

Voordracht uit de 43e vakantie cursus in drinkwatervoorziening 'Technische maatregelen voor kwaliteitszorg voor grondstof en eindproduct', gehouden op 10 en 11 januari 1991 aan de TU Delft.

1. Inleiding

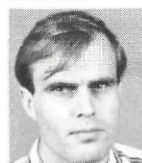
Bij de bereiding van drinkwater uit grond- en oppervlaktewater ontstaan ook nevenprodukten, veelal in de vorm van slib- en slibhoudend water.

Naar ontstaanswijze maakt men onderscheid tussen:

- Ontijzerings-/ontmanganingsslib afkomstig van de ontijzering en ontmanganing van grondwater.
- Onthardingslib vrijkomend bij ontharding van grond-/oppervlaktewater.



IR. H. M. M. KOPPERS
KIWA NV
Onderzoek en Advies



IR. S. G. J. HEIJMAN
KIWA NV
Onderzoek en Advies

- IJzer- of aluminiumhoudend slib dat ontstaat bij de coagulatie van oppervlaktewater met behulp van ijzer- of aluminiumzouten.

- Poederkoolslib door dosering van poederkool tijdens het zuiveringsproces. Andere vrijkomende afval-/reststoffen zoals beladen korrelkool, kalkkorrels en filtermateriaal laten wij hier verder buiten beschouwing. De hoeveelheid slib evenals de samenstelling ervan zijn direct gerelateerd aan de kwaliteit van de ruwwaterbron evenals aan de aard van het toegepaste zuiveringsproces. Tabel I toont een overzicht van de jaarlijkse drogestofproductie bij waterleidingbedrijven in Nederland [1], West-Duitsland [2] en België (Vlaanderen) [3].

Het aandeel aan sterk ijzerhoudende- of aluminiumhoudende slibsoorten in de jaarlijkse droge-stofproductie bedraagt naar schatting voor Nederland circa 55% en voor België ruim 80%.

De slibproductie bij waterleidingbedrijven is in vergelijking met de jaarlijkse hoeveelheid zuiveringsslib van afvalwaterzuiveringsinrichtingen gering te noemen. Voor Nederland ligt het aandeel drinkwaterslib op circa 8%, terwijl in West-Duitsland het percentage uitkomt op 3%.

Samenvatting

Het beleid van de Nederlandse waterleidingbedrijven is gericht op vermindering van het storten van slib dat vrijkomt bij de verschillende stappen in het zuiveringsproces. Als alternatief voor storten geldt nuttig (her)gebruik. Een veelbelovende nuttige toepassing van ijzerhydroxide- en aluminiumhydroxide-slib is terugwinning van de metaalcomponent door het slib in zuur op te lossen. Het teruggewonnen ijzer- of aluminiumzout kan worden toegepast bij de coagulatie van oppervlaktewater of worden ingezet voor de defosfatering van afvalwater. Om deze verwijderingsoptie te laten slagen is het noodzakelijk dat de slibverwerking op een procesmatige wijze geschiedt en dat er op landelijk niveau uniforme richtlijnen komen voor de samenstelling van metaalzouten, voor de chemische defosfatering.

Tabel I - Slibproductie bij de bereiding van drinkwater

Land	Drinkwaterproductie (m ³)	Slibproductie (ton droge stof)
Nederland (1989)	1,2 x 10 ⁹	35.000
West-Duitsland (1979**)	3,2 x 10 ⁹	50.000
België (1984*)	0,2 x 10 ⁹	10.285

* Vlaanderen

** 64% van totale drinkwaterproductie.

2. Beleid inzake afvalstoffen

Het beleid inzake afvalstoffen van waterleidingbedrijven is vrij recentelijk verwoord in het Milieuplan van de VEWIN [4]. Hierin wordt conform het overheidsbeleid op dit vlak gesteld dat storten als verwijderingsmethode de laagste prioriteit bezit. Allereerst moet men streven naar preventie of terugdringen van de afvalstroom. Een tweede zeer belangrijke mogelijkheid om het afvalprobleem beheersbaar te maken is vergroting van nuttige inzet waaronder hergebruik. Verbranden als verwijderingsoptie voor slib van waterleidingbedrijven valt af door het overwegend anorganische karakter van deze afvalstroom. Nuttige inzet waaronder hergebruik is zeker geen vrijblijvende verwijderingsoptie. Naast een financiële prikkeling (de vervuiler betaalt!) hanteert de wetgever ook het stelsel van vergunningen/ontheffingen als sturingsinstrument voor haar beleid. Men moet aantoonbaar streven naar nuttige inzet. Slechts niet-verwerkbare, niet-herbruikbare en niet-verbrandbare afvalstoffen zullen in de nabije toekomst tot de stortinrichting worden toegelaten. Een belangrijk criterium bij nuttige inzet is dat geen diffuse verspreiding van verontreinigingen mag optreden.

3. Huidige verwerking en bestemming

De Nederlandse waterleidingbedrijven produceren naar schatting op jaarbasis ruim 40 x 10⁶ m³ slib en slibhoudend water. Het droge-stofgehalte van de afgescheiden stromen ligt veelal tussen < 0,1-5 gew %. Concentrerend van de

gesuspenderde fractie geschiedt veelal door statische indikking in aarden bezinkvijvers. Deze voorzieningen bevatten in de regel geen ruimingsconstructies.

De opvangcapaciteit van deze bekkens omvat vaak meerdere jaarproducties aan slib. Het gevolg van deze aanpak is dat grote volumina worden opgeslagen op de bedrijfsterreinen. Een recent onderzoek uitgevoerd door KIWA, in opdracht van het ministerie van VROM, heeft uitgewezen dat circa 700.000 m³ nat en deels ontwaterd slib aanwezig is op de bedrijfsterreinen. Dit komt overeen met tenminste 220.000 ton gemeten als droge stof [1]. Belangrijke nadelen van de huidige werkwijze zijn bovendien:

- de aanwezigheid van planten, wortels, zand en grind. Deze bestanddelen veroorzaken niet alleen veel problemen tijdens een mobiele ontwateringsoperatie, maar zijn vooral vanuit het oogpunt van nuttige toepassing ongewenst;
- discontinuïteit in slibafvoer. Het aanbod van grote slibvolumina ineens stuit op verwerkingstechnische problemen bij stortinrichtingen. Discontinuïteit is ook vanuit het oogpunt van nuttige toepassing zeer nadelig;
- bezinkvijvers zijn veelal niet ingericht conform het adagium Isoleren, Beheersen en Controleren (IBC-criteria). Door het ontbreken van een waterondoorlatende laag tussen slib en bodem kunnen verontreinigende stoffen in potentieel schadelijke hoeveelheden ongehinderd in de ondergrond geraken [5]. Dit is een zeer belangrijk aandachtspunt temeer daar veel bezinkvijvers gesitueerd zijn in waterwin-gebieden.

De VEWIN vermeldt overigens in haar Milieuplan 1997 als streefdatum waarop alle slibvoorraden van de bedrijfsterreinen verwijderd moeten zijn. Momenteel wordt ruim éénderde van de Nederlandse productie aan drinkwaterslib afgevoerd naar stortinrichtingen. Het droge-stofgehalte wordt voorafgaande aan het storten verhoogd door natuurlijke ontwatering op droogbedden. Incidenteel

* Dit artikel is gebaseerd op de voordracht: 'Beneficial application of waterwork sludges by aid of an innovative sludge dewatering and processing system'. Door ir. S. G. J. Heijman tijdens het KHD-congres, Keulen, 26-28 juni 1991.



Ontwateren van ijzerhoudend spoelwaterslib met behulp van een mobiele kamerfilterpers bij het zuiveringsbedrijf 'Budel' van de NV Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant.

wordt ook gebruik gemaakt van mobiele ontwateringsapparatuur in hoofdzaak filterpersen.

Een betrekkelijk gering quotum wordt ingezet voor landbouwkundige doeleinden (kalkslib) en voor H_2S -binding op afvalwaterzuiveringsinrichtingen (ijzerhoudend slib) [6].

4. Procesmatige slib- en spoelwaterbehandeling

De huidige werkwijze inzake slib- en spoelwaterbehandeling draagt er in belangrijke mate toe bij dat tegengesteld aan het geformuleerde beleid veel van het geproduceerde slib uiteindelijk toch op de stort belandt. Een groot deel van voornoemde bezwaren kunnen worden onder- vangen door de behandeling van slib en spoelwater op een meer procesmatige wijze te laten plaatsvinden. Hierbij moet gedacht worden aan bijvoorbeeld gravitatie- of flotatie-indikkers in plaats van bezinkvijvers, en IBC-droogbedden of centrifuges in plaats van lagunes (zie afb. 1).

Slib dat onder meer vanuit kwalitatief oogpunt niet nuttig inzetbaar is, wordt op een zodanig(e) droge-stofgehalte/ consistentie gebracht opdat dit zonder bezwaar naar een stortinrichting kan worden afgevoerd. Eenzelfde aanpak vindt in principe ook plaats als nuttige inzet wordt nagestreefd.

Een belangrijk verschil met de stortoptie is echter de mate van slibontwatering en de aard van de nabehandeling.

Er is nog op weinig plaatsen ervaring opgedaan met procesmatige slib- en

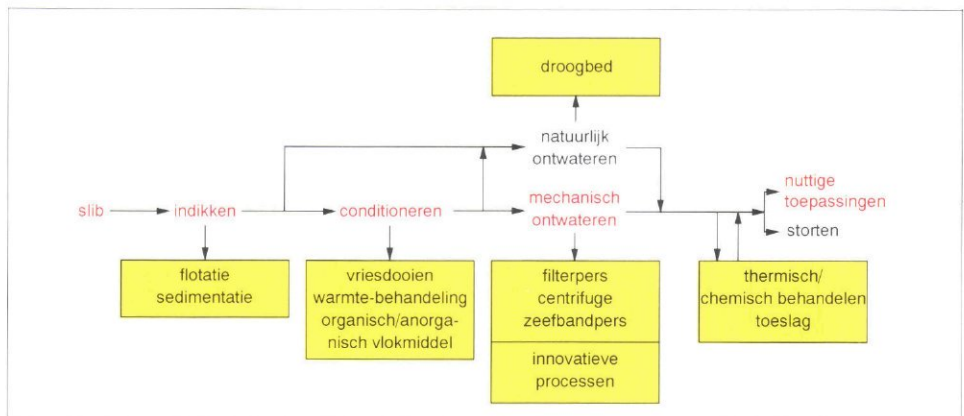
spoelwaterbehandeling. Dit geldt onder meer voor het onderdeel kunstmatige slibontwatering.

Om het inzicht en de kennis op dit vlak te vergroten, hebben diverse onderzoeken plaatsgehad, waarbij slib van een aantal waterleidingbedrijven met mobiele ontwateringsapparatuur is behandeld. In de jaren 1986 en 1987 is uitgebreid aandacht besteed aan de slibontwatering met behulp van centrifuges onder andere Centripress [7].

Nadien is ook informatie verkregen uit saneringssituaties waarbij kamerfilterpersen en incidenteel zeefbandpersen zijn ingezet [8].

De nadruk lag vooral op de ontwateringsprestaties van de beproefde apparatuur. In het bijzonder is aandacht besteed aan het bereikbare droge-stofgehalte en consistentie van het ontwaterde slib.

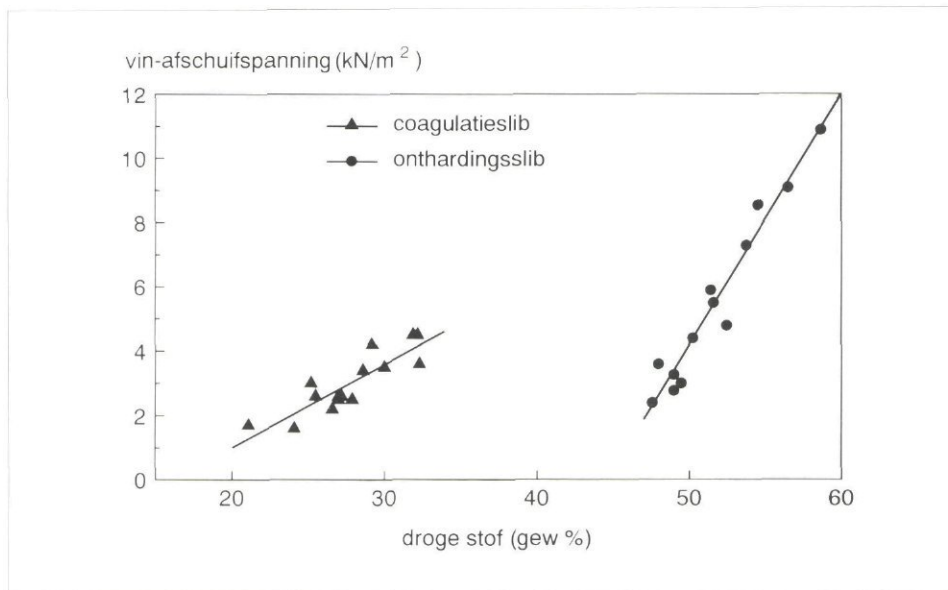
De parameters droge-stofgehalte en consistentie van ontwaterd slib zijn vooral



Afb. 1 - Processchema slib- en spoelwaterbehandeling.

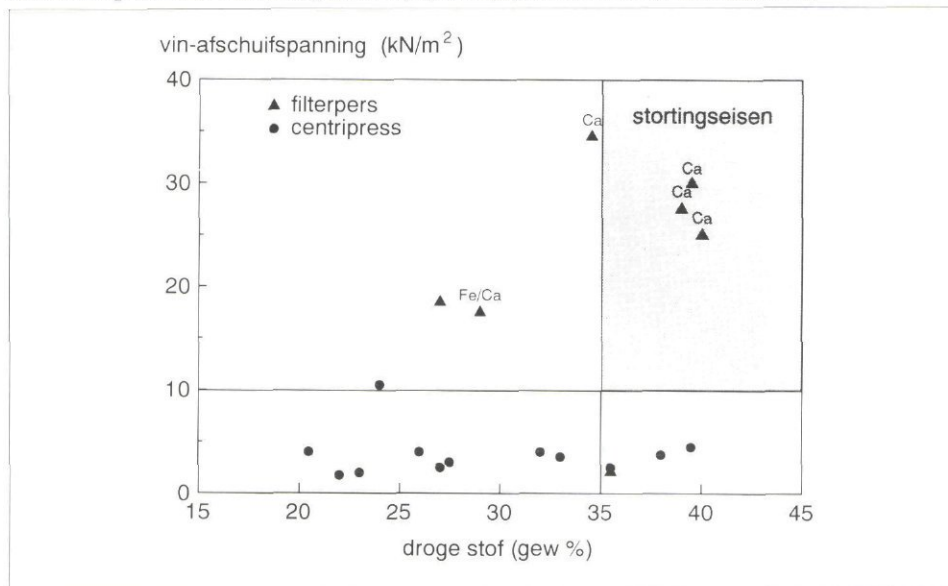
Ontwateren van ijzerhoudend coagulatieslib met behulp van een decanteercentrifuge bij het zuiveringsbedrijf 'Lindenbergh' van de NV Energie- en Watervoorziening Rijnland.





Afb. 2 - Verband tussen percentage droge stof en vin-afschuifspanning voor twee soorten drinkwaterslib.

Afb. 3: - Resultaten van ontwateringsexperimenten met coagulatie- en ontijzerings-slib tegen de achtergrond van de huidige stortingsseisen (7,9). In de afb. is ook aangegeven als kalk (Ca) of ijzerchloride/kalk (Fe/Ca) gebruikt is als conditioneringsmiddel. In alle andere gevallen is polyelectrolyt gebruikt om het slib te conditioneren.



van belang tegen de achtergrond van de stortoptie. Diverse provinciale beleidsplannen hanteren als primaire stortingsseisen een afschuifspanning (τ_{afs}) van tenminste 10 kN/m² en als secundaire eis een droge-stofgehalte (d.s.) van tenminste 35%. Uit de diverse onderzoeken is gebleken dat het behalen van een droge-stofgehalte van 35% geenszins betekent dat ook wordt voldaan aan de consistentie-eis van tenminste 10 kN/m². Belangrijke factoren die in deze een rol spelen zijn: slibsoort, aard der conditionering, ontwateringsmethode en gebruik van toeslag. Ter illustratie moge afb. 2 dienen [9].

IJzerhoudend coagulatieslib ontwaterd met

behulp van de Centripres (centrifuge) bereikt bij een droge-stofgehalte van circa 32% een afschuifspanning van ten hoogste 5 kN/m². Een op natuurlijke wijze ontwaterd onthardingsslib moet circa 50% droge stof bevatten om een overeenkomstige afschuifspanning te bereiken.

Wel is duidelijk geworden dat het droge-stofgehalte invloed heeft op de waarde van de afschuifspanning. Vergelijkt men de ontwateringsprestaties van centrifuges ten opzichte van filterpersen zoals weergegeven in afb. 3 dan blijkt dat de afschuifspanning van met behulp van centrifuges ontwaterde slibben duidelijk beneden de 10 kN/m² blijft.

Meestal verkrijgt men waarden tussen 2-4 kN/m². Filterpersen leveren uitkomsten die steeds hoger liggen dan 10 kN/m² tot circa 30 kN/m² toe. Het voldoen aan beide stortingsseisen namelijk $\tau_{afs} > 10$ kN/m² en d.s. > 35% lukt derhalve slechts met filterpersen, zij het dat een chemische conditionering met kalk of kalk en FeCl₃ moet hebben plaatsgevonden. Een chemische conditionering met polyelectrolyten alleen is meestal ontoereikend gegeven de minimale drogestofeis van 35%. Wil men het ontwaterde slib van centrifuges toch stortklaar maken dan zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk zoals:

- natuurlijke ontwatering (verdamping) op droogbedden;
- toevoeging van reactieve toeslag zoals ongebluste kalk, cement;
- mechanische na-ontwatering, bijvoorbeeld onder zeer hoge drukken.

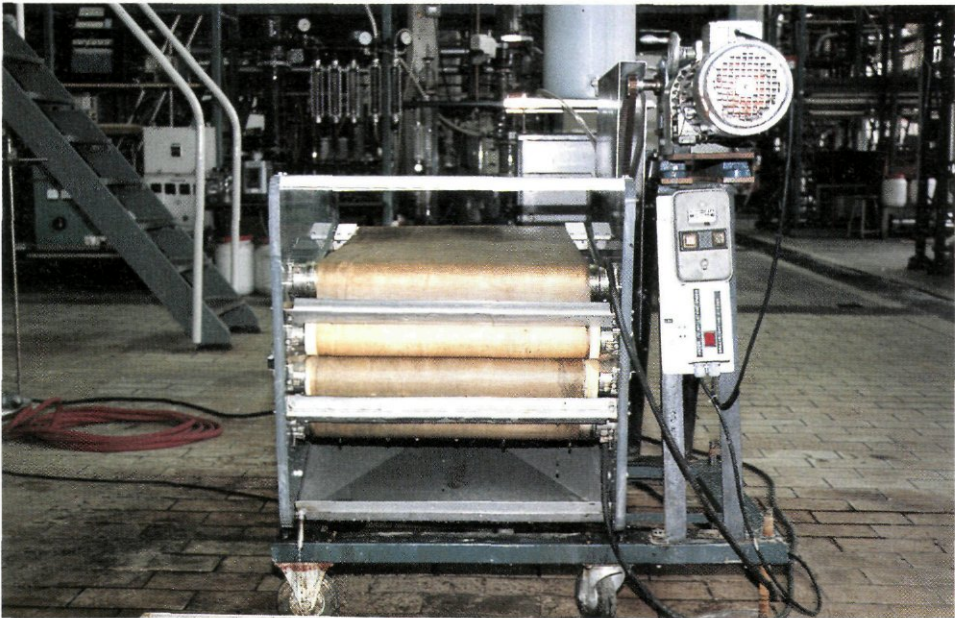
De verwachting is dat de stortingsseisen voor consistentie en droge-stofgehalte in de toekomst verder worden aangescherpt. Ook zal men strenger gaan toezien op het doseren van toeslag aan slib zoals bijvoorbeeld kalk. Het gevolg zal zijn dat een steeds grotere investering in bijvoorbeeld ontwateringsapparatuur vereist is om de weg naar de stortinrichting open te houden. Te verwijzen valt naar zeer hogedruk slibontwatering (Hi-compact; Tube Press; CHP-press etc.) en naar niet-chemische conditioneringsmethoden zoals elektro-osmose en vriesdooien.

Het alternatief van kunstmatige slibontwatering, namelijk natuurlijke ontwatering op droogbedden, is in veel gevallen ook geen aantrekkelijke optie. Dit door het vaak forse ruimtebeslag, strenge milieu-eisen voor de inrichting van droogbedden en het onzekere resultaat van de natuurlijke ontwatering als gevolg van klimatologische factoren. Voor de waterleidingbedrijven is geschatte ontwikkeling ook stimulans om nadrukkelijk aandacht te geven aan de mogelijkheden van nuttige toepassingen.

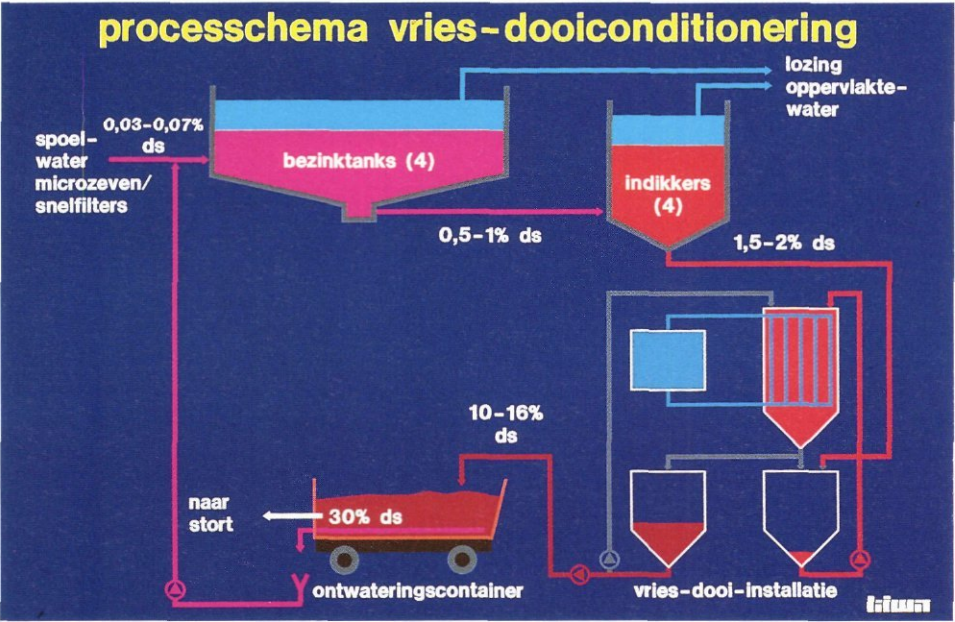
5. Nuttige inzet

In de jaren tachtig is al een begin gemaakt met onderzoek naar nuttige toepassingsmogelijkheden voor slib en andere afval/reststoffen van waterleidingbedrijven. Op basis van onder meer Nederlandse, Duitse en Amerikaanse onderzoeken is een beeld verkregen van de potentiële mogelijkheden van nuttige inzet. Een overzicht hiervan is weergegeven in tabel II.

Een aantal toepassingen voor ijzer- en aluminiumslib is, zij het nog op beperkte



Proefopstelling voor elektro-osmotische slibontwatering met behulp van een zeefbandpers op semi-technische schaal. Dit onderzoek wordt uitgevoerd door de TU Eindhoven met ondersteuning van het ministerie van VROM, KIWA, Ballast Nedam Milieutechniek en Geveke Werktuigbouw.



Processchema van de vriesdooicondicionering van aluminiumhoudend coagulatieslib bij de 'Grosse Dhümmalsperre' van de Wuppertaler Stadtwerke AG.

schaal, al gerealiseerd [6]. Een optie waar nog weinig aandacht aan is besteed, maar die in principe goede vooruitzichten biedt, is toepassing van teruggewonnen ijzer- of

Tabel II – Nuttige toepassingsmogelijkheden voor drinkwaterslib.

Nuttige toepassing	Al-slib	Fe-slib	Ca-slib
baksteenfabricage	x	x	x
cementproductie	x	x	x
bouwmaterialen			x
defosfatering	x	x	
staalbereiding		x	
zwavelwaterstofbinding		x	
onderhoudsbekalking			x

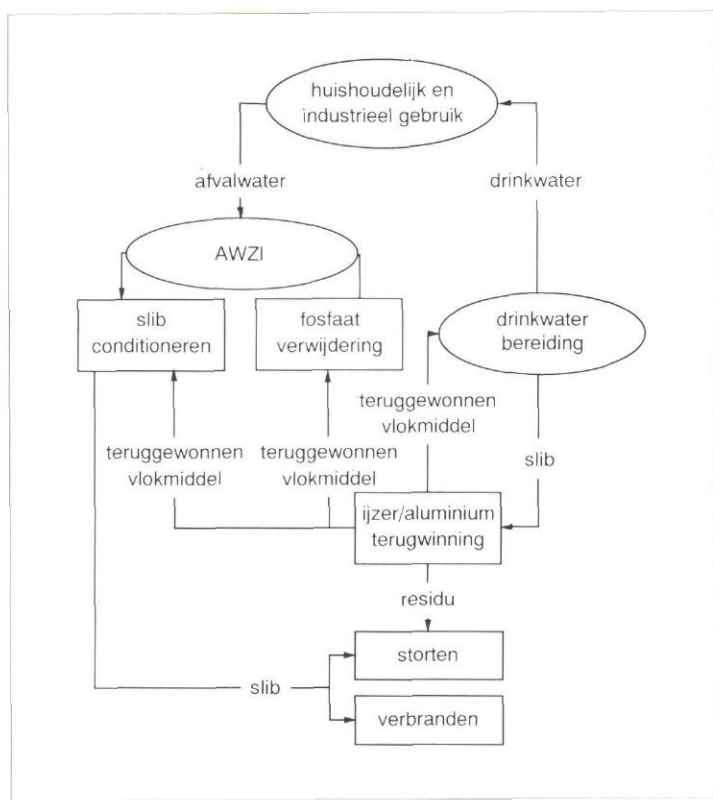
aluminiumzouten voor de defosfatering van afvalwater, i.c. voor de chemische conditionering van zuiveringsslib. De positieve verwachting voor vlok-middelsterugwinning is gebaseerd op het feit dat de kosten voor verwijdering van het slib (in het bijzonder naar een stort-inrichting) fors zullen stijgen.

Ook de inzet van uit drinkwaterslib teruggewonnen ijzer of aluminium (in opgeloste vorm) als vlokmiddel voor coagulatieprocessen in de drinkwaterbereiding moet in dit verband worden

genoemd. Afb. 4 geeft deze kringloop-gedachte weer.

De recycling van vlokmiddel bij water-leidingbedrijven is al onderwerp van studie geweest [10]. Hieruit kwam naar voren dat de werking van het terug-gewonnen ijzer of aluminium niet onder-doet voor die van commercieel verkrijg-bare hydrolyserende metaalzouten. Hergebruik van het teruggewonnen vlok-middel in het drinkwaterzuiveringsproces zou problemen kunnen opleveren met betrekking tot ophoping van diverse stoffen in deze gesloten kringloop. Op dit moment wordt daarom vooral gedacht aan het toepassen van het teruggewonnen vlokmiddel bij de chemische defosfatering van afvalwater. Vanuit deze gedachte en door het feit dat in diverse Europese landen grootschalige defosfatering van afvalwater in het verschiet ligt, is opwerking van drinkwaterslib tot vlok-middel meer dan de moeite van het bestuderen waard. Als alle afvalwater-zuiveringsinstallaties in Nederland voor-zien zouden worden van een chemische defosfateringsstap, dan wordt de benodigde hoeveelheid ijzer geschat op ongeveer 22.000 ton Fe bij na-precipitatie en 33.000 ton Fe bij simultane precipitatie [12]. Als al het ijzer uit ijzerrijk-drinkwaterslib zou kunnen worden terug-gewonnen dan kan in 20 tot 30% van de behoefte aan ijzer voorzien worden. Opgemerkt moet worden dat bij chemische defosfatering de verhoging van de anionenconcentratie (chloride en/of sulfaat) in het effluent een probleem kan vormen. Dit probleem is ook te verwachten als gebruik wordt gemaakt van vlokmiddel verkregen uit drink-waterslib.

6. Opwerking tot vlokmiddel
Terugwinning van ijzer of aluminium uit drinkwaterslib geschiedt door het element uit zijn (hydr)oxide binding vrij te maken. De meest eenvoudige werkwijze bestaat uit dosering van sterke zuren (HCl, H₂SO₄) aan slib. Door het amfotere karakter van aluminium komen ook sterke basen (NaOH, Ca(OH)₂) als oplosmiddel in aanmerking. De basische terugwinning van aluminium heeft als voordeel dat een aantal zware metalen worden neer-geslagen en dus niet in het terug-gewonnen vlokmiddel terecht komen. Een belangrijk aandachtspunt is op welke wijze concentrering van de ijzer- of aluminiumcomponent moet plaatsvinden en in welke mate dit moet geschieden. Voor het verkrijgen van een geconcen-treerde ijzer- of aluminiumoplossing staan in principe twee wegen open. Een voor de



Afb. 4 - IJzer- en aluminiumterugwinning uit drinkwaterslib en toepassing als coagulatie-, defosfaterings- en conditioneringsmiddel.

ontwateringstrap, is het voor de beschreven nuttige toepassing niet noodzakelijk dat een hoog ontwateringsrendement wordt gehaald. In dit opzicht biedt de toepassing van centrifuges goede vooruitzichten, daar tegen een acceptabele kostprijs een qua transportkosten gunstig droge-stofgehalte wordt bereikt.

7. Kwaliteit teruggewonnen vlokmiddel

Voor de Nederlandse situatie, waar in hoofdzaak ijzerhoudend drinkwaterslib wordt geproduceerd, kan worden berekend dat in doorsnee een ijzerhoudend vlokmiddel kan worden verkregen met een sterkte van 17-20 gewichtsprocenten FeCl₃. Dit onder aanname dat slibontwatering plaatsvindt tot circa 25 à 30% droge stof en dat het slib bestaat uit 70% ijzerhydroxide. Onderzoek in Nederland naar de samenstelling van slib van waterleidingbedrijven heeft uitgewezen dat sommige metalen en metaloïden zich in het slib kunnen ophopen [11]. Op basis van deze gegevens kan een eerste indruk worden verkregen over de mate van verontreiniging van opgewerkt vlokmiddel. In tabel III is voor een aantal zware metalen en arseen de concentratie berekend uitgaande van een theoretische sterkte van 40 gewichtsprocenten FeCl₃.

Een aantal waterkwaliteitsbeheerders hanteren momenteel eisen voor de samenstelling van defosfateringschemicaliën zoals vastgelegd in de Positieve Lijsten (onderdeel van KIWA-ATA). Deze normstelling is onder meer afgeleid van de eisen geformuleerd in het Waterleidingbesluit. De kwaliteits-eisen voor defosfateringschemicaliën

hand liggende werkwijze is concentrering van de slibstoffen en daardoor van de ijzer- of aluminiumverbindingen door indikking en ontwatering, waarna terugwinning plaats heeft. Een andere verrijkmethode bestaat uit het toepassen van solvent-extractie op dun slib [10].

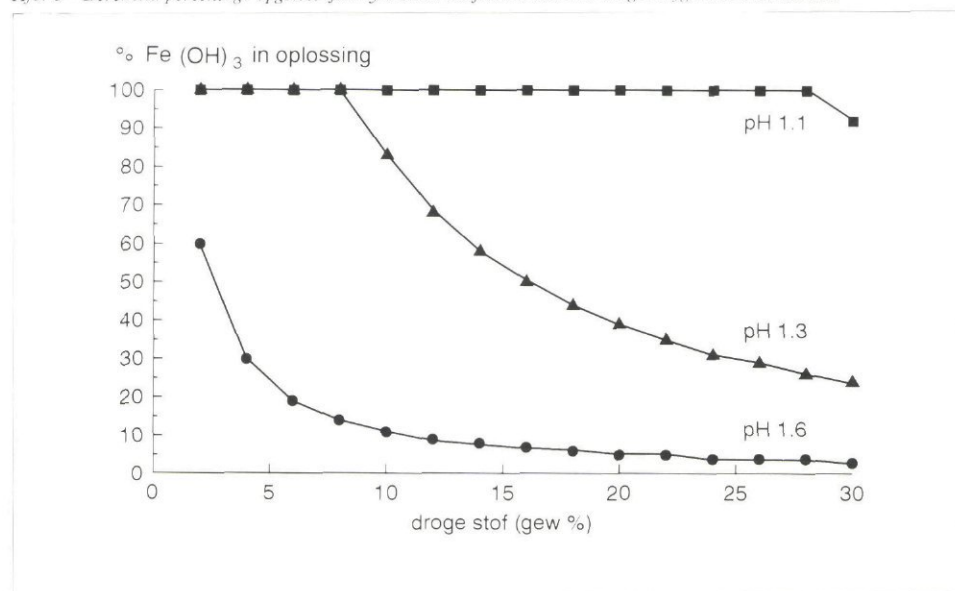
De eerste concentreringsmethode biedt door zijn eenvoud het meeste perspectief. Concentrering van slibstoffen langs mechanische weg heeft duidelijke voordelen boven die van natuurlijke concentrering op droogbedden. Bij laatstgenoemde ontwateringsmethode treedt onder anaërobe condities vorming van ijzersulfiden op. Bij de navolgende zuurbehandeling treedt zwavelwaterstof uit dat tot stankproblemen aanleiding kan geven. Ook de aanwezigheid van zand, planten en wortels doet afbreuk aan de hergebruikswaarde van slib. De meest geëigende aanpak bestaat daarom uit een indikkingsfase door gravitatie- of flotatie-indikking gevolgd door een mechanische ontwateringstrap en aanvullende zuurbehandeling. Een mogelijk nadeel van deze aanpak is de noodzaak conditioneringschemicaliën te gebruiken in het bijzonder polyelectrolyten voor de mechanische slibontwatering. Dit bezwaar kan worden ondervangen door toepassing van vriesdooien als conditioneringstechniek.

De hoeveelheid zuur die moet worden gedoseerd hangt af van het gewenste

terugwinningsrendement en het droge-stofgehalte c.q. elementconcentratie van de slibkoek. Zoals uit afbeelding 5 blijkt daalt, bij constante pH, het terugwinningsrendement van ijzer bij stijgend droge-stofgehalte van de slibkoek.

Dit betekent dat bij een hoger droge-stofgehalte van de slibkoek een lagere pH vereist is om het terugwinningsrendement op peil te houden. In tegenstelling tot eisen die vanuit de stortoptie gesteld worden aan een mechanische

Afb. 5 - Berekend percentage opgelost ijzerhydroxide als functie van het droge-stofgehalte van het slib.



Tabel III – Gehalten aan enkele zware metalen en arseen in teruggevoonden vlokmiddel, verkregen uit ijzerhoudend slib. De concentraties zijn uitgedrukt in mg per kg produkt voor een 40 gewichtsprocenten FeCl_3 -oplossing.

Element	Vlokmiddel op basis van:			
	Coagulatieslib		Ontijzeringslib	
	$E_{\text{max.}}$	$E_{\text{gem.}}$	$E_{\text{max.}}$	$E_{\text{gem.}}$
antimoon	2,7	1,9	4,2	0,7
arsen	63	14	1.200	19
cadmium	5,8	0,53	12	0,2
chrom	97	23	197	15
lood	108	10	123	3,5

$E_{\text{gem.}}$ = element-concentratie op basis van geometrisch gemiddelde.

$E_{\text{max.}}$ = maximale element-concentratie.

moeten ons inziens gebaseerd worden op de klasse van oppervlaktewater die geschikt wordt geacht voor de bereiding van drinkwater. Dit houdt in dat aan defosfateringschemicaliën minder strenge eisen kunnen worden gesteld dan die welke genoemd in de Positieve Lijsten voor chemicaliën toegepast bij de drinkwaterbereiding. Een belangrijk aandachtspunt is ook in welke mate verontreinigende stoffen, aanwezig in de defosfateringschemicaliën, zich ophopen in het zuiveringsslib.

Problemen met organische microverontreinigingen zoals PAC's, THM's, PCB's en pesticiden zijn niet te verwachten omdat deze tot op heden niet of in uiterst geringe concentraties in ijzer- of aluminiumhoudend drinkwaterslib zijn aangetroffen.

8. Conclusies

Over nuttige inzet als onderdeel van een doelmatige verwijderingsstructuur voor slib van waterleidingbedrijven kan het volgende worden opgemerkt:

- Nuttige toepassing van drinkwaterslib staat centraal in het milieubeleid van de waterleidingbedrijven.
- Een extra stimulans voor nuttige toepassingen is de te verwachten stijging van ontwaterings- en stortingskosten.
- Terugwinning van vlokmiddel uit drinkwaterslib is een veelbelovend alternatief voor storten van dit zuiveringsresidu.
- Een procesmatige slib- en spoelwaterbehandeling geeft een betere uitgangspositie voor nuttige toepassingen.
- De aanwezigheid van anorganische microverontreinigingen in het opgewerkte vlokmiddel is een belangrijk aandachtspunt.
- Op landelijk niveau moeten kwaliteits-eisen worden vastgesteld voor defosfateringschemicaliën. Deze eisen moeten gebaseerd worden op de kwaliteit oppervlaktewater die geschikt wordt geacht voor de bereiding van drinkwater.

Literatuur

1. Sombekke, H. D. M. en Koppers, H. M. M. (1991). *Inventarisatie verwijdering slib en overige afval-/reststoffen van drinkwaterproductiebedrijven*. KIWA SWO 91.226, Nieuwegein, mei 1991.
2. Sarfert, F. and Such, W. (1985). *Sludge from water treatment plants in West-Germany- assessment of an opinion*. GWF-Wasser/Abwasser, 126: 10: 507.
3. Maes, J. and Aerts, M. (1986). *An update of the Belgian situation*. DVGW-Schriftenreihe Wasser nr. 50. ZFGW-Verlag GmbH, Frankfurt, Germany.
4. VEWIN (1991). *VEWIN-Milieuplan*. Rijswijk.
5. Lee, R. G., Eckhardt, H., Wortel, N. C. and Koppers, H. M. M. (1990). *Toxic concerns regarding water plant wastes*. AWWARF/KIWA Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge, Denver, USA.
6. Nieuwenhuyze, R. F. van, McTigue, N. E. and Lee, R. G. (1990). *Beneficial applications and innovative sludge disposal methods*. AWWARF/KIWA Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge, Denver, USA.
7. Such, W., Koppers, H. M. M., Krämer, P. und Oute-Witte, R. (1988). *Untersuchungen zur Entwässerung von Wasserwerkschlamm mit Vollmantelschneckenzenrifugen*. GWF-Wasser/Abwasser, 129:11:694.
8. Koppers, H. M. M., Rolan, A. T., Vandermeiden, C., McTigue, N. E., Henke, H. A., Martin, H. and Nieuwenhuyze, R. F. van (1990). *Advanced treatment technologies*. AWWARF/KIWA Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge, Denver, USA.
9. McTigue, N. E., Koppers, H. M. M. and Cornwell, D. A. (1990). *Regulations, characteristics and analytical considerations*. AWWARF/KIWA Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge, Denver, USA.
10. King, P. H., Koppers, H. M. M., Vandermeiden, C., Eekeren, M. W. M. van and Wortel, N. C. (1990). *Optimizing sludge characteristics and minimizing generation*. AWWARF/KIWA Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge, Denver, USA.
11. Koppers, H. M. M. et al (1985). *Gehalten aan anorganische stoffen in het slib van Nederlandse waterleidingbedrijven; een eerste verkenning*. KIWA SWE 85.004, Nieuwegein, april 1985.
12. Starkenburg W., Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau Haskoning. *Mondelinge mededeling*.



Gids Nederlandse Milieu Expertise verschenen

Onlangs is de Gids Nederlandse Milieu Expertise verschenen. De gids bevat adressen en beschrijvingen van zo'n vijfhonderd instellingen met milieu-expertise. Het gaat hier vooral om non-profit organisaties met een landelijk en regionaal karakter.

De gids is een uittreksel uit de gegevens van het expertisebestand CIMIBRON van de Centrale Ingang Milieu Informatie (CIMI). CIMI is een onderdeel van het RIVM.

Het naslagwerk is te bestellen bij Koninklijke Vermande BV, Postbus 20, 8200 AA Lelystad, telefoon 03200-22944, ISBN 90 6040 9841 en kost f 79,50.

De Zee, de Zee de Noordzee

*Het verhaal van de Noordzee
Haar stoffen, haar planten en dieren
Haar verleden, en haar veranderingen
Haar relaties met de mens.*

'De Zee, de Zee de Noordzee', is een boek voor de leek over alle aspecten van de Noordzee, geschreven door Remi Laane, Ruud Hisgen, Arno van Berge Hene-gouwen, Row Lewis en Franciscus Colijn. Het bevat naast de tekst ook gedichten, vele tekeningen en kaarten en foto's.

Er verschijnen heel wat boeken over de zee, van sprookjes tot wetenschappelijk verhandelingen. Wetenschappers publiceren hun resultaten in internationale vaktijdschriften en steeds vaker worden artikelen over de Noordzee in H_2O opgenomen. De politici hebben het probleem van de Noordzee hoog op hun agenda staan. Elke dag staan kranten vol van alarmerende berichten over de zorgelijke toestand van de Noordzee. Radio en TV doen naar hartelust mee. Vele berichten spreken elkaar tegen. Werkelijkheid en fantasie zijn steeds moeilijker van elkaar te scheiden en het valt niet mee uit de brei van informatie af te leiden wat er nu precies aan de hand is met de Noordzee.

Voor de een is zij op sterven na dood, voor de ander is het een onuitputtelijke bron van vis, olie en gas. De een wil vanaf het strand genieten van een schone zee, de ander maakt zich zorgen over de zeehond.

Het werd tijd voor een boek waarin het verhaal van de Noordzee op een voor ieder begrijpelijke wijze wordt verteld. Hier is dat verhaal: het gaat over haar stoffen, haar planten en dieren, haar verleden en haar veranderingen. De relatie met de mens en de consequenties daarvan, tezamen met het beleid en beheer, worden op een duidelijke manier uit de doeken gedaan.

Wat het boek zo aardig maakt zijn de fraaie fotocollages, de duidelijke grafieken en de knipoog naar de literatuur. Een gedicht van Kloos, een citaat uit Alice in Wonderland, bijvoorbeeld, zorgen voor een afwisseling met de technische informatie. Het boek is makkelijk toegankelijk door de korte stukken tekst en het duidelijke register achterin.

Voor een ieder die wat meer af wil weten van de Noordzee of een scriptie moet maken over dit onderwerp is het boek van harte aan te bevelen.

Het boek is te bestellen bij:
Uitgeverij SDU, Chr. Plantijnstraat 2,
2515 TZ Den Haag, ISBN 9012067375 en kost f 35,-.