

NN31050.81-8

1981-08

stora

Slibontwatering

3. Optimalisering van slibontwatering met polyelektrolyt (Zeefbandpersen - uitgegist slib)

Bibliotheek STOWA

stowa

alleen ter inzage, niet voor uitlening
nagebruik RETOUR s.v.p.

serie: thema *zuiveringstechniek*
slibontwatering en slibbehandeling

81-8

2/11/2008 8)

stora

postbus 414, 2280 AK Rijswijk Z.H. ☎ 070 - 980.287

stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

BIBLIOTHEEK DE HAAFF

Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

2 DEC 2003

Slibontwatering

**3. Optimalisering van slibontwatering
met polyelektrolyt
(Zeefbandpersen - uitgist slib)**

STOWA

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 8090

3503 RB Utrecht

tel. 030-321199

fax 030-321766

Publikaties en het publikatieoverzicht
kunt u uitsluitend bestellen bij:

Hageman Verpakkers BV

Postbus 281

2700 AC Zoetermeer

tel. 079-611188

fax 079-613927

o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.

1707729

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0928 9295

Inhoud

		I
	Ten geleide	III
1	SAMENVATTING	1 - 2
2	INLEIDING	3
3	VOORONDERZOEK	4
4	EIGENSCHAPPEN VAN UITGEGIST SLIB	5 - 9
4.1	Niet-geconditioneerd slib	5 - 6
4.2	Conditionering met polyelektrolyten	6 - 8
4.3	Conditionering met ijzerchloride en kalk	8 - 9
5	OPTIMALISERING VAN DE VERWERKING	10 - 15
5.1	Slibeigenschappen en prestaties van de zeefbandpers van rwzi Zeist (Klein 15/3)	11 - 12
5.2	Evaluatie van polyelektrolyten op laboratorium- en praktijkschaal	12 - 14
6	SELECTIE VAN POLYELEKTROLYTEN	15 - 26
6.1	Karakterisering en vergelijking van slibben	16 - 20
6.2	Vergelijking van laboratoriumresultaten met de praktijk	20 - 23
6.3	Fysisch-chemisch onderzoek naar de werking van polyelektrolyten op uitgest gist slib	24 - 27
7	LITERATUUR	27

Ten geleide

Bij de ontwatering van zuiveringsslib is steeds sprake van een compromis tussen de kwaliteit van het uitgangsmateriaal, het drogestofgehalte van het eindprodukt en de kosten, dit als functie van ontwateringsapparatuur, conditioneringsmiddelen, transportafstand en afzetmogelijkheden.

In technische zin gaat het bij dit compromis om kennis van het verband tussen slibeigenschappen, ontwateringskenmerken en prestaties van de ontwateringsapparatuur.

Met het project "Slibontwatering" beoogt het algemeen bestuur van de STORA deze kennis te bundelen, uit te diepen en aan te vullen.

Het onderzoek werd op advies van de Onderzoekadviescommissie* van de STORA door dit bestuur opgedragen aan het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO te Delft en uitgevoerd in vier fasen: literatuuronderzoek naar de aard van de waterbinding in zuiveringsslib (fase 1), inventarisatie van het verband tussen slibeigenschappen en de resultaten van slibverwerkingsapparatuur (fase 2), optimalisering van slibontwatering met polyelektrolyt en zeefbandpersen, zowel voor aëroob (fase 3) als anaëroob gestabiliseerd slib (fase 4).

Om de resultaten van het onderzoek voor de praktijk van alle dag te ontsluiten, wordt het project afgesloten met een handleiding die zal worden samengesteld op basis van de rapporten van de laatste twee fasen.

Het thans voorliggende rapport bevat het resultaat van de vierde fase, de optimalisering van de ontwatering van uitgegist slib met zeefbandpersen en polyelektrolyt als conditioneringsmiddel.

Bij de uitvoering van dit deelproject werd TNO namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit: ir. R. Karper (voorzitter), ir. H.M.J. Scheltinga, ing. J. Teerink, dr.ir. W.C. Witvoet en ing. D. Wouda.

Rijswijk, januari 1982.

De directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

* De Onderzoekadviescommissie, die tot dit project adviseerde, bestond uit:
prof.ir. A.C.J. Koot (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en
dr.ir. H.J. Eggink, prof.dr. P.G. Fohr, ir. R. Karper, ir. C.H. Kuggeleijn, ir. J.S.
Kuyper, ir. Th.G. Martijn, ir. H.A. Meijer, ir. H.M.J. Scheltinga, dr.ir. D.W. Scholte
Ubing, ir. J. van Selm, ir. M. Tiessens, drs. A.A. Wismeijer (leden).

SAMENVATTING

Na eerder onderzoek naar de verwerking van aëroob gestabiliseerd slib met zeefbandpersen is een analoog onderzoek naar de ontwatering van uitgegist slib met dit type ontwateringsapparatuur opgezet en uitgevoerd.

Na een inleidend onderzoek naar de eigenschappen van het uitgegiste slib van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) van Utrecht en Zeist is vervolgens nagegaan of de conditionering en de ontwatering van uitgegist slib in de praktijk kan worden gevolgd en geoptimaliseerd met eenvoudige, op het laboratorium uit te voeren testen. Hiertoe is uitgegaan van het uitgegiste slib van de rwzi Zeist. Op deze rwzi wordt het slib ontwaterd met een zeefbandpers van het merk Klein, type 15/3 (vlak).

Er is zowel laboratorium- als praktijkonderzoek uitgevoerd. Het eerstgenoemde omvat onder meer een gestandaardiseerde conditioneringstest alsmede de bepaling van ontwateringsparameters. Bij het praktijkonderzoek is een aantal variabelen in de ontwatering met de zeefbandpers gewijzigd; te weten de bandsnelheid, het toerental van de conditionerings- of mengtrommel, het type polyelektrolyt en de dosering van polyelektrolyt. Hierbij is onderzocht of veranderingen in het bereikte drogestofgehalte van het slib na ontwatering met de zeefbandpers in verband staan met veranderingen in de slibeigenschappen die gemeten worden met ontwateringsparameters.

Vervolgens is onderzocht of de bruikbaarheid van de polyelektrolyten op laboratoriumschaal kan worden vastgesteld; met andere woorden of polyelektrolyten op laboratoriumschaal kunnen worden geselecteerd ten behoeve van optimale ontwatering met de aanwezige zeefbandpers. Hiertoe is een vergelijkend onderzoek op laboratorium- en op praktijkschaal uitgevoerd met een zestal verschillende polyelektrolyten.

Met de uitgegiste slibben van zes rwzi's is verder een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om polyelektrolyten te selecteren en optimaal te gebruiken bij de ontwatering van uitgegist slib op verschillende typen zeefbandpersen.

Het onderzoek is uitgevoerd als een momentopname (eenmalig), uitsluitend met laboratoriumtesten. Als variabelen bij de conditionering op laboratoriumschaal zijn het type polyelektrolyt, de polyelektrolytdosering en de roertijd gebruikt.

Bij het onderzoek is een groot aantal polyelektrolyten (p.e.'s) gebruikt. Bij de keuze van de p.e.'s is gestreefd naar een variatie in het percentage positief geladen groepen. Hiervoor is Praestol gekozen, omdat Praestol 444 K als standaard-p.e. wordt gebruikt. Daarnaast zijn de p.e.'s onderzocht die ten tijde van het onderzoek op de desbetreffende rwzi's in gebruik waren. Het onderzoek is verricht met een aantal verschillende typen zeefbandpersen.*

Uit het onderzoek blijkt het volgende:

- Op eenvoudige wijze kunnen polyelektrolyten worden geselecteerd voor de ontwatering van uitgegist slib op zeefbandpersen. Voor de onderzochte slibben blijkt keuze uit een aantal goed werkende poly-

*Dit onderzoek mag of kan niet worden uitgelegd als een vergelijkende "consumententest" voor polyelektrolyten en zeefbandpersen.

elektrolyten mogelijk. Selectie op meer gronden dan uitsluitend de werkzaamheid kan worden overwogen. (In dit verband kan worden gedacht aan de kostprijs en de hanteerbaarheid van de polyelektrolyt bij het aanmaken van de gebruiksooplossing).

- . Op basis van de MFT-test en de turbiditeitstest kan worden vastgesteld of op rioolwaterzuiveringsinrichtingen voor de desbetreffende slibben geschikte polyelektrolyten worden gebruikt. Hierbij kan naar voren komen dat de mengintensiteit tijdens het conditioneren wellicht niet optimaal is.
- . Een variabele mengintensiteit bij het conditioneren is belangrijk. De optimale mengintensiteit is voor een gegeven slib afhankelijk van het type polyelektrolyt en de gebruikte dosering.
- . Uitgegiste slibben kunnen wat betreft hun ontwateringsmogelijkheden op zeefbandpersen worden gekarakteriseerd met behulp van een laboratoriumconditionering bij een aantal doseringen van Praestol 444K, waarbij het percentage droge stof van de MFT-test wordt bepaald. Dit schept de mogelijkheid om op eenvoudige wijze slibben onderling te vergelijken, uitspraken te doen over de verkregen ontwateringsresultaten bij bestaande installaties en prognoses te geven over de ontwateringsmogelijkheden van andere "onbekende" slibben.
- . Deze bevindingen met uitgestist slib komen goed overeen met de resultaten die met aëroob gestabiliseerd slib zijn bereikt.

Na eerder onderzoek³ naar de verwerking van aëroob gestabiliseerd slib met zeefbandpersen is de verwerking van uitgegist slib met zeefbandpersen onderzocht. De totale verwerkingscapaciteit van de zeefbandpersen die in Nederland uitgegist slib ontwateren bedroeg in 1977 meer dan één miljoen inwonerequivalenten.

Dit onderzoek aan uitgegist slib kon beperkter van omvang zijn doordat eerder opgedane ervaringen bij het onderzoek aan aëroob gestabiliseerd slib een snellere aanpak mogelijk maakten.

In grote lijnen werd een analoge benadering toegepast.

Na een vooronderzoek aan uitgegist slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Utrecht zijn de eigenschappen van al of niet geconditioneerd uitgegist slib onderzocht op verschillende fysisch-chemische parameters en ontwateringsparameters. Vervolgens werd het onderzoek toegespitst op 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 selectie van polyelektrolyten op laboratorium- en op praktijkschaal.

De selectieprocedure van polyelektrolyten (p.e.'s) in de praktijk is geverifieerd bij een zestal rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) waar uitgegist slib met verschillende typen zeefbandpersen wordt ontwaterd.

Voor een beschrijving van de uitgevoerde bepalingen, werkwijzen voor conditionering en dergelijke wordt verwezen naar lit. 3. Voor directe informatie die uitsluitend de metingen en de interpretatie van de resultaten betreft, wordt verwezen naar lit. 4. De literatuurstudies die aan het praktisch onderzoek zijn voorafgegaan worden in lit. 1 en 2 vermeld.

Het doel van het vooronderzoek was na te gaan of de gevolgde werkwijze bij aëroob gestabiliseerd slib en de gehanteerde ontwateringsparameters zich in principe ook laten toepassen bij uitgegist slib. Het uitgegiste slib van de rioolwaterzuiveringsinrichting Utrecht is hiervoor gekozen.

Het vooronderzoek omvatte allereerst verificatie of de eerder gekozen standaardcondities van de MFT-test (0,5 bar onderdruk en 10 min. filtratietijd) toepasbaar zijn bij uitgegist slib.

Vervolgens is nagegaan of de standaardconditioneringstest, die op laboratoriumschaal wordt uitgevoerd, aansluit bij de conditionering die in de praktijk bij uitgegist slib wordt gevolgd.

Tevens werd de invloed nagegaan van enkele typen p.e.'s op ontwateringsparameters, zoals de MFT-test en de turbiditeit, bij gebruik van uitgegist slib. Selectie van p.e.'s is immers alleen mogelijk wanneer significant reagerende ontwateringsparameters ter beschikking staan. De resultaten van het vooronderzoek waren dermate gunstig dat een analoge uitvoering van het onderzoek als bij aëroob gestabiliseerd slib kon worden opgezet. Dit houdt in dat gelijke condities voor de MFT-test, alsmede dezelfde p.e. voor karakterisering (Praestol 444K) kon worden gebruikt.

De karakterisering van het slib van de rwzi Utrecht en de selectie van p.e.'s worden in hoofdstuk 6 behandeld.

4 EIGENSCHAPPEN VAN UITGEGIST SLIB

In dit hoofdstuk zijn van een tweetal uitgegiste slibben enkele metingen aangaande de eigenschappen van het niet-geconditioneerde slib en van het slib na conditionering met polyelektrolyten respectievelijk FeCl_3 /kalk weergegeven.

4.1 Niet-geconditioneerd slib

In tabel 1 zijn diverse ontwaterings-, biochemische en fysisch-chemische parameters van het uitgegiste slib van de rwzi's Utrecht en Zeist opgenomen. Ter illustratie van het verschil in eigenschappen tussen dit slibtype en aëroob gestabiliseerd slib zijn eveneens gegevens van het eerder uitgevoerde onderzoek aan aëroob gestabiliseerd slib opgenomen.

uitgangsmateriaal 15 g d.s./l	uitgelist slib van rwzi		aëroob gestab. slib van rwzi*	
	Utrecht	Zeist	Bunnik	Katwijk
<u>ontwateringsparameters</u>				
- spec. weerstand 0,5 bar [10 ¹² m/kg]	200	230	1,8	3,2
- afzuigtijd [s]	>6000	>7500	81	140
- CST [s]	380	1200	22	28
- % as	38	39	22	33
<u>biochemische parameters</u>				
- DNA [% op droge stof]	1,25	0,84	0,7	0,4
- dehydrogenase act. [extinctie eenheden]	0,33	0,25	1,30	0,38
- katalase act. [% H ₂ O ₂ afname per min.]	7,8	7,9	28	14
- biologische act. coeff. [dehydrogenase act./ % DNA]	0,26	0,30	1,9	0,95
- gasproductie 37°C 7 dagen [l/kg org. stof]	28	31	-	-
<u>fysisch-chemische parameters</u>				
- pH slib suspensie	7,82	8,12	7,06	7,19
- pH filtraat	7,55	7,75	7,39	7,55
- ioncap. van slib [m. eq. per g.org.stof]	15,3	10,1	7,07	5,21
- ioncap. van waterfase die behoort bij 1 g.org.stof [m. eq. per g.org.stof]	6,3	6,3	0,37	1,47
- geleidbaarheid slib suspensie [m Siemens/cm]	3,8	5,7	0,72	2,34
- geleidbaarheid supernatant [m Siemens/cm]	4,2	6,3	0,72	2,42
- turbiditeit supernatant [NTU]	165	16	4,7	8,0
- polysuiker in supernatant na filtratie over bacteriefilter [ext. eenheden]	0,24	1,47	0,10	0,09

Tabel 1. Metingen aan niet-geconditioneerd slib

* ex.lit.2

In tabel 1 is naast enkele voor de ontwatering relevante parameters ook een beperkt aantal biochemische en fysisch-chemische parameters opgenomen. Het meten van de biochemische parameters heeft tot doel een indruk te krijgen over de hoeveelheid biomassa in het slib (DNA) en de activiteit van de biomassa (dehydrogenase, katalase en gasproductie). De fysisch-chemische parameters geven onder meer informatie over de mate waarin afbraak van organische stoffen of mineralisatie plaatsvindt (ioncapaciteit), de concentratie van laagmoleculaire ionogene verbindingen (geleidbaarheid) en de mate van slibfragmentatie (turbiditeit en polysuikergehalte).

- ontwateringsparameters

De uitgedigste slibben van de rwzi's Utrecht en Zeist vertonen waarden voor de ontwateringsparameters die als groep sterk verschillen van die voor het aëroob gestabiliseerde slib van de rwzi's Bunnik en Katwijk. De ontwateringseigenschappen (specifieke weerstand, CST, afzuigtijd) van het niet-geconditioneerde uitgedigste slib zijn aanzienlijk slechter dan die van aëroob gestabiliseerd slib. In de hoofdstukken 4.2 en 4.3 zal worden nagegaan of dit gegeven consequenties heeft voor de ontwateringseigenschappen na conditionering van het uitgedigste slib.

- biochemische parameters

De slibben van de rwzi's Utrecht en Zeist vertonen grote overeenkomst wat betreft de katalase-activiteit, de biologische activiteitscoëfficiënt en de gasproductie.

Ondanks een hoger percentage aan biomassa (DNA) is de biologische activiteit van het uitgedigste slib lager dan van aëroob gestabiliseerd slib. Het verschil in biologische activiteit indiceert een verdergaande mineralisatie van het uitgedigste slib ten opzichte van het aëroob gestabiliseerd slib. Het asgehalte is met de mineralisatiegraad verbonden. Uitgedigst slib heeft een hoger asgehalte dan aëroob gestabiliseerd slib (tabel 1).

- fysisch-chemische parameters

Ook voor deze parameters geldt dat de onderlinge verschillen tussen de twee monsters van één slibtype kleiner zijn dan de verschillen tussen de slibtypen. De hogere mineralisatiegraad van het uitgedigste slib ten opzichte van aëroob gestabiliseerd slib blijkt uit de hogere waarden voor de ioncapaciteit van slib en waterfase en uit de geleidbaarheid. De pH van uitgedigst slib is hoger dan van aëroob gestabiliseerd slib. Bij de omzetting van acetaat in methaan wordt bicarbonaat gevormd dat de pH verhoogt. Uit de turbiditeit en uit het polysuikergehalte van de waterfase blijkt bij het uitgedigste slib een hogere mate van slibfragmentatie dan bij aëroob gestabiliseerd slib. Deze waarnemingen verklaren de slechte ontwateringseigenschappen van het niet-geconditioneerde uitgedigste slib.

4.2 Conditionering met polyelektrolyten

In tabel 2 zijn metingen opgenomen aan de uitgedigste slibben van de rwzi's Utrecht en Zeist na conditionering met polyelektrolyten.

Eerst zijn enkele metingen verricht aan uitgangsmateriaal met een drogestofgehalte van 15 g/l. Dit drogestofgehalte (d.s.-gehalte) is aanvankelijk bij het onderzoek aan aëroob gestabiliseerd slib gebruikt. Beide slibben verschillen sterk in eigenschappen. Met slib van de rwzi Utrecht werden hoge drogestofgehalten bereikt bij lage afzuigtijden en een hoge dosering van Praestol 444K. Het slib van de rwzi Zeist vertoont juist de beste resultaten bij een lage p.e.-dosering. Toch geldt voor beide slibben dat hogere d.s.-gehalten op zeefbandpersen kunnen worden verwacht dan bij aëroob gestabiliseerd slib. Bij overeenkomstige metingen bij 15 g d.s./l werd voor de slibben van de rwzi's Katwijk en Bunnik maximaal 21,5% d.s. gemeten bij de MFT-test³.

Bij de uitgegiste slibben van de rwzi's Utrecht en Zeist zijn uitkomsten $\geq 23,9\%$ te vermelden (tabel 2).

uitgangsmateriaal 15 g d.s./l	rwzi Utrecht				rwzi Zeist			
Praestol 444K g/kg d.s.	2,5	5	7,5	10	2,5	5	7,5	10
afzuigtijd [s]	480	75	15	-	20	92	>600	>600
MFT % d.s.	4,9	18,2	23,9	-	25,6	18,2	2,8	2,0
CST na 0 s roeren	48	14	13	18	12	14	14	14
10 s "	73	21	16	12	17	27	11	11
40 s "	105	29	23	13	35	46	15	13
100 s "	150	41	31	17	58	74	24	17
uitgangsmateriaal 30 g d.s./l								
p.e.-dosering g/kg d.s.	2,5	5	7,5	10	2,5	5	7,5	10
<u>Praestol 444K</u>								
afzuigtijd [s]	60	25	26	35	490	28	21	26
MFT % d.s.	18,9	21,0	22,8	25	8,0	19,7	21,7	26,4
turbiditeit [NTU]	32	5,5	4	7	85	20	10	14
<u>Praestol 423K</u>								
afzuigtijd [s]	19	12	17	14	105	35	9	10
MFT % d.s.	20,6	23,9	22	25,9	11,3	19,8	23,9	21,1
turbiditeit [NTU]	23	17	14	10	80	36	22	18
<u>Praestol 411K</u>								
afzuigtijd [s]	49	28	32	24	140	58	32	26
MFT % d.s.	17,2	18,8	20,4	22	10,6	13,7	16,0	17,4
turbiditeit [NTU]	28	21	17	15	170	75	40	28

Tabel 2. Metingen aan uitgegist slib na conditionering met polyelektrolyten

Vervolgens zijn met drie p.e.'s metingen uitgevoerd bij een aanvangsdrogestofgehalte van 30 g/l. De p.e.'s Praestol 444K, 423K en 411K hebben respectievelijk 100%, 50% en 25% positief geladen groepen. Uit tabel 2 blijkt de algemene tendens dat lage turbiditeiten (bij de uitlektest over zeefbandgaas) en lage afzuigtijden samengaan met hoge

drogestofgehalten bij de MFT-test. Voorts blijkt dat, hoewel beide slibben duidelijk verschillende eigenschappen hebben, Praestol 444K ook bij uitgegist slib als standaardpolyelektrolyt kan worden gebruikt. Dit feit zal ook uit het selectie-onderzoek (hoofdstuk 6) naar voren komen.

4.3 Conditionering met ijzerchloride en kalk

Tabel 3 geeft de meetresultaten van de ontwateringseigenschappen van de uitgegiste slibben na conditioneringen met FeCl₃/kalk. De benodigde dosering aan chemicaliën is vastgesteld na vooronderzoek bij 0-20% FeCl₃ en 0-80% kalk betrokken op droge stof. Bij het vooronderzoek zijn als selectiecriteria gehanteerd pH $\geq$ 12, afzuigtijd $\leq$ 50 s en specifieke weerstand $r_{0,5}$ bar $\leq$ $1 \cdot 10^{12}$ m/kg.

uitgangsmateriaal 15 g d.s./l	rwzi Utrecht		rwzi Zeist	
FeCl ₃ /kalk gew.% op d.s.	8/60	8/60	8/40	8/40
pH	12,2	12,2	12,1	12,3
afzuigtijd [s]	37	38	57	42
spec. weerstand [10^{12} m/kg]	0,45	0,6	0,8	0,7
MFT-% d.s.	-	28,7	-	27,8
CST [s]	16	16	18	16

Tabel 3. Metingen aan uitgegist slib na conditionering met ijzerchloride/kalk

Er blijkt weinig verschil te zijn in de benodigde hoeveelheid chemicaliën voor uitgegist slib of aëroob gestabiliseerd slib. Voor de uitgegiste slibben van de rwzi's Utrecht en Zeist: 8% FeCl₃ en 40-60% kalk. Voor de aëroob gestabiliseerde slibben van de rwzi's Bunnik en Katwijk: 10% FeCl₃ en 40-50% kalk. Wel levert de MFT-test duidelijk hogere d.s.-gehalten op voor uitgegist slib (ca. 28%) dan voor aëroob gestabiliseerd slib (ca. 21%), hetgeen betere verwachtingen voor het einddrogestofgehalte schept bij het gebruik van filterpersen voor uitgegist slib.

Conclusie

De slechtere ontwateringseigenschappen van het niet-geconditioneerde uitgegiste slib worden in verhouding tot die van aëroob gestabiliseerd slib zodanig vereffend door conditionering met polyelektrolyten en ijzerchloride/kalk dat betere ontwateringsresultaten met zeefbandpersen en filterpersen zijn te verwachten. Deze conclusie geldt uitsluitend voor de twee onderzochte slibben van beide typen. Aangezien bij het onderzoek naar de verslechtering van de eigen-

schappen van niet-geconditioneerd aëroob gestabiliseerd slib bij opslag³ al naar voren is gekomen 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 standaardconditioneringstest.

Het uitgegiste slib van de rwzi Zeist is zowel op laboratorium- als op praktijkschaal onderzocht, teneinde een selectiemethode voor p.e.'s te ontwikkelen. In de praktijk wordt het uitgegiste slib bij een temperatuur van ca. 25°C geconditioneerd en ontwaterd. Laboratoriumonderzoek kan het eenvoudigst worden uitgevoerd bij kamertemperatuur ca. 20°C . In een klein onderzoek is de invloed van de temperatuur op de eigenschappen van het uitgegiste slib na conditionering nagegaan. Hiertoe werd het temperatuurgebied van 15 tot 45°C onderzocht, waarbij 15 uur opslag in een thermostaatbad werd toegepast. De ontwateringseigenschappen van het slib zijn vervolgens gemeten na conditionering met Zetag 63 bij 2,5 g p.e./kg d.s. De resultaten zijn opgenomen in figuur 1.

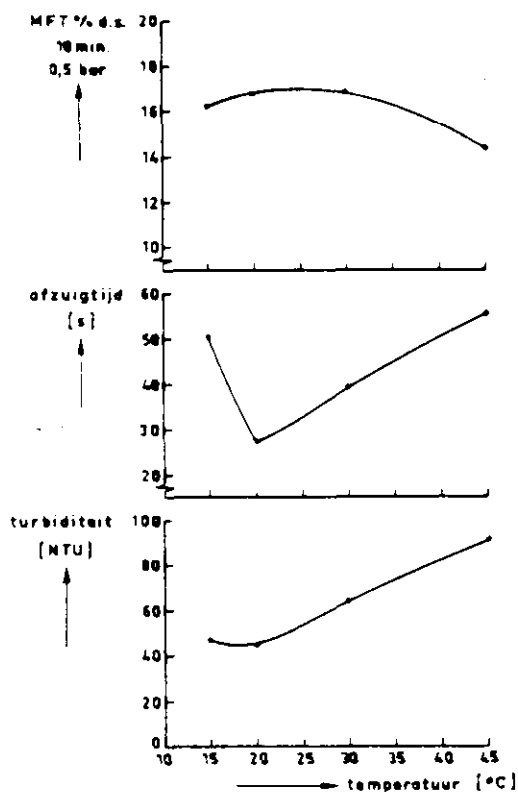


Fig. 1. Ontwateringsparameters en temperatuur
(Zetag 63 - 2,5 g/kg d.s.)

Uit figuur 1 blijkt dat de invloed van de temperatuur tussen 20 - 25°C op het drogestofgehalte bij de MFT-test gering is. Een wat grotere invloed is te zien bij de afzuigtijd en de turbiditeit. Gezien de overwegend geringe invloed van de temperatuur in het beschouwde

traject ($20 - 25^{\circ}\text{C}$) op de ontwateringseigenschappen is besloten de selectie van p.e.'s en de karakterisering van slibben bij het laboratoriumonderzoek bij kamertemperatuur uit te voeren. De gunstige resultaten die in een later stadium in dit onderzoek zijn bereikt bevestigen de juistheid van deze keuze omtrent de aan te houden temperatuur.

Uit onderzoek met betrekking tot de condities van de MFT-test is geen aanleiding naar voren gekomen om bij uitgegist slib af te wijken van de standaardcondities die zijn vastgesteld bij aëroob gestabiliseerd slib: een onderdruk van 0,5 bar en een filtratie- of perstijd van 10 minuten.

5.1 Slibeigenschappen en prestaties van de zeefbandpers van de rwzi Zeist (Klein-15/3)

In figuur 2 zijn de resultaten van metingen weergegeven die uitgevoerd zijn aan de zeefbandpers zonder dat bewuste variaties in slib-debiet, doseersnelheid van de p.e.-oplossing (p.e.-debiet) en machinevariabelen (bandsnelheid, toerental mengtrommel) zijn aangebracht.

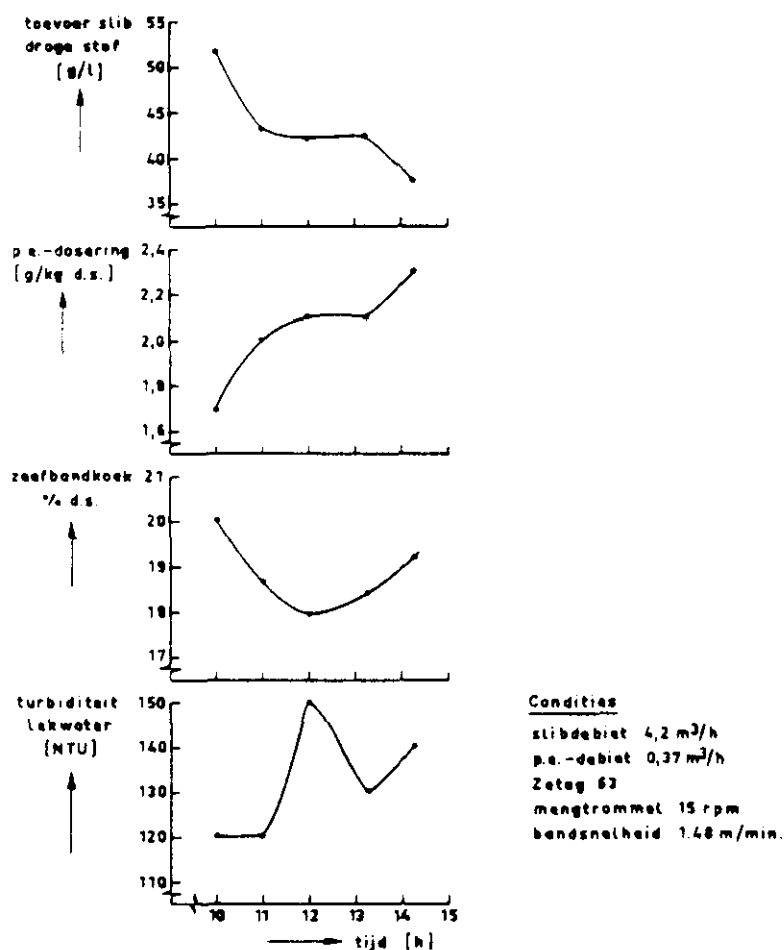


Fig.2. Prestaties van zeefbandpers (Klein-15/3 van rwzi Zeist)

De metingen vonden plaats op een maandag. In het weekeind wordt geen slib ontwaterd. Het blijkt dat het drogestofgehalte van het slib uit de indikker varieert, hetgeen direct invloed heeft op de p.e.-doseringsring die uitgedrukt wordt als g p.e./kg d.s. Het drogestofgehalte van het slib en de p.e.-dosering beïnvloeden beide het drogestofgehalte van de zeefbandkoek. Deze waarnemingen zijn de oorzaak dat het onderzoek van selectie van p.e.'s op praktijkschaal op de beschouwde rwzi niet op maandag is uitgevoerd en dat tijdens het onderzoek regelmatig controle op het drogestofgehalte van het uitgangsslib heeft plaatsgevonden.

5.2 Evaluatie van polyelektrolyten op laboratorium- en praktijkschaal

Bij dit deel van het onderzoek zijn voor het slib van de rwzi Zeist zes p.e.'s A, B, C, D, F en G₁ gebruikt. In tabel 7 van hoofdstuk 6 is de omschrijving van de p.e.'s opgenomen. De voornaamste resultaten van het laboratoriumonderzoek zijn weergegeven in tabel 4 en figuur 3. Het betreffen waarnemingen bij optimale roertijden tijdens conditionering op laboratoriumschaal. (De optimale roertijd is die roertijd tussen 0-100 s waarbij het hoogste drogestofgehalte bij de MFT-test wordt gevonden.)

drogestofgehalte slib 30 g/l	MFT % d.s.		afzuigtijd [s]		turbiditeit [NTU]	
p.e.-dosering g/kg d.s.	2,5	5	2,5	5	2,5	5
type p.e.						
A	11,6	22,1	120	18	51	18
B	15,0	21,3	24	12	32	22
C	10,2	14,9	180	25	145	35
D	15,6	23,6	53	10	46	17
F	15,3	20,1	35	12	36	19
G ₁	16,7	20,2	27	11	45	17

Tabel 4. Laboratoriumonderzoek aan slib van rwzi Zeist

Uit fig.3 (p.13) blijkt bij de MFT-test een groot verschil in drogestofgehalte tussen 2,5 en 5 g p.e./kg d.s.. Daarboven stijgt het drogestofgehalte minder snel. Bij 5 g p.e./kg d.s. worden ook aanzienlijk lagere afzuigtijden en turbiditeiten gemeten. De p.e.'s zijn derhalve geëvalueerd op basis van waarnemingen bij de p.e.-doseringen van 5 g p.e./kg d.s.

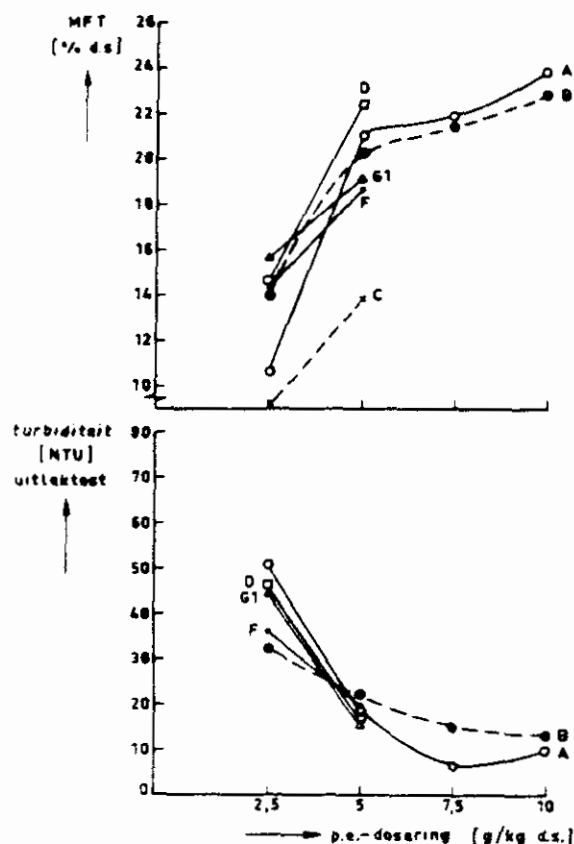


Fig.3. Laboratoriumconditionering van slib van rwzi Zeist met zes p.e.'s (A, B, ...)

De gebruikte selectiecriteria zijn:

>90% van het maximaal bereikte drogestofgehalte bij de MFT-test

→ p.e. is goed.

80-90% van het maximaal bereikte drogestofgehalte bij de MFT-test

→ p.e. is matig.

<80% van het maximaal bereikte drogestofgehalte bij de MFT-test

→ p.e. is slecht.

De resultaten van het laboratoriumonderzoek zijn: goed - A, B, D, matig - F, G₁, en slecht - C.

Vervolgens zijn de genoemde p.e.'s op praktijkschaal onderzocht. Per dag zijn twee p.e.'s gebruikt. Het drogestofgehalte van het toegevoerde slib varieerde tussen 37 en 41 g/l. Het toerental van de mengtrommel werd bij elke p.e. optimaal ingesteld op basis van de afzuigtijd en de turbiditeit van het geconditioneerde slib. De vereiste roerintensiteit is namelijk afhankelijk van het type p.e. en van de p.e.-dosering (resultaten, zie tabel 5).

Het betreffen alleen de waarnemingen bij de 5 g p.e./kg d.s.. Bij 2,5 g p.e./kg d.s. liep het slib bij de p.e.'s A, D en F van de band.

drogestofgehalte 37-41 g/l	zeefband		mengtrommel			
p.e.-dosering [g p.e./kg d.s.]	koek [% d.s.]	turbidi- teit fil- traat [NTU]	toeren- tal [min ⁻¹]	MFT [% d.s.]	afzuig- tijd [s]	turbi- diteit uitlek- test [NTU]
type p.e.						
A	24,2	15	29	23,3	11	18
B	22,8	35	29	16,9	16	35
C	22,3	245	15	11,6	48	145
D	24,4	22	55	20,4	13	22
F	21,8	86	29	14,8	45	80
G ₁	24,2	23	39	18,5	8	24

Tabel 5. Praktijkonderzoek aan slib van rwzi Zeist

In deze tabel zijn naast de directe waarnemingen aan de zeefband (drogestofgehalte van de koek en turbiditeit van het filtraat of lekwater) ook enkele aanvullende metingen aan het geconditioneerde slib uit de mengtrommel opgenomen. De hoge waarden voor de turbiditeit bij p.e. C duiden op een slechte interactie van dit type p.e. met het beschouwde slib.

De p.e.'s worden geëvalueerd op basis van het drogestofgehalte van de zeefbandkoek. De andere gegevens geven overeenkomstige, ondersteunende informatie. Onder gebruikmaking van de eerdergenoemde selectiecriteria zijn de volgende resultaten van het *praktijkonderzoek* te vermelden: goed - A, D, G₁, goed/matig - B, C en matig - F.

Vergelijking van deze resultaten van het slib van de rwzi Zeist met de resultaten van het laboratoriumonderzoek geven aan dat de selectiemethode op laboratoriumschaal goed heeft gewerkt voor de p.e.'s - A, B, D, F en dat er sprake is van onderwaardering voor G₁ (in geringe mate) en voor C (in sterke mate).

Conclusie

De selectiemethode voor p.e.'s biedt perspectieven bij het optimaliseren van ontwatering van uitgist slib met zeefbandpersen.

SELECTIE VAN POLYELEKTROLYTEN

In het laatste deel van het onderzoek naar het gebruik van polyelektrolyten bij de ontwatering van uitgegist slib met zeefbandpersen zijn in totaal zes rwzi's betrokken (zie tabel 6) en is gebruik gemaakt van elf p.e.'s (zie tabel 7, p.16).

rwzi	type AT = actief slib OB = oxyd. bed	capaciteit i.e.	type zeefband- pers	polyelektrolyt		zeef- band- koek % d.s.
				type	dosering g/kg d.s.	
Zeist	AT	70.000	Klein- vlak	G ₁	3-4	18-20
Hoek van Holland Breukelen	AT	80.000	Bellmer	O	3-4	19-21
	AT	18.000	Klein- vlak	Z	5	12
Etten Hilversum-	AT	65.000	Bellmer	L	3-4	17-19
Oost*	OB(+AT*)	120.000	Passa- vant	N	3-4	18
Utrecht	OB + AT**	450.000	Klein-S	M	5	24-27

Tabel 6. 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 rwzi is vooral gebaseerd op de voorhanden zijnde typen zeefbandpersen. Per rwzi is met zes p.e.'s gewerkt, waaronder de standaard-p.e. Praestol 444K en de op de rwzi gebruikte p.e. Vijf dezelfde p.e.'s zijn bij elk onderzoek gebruikt (tabel 7, p.16).

Het onderzoek omvatte bij elke rwzi de volgende onderdelen:
Het uitgangsslib werd gebruikt voor karakterisering en tevens voor het selectie-onderzoek gebaseerd op een zestal p.e.'s. Van het geconditioneerde slib uit de menginrichting werden direct en na extra roeren op laboratoriumschaal ontwateringsparameters (namelijk het drogestofgehalte bij de MFT-test) bepaald. Hiermee kan worden nagegaan of de menging van slib en polyelektrolyt op praktijkschaal goed is verlopen. Het lekwater uit de voorontwateringszone is onderzocht op turbiditeit en op overmaat aan polyelektrolyt. De slibkoek van de zeefbandpers werd minstens driemaal bemonsterd over de periode van 1 à 2 uur. Bij de uitvoering van de praktijkmetingen werd de op dat moment gebruikte p.e.-dosering en een 50% hogere waarde ingesteld.

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 ₁ (25%)

Tabel 7. Overzicht van gebruikte polyelektrolyten

* bij elk onderzoek gebruikt

Zo goed mogelijk werd de mengintensiteit van p.e. en slib (toeren-tal 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.

6.1 Karakterisering en vergelijking van slibben

Karakterisering van slib maakt het mogelijk om verwachtingen uit te spreken over de bereikbare drogestofgehalten na ontwatering op diverse typen zeefbandpersen. Hiertoe behoeft slechts een eenvoudig laboratoriumonderzoek 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).

Het karakteriseringsonderzoek vindt plaats met Praestol 444K bij 2,5-5-7,5-10 g p.e./kg d.s.. De conditionering geschiedt in de standaardapparatuur met roertijden tussen 1 en 110 s. De MFT-test wordt vervolgens uitgevoerd op het gedurende verschillende tijden geconditioneerd slib. De hoogste waarde van het drogestofgehalte bij de MFT-test bij één p.e.-dosering wordt opgenomen in de karakteriseringsgrafiek (figuur 4). Deze figuur en de bijbehorende tabel 8 zijn opgesteld naar aanleiding van de metingen die zijn uitgevoerd aan uitgegist slib, terwijl tevens gegevens van het onderzoek aan aëroob gestabiliseerd slib zijn opgenomen. De praktijkresultaten, die in tabel 8 zijn opgenomen, zijn dus bereikt met slibben waarvan de ontwateringseigenschappen door middel van de MFT-test op laboratoriumschaal zijn gekarakteriseerd (figuur 4).

Uit deze figuur blijkt ook binnen één slibtype een groot verschil in eigenschappen van de slibben te bestaan. De bereikte drogestofgehal- ten bij de MFT-test wijzen in het algemeen op betere ontwaterings- eigenschappen voor het uitgegiste slib, maar er treedt overlapping met waarnemingen van het aëroob gestabiliseerde slib op. Hoewel uit- gegist slib zich veelal beter laat ontwateren dan aëroob gestabili- seerd slib, dient met spreiding in ontwateringseigenschappen van bei- de slibben rekening te worden gehouden. Het verdient de voorkeur eerst de hier besproken karakterisering uit te voeren en op grond daarvan te oordelen. Enkele voorbeelden van het gebruik van de karak- teriseringsmethode worden in de volgende paragraaf gegeven.

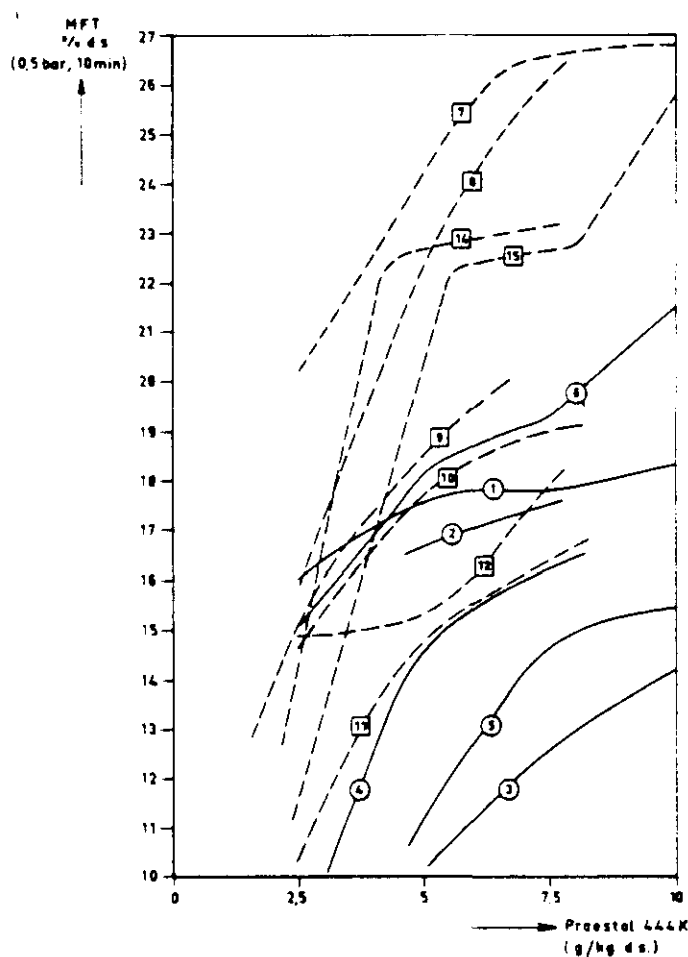


Fig. 4. Karakterisering van slibben

□ aëroob gestabiliseerd slib

○ uitgegist slib

voor nummers zie tabel 8, uitgangsmateriaal
ca. 35 g d.s./l

nr.	rwzi	datum	type slib	type zeefbandpers	type p.e.	g p.e/ kg.d.s.	% d.s.	opmer- king
1	Bunnik	dec.1978	aëroob	Klein 15/3 (vlak)	Praestol 444K	5,5	12,8	1
1	Bunnik	dec.1978	aëroob	Klein 15/3 (vlak)	Praestol 423K	5,5	11,2	2
1	Bunnik	dec.1978	aëroob	Klein 15/3 (vlak)	Praestol A 751	5,5	12,8	1
1	Bunnik	dec. 1978	aëroob	Klein 15/3 (vlak)	Superfloc C454	5,5	12,2	1
2	Oisterwijk	febr. 1979	aëroob	Klein-S 15	Zetag 63	4	17	2
3	Oyen (Oss)	febr. 1979	prim./aëroob	Bellmer	Praestol 436K	10	16	3
4	Lelystad	febr. 1979	aëroob	Bellmer	Sedipur CF900	4,5	16,5	1
5	Bunschoten	maart 1979	aëroob	Klein 15/3 (vlak)	Praestol K270	3	11	1
6	Nw.Lekkerland	maart 1979	aëroob	Willmes	Sedipur CF900	3,5	19	1
7	Utrecht	nov. 1979	uitgegist	Klein-S 25	Zetag 63	3,5	27,5	2
8	Utrecht	maart 1981	uitgegist	Klein-S 25	Praestol 421K	4,5	24,4	4
9	Hoek v.Holl.	juli 1980	uitgegist	Bellmer	Praestol 433K	3,2	21,2	1
10	Hoek v.Holl.	jan. 1981	uitgegist	Bellmer	Superfloc C470	3,5	19,6	2
11	Breukelen	febr. 1981	uitgegist	Klein 10/3 (vlak)	Zet.63/P.444K	4,9	12,5	2
12	Etten	febr. 1981	uitgegist	Bellmer	Praestol 436K	3,6	17,5	3
14	Hilversum-0	maart 1981	uitgegist	Passavant	Praestol 521K	3,3	18,2	2
15	Zeist	sept. 1980	uitgegist	Klein 15/3 (vlak)	Zetag 63	2,5	18,8	1

Tabel 8. Praktijkresultaten behorende bij de karakterisering van slibben (figuur 4)

Evaluatie op basis van laboratoriumonderzoek

- 1) goede polyelektrolyt, goede menging van p.e. en slib
- 2) andere p.e.'s geven betere resultaten, goede menging van p.e. en slib
- 3) goede polyelektrolyt, onvoldoende menging van p.e. en slib
- 4) andere p.e.'s geven betere resultaten, onvoldoende menging van p.e. en slib

Karakterisering en praktijkresultaten

De gegevens die in figuur 4 en in tabel 8 zijn opgenomen maken een evaluatie van de karakterisering naar praktijkresultaten mogelijk. Hiertoe werden de karakteriseringslijnen in figuur 4 onderling vergeleken met de bijbehorende praktijkresultaten in tabel 8. In de tabel is tevens aangegeven of volgens het laboratoriumonderzoek op de rwzi in de beschouwde periode met de beste p.e. is gewerkt en/of voldoende menging van p.e. en slib in de praktijk heeft plaatsgevonden (zie hiervoor 6.2). De tabel geeft derhalve minimaal te bereiken drogestofgehalten aan bij de bijbehorende condities.

Aan tabel 8 en figuur 4 kan worden ontleend dat hogere drogestofgehalten worden bereikt naarmate de drogestofgehalten van de MFT-test hoger zijn en de niet-vlakke zeefbandpersen (Bellmer, Willmes, Klein-S, Passavant) worden toegepast.

Toepassing

Vervolgens worden enkele voorbeelden van de interpretatie van de karakteriseringsresultaten gegeven.

- (i) Slib van de rwzi Bunnik of slib met overeenkomstige ontwateringeigenschappen (nr. 1 in figuur 4)

volgens tabel 8:

- . thans drogestofgehalte met vlakke zeefbandpers: 12-13%
- . verwachte drogestofgehalte met andere persen: >17-19%
(vergelijk nr. 2 - Oisterwijk - Klein-S - 17%)
nr. 6 - Nw. Lekkerland - Willmes - 19%)

- (ii) Slib van de rwzi Bunschoten of slib met overeenkomstige eigenschappen (nr. 5 in figuur 4)

volgens tabel 8:

- . thans drogestofgehalte met vlakke zeefbandpers: ca. 11%
- . verwachte drogestofgehalte met andere persen: >16%
(vergelijk nr. 4 - Lelystad - Bellmer - 16,5% - 4,5 g p.e./kg d.s.
en nr. 3 - Oyen - Bellmer - 16% - 10 g p.e./kg d.s.)

- (iii) Slib van de rwzi Hilversum-Oost of slib met overeenkomstige eigenschappen (nr. 14 in figuur 4)

volgens tabel 8:

- . thans drogestofgehalte met Passavant zeefbandpers: 18,2%
- . drogestofgehalte moet bij hogere p.e.-dosering minimaal 22% kunnen worden
(vergelijk nr. 15 - Zeist - vlakke pers - 18,8%
en nr. 8 - Utrecht - Klein-S - 24,4%)

- (iv) Vergelijking van slibben van de rwzi's Oyen, Lelystad (nrs. 3 en 4 in figuur 4)

volgens tabel 8:

- . deze installaties zijn beide voorzien van een Bellmer-pers
- . de slechte eigenschappen van het slib van de rwzi Oyen (zie figuur 4) vereisen een zeer hoge dosering aan p.e. om ook op 16% d.s. te kunnen uitkomen.

6.2 Vergelijking van laboratoriumresultaten met de praktijk

In tabel 9 is de evaluatie van de onderzochte p.e.'s bij zes uitgeste slibben opgenomen.

In tabel 10 zijn behalve gegevens van de ontwatering van uitgeste slib van een zestal rwzi's met de gebruikte zeefbandpersen de voornaamste resultaten van het laboratoriumonderzoek opgenomen (MFT-test). *Serie a* in tabel 10 omvat onderzoek aan slib zoals het op de zeefband komt (technisch geconditioneerd slib).

Serie b betreft hetzelfde geconditioneerde slib dat echter extra is geroerd in het standaardconditioneringsvat. Hiermede wordt nagegaan of de roerintensiteit van slib en p.e. voldoende is geweest. De optimale "extra" roertijd is tussen vierkante haakjes vermeld.

Serie c vermeldt de resultaten van het conditioneringsonderzoek op laboratoriumschaal met de in de praktijk gebruikte p.e.

Serie d betreft eveneens laboratoriumonderzoek, maar geeft de uitkomsten van het selectie-onderzoek aan een zestal p.e.'s (zie ook tabel 9).

De tabellen 9 en 10 leiden tot de volgende opmerkingen:

Menging van polyelektrolyt en slib

De series a en b in tabel 10 worden vergeleken. Bij het slib van de rwzi's Utrecht en Etten geeft extra roeren op laboratoriumschaal van het in de praktijk geconditioneerde slib een hoger percentage droge stof bij de MFT-test. Bij het slib van de rwzi's Hoek van Holland, Breukelen en Hilversum-Oost geeft extra roeren geen verbetering, hetgeen op een voldoende menging van slib en p.e. of wellicht een overmaat aan mengintensiteit (zie figuur 5) duidt. Voor de onderzochte p.e.-dosering, die 50% hoger ligt dan op de genoemde rwzi's ten tijde van het onderzoek werd gebruikt, geldt dat bij alle zeefbandpersen een maximaal drogestofgehalte bij de MFT-test gevonden werd na 10-20 seconden extra roeren in het standaardconditioneringsvat.

Uit figuur 5 blijkt dat een 50% hogere p.e.-dosering bij de rwzi Hilversum-Oost resulteert in onvoldoende menging van p.e. en slib. Het drogestofgehalte van de zeefbandkoek verandert nauwelijks ten opzichte van de uitgangssituatie, terwijl het drogestofgehalte bij de MFT-test een verschil van 3-4% aangeeft.

(Zie ook de series b bij normale en hoge dosering in tabel 10.)

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	Z	4,9
	5	A,D	B,Z	C,F		
	7,5	A,D	B,Z	C,F		
Etten	2,5	A,D,L	B,F	C	L	3,6
	5	L	A,D,F	B,C		
	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		M	4,5
	5	A,D,M	B,F	C		
	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 9. Evaluatie van de onderzochte polyelektrolyten

* betreft het onderzoek van 11.3.81 (tabel 10)

Selectie van polyelektrolyten

In tabel 9 is de evaluatie weergegeven van de onderzochte p.e.'s bij het slib van de rwzi'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 tabel 9 volgt dat ten tijde van het onderzoek op de rwzi's Etten, Hilversum-Oost, Utrecht en Zeist met een daarvoor geschikte p.e. wordt gewerkt. Dit is geen absoluut waardeoordeel, maar betreft de combinatie van p.e. en slib. Op de rwzi's Hoek van Holland en Breukelen wordt volgens dit onderzoek met een minder geschikte p.e. gewerkt. (Op de rwzi Hoek van Holland is na het onderzoek een meer geschikte p.e. (B) in gebruik genomen, waardoor het drogestofgehalte van de zeefbandkoek met 2 à 3% is toegenomen.)

Ruiz :	Utrecht	Utrecht	Hoek van Holland	Breukelen	Etten	Hilversum
datum:	06.11.79	11.03.81	27.01.81	17.02.81	24.02.81	03.03.81
type zeefbandpers	Klein-S	Klein-S	Bellmer	Klein-vlak	Bellmer	Passavant
bandsnelheid (m/min)	-	1,7	4,3	0,6	1,7	2,4
slibdebiet (m ³ /h)	10,1	12,3	14,1	1,7	10	12
slibvracht per meter bandbreedte (kg d.s./m.h)	165	200	360	54	180	215
ontwateringstijd (min.)	-	-	2-3	5-6	7	4
d.s.-slibtoevoer (g/l)	41	40	43	32	31	36
p.e.-polyelektrolyt	G ₁	M	0	2	L	N
Normale dosering						
p.e.-dosering (g/kg d.s.)	3-4	4,5	3,5	4,9	3,6	3,3
d.s.-koek zeefbandpers (%)	27,4	24,4	19,6	12,5	17,5	18,2
serie a - MFT d.s. (%) praktijkconditio- nering met prak- tijk p.e. (code)	19,1(G ₁)	7,7(M)	15,8(O)	11,1(Z)	3,3(L)	15,0(N)
serie b - idem na extra roeren [optimale extra roertijd (s)]	20,9[5]	15,2[10]	15,8 [0]	11,8[5]	15,6 [10-20]	15,0[0]
serie c - MFT d.s. (%) laboratoriumconditio- nering met praktijk p.e. (code)	20,9(G ₁)	20,3(M)	14,7(O)	11,9(Z)	15,7(L)	17,6(N)
serie d - MFT d.s. (%) laboratoriumconditio- nering met beste p.e. (code)	24,4(A)	22,4(O)	16,1(A)	14,9(A)	15,7(L)	20,6(A)
Hoge dosering (ca. 50% meer p.e.)						
p.e.-dosering (g/kg d.s.)	-	6,8	5,3	6,5	5,4	5,0
d.s.-koek zeefbandpers	-	26,8	20,6	12,6	18,0	17,9
serie a - MFT d.s. (%) praktijkconditio- nering met prak- tijk p.e. (code)		13,3(M)	13,6(O)	11,9(Z)	3,6(L)	3,5(N)
serie b - idem na extra roeren [optimale extra roertijd (s)]		18,1[10]	16,7[10]	13,5[10]	16,9[20]	18,8[10]
serie c - MFT d.s. (%) laboratoriumconditio- nering met praktijk p.e. (code)		21,8(M)	16,2(O)	13,3(Z)	17,5(L)	19,5(N)
serie d - MFT d.s. (%) laboratoriumcondi- tionering met beste p.e. (code)		25,4(A)	18,8(A)	15,8(A)	17,5(L)	22,8(A)

Tabel 10. Drogestofgehalte van zeefbandslib en drogestofgehalte bij de MFT-test

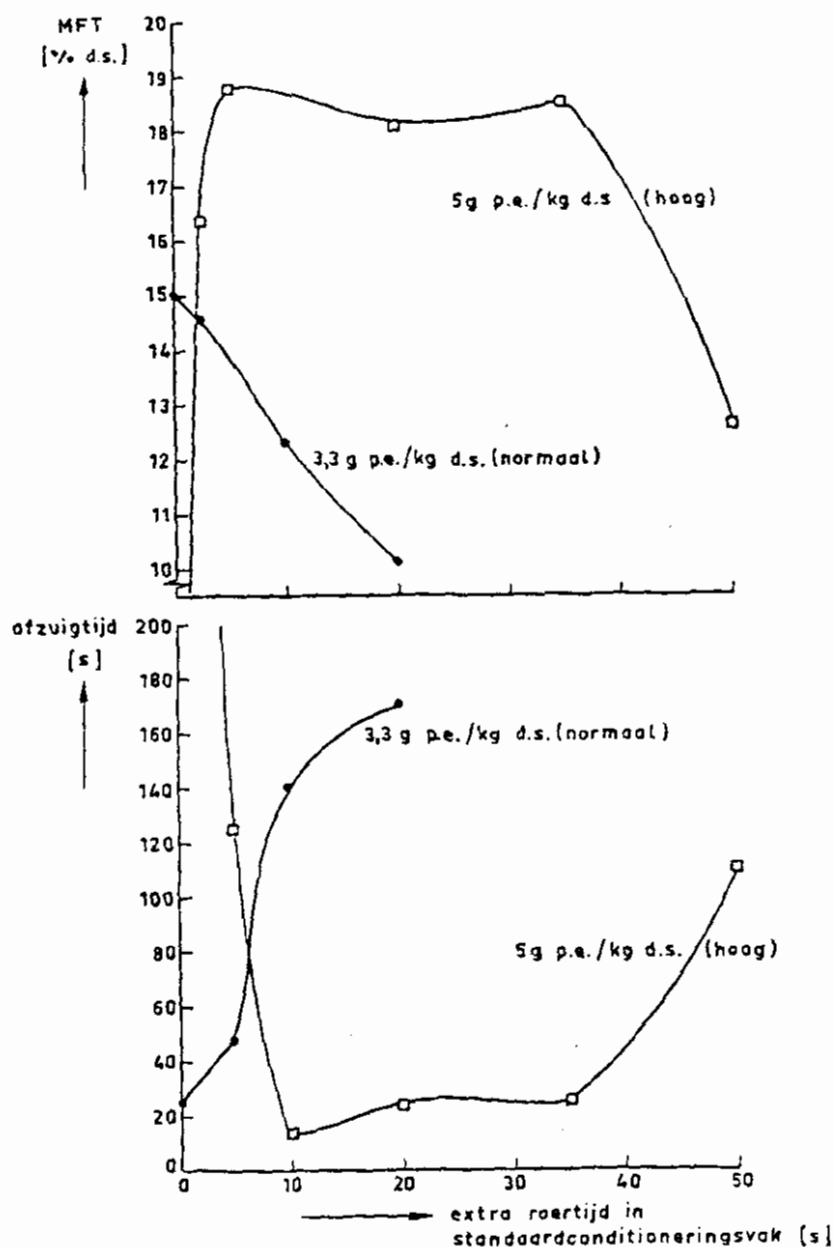


Fig.5. Menging van p.e. en slib (rwzi Hilversum-Oost)

Tabel 9 geeft daarnaast andere voor de praktijk nuttige informatie. Het blijkt namelijk dat in veel gevallen verscheidene p.e.'s wat de ontwaterbaarheid betreft goed blijken te voldoen. Het zal duidelijk zijn 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 van deze aspecten zou wel eens een andere p.e. kunnen worden geprobeerd of gekozen.

6.3 Fysisch-chemisch onderzoek naar de werking van polyelektrolyten op uitgegist slib

De uitgegiste slibben van de beschouwde rwzi's zijn fysisch-chemisch onderzocht, waarbij in het bijzonder de turbiditeit van de waterfase na uitlekken over zeefbandgaas en de uitvlokking van bentonietsuspensie zijn bepaald. De aanwezigheid van p.e. in filtraat kan worden aangetoond met de bentonietproef. De turbiditeit geeft informatie over de aanwezigheid van kleine deeltjes in het lekwater of filtraat. Een hoge turbiditeit duidt op een slechte ontwaterbaarheid, waarmee meestal een laag drogestofgehalte van de slibkoek gepaard gaat. De turbiditeit van het filtraat neemt af naarmate de hoeveelheid p.e. en de interactie met de slibdeeltjes toeneemt. Aan de andere kant neemt de turbiditeit toe naarmate meer mechanische afbraak van de geconditioneerde slibvlokken plaatsvindt. Aan mechanische beïnvloeding van slibvlokken is echter niet te ontkomen, aangezien de p.e. goed over de slibdeeltjes moet worden verdeeld.

De meting van de turbiditeit van het filtraat van een zeefbandpers kan op laboratoriumschaal gesimuleerd worden door onderzoek van het filtraat van geconditioneerd slib na uitlekken over zeefbandfiltergaas. Deze meting verschilt sterk met de MFT-test waarbij filtreerpapier als filtermedium wordt gebruikt en waarbij een onderdruk van 0,5 bar wordt aangehouden.

Selectie van polyelektrolyten

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat de turbiditeitsmetingen (tabel 11) de evaluatie van de p.e.'s volgens de MFT-methode (tabel 9) bevestigen.

De werking van diverse p.e.'s is in tabel 11 aangegeven met een notatie lopend van goed naar slecht op basis van de gemeten turbiditeiten. De relatie tussen turbiditeit en bereikbaar drogestofgehalte is niet goed te kwantificeren, zodat een rangorde wordt opgegeven die alleen van toepassing is voor het beschouwde slib. Het is niet mogelijk om de turbiditeit van de diverse slibben onderling te vergelijken om daarmee een uitspraak te doen over het bereikbare drogestofgehalte van het slib.

Ook bij deze test wordt de roertijd van de conditionering op laboratoriumschaal gevarieerd. De laagste waarde van de turbiditeit is opgenomen in tabel 11. (De optimale roertijd van deze test bleek niet altijd gelijk te zijn aan de optimale roertijd die bij de MFT-test wordt gevonden.)

Overmaat aan polyelektrolyten

Met de bentonietproef kan p.e. in de waterfase van het geconditioneerde slib worden aangetoond. Bij de laboratoriumproeven werd veelal p.e. aangetoond bij een dosering van 7,5 g p.e./kg d.s. en een korte conditioneringstijd.

Bij toenemende roertijd wordt p.e. beter met het slib gemengd en is dan ook meestal niet meer aantoonbaar in de waterfase. De p.e. met code C wordt het meest in de waterfase aangetroffen, hetgeen op een slechte interactie van slib en dit type p.e. duidt. Ook bij de MFT-testen en de turbiditeitsmetingen komt dit type p.e. als minder geschikt voor de onderzochte uitgegiste slibben naar voren.

De bentoniettest is ook gebruikt om eventueel aanwezige p.e. in het lekwater van de voorontwateringszone van de zeefbandpersen van de verschillende rwzi's aan te tonen. Bij de normale dosering op de rwzi's is er sprake van een geringe overmaat aan p.e. in de waterfase (ca. 10-20 mg p.e./l). Dit bevestigt de bevindingen met aëroob gestabiliseerd slib, namelijk dat optimale werking van een zeefbandpers wordt bereikt indien p.e. in lichte overmaat in de waterfase aanwezig is. De optimale roerintensiteit (in te stellen met behulp van afzuigtijd, turbiditeit of MFT-test) dient daarbij uiteraard te worden ingesteld.

rwzi	g/kg d.s.	categorïe of rangorde p.e.'s						* praktijk-p.e.	
		goed $\longrightarrow$ slecht						type	g/kg d.s.
Hoek van Holland	2,5	B (15)	A (19)	F (21)	D (24)	C (42)	O (47)	O	3,2
	5	F (16)	A (17)	D (19)	B (20)	C (23)	O (25)		
	7,5	A (5)	D (8)	F (15)	O (16)	B (17)	C (19)		
Breukelen	2,5	A (69)	Z (75)	D (120)	F (315)	C (390)	B (500)	Z	4,9
	5	D (14)	A (19)	Z (22)	B (37)	C (64)	F (80)		
	7,5	A (10)	D (12)	Z (13)	F (24)	B (26)	C (32)		
Etten	2,5	A (9)	D (9)	B (10)	F (11)	L (12)	C (28)	L	3,6
	5	A (1,5)	D (2)	L (2,5)	B (4,5)	C (7)	F (8)		
	7,5	A (1,5)	B (2,0)	F (2,5)	D (3)	L (8)			
Hilversum	2,2	B (20)	N (32)	D (32)	F (38)	A (38)	C (54)	N	3,3
	4,4	N (12)	B (15)	F (17)	A (21)	D (22)	C (28)		
	6,6	B (10)	A (11)	D (11)	F (11)	N (12)	C (17)		
Utrecht	2,5	M (42)	D (42)	F (50)	A (52)	B (52)	C (82)	M	4,5
	5	B (22)	M (23)	D (24)	A (32)	F (32)	C (33)		
	7,5	A (10)	B (14)	D (15)	M (22)	F (24)	C (30)		
Zeist	2,5 5							G ₁	2,0

Tabel 11. Rangorde van p.e.'s op basis van turbiditeitsmetingen na laboratoriumconditionering

* A, B, p.e.'s

(....) turbiditeit bij uitlektest in NTU

LITERATUUR

1. Slibontwatering 1) Aard van de waterbinding in slib (literatuur)
STORA, Rijswijk 1981
2. Slibontwatering 2) Slibeigenschappen en bedrijfsresultaten van
slibverwerkingsapparatuur (literatuur)
STORA, Rijswijk 1981
3. Slibontwatering 3) Optimalisering van slibontwatering met poly-
elektrolyt (zeefbandpersen - aëroob - slib)
STORA, Rijswijk 1981
4. Slibontwatering 5) Handleiding voor selectie en gebruik van poly-
elektrolyten bij ontwatering van slib met
zeefbandpersen.
STORA, Rijswijk 1982.

