmedium in dezelfde richting stroomt als het slib: het droogmedium fungeert meestal ook als het transportmedium voor het slib. De warmte-overdracht is vrijwel onafhankelijk van het drogestofgehalte. Directe droging is eenvoudig en bedrijfszeker.
- **indirecte** droging, ook wel contact-droging genoemd; hierbij is sprake van een scheidingswand; de waterdamp uit het slib en droogmedium worden gescheiden afgevoerd. De verdampingscapaciteit neemt af met stijgend drogestofgehalte, omdat de warmte-overdracht tussen verwarmend oppervlak en te drogen slib afneemt. Indirecte droging is een complex systeem met slijtagegevoelige schraap- en ruimmechanismen. Doorgaans een compacte installatie.

Afhankelijk van het type droger en de mogelijke energiebronnen wordt de verdampingswarmte geleverd door hete lucht, hete rookgassen, heet water, stoom of thermische olie. Hete lucht of rookgas worden meestal toegepast bij directe drogers, stoom of thermische olie bij indirecte drogers. Het mengsel van vrijkomende

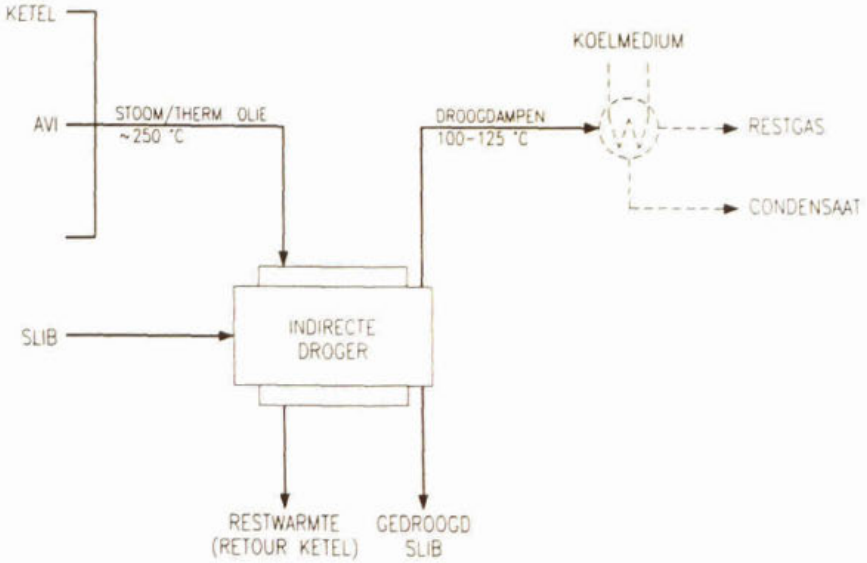
waterdamp en vluchtige organische componenten uit het slib wordt de "droogdampen" genoemd, een zeer volumineus restprodukt dat vanwege de geur nabehandeld moet worden, zeker bij directe drogers. Door condensatie van de waterdamp in de droogdampen kan het volume aan te behandelen gassen gereduceerd worden en is het tevens mogelijk een deel van de aanvankelijk toegevoerde warmte terug te winnen. Het gecondenseerde produkt is zeer corrosief.
Het warmteverbruik voor het opwarmen en verdampen van water van 20°C bij atmosferische druk bedraagt theoretisch 2600 kJ/kg. Door opwarming van de droge stof, oververhitting van de droogdampen en warmteverlies naar de omgeving is het werkelijk warmteverbruik hoger.
Het specifiek energieverbruik E_d, uitgedrukt in MJ per ton waterverdamping, bedraagt voor directe drogers 3100-3500 MJ/twd en voor indirecte drogers 2650-2800 MJ/twd.
Al naar gelang het type droger is bij vergaande droging het eindprodukt een poeder- of korrelvormig slib met een einddrogestofgehalte van circa 90%.



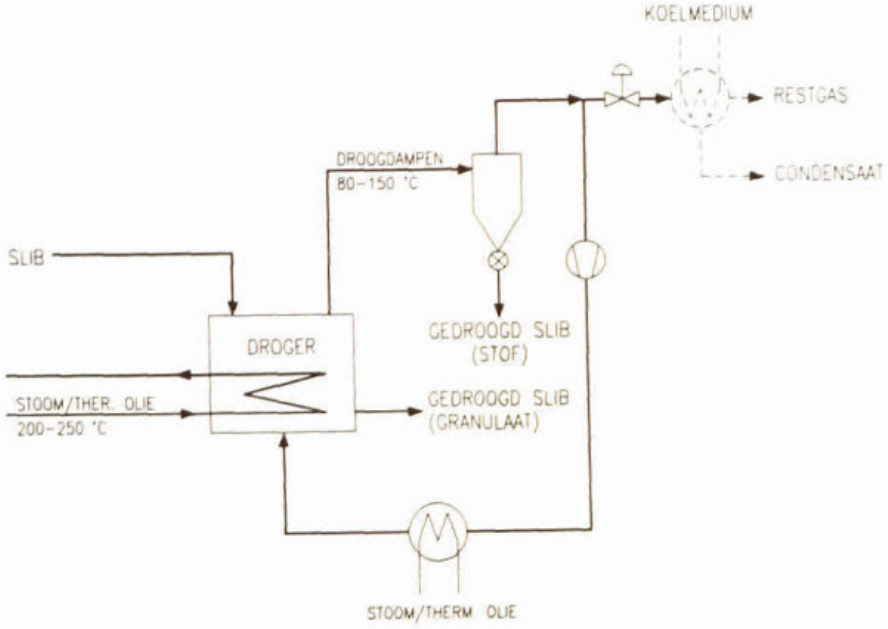
Figuur 1; Schematische voorstelling directe droger

Uitvoeringsvormen van slibdrogers

Het hart van de slibdrooginstallatie wordt gevormd door de droger, waaromheen een aantal randapparaten is vereist voor de goede werking. Naast de reeds genoemde directe droging en indirecte droging bestaat er een mengvorm van beide systemen: de droger met droogdampcirculatie, waarbij het slib direct wordt gedroogd met uit het slib verdampt water dat met een externe warmtebron indirect verhit wordt.
Schematische voorstellingen van deze drie vormen worden gegeven in de figuren 1-3.



Figuur 2; Schematische voorstelling indirecte droger



Figuur 3; Schematische voorstelling droger met droogdampcirculatie

BM. Destroyer ®

Geavanceerde afvalwaterzuivering

Een produkt van

E.M. Engineering BV

Hei 9, 5995 SB Kessel, tel. (04762) 2313, fax (04762) 2759

EME systems

Tot de directe droogsystemen worden gerekend:
- trommeldroger
- etagedroger
- maaldroger
- stromingsdroger
- banddroger
- wervelbeddroger.

Directe droogsystemen met droogdampcirculatie omvatten:
- trommeldroger
- wervelbeddroger
- stoomcirculatie droger
- schroef buisdroger.

Tot de indirecte droogsystemen behoren:
- dunne filmdroger
- schijvendroger
- kneeddroger
- etagedroger
- Carver-Greenfield.

Een complete slibdrooginstallatie is opgebouwd uit de volgende onderdelen:
- de slibontvangst, in het geval slib van elders wordt aangevoerd;
- de slibbuffering, om onregelmatigheden in de slibaanvoer en korte bedrijfsonderbrekingen op te kunnen vangen;
- de droger; meestal geplaatst in een gebouw ter beheersing en beperking van geuremissies. In het gebouw worden doorgaans administratie, bediening, laboratorium, werkplaats e.d. ondergebracht;
- de droogdampbehandeling; droogdampen worden zo mogelijk gecondenseerd ter vermindering van het te behandelen volume. De stankbelasting van de dampen kan verminderd worden door afvanging van het fijn verdeelde stof;
- de buffer voor het gedroogde slib ter grootte van minimaal de produktie van 3 à 4 werkdagen
- energievoorziening via branderinstallaties, stoom, thermische olie.

Milieu-aspecten

Tijdens het droogproces komen naast waterdamp ook ammoniak, laagkokende organische verbindingen en stof vrij.
Bij condensatie en/of wassing van de droogdamp komt verontreinigd water vrij, dat niet zonder behandeling op oppervlaktewater mag worden geloosd.
De tot nu toe gebruikelijke normen voor de emissie van stof en stank naar de atmosfeer zijn:
- stof: tot 50 mg/m^3 bij meer dan 0,5 kg/h; tot 150 mg/m^3 bij maximaal 0,5 kg/h;
- stank: maximaal 1 g.e./m^3 als 99,5 percentiel bij de dichtsbijzijnde woonbebouwing of ander stankgevoelige objecten.

Het type droger, de herkomst en het type slib, de vorm van het gedroogde slib en de soort gasreinigingsapparatuur zijn van invloed op de emissie naar de atmosfeer. Het type warmtedrager, de herkomst en het type slib, en de vorm van het gedroogde slib bepalen mede de emissies naar het water. Er is weinig bekend

van de geluidniveaus van slibdrogers. Om het effect van het geluid op de omgeving te kunnen beoordelen, moeten alle installatie-onderdelen worden bezien. Ook zal met af- en aanvoeractiviteiten rekening moeten worden gehouden.
Gedroogd slib is hygiënisch betrouwbaar. Het gehalte aan zware metalen is, op basis van droge stof, vóór en na droging praktisch gelijk. Bij op- en overslag van gedroogd slib moet rekening gehouden worden met gevaar van broeiband en stofexplosie.

Kosten van slibdroging

Uit de geraadpleegde studies blijkt dat de jaarlijkse kosten voor slibdroging liggen tussen ƒ 429,- en ƒ 554,- per ton droge stof. Deze aanzienlijke spreiding wordt voor een groot deel veroorzaakt door verschillen in de uitgangspunten bij de opzet van de betreffende installaties, zoals:
- grootte van de installatie en de waterverdampingscapaciteit;
- reservestelling;
- kosten voor afvoer en storten van het slib;
- samenwerking met naburige installaties.

In de tabel wordt voor een drietal slibdrooginstallaties de verdeling van de jaarlijkse kosten in % gegeven.

Overwegingen bij het opzetten van een slibdrooginstallatie

Bij de keuze en voorbereiding van een slibdrooginstallatie zijn diverse aspecten van belang. Het compendium gaat daarbij in op

- direct of indirect drogen;
- centraal of decentraal drogen;
- continu of discontinu drogen;
- delokatiekeuze;
- milieuwetten, vergunningen en procedures.

ir. P.C. Stamperius
STORA

Tabel 1. *Procentuele verdeling van de jaarlijkse kosten voor slibdroging in % volgens (15), (16) en (18).*

KOSTEN VERDELING SLIBDROGING

ONTWERP GEGEVENS	grote centrale droging op AVI West (15)	centrale droging op RI-Oost (16)	kleine decentrale droging (18)
Slibverwerkingscap. t/a	300000	140000	35000
Slibverwerkingscap. tds/a	66000	35000	7000
ds% in %	22%	25%	20%
ds% uit %	95%	90%	60%
waterverdampings-cap. twd/a	230500	101100	20000
reserve --	5x25%		
aantal lijnen --	4+1	2	1
cap. per lijn twd/h	6,6	10	3,3
opgestelde cap. twd/h	32,9	20	3,3
bedr. tijd opgest. cap h/a	7012	5056	6000
JAARLIJKSE KOSTEN:			
kapitaalskosten	34	48	27
onderhoud	8	11	6
pers. & bediening	3	29	8
Winst & Risico	-	-	11
	—+	—+	—+
Totaal vaste lasten	45%	65%	52%
energie	24	7	19
afv. droogdampcond.	2	1	3
afv. gedroogd slib	19	21	12
aanvoer slib	9	2	11
diversen	1	4	3
	—+	—+	—+
Totaal variabele lasten	55%	35%	48%
TOTAAL	100%	100%	100%
fl/tds	429	465	530

HANDLEIDING BIOLOGISCHE FOSFAATVERWIJDERING

Bespreking van het stora-rapport 91 - 07 d.d. oktober 1991

In 1990 werd het STORA-onderzoek naar de verwijdering van fosfaat en stikstof op rioolwater-zuiveringsinrichtingen geïntensiveerd en versneld. Doel van het speciaal hierop gerichte spoed-programma "PN 1992" was het elimineren van onzekerheden en knelpunten in de thans operationele methoden en technieken, om de zuiverende deelnemers in de STORA tijdig een voldoende beproefd instrument te bieden om te kunnen voldoen aan de effluenteisen voor P en N in 1995 en later.
Onderdeel van het PN 1992-programma is het opstellen van een handleiding voor de praktijk die aangeeft hoe op eenvoudige wijze de biologische P-opname in bestaande rwzi's gestimuleerd en/of gemaximaliseerd kan worden.
Het opstellen van de handleiding werd uitgevoerd door de Landbouwuniversiteit Wageningen Vakgroep Waterzuivering (ir. P.J.M. Janssen en ir. J.H. Rensink) en namens de stora begeleid door een commissie bestaande uit ir. K.F. de Korte, ir. P.J.M. Knaapen en ir. A.W.A. de Man.

Inleiding

De belangstelling voor nieuwe defosfateringstechnieken in de afvalwaterzuivering en daarmee voor biologische defosfatering is de laatste jaren, mede onder de druk van de aanscherping van effluenteisen, sterk toegenomen. De daling van het fosfaatgehalte in huishoudelijk afvalwater, als gevolg van grootschalige invoering en gebruik van fosfaatvrije wasmiddelen, heeft de belangstelling voor biologische defosfatering vergroot.

Biologische defosfatering is een reeds lang bestaande techniek, waarbij bepaalde micro-organismen in staat gesteld worden tot een verhoogde opname van fosfaat. Zowel onderzoek als praktijk-toepassing zijn de laatste jaren in Nederland geïntensiveerd. Vanuit de praktijk van de waterkwaliteitbeheerder is de wens geuit om de nodige richtlijnen c.q. praktische regels te evalueren en vast te leggen, teneinde tot een introduktie van het biologisch defosfateren te komen en het defosfateringsrendement op specifieke rwzi's te verbeteren. Dit is verwezenlijkt in de vorm van de onderhavige STORA-publicatie 91 - 07.

Deze handleiding kan gezien worden als een "state of the art" met betrekking tot biologische defosfatering op actief-slibinstallaties. De literatuur en praktijkgegevens tot begin 1991 zijn in de handleiding verwerkt.

Uitgangspunten en randvoorwaarden bij de handleiding

Er is uitgegaan van bestaande actief-slibinstallaties, ofschoon de richtlijnen voor het toepassen van biologische defosfatering ook gelden voor nieuw te ontwerpen installaties.

Het milieu wordt overal ter wereld ernstig bedreigd door afvalstromen. Technische maatregelen zijn onmisbaar bij het voorkómen en bestrijden van afvallozingen en bij het herstellen van reeds opgetreden verontreiniging.

De **Vakgroep Milieutechnologie van de Landbouwuniversiteit** ontwikkelt in het kader van haar onderzoekprogramma nieuwe processen en verbetert bestaanden processen voor:

- zuivering van afvalwater, afgassen, vervuilde grond en onderwaterbodems
- verwerking en hergebruik van afvalstoffen en slibben
- afvalpreventie en schone technologie.

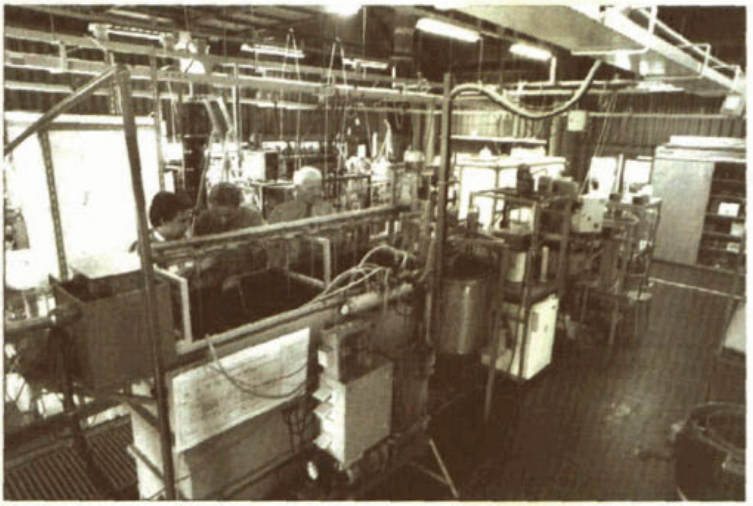
Zij doet dit vanuit een op duurzaamheid gerichte technologische benadering.
De vakgroep werkt nauw samen met microbiologen, chemici, fysici, biotechnologen, proceskundigen en specialisten op het gebied van meet- en regeltechniek binnen andere LUW-vakgroepen. Het multidisciplinaire karakter van de samenwerking biedt een brede basis voor de uitvoering van gecompliceerde onderzoeksopdrachten van industrie en overheid.

Voor haar studenten streeft de vakgroep ernaar een wetenschappelijke opleiding van hoge kwaliteit aan te bieden, met daarin veel aandacht voor nieuwe praktijkontwikkelingen.

Het onderzoek op het gebied van huishoudelijk en industrieel afvalwater is vanouds een van de speerpunten van de vakgroep. Een unieke faciliteit is de experimentele proefhal te Bennekom, waar onderzoek aan afvalwater onder praktijkcondities plaatsvindt. Veel onderzoek op dit terrein wordt daar in opdracht van overheid en industrie uitgevoerd. Het onderzoek op het gebied van stedelijk afvalwater betreft momenteel o.a.:

* slibvorming: aëroob en anaëroob, t.w.: immobilisatie, lichtslibproblematiek
* slibverwerking: anaërobe gisting, toepassing van wormen
* aërobe zuivering: rioolwater/huishoudelijk afvalwater, gedrag milieuvreemde stoffen
* anaërobe behandeling: rioolwater/huishoudelijke afvalwater, industrieel afvalwater en agrarische slurries
* P/N/S-verwijdering en terugwinning: aërobe, microaërofiele en anoxische methoden
* meet- en regelsystemen: respirometrie, gebruik redoxpotentiaal
* ontwikkeling van community on-site systemen in Nederland en ontwikkelingslanden.

De proefhal biedt mogelijkheden om voor derden cursussen en trainingen op het gebied van stedelijk afvalwater-behandeling te verzorgen.



Voor geïnteresseerden is het onderzoeksprogramma van de vakgroep op te vragen:
Vakgroep Milieutechnologie, Bomenweg 2, Postbus 8129, 6700 EV Wageningen
Tel. (08370) 833 39, Fax (08370) 821 08, per 10-10-'95: Tel. (0317) 48 33 39, Fax (0317) 48 21 08

Bij het geven van richtlijnen om tot een verhoogde biologische P-opname te komen, wordt er vanuit gegaan dat binnen het beschreven zuiveringssysteem ook N-totaalverwijdering mogelijk is. Hoogbelaste installaties en twee-slibsoortensystemen, waaronder het A-B-systeem, vallen dus buiten het bereik van de handleiding.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen 'defosfateren in de hoofdstroom' en 'defosfateren in een deelstroom'. Met defosfateren in de hoofdstroom wordt bedoeld dat al het actiefslib de anaërobe fase ondergaat, waarbij de anaërobe ruimte deel uitmaakt van de conventionele actief-slibruimte. Het fosfaat wordt via het surplusslib verwijderd. Bij een proces met defosfatering in een deel-stroom ondergaat een deel van het retourslib de anaërobe fase. De anarobe ruimte is gesitueerd buiten het actief-slibproces. Bij een deelstroomproces is er ook altijd sprake van een tweede, met fosfaat geconcentreerde stroom die op fysisch-chemische wijze gedefosfateerd moet worden.

De handleiding geeft geen richtlijnen voor de behandeling van de bij biologische defosfatering in een deelstroom vrijkomende fosfaatstromen en de eventueel bij de slibverwerking vrijkomende geconcentreerde fosfaatstromen.

De inhoud van de handleiding

Naast de microbiologische aspecten worden de fundamentele procesparameters behandeld. Immers, veel variabelen kunnen het proces van de biologische defosfatering beïnvloeden. Het vergelijken van resultaten verkregen uit onderzoek aan verschillende praktijkinstallaties is moeilijk, daar de procesomstandigheden aanzienlijk kunnen verschillen. Ook worden nog al eens uiteenlopende interpretaties gegeven aan de invloed van de diverse procesparameters. Getracht wordt daarom de invloed van de verschillende parameters niet alleen kwalitatief, maar ook, binnen bepaalde grenzen, kwantitatief te vermelden

Verschillende uitvoeringsvormen van biologische defosfatering worden beschreven en een aantal belangrijke technologische parameters wordt behandeld. In de loop der jaren zijn vele proces-voeringen ontwikkeld die leiden tot biologische fosfaatverwijdering. Een aantal daarvan was in eerste instantie gericht op vergaande stikstofverwijdering(!). Door aanpassing van deze processen kon ook een vergaande fosfaatverwijdering bereikt worden. Niet alle behandelde procesvoeringen worden in Nederland toegepast. Bij de bespreking van de procesvoeringen wordt onderscheid gemaakt in hoofdstroom- en deelstroom-P-verwijdering.

De introduktie van biologische P-verwijdering in verschillende typen zuiveringssystemen wordt besproken. Processchema, bedrijfsvoering, praktische richtlijnen en dimensioneringsgrondslagen voor verhoging van het biologisch fosfaatverwijderingsrendement worden per type installatie gegeven. Praktijkvoorbeelden met de bijbehorende fosfaatbalansen worden daarbij vermeld.

ir. P.C. Stamperius
Stowa

VERGISTING VAN ZUIVERINGSSLIB

Een vergelijking tussen thermofiele en mesofiele slibgisting

Bespreking van het rwzi 2000-rapport 92 - 02 d.d. maart 1992

In het onderzoeksplan van het project "Toekomstige generatie rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi 2000)" is plaats ingeruimd voor onderzoek naar thermofiele en mesofiele slibgisting. Dit onderzoek werd in de periode 1987 tot 1989 uitgevoerd. Enerzijds betrof het hier een literatuurstudie uitgevoerd door de Landbouwuniversiteit, en anderzijds een vergelijkend semi-technisch onderzoek naar mesofiele en thermofiele slibgisting, dat door het riza werd uitgevoerd.

Het rapport, dat het karakter heeft van een 'covernota', geeft een samenvatting van de resultaten van deze studies.

Inleiding

In Nederland is bij de verwerking van zuiveringsslib de mesofiele slibgisting, bij circa 33°C, een techniek die op meer dan 200 rwzi's wordt toegepast. De literatuur wijst ook op de, in Nederland niet toegepaste techniek, om slib thermofiel bij circa 55°C te vergisten.

Voor de thermofiele techniek worden in de literatuur een snellere organische-drogestofafbraak, een beter ontwaterbaar vergist slib en een betere reductie van pathogenen geclaimd. In het literatuuronderzoek door de LU Wageningen en in het semi-technisch onderzoek door het RIZA worden de voor- en nadelen van mesofiele en thermofiele slibgisting met elkaar vergeleken aan de hand van:
- de organische-drogestofafbraak en de gasproduktie;
- de ontwaterbaarheid van het vergiste slib;
- de reduktie van pathogenen.

Het literatuuronderzoek

De literatuurstudie geeft aan dat de verschillen in organische-drogestofafbraak en gasproduktie over het algemeen gering zijn en afhangen van de samenstelling van het uitgangsmateriaal. Bij een hoog organische-drogestofgehalte en/of een relatief hoog aandeel secundair slib kan de gasproduktie van het mesofiele proces bij gelijke verblijftijd zelfs hoger zijn dan van het thermofiele proces. Bij het thermofiele proces lijkt bij hoge organische-drogestofgehalten, d.w.z. boven 4% d.s., en bij hoge ammoniumstikstofgehalten remming op te treden van zowel de hydrolyse als de methaanvorming, waardoor de afbraak en de gasproduktie achteruit gaan.

In het algemeen wordt aangenomen dat slibgisting, zowel thermofiel als mesofiel, resulteert in een verbeterde ontwaterbaarheidvan het slib. De resultaten van verschillende onderzoeken geven echter aan dat dit lang niet altijd het geval is en de ontwaterbaarheid onder meer sterk afhankelijk is van het uitgangsmateriaal. Ook

THINCK BRINCK

WATERANALYSE- EN FLOWTECHNOLOGIE

• huiswatermeters • kleinwatermeters • Woltmann watermeters • warmtehoeveelheidsmeters • propellerwatermeters • elektromagnetische flowmeters • ultrasone flowmeters: looptijd- en dopplerprincipe • turbinemeters • verschildruksensoren • tolvlottermeters • massaflowmeters • vortex-, geleidbaarheids-, pH/Redox meters en meters voor opgeloste zuurstof • tellers • slibspiegelmeters • troebelheidsmeters • dosimeters • recorders • flowcomputers • dataloggers • stromingsbegrenzers • **service ...**

Bel of fax voor advies, informatie of demonstratie!

AL 110 JAAR AKTUEEL

BRINCK HMT

MEETTECHNIEK

Printerweg 37 • 3821 AP Amersfoort • Tel. 033 - 4 56 12 30 • Fax 033 - 4 56 13 93

wordt aan thermofiel vergist slib veelal een betere ontwaterbaarheid toegeschreven dan aan mesofiel vergist slib. Er is echter geen fundamenteel inzicht in het effect van thermofiele slibgisting op de ontwaterbaarheid van het vergiste slib en ook de in de literatuur gerapporteerde onderzoeken geven geen eenduidig antwoord op de vraag of thermofiele dan wel mesofiele slibgisting leidt tot een beter ontwaterbaar slib.

De reductie van pathogenen is bij thermofiele slibgisting groter dan bij de mesofiele werkwijze. Wanneer de afstervingssnelheid van Salmonella-bacterie als richtlijn wordt genomen, zou volgens de literatuur het aantal kiemen in vers slib van 105 à 106/m^3 kunnen worden teruggebracht tot 1 kiem/m^3 door gedurende 8 uur het slib bloot te stellen aan een temperatuur van 50°C. (De praktijk meldt veel minder vergaande redukties!).

Het praktijkonderzoek

De proefinstallatie was gesitueerd op de rwzi Dronten en bestond uit twee identieke gistingstanks van 270 L inhoud, met de benodigde randapparatuur. Aangezien de thermofiele slibgisting juist bij korte verblijftijden tot betere resultaten zou moeten leiden dan de mesofiele slibgisting is het gistingsproces gevolgd bij verblijftijden van 15, 12, 9, 6 en 5 dagen.

Volgens het semi-technische praktijkonderzoek is de gasproduktie bij thermofiele slibgisting over het algemeen 10-25% hoger dan bij mesofiele slibgisting. De hogere gasproduktie kan gebruikt worden voor de extra verwarming van de slibgistingstank.

Het semi-technische praktijkonderzoek geeft aan dat thermofiel vergist slib slechter ontwaterbaar is dan mesofiel vergist slib. Voor het ontwateren van thermofiel vergist slib is meer poly-elektrolyt nodig, hetgeen relatie hoge kosten met zich meebrengt.

De reduktie van de pathogene micro-organismen is bij thermofiele slibgisting iets beter dan bij mesofiele slibgisting. In de tabel worden de gemeten redukties gegeven van indicatororganismen en de Duitse normen (in Nederland ontbreken criteria hiervoor).

Nabeschouwing

In het verleden waren het verbeteren van de negatieve eigenschappen van het slib en het genereren van gistingsgas van groot belang, aangezien er toen vanuit kon worden gegaan dat nuttige afzet van het slib - in de landbouw of voor compost en zwarte grond - reële opties waren. Thans wordt slib beschouwd als een afvalstof, die door aanscherping van de criteria voor de samenstelling, nog maar voor een klein percentage nuttig gebruik zal vinden. Om deze reden valt de aandacht bij de verwerking van slib steeds nadrukkelijker op de vermindering van de hoeveelheid organische-drogestof en op de ontwaterbaarheid.

Altijd één stap voorop in water-behandeling

Kemwater heeft zich gespecialiseerd in de chemische behandeling van afvalwater, als aanvulling of als alternatief voor de conventionele (biologische) technieken. Met betrekking tot het gebruik van chemicaliën, heeft Kemwater een jarenlange ervaring opgebouwd. Niet alleen produktkwaliteit, maar ook alle zaken rondom een snelle en zekere aflevering van onze produkten hebben continu onze aandacht. Kemwater verzorgt tevens voorlichting en instructie hoe men veilig met chemicaliën omgaat.

Een ander aspect is het optimaliseren van het chemicaliëngebruik. Kemwater verleent hier uitgebreide service om te onderzoeken hoe men zo economisch mogelijk het beste zuiveringsresultaat kan verkrijgen.

Kortom, Kemwater komt met een compleet pakket aan produkten én diensten.

KEMWATER

KEMWATER B.V., POSTBUS 1015, 3180 AA ROZENBURG,
TELEFOON 01819-525 69, TELEFAX 01819-525 70

PATHOGENE MICRO-ORGANISMEN IN MESOFIEL EN THERMOFIEL VERGIST SLIB
(log aantal/g ds) (de verblijftijd in de slibgistingstank bedraagt 15 dagen)

soort indicator-organisme	gehalte in vergist slib uit de proefinstallaties		toegestaan volgens Duitse norm
	mesofiel	thermofiel	
totaal aantal colibacteriën	7	5	3
thermotolerante colibacteriën	6	4	3
faecale streptococcen	6	4	3
somatische colifagen	6	5	1
f-specifieke RNA-fagen	4	4	1

Slibgisting zal daarom niet meer kunnen worden aangemerkt als een eindbehandeling. De belangrijkste opties voor verdere verwerking zijn thans storten, composteren, drogen, verbranden en natte-lucht-oxydatie. Bij de meeste van deze mogelijkheden zijn de voorafgaande reduktie van de organische-drogestof en/of een goede ontwaterbaarheid van het vergiste slib en de vermindering van het stankbezwaar van groot belang om de kosten van de verdere verwerking te beperken.

De keuze voor mesofiele of thermofiele slibgisting zal in dit licht moeten worden gemaakt. Het rapport concludeert dat deze keuze op basis van de huidige inzichten uitvalt ten gunste van de mesofiele werkwijze. De dimensionering van de slibgisting zal eerder een geoptimaliseerde slib-ontwatering en verdere slibverwerking ten doel hebben dan een zo kort mogelijke gistingstijd.

ir. P.C. Stamperius
Stowa

NAGESCHAKELDE FILTRATIE MET EEN DYNASAND FILTER

Experimenten op de rwzi Westerbork

Bespreking van het STOWA-rapport 92 - 05 d.d. juni 1992

Dit rapport beschrijft een onderzoek dat werd uitgevoerd door het zuiveringsschap Drenthe, in het bijzonder door mw. ir. F.E. Viek-Holtvoort en de heer J. Zeewuuster, bedrijfsvoerder van de rwzi Westerbork. De rapportage werd in opdracht van de STOWA verzorgd door mw. ir. J.P. Kramer van DHV Water B.V. Astraco Trading B.V. stelde ten behoeve van de experimenten het DynaSand filter ter beschikking.

Inleiding

De defosfateringskorrelreactor van de rwzi Westerbork is voorzien van twee dubbel laagssnelfilters voor het af vangen van zwevend kristallijn materiaal uit het effluent van de korrelreactor. Deze filters bleken storingsgevoelig, met name op het punt van spoelen, terwijl door doorslag van zwevend en/of afgevangen materiaal de effluentkwaliteit niet constant was.

Het DynaSand filter is een continu werkend filter waarin het filtermateriaal (zand) continu wordt geregenereerd. In de periode september 1990 tot juli 1991 zijn op de rwzi Westerbork de eigenschappen van het DynaSand filter als nageschakeld filter onderzocht.

Het onderzoek is uitgevoerd met een praktijkfilter van 3,0 m^2. Onderzocht zijn die parameters, die relevant zijn voor het filtratieproces en de effluentkwaliteit, nl. de vlokmiddeldosering, de filtratiesnelheid en de zandcirculatiesnelheid.

Het DynaSand filter (type DST 30) is op twee plaatsen ingezet in het zuiveringsproces van de rwzi Westerbork en daarbij vergeleken met een dubbellaagsfilter van het type F 109:
- het DynaSand filter en het dubbellaagsfilter worden parallel achter de korrelreactor geschakeld als nafiltratie, ter verwijdering van amorf materiaal uit het effluent van de korrelreactor;
- het DynaSand filter wordt ingezet als vervanger van de korrelreactor + het dubbellaagsfilter.

De werking van het DynaSand filter

DynaSand-filtratie is een vorm van snelfiltratie waarbij continu afvoer, reiniging en circulatie van zand plaatsvinden. Hierdoor kan het snelfiltratieproces onafgebroken plaatsvinden, in tegenstelling tot het conventionele snelfilterproces, waarbij van tijd tot tijd teruggespoeld moet worden.

Aan de hand de figuur wordt in het kort de werking van de DynaSand-filtratie uiteengezet. Een voedingsleiding (1) voert het te reinigen water naar de centrale toevoerleiding (2) in het midden van het filter. Door de verdeelarmen (3), die zich aan deze centrale buis bevinden, stroomt het water opwaarts door het zandbed (4) en wordt daarbij ontdaan van de zwevende bestanddelen. Het gezuiverde water verlaat het filter via de overstort (5).

Tegelijkertijd met de opwaartse filtratie treedt er een continue zandbeweging in neerwaartse richting op. Dit transport van het vervuilde filterzand wordt gerealiseerd door perslucht in te brengen (8) onderin een vertikale buis (7), die zich concentrisch in buis (2) bevindt. De perslucht stroomt in buis 7 omhoog en neemt daarbij zand, water en afgefiltreerd vuil mee (mammoetpomp-principe). De aanzuigopening van deze stroom bevindt zich aan de onderzijde van buis 7.

Door de heftige, schurende beweging van het zand, het water en de lucht in de buis raken zand en vuil los van elkaar. Aan de bovenzijde van buis 7 wordt het getransporteerde zand opgevangen in de spoelruimte (10). De lucht ontwijkt naar de atmosfeer, het vervuilde spoelwater stort over in een spoelwatergoot en wordt ter verdere verwerking (b.v. bezinking) afgevoerd via de waswaterleiding (11).

Het grotendeels reeds gereinigde zand bezinkt in de spoelruimte en valt in de zandwasser (12), waar de laatste verontreinigingen van de zandkorrels worden gewassen met behulp van water uit de opwaartse filtraatstroom uit het zandfilter. Deze verontreinigingen worden teruggevoerd naar 10, terwijl het gewassen zand bezinkt en het filterbed (4) aanvult.

Belangrijke verschillen tussen conventionele filtratie en DynaSand-filtratie

- In het algemeen wordt bij filtratie de kwaliteit van het filtraat bepaald door de influentkwaliteit, de hydraulische belasting, de temperatuur en de grootte van het korrelmateriaal. Bij een DynaSand filter komt daar nog de zandcirculatie snelheid als bepalende factor bij.
- Bij conventionele filtratie wordt de filterbedweerstand bepaald door de influentkwaliteit, de filtratiesnelheid en de tijd. Bij DynaSand-filtratie bepalen de influentkwaliteit, de filtratiesnelheid en de zandsnelheid de drukval over het filterbed.
- Het continu reinigen van het filterzand betekent voor de DynaSand filtratie een constante spoelwaterstroom, en een vrijwel constante effluentkwaliteit en bedweerstand.
- De voorzieningen om te spoelen bevinden zich bij een DynaSand filter in het filter en leveren daardoor een compacter installatie op.
- Bij DynaSand filters is per filteroppervlak van circa 5 m^2 een mammoetpomp en een wassysteem vereist. Dit maakt opschaling minder eenvoudig dan bij conventionele snelfilters. Men zal dan met meerdere modules moeten werken.

High-Tech Polymere

PRAESTOLEN®

zijn hoogmoleculaire, organische, synthetische vlokmiddelen die voor verschillende toepassingsgebieden op zowel kommunaal als industriële afvalwaterzuiveringen ontwikkeld werden. Ze worden speciaal toegepast bij de scheiding van vaste stof en vloeistof zoals bv: slibindikking en slibontwatering.

PRAESTOL TR®-produkten zijn vlokmiddelen die wereldwijd toegepast worden ter verbetering van de drinkwaterkwaliteit en ter verhoging van de bezinkingssnelheid alsmede de verhoging van de filtercapaciteit.

PRAESTOL TR®-produkten worden volgens een speciaal procédé gefabriceerd en voldoen aan de eisen van de "Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes" als ook de "Deutschen Norm Din 19 622".

High-Tech Systemen garanderen een optimale aanmaak van de oplossing en dosering van de polymeren.

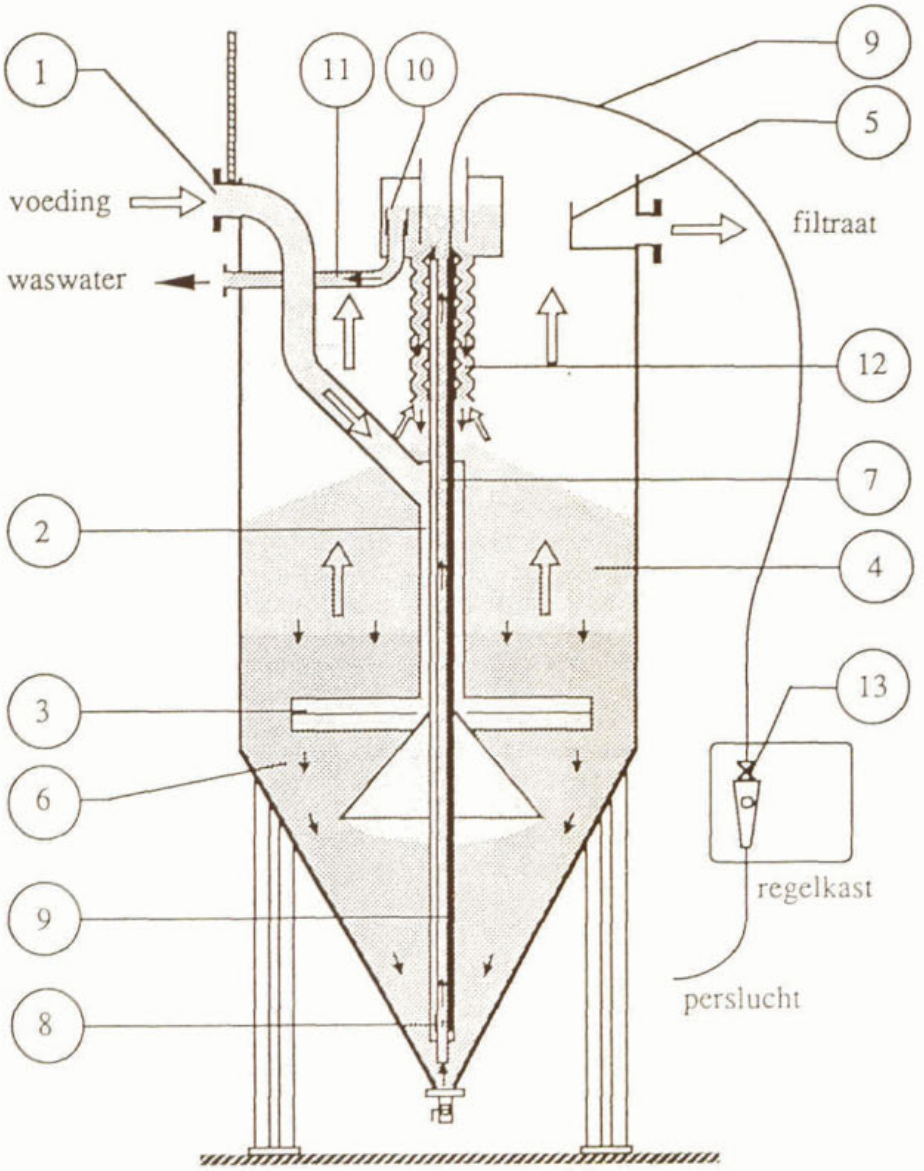
Voor verdere informatie kunt u zich wenden tot:

Vertegenwoordiging in Nederland:

Stockhausen

Ein Unternehmen der Hüls-Gruppe

Necarbo BV
Divisie Chemie
Postbus 621 • 1940 AP BEVERWIJK
Tel. (02510) 783 00 • Fax (02510) 144 71



DynaSand filter

Resultaten en conclusies

Voor de experimenten waarbij DynaSand filter en dubbellaagsfilter als nafiltratiestap met elkaar vergeleken zijn, kunnen de volgende resultaten c.q. conclusies worden genoteerd:

- bij filtratie van het effluent van de korrelreactor is de effluentkwaliteit van het DynaSand filter vergelijkbaar met de effluentkwaliteit van de dubbellaags drukfilters. Aangetekend zij hierbij dat die goede effluentkwaliteit bij het DynaSand filter kon worden verkregen bij filtratiesnelheden tussen 8 en 14 m/h, terwijl de filtratiesnelheid in het drukfilter 20 m/h bedroeg. Uitgaande van een ontwerp filtratiesnelheid van 10 a 15 m/h is voor een DynaSand filter dus 30 a 100% meer bedoppervlak nodig dan bij een drukfilter;
- het DynaSand filter wordt gekenmerkt door een continu proces en bezit daar door een in de tijd vrijwel constante effluentkwaliteit. Het effluent van het druk filter vertoont een toenemende troebeling vanaf circa 75% tot 100% van de looptijd van het filter;
- het DynaSand filter toont zich ongevoeliger voor pieken in de concentratie van de verontreinigingen in het influent van de filters.

Voor de experimenten waarbij het DynaSand filter als vlokkingsfilter is gebruikt worden de volgende resultaten/conclusies genoteerd:

- Vlokkingsfiltratie in een DynaSand filter is een goede techniek voor de verwij dering van fosfaat. Bij een filtratiesnelheid van 14 m/h, een P-gehalte tot 5 mg/l in het effluent van de nabezinktank en een Fe^{3+}-dosering met Me/o-P-verhou dingen > 1,4, werden verwijderingsrendementen verkregen van 70 - 90 % voor totaal-P. Het P_{tot}-gehalte in het effluent was daarbij < 1 mg/l.
- Vanwege de onafgebroken afvoer van verontreinigingen kan in het DynaSand filter water met een hoge drogestofbelasting en eventueel vlokmiddelen wor den behandeld. Bij conventionele filtratie geeft een dergelijk type influent aan leiding tot korte looptijden.

Van het spoelwaterverlies bij de onderzochte filters kan het volgende worden gezegd. Dit bedraagt in het DynaSand filter circa 5% ten opzichte van 1% bij de conventionele filtratie. Dit wordt veroorzaakt door een hogere absolute spoelwaterproduktie per m^2 bedoppervlak/h en door de lagere opbrengst per m^2/h in het DynaSand filter. Bij afvalwaterbehandeling kan dit spoelwater weer in het proces worden teruggebracht en is deze grotere hoeveelheid niet van belang.

ir. P.C. Stamperius

DRIJFLAGEN OP RIOOLWATER-ZUIVERINGSINRICHTINGEN

Bespreking van het STOWA-rapport 92-01 van januari 1992

Doelstelling van dit onderzoek was de oorzaak na te gaan van de periodieke of continue verstoring van het functioneren van circa 10% van de Nederlandse rwzi's door de aanwezigheid van drijflagen op de beluchtingsruimte en/of de nabezinktank, met slibverlies, stank en achteruitgang van de effluentkwaliteit als gevolg.

De studie werd uitgevoerd door ir. D.H. Eikelboom van de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie, Afdeling Biologie, en namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit ir. J. Ebbenhorst (voorzitter), ing. G.A.P. van Geest, ing. R.W.G.M. Melis, P.P. Smits en ing. P.P. Weesendorp.

Inleiding

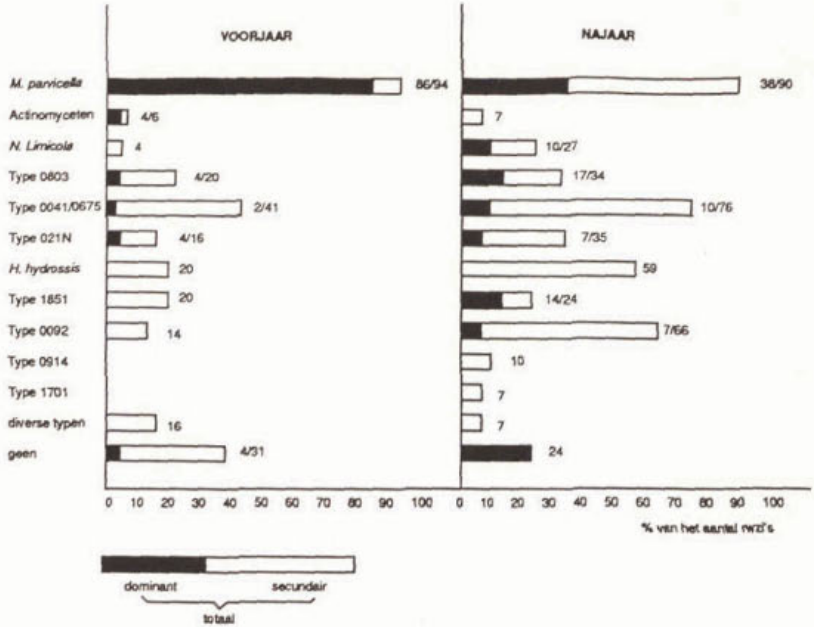
In 1985 werden de Nederlandse waterkwaliteitsbeheerders geënqueteerd door de Provinciale Waterstaat van Utrecht omtrent hun ervaringen met schuim- en drijflaagvorming op rwzi's. P.W. Utrecht kampte reeds geruime tijd met dit soort problemen en trachtte door deze verbreding van feitenmateriaal meer inzicht te krijgen in de oorzaken van het ontstaan van de schuim- en drijflagen en in bestrijdingsmethoden.

Schuimvorming en drijflagen zijn twee verschillende fenomenen; schuim is een water/lucht emulsie die door oppervlakte-actieve stoffen wordt gestabiliseerd; bij een drijflaag is sprake van schuim in combinatie met flotatie en indikking van actiefslib op de aëratieruimte en/of de nabezinktank. Het optreden van drijflagen in de praktijk vertoonde over de verschillende waterkwaliteitsbeheerders en voor de verschillende typen zuiveringen een grillig beeld, dat zich niet liet verklaren. De aanwezigheid van actiefslib en licht slib in de drijflagen was echter duidelijk.

FI[1])	Voorjaar		Najaar	
	n rwzi's	% met drijflaag[2])	n rwzi's	% met drijflaag[2])
0	0	-	1	0
1	1	0	10	13
2	20	25	27	15
3	22	36	18	22
4	23	87	11	44
4+	4	100	0	-

1) FI = filament index; schaal 0-4+ = geen - extreem veel draden.
2) percentage van het aantal rwzi's in de betreffende groep.

Tabel 1.
Het verband tussen de Filament Index (FI) van het actiefslib en de aanwezigheid van drijflagen.



Figuur 1. Populatiesamenstelling, in % van het aantal actiefslibben met een FI ≥ 3.
n rwzi's: voorjaar: 49
najaar:29

Naast stankhinder door het op gang komen van anaërobe omzettingsprocessen in de drijflaag, vormen drijflagen een bedreiging voor de veiligheid, voor de effluentkwaliteit en, bij temperaturen ≤ 0°C, ook voor bouwkundige constructies. Om in de toekomst toch het hoofd te kunnen bieden aan dit hinderlijk fenomeen werd ir. D.H. Eikelboom door de STORA ingeschakeld bij het onderzoek om helderheid te verschaffen in het ontstaan en de bestrijding van deze drijflagen.

Oriënterend onderzoek

Vastgesteld werd dat het bij een aanmerkelijk deel van de zuiveringen, waar wel eens hinder werd ondervonden van schuim- of drijflagen, ging om detergentenschuim. Dit werd in de nadere studie niet verder meegenomen, aangezien deze schuimsoort afdoende besteden kan worden door het opsporen en saneren van industriële lozingen en/of het doseren van anti-schuimprodukten.

Inventarisatie toonde aan dat bij 11 rwzi's duidelijke drijflagen op de aëratietanks aanwezig, sommige tientallen cm's dik, met drogestofgehalten tot 45 g/l, die geheel of voor een belangrijk deel het oppervlak van de aëratietank bedekten. In enkele gevallen werd op de nabezinktank een drijflaag van gefloteerd slib geconstateerd, met enkele cm's aanmerkelijk dunner dan de hiervoor genoemde. Microscopisch onderzoek wees uit dat het drijfvermogen vrijwel zeker werd veroorzaakt door de aanwezigheid van minuscule gasbelletjes in/om de slibvlokken. Het oppervlak van deze belletjes was gecoat met een dunne slibfilm. In 80% van de gevallen waren veel tot zeer veel draadvormende organismen in de drijflaag

Op zoek naar de optimale oplossing? Het antwoord is RegFlex, het systeem voor waterbeheersing ten behoeve van waterschappen en zuiveringen, of TeleFect, het systeem voor een adequate beheersing van rioolinstallaties voor gemeenten. Beide systemen van VonkData leveren de ideale mix van alarmering, registratie, besturing en gegevensverwerking. Voor u op maat gesneden. Communicatie en flexibiliteit zijn daarbij de sleutelwoorden. Nieuwe ontwikkelingen worden door VonkData op de voet gevolgd en in vrijwel elke situatie moeiteloos in het systeem ingepast. In nauw overleg met u. RegFlex en TeleFect, systemen van gebruikers voor gebruikers. Een systeem waarin de toekomst centraal staat. Nieuwsgierig naar de mogelijkheden die VonkData u kan bieden? Neem contact met ons op en zie waar samenwerking toe kan leiden.

VonkData

VonkData
Ing. Arjen Vonkweg 2
Postbus 122
7740 AC Coevorden
Telefoon 05240 19600
Telefax 05240 19174

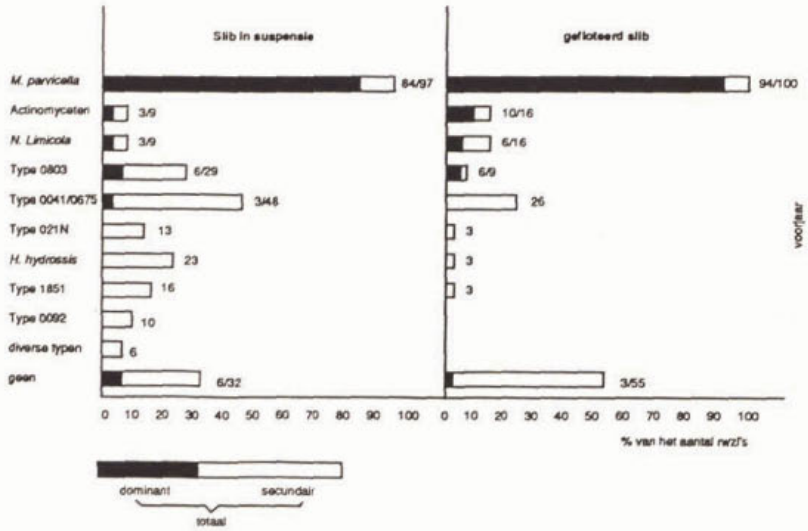
REGFLEX TELEFECT

aanwezig, meestal Microtix parvicella. De installaties waar drijflaagvorming echt grote problemen veroorzaakte, behoren alle tot het type Carrousel; dit type zuiveringsinrichting lijkt dus gevoeliger voor het ontstaan van drijflagen. Ook komt het probleem meer voor bij rwzi's met opper vlaktebeluchting.

Experimenteel onderzoek

In een aantal metingen op rwzi's is nagegaan of de drijflaagvorming gerelateerd kon worden aan de influentkwaliteit of aan de samenstelling van het actiefslib. Gebruikt werd onder meer de scum-index als maat voor het potentiële drijfvermogen van actiefslib.

Bij de bepaling van de hydrofobiciteit van de slibben werd vastgesteld dat de slibben uit Carrousels met stedelijk afvalwater overwegens hydofoob van karakter zijn, wat inhoudt dat gasbelletjes zich in principe goed aan dit materiaal zullen hechten. De slibben uit de drijflagen bleken ook hydrofober dan de gesuspendeerde slibben. Echter, een verband tussen de mate van hydrofobiciteit en de omvang van de drijflaag kon niet worden gevonden.
Mengproeven van slibben met en zonder draadvormende organismen toonden aan dat de slibkwaliteit primair verantwoordelijk is voor het ontstaan van een drijflaag; wanneer draadvormende organismen ontbreken, floteert actiefslib totaal niet. De flotatiegevoeligheid van actiefslib wordt niet verminderd wanneer het slib met leidingwater wordt gewassen. Ook het verwijderen of toevoegen van oppervlakte-actieve stoffen, zoals wasverzachter, beïnvloedde de flotatie-eigenschappen van het actiefslib niet.



Figuur 2. Vergelijking van de populatiesamenstelling van het slib in suspensie met die van het gefloteerde slib in dezelfde rwzi's. Weergave in % van het aantal rwzi's. Periode: april/mei; n rwzi's: 31.

Er blijkt een duidelijke invloed van het seizoen. Tijdens het voorjaar manifesteren de drijflagen zich veel meer dan gedurende de zomer en het najaar. Tabel 1 geeft aan dat de kans op het ontstaan van een drijflaag groter is naarmate meer draadvormende bacteriën in het slib aanwezig zijn. Vooral tijdens het voorjaar is dit verband zeer duidelijk; bij een filament index ≥ 4 is de kans praktisch 100%.
Nader mikroskopisch onderzoek gaf inzicht in de omvang van de populatie van de draadvormende bacteriën en in de aard van de afzonderlijke soorten. Figuur 1 geeft de resultaten voor het voorjaar en het najaar. Te zien is dat de populatie in het voorjaar heel eenzijdig is samengesteld, bijna steeds is M. parvicella dominant aanwezig. Nog meer uitgesproken wordt de dominantie van M. parvicella wanneer voor de periode april-mei de populatiesamenstelling van gefloteerde slibben vergeleken wordt met die van gesuspendeerde slibben (zie figuur 2).
Er waren aanwijzingen dat de aanwezigheid van een duikschot in de overloop van de aëratietank naar de nabezinktank en de plaats van de overloop de vorming van een drijflaag kon beïnvloeden. Ook aan dit aspect is via bepalingen van scumindex, filament-index en mikroskopisch slibonderzoek aandacht besteed.

Resultaten en conclusies

De draadvormende bacteriën M. parvicella en N. limicola en de groep van de actinomyceten vervullen een sleutelrol bij de drijflaagvorming. Hun celwanden zijn hydrofoob waardoor de draden goed hechten aan het watergrensvlak om gasbelletjes. Het grensvlak wordt daardoor vergaand gestabiliseerd en ingesloten gas kan niet meer ontwijken. De kans op drijflaagvorming neemt sterk toe bij een filament-index > 3.
In Nederland is de drijflaagvorming duidelijk onderhevig aan een seizoensinvloed. Tijdens het voorjaar is het percentage Carrousels, waar minstens de helft van het oppervlak van de aëratietank met een drijflaag bedekt is, drie maal zo hoog als in het najaar. De sterke reductie van M. parvicella in veel zuiveringen tijdens de zomer is hier verantwoordelijk voor.
De aanwezigheid van een duikwand in de overloop van de beluchtingsruimte naar de nabezinktank is alleen later in het seizoen in belangrijke mate bepalend voor de aanwezigheid van een drijflaag op de aëratietank. Grote drijflagen op nabezinktanks werden voornamelijk waargenomen op rwzi's waar zo'n duikwand ontbrak.
Drijflaagvorming komt in Nederland voornamelijk voor op laagbelaste actief-slibinstallaties met oppervlaktebeluchters. Carrousels blijken meer dan de andere vormen van het actief-slibproces, gevoelig voor het ontstaan van drijflagen. M. parvicella komt alleen voor bij slibbelastingen < 0,15 kg BZV/kg d.s.d.
Voor de bestrijding van drijflagen en drijflaagvorming zijn anti-schuimprodukten niet effectief. Voor symptoombestrijding heeft bij niet al te flotatiegevoelige slibben het sproeien met effluent of het in beweging houden van de drijflaag nog wel eens effect. Het systematisch afvangen en verwijderen van het gefloteerde materiaal is vooralsnog de enige bestrijdingsmethode.
Preventieve aanpak richt zich op het verhinderen van de groei van de betreffende draadvormers.

ir. P.C. Stamperius

NIEUW

AFDEKKING in glasfiber

Afdekking in GUP-sandwichconstructie voor vierkante silo's tot 30 meter. Om stankoverlast op efficiënte wijze te vermijden.

Zelfdragende afdekking in GUP-sandwichconstructie, voor ronde silo's tot Ø 40 meter. Om stankoverlast op efficiënte wijze te vermijden.

MILJØ KOMPOSITTER

DK 8783 HORNSYLD

TLF. + 45 75 68 83 02 . FAX + 45 75 68 80 81

- een dochterondernemin van EM Fiberglas A/S

SIMULTANE DEFOSFATERING MET HOGE Me/P-VERHOUDINGEN

Bespreking van het STOWA-rapport 92-12 van nov. 1992

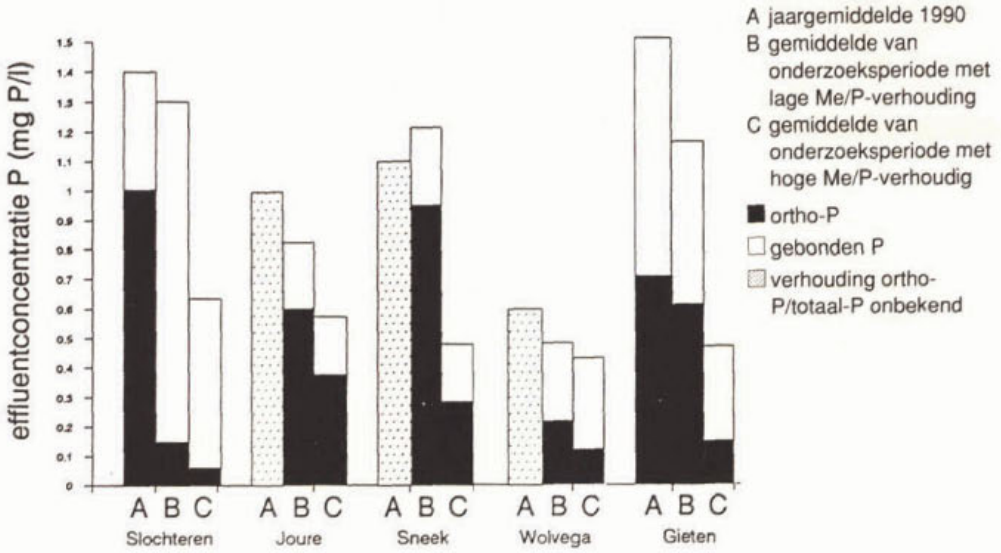
Onderdeel van het STORA PN 1992-programma was het vaststellen van de werking en van de neveneffecten van simultane defosfatering in actief-slibsystemen. Een aspect van deze wijze van defosfateren is de hoogte van de Me/P-verhouding. Het rapport behandelt praktijkonderzoek waarin de effecten van een Me/Pverhouding van circa 3 centraal stonden.
Het onderzoek werd uitgevoerd door Witteveen en Bos Raadgevende Ingenieurs (projectteam bestaande uit ir. P. de Jong, ir. J. Slange en ir. E. Voors), en namens de STOWA begeleid door een commissie bestaande uit ir. J. Boschloo (voorzitter), ing. R. van Dalen, ir. R.E.M. van Oers, ing. J. Starke en ing. P.P. Weesendorp.

Inleiding

De huidige ervaringen geven aan dat bij simultane defosfatering een Me/P-verhouding van 1,5 à 2 mol/mol kan leiden tot P_{tot}-concentraties in het effluent van 1 à 2 mg/l. De Algemene Maatregel van Bestuur die de fosfaat-effluentconcentraties voor de periode na 1995 aangeeft, is voor rwzi's van meer dan 100.000 i.e. strenger: als voortsch rijdend gem iddelde over tien opeenvolgende waarnem ingen moet de effluentconcentratie ≤1 mg P_{tot}/l zijn.
Bij chemische defosfatering wordt voornamelijk opgelost P verwijderd. Bij vergaande P-verwijdering wordt het aandeel gebonden P in het effluent steeds belangrijker. De vraagstelling van het beschreven onderzoek was dan ook of het verhogen van de Me/P-verhouding een verdere verlaging van de P_{tot}-concentratie in het effluent zou kunnen bewerkstelligen.
Op enkele rwzi's werd al jarenlang simultaan gedefosfateerd, waarbij Me/P-verhoudingen van 1,5 à 2 werden toegepast. Ook nadat het P-gehalte in de influenten, door het verdwijnen van de fosfaten uit de wasmiddelen, was afgenomen, bleef in sommige gevallen de chemicaliëndosering ongewijzigd waardoor er in wezen sprake was van een hogere Me/P-verhouding.
Er waren aanwijzingen dat bij deze Me/P-verhouding, die op circa 3 uitkwam, lagere P_{tot}-concentraties in het effluent te bereiken waren.

De uitvoering van het onderzoek

De praktijkexperimenten vonden plaats op de rwzi's Slochteren (provincie Groningen), Joure, Sneek, Wolvega (provincie Friesland) en Gieten (zuiveringsschap Drenthe), waar al jaren lang chemisch wordt gedefosfateerd.
Op alle zuiveringen is de Me/P-verhouding verhoogd tot circa 3, waarna gedurende twee tot drie maanden het P-verwijderingsproces en andere relevante parameters intensief zijn bemonsterd, bijvoorbeeld om drogestof- en fosfaatbalansen over de zuivering op te kunnen stellen. Als referenties dienden perioden met Me/Pverhoudingen van 0,9 à 2,0.



Figuur 1. Overzicht van de totaal-P-concentraties in het effluent bij verschillende Me/P-verhoudingen van de onderzochte rwzi's.

De N-verwijdering en de SVI werden tijdens de experimenten eveneens gevolgd om een eventuele invloed van de verhoogde Me/P-verhouding op deze procesparameters te kunnen vaststellen. Bemonstering en analyses werden uitgevoerd door de waterkwaliteitsbeheerders.

De resultaten

Verhoging van de Me/P-verhouding leidt voor alle vijf rwzi's tot een verlaging van de P_{tot}-concentraties in het effluent. Figuur 1 geeft voor alle onderzochte rwzi's voor de onderzoeksperiode en voor voorafgaande perioden de P_{tot}-concentraties in het effluent, in de meeste gevallen onderscheiden naar ortho-P en gebonden P.

Het blijkt mogelijk om met simultane defosfatering een P_{tot}-concentratie $\leq$ 1,0 mg/l in het effluent te bereiken als maximum van het voortschrijdend gemiddelde en als jaargemiddelde. De benodigde Me/P-verhouding verschilt per rwzi, maar in ieder geval is deze effluenteis haalbaar bij een Me/P-verhouding van circa 3 mol/mol. Opgemerkt moet worden dat de verhoogde dosering duidelijk leidde tot een verlaging van de fractie ortho-P in het effluent, terwijl de bijdrage uit het zwevend stof (gebonden P) nauwelijks afnam.

De verhoging van de Me/P-verhouding gaf geen aanleiding tot storingen in/van het zuiveringsproces. De SVI daalde, de N-verwijdering bleef onbeïnvloed en het effluent-drogestofgehalte bleef gelijk.

ir. P.C. Stamperius

BIOLOGISCHE FOSFAAT-VERWIJDERING, RANDVOORWAARDEN VOOR EEN GOED RENDEMENT

Bespreking van het STOWA-rapport 93-03 van maart 1993

In het eerste nummer van de jaargang 1993 van de "Klaarmeester" werd het STORA-rapport 91-07 "Handleiding biologische fosfaatverwijdering", van oktober 1991 besproken. Deze handleiding beoogt voor de praktijk aan te geven hoe op eenvoudige wijze de biologische P-opname in bestaande rwzi's gestimuleerd en/of gemaximaliseerd kan worden.
Bij het afronden van de handleiding werd duidelijk dat van enkele technologische aspecten nog onvoldoende bekend was. Dit betrof het vrijkomen van fosfaat bij de anaërobe slibgisting en bij nabezinken en indikken, en de invloed van lagere temperaturen en de slibleeftijd op de biologische fosfaatopname.
Het onderzoek werd uitgevoerd door de Vakgroep Milieutechnologie van de Landbouwuniversiteit (projectleider ir. P.M.J. Janssen), en namens de STOWA begeleid door een commissie bestaande uit ir. K.F. de Korte (voorzitter), ir. P.J.M. Knaapen, ir. E. Leeuw, ir. A.W.A. de Man, ir. J.H. Rensink en ir. P.C. Stamperius.

Inleiding

De belangstelling voor biologische fosfaatverwijdering als defosfateringstechniek in de afvalwaterzuivering is de laatste jaren sterk toegenomen. Op een aantal rwzi's in Nederland wordt deze techniek in de praktijk toegepast. Voor de Nederlandse situatie is de reeds hierboven genoemde "Handleiding biologische fosfaatverwijdering" uitgebracht, die op basis van binnen- en buitenlandse onderzoeks- en praktijkresultaten richtlijnen en praktische regels geeft voor de introductie van biologische fosfaatverwijdering voor verbetering van het fosfaatverwijderingsrendement.
Hoewel de ontwerpgrondslagen voor biologische fosfaatverwijdering in een actief-slibinrichting daarmee redelijk goed zijn aan te geven, bleek er bij het doorlichten van de voorbeeld-installaties van de handleiding voor enkele technologische aspecten onvoldoende bekend van hun relatie met de biologische fosfaatverwijdering en het fosfaatverwijderingsrendement.
De technologische aspecten waaraan in rapport 93-03 meer aandacht wordt besteed, zijn:
- het vrijkomen van fosfaat tijdens bezinken en indikken;
- het vrijkomen van fosfaat tijdens de anaërobe slibgisting;
- de invloed van lage temperaturen op de biologische fosfaatverwijdering;
- de relatie tussen slibleeftijd en biologische fosfaatverwijdering.

De uitvoering van het onderzoek

Het onderzoek is op laboratoriumschaal uitgevoerd. Biologisch defosfaterend slib voor de verschillende experimenten werd verkregen uit meerdere volgens het "fill and draw" principe bedreven en met huishoudelijk afvalwater gevoede actief-slib-

EEN BETROUWBARE ANALYSE, EEN RESULTAAT MET MEERWAARDE

Erkend door STERLAB

QUALIFIED BY STERLAB

Het ***KEMA Scheikundig Laboratorium*** richt zich op specialistische ondersteuning van een hoog kwaliteitsniveau, ter verwezenlijking van effectieve, bedrijfszekere en milieuvriendelijke processen.
Het laboratorium kan u de volgende diensten aan bieden:
• verzorgen van monstername, -conservering en -transport • analyseren, evalueren en adviseren • organiseren van ringonderzoeken • arbitrage • testen van specificaties van analytisch-chemische laboratoriumapparatuur • adviseren bij het ontwerpen van laboratoriuminfrastructuren • opleiden en trainen van laboratoriumpersoneel in analytisch-chemische technieken en kwaliteitsborging • evalueren van on-line monitoren voor de chemische bedrijfscontrole • adviseren bij implementatie van procesmonitoren en (automatische) monsternamesystemen.

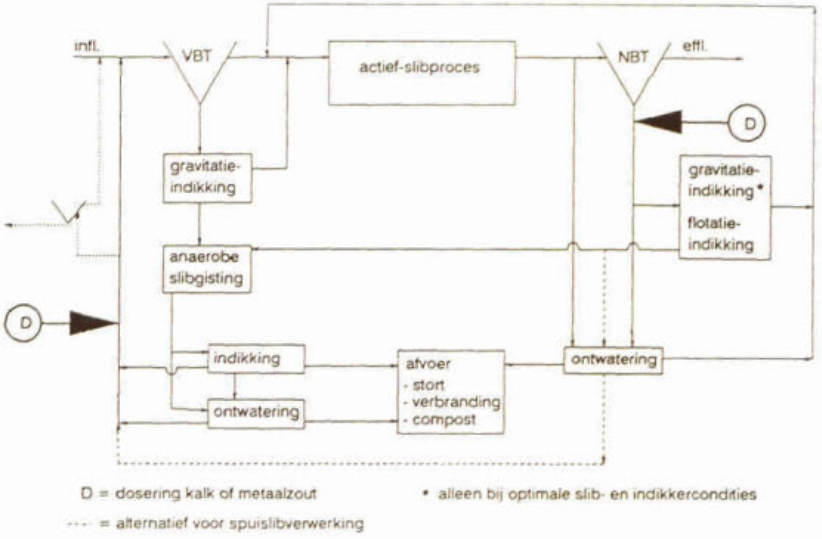
Meer informatie:
G.C.A.M. Heemskerk
Telefoon (085) 56 27 37

KEMA

opstellingen in de proefhal te Bennekom. Onder deze goed te beheersen condities kon slib voor met elkaar vergelijkbare batchproeven gegenereerd worden. Ook was het mogelijk om doseringen van nitraat, acetaat of fosfaat aan de reactoren toe te voegen.
Het vrijkomen van fosfaat bij biologisch defosfaterend slib tijdens het bezinken en het indikken, en de invloed van lage temperaturen op de biologische fosfaatverwijdering is onderzocht in batchexperimenten, respectievelijk in batch-experimenten en in continue reactoren.
Het vrijkomen van fosfaat bij de anaërobe slibgisting is onderzocht in meerdere parallel bedreven slibgistingsvaten, terwijl het onderzoek naar de relatie tussen de slibleeftijd en de biologische fosfaatverwijdering plaatsvond in vier parallel bedreven actief-slibopstellingen volgens het "fill and draw" principe.
Het rapport behandelt de vier genoemde technologische aspecten in drie hoofdstukken. Het gedrag van biologisch opgenomen fosfaat tijdens de nabezinking, de indikking en de anaërobe slibgisting wordt in één hoofdstuk te zamen genomen. Aparte hoofdstukken worden gewijd aan de biologische fosfaatverwijdering tijdens lage temperaturen en aan de biologische fosfaatverwijdering en de slibleeftijd. Voor ieder aspect wordt het stramien gevolgd van een inventarisatie van de bestaande ervaringen, een bespreking van de eigen onderzoeksresultaten, en conclusies en aanbevelingen voor de praktijk. Hieronder worden enkele belangrijke uitspraken voor de verschillende onderzochte technologische knelpunten gegeven.

Het vrijkomen van fosfaat tijdens de nabezinking en indikking

Bij de slibbezinking is het belangrijk te voorkomen dat het slib van de anoxische naar de anaërobe toestand overgaat. Verkorting van de slibverblijftijd in de nabezinktank, waarbij een lage SVI gunstig is, en/of het aanhouden van een hoger



Figuur 1. Schematische weergave van de mogelijkheden voor de slibverwerking bij een biologisch defosfaterend actief-slibproces

nitraatgehalte kunnen fosfaatafgifte verhinderen. Het verhogen van het zuurstofgehalte aan het eind van de aërobe fase heeft slechts een zeer gering effect.
Van belang is ook dat zo weinig mogelijk turbulentie optreedt en het uitwisselingsoppervlak tussen slib en vloeistoffase zo gering mogelijk is. Dit pleit voor actief-slibsystemen met een lage slibbelasting.
Om de terugvoer van opgelost fosfaat vanuit de slibverwerking te voorkomen of te verminderen, kan men de fosfaatafgifte proberen te voorkomen door het biologisch defosfaterend spuislib zo snel mogelijk te verwerken. Anderzijds kunnen maatregelen worden genomen om het bij de slibverwerking vrijgekomen fosfaat via dosering van chemicaliën te laten precipiteren. In figuur 1 worden deze mogelijkheden voor de slibverwerking schematisch weergegeven.
De fosfaatafgifte bij het slib dat de nabezinktank ingaat, is onafhankelijk van het P-gehalte van het slib. Bepalend voor de hoogte en de snelheid van de fosfaatafgifte is de (beperkte) aanwezigheid van substraat of de lage respiratiesnelheid van het slib. Bij langdurig gravitatie-indikken van biologisch defosfaterend slib kan 20 tot 30% van het gebonden fosfaat vrij komen.

Het vrijkomen van fosfaat bij de anaërobe slibgisting

Bij de anaërobe vergisting van biologisch defosfaterend slib gaat circa 30% van de gebonden hoeveelheid fosfaat in oplossing. Dit percentage is onafhankelijk van de gistingstijd en het P-gehalte van het slib. o-P-concentraties tot ruim 700 mg/l kunnen daarbij ontstaan. Het is mogelijk door de dosering van chemicaliën om 90% van het opgelosten fosfaat te precipiteren.

De invloed van lage temperaturen

De temperatuur speelt een overheersende rol bij de nitrificatie en denitrificatie. Op de biologische defosfatering is er sprake van een indirecte invloed. Lage temperaturen tot 6,5°C hebben geen negatieve invloed op het biologisch P-rendement, mits voldoende vetzuren in de anaërobe zone voorhanden zijn. Een verminderd aanbod van lagere vetzuren reduceert de selectie van fosfaataccumuleerders, hetgeen op den duur resulteert in een verminderde fosfaatopnamecapaciteit. Tijdens winterse omstandigheden kan het lonend zijn gebruikte maken van de lagere vetzuren die zich in primair slib bevinden.

De invloed van de slibleeftijd

Het functioneren van het proces van biologische fosfaatverwijdering is tot minimaal een slibleeftijd van 40 dagen goed mogelijk en onafhankelijk van de slibleeftijd, onder voorwaarde dat de nitraatbelasting in de anaërobe zone niet verandert. De fosfaat-accumuleerders handhaven zich bij hogere slibleeftijden ten opzicht van andere heterotrofe bacteriën.
Overeenkomstig de bestaande ervaringen wordt bij een toenemende slibleeftijd een toenemend P-gehalte in het slib waargenomen. Dit laatste duidt op een hoger aandeel fosfaat-accumuleerders in het slib ten opzichte van andere bacteriën.

ir. P.C. Stamperius

SVEDALA

De verstoppingsvrije onderwaterpompen van Robot komen zelden boven water. Daar is ook geen reden voor. Eenmaal geïnstalleerd doen ze namelijk uitsluitend waarvoor ze zijn bedacht en gemaakt. Pompen, pompen en nog eens pompen. Op talloze manieren. Want voor ieder pompprobleem heeft Robot een oplossing, of het nu gaat om een losse pomp of komplete installatie. Met Robot haalt u veertig jaar ervaring in uw bedrijf. En dat werkt vertrouwd.

40 jaar

robot pompen

DE BESTE OPLOSSING

40 JAAR POMPEN, POMPEN EN NOG 'NS POMPEN.

Robot Pompen BV Postbus 140 2400 AC Alphen aan den Rijn Telefoon (01720) 18686 Telefax (01720) 18649
M.i.v. 10 oktober 1995: Telefoon (0172) 418686 Telefax (0172) 418649

P-VERWIJDERING VIA POSTPRECIPITATIE MET KALK EN MAGNETIET

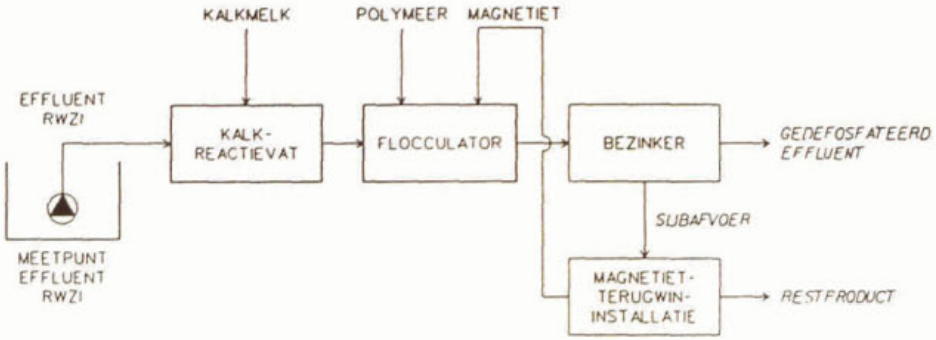
Bespreking van het STOWA-rapport 93-01 van februari 1993.

Door verlaging van het fosfaatgehalte in het influent in de afgelopen jaren werd defosfatering door middel van hoge-gradiënt magnetische scheiding duurder dan de meeste andere defosfateringstechnieken. Door ENVIMAG B.V. (voorheen Smit Nijmegen) werd om die reden een techniek ontwikkeld waarbij fosfaten met calciumhydroxyde werden geprecipiteerd, waarna de vlokken met magnetiet als inert vlokkingsmiddel versneld konden bezinken in bezinkbassins.
Op semi-technische schaal is de magnetietdefosfatering op de rwzi Geldermalsen onderzocht om de toepasbaarheid van deze defosfateringsvariant onder praktijkomstandigheden vast te kunnen stellen.
Het onderzoek werd opgedragen aan HASKONING B.V. (projectteam bestaande uit ir. W. van Starkenburg en ir. A.H.H.M. Schomaker), en namens de STOWA begeleid door een commissie bestaande uit ing. R. van Dalen (voorzitter), dr.ir. J.L. de Reuver, ing. J.G. Segers en ir. P.C. Stamperius.
Aan het onderzoek werd deelgenomen door ENVIMAG B.V., die de semi-techni sche installatie bouwde en door het zuiveringsschap Rivierenland, dat de onderzoekslocatie en een aantal technische faciliteiten ter beschikking stelde.

Inleiding

Magnetietdefosfatering is gebaseerd op de eigenschap van magnetiet dat het goed hecht aan calciumfosfaat. Het is een nageschakelde defosfateringstechniek; na de nabezinktank worden kalk, polymeer en magnetiet gedoseerd. De calciumfosfaat-magnetiet-vlok bezinkt zeer goed. Door het hoge soortelijke gewicht van magnetiet neemt de bezinksnelheid toe met een factor 10. Er kan dus met een aanmerkelijk kleinere bezinkeenheid worden volstaan. Het magnetiet kan met een effectiviteit > 99,5% worden teruggewonnen en hergebruikt. De kwaliteit van het calciumfosfaat is vergelijkbaar met die van het eindprodukt van de korrelreactor en de magnetische separatie.
Experimenten op laboratoriumschaal toonden aan dat de toevoeging van magnetiet bij defosfatering met kalk en polymeer de P_{tot}-gehalten in het effluent van circa 1 mg/l terug konden brengen tot < 0,5 mg/l.
Als vervolg op deze experimenten is semi-technisch onderzoek uitgevoerd, waarin vastgesteld dienden te worden:

- de haalbare P_{tot}-concentraties in het effluent van rwzi's;
- de gevoeligheid en betrouwbaarheid van de techniek onder praktijkomstandigheden;
- dimensioneringsgrondslagen bij toepassing in de waterlijn;
- kosten bij toepassing op praktijkschaal.



Figuur 1. Processchema van de magenetietdefosfatering met de proefinstallatie op de rwzi Geldermalsen

De uitvoering van het onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd met een semi-technische proefinstallatie op de rwzi Geldermalsen, waar huishoudelijk afvalwater wordt behandeld in een combinatie van een laagbelaste actief-slibinstallatie en oxydatiebedden. Figuur 1 geeft het processchema. Binnen de hierboven genoemde doelstellingen van het onderzoek waren de experimenten gericht op het vaststellen van de invloed van variaties in de kalk-, magnetiet- en polymeerdoseringen en van de oppervlaktebelasting op het functioneren van het proces.

Resultaten

Onder optimale instellingen kan een P_{tot}-gehalte van 0,5 - 0,8 mg/l in het effluent worden gehaald. De daarbij toegepaste oppervlaktebelasting bedraagt 8 m/h. De geringe variatie in de waargenomen P_{tot}-gehalten als gevolg van variatie in de basisinstellingen wijst op een robuuste techniek.
Met de magnetietdefosfatering wordt nog een aanzienlijke hoeveelheid van de rest-BZV en -CZV van het effluent verwijderd. Het drogestofgehalte van het effluent kan echter aanzienlijk toenemen. Het bestaat voor een deel uit calciumcarbonaat dat tijdens de kalkreactie wordt gevormd en als gevolg van de hoge pH van het water neerslaat.
De hoeveelheid geproduceerd kalkfosfaatslib bedraagt bij een kalkdosering van 220 - 250 mg/l circa 240 g/m^3 behandeld water.
Als ontwerpgrondslagen voor praktijkinstallaties, waar P_{tot} in het effluent ≤1 mg/l is, zijn uit het onderzoek afgeleid: oppervlaktebelasting 8 m/h, kalkdosering tot pH 10,5, magnetietdosering 1 g/l en polymeerdosering 1 mg/l.
De kosten van P-verwijdering via magnetietdefosfatering zijn begroot op *f* 17, per i.e. bij een rwzi-capaciteit van 50.000 i.e., en *f* 14,— per i.e. bij installaties van 100.000 i.e.; dit voor een situatie waar het kalkfosfaatslib kostenneutraal kan worden afgezet. Bij storten van dit restprodukt bedragen de meerkosten circa *f* 7,50 per i.e.

ir. P.C. Stamperius

ADVERTEERDERSINDEX

A.T.M. b.v., Moerdijk 182
AB-Milieusyst., Wadenoyen 48
Allied Colloids Nederland B.V., Baarn 186
Applied Proces Technologie B.V., Alphen a/d Rijn 90
Aquapartner, Doetinchem 44
Aquapur B.V., Vlaardingen 206
B.T.G. Techniek B.V., Barendrecht 6
BTM Zwolle, Zwolle 222
Bergmann B.V., Rotterdam 32
Bernard Kin B.V., Rijen 226
Betonindustrie Zwolle B.V., Zwolle 206
Bierman Adviesbureau, Purmerend 4
Bonna Vianen, Vianen 202
Bosker & Zonen B.V., Termunterzijl 124
Brinck HMT, Amersfoort 240
Civiele Techniek Nederland B.V, Lochem 212
DLO Staringcentrum afd. WIO, Wageningen 178
Dirkse Milieutechniek B.V., Heerenveen 74
Distrimex Pompen, Doetinchem 26
Dorr Olivier B.V., Hoofddorp 142
Dr. Lange Nederland B.V., Kesteren omslag 4
E.M.Engineering B.V., Kessel 232
Endress + Hauser Nederland B.V., Naarden 160
Entec Holland B.V., Capelle aan den IJssel 14
Ergon Electric B.V., Apeldoorn 182
EuroCeramic B.V., Belfeld 218
Eurostore b.v.b.a., Antwerpen(Belgie) 8
Eurotherm B.V., Zoeterwoude 70
Farmex Milieutechniek B.V., Drachten 156
GTI Mechanical B.V., Geleen 56
Galjaard B.V., Schijndel 218
H.P.Well Screen V.O.F., Wierden 222
HAB Water & Milieu B.V., Leusden 90
Heidemij Advies b.v., Arnhem 102
Hillen de Lelie b.v., Amsterdam 222
Hobre Instruments b.v., Purmerend 226
Honsberg Fa., Eemnes 198
Hoogendonk B.V., Giessen 108 en 130
Hubert B.V., Stavoren 80
ITT Flygt B.V., Dordrecht 138 en 150

Merrem André de la Porte: solide partner voor de waterbehandeling

beluchtingsapparaten
keramische beluchters
membraambeluchters
borstelbeluchters
ejectorbeluchters

mechanische apparaten / constructie
ruimerbruggen
vijzelpompen
indikkers
harkroosters
zandvangers
voortstuwers
roerwerken

slibbehandelings-apparaten
decanteerders, centrifuges en zeefbanden

meet- en regelapparatuur
zuurstofmeters
debietmeters
slibconcentratiemeters
pH-meters
cooling tower control
ds-meters
troebelheidsmeters
redoxmeters

waterbehandeling
ontzouting
omgekeerde osmose
ontharding
ultra- en microfiltratie
filterspoelkoppen, sproeiers

afvalwaterbehandeling
compact installaties
turnkey installaties

appendages
terugslagkleppen

bemonsteringsapparaten

MERREM ANDRÉ DE LA PORTE

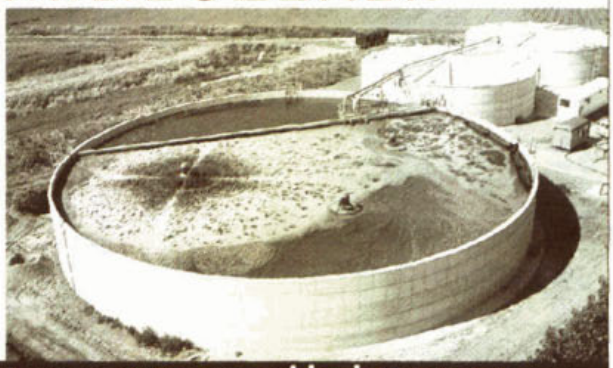
Merrem André de la Porte B.V. Verkoopgroep Water- en Slibtechniek
Veilingweg 2, 5301 KM Zaltbommel, Telefoon (04180) 789 70, Telefax (04180) 401 34
per 10-10-'95: (0418) 57 89 70, Telefax (0418) 54 01 34

Impex B.V., 's-Gravenpolder 38
Kema N.V., Arnhem 258
Kemwater B.V., Rozenburg 242
Kim Apparatenbouw, Doetinchem 114
Kiwa n.v., Rijswijk 166
Klic Nederland, Utrecht 70
Kuipers Ingenieursbureau, Nieuwegein 120
Landbouw Universiteit Wageningen, Wageningen 236
Landustrie Machinefabriek, Sneek 20
Leun, van der, Sliedrecht 124
Lunzen B.V., Barneveld 96
Magendans Adviesburo, Andelst 90
Mast B.V., Ing.Buro van der, Gorinchem 120
Merrem Andre de la Porte B.V., Zaltbommel 264
Miljö Kompositter APS, Hornsyld (Denemarken) 254
Oranjewoud, Heinkenszand omslag 3
P.B.N.A., Arnhem omslag 2
P.I.V. Eldutronik B.V., Bladel 2
Raak Milieutechniek B.V, L. van, Bunnik 192
REYM Ontwateringstechniek, Rotterdam 84
RIWA, Amsterdam 198
Retsch B.V., Ochten 174
Robot Pompen b.v., Alphen aan de Rijn 260
Rogier, Nerincx, Richter BV, Bergen op Zoom 160
Rossmark, Almelo 52
Schmidt Agenturen, Spijkenisse 226
Seeberger GmbH & Co, Amersfoort 96
Solvay Chemie BV., Amsterdam 212
Stockhausen Gmbh, Krefeld (BRD) 246
Stork Bosman b.v., Piershil 64
Stork Haigh Nederland B.V., Oldenzaal 74
Vandenbroek International B.V., Driebergen 44
Vertis B.V., Veendam 60
Vonkdata, Coevorden 250
Wacon-Aquaven, Maasbree 114
Woerner Smeersystemen B.V., Barneveld 120
Wolf-System B.V., Kampen 264

Wolf silo's

type: Gewapend betonnen silo's; monoliet gestort
toepassing: Afvalwater; slib; poeder etc.
afmeting: Diameter en hoogte tot 40 m.
situering: Bovengronds of ingegraven; ook in grondwater
bouwtijd: Zeer korte bouwtijd (speciale bekisting)
ervaring: Al meer dan 60.000 silo's gebouwd

OPSLAG MILIEUZEKER



wolf SYSTEM

Wolf-system b.v.
Postbus 406
8260 AK Kampen
Tel: 05202 - 29 037
Fax: 05202 - 29 047

Europa's grootste silobouwer

Slibproblemen?

'Oranjewoud' dikt ze in en lost ze op

Integrale aanpak waterbodem-sanering:
- onderzoek en advies
- milieubaggeren, eventueel volgens in eigen beheer ontwikkelde unieke methode
- ontwateren
- afzet slibkoek

Eigen materieel:
- baggerboten
- ontwateringsapparatuur
- mobiele zeefbandpers
- mobiele decanter

Meer informatie?

Bel onze dichtstbijzijnde vestiging of neem contact op met ons rayon-kantoor in Zeeland, het adres is:
Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V.
Rayon Zeeland
Postbus 6, 4450 AB Heinkenszand
Telefoon: 01106-3232
Telefax: 01106-3919

oranjewoud

District Noord	District Oost	District Midden	District West	District Zuid
Heerenveen	Deventer	Almere-Stad	Capelle a/d IJssel	Oosterhout
05130-34567	05700-79444	036-5396411	010-4477744	01620-87000

van AFVALWATER- tot DRINKWATER- analyses

■ *Voor elke stap in de kringloop van afvalwater tot drinkwater levert Dr. Lange wateranalysesystemen. Met name op de RWZI's worden deze systemen reeds jarenlang toegepast. Zowel de kuvettentests als de continue metingen.*

Het Dr. Lange leveringsprogramma voor wateranalyses omvat:

- Fotometers en kuvettentests voor:
  - Somparameters (CZV, N-tot, P-tot)
  - Nutriënten (NO_3, NO_2, NH_4, PO_4)
  - Metalen (Al, Fe, etc.)
  - Overige parameters (> 60 tests)
- Biologisch zuurstofverbruik apparatuur
- Toxiciteitsmeters (conform NVN 6516)
- Veld- en laboratoriumapparatuur voor pH, zuurstof en geleidbaarheid
- Laboratorium-troebelheidsmeters
- Continue metingen voor NO_x, NO_2, NH_4, CZV, PO_4
- Slibconcentratie/slibspiegel meters, zowel continue als portable
- Proces-troebelheidsmeters

DR LANGE

BEL NU voor meer informatie
of voor het maken van een afspraak.
Dr. Lange Benelux, tel. (08886) 3003

Telefoonnummer na 10-10-'95 0488-483003

Druk en grafische verzorging Elma Edities B.V. - Noord-Scharwoude - 02260 - 16264* - 1995