

Afvalproblematiek bij de bereiding van drinkwater

Inleiding

Bij de bereiding van drinkwater uit grond- en oppervlaktewater worden verschillende soorten stoffen uit het water verwijderd om drinkwater van een goede kwaliteit te verkrijgen. Voor dit doel worden vaak op een aantal plaatsen in het zuiveringsproces chemicaliën aan het water toegevoegd. De afgescheiden verontreinigingen vormen tezamen met een deel van de toegevoegde chemicaliën het afvalproduct van de drinkwaterproductiebedrijven. Afval in die zin, dat het van geen nut meer is voor de pro-



IR. H. M. M. KOPPERS
Vakgroep Procestechnologie
KIWA NV



J. M. HOFMAN
Vakgroep Procestechnologie
KIWA NV

ducent met andere woorden dat de gebruikswaarde tot nul is gedaald. Dit betekent dat het afval of de restprodukten van de zuivering tegen zo laag mogelijke kosten moeten worden afgevoerd en opgeslagen. De laatste jaren is er een duidelijke tendens merkbaar om de levensduur van 'afvalprodukten' te verlengen door hieraan een nuttige bestemming te geven.

De verwerking van afvalstoffen gericht op een eventueel nuttig gebruik ervan wordt hierbij aan de veranderde situatie aangepast.

Deze in het kort geschetste ontwikkeling is ten dele een gevolg van wettelijke regelingen, die een andere aanpak noodzakelijk maken, ten dele het gevolg van zich wijzigende omstandigheden op de grondstoffenmarkt.

Werden in het verleden de nevenprodukten van de drinkwaterbereiding veelal direct geloosd op de dichtstbijzijnde waterloop, met de komst van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (1970) is hierin verandering gekomen.

De behandeling van het bij de bereiding van drinkwater vrijkomende afvalwater levert een al dan niet geconcentreerd residu op dat een bestemming behoeft. Wanneer het residu niet op nuttige wijze kan worden gebruikt is storten het enige alternatief. Sinds kort gelden voor de verwijdering van afvalstoffen wettelijke regelingen zoals de Afvalstoffenwet en de Wet Chemische Afvalstoffen. Het geheel van deze wettelijke

regelingen noopt de drinkwaterproductiebedrijven tot het nemen van maatregelen ter beperking, adequate verwerking en bestemming van afvalstoffen die vrijkomen bij de bereiding van drinkwater.

In het kader van het VEWIN-Speurwerkprogramma wordt onderzoek verricht ondermeer naar de slib- en spoelwaterverwerking bij grondwater- en oppervlaktewaterwerkende bedrijven. Hierbij worden contacten onderhouden met vergelijkbare instellingen en instituten in het buitenland, waaronder Water Research Centre (Engeland), American Waterworks Association (Amerika), Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (Duitsland) en Nationale Vereniging der Waterleidingbedrijven (België).

Ontstaanswijze van afvalstoffen

Bij de bereiding van drinkwater op circa 250 produktielokaties ontstaan naast afvalstoffen met een algemeen karakter tevens restprodukten van de zuivering. Tot de eerste categorie kunnen worden gerekend:

- huishoudelijk afvalwater van dienstwoningen, kantoren etc.;
- milieuschadelijke stoffen uit laboratoria zoals kwikverbindingen en organische oplosmiddelen;
- afvalwater afkomstig van menginrichtingen en doseerinstallaties voor chemicaliën;
- afvalwater afkomstig van de reiniging van delen van de zuiveringsinstallaties (reinwaterkelder, flokkulatoren);
- zeef- en roostervuil bij de lokaties die oppervlaktewater als grondstof gebruiken.

Tot de tweede categorie behoren afvalstoffen die ingedeeld kunnen worden naar de wijze van ontstaan bij het proces van de drinkwaterbereiding:

- slib uit de voorbezinking;
- spoelwater van microzeven;
- spoelwater van filters;
- coagulatieslib;
- onthardingslib/onthardingskorrels;
- brijn van ontzoutingsinstallaties en regeneraat van ionenwisselaars.

De problematiek van verwerking en bestemming is in hoofdzaak toegespitst op de tweede categorie van afvalstoffen, daar zij door hun aard, samenstelling en hoeveelheid, de meeste problemen opleveren. In het navolgende zal in het kort iets worden gezegd over de ontstaanswijze van laatstgenoemde categorie afvalstoffen.

Voorbezinking

In de spaar- en opvangbekkens bezinken

stoffen zoals klei, zand en andere bezinkbare stoffen. Door het relatief grote oppervlak van deze bekkens zal de verwijdering van het slib met een geringe frequentie nodig zijn. De sediment-samenstelling kan door chemische en/of (micro)biologische processen veranderen. De hoeveelheid slib die tot bezinking komt hangt samen met het sedimentaanbod van de rivier en met de grootte van het bekkenareaal. Vaak wordt ook slib gevormd door dosering van chemicaliën ten behoeve van fosfaat-eliminatie en ontharding.

Microzeving

Met behulp van microzeven worden voornamelijk algen en grotere organismen en/of deeltjes vaste stof uit het oppervlaktewater gefiltreerd. De afgevangen bestanddelen worden via een continue of discontinue waterspoeling van het filtrerend oppervlak verwijderd.

In de regel wordt circa 1 – 5 % [1] van de hoofdstroom gebruikt voor de reiniging van de microzeven. Het gehalte aan gesuspendeerde stoffen in het spoelwater is betrekkelijk laag. De behandeling van deze afvalstroom geschiedt doorgaans in combinatie met één of meer afvalstromen van de hierop volgende processen.

Snelfiltratie

Snelfiltratie wordt toegepast als verwijderingstechniek van zwevende en gesuspendeerde stoffen bij de zuivering van grond- en oppervlaktewater. Aan het te filtreren water kunnen diverse chemicaliën worden toegevoegd, zoals poederkool, kaliumpermanganaat, filtratiehulpmiddelen, loog, kalk etc. De stoffen worden afgevangen en door periodiek spoelen van het bed uit het filter verwijderd. Hierbij komen in korte tijd grote hoeveelheden water vrij. De hoeveelheid spoelwater hangt af van de gevolgde spoelprocedure en de frequentie waarmee het filterbed gespoeld wordt. Het volume spoelwater kan in sommige gevallen zelfs oplopen tot circa 10 % van de hoofdstroom doch bedraagt doorgaans niet meer dan 1 tot 3 %. Het gehalte aan zwevende en gesuspendeerde stoffen in spoelwater kan per locatie sterk variëren van enkele 10-tallen milligrammen tot waarden van 3000 mg/l of meer [2].

Tabel 1 geeft een overzicht van de samenstelling van spoelwater van een 5-tal produktielokaties.

Na het spoelen wordt in sommige gevallen het eerste filtraat afgevangen, totdat het niveau van bepaalde restverontreinigingen tot een lage waarde is gedaald. Hiervoor zijn geringe hoeveelheden water nodig in vergelijking met het spoelproces.

TABEL I - Samenstelling van spoelwater van filters van een aantal bedrijven.

Parameter		Grondstof				
		oppervlaktewater		grondwater		
		1	2	1	2	3
pH		7,5	7,8	7,3	7,8	—
zwevende stof	mg/l	2060	175	2040	3570	480
bezinkselvolume	ml/l	250	20	19,5	105	—
chemisch zuurstofverbruik	mg/l	370	75	38	300	75
Kjeldahl stikstof	mg/l	4,0	1,8	2,8	2,8	2,0
ijzer	mg/l	—	30	775	1050	180
aluminium	mg/l	150	—	—	—	—

Bij langzame zandfiltratie wordt de bovenste laag van het filter door terugspoelen incidenteel gereinigd. Hiervoor wordt slechts weinig water gebruikt.

Coagulatie

De verwijdering van grote hoeveelheden slecht bezinkbare stoffen, colloïdale stoffen en een deel van de opgeloste stoffen geschiedt door middel van coagulatie. Daartoe wordt aan het te behandelen water een vlok-middel toegevoegd, meestal zouten van ijzer of aluminium, waardoor gemakkelijker afscheidbare vlokken ontstaan. De gevormde vlokken kunnen van de waterfase worden afgescheiden door middel van sedimentatie, flotatie en/of filtratie.

Het slib is over het algemeen thixotroop en gelatineus van aard. Deze eigenschap wordt bepaald door de verhouding tussen de fraktie inerte stoffen in het slib zoals klei, zand en de fractie ijzer- of aluminiumhydroxide. De hoeveelheid droge stof die vrijkomt bij het coagulatieproces zal direct afhangen van het zwevende stofgehalte en het organische stofgehalte van het ruwe water, evenals van de dosis vlokmiddel, die tijdens het coagulatieproces wordt toegevoegd. Dosering van poederkool leidt eveneens tot een toeneming van de hoeveelheid droge stof.

Het slibvolume bedraagt doorgaans minder dan 1 % van de hoofdstroom. Het droge stofgehalte van coagulatieslib varieert van 0,1 tot circa 3 gewichtsprocenten afhankelijk van de aard der verwijderde stoffen en de toegepaste vlokverwijderingsmethode. Een overzicht van het droge stofgehalte, gloeirest en specifieke filtratieweerstand van het slib van een 6-tal produktielocaties is gegeven in Tabel II. De specifieke filtratieweerstand wordt wel gebruik als indicatie voor de ontwaterbaarheid van slib. Slib met een filtratieweerstand groter dan 5.10¹² m/kg vertoont zeer slechte filtratie-eigenschappen [3].

Over het gehalte aan organische koolstofverbindingen in coagulatieslib uitgedrukt als chemisch zuurstofverbruik (CZV) en/of biochemisch zuurstofverbruik (BZV) zijn weinig gegevens bekend. In de literatuur

worden CZV-waarden opgegeven van 500 – 15000 mg/l, waarbij de hogere waarden meestal veroorzaakt worden door de aanwezigze actieve kool in het monster [4].

Deelontharding

Door toevoeging van kalk(melk) loog of soda wordt het calcium- en in mindere mate het magnesiumgehalte verlaagd. Als reactieprodukten ontstaan calciumcarbonaat en neerslagen van magnesiumverbindingen. Indien de ontharding geschiedt volgens het vlokformingsproces ontstaat het zeer waterrijke volumineuze calciumcarbonaat-slib. De deelontharding wordt op deze manier uitgevoerd in spaar- en opvangbekkens of in installaties. Bij laatstgenoemde werkwijze kunnen gelijktijdig vlokmiddelen worden gedoseerd, zodat een mengsel van onthardings- en coagulatieslib wordt verkregen. Het slibvolume kan uiteenlopen van 0,3 – 6 % van de hoofdstroom bij droge stofgehalten van 2 – 30 gewichtsprocenten [5]. Bij toepassing van kristallisatie in zogenaamde pellet- of korrelreactoren ontstaat voornamelijk calciumcarbonaat dat vrijkomt in de vorm van korrels. Uit oogpunt van verwerking en bestemming leveren de calciumcarbonaatkorrels geen bijzondere problemen op.

Kation- en/of anionenverwijdering

Voor verlaging van het totaal zoutgehalte van water worden processen zoals hyperfiltratie, verdamping of elektrodialyse toegepast. Hierbij wordt de zogenaamde brijn afgescheiden welke bestaat uit een waterige

zoutoplossing. Ionenwisseling wordt gebruikt voor de verwijdering van specifieke anionen en/of kationen uit het water. De ionenwisselaars worden met zuur, loog of geconcentreerde zoutoplossingen geregenereerd. In Nederland worden deze processen nog in hoofdzaak toegepast voor industriële doeleinden.

Berekening van de slibproduktie bij waterleidingbedrijven

Voor een globale berekening van de hoeveelheid slib uitgedrukt als droge stof, die ontstaat bij de bereiding van drinkwater door middel van coagulatie, filtratie en ontharding, kan in veel gevallen gebruik worden gemaakt van de volgende formule [6, 7].

$$S = \frac{Q}{1000} (z.s + 2Fe + 3A1 + 1,2Mn + a\Delta H + Z)$$

hierin is:

- S = hoeveelheid slib als droge stof in kg/j.
- Q = drinkwaterproduktie in m³/j.
- z.s. = zwevende stofgehalte in het water in mg/l.
- Fe = dosis vlokmiddel bij coagulatie met behulp van ijzerzouten en/of ijzergehalte van het water in mg/l Fe.
- A1 = dosis vlokmiddel bij coagulatie met behulp van aluminiumzouten in mg/l A1.
- Mn = dosis kaliumpermanganaat en/of mangaangehalte van het water in mg/l Mn.
- a = vermenigvuldigingsfaktor: a = 5 bij ontharding met behulp van Ca(OH)₂; a=2,5 bij ontharding met behulp van NaOH.
- ΔH = hardheidsverwijdering in mg/l Ca.
- Z = additionele chemicaliën zoals vlokhulp-middel, poederkool en dergelijke in mg/l.

Met behulp van bovenstaande formule is de slibproduktie bij Nederlandse waterleidingbedrijven berekend. Bij de bereiding van 1 miljard m³ drinkwater ontstaat jaarlijks circa 30.000 ton droge stof. Het aandeel van onthardingsslib in de totale droge stof-

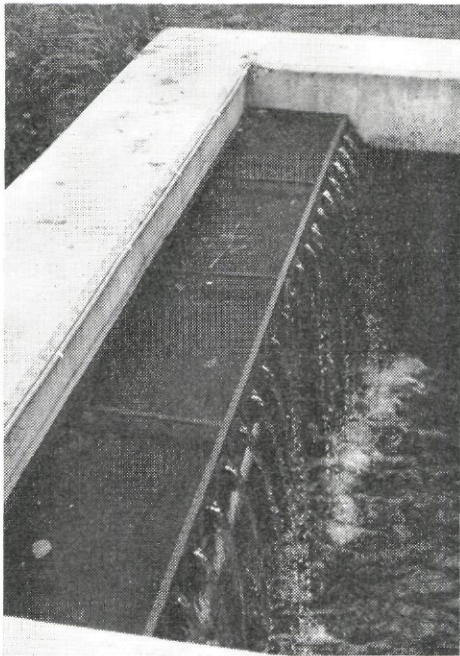
TABEL II - Karakteristieken van coagulatieslib.

Grondstof	Parameter		
	gloeirest	droge stofgehalte	specifieke filtratieweerstand
	%	%	(49 kN/m ²) m/kg
kwelwater	76	3,1	17.10 ¹²
Bethunepolder			
IJsselmeerwater	74	2,9	13.10 ¹²
Lekkanaalwater	77	3,4	4.4.10 ¹²
Biesboschwater	73	4,8	44.10 ¹²
Albertkanaalwater	82	0,7	9.3.10 ¹²
Lekkanaalwater na voorbezinking	80	2,6	16.10 ¹²

produktie bedraagt 35 % bij een ontharingscapaciteit van 13 % van de jaarproduktie van drinkwater. Van de in 1978 geënquêteerde bedrijven produceerden 80 % minder dan 100 ton droge stof per jaar [2].

Slibverwerking

Het slib dat vrijkomt bij de bereiding van drinkwater bevat in de regel nog een zeer hoog watergehalte (97 – 99,9 %). In de praktijk doen zich slechts zelden omstandigheden voor dat het waterhoudende slib zonder verdere behandeling kan worden afgevoerd. Een uitzondering hierop vormt de afvoer van slib naar zuiveringsinstallaties voor huishoudelijk afvalwater voor een gezamenlijke verwerking met zuiveringsslib. Deze methode wordt, zij het op beperkte schaal, toegepast in Groot-Brittannië en de Verenigde Staten [7, 8]. In alle andere gevallen zal het slib in eigen beheer moeten worden verwerkt. Indien geen nuttige bestemming, waaronder hergebruik, kan worden gevonden voor het slib, blijft storten als enige alternatief over. Het droge stofgehalte van slib voor het verkrijgen van een stortklaar produkt ligt tussen 20 – 50 % droge stof, afhankelijk van de ruwwaterkwaliteit en de toegepaste zuiveringstechniek. In de Amerikaanse literatuur wordt voor aluminiumhydroxideslib als ondergrens vaak 35 % droge stof opgegeven [7]. Om dit te bereiken zal het slib ontwaterd dienen te worden door de toepassing van natuurlijke- of kunstmatige slibontwatering. Alvorens slibontwatering toe te passen wordt het droge stofgehalte van het slib door



Afb. 2 - Menging van vlokmiddel met spoelwater in een waterval op pompstation. Ir. H. Symons (GEWAB - Arnhem).

middel van bezinking of flotatie en indikking verhoogd. De verhoging van het droge stofgehalte geeft een aanzienlijke volumevermindering van het slib, hetgeen kostenbesparend werkt voor verdere slibbehandeling. De bezinking van zwevende- en gesuspendeerde stoffen vindt plaats in bezinkbassins. In afb. 1 is een bezinkbassin weergegeven voor de behandeling van spoelwater van filters. De bezinking van spoelwater wordt meestal discontinu uitgevoerd. Na bezinking gedurende één of meer dagen wordt het

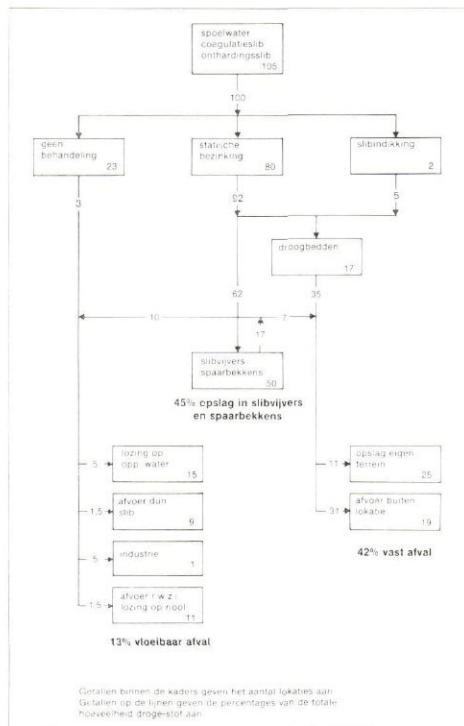
bovenstaande water geloosd dan wel teruggevoerd naar het proces van de drinkwaterbereiding. Aan het slibhoudende water kunnen vlokmiddelen worden toegevoegd ter verbetering van de kwaliteit van het bovenstaande water of voor een verkleining van de bezinktijd [9]. In afb. 2 is een menginrichting weergegeven voor de menging van vlokmiddelen met spoelwater. Het droge stofgehalte van het slib wordt vervolgens door middel van indikking verder verhoogd. Dit kan geschieden door samendrukking van de slibdeeltjes onder invloed van de zwaartekracht. Indikking kan behalve door bezinking ook door flotatie worden verkregen. Hierbij gaan de vaste deeltjes opdrijven door de hechting van luchtbelletjes en vormen op de waterspiegel een drijfslag. Door de Vakgroep Procestechnologie van het KIWA wordt sinds 1979 onderzoek verricht naar de slibindikking onder invloed van de zwaartekracht. Door middel van experimenten met een continu-indikinstallatie is aangetoond dat voor coagulatieslib een indikingsgraad kan worden bereikt van 5 – 15 % droge stof. Na conditionering ter verbetering van de ontwaterbaarheid kan het slib verder ontwaterd worden. In het bijgaande overzicht (Tabel III) worden de meest gangbare slibverwerkingstechnieken genoemd met de daaraan verbonden voor- en nadelen. Dit overzicht is slechts van toepassing op de ontwatering van coagulatie- en spoelwaterslib [7, 10]. De ontwateringsprestaties van de individuele technieken vertonen grote verschillen afhankelijk van de aard en samenstelling van het slib, alsmede van de aard der conditio-
nering.

Afb. 1 - Bezinkbassin voor de spoelwaterbehandeling op pompstation. Ir. H. Symons (GEWAB - Arnhem).

TABEL III - Vergelijking van ontwateringsmethoden.

Proces	Voordelen	Nadelen	Ontwateringsresultaat (%)
Droogbedden	lage bouw- en bedrijfskosten	ontwatering afhankelijk van weersgesteldheid; groot ruimtebeslag en vaak lange ontwateringstijden	15 - 40
Lagunes	zie droogbedden	zie droogbedden; gevaar voor bodem- en grondwaterverontreiniging	20
Kamerfilterpersen	laag energieverbruik; hoog droge stofgehalte van de koek; breed toepassingsgebied; zeer hoog scheidingsrendement	hoge investeringskosten; hoge kosten voor conditionering; discontinu proces opslag- en buffertanks vereist; pH > 11 van filtraat in geval van kalkconditionering	30 - 50
Zeeffbandpersen	lage aanschaffingskosten in vergelijking met andere ontwateringsapparatuur; continu proces	veel beweegbare delen relatief veel onderhoud	15 - 30
Vakuumfilters	continu proces weinig onderhoudskosten	laag ontwateringsrendement bij hydroxide slibsoorten; hoog energieverbruik; vaak precoat benodigd	10 - 25
Centrifuges	continu proces; klein ruimtebeslag; werkzaam in een breed concentratiegebied	gevoelig voor schommelingen in slibconcentratie en slibkwaliteit; minder hoog scheidingsrendement; hoge onderhouds- en energiekosten	15 - 30





Afb. 3 - Verwerking en bestemming van slib van drinkwaterproductiebedrijven in Nederland.

De ontwatering van onthardingsslib geeft over het algemeen weinig problemen. Er worden droge stofgehalten vermeld variërend van 40 – 75 gew. % [11].

Uit een in 1978 gehouden enquête is een overzicht verkregen van de toegepaste verwerkingsmethoden voor slib van drinkwaterproductiebedrijven evenals de bestemming die wordt gegeven aan het residu van de drinkwaterbereiding voor 105 productielokaties [2]. Afb. 3 geeft een overzicht

van de verwerking en bestemming van slib van de Nederlandse waterleidingbedrijven. Uit deze afbeelding blijkt dat slechts natuurlijke ontwateringsmethoden worden toegepast voor de verwerking van het slib alvorens afvoer of opslag plaatsvindt. In afb. 4 is een slibvijver weergegeven. Het gedeeltelijk ontwaterde coagulatieslib wordt uit de slibvijver verwijderd om vervolgens op het eigen terrein te worden gestort. Een potentieel nadeel van deze natuurlijke ontwateringsmethoden is dat eventuele ongewenste sporenelementen in het slib mogelijk in de bodem of in het grondwater terecht kunnen komen.

Kunstmatige slibontwatering wordt door de Nederlandse waterleidingbedrijven nog niet toegepast. Er is dan ook in het kader van het VEWIN-Speurwerkprogramma een belangrijke plaats ingeruimd voor onderzoek naar deze slibverwerkingssystemen. In afb. 5 is het resultaat weergegeven van de ontwatering van coagulatieslib na vriesconditionering en persing.

Het slib dat momenteel afgevoerd wordt bevat in de regel nog 60 – 85 % water en wordt gebruikt voor terreinophoging en voor de aanleg van aarden wallen. Een hoog watergehalte is in wezen ongewenst. Enerzijds omdat men bij transport voornamelijk water in plaats van droge stof vervoert, anderzijds omdat een hoog watergehalte de verwerkbaarheid van het slib op stortplaatsen nadelig beïnvloedt. Afvoer van slib naar stortplaatsen vindt momenteel nog slechts in beperkte mate plaats. Opvallend is dat van de totale slibproductie 45 % wordt opgeslagen in slibvijvers en spaarbekkens, terwijl 11 % van de slibproductie

na ontwatering wordt opgeslagen op het eigen terrein. De opslag op het eigen terrein heeft vaak een definitief karakter. Er is gebleken dat men bij bijna de helft van de onderzochte locaties problemen verwacht ten aanzien van de bestemming van het slib. Dit vindt zijn oorzaak in de vaak onvoldoende ontwatering van het slib waardoor de afzet naar bijvoorbeeld stortplaatsen capaciteit op eigen terrein dwingt de water wordt bemoeilijkt. Ook de beperkte opslagleidingbedrijven vaak naar het zoeken van andere bestemmingsmogelijkheden. Hierbij zullen de van kracht geworden wettelijke maatregelen op het gebied van afvalstoffen in belangrijke mate richtingbepalend zijn. Met name moet hier de Wet Chemische Afvalstoffen genoemd worden, waarbij als uitgangspunt geldt dat de producent verantwoordelijk wordt gesteld voor de chemische afvalstof en dat de verwijdering plaats dient te vinden op een doelmatige en milieuhygiënisch verantwoorde wijze. Het is derhalve verboden om chemische afvalstoffen te storten binnen het terrein waar ze zijn ontstaan. Voor het verwijderen van chemische afvalstoffen door deze op of in de bodem te brengen op het bedrijfsterrein of daarbuiten, is op grond van de wet een ontheffing nodig. Om te bepalen of slib dat vrijkomt bij de bereiding van drinkwater een chemische afvalstof is, moet men de samenstelling ervan kennen.

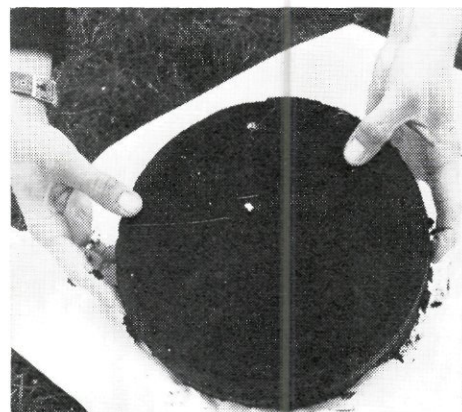
Samenstelling van het slib

Door de toepassing van zuiveringsprocessen wordt een breed spectrum van stoffen uit het water verwijderd. Naast stoffen zoals klei, algen en andere colloïdale verontreinigingen of ijzer en mangaan bij de grondwaterzuivering worden ook zware metalen en andere vanuit milieuhygiënisch oogpunt ongewenste stoffen uit het water verwijderd. Deze worden in een aantal gevallen in sterke mate geconcentreerd in het slib. De uit-

Afb. 4 - Baggerwerkzaamheden in een slibvijver (zuiveringsbedrijf Andijk, PWN).



Afb. 5 - Filterkoek van coagulatieslib na vriesconditionering en persing (zuiveringsbedrijf Berenplaat, DWL-Rotterdam).



eindelijke samenstelling wordt bepaald door de ruwwaterkwaliteit, aard en samenstelling van de gebruikte chemicaliën tijdens het zuiveringsproces en aard en samenstelling van de gebruikte hulpstoffen ten behoeve van de slibontwatering.

In verband met mogelijke organisatorische en financiële consequenties voor de bedrijfstak ten aanzien van de verwerking, afvoer en opslag van slib zijn in de afgelopen drie jaar een aantal analyses uitgevoerd om na te gaan of het slib een zodanig gehalte aan zware metalen heeft dat het onder het Stoffen- en processenbesluit van de Wet Chemische Afvalstoffen valt.

Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met een aantal waterleidingbedrijven en het laboratorium voor Gezondheidstechniek van de Technische Hogeschool te Delft.

Tabel IV geeft een overzicht van enige belangrijke bestanddelen van coagulatie- en spoelwaterslib.

In Tabel V wordt het gehalte aan zware metalen weergegeven. In de tabellen zijn tevens de concentratiegrenzen vermeld van de elementen genoemd in het Stoffen- en processenbesluit van de Wet Chemische Afvalstoffen (W.C.A.). Ook is de richtlijn opgenomen van de Unie van Waterschappen (U.v.W.) inzake de afzet van zuiveringsslib naar de landbouw.

Hoewel op grond van het aantal uitgevoerde metingen nog geen algemeen geldende conclusies kunnen worden getrokken, geeft Tabel V wel een duidelijke aanwijzing dat het element arseen in verhoogde concentratie in het slib kan worden aangetroffen. De oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat arseen van nature aanwezig is in grond- en oppervlaktewater en door coagulatie en filtratie uitstekend wordt verwijderd. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld cobalt dat in opgeloste vorm niet of nauwelijks wordt verwijderd [12, 13]. Op grond van deze oriënterende metingen voldoet het slib van slechts één lokatie aan alle WCA-normen. Het slib van de andere lokaties overschrijdt de normen voor arseen, calcium (indien niet in verbinding met fosfaat) en magnesium (indien niet in verbinding met hydroxide) en valt zodoende onder het regiem van de Wet Chemische Afvalstoffen. Aan de richtlijn van de Unie van Waterschappen voldoet slechts het slib van twee lokaties, terwijl het slib van de overige de richtwaarde voor nikkel maar vooral voor arseen meestal overschrijdt. De uitkomsten van het oriënterende onderzoek nopen ten aanzien van een aantal kwaliteitskenmerken tot een nader en uitgebreider onderzoek van de samenstelling van het slib van de Nederlandse waterleidingbedrijven. Het voornemen bestaat dit onderzoek in het

kader van het VEWIN Speurwerk-programma in samenwerking met de waterleidingbedrijven voor te bereiden en in uitvoering te nemen.

Slobeschoouwing

Het beleid van de overheid op het gebied van de milieubescherming heeft voor de waterleidingbedrijven een stimulans gevormd om kritisch na te gaan of de aanpak van hun eigen afvalproblemen de toets der kritiek kan doorstaan. Uit de resultaten van een gehouden enquête is gebleken dat de afvalstromen van de Nederlandse waterleidingbedrijven veelal een behandeling ondergaan doch dat in een groot aantal gevallen nog niet een optimale oplossing voor het slibprobleem is gevonden.

Dit geldt zowel ten aanzien van de verwerking van het slib als ook voor de bestemming van het residu van de drinkwaterbereiding. Met name de natuurlijke ontwateringsmethoden houden een potentieel risico in ten aanzien van bodem- of grondwaterverontreiniging. Ook bevat het slib afkomstig van droogbedden en slibvijvers vaak nog een te hoog watergehalte waardoor de verwerkbaarheid op stortplaatsen nadelig wordt beïnvloed.

Bovendien heeft een oriënterend onderzoek aanwijzingen opgeleverd dat een beperkt aantal elementen in het slib, waaronder met

name arseen, in concentraties kunnen voorkomen die hoger zijn dan de normen in de Wet Chemische Afvalstoffen. Dit houdt in dat voor het slib, dat gekwalificeerd wordt als chemisch afval, een meldingsplicht bestaat terwijl voor het storten een ontheffing vereist is.

Het is daarom nuttig dat de consequenties voor het milieu van de huidige toegepaste technieken zoals droogbedden en slibvijvers kritisch bestudeerd worden en dat alternatieve methoden voor de ontwatering van slib op hun waarden worden getoetst. Extra aandacht in deze geldt voor de locaties met een beperkte drinkwaterproductiecapaciteit. Door hun geringe slibproductie lijkt de mechanische ontwateringsapparatuur vanuit financieel oogpunt bezien onaantrekkelijk. Alternatieven voor deze locaties zoals afvoer naar rioolwaterzuiveringsinstallaties verdienen dan ook serieuze overweging.

Een ander aspect dat tevens aandacht verdient is een eventueel hergebruik van de toegepaste chemicaliën bij de drinkwaterbereiding uit oogpunt van een meer verantwoord gebruik van de grondstoffen. Het onderzoek op het gebied van de verwerking en bestemming van afvalprodukten van waterleidingbedrijven is enkele jaren geleden door de bedrijfstak en het KIWA in het kader van het VEWIN-Speurwerk-programma opgezet. Het ziet er naar uit dat ook de komende jaren een aanzienlijke in-

TABEL IV - Belangrijke bestanddelen in het slib van 9 produktielokaties.

Grondstof	Lokatie	Droogrest %	Gloeirest %	Fe	Mn	Ca mg/kg	Mg	Al	Onopl. stoffen
grondwater	E	14	73	300000	5500	40000	850	650	70000
	A	11,6	76	29000	400000	62000	1500	950	15000
	B	26	75	145000	38000	92000	55000	7000	160000
	C	14,4	81	415000	17500	30000	410	190	< 10000
	D	17,3	76	140000	6300	96000	65000	9000	270000
	F	5,5	74	350000	600	65000	460	140	< 10000
oppervlaktewater	G	2,6	—	350000	800	33500	650	390	17000
	H*	37,4	71	30000	1800	180000	4400	50000	310000
	I	37,9	78	95000	1300	45000	9500	14000	510000
W.C.A.				—	—	50000	50000	—	—
U.v.W.				—	—	—	—	—	—

* Slibconditionering met kalk.

TABEL V - Gehalten aan zware metalen in het slib van 9 produktielokaties.

Grondstof	Lokatie	Co	Ni	As	Pb	Cd mg/kg	Cr	Hg	Se	Zn	Cu
grondwater	A	< 5	< 1	5	3,5	< 1	25	< 1	< 1	95	15
	B	615	500	160	60	10	25	1,5	< 1	1750	530
	C	55	270	285	10	4	175	< 1	< 1	450	45
	D	< 5	< 1	320	1	< 1	20	< 1	< 1	< 20	10
	E	50	150	525	50	3	140	< 1	1,5	200	345
	F*	15	35	5,5	1,5	1	90	< 1	< 1	50	140
oppervlakte-water	G	12	80	300	7	2	75	< 1	8,0	265	85
	H	15	35	70	80	9,5	80	1	1,5	760	55
	I	20	70	70	280	18,5	300	2	3	1520	160
W.C.A.		5000	5000	50	5000	50	5000	50	50	20000	5000
U.v.W.		—	100	10	500	10	500	10	—	2000	600

* Reeds voorgezuiverd oppervlaktewater.

spanning op dit gebied geleverd zal moeten worden.

Dankbetuiging

Dank is verschuldigd aan de voorzitter en de leden van de KIWA – Werkgroep Slibverwerking voor het beschikbaar stellen van de gegevens betreffende de zware metalen analyses, die in deze publicatie zijn vermeld.

Literatuur

1. AWWA Research Foundation Report. *Disposal of wastes from water treatment plants*. J. AWWA 61 (1969).
2. Koppers, H. M. M. *Productie, verwerking en bestemming van drinkwaterslib*. KIWA mededeling nr. 67, Rijswijk 1982.
3. Calkins, R. J. and Novak, J. T. *Characterization of chemical sludges*. J. AWWA 65 (1973), p. 423-428.
4. O' Connor, J. T. and Novak, J. T. *Management of water treatment plant residues*. AWWA seminar proceedings *Water treatment waste disposal*. Atlantic City 1978.
5. Young, E. F. *Water treatment plant sludge disposal practices in the United Kingdom*. J. AWWA 60 (1968), p. 717-732.
6. Warden, J. H. and Craft, D. G. *Waterworks sludge production and disposal in the United Kingdom*. WRC Technical Report 150, 1980.
7. Cornwell, D. A. and Westerhoff, G. P. *Management of Water Treatment Plant Sludges*. Seminar papers 1980. Sludge and its Ultimate disposal. University of Michigan, Ann Arbor Science.
8. AWWA Sludge disposal committee. *Water treatment plant sludges — An update of the State of the Art: part 1*. J. AWWA 70 (1978), p. 498-503.
9. Koppers, H. M. M. en Bennekom, C. A. van. *Bezinking van gesuspendeerde stoffen in filter-spoelwater van grond- en oppervlaktewaterbedrijven*. KIWA speurwerkrapport SWE 274, Rijswijk 1981.
10. AWWA research foundation. *Water quality research news*: no. 24, september 1981.
11. AWWA Committee Report. *Lime softening sludge treatment and disposal*. J. AWWA 73 (1981), p. 600-608.
12. Masschelein, W. J. et al. *Traitement des boues des stations d'épuration d'eau*. Tribune Cebedeau 34 (1981), nr. 450, p. 245-260.
13. Montiel, A. *Etude de l'élimination de certains oligo-éléments au cours des processus de coagulation — flocculation — décantation et d'affinage par le charbon actif*. T.S.M. — L'eau 69 (1974), nr. 6 p. 326-331.

Het Limnologisch Instituut – vroeger heette het 'Hydrobiologisch Instituut' – werd in 1957 opgericht door de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Tot dan toe was er weinig gedaan aan gestructureerd ecologisch onderzoek en het nieuwe instituut kreeg als opdracht het doen van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek aan oppervlaktewater, mede ten dienste van goed waterbeheer. Het Limnologisch Instituut is vanaf 1959 gevestigd in de uit 1866 daterende villa 'Vijverhof' aan de Vecht bij Nieuwersluis. In 1970 werd daar op hetzelfde terrein een tweede laboratoriumgebouw aan toegevoegd, terwijl in 1976 het 'Tjeukemeer-laboratorium' in Oosterzee in gebruik kon worden genomen.

In dit laatste laboratorium is een onderzoek opgezet dat moet leiden tot een beschrijving van de voedselproductieprocessen in het meer en een vergelijking daarvan met andere meren elders in de wereld. Daarnaast is in het Tjeukemeer het onderzoek naar algen op gang gekomen. De laboratoria te Nieuwersluis houden zich bezig met drie grote onderzoeken: een ecosysteemonderzoek in de diepe zandput Vechten bij Bunnik; een onderzoek naar de zuurstofhuishouding in polder-sloten en een waterkwaliteitsonderzoek in de Loosdrechtse plassen. Het onderzoek in de zandput Vechten loopt vanaf 1960. De bewuste put heeft een oppervlakte van 4,7 ha en een max. diepte van ca. 12 m. Die diepte zorgt voor stratificatie: van mei tot november bevat de put een warme waterlaag van ca. 20 °C die 'drijft' op een koude waterlaag van rond de 9 °C. In de bovenlaag zorgen algen en hogere planten voor zuurstofrijk water. Afgestorven algen en plantendelen zakken naar de bodem en worden verteerd door bacteriën die daarbij zuurstof verbruiken. Als gevolg daarvan is de koude onderlaag vrijwel zuurstofloos.

Het polderslotenonderzoek is een contract-onderzoek voor het ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. De bedoeling is om de normstelling voor het zuurstofgehalte in sloten aan te passen. De nu gehanteerde normen (die gericht zijn op meren met een groot oppervlak) worden door de sterk wisselende omstandigheden in kleine wateren en sloten vaak niet gehaald (dag-nacht fluctuaties). Het Waterkwaliteitsonderzoek Loosdrechtse Plassen wordt gedaan vanaf 1968. In 1980 kwam dit onderzoek echter in een stroomversnelling door de wens van Gemeentewaterleidingen Amsterdam om meer water uit de Bethunepolder te onttrekken voor de bereiding van drinkwater. Dit water in de Bethunepolder is door kwel afkomstig uit de noordelijk ervan liggende Loos-

drechtse Plassen. Door de grotere onttrekking zou de toch al negatieve waterbalans in het plassengebied nadelig worden beïnvloed en de inlaat van het Vechtwater moeten worden uitgebreid. Vechtwater is echter verontreinigd met hoge gehalten aan o.m. fosfaten en stikstof.

Als oplossing is nu gekozen voor de inlaat van water uit het Amsterdam-Rijnkanaal in plaats van Vechtwater. Dit ARK-water, dat van zichzelf al zuiverder is, zal dan bovendien eerst worden gedefosfateerd. De bedoeling is om volgend jaar te starten met de inlaat van ARK-water. Dit heeft natuurlijk gevolgen voor de waterkwaliteit en voor de levensgemeenschappen in de plassen.

Het chloridegehalte zal van 80 mg/l stijgen tot ca. 130 mg/l; een zwaardere belasting met zware metalen en pesticiden zal door monitoring door Prov. Waterstaat voorkomen worden; het stikstofgehalte zal ongeveer gelijk blijven.

Het fosfaatgehalte in het water zal afnemen, maar er moet rekening mee gehouden worden dat er nog jarenlang nalevering van fosfaten aan het water zal plaatsvinden vanuit het slib op de bodem van de plassen. Uitbaggeren lijkt niet zonder meer mogelijk omdat de fosfaten juist geconcentreerd zijn in de bovenste 'zwevende' sliblaag en bij baggeren gemakkelijk 'gemist' kunnen worden. Misschien dat afzuigen van de bovenste sliblaag mogelijk is.

Die nalevering van fosfaten vanuit het slib betekent overigens ook, dat wanneer op dit ogenblik alle afvalwater gedefosfateerd zou worden de effecten daarvan op de kwaliteit van het oppervlaktewater pas op vrij lange termijn merkbaar zullen zijn.

Water- en slibmonster uit de Loosdrechtse plassen. De fosfaten zijn geconcentreerd in het zwevende slib, juist onder het midden van het monster.

