

mededeling  
nummer **119**

# oplossingsrichtingen voor reststoffen van waterleidingbedrijven

Eindredactie  
ir H M M Koppers  
ir S G J Heijman

KIWA N V  
Onderzoek en Advies  
Nieuwegein mei 1992

Foto voorkant: Bakstenen gemaakt van 100% coagulatieslib van Waterwinstation "ir Cornelis Biemond" van de NV Watertransportmaatschappij Rijn Kennemerland  
Op de achtergrond de droogbedden van het coagulatieslib

## Inhoudsopgave

	<b>Voorwoord</b>	3
	H M M Koppers, KIWA Onderzoek en Advies	
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	5
	A Graveland, Gemeentewaterleidingen Amsterdam	
<b>2</b>	<b>Afvalstoffen: louter een beleidsprobleem ?</b>	11
	Mevrouw K Koehof, VEWIN	
2 1	Inleiding	11
2 2	Beleidskader	12
2 2 1	Nationaal milieubeleid	12
2 2 2	Nationaal milieubeleidsplan	12
2 2 3	VEWIN-Milieuplan	14
2 2 4	Afval- en reststoffenproblematiek drinkwaterproduktie	16
2 3	Wijze van uitvoering van oplossingsrichtingen afval- en reststoffenproblematiek	17
2 4	Conclusies en aanbevelingen	23
<b>3</b>	<b>Reststoffenhuishouding waterleidingbedrijven.</b>	25
	Mevrouw H D M Sombekke en H M M Koppers, KIWA Onderzoek en Advies	
3 1	Inleiding	25
3 2	Afvalproblematiek bij de bereiding van drinkwater	27
3 3	Produktie aan drinkwaterslib en overige reststoffen	28
3 3 1	Huidige produktie en samenstelling	28
3 3 2	Toekomstige produktie en samenstelling	32
3 4	Omgang met drinkwaterslib en overige reststoffen	34
3 4 1	Milieuregelgeving	34
3 4 2	Huidige slib en spoelwaterbehandeling	39
3 4 3	Bestemming van drinkwaterslib en kalkkorrels	39
3 5	Kosten	45
3 6	Knelpunten en oplossingsrichtingen	47
3 7	Literatuur	49
<b>4</b>	<b>Waarheen met de reststoffen van waterleiding- bedrijven ?</b>	51
	B R Munneke, NV Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij	
4 1	Inleiding	51
4 2	Landelijk beleidskader	52
4 3	VROM-studie "Verwijdering van drinkwaterslib"	53
4 4	VMP-studie "Berging van drinkwaterslib"	57
4 5	Oplossingsrichtingen	61
4 6	Stellingen	64

2

**5 Procesmatige slibverwerking, spoelwaterbehandeling en spoelwaterterugwinning. 67**

N C Wortel en H M M Koppers, KIWA Onderzoek en Advies

5 1	Inleiding	67
5 2	Randvoorwaarden slib- en spoelwaterbehandeling	69
5 3	Behandeling van spoelwater	70
5 3 1	Lozing van spoelwater op de riolering	72
5 3 2	Lozing van spoelwater op oppervlaktewater	72
5 3 3	Lozing van spoelwater in de ondergrond	73
5 3 4	Zuivering van spoelwater tot bedrijfswater/proceswater	74
5 3 5	Zuivering van spoelwater tot drinkwater	74
5 4	Kostenaspect spoelwaterzuivering	84
5 5	Procesmatige slibverwerking	86
5 6	Kosten van indikking en ontwatering	89
5 7	Conclusies en aanbevelingen	90
5 8	Literatuur	92

**6 Nuttige inzet, een ijzersterke toekomst? 95**

S G J Heijman en H M M Koppers, KIWA Onderzoek en Advies

6 1	Inleiding	95
6 2	Opwerken van ijzer- en aluminiumhoudend slib tot vlokmiddel	97
6 3	Marktverkenning	100
6 4	Eisen en wensen van de afnemer	102
6 5	Technische en logistieke eisen	103
6 6	Milieuhygienische en juridische aspecten	103
6 7	Kosten en baten	109
6 8	Conclusies en aanbevelingen	111
6 9	Literatuur	112

**7 Toepassing van aangezuurd drinkwaterslib bij rioolwaterzuiveringsinrichtingen in Friesland. 113**

H Dijk en S Bouma, Provincie Friesland,  
Hoofdgroep Waterstaat en Milieu

7 1	Inleiding	113
7 2	Rioolwaterzuiveringsinstallaties in Friesland en Nederland	115
7 3	Toekomstige ontwikkelingen in Nederland op het gebied van de zuivering van het rioolwater	118
7 4	Drinkwaterbereiding	121
7 5	Verwerking van ijzerhydroxideslib tot nu toe	122
7 6	Samenstelling van ijzerhydroxideslib van de NV Waterleiding Friesland	123
7 7	Onderzoek naar de toepasbaarheid van ijzerhydroxideslib	123
7 8	Kostenramingen	135

## Voorwoord

H.M.M. Koppers, KIWA Onderzoek en Advies

Tijdens het KIWA/VWN colloquium over slibproblematiek in 1987 is stilgestaan bij het afvalstoffenbeleid van de Rijksoverheid en de vertaling van de in dat kader geformuleerde doelstellingen naar de praktijk van de drinkwaterbereiding. De bijdragen aan dat colloquium door medewerkers van het Ministerie van VROM, waterleidingbedrijven en KIWA zijn gebundeld in KIWA-Mededeling 98 met als titel "Slibproblematiek bij waterleidingbedrijven".

Een belangrijke opbrengst destijds was dat een aantal waterleidingbedrijven is gaan participeren in de provinciale planvorming inzake de verwijdering van afvalstoffen. Dit om een oplossing te vinden voor de in omvang nog steeds groeiende slibvoorraden op de bedrijfsterreinen. Ook zijn toen de (technische) contouren geschetst voor het meer beheersbaar maken van de afvalstromen.

In de voorbije vijf jaar zijn diverse beleidsplannen gereed gekomen die concrete acties bevatten ten aanzien van de aanpak van het afvalstoffen-vraagstuk bij de bedrijfstak. Het Ministerie van VROM heeft, aangespoord door het Nationaal Milieubeleidsplan, de huidige verwijderingsstructuur van afval-/reststoffen van waterleidingbedrijven reeds laten doorlichten. Tevens wint VROM momenteel advies in ten aanzien van een toekomstige verwijderingsstructuur, waarbij een koppeling zal plaatsvinden met de uitkomsten van studies, zoals deze momenteel plaatsvinden in het kader van het VEWIN-Milieuplan.

Zwaartepunt van de toekomstige verwijderingsstructuur zal ongetwijfeld liggen bij het nuttig toepassen van reststoffen en het storten van niet-vermijdbare, niet-herbruikbare en niet-verbrandbare zuiveringsresiduen. VEWIN heeft op deze ontwikkelingen geanticipeerd en het afval-/reststoffen-vraagstuk tot speerpunt verklaard en KIWA in het kader van haar Speurwerkprogramma 1988-1992 opgedragen hieraan ruim aandacht te schenken. De inspanningen richten zich vooral op nuttige toepassingsmogelijkheden van slib en kalkkorrels, op de (milieu)technische aspecten van de

behandeling van spoelwater en slib en op de preventie van het ontstaan van (verontreinigde) afvalstromen Deze drie aandachtsvelden zijn in internationaal verband belicht in het AWWARF/KIWA Cooperative Research Report "Slib, Schlamm, Sludge" Dit naslagwerk is gepresenteerd tijdens het jaarlijkse congres van de American Water Works Association te Cincinnati in 1990 en tijdens Aquatech '90 te Amsterdam

Het aanstaande KIWA/VWN colloquium, waarvan de bijdragen zijn samengevat in deze Mededeling, beoogt op basis van huidige standpunten, kennis en ervaring concrete oplossingsrichtingen aan te dragen voor afval-/reststoffen van waterleidingbedrijven Tijdens de ochtendbijeenkomst zal worden ingegaan op het huidige en toekomstige reststoffenaanbod bij waterleidingbedrijven waarbij, tegen de achtergrond van het beleid van de rijksoverheid en de VEWIN, de problematiek met betrekking tot de bestemming van reststoffen nader zal worden belicht In het middagprogramma volgt een presentatie van KIWA-onderzoek over procesmatige slib- en spoelwaterbehandeling, nuttige inzet en ontarsening van drinkwaterslib Een waterkwaliteitsbeheerder geeft tenslotte zijn visie op de grootschalige toepassing van ijzerhoudend slib op een rioolwaterzuiveringsinrichting

De hoofdstukken van deze Mededeling zijn opgesteld door medewerkers van waterleidingbedrijven, VEWIN, KIWA en Provincie Friesland Ieder hoofdstuk vormt een afgerond geheel en is daardoor op zich leesbaar

# 1 Inleiding

## A. Graveland, Gemeentewaterleidingen Amsterdam

*Na circa vijf jaren is het nodig opnieuw een colloquium te houden over de stromen aan reststoffen, die bij de bereiding van drinkwater vrijkomen Enerzijds omdat de hoeveelheden elk jaar toenemen en de aard soms ook verandert Anderzijds omdat de maatschappelijke belangstelling voor het milieu in het algemeen en voor de bescherming van de natuur in het bijzonder, gelukkig snel groeit*

*Aangezien de drinkwatervoorziening inzake haar grondstoffen van grond- en oppervlaktewater sterk van het menselijke gedrag met betrekking tot milieuvervuiling afhankelijk is, is deze bedrijfstak zich reeds enkele decennia bewust dat zij zich niet kan permitteren al te veel boter op het eigen hoofd te laden*

*Daarom zal in dit colloquium een inventarisatie worden gemaakt van de aard en de hoeveelheden reeds gevormde en nog vrijkomende stromen reststoffen, hoe deze zo veel mogelijk kunnen worden beperkt en verder zo nuttig mogelijk kunnen worden gebruikt*

*Hieruit zal blijken dat nog veel moet worden verbeterd en daarover met elkaar na te denken is het concrete doel van dit colloquium*

Reeds vele decennia voordat in de tachtiger jaren het milieu maatschappelijk-breed algemene belangstelling ging krijgen, liepen de waterleidingbedrijven reeds tegen het probleem op van de vervuiling van haar bronnen Zo moest bijvoorbeeld Gemeentewaterleidingen reeds in 1914 als gevolg van de vervuiling door de stad Utrecht, overschakelen van haar inname van de Vecht naar het toenmaals geheten Merwedekanaal, het latere Amsterdam-Rijnkanaal

Om dezelfde reden moest zij in 1932 weer naar een andere bron, namelijk het Loosdrechtse Plassengebied en de Bethunepolder Zo zouden meerdere voorbeelden kunnen worden vermeld

Ook na de Tweede Wereldoorlog, aan het einde van de veertiger jaren en begin vijftiger jaren met de snel groeiende industrialisatie en intensivering van de landbouw, werden vele krachten gebundeld om de waterkwaliteit van de bronnen te beschermen

De Internationale Arbeitsgemeinschaft Rheineinzugsgebiet, de IAWR, werd

opgericht

In 1948 werd het eerste IWSA-congres in Amsterdam gehouden

In de tweede helft van de zeventiger jaren bleek ook grondwater geen veilige grondstof voor drinkwaterproduktie meer te zijn

In diezelfde jaren werden reeds vele congressen, conferenties, colloquia en symposia georganiseerd over de wederzijdse interactie tussen drinkwatervoorziening en milieu

Het gebruik van chloor als desinfectiemiddel stond toen reeds onder grote druk. Er werden door de waterleidingbedrijven bewust processen ontwikkeld, zoals voor centrale ontharding, waarvan de afvalstoffen of bijprodukten of, zoals wij tegenwoordig zeggen, de reststoffen, nuttige toepassing zouden kunnen vinden en waardoor het milieu minder met zware metalen, zouten en fosfaten zou worden belast.

In het huidige taalgebruik zeggen wij dat niet alleen de externe, maar ook de interne milieuproblematiek grote belangstelling heeft. Weliswaar misschien nog niet overal en bij iedereen.

Daarom is het goed, dat de regelgeving toeneemt om het milieu in het algemeen en de natuur in het bijzonder op meer algemene en gestructureerde wijze te beschermen. Daarop is vanuit de bedrijfstak voor de drinkwatervoorziening dan ook hard aangedrongen.

Vanwege de "milieu-rage" maakt de hoeveelheid en snelheid van regelgeving wel eens een tumultueuze en onevenwichtige indruk. Toch is een grondige en gewetensvolle heroriëntatie over ons handelen noodzakelijk en kan het nodig zijn oude methodes opnieuw kritisch te bezien en soms nieuwe wegen te gaan. Ook hier blijft nuchterheid geboden. Wij moeten blijven hoeden dat we geen middelen gaan toepassen die erger zijn dan de kwaal.

Vanwege dit verschuivende streefbeeld is het nuttig na vijf jaren weer een nieuwe serie colloquia te beleggen met het thema "Oplossingsrichtingen voor reststoffen van Waterleidingbedrijven".

Ook in andere verbanden, zoals in het VEWIN-Milieuplan, heeft dit onderwerp de aandacht.

In het kader van de kwaliteit- en milieuzorgsystemen, die binnen een paar jaar realiteit gaan worden kan het thema van vandaag een dienst vervullen.

Kortom redenen genoeg om een moment ter bezinning stil te staan op de



weg, die wij reeds zijn gegaan en de weg die wij nog hebben te gaan. Door bedrijven en binnen de Commissie Vlokvorming en Vlokverwijdering en met name binnen de Werkgroep Slibverwerking is de afgelopen 20 jaar reeds veel werk verzet en zijn vele rapporten en KIWA-Mededelingen verschenen op het gebied van indikking, ontwatering, slibverwerking, spoelwaterbehandeling en spoelwaterhergebruik. Ook het werk van de Werkgroep Uitloging en van de Werkgroep Nuttige Toepassingen mag niet onvermeld blijven. In het bijzonder moet nog worden gewezen op het verschijnen van het internationale standaardwerk "Slib, Schlamm, Sludge" waarin ir. H. M. M. Koppers en zijn medewerkers een voortrekkersrol hebben vervuld.

Verschillende waterleidingbedrijven zijn zeer actief bezig de wijze van waterwinning, voorraadvorming, zuivering en distributie kritisch te bezien. De gehele waterlijn van bron tot tapkraan, inclusief de vrijkomende stromen van reststoffen, is onderwerp van integrale studie.

Voorbeelden hiervan zijn:

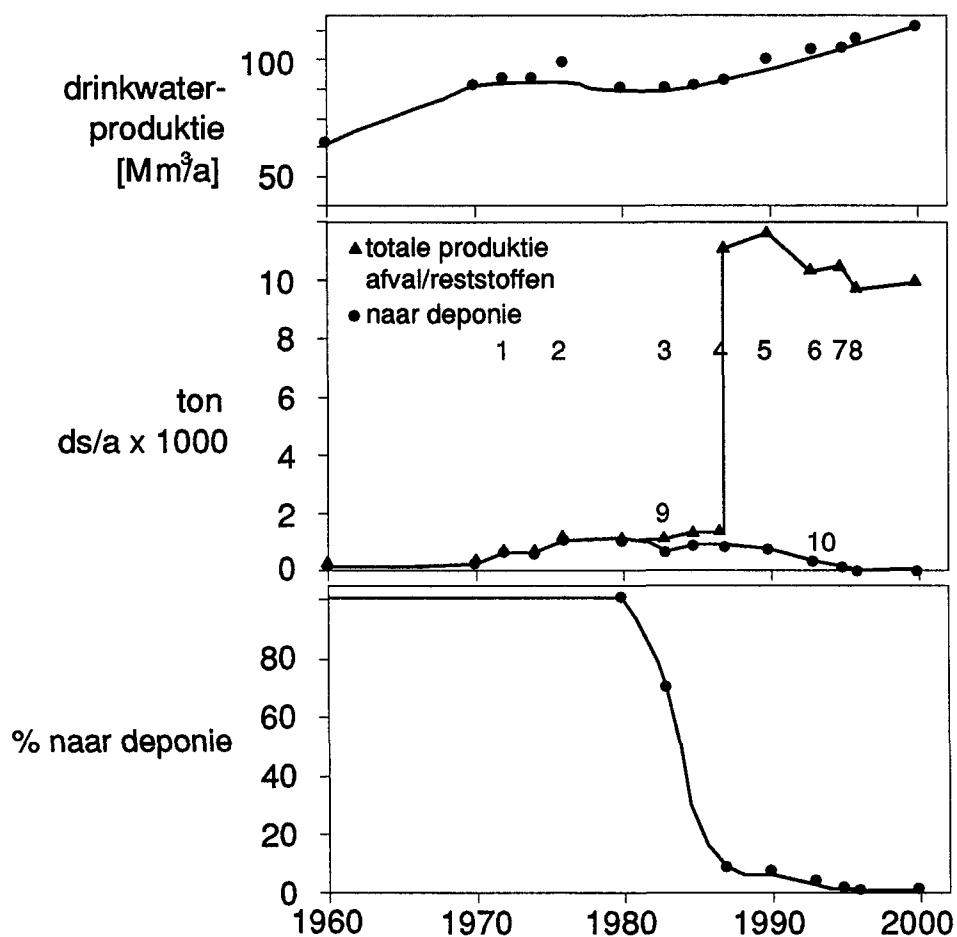
- In 1995 zal in Nederland ten behoeve van drinkwaterbereiding geen of nagenoeg geen chloor meer worden gebruikt.
- De invoering van centrale deelontharding door middel van kristallisatie gaat gestaag voort.
- Het coagulatieproces wordt verder geoptimaliseerd, waarbij steeds minder en milieuvriendelijker hulpstoffen worden gebruikt en derhalve minder slib vrijkomt.
- De biologische actieve koolfiltratie krijgt steeds meer aandacht, zonder de nadelige gevolgen (bromaatproductie) en ter vervanging van het gebruik van actieve poederkool, waardoor vrijkomende slibstromen worden verkleind.
- Het spoelwater, dat bij verschillende soorten filtratie vrijkomt, wordt steeds meer behandeld en indien mogelijk in de hoofdstroom teruggevoerd.
- Het gebruik van hulpstoffen wordt naar aard en hoeveelheid kritisch bezien.
- Vrijkomende stromen van reststoffen worden steeds meer nuttig gebruikt.
- Binnen enkele jaren zullen membraanprocessen worden ingevoerd. De kwaliteit van de vrijkomende en de te lozen brijn is onderdeel van de integrale keuze-beschouwingen.

Niet zonder reden is in de titel van het thema van vandaag het woord "reststoffen" gebruikt en niet het woord "afvalstoffen". Het woord "reststoffen" houdt namelijk een uitdaging in voor de toekomst, voor de weg die wij nog te gaan hebben.

Wij mogen namelijk niet tevreden zijn met afvalstoffen te dumpen. Ons streven zal steeds op hergebruik, nuttig gebruik of milieuhygiënisch verantwoord in het milieu (terug)brenge(n) gericht moeten zijn.

De vraag voor de toekomst is namelijk: "Kunnen wij steeds meer zodanige reststoffen produceren, dat zij nuttig kunnen worden gebruikt of hergebruikt of kunnen nuttige stoffen uit de vrijkomende reststromen worden afgescheiden en geïsoleerd of kunnen opnieuw kringlopen worden gesloten?"

Als voorbeeld is in figuur 1.1 aangegeven hoe bij Gemeentewaterleidingen Amsterdam over een periode van 40 jaren de hoeveelheid geproduceerd drinkwater van 60 tot 100 Mm<sup>3</sup>/a toeneemt, een aantal nieuwe processen worden ingevoerd om de drinkwaterkwaliteit te verbeteren en om het milieu te beschermen en hoe de hoeveelheid geproduceerde rest-/afvalstoffen met sprongen toeneemt van 1000 tot ca. 11 000 ton droge stof per jaar. Eveneens blijkt uit figuur 1.1 dat in het jaar 2000 meer dan 99,0% van de totale hoeveelheid geproduceerde vaste stofstromen als nuttige reststoffen zullen worden gebruikt en slechts ca. 0,5-1,0% of ca. 50 tot 100 ton ds per jaar als afvalstof naar een deponie dient te worden afgevoerd. Hieruit blijkt dat met voldoende creativiteit de hoeveelheid resterende afvalstromen zeer sterk kan worden beperkt en het milieu worden ontlast.



Toelichting:

- 1 Loenen: coagulatie
- 2 Weesperkarspel: coagulatie
- 3 Einde chlorering
- 4 Ontharding in korrelreactoren
- 5 Weesperkarspel: grof zand
- 6 Weesperkarspel: coagulatie wordt GAC
- 7 Leiduin: poederkooldosering wordt GAC
- 8 Leiduin: brijn van membraanfiltratie --> Noordzee
- 9 Weesperkarspel: slib --> RWZI
- 10 Loenen: slib --> RWZI

Figuur 1 1 Ontwikkeling van de drinkwaterproductie van Gemeentewaterleidingen Amsterdam en de daaruit voortvloeiende hoeveelheden vrijkomende en te storten hoeveelheden rest-/afvalstoffen



## 2 Afvalstoffen: louter een beleidsprobleem?

Mevrouw K. Koehof, VEWIN

### Samenvatting

*Door de voortdurende wisselwerking tussen het milieu en het drinkwater hebben de waterleidingbedrijven de laatste jaren steeds meer aandacht moeten besteden aan de kwaliteit van het milieu. Waterleidingbedrijven zijn steeds meer milieubedrijven geworden, juist omdat zij afhankelijk zijn van de milieukwaliteit. In 1991 leidde dit tot het VEWIN-milieuplan (VMP). Eén van de thema's uit het VMP is: "Afvalstoffen en reststoffen-problematiek drinkwaterproductie". Het hierbij geformuleerde beleid is gericht op "preventie", "optimale zuiveringstechnieken", "hergebruik en nuttige toepassing" en "milieuverantwoorde verwijdering". Technisch gezien zijn de waterleidingbedrijven wel in staat om deze doelstellingen te bereiken, maar hoe moeten nu de juridische en bestuurlijke hobbels worden genomen?*

### 2.1 Inleiding

Het doel van dit colloquium is het met elkaar van gedachte wisselen over de aanpak van onze reststoffenproblematiek. Bij de aanpak van deze problematiek zitten twee kanten; een technisch-inhoudelijke kant en een organisatorische kant.

Ik wil mij beperken tot de organisatorische kant. Hiermee bedoel ik de wijze van uitvoering van de technisch-inhoudelijke oplossingsrichtingen. Ik heb het volle vertrouwen dat de "techneuten" in staat zijn om de technische kant voor hun rekening te nemen. Voorbeelden hiervan zullen aan u worden gepresenteerd gedurende dit colloquium. Maar wanneer er binnen de waterleidingbedrijven, de overheden en de reststoffenverwerkers geen draagvlak aanwezig is en geen sturing plaatsvindt voor het doorvoeren van deze oplossingen, blijft het afvalstoffenprobleem onverkort aanwezig. Voordat ik dit nader uitwerk is het van belang dat u op de hoogte bent van het beleid inzake de afvalstoffenproblematiek van zowel de overheid als van de VEWIN. Daarom wordt in de volgende paragraaf het beleidskader geschetst.

## 2.2 Beleidskader

Onder het beleidskader wordt verstaan het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP), het Nationaal Milieubeleidsplan-Plus (NMP-Plus), het Milieuprogramma 1992-1995 van de overheid en het VEWIN-Milieuplan (VMP)

### 2 2 1 Nationaal milieubeleid

In de regeringsverklaring (TK vergaderjaar 89/90 14-302 e v ) heeft het kabinet de verbetering van het milieu tot één van de drie hoofdpeilers van het kabinetsbeleid gemaakt

Het milieubeleid voor de verwijdering van afvalstoffen is er op gericht het storten in belangrijke mate terug te dringen, onder andere door het ontstaan van afvalstoffen te voorkomen en door hergebruik of nuttige toepassing van afvalstoffen

Inmiddels is duidelijk dat deze beleidsdoelstelling niet alleen via wetgeving en vergunningverlening bereikt kan worden Voor een werkelijke verbetering van het milieu is het nodig dat een ieder, op grond van zijn eigen verantwoordelijkheid, aantasting van het milieu voorkomt

Een beter milieu begint bij jezelf!

Dit geldt zowel voor de waterleidingbedrijven en de VEWIN als voor de individuele burger Dit wordt de verinnerlijking van het milieubeleid genoemd

Voor de realisering van de beleidsdoelstelling wordt een tweesporenbeleid gevolgd:

- het spoor van de verinnerlijking;
- het spoor van de wet- en regelgeving, de vergunningverlening en de handhaving, waar verder niet op zal worden ingegaan

### 2 2 2 Nationaal Milieubeleidsplan

De basis van het nationaal afvalstoffenbeleid van de jaren negentig wordt gevormd door het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) en het NMP-Plus, dat de strategische lijnen van het milieubeleid bevat

Het Milieuprogramma 1992-1995 (TK vergaderjaar 1991-1992, 22302) geeft een overzicht van de stand van zaken van het milieubeleid en biedt een

vooruitblik op de eerste helft van de jaren negentig De gevraagde bijdragen van de doelgroepen in het NMP en het NMP-Plus vormen hierbij het richtinggevend kader

In het NMP op pagina 223 worden de drinkwaterleidingbedrijven ingedeeld bij de doelgroep "milieubedrijven" De gedachte van de overheid hierachter is dat de waterleidingbedrijven op de veiligstelling van het milieu gerichte taken zouden kunnen vervullen Het laatste woord over de taakinvulling van waterleidingbedrijven als milieubedrijven is nog niet gezegd Wat de uitkomst van deze discussie ook moge zijn, de waterleidingbedrijven zullen in toenemende mate aandacht aan het milieu moeten besteden

In ieder geval wordt op pagina 224 van het NMP de waterleidingbedrijven gevraagd de volgende bijdragen te leveren:

- het ontwikkelen en toepassen van milieuvriendelijke produktiemethoden (zuivering, voorinfiltratie, conditionering, waaronder centrale deelontharding, diep-infiltratie enz );
- vroegtijdig signaleren welke stoffen risico's inhouden voor de kwaliteit van het (drink)water;
- het mede ontwikkelen van een oplossing voor de opslag van het (als chemisch afval geldende) zuiveringsslib van waterleidingbedrijven;
- actieve inzet bij opstellen en uitvoeren van plannen voor de veiligstelling van de drinkwatervoorziening in buitengewone omstandigheden (o a bij calamiteiten);
- ontwikkelen van zuiveringstechnieken (effectgerichte maatregelen);
- burgers en bedrijven intensief voorlichten over mogelijkheden om water te besparen;
- jaarlijks rapporteren over de kwaliteit van het drinkwater en van de gebruikte grondstof;
- ter beschikking stellen van kennis en middelen voor de verbetering van de drinkwatervoorziening in de derde wereld

In het NMP-Plus blijven de uitgangspunten van het NMP gehandhaafd: de preventie van het ontstaan van afval krijgt de hoogste prioriteit .Het streven naar hergebruik en nuttige toepassing is de daaropvolgende doelstelling Indien dit niet mogelijk blijkt, komen de afvalstoffen vervolgens in aanmerking voor verbranding Het storten dient tot het uiterste beperkt te worden

Het Milieuprogramma 1992-1995 (blz 25 en 167) verwijst naar het VEWIN-Milieuplan (VMP) waarin de maatregelen zijn vermeld die door de drinkwaterleidingbedrijven genomen zullen worden om de milieubelasting bij de bereiding van drinkwater te reduceren

### 2 2 3 VEWIN-Milieuplan

De VEWIN heeft door het vaststellen van het VEWIN-Milieuplan (VMP) op de Algemene Ledenvergadering van 22 maart 1991 de intensivering van het nationaal milieubeleid op het gebied van de openbare drinkwatervoorziening voortvarend ter hand genomen Tegelijkertijd is een Stuurgroep ingesteld om onderdelen van het plan nader uit te werken

#### 2 2 3 1 Status

Het VMP is door de ledenvergadering goedgekeurd Het plan geeft richting aan het handelen van de waterleidingbedrijven Door het Milieuplan te onderschrijven committeren de waterleidingbedrijven zich aan de uitgangspunten en het beleid in het plan Dit brengt een inspanningsverplichting met zich mee Een inspanningsverplichting waarop de waterleidingbedrijven door de overheden en vele maatschappelijke organisaties kunnen worden aangesproken Het plan is voor de individuele waterleidingbedrijven een raamwerk voor hun eigen milieuprogramma en van bijzondere betekenis voor het eigen milieuzorgsysteem

#### 2 2 3 2 Doelstelling

Het doel van het Milieuplan is:

- 1 Minimaliseren eigen milieubelasting; "intern milieubeleid"
- 2 Voorkomen vervuiling van grondstof; "extern milieubeleid"

#### 2 2 3 3 Stuurgroep VMP

De Stuurgroep VMP, onder voorzitterschap van de heer Nijpels, is ingesteld om de uitvoering van het door de waterleidingbedrijven geformuleerde milieubeleid te stimuleren en te begeleiden Maar ze is ook verantwoordelijk voor de uitwerking van specifieke thema's uit het VMP Voor de thema's "Waterbesparing", "Afvalstoffen en reststoffenproblematiek drinkwaterproductie", "Preventief stimuleringsbeleid" en "Actievere aanpak vervuilers" heeft ze projectgroepen ingeschakeld Voor de projecten "Milieuverslag bedrijfstak" en "Bedrijfsinterne milieuzorg" is door de Stuurgroep geen ondersteunende projectgroep ingesteld, omdat deze voor



het eerste project niet noodzakelijk was en voor het tweede al bestond

2 2 3 4 Projecten van de Stuurgroep

#### I MILIEUVERSLAG

Het doel van het project "Milieuverslag bedrijfstak" is een instrument te ontwikkelen waarmee de bedrijfstak verslag kan doen van de voortgang in de uitvoering van haar milieubeleid

#### II WATERBESPARING

De projectgroep "Waterbesparing" zal onderzoek (laten) doen naar de samenstelling van het huishoudelijk waterverbruik en naar de ontwikkelingen die hierin te verwachten zijn. Verder zal zij de komende tijd de mogelijke maatregelen voor waterbesparing inventariseren en deze op hun effectiviteit en haalbaarheid beoordelen (Bijvoorbeeld het terugwinnen van spoelwater van snelfilters en zuiveren tot drinkwater; zie lezing van Wortel). Maar zij zal ook verschillende maatregelen concreet uitwerken en een strategie ontwikkelen voor de implementatie ervan. Omdat het zowel om economisch-juridische als om technische maatregelen gaat, wordt de projectgroep bijgestaan door twee op deze gebieden deskundige werkgroepen.

#### III AFVALSTOFFEN EN RESTSTOFFENPROBLEMATIEK DRINKWATERPRODUKTIE

In dit project gaat het concreet om het realiseren van een doelmatige verwijderingsstructuur en een logistiek plan voor drinkwaterslib, filtermateriaal en kalkkorrels.

In paragraaf 2 2 4 wordt hier verder op ingegaan.

#### IV PREVENTIEF STIMULERINGSBELEID

De projectgroep "Preventief stimuleringsbeleid" zal inventariseren welke preventieve maatregelen mogelijk zijn om de bronnen van de drinkwatervoorziening, het grond- en oppervlaktewater, beter te beschermen. Het project richt zich hoofdzakelijk op maatregelen die een milieuvriendelijk gebruik van de bodem bevorderen en die een verdere verontreiniging van het oppervlaktewater door (industriële) lozingen voorkomen.

#### V ACTIEVERE AANPAK VERVUILERS

In aansluiting op het werk van de projectgroep "Preventief stimuleringsbeleid" wordt door een afzonderlijk project "Actievere aanpak

vervuilers" een handleiding voor bedrijfsjuristen ontwikkeld. In deze handleiding worden niet alleen normen en doelstellingen van waterleidingbedrijven en waterbeheerders opgenomen, maar ook wetten, verordeningen en andere relevante nationale en internationale regelingen. De projectgroep zal ook laten onderzoeken hoe de vervuiling in grondwaterbeschermingsgebieden kan worden teruggedrongen door het beter handhaven van de milieu-regelgeving.

## VI BEDRIJFSINTERNE MILIEUZORG

Om waterleidingbedrijven te motiveren en te stimuleren tot bedrijfsinterne milieuzorg en om ze voor het invoeren hiervan instrumenten aan te reiken, wordt het project "Bedrijfsinterne milieuzorg" uitgevoerd. Einddoel van dit project is dat de meeste waterleidingbedrijven in 1995 beschikken over een operationeel milieuzorgsysteem.

### 2.2.4 Afval- en reststoffenproblematiek drinkwaterproductie

Voor een deel wordt het reststoffenprobleem van de waterleidingbedrijven veroorzaakt door de vervuiling van het grond- en oppervlaktewater. Verbetering van de kwaliteit van deze grondstoffen betekent vermindering van de afvalproductie.

De waterleidingbedrijven moeten daarnaast zorgen voor hergebruik/nuttige toepassing en voor een milieuhygiënisch verantwoorde en doelmatige verwerking van de onvermijdelijke afvalstoffen. Verbranding van drinkwaterslib kan niet plaatsvinden, vanwege het overwegend anorganische karakter ervan. Verschillende wegen moeten hiertoe bewandeld worden. De volgende concrete oplossingen voor de problemen met afval- en reststoffen van de waterleidingbedrijven zijn in het VMP overeengekomen:

#### 1 Optimale zuiveringstechnieken

De toegepaste zuiveringstechnieken dienen, waar mogelijk, verfijnd te worden. Te denken valt aan het vervangen van dosering van poederkool door filtratie over korrelkool. Bovendien zal meer aandacht moeten worden besteed aan innovatieve technieken bij het zuiveringsproces, bijvoorbeeld membraanfiltratie.

Onderzoek alleen in het kader van het toekomstige VEWIN-Onderzoekprogramma (huidig Speurwerkprogramma) zal niet voldoende zijn.

#### 2 Hergebruik of anderszins nuttig toepassen

Zie de bijdragen van Wortel, Heijman en Dijk.

### 3 Milieuhygiënisch verantwoorde verwijdering

- Verwijdering van huidige voorraden vóór 1997  
Permanente opslag van slib en andere reststoffen wordt in principe van de hand gewezen. Tijdelijke opslag van slib moet geschieden op grond van de IBC-criteria (Isoleren, Beheersen, Controleren). Zie de bijdragen van Sombekke en Munneke
- Regionale verwijderingsplannen per 1 januari 1993  
De waterleidingbedrijven zullen stimuleren dat er per regio een doelmatige verwijderingsstructuur van de afval- en reststoffen wordt opgezet. Dit betekent allereerst het vaststellen van de aard en omvang van het afval- en reststoffenprobleem. Vervolgens moet de daartoe verantwoordelijke overheid stortmogelijkheden aangeven. Daarna kan in onderling overleg tussen provincie, afvalverwerker en de waterleidingbedrijven een logistiek plan worden opgesteld. Hiervoor geldt als streefdatum 1 januari 1993.
- Onderzoek naar centrale verwerking of deponie vóór 1993  
De bedrijfstak gaat na of voor die afvalstromen, waarvoor individuele bedrijven geen adequate oplossingen kunnen vinden, een centrale verwerking of deponie moet worden gerealiseerd. Zie de bijdrage van Munneke.

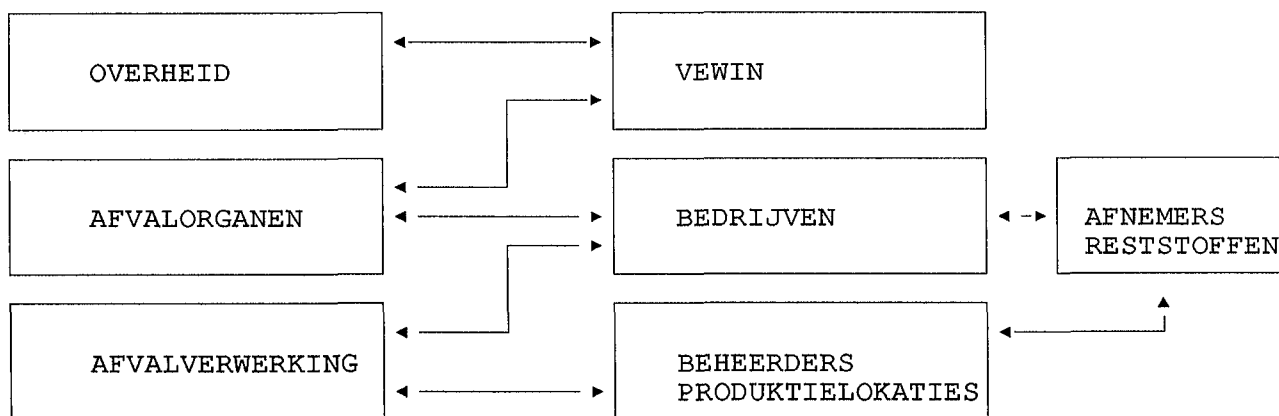
## 2.3 Wijze van uitvoering van oplossingsrichtingen afval- en reststoffenproblematiek

Waar de inhoud van een gekozen oplossing te beschouwen is als een technische optimalisatie, zal de mate van succes van de aangedragen oplossingen in hoge mate bepaald worden door de wijze waarop ze worden uitgevoerd - organisatie- en de wijze waarop de betrokken partijen, waterleidingbedrijven, overheden en de afval- en reststoffenverwerkers - interactie -, bij de problematiek worden betrokken. Bestudering van de wijze van uitvoering levert aanwijzingen op over de meest haalbare technische oplossingen.

Aan de hand van drie voorbeelden wordt duidelijk gemaakt dat de organisatorische aspecten "interactie" en "sturing" onontbeerlijk zijn bij de

uitvoering van de gekozen technische oplossingen. Bovendien spelen een planmatige aanpak en draagvlak binnen de waterleidingbedrijven een grote rol.

Het eerste voorbeeld betreft de milieuhygiënisch verantwoorde verwijdering van het slib; het derde uitgangspunt van het VMP inzake de afval- en reststoffenproblematiek. Bij deze problematiek hebben de individuele waterleidingbedrijven te maken met diverse partijen, te weten de VEWIN, afvalverwerkers, afnemers van reststoffen, afvalorganen en de overheid. Dit is weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Interacties reststoffenverwerking

De overheid is daarbij betrokken als een sturend en regulerend orgaan dat de voorwaarden stelt. Deze voorwaarden zijn ondermeer verwoord in de Afvalstoffenwet, de Wet chemische afvalstoffen en in de provinciale plannen. De uitvoering vindt op provinciaal en gemeentelijk niveau plaats. Deze uitvoering wordt, sinds kort, gecoördineerd door het Afval Overleg Orgaan (AOO), waarin de rijksoverheid, de afvalregio's en vertegenwoordigers van de gemeenten, de afvalbranche en van milieuorganisaties participeren. De afvalverwerkers zijn in een sterke brancheorganisatie georganiseerd en hebben een grote bestuurlijke invloed. In oktober 1991 is de Vereniging van Exploitanten van Afvalverwerkingsinrichtingen in Nederland, kortweg Vereniging van Afvalverwerkers, opgericht (voorheen VEABRIN). Naast exploitanten van afvalverbrandingsinstallaties zijn ook de exploitanten van stort- en composteerinrichtingen van de vereniging lid. De Vereniging van Afvalverwerkers werkt nauw samen met

de Nederlandse Vereniging van Reinigingsdirecteuren (NVRD) Tezamen met de NVRD bestrijkt de Vereniging van Afvalverwerkers het gehele afvaltraject, van inzameling tot eindbewerking

De contacten tussen de waterleidingsector en de afvalverwerkers zijn niet gestructureerd en vinden veelal op ad-hoc basis plaats om acute problemen het hoofd te bieden Het merendeel van de waterleidingbedrijven slaan hun slib op op eigen terrein Wanneer de voorraad slib te groot wordt, wordt de voorraad aangeboden aan een stortplaatsbeheerder Deze werkwijze betekent dat er een aanzienlijke periode kan zitten tussen het moment dat het slib vrijkomt en het moment dat het slib ter verwerking wordt aangeboden Op deze manier is er geen goede coördinatie en afstemming tussen de partijen, zodat een doelmatige verantwoorde verwijderingsstructuur voor drinkwaterslib nog niet tot stand kan komen De ervaringen opgedaan bij het opstellen van het 10-jarenplan kunnen hier ingebracht worden Bij het opstellen van het 10-jarenplan verloopt de coördinatie en de afstemming zoals bekend uitstekend

In 1987 heeft de Regionale Inspectie Milieuhygiëne Zuid-Holland het initiatief genomen om aan deze situatie in de provincie Zuid-Holland een einde te maken door het drinkwaterslib mee te nemen bij het opstellen van het Provinciaal Afvalstoffenplan Door het opnemen van drinkwaterslib in het plan is er een verantwoorde verwijderingsstructuur voor drinkwaterslib Bovendien kan hiermee het knelpunt van de bestaande voorraden op bedrijfsterreinen opgelost worden Dit initiatief heeft geleid tot de oprichting van de VEWIN-projectgroep "Slibverwijdering Zuid-Holland" Op verzoek van provincie en Verwijdering Bedrijfsafvalstoffen Maasvlakte (VBM) fungeert de projectgroep als coördinatiepunt voor de concretisering van de drinkwaterslibverwijdering In samenspraak met Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond (DCMR) en VBM stelt de projectgroep jaarlijks een logistiek plan vast voor de afvoer van het slib naar VBM

Bovendien kunnen waterleidingbedrijven in Noord-Brabant door bemiddeling van de projectgroep Wca-slib storten bij VBM In Noord-Brabant kan er geen Wca-slib gestort worden en in beginsel zijn er belemmeringen om bedrijfsafval, in casu slib, de provinciegrenzen te laten passeren

De laatste tijd komt de hoeveelheid af te voeren slib niet meer overeen met de geplande hoeveelheid Vermoedelijk geven de bedrijven een hogere prioriteit aan de bewaking van de kosten binnen het eigen bedrijf, dan aan het algemeen belang van de bedrijfstak Wordt er gewacht op andere

(goedkopere) methoden van verwerking?

Daarmee komt de afspraak met de provincie en VBM op de tocht te staan. Bovendien is deze gang van zaken niet bevorderlijk voor het milieu-imago van onze bedrijfstak.

Het tweede voorbeeld betreft de stortcapaciteit voor slib, dat onder de Afvalstoffenwet valt (AW-slib). Voor dit afval dient in principe voldoende stortcapaciteit aanwezig te zijn, want de provincie is verplicht op grond van de Afvalstoffenwet stortruimte beschikbaar te stellen voor aangeboden afvalstoffen. Er is geen reden waarom dat voor AW-slib niet mogelijk zal zijn. Toch blijken in de praktijk in de provincies Overijssel, Zeeland en Noord-Brabant, problemen te zijn met het storten van AW-slib. Dit heeft te maken met het feit dat diverse instanties verantwoordelijk kunnen zijn voor de afname en de verwerking van afvalstoffen en reststoffen. Soms zijn het de overheden zelf, maar ook komt het voor dat het volledig geprivatiseerd is.

Daarnaast varieert de mate van sturing in de verschillende provincies zeer sterk. Zo zijn er provincies, die stortplaatsbeheerders een vergunning geven voor het accepteren van drinkwaterslib, echter niet een acceptatieplicht. De stortplaatsbeheerders zijn vrij om het slib niet te accepteren of om zelf randvoorwaarden vast te stellen. Zo stellen de stortplaatsbeheerders in Noord-Brabant stringentere eisen aan de samenstelling van het materiaal. Om het risico te beperken dat een partij, die volgens eerste analyses concentraties bevatten juist onder de Wca-grenzen, later alsnog deze grenzen blijkt te overschrijden, hanteert men bepaalde marges. Materiaal binnen deze marges, maar nog geen Wca-materiaal, wordt niet geaccepteerd.

In de provincie Overijssel zijn de stortplaatsbeheerders verplicht om met de provincie contact op te nemen wanneer afval wordt aangeboden dat concentraties bevat tussen de 0,2 en 1,0 maal de Wca-grenswaarden. Dit materiaal mag alleen gestort worden wanneer aangetoond kan worden dat het materiaal niet voor hergebruik in aanmerking komt.

In Zeeland kan er nog niet worden gestort zolang het Provinciaal Afvalstoffenplan III niet gereed is. In het plan worden één of meer stortplaatsen aangewezen om drinkwaterslib te accepteren.

Bovendien zijn er provinciale in- en exportbelemmeringen voor afval. Zonder ontheffing van het provinciale gezag mogen bedrijfsafvalstoffen, waaronder drinkwaterslib, niet de provincie ingevoerd of uitgevoerd

worden

Daar waar zich problemen voordoen betreft het blijkbaar geen technische problemen of tekorten aan capaciteit maar een beleidsprobleem. Indien de contacten tussen de waterleidingsector en de overheid, in casu IPO, en afvalverwerkers gestructureerd zijn, kunnen in overleg met of desnoods onder druk van de waterleidingbedrijven de overheden en de stortplaatsbeheerders aangezet worden om oplossingen aan te dragen. Te denken valt aan het bevorderen en bewerkstelligen van landelijk eenduidige voorwaarden voor het storten van drinkwaterslib en niet louter een vergunning verlenen voor het accepteren van drinkwaterslib, maar ook een acceptatieplicht voor zowel de overheidsstortplaatsbeheerder als de geprivatiseerde stortplaatsbeheerder.

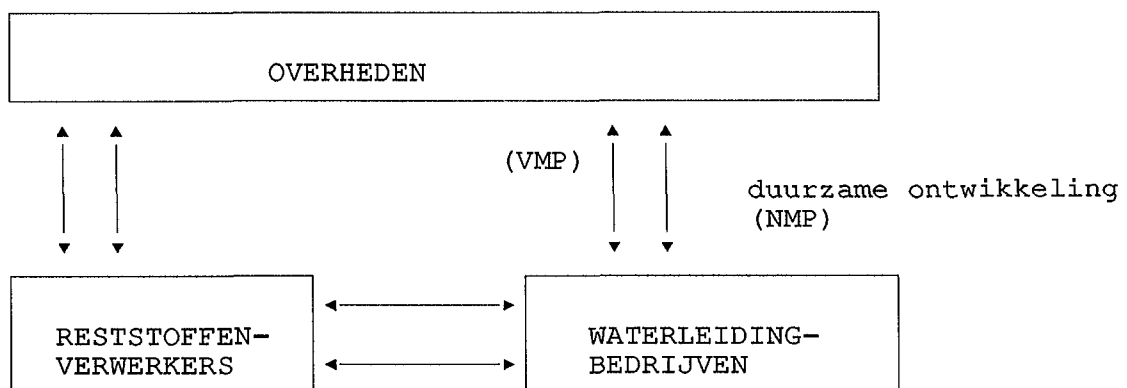
Als laatste voorbeeld geldt het nuttig toepassen van kalkkorrels. Om de hardheid van het water te verlagen, of om het water te conditioneren, wordt bij een aantal bedrijven het drinkwater onthard.

Het onthardingsproces wordt in de meeste gevallen uitgevoerd in zogeheten korrelreactoren, waarbij het gevormde calciumcarbonaat zich afzet op entmateriaal. Op deze wijze ontstaan kalkkorrels, die periodiek uit de korrelreactor verwijderd worden. Het feit, dat de kalkkorrels voor het grootste deel uit calciumcarbonaat bestaan gekoppeld aan de behoefte aan kalk en dolomiet in Nederland betekent, dat deze kalkkorrels in potentie voor een groot aantal verschillende toepassingen geschikt zijn.

Diverse waterleidingbedrijven hebben de afgelopen jaren reeds afzetgebieden gevonden voor hun kalkkorrels. Echter andere bedrijven beschouwen kalkkorrels nog als een afvalstof dat vrijkomt bij het produceren van drinkwater en waar ze van af moeten. Het maakt nogal wat uit hoe je iets noemt. "Racemonster", "heilige koe" en "vervoermiddel" geven drie verschillende benaderingen voor hetzelfde begrip, de auto. Zo kunnen de kalkkorrels worden aangeduid als "afvalstof", maar ook als "nuttig nevenprodukt". Om de markt te benaderen voor nuttige toepassing of hergebruik van de kalkkorrels is het van belang dat de waterleidingbedrijven dezelfde benadering hanteren. Om aan het gestelde beleid in het VMP te kunnen voldoen, lijkt een planmatige aanpak en draagvlak in de bedrijfstak vereist.

De afzetmogelijkheden worden bepaald door de produkteigenschappen en de wensen van de producenten van kalkkorrels (waterleidingbedrijven) aan de ene kant en de wensen van de potentiële afnemers aan de andere kant (zie

figuur 2 2) Nu gebeurt het dat de individuele waterleidingbedrijven contacten leggen met potentiële afnemers. Indien de kwaliteit of de aangeboden hoeveelheden niet overeenkomen met de wensen van de afnemer, is de weg voor nuttige toepassing afgesneden.



Figuur 2 2 Sturing reststoffenverwerking

Bovendien zijn de kosten of opbrengsten zeer verschillend. De hoogste prijs die ontvangen wordt voor kalkkorrels is fl 15,40 per ton en er is zelfs een bedrijf dat fl 2,50 per ton moet betalen voor de afzet van de kalkkorrels. Echter wanneer de markt gestuurd wordt door een landelijke of regionale gesprekspartner en daardoor grootschalig bewerkt kan worden, hebben de waterleidingbedrijven de afnemers meer te bieden en kunnen de partijen beter tot overeenstemming komen. Uit de studie "Marktverkenning en marktwerking voor hergebruik van kalkkorrels" van Milfac in opdracht van de VEWIN, blijkt dat een regionale aanpak, ingeval de kalkkorrels onbewerkt afgezet worden en een landelijke aanpak, ingeval kalkkorrels eerst bewerkt worden, vereist is voor een optimale nuttige toepassing van dit restprodukt.



## 2.4 Conclusies en aanbevelingen

In het NMP zijn de waterleidingbedrijven ingedeeld in de doelgroep "milieubedrijven" omdat de bedrijven een belangrijke rol spelen bij het signaleren van veranderingen in het milieu en een rol kunnen vervullen bij het beheer van het milieu. Nog voor de overheid hieraan invulling ging geven via allerlei nota's, plannen en eventueel wetgeving, heeft de VEWIN hierop een beleidsmatig antwoord gegeven in de vorm van het VMP. Het VMP bevat een gezamenlijke aanpak van zowel de interne- als de externe milieuproblemen.

Voor de afval- en reststoffenproblematiek zijn in het VMP oplossingsrichtingen overeengekomen. Zowel de individuele bedrijven als de VEWIN zijn druk doende om deze oplossingsrichtingen mogelijk te maken. Het ziet er naar uit dat technisch-inhoudelijke oplossingen reeds zijn gevonden of op termijn gerealiseerd kunnen worden. Echter wat niet vergeten mag worden is de wijze van uitvoering van deze technische oplossingen. Een planmatige aanpak met sturing en een draagvlak binnen alle waterleidingbedrijven is een vereiste om in samenspraak met de overheden en de reststoffenverwerkers de technisch-inhoudelijk uitstekende oplossingen tot een succes te laten worden.



### **3 Reststoffenhuishouding waterleidingbedrijven**

mevrouw H.D.M. Sombekke en H.M.M. Koppers,  
KIWA Onderzoek en Advies

#### **Samenvatting**

*In de afgelopen 15 jaar hebben zich op velerlei terreinen grote veranderingen voltrokken. Geldt dit ook ten aanzien van onze eigen omgang met afval-/reststoffen?*

*Het antwoord is even kort als verhullend: ja en nee*

*Nee, voor wat betreft de praktijk van slibopslag op de bedrijfs-terreinen. Het beeld is evenmin gewijzigd ten aanzien van de afvoer van slib naar stortinrichtingen.*

*Positieve ontwikkelingen zijn evenwel te melden op het vlak van nuttige inzet van drinkwaterslib. Sinds 1978 is het slibquotum dat een nuttige bestemming krijgt vervijfvoudigd.*

*Ook hebben in het bijzonder de oppervlaktewaterbedrijven hun slibproductie weten terug te dringen. Mede als gevolg hiervan is tevens een daling opgetreden in de WCA-slibproductie.*

*Kijken we naar de toekomst dan is de verwachting dat in 2000 de slibproductie met 30% zal zijn toegenomen. Ook worden "nieuwe" afvalstromen verwacht zoals brijn van membraanfiltratieprocessen en biologisch slib van denitrificatieprocessen.*

*Dat we het afvalvraagstuk bij waterleidingbedrijven onder de knie krijgen staat buiten kijf. De vraag is alleen op welke termijn.*

#### **3.1 Inleiding**

In 1990 heeft het Ministerie van VROM opdracht gegeven een beleidsonderbouwende studie te laten uitvoeren naar de verwijdering van slib en overige reststoffen van waterleidingbedrijven. Aanleiding voor dit onderzoek waren signalen die het Ministerie van de waterleidingbedrijven opving met betrekking tot knelpunten in de afvoer/verwerking van drinkwaterslib. De studie die VROM laat uitvoeren behelst een drietal fasen. Door KIWA is in de eerste fase de omvang van de problematiek geïnventari-

seerd De produktie, verwerking en bestemming van de reststoffen is hierbij uitgebreid onder de loep genomen Deze studie heeft geresulteerd in SWO 91 226 "Inventarisatie verwijdering slib en overige afval-/reststoffen van drinkwaterproduktiebedrijven" dat in mei 1991 is verschenen Door het ingenieursbureau Haskoning zijn in de tweede fase, in overleg met KIWA, op basis van de inventarisatiegegevens een vijftal cases geselecteerd Deze cases worden representatief geacht voor een groot deel van het in Nederland geproduceerde drinkwaterslib Per case zijn doelmatige verwijderingsopties voor de representatieve categorieën drinkwaterslib geformuleerd De derde fase van de studie, uitgevoerd door Haskoning met ondersteuning van KIWA, behelst de vertaalslag van fase 2 naar de landelijke situatie In deze fase worden doelmatige verwijderingsstructuren aangegeven voor de in de tweede fase beschouwde slibsoorten Uitgangspunt hierbij is dat conform het overheidsbeleid en het VEWIN-Milieuplan, voorrang wordt gegeven aan het nuttig toepassen van slib Deze derde fase zal in juni 1992 afgerond zijn

De uitkomsten van fase drie zullen ingebracht worden in de Projectgroep "Afvalstoffen - Reststoffenproblematiek Drinkwaterproduktie", ter uitvoering van het VEWIN-Milieuplan (VMP) Op basis van de resultaten van de derde fase en een aantal andere onderzoeken in het kader van het VMP (zie bijdragen Koehof en Munneke), zal een doelmatige en milieuhygiënisch verantwoorde verwijderingsstructuur voor alle reststoffen, waaronder slib, van waterleidingbedrijven worden ontwikkeld In navolgende hoofdstukken worden de belangrijkste resultaten van de eerste fase van de VROM-studie toegelicht Voor een meer gedetailleerd overzicht wordt verwezen naar het SWO-rapport 91 226 (Sombekke en Koppers, 1991)

### 3.2 Afvalproblematiek bij de bereiding van drinkwater

Bij de bereiding van drinkwater uit grond- en oppervlaktewater ontstaat een grote verscheidenheid aan afval-/reststoffen. In zijn algemeenheid ontstaan vaste, vloeibare en gasvormige zuiveringsresiduen. De vloeibare afvalstoffen ontstaan veelal in de vorm van slib- en slibhoudend water. Naar ontstaanswijze maakt men onderscheid tussen:

- ontijzerings-/ontmanganingsslib;
- onthardingsslib/carry-overslib;
- ijzer- of aluminiumhoudend coagulatieslib/defosfateringsslib;
- poederkoolslib

Onder de vaste reststoffen vallen onthardingskorrels, filtergrind/-zand en korrelkool. Filtergrind geraakt in het afvalstadium enerzijds door uitspoeling van dit materiaal uit de snelfilters en anderzijds door vervanging van met ijzer-/mangaanverbindingen aangegroeid filtermateriaal. Korrelkool komt als reststof vrij wanneer regeneratie van de kool niet meer rendabel is.

Onder de gasvormige afvalstoffen (afgassen) vallen ondermeer methaan ( $\text{CH}_4$ ), waterstofsulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ) en vluchtige koolwaterstoffen (VKW's).

In de nabije toekomst worden een aantal "nieuwe" reststoffen verwacht. Te denken valt in dit opzicht aan biologisch slib dat vrijkomt bij (biologische) denitrificatieprocessen en brijn afkomstig van membraanfiltratieprocessen ten behoeve van ontzouting, ontharding, nitraatverwijdering en verwijdering bestrijdingsmiddelen.

### 3.3      **Productie aan drinkwaterslib en overige reststoffen**

#### 3 3 1      Huidige produktie en samenstelling

Aan de hand van een enquête die in november 1990 naar alle (drink)waterproduktiebedrijven is gestuurd is de omvang van de reststoffenproduktie van de waterleidingbedrijven bepaald. De hier genoemde getallen hebben betrekking op de produktiegegevens van 1989.

De hoeveelheid drinkwater in 1989 bedroeg 1 200 Mm<sup>3</sup>. Tabel 3 1 geeft een overzicht van de drinkwaterproduktie uitgesplitst naar aard van de grondstof.

Tabel 3 1    Drinkwaterproduktie in Nederland (1989)

grondstof	drinkwater- produktie Mm <sup>3</sup> /jaar
grondwater	765
oeverfiltraat	45
duininfiltraat	185
oppervlaktewater/halffabrikaat	205
<b>totaal</b>	<b>1 200</b>

Jaarlijks komt er ruim 42 Mm<sup>3</sup> slib en slibhoudend water (spoelwater) vrij. Het drogestofgehalte van deze afgescheiden slibstromen ligt veelal tussen <0,1 - 5 gewichtsprocenten. Omgerekend naar droge stof betekent dit een (directe) slibproduktie van 22 400 ton d s /jaar.

Daarnaast wordt er ook in bekkens of rivieren een hoeveelheid slib gevormd. Dit slib ontstaat daar als gevolg van:

- bezinking van ondermeer klei, zand en andere bezinkbare stoffen;
- defosfatering met behulp van Fe-zouten;
- ontharding (met behulp van kalk of natronloog)

De hoeveelheid slib die anno 1989 in bekkens of rivieren werd gevormd (de

zogenaamde "bodemslibaanwas") bedroeg circa 11 700 ton d s

De samenstelling van drinkwaterslib kan sterk variëren. De hoofdbestanddelen worden gevormd door de elementen ijzer, mangaan, calcium, aluminium en magnesium. Zij komen in het slib voor als oxiden/hydroxiden of als carbonaten in verbinding met calcium ten gevolge van ontharding. Naast genoemde bestanddelen kunnen inerte stoffen (onoplosbare fractie) een belangrijk deel uitmaken van de slibsamenvatting van oppervlaktewaterbedrijven. Deze onoplosbare fractie kan bestaan uit klei, leem en zand (afkomstig van de grondstof) of bijvoorbeeld poederkool, dat gedoseerd wordt tijdens het zuiveringsproces.

Het element arseen is het enige element dat veelvuldig de concentratiegrenswaarde van 50 mg/kg d s, zoals vermeld in het Besluit Aanwijzing Chemische Afvalstoffen (BACA) ex Wet Chemische Afvalstoffen (WCA), overschrijdt.

Tabel 3.2 geeft een overzicht van de slibproductie, onderverdeeld naar grondstof. Daarbij is tevens een onderscheid gemaakt tussen slib dat onder de Afvalstoffenwet (AW) (arseengehalte < 50 mg As/kg d s) valt en slib dat onder de werkingssfeer van de Wet Chemische Afvalstoffen (WCA) (arseengehalte ≥ 50 mg/kg d s) valt. Tevens is per grondstof de specifieke slibproductie weergegeven (slibproductie in tonnen droge stof per hoeveelheid behandeld water).

Uit tabel 3.2 blijkt dat van de 34 100 ton d s /j circa 8 300 ton d s /j aangemerkt moet worden als chemisch afval.

De oppervlaktewaterbedrijven zijn de grootste "producenten" van zowel AW- als WCA-slib, namelijk ruim 70% van de totale Nederlandse jaarproductie. Het aandeel van oppervlaktewater in de drinkwaterproductie bedraagt echter "slechts" 33%.

Tabel 3 2 Huidige slibproductie per grondstof, onderverdeeld in AW- en WCA-klasse (peiljaar 1989)

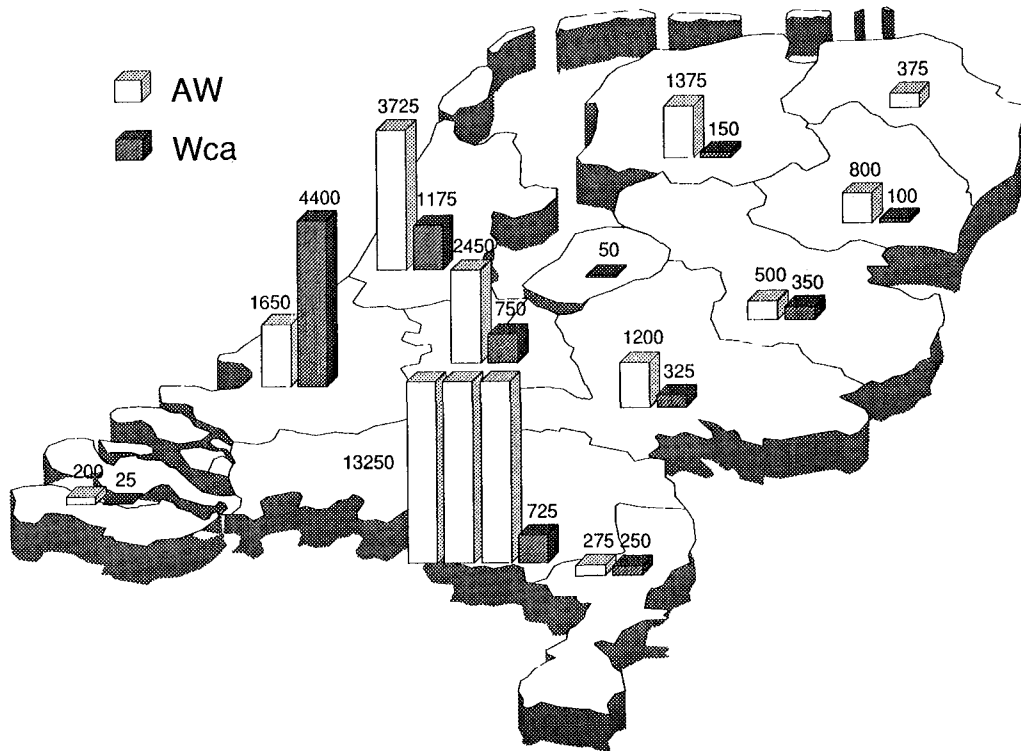
grondstof	slibproductie			specifieke slibproductie ton d s /Mm <sup>3</sup>
	AW	WCA	totaal	
grondwater	7 200	2 100	9 300	11,9
oeverfiltraat	100	300	400	8,2
duininfiltraat	0	1 900	1 900	10,1
oppervlaktewater/ halffabriek	7 100	3 700	10 800	23,6
totaal (direct)	14 400	8 000	22 400	
bodemslibaanwas	11 400	300	11 700	
<b>TOTAAL</b>	<b>25 800</b>	<b>8 300</b>	<b>34 100</b>	

De hoeveelheid aluminiumslib in 1989 bedroeg circa 480 ton d s Dit is slechts 2% van de totale (directe) slibproductie

Hoe de verdeling van de slibproductie in Nederland over de verschillende provincies uitzielt toont figuur 3 1 Deze figuur illustreert dat de grootste slibproducenten zich bevinden in de provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht Dit is op zich niet verwonderlijk aangezien in deze provincies oppervlaktewater de voornaamste bron voor de drinkwatervoorziening is Daarenboven worden in de betreffende provincies ook de grootste hoeveelheden aan WCA-slib geproduceerd

De grote slibproductie in Noord-Brabant wordt veroorzaakt door een hoeveelheid slib (AW) van ruim 10 000 ton d s op jaarbasis die, ten gevolge van ontharding van Maaswater, in spaarbekkens ontstaat (bodem-slib)





Figuur 3 1 Produktie aan drinkwaterslib per provincie in tonnen d s /jaar, onderverdeeld naar AW- en WCA-slib

In 1989 werd op 13 produktielokaties (waarvan 10 grondwaterbedrijven) water onthard in korrelreactoren. Op deze wijze werd circa 9% van de totale drinkwaterproduktie onthard. Deze ontharding leverde een hoeveelheid kalkkorrels op van 23 400 ton.

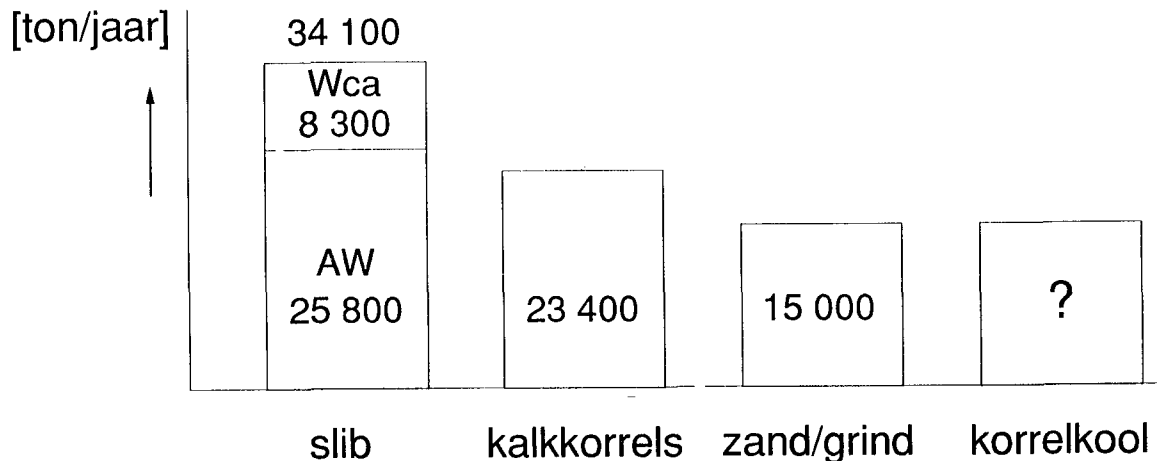
Het hoofbestanddeel van de korrels wordt gevormd door calciumcarbonaat ( $\text{CaCO}_3$ ) en een zandfractie. Daarnaast maken ook ijzer, mangaan, aluminium en aantal sporenelementen deel uit van de korrelsamenstelling. In het kader van het VEWIN-Milieuplan wordt onderzoek gedaan naar de huidige samenstelling van de kalkkorrels en naar marktverkenning/marktbewerking voor toepassing van dit restprodukt.

De hoeveelheid zand/grind die jaarlijks uit snelfilters spoelt en vervangen wordt, bedraagt naar schatting circa 10 000 à 20 000 ton (van Nieuwenhuyze e a, 1992). De ijzer-/mangaanhouding om de korrels kan zoveel arseen bevatten dat de hele partij aangegroeid filtergrind moet worden aangemerkt als een chemische afvalstof. Om welke hoeveelheden WCA-

filtergrind het op jaarbasis gaat is niet bekend

De beladen korrelkool uit actieve koolfilters wordt door de leverancier gereactiveerd waarna de kool opnieuw door de waterleidingbedrijven wordt gebruikt. De hoeveelheid korrelkool die uiteindelijk in het afvalstadium geraakt is onbekend.

Figuur 3 2 geeft een overzicht van de huidige afvalstromen.



Figuur 3 2 Huidige afvalstromen

### 3 3 2 Toekomstige produktie en samenstelling

In het kader van het VEWIN-Milieuplan is een prognose gemaakt van de toekomstige produktie aan drinkwaterslib en kalkkorrels over de periode 1990-2020 (van Nieuwenhuyze e a , 1992 en van Nieuwenhuyze en Brink, 1992). Deze prognose is volgens twee scenario's gemaakt. In beide scenario's is rekening gehouden met de ontwikkeling in het waterverbruik maar ook in het bijzonder met een sterke toename van de ontharding middels het kristallisatieproces in korrelreactoren. Dit laatste is conform de doelstelling uit het VEWIN-Milieuplan dat in 1997 op alle daarvoor in aanmerking komende lokaties agressief water zal worden geconditioneerd.

De jaarproduktie aan slib in 2000 zal naar verwachting uitkomen op 40 000 à 50 000 ton d s (inclusief bodemslib) In het jaar 2000 kan de produktie aan kalkkorrels oplopen tot circa 80 000 ton op jaarbasis

Mogelijke afwijkingen van deze produktie als gevolg van een gewijzigde kwaliteit van de grondstof of als gevolg van de introductie van nieuwe zuiveringstechnieken blijven naar verwachting binnen de bandbreedte van beide scenario's

Als "nieuwe" toekomstige reststoffen ontstaan brijn van membraanfiltratieprocessen en biologisch slib van denitrificatieprocessen De hoeveelheid brijn en/of biologisch slib is vooralsnog niet te kwantificeren In zijn algemeenheid geldt dat bij de introductie van een membraanfiltratiestap rekening moet worden gehouden met een brijnstroom ter grootte van 10 à 15% van de stroom die door het membraanfilter gaat De concentratie aan (verontreinigende) stoffen in de brijn bedraagt, bij een retentie van 100%, derhalve 7 à 10 maal meer dan in de grondstof

De hoeveelheid biologisch slib die bij de denitrificatie gevormd wordt is ondermeer afhankelijk van de nitraatconcentratie van de grondstof en het toegepaste denitrificatieproces (autotroof/heterotroof) Afhankelijk het type energie-/koolstofbron wordt bij de omzetting van 1 mg nitraat in stikstofgas een hoeveelheid biomassa gevormd van 0,06-0,45 mg droge stof (KIWA mededeling 84, 1984)

Indien we uitgaan van 200 Mm<sup>3</sup> grondwater, overeenkomend met 25% van de jaarlijkse onttrekking, dat biologisch gedenitrificeerd wordt met een reductie van 50 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, dan ontstaat bij toepassing van ethanol/methanol als koolstofbron/energiedrager maximaal 1 500 ton biomassa gemeten als droge stof

Over de toekomstige kwaliteit van het drinkwaterslib kan het volgende opgemerkt worden Er worden geen belangrijke kwaliteitsveranderingen verwacht in het diepe grondwater, oeverfiltraat en duininfiltraat met als gevolg dat ook geen belangrijke kwaliteitsveranderingen verwacht worden in het slib dat bij deze winningen vrijkomt Dit is echter niet het geval bij ondiepe (freatische) grondwaterwinningen Hier worden de effecten van vermisting en verzuring merkbaar in de vorm van een afname van de pH en in een toename van ondermeer ijzer, nitraat, sulfaat, hardheid en sporenelementen/zware metalen zoals arseen, cadmium, cobalt, nikkel en

zink Op circa 25% van deze grondwaterwinningen is sprake van een significant positieve trend (van Beek en Stuyfzand, 1991)

Dit kan tot gevolg hebben dat de metalenbelasting van drinkwaterslib toeneemt en wellicht op grotere schaal chemisch afval wordt gevormd Dit niet alleen op basis van arseen Het verdient aanbeveling om bij toekomstige analyses mede te letten op elementen zoals koper, cadmium, barium, zink, cobalt, chroom, nikkel en antimoon Deze elementen bleken tijdens het KIWA-onderzoek naar de samenstelling van drinkwaterslib in 1983, incidenteel in verhoogde concentraties aanwezig (Koppers e a , 1985) De toekomstige kwaliteit van het slib van oppervlaktewaterbedrijven hangt af van de kwaliteitsontwikkeling van oppervlaktewater en vooral van de daarin aanwezige zwevende stof Het blijkt dat de kwaliteit van het oppervlaktewater ten opzichte van 1983 in het algemeen niet is verslechterd (DBW/RIZA, 1991a en 1991b) en dat de metalenbelasting van de zwevende stof belangrijk is afgenomen (van Gogh, 1989) Indien deze tendenzen blijven aanhouden kan worden verwacht dat de toekomstige kwaliteit van drinkwaterslib afkomstig van oppervlaktewaterzuiverende bedrijven tenminste gelijk blijft of enigszins verbetert

De toekomstige kwaliteit van kalkkorrels zal in belangrijke mate worden bepaald door de samenstelling van het te ontharden water, in hoofdzaak grondwater, oeverfiltraat en duininfiltraat

### **3.4 Omgang met drinkwaterslib en overige reststoffen**

#### 3 4 1 Milieuregelgeving

Wanneer bedrijven handelingen verrichten met slib dan wel slibhoudend water (afvalwater) dan zal men veelal met milieuregelgeving geconfronteerd worden door middel van vergunningsvoorschriften Daarnaast echter heeft men ook nog te maken met provinciale en gemeentelijke verordeningen en uitvoeringsbesluiten

Hieronder volgt in het kort een opsomming van wetten waar men als waterleidingbedrijf mee te maken kan krijgen Inzicht omtrent de werkingssfeer van bestaande (en toekomstige) milieuregelgeving en de daaruit voortvloeiende consequenties voor de verwerking en bestemming van de afvalstoffen van waterleidingbedrijven is noodzakelijk om te komen tot

een goede beheersing van de vrijkomende afvalstoffen

Wetten binnen de eigen inrichting:

Wanneer drinkwaterslib binnen de eigen inrichting of buiten de inrichting in eigen beheer wordt bewerkt, bijvoorbeeld ter bezinking/indikking in spoelwatervijvers, of ter droging wordt gebracht op droogbedden, is sprake van een inrichting bestemd tot bewaring, bewerking of verwerking of vernietiging van afvalstoffen waarvoor een Hinderwetvergunning is vereist. Wat als een inrichting in de zin van de Hinderwet moet worden beschouwd is vermeld in het Hinderbesluit. De vergunningverlenende instantie zal aan een hinderwetvergunning voorschriften verbinden die nodig zijn om gevaar, schade of hinder buiten die inrichting te voorkomen, althans in voldoende mate te beperken.

Ook aspecten als gevaar van verontreiniging van de bodem worden hierbij in ogenschouw genomen. De behandeling c q tijdelijke opslag van slib in vijvers en/of op droogbedden moet geschieden conform de IBC-criteria (Isoleren, Beheersen, Controleren)

De isolatiecriteria komen in hoofdlijnen neer op het volgende:

- aanbrengen van een isolerende constructie tussen de afvalstoffen en de bodem (onderafdichting) om indringen van percolatiewater in de bodem te voorkomen;
- aanbrengen van een afdichting op het afval (bovenafdichting) om het ontstaan van percolatiewater te voorkomen.

Met betrekking tot de beheerscriteria gelden de volgende hoofdlijnen:

- het percolatiewater moet worden opgevangen en verantwoord worden afgevoerd of behandeld;
- het afvalpakket moet terugneembaar zijn zonder ingrijpende aantasting van de bodem;
- eventuele verontreinigingen van de bodem moeten verwijderd kunnen worden of worden tegengegaan;
- alle voorzieningen moeten in goede staat worden gehouden.

Het controlecriterium is in hoofdlijnen als volgt uitgewerkt:

- regelmatig moeten de bodembeschermende voorzieningen worden geïnspecteerd en gekeurd;
- de kwaliteit van de bodem (en het grondwater) onder en benedenstrooms van de stort/opslag moet regelmatig worden onderzocht;
- de resultaten van de inspecties, keuringen en onderzoeken in het

kader van de controle moeten gedurende de exploitatie en nazorgperiode worden bewaard

Indien WCA-slib wordt gestort c q langdurig wordt opgeslagen kunnen aanvullende eisen worden gesteld (IBC<sup>+</sup>-criteria)

Wanneer activiteiten met slib en slibhoudend water zich afspelen in zogenaamde bodembeschermings- of grondwaterbeschermingsgebieden (vele bezinkvijvers zijn gesitueerd in waterwingebieden!) kan bovendien nog een bijzonder beschermingsniveau van toepassing zijn Dit kan tot gevolg hebben dat aan de activiteiten met afvalstoffen binnen deze gebieden , ter bescherming van bodem en grondwater, nog verdergaande voorschriften kunnen worden verbonden

Veel bedrijven zijn thans niet in het bezit van een toereikende hinderwetvergunning waarin ook de opslag van afvalstoffen is geregeld

Echter bij een revisie van de vergunning (die bijvoorbeeld nodig kan zijn in geval van een uitbereiding of wijziging van de inrichting) kunnen hiervoor alsnog eisen worden opgesteld Dit betekent dus dat op termijn bij alle lokaties de slib- en spoelwaterbehandeling conform de IBC-criteria ingericht zal moeten zijn

Indien afvalwater (lees spoelwater) rechtstreeks (bijv via een lozingspijp) op het oppervlaktewater wordt geloosd is een vergunning op grond van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) vereist De wet vermeldt niet wat oppervlaktewateren zijn Wel is gesteld dat oppervlaktewater een natuurlijke en/of een menselijke gebruiksfunctie dient te vervullen (m a w een leefmilieu voor allerlei organismen resp grondstof voor drinkwater, industriewater e d ) Voor de praktijk mag er van worden uitgegaan dat bijna alle aan de oppervlakte zichtbare wateren (als: rivieren, beken, meren, sloten etc ) oppervlaktewateren zijn, ongeacht bij wie ze in eigendom zijn Dus ook indien spoelwater wordt geloosd op een sloot die begint en eindigt op het eigen terrein is een vergunning krachtens de WVO vereist De vergunning wordt verleend door de waterkwaliteitsbeheerder van het ontvangende oppervlaktewater De uitvoeringsbesluiten ingevolge de WVO bevatten kwaliteitseisen voor bepaalde oppervlaktewateren en maximum concentraties voor bepaalde stoffen in afvalwater

Voor een niet-rechtstreekse lozing van bijvoorbeeld spoelwater met behulp van een werk (bijvoorbeeld een riool) dat op een ander werk (bijvoorbeeld een rioolwaterzuiveringsinstallatie) is aangesloten, is in beginsel geen vergunning krachtens de WVO vereist, mits de voorschriften van de beheerder van dat werk worden nageleefd. Bij lozing op een gemeentelijke riolering dient men zich te houden aan de regels gesteld in de Lozingsverordening Riolering.

Bij infiltratie van spoelwater in de bodem en terugwinning van de waterfase worden regels gesteld bij of krachtens de Grondwaterwet (GWW). Deze wet stelt regels met betrekking tot het onttrekken van grondwater aan de bodem en het infiltreren met het oog op onttrekking van water in de bodem. Een vergunning in het kader van de GWW wordt slechts verleend indien geen gevaar voor de verontreiniging van het grondwater optreedt. De beoordeling van het gevaar van grondwater- en bodemverontreiniging zal geschieden aan de hand van het in voorbereiding zijnde Infiltratiebesluit Bodembescherming ingevolge de Wet Bodembescherming (WBB).

Bij grondwaterbedrijven zal, daar waar infiltratie in de bodem plaatsvindt, mogelijk voldaan moeten worden aan de eisen voortvloeiend uit het Lozingenbesluit (ingevolge de Wet Bodembescherming), ter bescherming van de bodem, tenzij deze eisen reeds in de hinderwetvergunning zijn opgenomen.

Op termijn zullen een aantal artikelen van de Wet Bodembescherming (WBB) in werking treden waardoor de waterleidingbedrijven meer met deze wet te maken zullen gaan krijgen.

Wetten buiten de eigen inrichting:

Pas wanneer het bedrijf het slib verwijdert (er zich van ontdoet) van het terrein is er sprake van een afvalstof in de zin van de Afvalstoffenwet (AW). De Afvalstoffenwet is van toepassing op bepaalde activiteiten met afvalstoffen (niet zijnde chemische afvalstoffen) in inrichtingen, voor zover deze afvalstoffen van anderen afkomstig zijn. Dit betekent dat gelet op de recente jurisprudentie, dat indien eigen afvalstoffen in eigen beheer worden verwijderd, de AW op die activiteiten niet van toepassing is. Wel zullen in het kader van de Hinderwet hieraan eisen worden gesteld.

Wel krijgt men als waterleidingbedrijf indirect van doen met de AW indien het slib naar een stortinrichting wordt afgevoerd. Dit kan alleen indien de beheerder van de stortplaats een vergunning heeft ingevolge de AW. De ontdoener (in dit geval dus het waterleidingbedrijf) heeft geen vergunning nodig in het kader van de AW. Dit ontslaat het bedrijf echter niet van de plicht om, voor zover dit redelijkerwijs mogelijk is, te controleren dat de ontvanger van het slib over een vergunning beschikt om dit slib te bewerken, verwerken, vernietigen of te storten.

De Wet Chemische Afvalstoffen (WCA) heeft betrekking op de verwijdering (met de bedoeling deze uit de weg te ruimen) van chemische afvalstoffen en afgewerkte olie. De ontvanger van chemisch afval/afgewerkte olie heeft een vergunning in het kader van de WCA nodig en voor de ontdoener (het waterleidingbedrijf) geldt een meldingsplicht. In het BACA (Besluit Aanwijzing Chemische Afvalstoffen) wordt aangegeven wat als chemisch afval dient te worden beschouwd. In de WCA is een verbod opgenomen om zich van chemische afvalstoffen te ontdoen door ze op of in de bodem te brengen. Dit verbod geldt ongeacht of het op of in de bodem brengen plaatsvindt binnen of buiten het eigen bedrijf. Door de Minister van VROM kan een ontheffing van dit verbod worden verleend.

Momenteel is een discussie gaande met betrekking tot de status van WCA-drinkwaterslib (C3 of C4-status). De C3-status wordt aan matig uitloogbare chemische afvalstoffen gegeven die op IBC<sup>+</sup>-stortplaatsen (IBC-stortplaats met extra voorzieningen om de beheersbaarheid te vergroten) gestort moeten worden. De C4-status geldt voor slecht uitloogbare chemische afvalstoffen die tezamen met niet-chemische afvalstoffen op IBC-stortplaatsen gestort kunnen worden. Tijdelijk zal aan WCA-drinkwaterslib de C4-status toegekend worden. Deze maatregel moet gezien worden als een tussen- (organisatorische) oplossing totdat er voldoende IBC<sup>+</sup>-stortruimte gerealiseerd is. WCA-drinkwaterslib zal mogelijk tot circa 1995/1996 de C4-status verkrijgen, maar zal daarna, bij voldoende IBC<sup>+</sup>-stortplaatsen, onder de C3-status vallen. De C4-status vergemakkelijkt het storten van WCA-drinkwaterslib binnen de eigen provincie.



### 3 4 2 Huidige slib en spoelwaterbehandeling

Uit de landelijke enquête is gebleken dat bij bijna 80% van de lokaties (bij 228 lokaties komt slib/spoelwater vrij) de slib-en spoelwaterbehandeling bestaat uit een statische indikking in spoelwatervijvers (aarden bezinkvijvers) al dan niet gevolgd door een natuurlijke ontwatering op slibdroogbedden

Bij slechts 15 produktielokaties werd voor de behandeling van spoelwater en slib gebruik gemaakt van bezinkers/indikkers (betonnen/stalen constructies) Bij 11 produktielokaties heeft een kunstmatige ontwatering van het slib plaatsgevonden In 10 gevallen is dit gebeurd door de inzet van mobiele ontwateringsapparatuur Eén produktielokatie is in het bezit van een decanteercentrifuge waardoor een continue ontwatering en in dit geval continue afvoer (2-wekelijks) van het slib naar de stort plaatsvindt

De vrijkomende waterfase blijkt bij ruim de helft van de vijvers en de droogbedden (mede) in de bodem te infiltreren Het merendeel van deze vijvers en droogbedden is dus niet ingericht conform de IBC-criteria

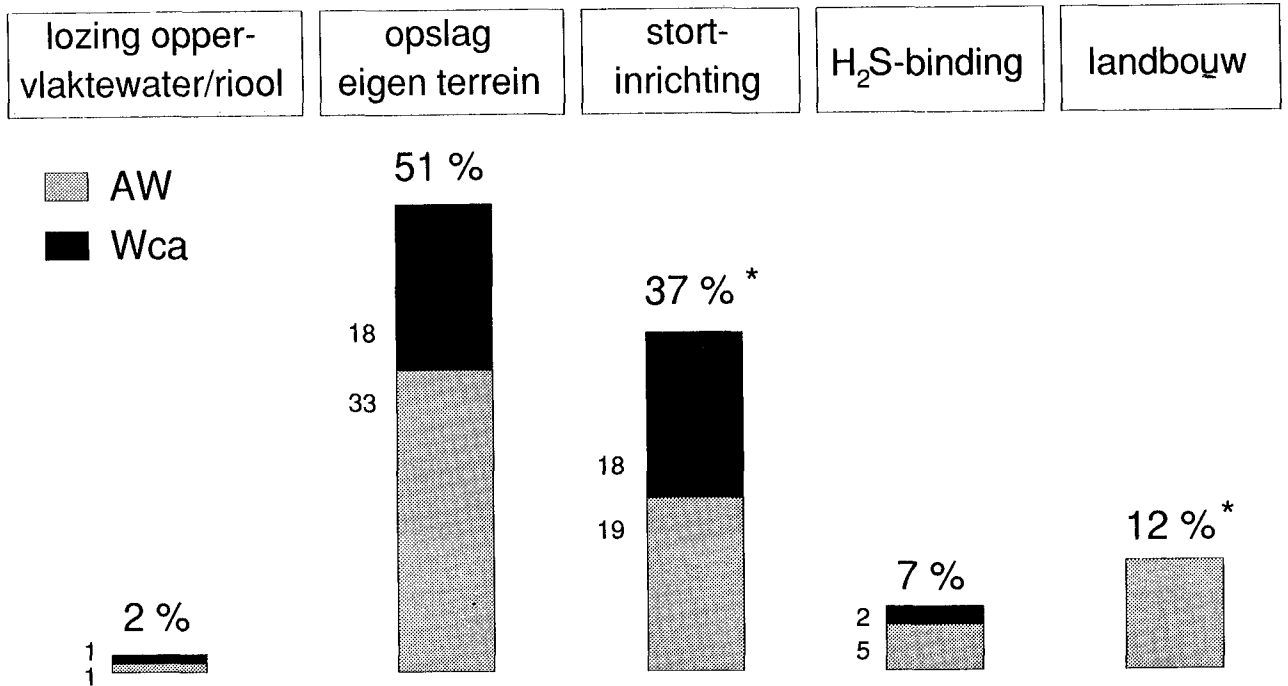
Bij de meeste oppervlaktewater- en duininfiltraatbedrijven wordt spoelwater teruggewonnen en gezuiverd tot drinkwater Het gaat hier jaarlijks om 12 Mm<sup>3</sup> bij oppervlaktewaterbedrijven en 4 Mm<sup>3</sup> bij duininfiltraatbedrijven De slibbehandeling krijgt evenwel nog onvoldoende aandacht mede door de werkwijze met spoelwatervijvers

### 3 4 3 Bestemming van drinkwaterslib en kalkkorrels

In figuur 3 3 staan de bestemmingen van het drinkwaterslib anno 1990 weergegeven, waarbij tevens een onderscheid wordt gemaakt in AW- en WCA-slib

Circa 2 procent van de jaarproduktie (het "bodemslib" niet meegerekend) verliet het drinkwaterproduktiebedrijf als slibhoudend water (zonder voorafgaande behandeling) door lozing op riolering of op oppervlaktewater

Mede als gevolg van de huidige verwerking van slib en spoelwater in bezinkvijvers en/of op droogbedden wordt jaarlijks ruim de helft (51%) van de jaarproduktie aan drinkwaterslib op het eigen terrein opgeslagen Dit komt doordat de bezinkvijvers veelal een opvangcapaciteit hebben van meerdere jaarprodukties aan slib en er dus geen noodzaak bestaat voor een



(\* meer dan 1 jaarproductie)

Figuur 3 3 Bestemmingen van drinkwaterslib anno 1990

regelmatige verwijdering van het slib. Ook de WCA-problematiek is debet aan het bergen van slibvoorraden op de bedrijfsterreinen.

Ruim een derde van de jaarproductie werd afgevoerd naar stortinrichtingen. De totale afvoer van WCA-slib naar de stortinrichting had voornamelijk betrekking op het WCA-slib geproduceerd door de Zuid-Hollandse waterleidingbedrijven. Momenteel is het alleen in de provincies Noord- en Zuid-Holland mogelijk om WCA-drinkwaterslib te storten.

Een betrekkelijk gering quotum van het drinkwaterslib werd ingezet voor H<sub>2</sub>S-binding (ijzerhoudend slib). Dit betrof de volgende toepassingen:

- lozing op het riool/afvalwaterpersleiding ter voorkoming van stankoverlast door H<sub>2</sub>S dat uit rioolstelsels ontsnapt en/of ter voorkoming van krooncorrosie in betonnen rioolstelstels (2 productielokaties);
- afvoer (per as) naar een afvalwaterzuiveringsinrichting alwaar het slib gedoseerd werd aan gistingstanks om H<sub>2</sub>S-stankoverlast te

bestrijden dan wel voor ontzwaveling van biogas (12 produktielokaties);

- afvoer (per as) naar een leerlooierij alwaar het slib werd gedoseerd aan het (sulfide-rijke) afvalwater om stankproblemen door  $H_2S$  te voorkomen (2 produktielokaties)

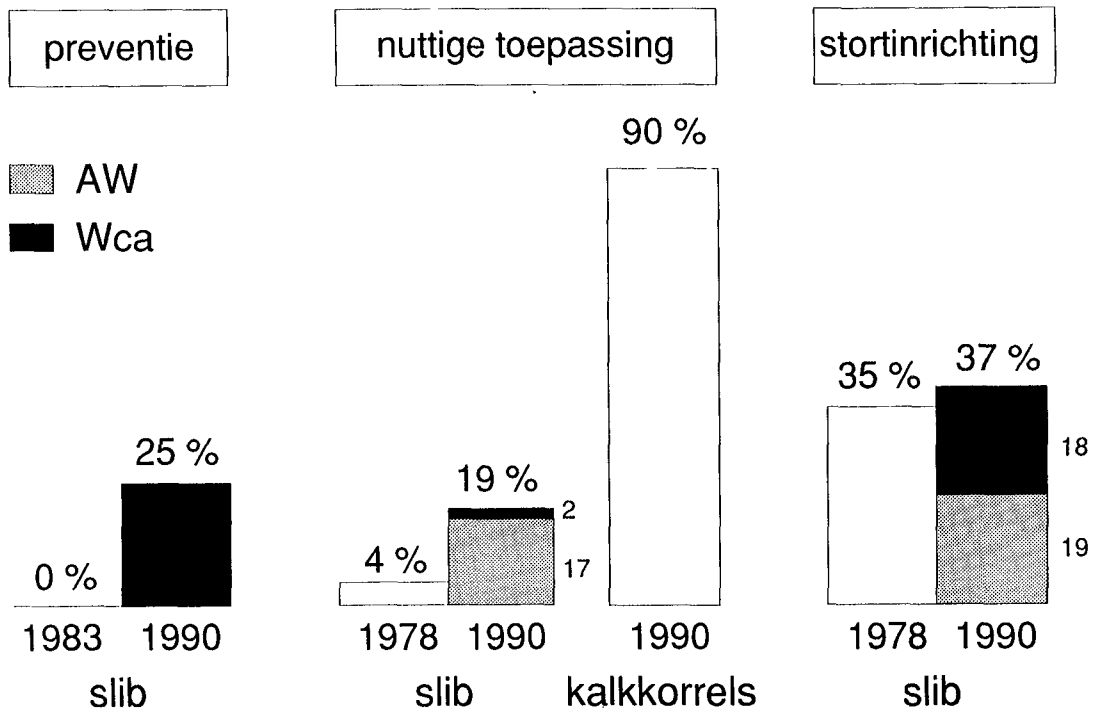
Het slib van de 2 produktielokaties dat naar de leerlooierij werd afgevoerd viel onder de werkingssfeer van de WCA Nuttige inzet van dit slib was toch mogelijk omdat een "hoeft-niet-verklaring" door het Ministerie van VROM was afgegeven

Circa 12 procent van de jaarproduktie werd nuttig ingezet in landbouwgebieden voor onderhoudsbekalking (kalkslib) Het betreffende bedrijf is in het bezit van een ontheffing van de verbodsbepalingen van het Meststoffenbesluit

Figuur 3 3 heeft betrekking op de reguliere (gestructureerde) afvoer van drinkwaterslib, d w z slib dat met een bepaalde regelmaat naar een bestemming wordt afgevoerd Als de percentages per bestemming worden opgeteld dan levert dit een totaal percentage van 109% op Anno 1990 werd dus meer dan de jaarproduktie naar een bestemming afgevoerd, hetgeen dus betekent dat oude voorraden worden opgeruimd Dit wordt nog duidelijker wanneer ook de hoeveelheden drinkwaterslib die ad-hoc/incidenteel naar een stortinrichting worden afgevoerd, worden meegeteld In 1990 betrof dit een hoeveelheid slib van ruim 7 000 ton d s Dit betrof voornamelijk WCA-drinkwaterslib afkomstig uit de provincies Noord-Holland, Utrecht en Zuid-Holland Tellen we deze incidentele verwijdering van slib naar stortplaatsen mee dan komt het totale percentage slib dat naar een bestemming wordt afgevoerd uit op 140% van de jaarproduktie Deze tendens zet zich voort Steeds meer lokaties gaan de slibvoorraden op hun terreinen opruimen Zo hebben de Noord-Brabantse bedrijven in 1991 en 1992 circa 1 500 ton ontwaterd WCA-drinkwaterslib afgevoerd naar de stortplaats van Verwerking Bedrijfsafvalstoffen Maasvlakte c v

Figuur 3 4 laat zien hoe de situatie in 1990 is veranderd t o v die in 1978 Voor preventie van WCA-slib is 1983 als ijkjaar genomen Hiertoe worden de hoofdpeilers van het milieubeleid beschouwd Het standpunt van de overheid en ook van de VEWIN ten aanzien van (chemische) afvalstoffen is eenvoudig, duidelijk en pragmatisch Ten eerste voorkom het ontstaan

van afval (preventie) Is het ontstaan van afval niet te voorkomen bewerk het dan zodanig dat het opnieuw kan worden gebruikt hetzij in het eigen proces, hetzij in een ander proces (nuttige toepassingen) Daarna komt verbranden als verwijderingsoptie Dit is evenwel niet toepasbaar voor drinkwaterslib i v m het overwegend anorganische karakter Als laatste optie resteert storten De storttarieven zullen ondermeer als sturingsinstrument dienen om dit beleid te verwezenlijken (zogenaamde beleidstariefverhogingen)



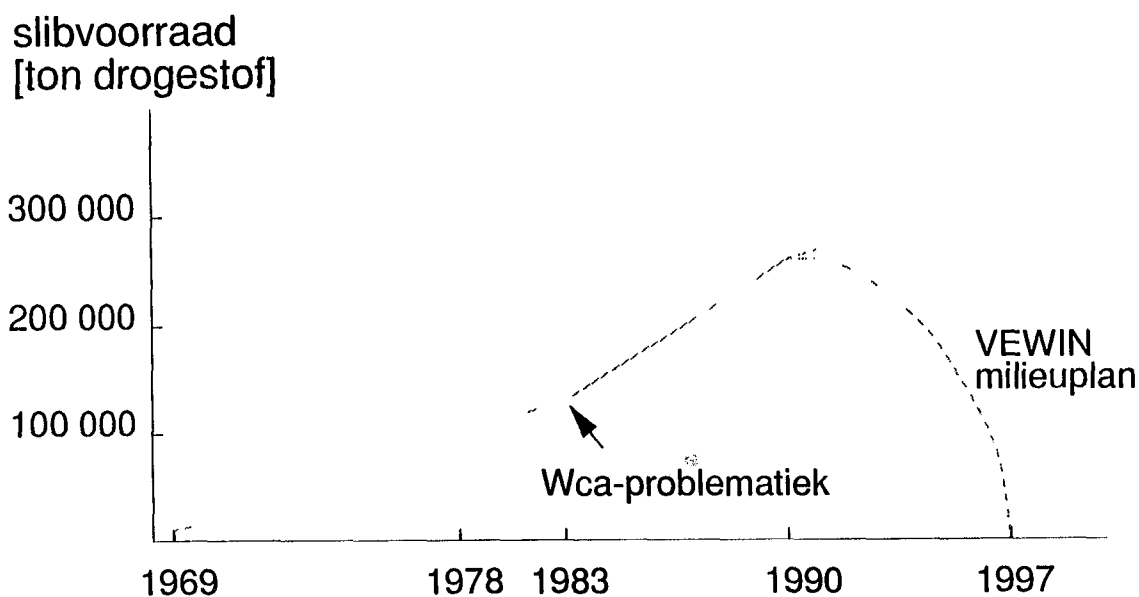
Figuur 3 4 Stand van zaken in 1990 ten aanzien van preventie van WCA-slib, nuttige toepassingen van slib en kalkkorrels en afvoer van slib naar stortinrichtingen

Uit figuur 3 4 blijkt voorts dat de hoeveelheid WCA-slib t o v 1983 met circa 25% is gedaald Dit is voornamelijk bereikt door inspanningen van de oppervlaktewaterbedrijven ten aanzien van optimalisatie van het coagulatieproces, vervanging van poederkooldosering door actieve koolfil-

tratie en het gescheiden gehouden van slibstromen. De nuttige inzet van drinkwaterslib is ten opzichte van 1978 vervijfvoudigd. Hiermee zitten we op de goede weg maar de inspanningen op dit vlak zullen zeker vergroot moeten worden.

Ten aanzien van het storten van drinkwaterslib ziet het beeld er minder positief uit. Deze verwijderingsoptie staat het laagst op de verwijderingsladder maar ten opzichte van 1978 is het aandeel slib dat naar de stort gaat niet verminderd, zelfs iets toegenomen. Enerzijds komt dit door de WCA-problematiek (kennelijk kan WCA-slib alleen naar de stort) en anderzijds door de huidige werkwijze ten aanzien van de slib- en spoelwaterbehandeling. De huidige aanpak heeft veelal tot gevolg dat enkel de stortoptie resteert. Ergo nuttige inzet wordt sterk bemoeilijkt door toepassing van spoelwatervijvers, lagunes en droogbedden.

Zoals reeds opgemerkt wordt jaarlijks ruim de helft van de produktie aan drinkwaterslib op de eigen terreinen opgeslagen. Ten opzichte van 1978 is dit beeld niet wezenlijk veranderd. Dit heeft tot gevolg gehad dat de slibvoorraden op de bedrijfsterreinen alleen maar zijn gegroeid. Figuur 3.5 geeft het verloop van de grootte van de slibvoorraad van de afgelopen 20 jaar weer.



Figuur 3.5 Trend van de slibvoorraden op de bedrijfsterreinen

Anno 1990 bleek circa 700 000 m<sup>3</sup> nat en deels ontwaterd slib aanwezig te zijn op de bedrijfsterreinen Dit komt overeen met tenminste 220 000 ton gemeten als droge stof

In het VEWIN-Milieuplan staat 1997 als streefdatum waarop alle slibvoorraden van de bedrijfsterreinen verwijderd moeten zijn

De afzet van kalkkorrels verloopt momenteel probleemloos De kalkkorrels vinden vooral toepassing in de veevoeder-, bouwmaterialen- en kalkverwerkende industrie Afhankelijk van de transportkosten en de opbrengsten die de afzet oplevert, zijn er kosten met de verwijdering van kalkkorrels gemoeid of worden er opbrengsten verdiend Bij 11 lokaties (van de 13 die ontharden in korrelreactoren) moeten er kosten gemaakt worden voor de verwijdering van de korrels In alle gevallen bedroegen deze kosten minder dan 1 cent/m<sup>3</sup> drinkwater

Het uitgespoelde/verwijderde (aangegroeide) filtermateriaal werd door 2/3 van de lokaties afvoerd naar een stortinrichting Bij ongeveer 1/3 van de lokaties vond opslag op het eigen terrein plaats Redenen hiervoor waren ondermeer dat men dit filtermateriaal niet kwijt kon vanwege het WCA-karakter c q wegens het ontbreken van stortinrichtingen met een WCA-ontheffing in de betreffende regio/provincie

Beladen korrelkool wordt na regeneratie in principe opnieuw gebruikt De meeste waterleidingbedrijven sluiten of hebben een overeenkomst waarin de leverancier zich verplicht beladen korrelkool terug te nemen, deze regeneert, waarna de kool weer opnieuw in het drinkwaterbereidingsproces wordt ingezet

### 3.5 Kosten

Tabel 3 3 geeft een overzicht van de kosten die aan een bepaalde slib- en spoelwaterbehandeling zijn verbonden. Deze zijn exclusief de kosten ten gevolge van transport, afzet of een eventuele lozingsheffing. De kosten zijn uitgedrukt in centen per m<sup>3</sup> drinkwater.

Tabel 3 3 Kosten verbonden aan de slib- en spoelwaterbehandeling bij het aantal betreffende lokaties (Sombekke en Koppers, 1991)

Behandeling	behandelingskosten in cent per m <sup>3</sup> drinkwater:						
	<1	1-2	2-3	3-4	4-5	>5	onbekend
spoelwatervijvers	61	1					16
spoelwatervijvers- droogbedden	74	1					17
droogbedden	5						
bezinker/indikker	5		1				1
bezinker/indikker- droogbedden	2				1	1	1
spoelwatervijver- mechanische ontwatering	4	2	1				2
bezinker/indikker- mechanische ontwatering					1		1

Uit tabel 3 3 blijkt dat de kosten die zijn verbonden aan een slib- en spoelwaterbehandeling, bestaande uit spoelwatervijvers en/of droogbedden, in bijna alle gevallen minder dan 1 cent per m<sup>3</sup> drinkwater bedragen. Indien een meer geavanceerde verwerkingsmethode, zoals de behandeling van spoelwater in compacte bezinkers/indikkers gevolgd door (mobiele) mechanische ontwatering, wordt toegepast, kunnen de kosten blijkens tabel 3 3 aanmerkelijk stijgen.

Tabel 3 4 geeft een overzicht van de kosten die worden gemaakt voor de verwijdering van het slib buiten de eigen inrichting. Deze kosten zijn

opgebouwd uit:

- heffingen ingevolge de Lozingsverordening Riolering 1978, respectievelijk de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren afhankelijk van de rechtstreekse lozing van slibhoudend afvalwater op riolering dan wel oppervlaktewater;
- transport- en stortkosten;
- transport- en afzetkosten bij nuttige inzet van slib ( $H_2S$ -binding en landbouw)

Tabel 3 4 Verwijderingskosten in relatie tot de bestemming van drinkwaterslib bij het aantal betreffende lokaties (Sombekke en Koppers, 1991)

bestemming	verwijderingskosten in cent per m <sup>3</sup> drinkwater:						
	<1	1-2	2-3	3-4	4-5	>5	nvt onbekend
lozing op riolering	6	1					5
lozing op oppervlaktewater	6						6 4
stortinrichting	42	5	1	1		1	7
$H_2S$ -binding	15				1		
landbouw	2						



### 3.6 Knelpunten en oplossingsrichtingen

De stagnerende afvoer van drinkwaterslib van de eigen terreinen en het nog geringe deel dat nuttig ingezet wordt, is voor een groot deel het gevolg van de huidige werkwijze ten aanzien van de slib- en spoelwaterbehandeling. Door de vaak grote buffercapaciteit van slibvijvers en het gebruik van droogbedden als opslag, wordt het (ontwaterde) slib slechts met een zeer lage frequentie van de bedrijfsterreinen verwijderd.

Deze werkwijze brengt ook met zich mee dat allerlei verontreinigingen in het slib terecht komen, zoals uitgespoeld filtermateriaal en planten (resten). Dit vormt een belemmering voor de nuttige inzetbaarheid van het vrijkomende slib. Potentiële afnemers van drinkwaterslib verlangen niet alleen een constante kwaliteit van het slib en een zo zuiver mogelijk produkt dus vrij van verontreinigingen, maar ook de garantie van een regelmatige aanvoer.

De oplossing voor deze problemen wordt gevonden in een procesmatige aanpak van de slib- en spoelwaterbehandeling. Het slecht controleerbare en niet beheersbare proces van bezinking/indikking in vijvers zal plaats moeten maken voor bezinkers/indikers gevolgd door een verdere concentrering van de slibstoffen met behulp van ontwateringsapparatuur of IBC-droogbedden (zie bijdrage Wortel).

Door een groot aantal waterleidingbedrijven worden hiertoe reeds de eerste aanzetten gedaan. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is de "interne" waterbesparing in het bijzonder bij grondwaterbedrijven. Dit kan ondermeer geschieden door terugwinning van spoelwater. Vanuit de provinciale overheden wordt meer druk op de waterleidingbedrijven uitgeoefend om de grondwateronttrekking te limiteren. Door terugwinning van spoelwater kan teruggang in onttrekking (deels) worden gecompenseerd of kan extra drinkwater worden geproduceerd zonder de onttrekking te vergroten.

Een procesmatige aanpak van de slib- en spoelwaterbehandeling is dus voorwaarde voor:

- (hoogwaardige) nuttige inzetbaarheid van het vrijkomende slib;
- terugwinning van spoelwater;
- een regelmatige afvoer van slib naar stortinrichtingen (indien onontkoombaar) en
- het in acht nemen van de IBC-criteria

Het feit dat een deel van het drinkwaterslib onder de Wet Chemische Afvalstoffen valt blijft een niet te voorkomen knelpunt. In principe is nuttige inzet van dit slib niet mogelijk tenzij door het Ministerie van VROM een "hoeft-niet-verklaring" wordt afgegeven. Dit is onder bepaalde voorwaarden mogelijk. Veelal beperkt de "hoeft-niet-verklaring" zich tot drinkwaterslib waarvan het arseengehalte tussen de 50 en 100 mg As/kg droge stof bedraagt.

Stagnatie in de afvoer van het WCA-slib naar stortinrichtingen wordt ook veroorzaakt door het ontbreken van stortmogelijkheden voor dit WCA-slib. Momenteel is het alleen in de provincies Noord- en Zuid-Holland mogelijk dit slib te storten.

De afvoer van AW-drankwaterslib behoeft in principe geen probleem te zijn. Mits het steekvast wordt aangeleverd kan het nagenoeg overal verwerkt worden. De bereidheid om iets aan de bestaande voorraden te doen is volop aanwezig bij de bedrijven. Met het onderschrijven van het VEWIN-Milieuplan hebben de waterleidingbedrijven de intentie uitgesproken om voor 1997 de bestaande slibvoorraden te hebben opgeruimd. In Noord-Brabant en Zuid-Holland zijn reeds afspraken gemaakt om bestaande voorraden langzaam maar zeker te verwijderen. De afvoer geschiedt naar de stortplaats van Verwerking Bedrijfsafvalstoffen Maasvlakte c v.

Een toekomstig knelpunt vormt de verwerking/verwijdering van brijn afkomstig van membraanfiltratieprocessen. Vooral in het binnenland zal dit het geval zijn. In de kustprovincies zal dit probleem mogelijk niet of minder spelen gezien de mogelijkheid om brijn te lozen op de Noordzee zulks indien daartoe een vergunning/ontheffing ingevolge de Wet Verontreiniging Zeewater (WVZ) is verstrekt.

Het beheersbaar maken en houden van afvalstromen is niet alleen een kwestie van techniek. Het is en blijft uiteindelijk mensenwerk. Uit de enquête is een positief beeld naar voren gekomen dat de bedrijfstak ernst maakt met het zoeken naar oplossingen voor het afval- en reststoffen-vraagstuk. De oplossing moet deels worden gezocht in een stuk techniek. De mate van succes wordt tevens bepaald door de bereidheid tot samenwerking met andere (waterleiding)bedrijven, creativiteit en inzet.

### 3.7 Literatuur

Beek, van C G E M en Stuyfzand, P J : 1991 Sporenelementen in grondwater KIWA mededeling nr 118, december 1991

Gogh, van W G : 1989 Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland 1988 DBW/RIZA nota nr 89 029, augustus 1989

Koppers, H M M e a : 1985 Gehalten aan anorganische stoffen in het slib van Nederlandse waterleidingbedrijven KIWA speurwerkrapport SWE 85 004, april 1985

Nieuwenhuyze, van R F e a : 1992 Ontwikkeling produktie drinkwaterslib en filtermateriaal 1990-2020 KIWA rapport SWO 91 366, februari 1992

Nieuwenhuyze, van R F en Brink, H : 1992 Ontwikkeling kalkkorrelproduktie van waterleidingbedrijven 1990-2020 KIWA rapport SWO 91 365, februari 1992

Sombekke, H D M en Koppers, H M M : 1991 Inventarisatie verwijdering slib en overige afval-/reststoffen van drinkwaterproduktiebedrijven KIWA rapport SWO 91 226, mei 1991

DBW/RIZA: 1991a Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland 1990 (bijlagen van het concept jaarverslag)

DBW/RIZA: 1991b Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Maas in Nederland 1990 (bijlagen van het concept jaarverslag)

KIWA mededeling nr 84: 1984 Nitraat en drinkwatervoorziening, november 1984

2

100

## 4 Waarheen met de reststoffen van waterleidingbedrijven ?

B.R. Munneke, NV Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij.

### Samenvatting

*Preventie, beperking, nuttige inzet en hergebruik zijn veelgebruikte termen in beleidsnotities en plannen betreffende afval- en reststoffenproblematiek*

*Het behoeft geen betoog, dat daar, waar mogelijk en verantwoord, een aanpak gebaseerd op vorengenoemde begrippen de voorkeur verdient*

*Een aantal beschikbare of in ontwikkeling zijnde technologieën lijken zoveel perspectief te bieden, dat hergebruik of nuttige inzet van reststoffen, die ontstaan bij de produktie van drinkwater, goed mogelijk is Dit geldt zeker voor een belangrijk deel van die stoffen en slibstromen, die nu en in de toekomst bij de drinkwaterproduktie ontstaan*

*De problematiek is aanmerkelijk gekompliceerder waar het bestaande slibvoorraden betreft, of slibsoorten waarbij de chemische samenstelling grote beperkingen oplegt (Wca-slib)*

*Toch moeten voor deze laatste categorieën slib ook milieuhygiënische verantwoorde verwijderingsopties gevonden worden Storten kan hierbij niet uitgesloten worden In dit kader zullen vragen beantwoord moeten worden als:*

- *ontwikkelt de bedrijfstak zelf een verwijderingsstructuur of sluiten we aan bij andere verwijderingsstructuren;*
- *zijn zogenaamde mono-deponieën wenselijk of bieden gekombineerde stortplaatsen grotere voordelen;*
- *welke logistieke problemen moeten worden opgelost;*
- *is een kollektieve aanpak doelmatig of verdient een aanpak op bedrijfsniveau de voorkeur*

### 4.1 Inleiding

De hoofdtitel van mijn inleiding van vandaag "Waarheen met de reststoffen van waterleidingbedrijven" is eigenlijk niet helemaal juist, want er zal slechts aandacht besteed worden aan een deel van de reststoffen, namelijk het gedeelte dat niet voor hergebruik en nuttige inzet in aanmerking komt

Daarom kies ik een geheel andere subtitel en wel "Het beste is de vijand van het betere"

Dit is ingegeven door de overweging dat het streven naar perfectie niet mag leiden tot een situatie, waarin datgene wat van de drinkwatersektor wordt verwacht met betrekking tot de oplossing van haar afval- en reststoffenproblematiek, niet tijdig gerealiseerd wordt

En wat van ons verwacht wordt is verwoord in het VEWIN-Milieuplan, waarop mevrouw Koehof al is ingegaan

Achtereenvolgens komen de volgende punten aan de orde:

- 1 Landelijk beleidskader;
- 2 VROM-studie "Verwijdering van drinkwaterslib";
- 3 VMP-studie "Berging van drinkwaterslib";
- 4 Oplossingsrichtingen;
- 5 Stellingen

## **4.2 Landelijk beleidskader**

In het N M P vinden we het landelijke beleidskader met betrekking tot de afval- en reststoffenproblematiek, aangegeven met de volgende trefwoorden:

- voorkomen en hergebruik;
- opzetten, verbeteren en "lekvrij" maken van de verwijderingsstructuur

Dit is in het N M P -plus en het Milieuprogramma 1992-1995 als volgt nog verder aangevuld:

- de producent is verantwoordelijk voor verwijdering van "goederen" in het afvalstadium;
- verwijzing naar het VEWIN-Milieuplan, ondermeer voor wat betreft de verwerking van de op bedrijfsterreinen opgeslagen voorraden vóór 1997

Voor de drinkwatersektor kunnen strategie en beleid als volgt worden aangegeven:

- het, daar waar mogelijk, voorkomen van het ontstaan van afvalstoffen en het hergebruik van geproduceerde afvalstoffen
- het vóór 1997 verwijderen van de opgeslagen voorraden;
- het creëren van evenwicht tussen geproduceerde hoeveelheden afvalstoffen en verwerkte hoeveelheden

### **4.3 VROM-studie "Verwijdering van drinkwaterslib"**

Bij het Ministerie van VROM bestond de behoefte aan een landelijk beleidsstuk betreffende de drinkwaterslibproblematiek. Teneinde de noodzakelijke nadere kennis en inzicht te verkrijgen, is een studieopdracht verleend aan het Ingenieursbureau Haskoning naar de verwijderingsmogelijkheden van drinkwaterslib. Preventiemogelijkheden vallen buiten de omvang van deze studie. Dat het Ministerie streeft naar een grote betrokkenheid van de drinkwatersektor blijkt uit het feit, dat in de begeleidingskommissie medewerkers van VEWIN, KIWA en een waterleidingbedrijf zitting hebben. Tevens heeft KIWA een onderbouwende deelstudie, te weten een inventarisatie van slib en overige afval-/reststoffen, in opdracht van het Ministerie van VROM uitgevoerd.

Het doel van de VROM-studie is het leveren van een bijdrage om te komen tot een doelmatige en milieuhygiënisch verantwoorde verwijderingsstructuur in Nederland, met als uitgangspunt de voorkeur van de regering voor hergebruik en nuttige toepassing.

Het project wordt uitgevoerd in 3 fasen, te weten:

#### Fase 1

De inventarisatiefase (door KIWA Onderzoek en Advies) teneinde de omvang van het probleem in kaart te brengen, zowel voor wat betreft de slibproductie als de op bedrijfsterreinen aanwezige voorraden en dit zowel in kwantitatieve als kwalitatieve zin.

#### Fase 2

Het onderzoeken van de situaties op 5 verschillende productiebedrijven, die gezamenlijk representatief geacht mogen worden voor 60 à 80% van de

jaarlijks geproduceerde hoeveelheid drinkwaterslib in Nederland, een en ander om verwerkingsmethodes te onderzoeken ten behoeve van hergebruik en storten

### Fase 3

Het extrapoleren van de resultaten van fase 2 naar een landelijk beleidsstuk

In het kort zijn de 5 verschillende situaties, zoals onderzocht in fase 2:

Situatie 1: nuttige toepassing van ijzerhoudend slib;

Situatie 2: nuttige toepassing van kalkhoudend slib (zogenaamde carryover);

Situatie 3: het scheiden van slibstromen (zoals ijzerslib, kalkslib, AW-slib en Wca-slib);

Situatie 4: het omgaan met Wca-slib op eigen terrein;

Situatie 5: de slibproblematiek van kleine productiebedrijven

Hoewel de studie nog niet is afgerond, wil ik u de voorlopige resultaten van de extrapolatie naar de landelijke situatie niet onthouden

In tabel 4 1 is aangegeven welk percentage van de verschillende slibsoorten volgens een realistisch scenario nuttig toegepast kunnen worden

Door Ingenieursbureau Haskoning zijn tevens optimistische en pessimistische scenario's uitgewerkt



Tabel 4 1 Toepassingsmogelijkheden voor verschillende slibstromen in de realistische visie

TYPE SLIB	PERCENTAGE NUTTIG TOEPASBAAR SLIB
AW-SLIB EXCL KALKSLIB Fe > 30 gewichts %	80%
KALKHOUDEND SLIB (AW)	62%
WCA-SLIB As 50-100 mg/kg d S Fe > 30 GEWICHTS %	25%
WCA-SLIB As > 100 mg/kg d S	0%
AW-SLIB EXCL KALKSLIB Fe < 30 gewichts %	0%

De tabel laat zien, dat nuttige toepassing niet of nauwelijks mogelijk is voor Wca-slib met een As-gehalte > 100 mg/kg d s en voor ijzerhoudend AW-slib met een Fe-gehalte <30 gewichtsprocenten

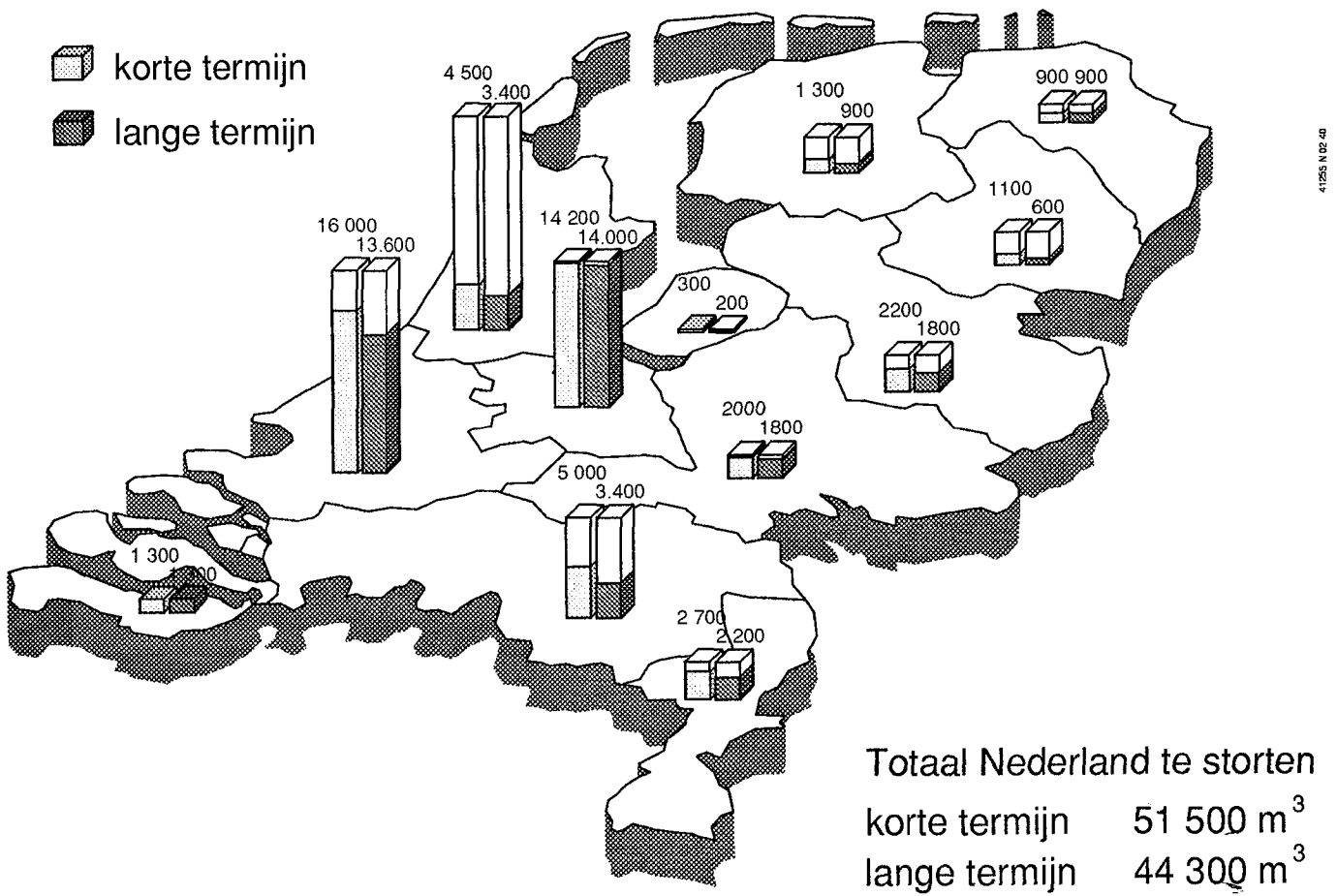
Beperkte nuttige toepassingen zijn mogelijk voor Wca-slib met een As-gehalte van 50-100 mg/kg d s , namelijk ca 25%, terwijl voor AW-slib met een Fe-gehalte >30 gewichtsprocenten en voor kalkhoudend slib zeer goede perspectieven voor nuttige inzet aanwezig zijn

De knelpunten die beperkingen ten aanzien van nuttige toepassing veroorzaken zijn onder meer:

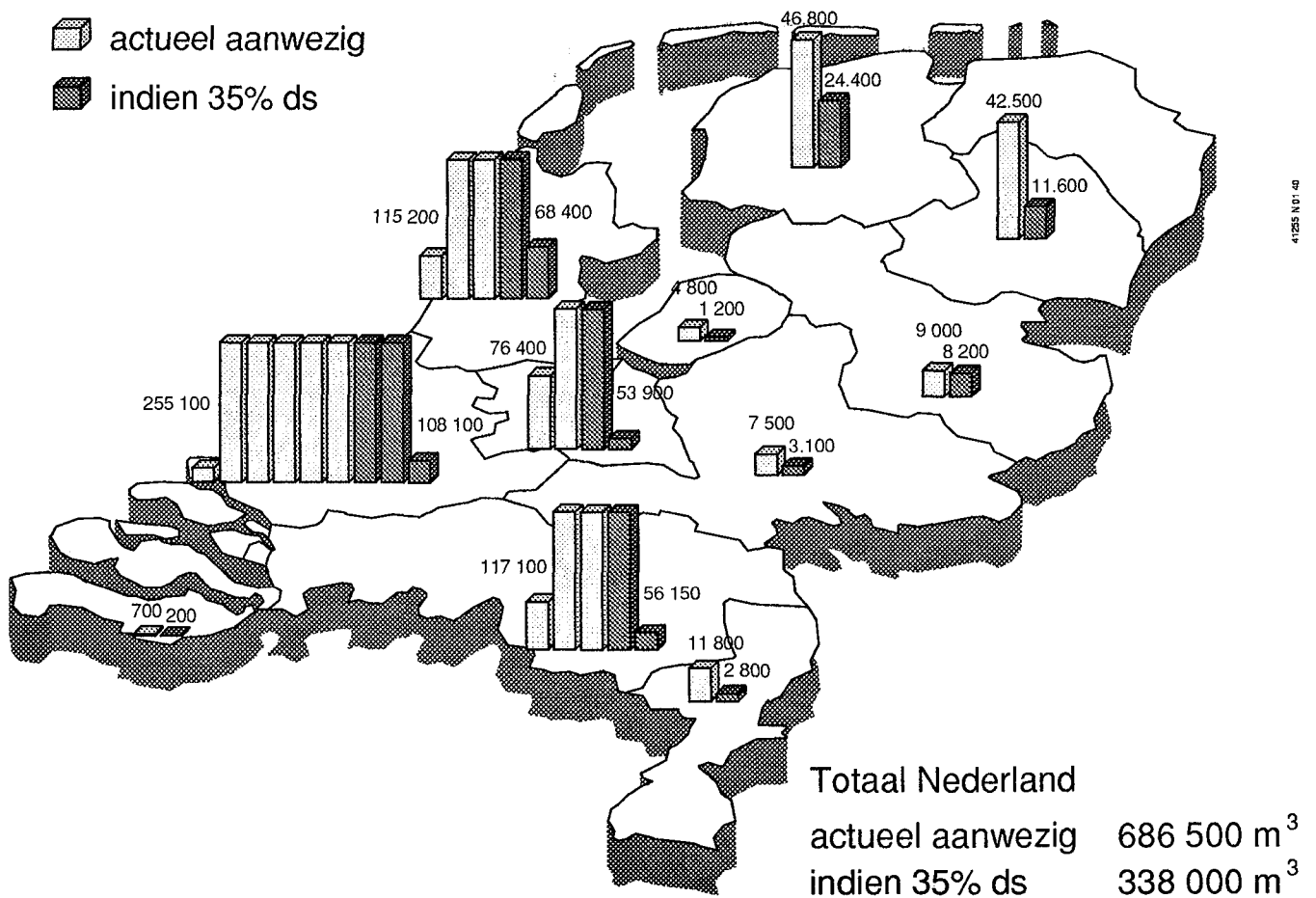
- ongunstige samenstelling van AW-slib, b v een laag Fe-gehalte;
- As-gehalte, > 50 mg As/kg d s betekent Wca-slib;
- technologie (nog) onvoldoende ontwikkeld, b v "ontarsenen" van Wca-slib;
- problematiek van de bestaande slibvoorraden; slib bevat zand, grind, veel organische stof, planten en wortelmateriaal

Het eerste kaartje van Nederland (figuur 4 1) geeft per provincie, volgens het realistische scenario, de jaarlijks geproduceerde hoeveelheden slib, die niet nuttig ingezet kunnen worden en dientengevolge dienen te worden gestort

Het tweede kaartje van Nederland (figuur 4 2) geeft de slibhoeveelheden, die op terreinen van drinkwaterleidingbedrijven liggen opgeslagen. U ziet, dat het om zeer aanzienlijke hoeveelheden gaat, die, vóór 1997, afgevoerd/verwerkt moeten zijn.



Figuur 4 1: Jaarlijks te storten hoeveelheden drinkwaterslib volgens het realistische scenario, uitgedrukt in m³ slib indien ontwa-  
 terd tot 35% ds. De gearceerde delen en de getallen geven de te storten hoeveelheden weer, de overige niet-gearceerde  
 delen betreffen de omvang van de jaarlijkse slibproductie die nuttig kan worden ingezet.



Figuur 4 2: Huidige hoeveelheden drinkwaterslib, opgeslagen op de bedrijfsterreinen (m<sup>3</sup>)

#### 4.4 VMP-studie "Berging van drinkwaterslib"

Ik kom nu bij het derde onderwerp van mijn inleiding namelijk de VMP-studie "Berging van drinkwaterslib"

De omvang van deze studie is beperkt tot de reststoffen, die niet voor

hergebruik c q nuttige toepassing in aanmerking komen, dus waarvoor storten onvermijdelijk is, tenminste voor de korte en middellange termijn

In het kort kan het doel van deze VMP-studie, welke uitgevoerd wordt door Ingenieursbureau Grontmij, als volgt worden aangegeven:

- een konkrete opzet voor een doelmatige verwijderingsstructuur voor drinkwaterslib, filterzand/filtergrind;
- het opstellen van een logistiek plan

Om een en ander in een juist perspectief te plaatsen, is het zinvol om de hoeveelheden slib waar het om gaat te plaatsen naast de hoeveelheden ander afval die in Nederland worden geproduceerd Dit is weergegeven in tabel 4 2

Tabel 4 2 Hoeveelheden slib gerekend als 35% droge stof in relatie tot ander afval

	AW-slibproduktie (als 35% d s )	Ander AW-afval (huishoudelijk)	Percentage
1990	ca 47 000 ton	15 miljoen ton	ca 0,3%
	Wca-slibproduktie	C3-materiaal	Percentage
1990	ca 22 000 ton	100 000 à 400 000 ton	5 à 20%
	Wca-slibproduktie	C4-materiaal	Percentage
1990	ca 22 000 ton	ca 1,2 miljoen ton	ca 2%

Bij tabel 4 2 kan de volgende toelichting worden gegeven De klassifikatie C3 of C4 heeft ondermeer te maken met de uitloogbaarheid van de afvalstoffen Globaal kan men zeggen, dat C3-materiaal slechtere uitloogeigenschappen heeft dan C4-materiaal Gezien de huidige beperkte stortruimte voor C3-materiaal, heeft de overheid voor een tijdelijke organisatorische oplossing gekozen door het aanwijzen van Wca-drinkwaterslib als C4-afvalstof

Tot de volledige implementatie van het stortbesluit (voorzien op 1 januari 1995) gaan C4-afvalstoffen naar stortplaatsen, die voldoen aan IBC-

criteria, zoals geformuleerd in de "Richtlijn gecontroleerd storten 1985" Het is de bedoeling, dat hierna de C4-afvalstoffen ook naar stortplaatsen voor C3-materiaal gaan, zodat dan feitelijk alleen nog sprake is van C2- en C3-afvalstromen

De conclusie lijkt verantwoord, dat het AW-slib een marginale stroom is in relatie met de totale hoeveelheid aangeboden afval

Voor dit afval dient in de provincies voldoende stortruimte aanwezig te zijn, immers krachtens de Afvalstoffenwet zijn Provinciale Staten verplicht een plan op te stellen omtrent het te voeren afvalstoffen beleid Een inventarisatie door Grontmij leverde op, dat in de 12 provincies inderdaad voldoende stortruimte aanwezig is om het AW-slib te verwijderen

Toch blijken in enkele provincies (Overijssel, Zeeland en Noord-Brabant) problemen te zijn met betrekking tot de verwijdering van AW-slib Ten gevolge van de aanwezigheid van knelpunten kan in de praktijk geen gebruik gemaakt worden van de beschikbare stortruimte

Deze knelpunten zijn:

#### Aantonen van ongeschiktheid voor hergebruik

Teneinde het hergebruik of nuttige toepassing te bevorderen, stellen een aantal provincies de eis aan waterleidingbedrijven, dat ze aantonen, dat het slib feitelijk alleen gestort kan worden en nuttige inzet geen haalbare optie is

#### Stringentere eisen stortplaatsbeheerders

Meerdere stortplaatsbeheerders stellen strengere eisen ten aanzien van het arseen-gehalte (b v 0,2 à 0,5 maal de Wca-norm) of ten aanzien van de verwerkbaarheid van het aangeboden produkt (d s gehalte, afschuifspanning, steekvastheid)

Deze knelpunten zijn mede aanleiding tot de stagnatie in de afvoer van AW-slib, waardoor de verwijdering van voorraden respectievelijk structurele afvoer van de AW-slibproductie slechts langzaam op gang is gekomen

Hierin is verbetering aan te brengen met de volgende maatregelen:

- een landelijke koördinatie/organisatie met betrekking tot de mogelijkheden respektievelijk onmogelijkheden van hergebruik;
- het bevorderen en bewerkstelligen van landelijk eenduidige voorwaarden voor het storten;
- het uitoefenen van druk door waterleidingbedrijven op overheden om oplossingen te bieden

In tegenstelling tot het AW-slib vormt het Wca-slib wel een significante stroom in relatie tot de totale hoeveelheid aangeboden Wca-afval

Artikel 31 van de Wet Chemische Afvalstoffen bevat een verbod om zich van chemisch afval te ontdoen door deze op of in de bodem te brengen. Het is niet van belang of het storten op eigen of andermans terrein plaatsvindt. In principe kan de berging van dit slib op IBC-stortplaatsen met een Wca-ontheffing plaatsvinden.

Het aanbieden aan een verwerker dient gemeld te worden aan de Minister van VROM en voor de verwerking zelf is een ontheffing respektievelijk vergunning ex Wca van de Minister nodig.

Enige jaren geleden heeft de Minister van VROM positief gereageerd op een initiatief van de Inspectie Milieuhygiëne en de VEWIN om te bevorderen dat provincies bij het opstellen van de provinciale afvalstoffenplannen (PAP) rekening zouden houden met het drinkwaterslib, waaronder Wca-slib. Slechts in 2 provincies, te weten Noord- en Zuid-Holland is dit resultaat tot op heden daadwerkelijk geboekt, terwijl in Zeeland PAP III in voorbereiding is. De zeer actieve rol van VEWIN, KIWA en betrokken waterleidingbedrijven is niet vreemd aan het resultaat.

Het aantal Wca-stortlokaties in Nederland is zeer beperkt, namelijk slechts 3, te weten:

- Nauernasche Polder      - Noord-Holland;
- V B M                      - Zuid-Holland;
- Wijster                     - Drenthe,

In 7 andere provincies wordt wel Wca-slib geproduceerd maar is geen stortmogelijkheid aanwezig, te weten Overijssel, Gelderland, Utrecht, Zeeland, Noord-Brabant, Limburg en Flevoland.

Een belangrijke konklusie is, dat er gebrek is aan Wca-stortmogelijkheden, temeer daar door provincies op dit moment ex- en importbeperkingen worden gehanteerd ten aanzien van afvalstoffen

Er zal dus stortruimte gerealiseerd moeten worden of de toegankelijkheid tot bestaande inrichtingen dient te worden vergroot

Een mogelijkheid is om de waterleidingbedrijven in de betreffende 7 provincies een stortplaats aan te laten wijzen voor Wca-berging en de stortplaatsbeheerders de benodigde ontheffing ex Wca te laten aanvragen

Bij deze aanpak dienen de drinkwaterbedrijven zich wel te realiseren, dat ze in hoge mate afhankelijk zijn van zowel de betrokken provincies als de stortplaatsbeheerders

Een aantal knelpunten zouden zich voor kunnen doen, zoals:

- lange voorbereidingstijd;
- lange planologische en juridische procedures;
- specifieke eisen van de verwerker b v ten aanzien van verwerkbaarheid, logistiek etc

Deze knelpunten kunnen zich in alle 7 provincies voordoen

## 4.5 Oplossingsrichtingen

Een belangrijke afweging die dan ook gemaakt moet worden is of er niet sprake moet zijn van een sturing van de verwerking van Wca-slib op landelijk niveau

Gezien de complexe relatiepatronen in de reststoffenverwerking, lijkt een landelijke sturing een belangrijk aantal voordelen te bieden

De voordelen zijn:

- integraal plan/structurele oplossingen;
- maximale aansluiting bij de verwijderingsstructuur in Nederland;
- voldoen aan de schaalessen;
- initiatief bij de drinkwatersektor;
- flexibel inspelen op voortschrijdende regelgeving;
- invloed uitoefenen op beleidsontwikkeling en normstelling;
- overeenkomstig de wens van overheden

Sturing van de verwerking van Wca-slib op landelijk niveau betekent uiteraard niet op voorhand dat slechts een centrale deponie als oplossingsrichting mogelijk is

Zowel de opties voor centrale, regionale als provinciale deponieën zullen op diverse aspecten moeten worden getoetst, zoals techniek, logistiek, wettelijke bepalingen, financiën en organisatie

Van de verschillende mogelijkheden zijn een aantal kenmerken te noemen:

#### Centrale deponie

- De drinkwatersektor kiest voor een eigen verwijderingsstructuur met een landelijke opzet;
- Kompartimentering naar wens;
- Wanneer zich nieuwe technologieën aandienen is op termijn hergebruik mogelijk;
- Een lokatie zo dicht mogelijk bij het zwaartepunt van de slibproduktie kan gezocht worden;
- Een centrale grootschalige nabehandeling (b v stortgeschikt maken) is mogelijk



### Regionale deponie

- Er is tenminste regionale sturing/koördinatie noodzakelijk;
- Aansluiting is mogelijk bij de bestaande verwijderingsstructuur en de vijf afvalregio's:
  - Groningen, Friesland, Drenthe en Overijssel;
  - Gelderland, Utrecht, Flevoland;
  - Noord-Holland;
  - Zuid-Holland;
  - Zeeland, Noord-Brabant en Limburg
- Zowel gekompartimenteerde als co-deponie is mogelijk

### Provinciale deponie

- Er wordt voorbijgegaan aan de ontwikkelingen in de afvalsektor en op bestuurlijk gebied;
- Er moeten veel lokaties (7) worden gerealiseerd;
- Tijdsfaktor met betrekking tot realisatie onzeker;
- Of voldoende stortcapaciteit gerealiseerd zal worden is tenminste twijfelachtig;
- De stortbeheerder stelt de eisen ten aanzien van het aan te leveren materiaal;
- De mogelijkheden voor een gekompartimenteerde deponie zullen zeer beperkt zijn

Dit colloquium is wat betreft deze bijdrage eigenlijk een maand of twee te vroeg gekomen, immers de studie door de Grontmij is nog niet afgerond

Daarom zijn nog geen konklusies te presenteren, maar wel een aantal stellingen voor te leggen

## 4.6 Stellingen

### Met betrekking tot AW-slib:

De huidige verwijdering van AW-materiaal geschiedt op ad-hoc basis en is gezien de geringe afvoer onvoldoende

Stelling 1: Gestructureerde koördinatie bevordert de doelmatigheid van de verwijdering van AW-slib

### Met betrekking tot Wca-slib:

Er is slechts afvoer van Wca-materiaal daar waar structuur in de afzet is aangebracht

Stelling 2: Landelijke sturing is nodig om een structurele oplossing te bereiken en de VMP-doelstelling te realiseren

De kans, dat tijdig 7 provinciale Wca-stortplaatsen worden gerealiseerd, moet gering ingeschat worden

Stelling 3: Centrale of regionale deponieën zijn te prefereren boven provinciale deponieën

Er komen wijzigingen in wet- en regelgeving voor de afvalverwerking in verwijderingsstructuren, alsmede in eisen ten aanzien van het aangeleverde materiaal

Stelling 4: Waterleidingbedrijven dienen het initiatief te nemen tot het opzetten van een gestructureerde doelmatige verwijderingsstructuur aansluitend op overheidswensen eventueel samen met afvalverwerkers

Tot slot wil ik nog terugkomen op mijn sub-titel "Het beste is de vijand van het betere"

Gelukkig wordt veel onderzoek gedaan naar het spoor van preventie, nuttige toepassingen en hergebruik, zowel door KIWA als door verschillende waterleidingbedrijven. Maar soms is technologie grillig; de praktijk is soms moeilijker dan de experimenten op laboratoriumschaal deden vermoeden.

Naar mijn mening kan ook met betrekking tot de afvalstoffenproblematiek onze sektor niet voor één anker gaan liggen. Naast het hiervoor genoemde spoor van nuttige inzet, moet ook het spoor van de berging met daadkracht ter hand worden genomen, temeer omdat ook een "vangnet" nodig is, om ingeval van (tijdelijke) uitval van afzetkanalen toch de geproduceerde slibstoffen te kunnen verwerken. Bovendien "het is beter in de volgende eeuw een decennium langer over stortcapaciteit te beschikken, dan er dit decennium gebrek aan te hebben".



## 5 Procesmatige slibverwerking, spoelwaterbehandeling en spoelwaterterugwinning

N.C. Wortel en H.M.M. Koppers, KIWA Onderzoek en Advies

### Samenvatting

*De huidige slib- en spoelwaterbehandeling welke zijn oorsprong vindt in de 60'er en begin 70'er jaren voldoet in velerlei opzichten niet meer. Als drijvende krachten voor vernieuwing gelden de milieuwetgeving, de noodzaak / wens tot interne waterbesparing en het streven naar nuttige inzet van het zuiveringsresidu. Om hieraan gevolg te geven, wordt een procesmatige slib- en spoelwaterbehandeling aanbevolen. Een belangrijk kenmerk hiervan is dat de slibstoffen en overige bestanddelen zoals filterzand op een beheersbare en controleerbare wijze van de waterfase worden gescheiden. De afgescheiden slibstoffen ondergaan vervolgens een verdere behandeling welke in hoofdzaak neerkomt op concentrering door middel van indikking en ontwatering. De mate waarin en de wijze waarop indikking / ontwatering plaatsvindt, wordt afgestemd op de eisen die de afnemer aan het zuiveringsresidu stelt. De waterfase kan in principe worden teruggewonnen. Dit kan geschieden door (in)directe terugvoering naar het zuiveringsproces voor de bereiding van drinkwater dan wel door een separate zuivering tot drinkwater. Deze laatste aanpak lijkt met name voor (oever)grondwaterbedrijven de meest aangewezen weg. Belangrijk aandachtspunt hierbij is de biologische stabiliteit van de waterfase. Hierover is tot op heden nog weinig bekend.*

*De kosten van slib- en spoelwaterbehandeling zullen alleen al ingevolge milieueisen (fors) stijgen. Maar gelet op de revenuen van procesmatige slib- en spoelwaterbehandeling zoals terugwinning van spoelwater en vergroting van nuttige afzetmogelijkheden van het slib kan overall bezien het geheel zelfs economische voordelen bieden.*

### 5.1 Inleiding

Bij de bereiding van drinkwater uit grond- en oppervlaktewater treden onvermijdelijk "interne" produktieverliezen op. Immers de in de grondstof aanwezige ongewenste/verontreinigende stoffen worden tezamen met (een deel van) de gedoseerde chemicaliën afgescheiden. Als transportmedium

voor deze stoffen dient drinkwater of een halffabrikaat ervan. De hoeveelheid verontreinigd meestal slibhoudend water bedraagt op jaarbasis ruim 40 Mm<sup>3</sup> bij een drinkwaterproduktie van 1200 Mm<sup>3</sup> (Sombekke en Koppers, 1991).

De processen waarbij momenteel slib en slibhoudend water vrijkomen zijn: microzeving, coagulatie, snelfiltratie (inclusief ontijzering en ontmaning), ontharding (vlokvormingsproces), actief koolfiltratie en langzaam zandfiltratie.

Verreweg het grootste waterverlies treedt op bij het spoelen van de snelfilters. Een veel gepraktiseerde werkwijze voor de behandeling van spoelwater is klaring in grote aarden bassins, ook wel spoel(water)vijvers genoemd. Deze handelwijze heeft onder meer tot gevolg dat het geklaarde spoelwater veelal als verloren moet worden beschouwd. Dit geldt in het bijzonder voor bedrijven die (oever)grondwater als grondstof voor de drinkwaterbereiding benutten. Daarnaast levert deze aanpak ook legio problemen op bij de verwerking en afzet van het slib. Geschetste aanpak is momenteel aan herziening toe, immers:

- waterleidingbedrijven dienen zuinig om te springen met zoetwatervoorraden in het bijzonder grondwater ("milieugrondstof"). Dit houdt in dat produktieverliezen moeten worden geminimaliseerd cq terugwinning van "proceswater" -voor zover technisch en economisch haalbaar- moet worden nagestreefd. Op deze wijze draagt de waterleverancier zelf bij aan de waterbesparing die zij propageert.
- waterleidingbedrijven dienen als afvalproducenten zorg te dragen voor een milieutechnisch verantwoorde verwerking van hun afvalstromen.

Deze (milieu)beleidsuitgangspunten zijn ondermeer verwoord in het VEWIN-Milieuplan. In deze bijdrage zal aandacht worden besteed aan de behandeling van spoelwater in het bijzonder van snelfilters, daarbij ingaand op de verwerking van het vrijkomende slib tegen de achtergrond van nuttige toepassing of storten van het zuiveringsresidu.

## 5.2 Randvoorwaarden slib- en spoelwater- behandeling

Als randvoorwaarden kunnen worden geformuleerd:

- de wijze waarop en omstandigheden waaronder behandeling plaatsvindt, dienen in overeenstemming te zijn met het IBC-adagium (Isoleren, Beheersen, Controleren; zie bijdrage Sombekke)
- de afscheiding en opvang van het slib geschiedt op zodanige wijze dat:
  - de behandeling van het slib technisch niet wordt belemmerd
  - er regelmatig cq op afroep afvoer van het slib mogelijk is
  - het slib niet verontreinigd wordt/raakt met filtermateriaal/zand en planten(resten) Dit met het oog op een gewenste nuttige inzet van het slib
- de kwaliteit van de waterfase is in overeenstemming met de eisen die men hieraan stelt De eisen vloeien voort uit de gewenste/vereiste bestemming van de waterfase en de daarmee verband houdende regelgeving/voorschriften Te noemen zijn:
  - lozing op de riolering (Lozingsverordening Riolering);
  - lozing op oppervlaktewater (Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren);
  - lozing in de ondergrond (Lozingenbesluit bodembescherming);
  - zuivering tot bedrijfs-/proceswater (eigen eisen);
  - zuivering tot drinkwater, namelijk:
    - directe zuivering tot drinkwater (Waterleidingbesluit, VEWIN-aanbevelingen, eigen eisen) of
    - indirecte zuivering tot drinkwater via (duin)infiltratie (Infiltratiebesluit bodembescherming) of recirculatie naar de hoofdstroom (eigen eisen)
- ontwerp en bedrijfsvoering zijn zoveel mogelijk in overeenstemming met of passen bij het karakter van de hoofdzuivering en conflicteren niet met algemeen geaccepteerde inzichten en opvattingen ten aanzien van de drinkwaterbereiding
- de behandeling van het slib is afgestemd op de eisen die de afnemer hieraan stelt In veel gevallen betekent dit een concentrering van de slibstoffen, dit mede uit oogpunt van kostenbesparing bij (weg)transport van het zuiveringsresidu

### 5.3 Behandeling van spoelwater

Zoals reeds is gesteld dient behandeling van het spoelwater te worden afgestemd op de bestemming van de waterfase. Hiertoe is een min of meer uitgebreide behandeling noodzakelijk. Als eerste stap vindt afscheiding van meegespoeld filtergrind middels een zandvang plaats. De zandvang voorkomt ophoping van filterzand in de navolgende procesonderdelen en in het slib. Zand in het slib bemoeilijkt het kunstmatige ontwateringsproces (slijtage apparatuur, verstopping) en vermindert de nuttige inzetbaarheid van het slib. De zandvang is uitgevoerd in de vorm van een goot of pompput. Vervolgens dienen meestal de in het spoelwater aanwezige zwevende en gesuspendeerde stoffen te worden verwijderd. Dit kan gebeuren in een vlokverwijderingsinrichting welke kan bestaan uit (een combinatie van) de volgende procesonderdelen:

- bezinking
- vlokvorming en bezinking
- flotatie
- vlokvorming en flotatie
- moving-bedfiltratie
- enkel-/dubbellaagsfiltratie

Vlokverwijdering door middel van (vlokvorming en) bezinking kan zowel discontinu als continu plaatshebben. De keuze tussen een discontinu en continu systeem hangt ondermeer af van het dagelijks volume aan spoelwater. Is dit relatief gering ( $< 500 \text{ m}^3$ ) komt discontinue vlokafscheiding (bezinking) in spoelwateropslag tanks in aanmerking en bij grotere volumina ( $> 1000 \text{ m}^3$ ) heeft een continu systeem waarin een buffer voorafgaande aan het vlokverwijderingsproces is opgenomen, de voorkeur.

De buffer dient voor een gelijkmatige hydraulische belasting van de bezinkinrichting en/of filtratiestap en voor een eventuele voorbezinking en kwaliteitsafvlakking van het spoelwater. Omwille van een compacte bouw van de vlokafscheidingsinrichting is veelal een dosering van een vlokmiddel noodzakelijk. Voor een goede vlokvorming en daarmee gepaard gaande goede afscheiding, zijn een snelle menging van vlokmiddel en spoelwater en een langzame menging ten behoeve van de vlokvorming van belang (Mededeling 39, 1975). Langzame menging geschiedt met behulp van roerwerken of vindt plaats in een statische flocculator. Als vlokmiddel kan een



hydrolyserend metaalzout of polyelectrolyt worden toegepast

Voor continue vlokafscheiding komen in aanmerking: horizontaal- of verticaal doorstroomde bezinkers, lamellen- of buisbezinkers of flotatie-inrichtingen Een navolgende filtratiestap als onderdeel van de vlokverwijderingsinrichting wordt geïntroduceerd als het gehalte aan affiltreerbare stoffen daartoe aanleiding geeft

Tenslotte kan -afhankelijk van de eisen aan het gezuiverde water- nog een nabehandeling nodig zijn Te denken valt aan een actieve koolfiltratie (AK) en een desinfectie met behulp van ultraviolet licht (UV)

In tabel 5 1 is aangegeven welke processtappen noodzakelijk zijn gegeven de bestemming van de waterfase

Tabel 5 1 Benodigde processtappen in relatie tot de bestemming van spoelwater

bestemming waterfase	zand- vang	buffer	vlokver- wijdering	nabehandeling
riolering	+	+	-	-
oppervlaktewater	+	+	+	-
ondergrond	+	+	+	-
bedrijfs-/proceswater	+	+	+	+/-
drinkwater:				
-direct:				
(oever)grondwater	+	+	+	+
				(AK/UV)
-indirect:				
oppervlaktewater	+	+	+/-	-
duininfiltraat	+	+	+	-
(oever)grondwater	+	+	+	+/-

De tabel laat zien dat, ongeacht de bestemming van de waterfase, een zandvang en buffer altijd noodzakelijk zijn terwijl in bijna alle gevallen tevens een vlokverwijdering dient plaats te vinden

## 5 3 1 Lozing van spoelwater op de riolering

Indien lozing op de riolering is toegestaan, behoeft spoelwater in de regel niet van zwevende en gesuspendeerde stoffen maar uitsluitend van eventueel meegespoeld filterzand te worden ontdaan. Wel dient het grote spoelvolume te worden gebufferd met het oog op een gelijkmatige afvoer over de dag of in verband met lozing buiten de piekuren. De ijzercomponent in het spoelwater kan als bindmiddel voor sulfide (kroon)corrosie verhinderen.

## 5 3 2 Lozing van spoelwater op oppervlaktewater

Bij lozing van spoelwater op oppervlaktewater zal de kwaliteit in overeenstemming dienen te zijn met de voorschriften welke aan een lozingsvergunning ingevolge de WVO zijn verbonden. Deze voorschriften zijn niet uniform maar in het algemeen kan worden uitgegaan van de in tabel 5 2 genoemde waarden (Koppers et al., 1991).

Tabel 5 2 Kwaliteitseisen voor lozing van spoelwater op oppervlaktewater

zwevende stof	[mg/l]	< 30
ijzergehalte	[mg/l]	veelal < 2, soms < 5
Kjeldahl-stikstof	[mg/l N]	<1
bezinkselvolume	[ml/l]	<0,3
chemisch zuurstofverbruik	[mg/l O <sub>2</sub> ]	<20
zuurgraad (pH)	[-]	tussen 6,5 en 8,5

Het voldoen aan de lozingseis kleiner dan 2 mg/l Fe levert veelal de meeste problemen op. Derhalve moet worden gezien of naast een zandvang, buffer en vlokafscheider (bezink- of flotatieinrichting) een aanvullende filtratiestap (enkel-/dubbellaags) noodzakelijk is. Dit geldt ook ingeval bij lozing van aluminiumhoudend spoelwater een strenge eis aan het restaluminiumgehalte wordt gesteld. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de Hamburger Wasserwerke waar aan de lozingseis van 100 µg/l Al door enkel bezinking niet kan worden voldaan.

Te overwegen valt om een bezinkinrichting met navolgende filtratiestap (vast-bed) te vervangen door moving bedfiltratie (Dynasand, Carex).

De behandeling van spoelwater met moving bedfiltratie is onder meer uitgetest bij de pompstations Kralingen, Leiduin, Spannenburg, Baanhoek, Loosbroek en Elsbeekweg. Gebleken is dat voor een goede werking dosering van een vlokmiddel (0,5- 2 mg/l Fe) noodzakelijk is. Eveneens blijkt dat het instellen van het filter (debiet, zandsnelheid, spoelwaterdebiet) een tijdrovend karwei is. Het spoelwaterverbruik lag tussen 8 en 23%. In tabel 5.3 zijn enkele gegevens verzameld aangaande Dynasandfiltratie van spoelwater.

Tabel 5.3 Kwaliteitsgegevens van influent en effluent bij dynasandfiltratie van spoelwater

pompstation	troebelheid [FTE]		ijzergehalte [mg/l Fe]	
	in **	uit	in **	uit
Baanhoek (WZHZ)	11-70	1,2-2,1	3-15	0,8-2,7
Spannenburg (WLF)	66-132	1,3-11	7-20	0,2-1,4
Loosbroek (WOB)	<4-127	0,15-59	1-11,5	0,04-6,1
Kralingen (WZHZ) *	-	2-7,5	-	0,5-2,6

Bronnen: Kester, 1991; Oostelbos et al., 1991; Keltjens en Bekkers, 1992; Van Soest, 1991

\* spoelwater van AK-filters

\*\* bij de buffering van spoelwater is bezinking opgetreden

Bij een juiste instelling van het moving-bedfilter en een niet te hoge ijzerbelasting kan aan een strenge eis ( $\text{Fe} < 2 \text{ mg/l}$ ) voor lozing op oppervlaktewater worden voldaan.

Spoelwater van de filtratiestap kan weer worden teruggevoerd naar de buffer / bezinker.

### 5.3.3 Lozing van spoelwater in de ondergrond

Het Lozingenbesluit bodembescherming ingevolge de Wet bodembescherming is van kracht indien water definitief in de bodem wordt gebracht zonder het oogmerk van terugwinning. In geval van terugwinning is het Infiltratiebesluit bodembescherming van kracht. De kwaliteitseisen aan te lozen water in de ondergrond zijn "streng" (bijvoorbeeld een zwevende stofgehalte van

minder dan 0,5 mg/l) zodat een snelfiltratiestap na bezinken noodzakelijk is. Microbiologische kwaliteitseisen worden voor lozing in de ondergrond niet gesteld zodat spoelwater van de filtratiestap retour kan naar de buffer of bezinker.

#### 5 3 4 Zuivering van spoelwater tot bedrijfswater/proceswater

De kwaliteit van de waterfase dient te worden afgestemd op de terzake van de specifieke toepassing geldende criteria. Vlokafscheiding door middel van bezinking / flotatie is meestal vereist. Een verdere verlaging van het gehalte aan zwevende en gesuspendeerde stoffen wordt gerealiseerd door snelfiltratie (enkel-/dubbellaags). Als voorbeeld kan dienen de gerealiseerde bedrijfswatervoorziening bij het hoofdkantoor van de Hamburger Wasserwerke (Feddern en Wichmann, 1990). Door middel van buffering / bezinking, opnieuw buffering en snelfiltratie (7 - 10 m/h) over fijn zand (0,63 - 1,0 mm) wordt spoelwater van een nabijgelegen pompstation gezuiverd tot water voor toilet-spoelingen en tuinonderhoud.

#### 5 3 5 Zuivering van spoelwater tot drinkwater

In het beleid van overheid en waterleidingbedrijven (VEWIN) wordt de nadruk gelegd op waterbesparing. Dit dient niet alleen door de consument te geschieden maar ook door de bedrijven zelf. De redenen voor het overgaan tot interne waterbesparing kunnen zijn:

- grondwater wordt als een milieugrondstof gezien, waarmee zuinig dient te worden omgesprongen
- de mogelijk optredende verdroging door het winnen van grondwater
- strenge lozingseisen die een vergaande zuivering van het spoelwater nodig maken
- hoge heffing op de lozing (riolering/oppervlaktewater)
- dure grondstof, bijvoorbeeld voorgezuiverd / voorbehandeld oppervlaktewater (halffabriek)
- het imago als milieubedrijf en de daarbij horende voorbeeldfunctie

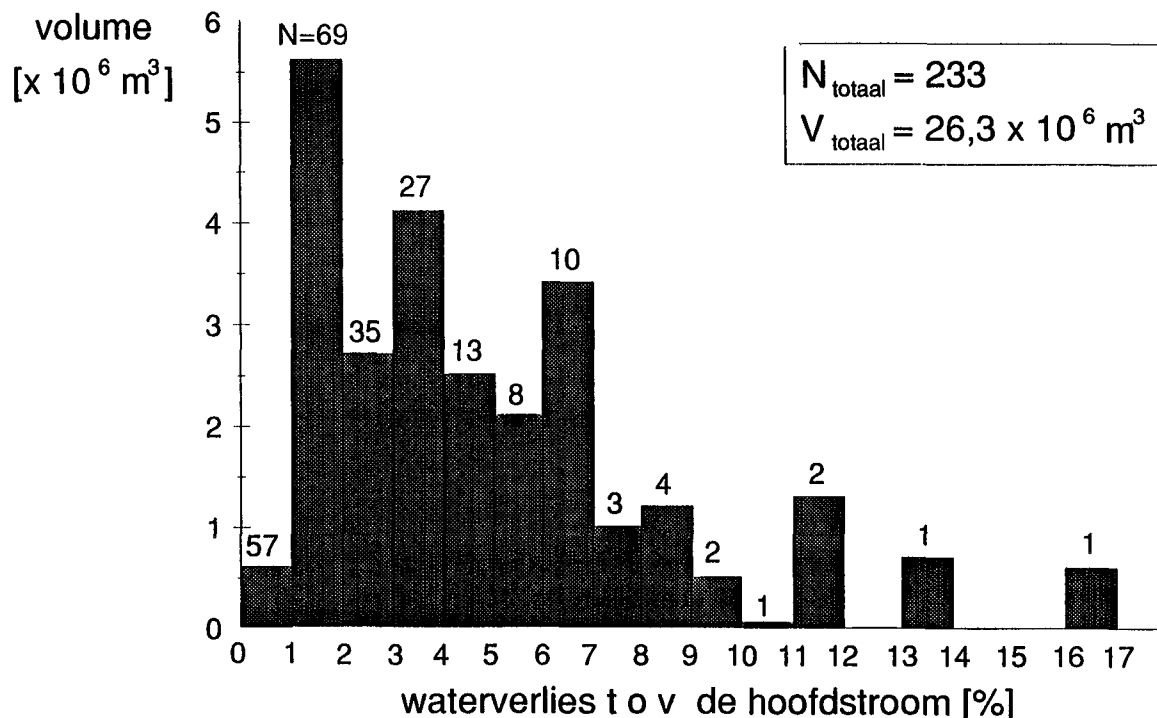
Interne waterbesparing kan worden bereikt door:

- wijziging van de oude filterconfiguratie
- verandering van procesvoering (b.v. overschakelen van droog- naar natfiltratie)

- reductie van de slibvorming in filters (b v door methaanverwijdering vóór filtratie)
- optimalisatie van het spoelproces
- verlaging van de zwevende stofbelasting van het te filtreren water (goede vlokafscheiding d m v bezinking/flotatie; verlaging carry-over van korrelreactoren)
- terugwinning van spoelwater en zuivering ervan tot drinkwater

Oppervlaktewaterbedrijven voeren in de regel spoelwater terug naar de hoofdzuivering. Op deze wijze wordt van de circa 15 Mm<sup>3</sup> spoelwater op jaarbasis circa 80% teruggewonnen.

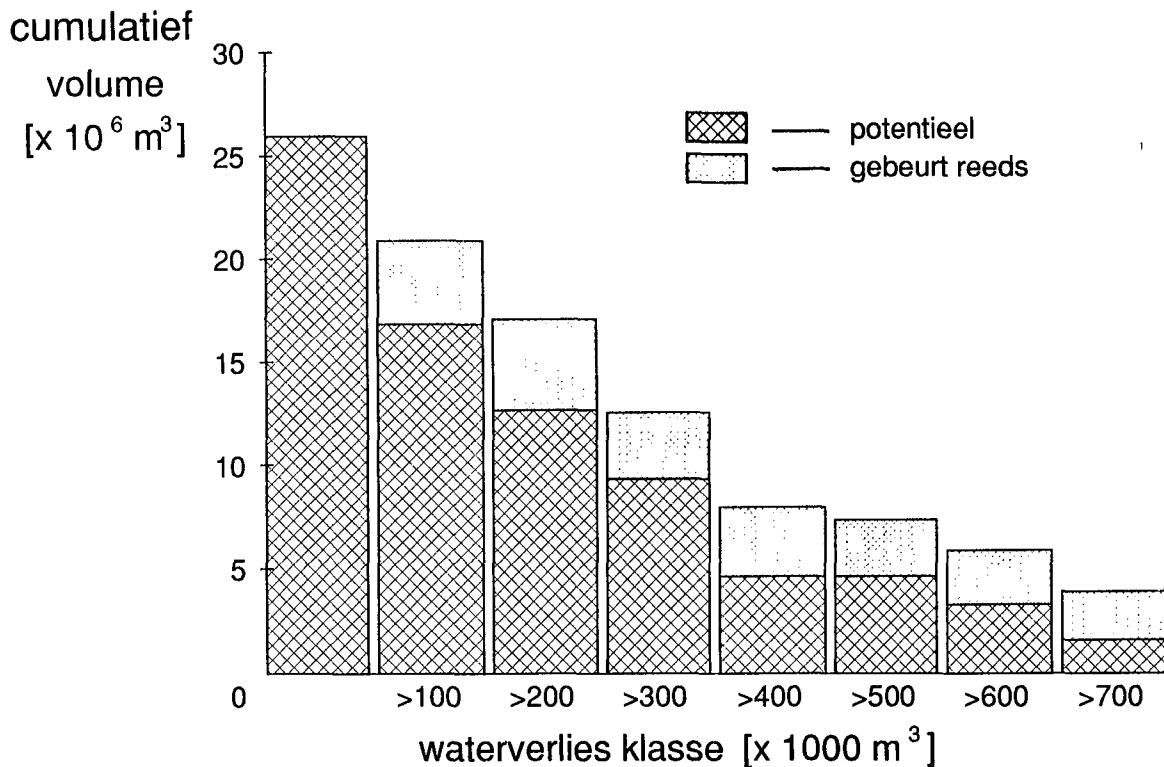
Bij de grondwater-, oeverfiltraat- en duininfiltraat-bedrijven kwam anno 1989 26,3 Mm<sup>3</sup> spoelwater vrij (Sombekke en Koppers, 1991). Figuur 5.1 toont een histogram van het procentuele spoelverlies. Hierin is per klasse spoelverlies zowel het aantal betreffende win-/zuiveringslokaties als het totaal aan m<sup>3</sup> spoelwater van de lokaties weergegeven.



Figuur 5.1 Histogram van het waterverlies bij grondwater-, oeverfiltraat- en duininfiltraatbedrijven (Sombekke en Koppers, 1991)

Uit de figuur valt op te maken dat het overgrote deel van het spoelwater van grondwater-, oeverfiltraat- en duininfiltraatbedrijven vrijkomt bij pompstations die tot circa 7 % spoelverlies hebben. Ook valt te zien dat de meeste bedrijven een waterverlies hebben van 1 - 4% terwijl er enkele bedrijven zijn waarbij het spoelverlies op kan lopen tot zelfs meer dan 10%.

Worden de spoelwaterstromen ingedeeld naar hoeveelheidsklasse en vervolgens per klasse gesommeerd dan ontstaat figuur 5.2



Figuur 5.2 Waterverlies bij grondwater-/oeverfiltraat en duininfiltraatbedrijven ingedeeld in hoeveelheidsklassen

Uit de figuur valt af te lezen dat indien al het spoelwater dat per locatie vrijkomt in een hoeveelheid van meer dan 100 000 m<sup>3</sup>/j zou worden teruggewonnen dit circa 21,3 Mm<sup>3</sup> spoelwater betreft.

Wordt rekening gehouden met het momenteel reeds teruggewonnen water dan resteert nog een hoeveelheid terug te winnen water van circa 17 Mm<sup>3</sup>. Indien uitsluitend grote volumina aan spoelwater zouden worden terugge-

wonnen (> 400 000 à 500 000 m<sup>3</sup>/j), zou dit landelijk gezien weinig zoden aan de dijk zetten Ook al gezien het feit dat van deze grote spoelwaterstromen al een aanzienlijk deel wordt teruggewonnen Om het VEWIN-milieubeleid inzake interne waterbesparing gestalte te geven, zullen bovenal locaties met een gering jaarlijks spoelverlies aan terugwinning moeten gaan doen Per locatie dient te worden bepaald in hoeverre het terugwinnen van spoelwater technisch en economisch haalbaar/zinvol is

#### 5 3 5 1 Zuivering van spoelwater bij oppervlaktewaterbedrijven

Bij oppervlaktewaterbedrijven wordt de vrijkomende spoelwaterstroom (1-6% van de hoofdstroom) in de regel teruggevoerd naar de inlaat van het zuiveringsproces Bij de productiebedrijven Kralingen (WZHZ) Weesperkarspel (GW) en Lindenbergh (EWR), wordt het spoelwater met de daarin aanwezige zwevende stofvracht via een buffer gelijkmatig (naar rato van het spoelverlies) opgemengd met het te zuiveren oppervlaktewater/halffabriek Het spoelwaterslib wordt derhalve in de coagulatiestap mede afgescheiden Uit monitoring bij ondermeer pompstation Lindenbergh (EWR) is gebleken dat recirculatie van ruw spoelwater geen invloed heeft op de kwaliteit van het geproduceerde halffabriek Een andere werkwijze is de recirculatie van spoelwater na klaring in innamebekkens Een dergelijke behandeling geschiedt onder meer bij de pompstations Andijk (PWN), Berenplaat (WZHZ) en Enkhuizen (WRK III) Nadeel van deze methode is dat het slib zich in de innamebekkens ophoopt Voor pompstation Baanhoek (WZHZ) is een zuiveringsconcept opgesteld waarbij het spoelwater wordt behandeld door middel van bezinking en dubbellaagsfiltratie Het gezuiverde spoelwater wordt teruggevoerd naar het innamebekken

Het zuiveringsproces bij een oppervlaktewaterbedrijf bevat in de regel voldoende barrières voor micro-organismen zoals bacteriën Het is echter voorgekomen dat recirculatie van spoelwater (na het coagulatieproces) mede oorzaak was van een besmetting van drinkwater met de (oö)cysten van de pathogene protozoe cryptosporidium

Het terugvoeren van ruw spoelwater naar de hoofdzuivering of het gecombineerd behandelen van diverse afvalstromen kan milieutechnisch evenwel op bezwaren stuiten Bij pompstation Baanhoek (WZHZ) wordt zowel oppervlaktewater (halffabriek) als grondwater gezuiverd tot drinkwater Gebleken is dat het ijzerhoudende coagulatieslib van het oppervlaktewaterbedrijf op grond van het arseengehalte onder het regime van de Wet Chemische

Afvalstoffen valt Hierdoor is anno 1992 de enige mogelijkheid voor de afzet van dit slib storten op de C3-deponie op de Maasvlakte (VBM) met de daarbij behorende hoge kosten van transport en stort van circa f 190,- per ton Het slib van het grondwaterbedrijf bestaat hoofdzakelijk uit kalkhoudend carry-over slib afkomstig uit de nafilts na de ontharding Dit slib valt onder het regime van de Afvalstoffenwet en is waarschijnlijk nuttig inzetbaar Op grond van berekening zou een mengsel van beide slibsoorten eveneens onder het regime van de Wet Chemische Afvalstoffen vallen Het storten van het Wca-deel en het nuttig inzetten van het AW-deel levert jaarlijks een berekende besparing op van circa f 80 000,- (prijspeil 1991) Door verdere stijging van de storttarieven en vergroting van de totale slibproductie kan deze besparing verder toenemen Bijkomend voordeel was dat uit onderzoek bleek dat diverse procesonderdelen (bezinkinrichting en indikkers) kleiner konden worden gedimensioneerd in geval van separate behandeling van beide spoelwaterstromen (Wortel et al , 1991) Derhalve is aanbevolen de behandeling van het spoelwater van het grondwaterbedrijf en van het oppervlaktewaterbedrijf gescheiden te laten plaatsvinden

Een ander voorbeeld is het gescheiden houden van spoelwaterslib (Wca) en coagulatieslib (AW) bij pompstation ir C Biemond (WRK I en II) Bij recirculatie van ruw spoelwater naar de hoofdzuivering zou de totale hoeveelheid vrijkomend slib als Wca-afval dienen te worden aangemerkt

#### 5 3 5 2 Zuivering van spoelwater van duininfiltratiebedrijven

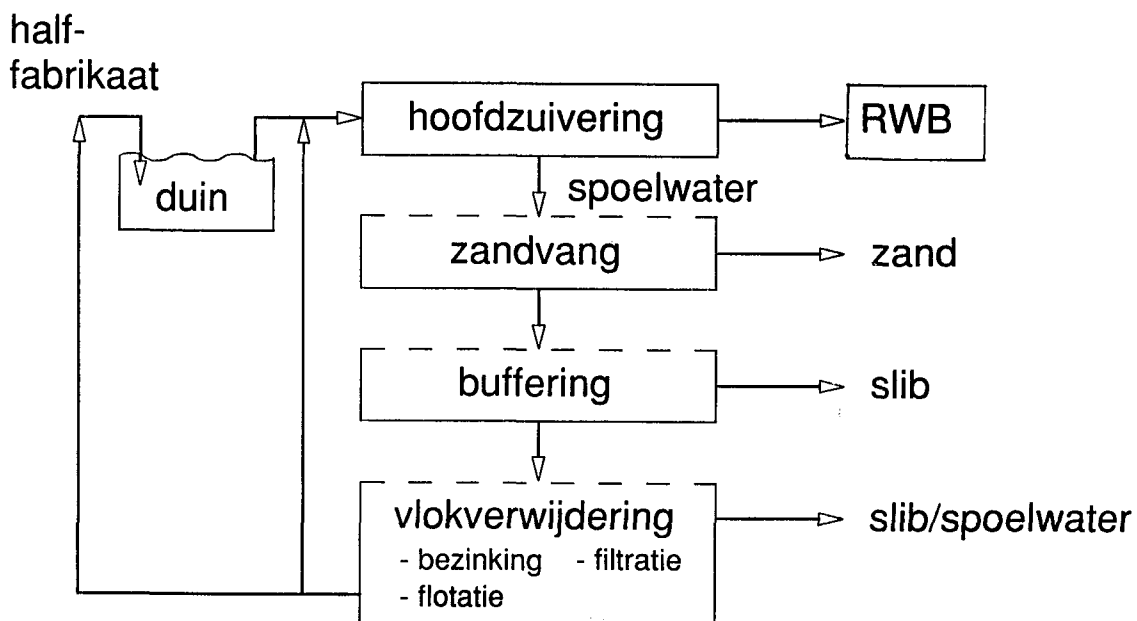
Terugwinning gebeurt reeds bij zo goed als alle duininfiltratiebedrijven (totaal 3,7 Mm<sup>3</sup>) Het spoelwater wordt momenteel na duinpassage teruggevoerd naar de zuivering Open infiltratie van spoelwater geschiedt na bezinking in spoelwatervijvers / bezinkers of vindt plaats in spoelwatervijvers waarbij terugwinning optreedt via randbronnering

Bij pompstation Bergen (PWN) wordt spoelwater via een bufferkelder na dosering van vlokmiddel naar een statische flocculator geleid Door middel van lamellenbezinking wordt het water geklaard waarna infiltratie plaats vindt Het slib wordt in de geïntegreerde bezinker/indikker ingedikt en regelmatig naar IBC-droogbedden verpompt Er is geconstateerd dat ophoping van slib en dus organische stof in de bufferkelder leidt tot een (explosieve) groei van Aeromonas bacteriën Een regelmatige verwijdering van het bezonken slib is een doeltreffende maatregel gebleken



Bij het zuiveringsbedrijf Leiduin (GW) is men voornemens de spoelwaterstromen van snelfilters en actief koolfilters terug te leiden naar de inlaat van het zuiveringswerk. De behandeling zal bestaan uit vlokvorming, bezinking (clariflocculator) en dynasandfiltratie voor het spoelwater van de snelfilters terwijl het spoelwater van de actief koolfilters enkel door middel van dynasandfiltratie (met vlokmiddeldosering) wordt gezuiverd.

Strikt genomen voldoet de kwaliteit van spoelwater na enkel bezinking niet aan alle kwaliteitseisen voor infiltratie volgens het concept-Infiltratiebesluit bodembescherming. Bestaande vergunningen krachtens de Grondwaterwet blijven echter geldig hoewel volgens de artikelen 24 en 26 van de Grondwaterwet verder strekkende voorschriften kunnen worden gesteld of een vergunning geheel of gedeeltelijk kan worden ingetrokken. Om wel te kunnen voldoen aan de eisen voor infiltratie dient een aanvullende vlokverwijdering d m v filtratie plaats te vinden. Een dergelijk ontwerp is opgesteld voor de spoelwaterbehandeling van pompstation Scheveningen (DZH). Gezien de barrières tegen bacteriologische besmetting (duinpassage /langzaam zandfiltratie) is een afscherming van de diverse procesonderdelen van de spoelwaterzuivering van de buitenlucht niet noodzakelijk. Het processchema van spoelwaterzuivering bij duininfiltratiebedrijven is weergegeven in figuur 5.3.



Figuur 5.3 Zuiveringsschema spoelwater duininfiltratiebedrijf

### 5 3 5 3 Zuivering van spoelwater van (oever)grondwaterbedrijven

Bij indirecte terugwinning wordt spoelwater na vlokverwijdering teruggeleid naar de hoofdstroom. Deze werkwijze is slechts mogelijk indien -gelet op de kwaliteit van het behandelde spoelwater- de hoofdzuivering voldoende zekerheden biedt bijvoorbeeld ten aanzien van organische stofverwijdering en desinfectie. In Nederland zijn nog geen voorbeelden aanwezig van een dergelijke aanpak.

Directe terugwinning van spoelwater gebeurt reeds bij twee grondwaterbedrijven namelijk Aalsterweg (NRE), 0,4 Mm<sup>3</sup> en Tilburg (TWM), 0,2 Mm<sup>3</sup>, (Medeling 98, 1987) terwijl de terugwinning reeds gedeeltelijk is gerealiseerd bij Seppe (NWB), 0,7 Mm<sup>3</sup> en Wierden (Cogas), 0,3 Mm<sup>3</sup>.

Bij directe terugwinning van spoelwater bij (oever)grondwaterbedrijven is de biologische stabiliteit van spoelwater een belangrijk punt van aandacht.

Spoelwater na bezinking bevat naast resterende ijzer-, mangaan- en kalkdeeltjes ook sporen ammonium, (on)opgeloste organische stoffen waaronder levende en dode biomassa.

Uit proefnemingen met spoelwater van pompstation Groenekan (WMN) (Jansen, 1985) is gebleken dat -wat anorganische parameters betreft- het filtraat van een dubbellaagsfilter kan voldoen aan de VEWIN-aanbevelingen. Proeven op pompstation Loosbroek toonden aan (Keltjens, Bekkers, 1992) dat ook bij toepassing van moving-bedfiltratie de VEWIN-aanbevelingen haalbaar kunnen zijn voor wat betreft Fe, Mn, NO<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub>-verbruik en troebelheid. Weinig is bekend over de verwijdering van organische stof en microorganismen uit spoelwater.

Door middel van snelfiltratie kunnen normaliter micro-organismen tot 0,5 - 1 log-eenheid worden verwijderd. Voor zover bekend worden de in spoelwater aanwezige kiemen onvoldoende verwijderd door zowel enkel-/dubbellaagsfiltratie als dynasandfiltratie zodat aanvullende desinfectie noodzakelijk is.

Naar de verwijdering van (on)opgeloste organische stoffen en biomassa, bijvoorbeeld uitgedrukt in AOC (gemakkelijk assimileerbare organische koolstof) en ATP (adenosinetrifosfaat als maat voor de hoeveelheid levend biomateriaal) uit spoelwater is tot op heden nog weinig onderzoek verricht. KMnO<sub>4</sub>-metingen doen vermoeden dat snelfiltratie geen waarborg is voor een voldoende afname van (on)opgeloste organische stof en bio-

massa Het  $\text{KMnO}_4$ -getal is evenwel geen geschikte maatstaf om hierover een definitieve uitspraak te doen Men mag verwachten dat onopgeloste organische stof zoals levende en dode biomassa door middel van filtratie deels te verwijderen zal zijn Wel zullen procesvariabelen zoals filtratiesnelheid, afmetingen van het filtermateriaal, bedrijfsvoering en spoelproces hierop afgestemd moeten worden Een betere verwijdering is wellicht mogelijk met vlokingsfiltratie, door geringe hoeveelheden vlokmiddel (0,5 - 1 mg/l Fe) aan het te filtreren spoelwater te doseren Als bovengrens voor het gehalte aan colloïdale stoffen, waaronder bacteriën, in het filtraat kan als richtwaarde een MFI-waarde van 5 ml/sec<sup>2</sup> worden gehanteerd

De reductie van opgeloste organische stof kan niet berusten op mechanische afvang door middel van snelfiltratie Hier spelen eerder microbiologische omzettingsprocessen een belangrijke rol Dergelijk processen vergen contactoppervlak en contacttijd De contacttijd bij een "hoge" filtratiesnelheid van 10 m/u is waarschijnlijk te kort om een voldoende reductie in opgeloste organische stoffen teweeg te brengen Ideaal maar kostbaar zou een "langzaam" zandfiltratie zijn

De hoeveelheid AOC in drinkwater dient in de regel minder te zijn dan 10 µg/l Ac-C Dit om nagroei in het distributienet tegen te gaan De ter beschikking staande gegevens (n = 9) wijzen op AOC-gehalten in spoelwater van 10 - 100 µg/l Ac-C en mogelijk enkele honderden µg/l Ac-C

Door menging van enkel gesnelfiltreerd spoelwater met reinwater bestaat de mogelijkheid dat het AOC-gehalte in het drinkwater aanzienlijk wordt verhoogd Zulks afhankelijk van het AOC-gehalte in het gefiltreerde spoelwater en het recirculatiepercentage Onderzoek zal derhalve moeten uitwijzen of het zuiveringsproces voor spoelwater moet worden uitgebreid met een actief koolfiltratiestap en onder welke procescondities dit moet plaatshebben (contacttijd, soort kool, looptijd)

In dit verband moet worden opgemerkt dat in gevlokt spoelwater fosfaat vergaand kan zijn geëlimineerd Dit heeft een remmend effect op de populatiegroei van de bacteriën en mondt mogelijk uit in een geringere verwijdering van AOC

Behalve AOC dient ook ammonium evenals niet-opgelost biomateriaal vergaand te worden verwijderd om een biologisch stabiel water te verkrijgen Een criterium voor de toelaatbare hoeveelheid biomassa in drinkwater

is niet beschikbaar. Zijn in het gezuiverde spoelwater de koloniegetallen (22 °C, Aeromonas) alsmede het ATP-gehalte voldoende laag dan zal in het algemeen ook het biomassagehalte voldoende laag zijn.

Na de filtratiestap(pen) dienen de nog resterende kiemen te worden afgedood d m v UV-desinfectie. De inspanning op dit vlak wordt ondermeer bepaald door de extinctie van het water. Bij een extinctie lager dan circa 10 m<sup>-1</sup> (richtwaarde) is dit eenvoudig (technisch/economisch) te bewerkstelligen. Diverse extinctie-metingen (n = 18) aan voorbezonden en/of gesnelfiltreerd (dubbellaags, dynasand) spoelwater wijzen op een extinctie van 2,8 - 8,5 m<sup>-1</sup>.

Pompstation Gilzerbaan (TWM) desinfecteert tot op heden als enige het spoelwater na langzaam zandfiltratie met UV. Bij de in aan bouw zijnde spoelwaterbehandelingsinstallatie op pompstation Seppe zal eveneens UV-desinfectie op gesnelfiltreerd spoelwater worden toegepast. Bij pompstation Aalsterweg (NRE) ziet het zuiveringsschema voor spoelwater er als volgt uit (Mededeling 98): zandvang, buffering, vlokvorming (statische flocculator), vlokverwijdering met behulp van een lamellenbezinker en enkellaags snelfiltratie. Desinfectie tenslotte geschiedt met chloor voorafgaande aan de snelfiltratiestap. Het is evenwel aan te bevelen om geen gebruik te maken van persistente desinfectiemiddelen zoals chloor en bij voorkeur ultraviolette straling voor desinfectie toe te passen.

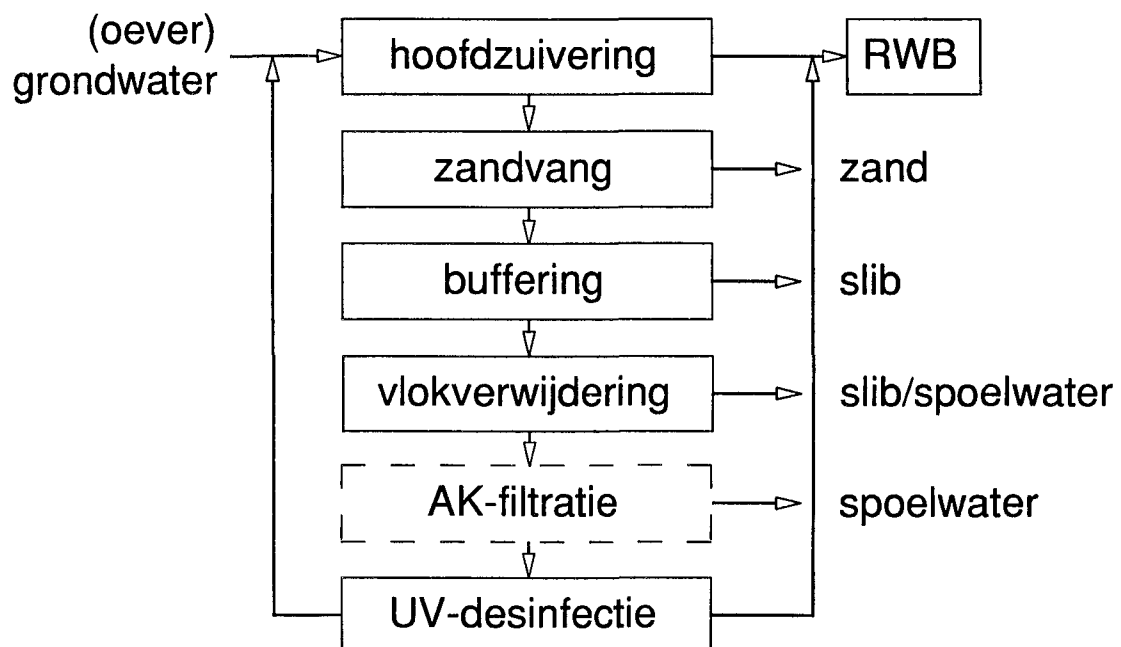
Voor de verwijdering van sporen / (oö)cysten zou slechts ozonisatie voldoen. Deze microorganismen worden echter niet in grondwater/oeverfiltraat verwacht zodat besmetting ten tijde van de spoelwaterbehandeling dient te worden voorkomen. Bovendien neemt het AOC gehalte door ozonisatie zeer sterk toe.

Gezien bovenstaande m b t microbiologische en organische belasting van spoelwater dient bij de directe zuivering ervan tot drinkwater met het navolgende rekening te worden gehouden:

- in plaats van organische sterk AOC-verhogende vlokmiddelen dienen anorganische vlokmiddelen (KIWA-ATA-kwaliteit) te worden ingezet
- de contacttijd tussen slib en waterfase dient zo kort mogelijk te zijn dus geen ophoping van slib in buffertanks en gescheiden bezinking en indikking
- aan de verwijdering van methaan uit grondwater door voorafgaande beluchting dient extra aandacht te worden besteed i v m de vorming van biomassa

- het spoelwater dient te worden gevrijwaard van besmettingen van buitenaf, d w z dat zandvang/buffer(s)/bezinker(s) slechts via adequate luchtfilters in contact mogen staan met de buitenlucht
- spoelwater van de spoelwaterbehandelingsinstallatie mag niet retour Deze stroom dient een gescheiden behandeling te ondergaan
- alle andere binnen het bedrijf vrijkomende afvalwaterstromen dienen buiten de spoelwaterzuivering te worden gehouden Met name wordt hier gedacht aan waterfasen van slibbehandeling en waswater van langzaam zandfilters
- de waterkwaliteit tussen de diverse processtappen dient te worden bewaakt (troebelheidsmeting) zodat in voorkomend geval spoelwater kan worden geloosd op oppervlaktewater/riolering

Het processchema van spoelwaterzuivering bij een (oever)grondwaterbedrijf is aangegeven in figuur 5 4



.. ..

Figuur 5 4 Zuiveringsschema spoelwater (oever)grondwaterbedrijf

## 5.4 Kostenaspect spoelwaterzuivering

Het behandelen van spoelwater brengt kosten met zich mee maar heeft ook opbrengsten, welke in voorkomend geval de kosten kunnen overtreffen. In tabel 5.4 is een kwalitatieve kosten/batenanalyse gemaakt van spoelwaterzuivering.

Tabel 5.4 Kosten en opbrengsten van spoelwaterzuivering

bestemming waterfase	civiel- technisch	heffing	opbrengst
riolering	+	++	-
oppervlaktewater	++	+	-
ondergrond	++(+)	?	-
bedrijfs-/proceswater	++(+)	-	+
drinkwater:			
-direct:			
(oever)grondwater	+++	-	+
-indirect:			
oppervlaktewater	+	-	+
duininfiltraat	++(+)	-	+
(oever)grondwater	++(+)	-	+

Des te meer plussen, des te hoger zijn de kosten dan wel de baten. Het blijkt dat bij de meeste bestemmingen van het spoelwater al substantiële kosten moeten worden gemaakt (++) of (+++). Er zijn dan echter geen heffingen verschuldigd en in het algemeen bestaat de opbrengst uit verkoop van (deels) gezuiverd water, geringere grondwateronttrekking, minder inkoop van water, enz. Uiteraard kan in elke specifieke situatie het kostenplaatje verschillen.

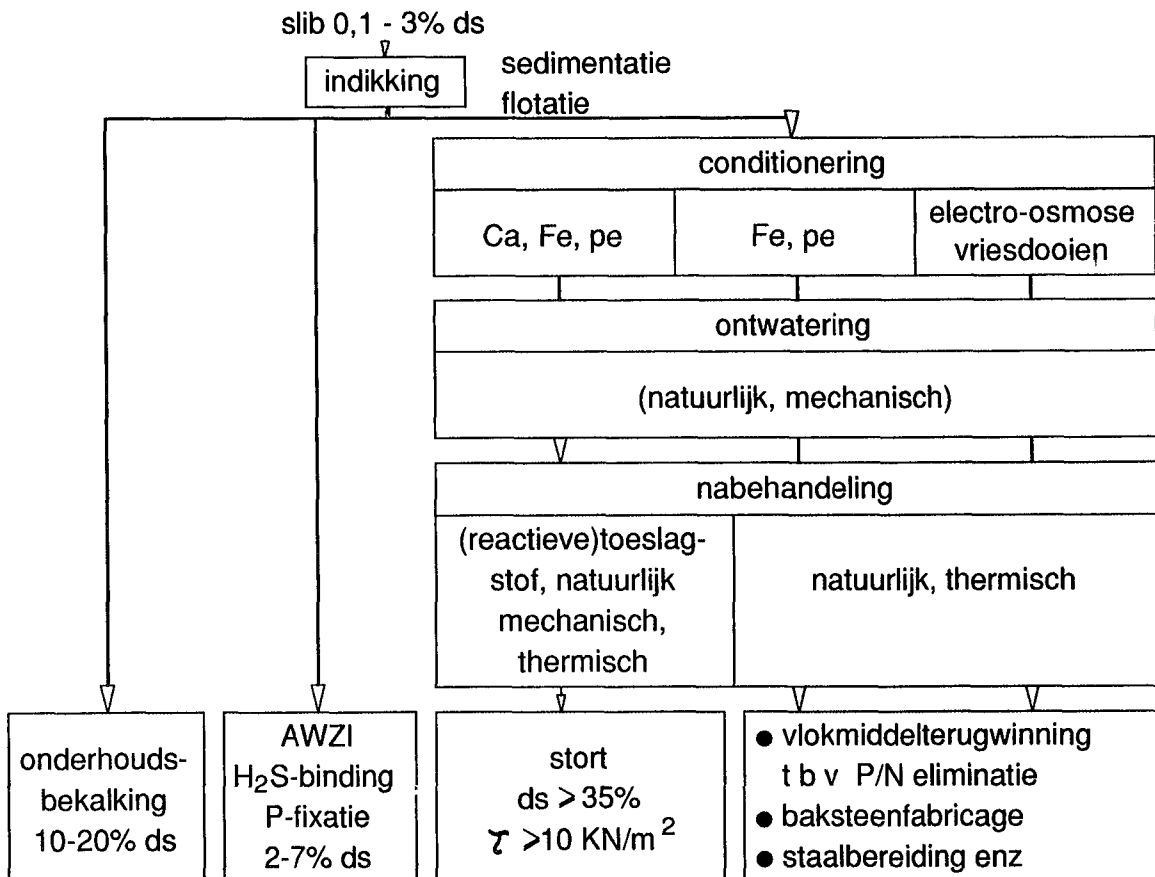
Van diverse bestaande en begrote installaties voor de zuivering van spoelwater bij (oever)grondwater- en duininfiltraatbedrijven zijn de m<sup>3</sup>-kosten berekend. In het algemeen betreft de investering een installatie bestaande uit een zandvang, één of twee bezinkers of een buffer/(lamellen)bezinkinrichting en ingeval van hergebruik een filtratiestap en een

UV-desinfectie Bovendien zijn in bijna alle gevallen IBC-droogbedden of een IBC-slibopslag aanwezig

Het blijkt dat de totale kosten van spoelwaterzuivering (exclusief mankracht) tussen f 0,30 en f 1,60 per m<sup>3</sup> spoelwater bedragen De laagste kosten zijn gerelateerd aan een eenvoudig uitgevoerde installatie die uitsluitend bezonken spoelwater levert (550 000 m<sup>3</sup>/j) dat aan een lozingseis van 5 mg/l Fe moet voldoen De hoogste kosten hebben betrekking op een relatief groot gedimensioneerde installatie waar bezonken spoelwater (250 000 m<sup>3</sup>/j) -liefst zonder toevoeging van vlokmiddel- aan een lozingseis van 2 mg/l Fe moet voldoen Het bezonken slib wordt naar een betonnen opslag verpompt die plaats biedt aan meerdere jaarproducties Calculaties aan installaties die een relatief grote hoeveelheid spoelwater (> 600 000 m<sup>3</sup>/j) direct gaan zuiveren tot drinkwater (inclusief AK-filtratie en UV-desinfectie, exclusief slibbehandeling) wijzen op een m<sup>3</sup>-prijs van circa f 1,00 Ontwerp en uitvoering van de installatie benevens de te verwerken hoeveelheid spoelwater bleek van doorslaggevende betekenis voor de m<sup>3</sup>-prijs

## 5.5 Procesmatige slibverwerking

De bij de drinkwaterbereiding en spoelwaterbehandeling vrijkomende slibstromen hebben doorgaans een drogestofgehalte van 0,1-3%. Afhankelijk van de bestemming van het slib (stort of nuttige toepassing) dient het één of meerdere processtappen te ondergaan. De mogelijke routes en de daarbij behorende processtappen zijn opgenomen in figuur 5.5.



1 59 N 12 40

Figuur 5.5 Processchema voor concentrering van slibstoffen in relatie tot de bestemming

De eerste stap bestaat altijd uit een indikfase. Dit geschiedt d m v sedimentatie (2 - 7% ds) of flotatie (2 - 4% ds). Voor indikking in een



compacte installatie is toevoeging van een relatief kleine hoeveelheid vlokmiddel -meestal een polyelectrolyt- noodzakelijk. Een uitzondering hierop vormt de indikking van kalkslib dat zonder toevoeging van vlokmiddel indikt tot 10 - 20 % ds. Ingedikt slib kan direct nuttig worden ingezet voor -afhankelijk van de samenstelling- onderhoudsbekalking van landbouwgrond of binding van zwavelwaterstof en fosfaat bij afvalwaterzuivering. Bij grote transportafstanden kan het ontwateren en na transport weer verdunnen van slib lonend zijn.

Het slib dient voorafgaande aan storten te worden ontwaterd tot een drogestofgehalte van minimaal 35% en een afschuifspanning als maatstaf voor de consistentie van minimaal 10 kN/m<sup>2</sup>. Ontwatering geschiedt langs natuurlijke weg op droogbedden ofwel langs mechanische weg met behulp van decanteercentrifuges, zeefbandpersen of (membraan)kamerfilterpersen. Ook meer geavanceerde ontwateringsapparatuur kan worden ingezet (Koppers et al. 1991). Voor mechanische ontwatering is meestal een chemische conditionering van het slib noodzakelijk. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van Ca(OH)<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub> of polyelectrolyt (pe). Ontwatering op droogbedden -mits juist gedimensioneerd en bedreven- levert een slibkoek op die aan de stortcriteria voldoet. Dit geldt eveneens voor de ontwatering met de (membraan)kamerfilterpers waarbij de conditionering geschiedt met om kalk (Koppers en Heijman, 1991). Kalk verhoogt evenwel het stortgewicht aanzienlijk (100-200 kg/ton ds). Wordt mechanisch ontwaterd met uitsluitend pe-dosering, dan bereiken decanteercentrifuge en zeefbandpers een drogestofgehalte in het slib van 20% ds tot ruim 30% ds en de kamerfilterpers veelal enkele procenten drogestof meer. Een nabehandeling is dan noodzakelijk om aan de stortcriteria te voldoen. Deze kan bestaan uit opmenging van het ontwaterde slib met een (reactieve) toeslagstof, mechanische na-ontwatering onder hoge druk of thermische na-ontwatering. Thermische na-ontwatering van een ontijzeringsslib leidde tot een direct stortbare slibkoek met een drogestofgehalte van 40 - 60% en een afschuifspanning van 24 - 30 kN/m<sup>2</sup> (VEWIN, 1991).

In geval van nuttige toepassing kan in het algemeen niet worden geconditioneerd met kalk. Indien geen of weinig chemicaliën zijn gewenst, kan toepassing van niet-chemische conditioneringsmethoden zoals vriesdooien of electro-osmose worden overwogen.

Inzet van vriesdooien van drinkwaterslib is reeds beschreven door Koppers et al. (1991). Toepassing van electro-osmose in combinatie met persfil-

tratie leverde met zowel een gemakkelijk als een zeer moeilijk ontwaterbaar drinkwaterslib een circa 10% (absoluut) hoger drogestofgehalte op in vergelijking met uitsluitend persfiltratie (Buijs et al , 1992)

Het voordeel van electro-osmose is dat geen of minder conditioneringsmiddel behoeft te worden toegepast (enkele kilogrammen per ton drogestof) Het energieverbruik bij electro-osmose is acceptabel te noemen

Is het drogestofgehalte na mechanische slibontwatering nog onvoldoende dan kan natuurlijk of thermisch worden na-ontwaterd Bij natuurlijke (na)-ontwatering op droogbedden (drainage en/of verdamping) kunnen -met het oog op nuttige inzet van het slib- de volgend kanttekeningen worden geplaatst Met lage vulhoogten verkrijgt men snelle drainage van water hetgeen plantengroei op de bedden tegengaat Treedt desondanks toch plantengroei op dan zal (regelmatig) moeten worden gewied Ook de in de praktijk veel gehanteerde ruimingswijze van slib met zwaar materieel zal achterwege moeten blijven aangezien de drainageleidingen hierdoor vernield kunnen worden en er bovendien veel drainagezand wordt meege-schept Lichte ruimingswerktuigen eventueel voorzien van een vacuümsysteem voor het opzuigen van slib verdienen de voorkeur

Met betrekking tot de waterfase die bij de slibontwatering vrijkomt, kan worden opgemerkt dat deze zwaar kan zijn belast met zwevende stoffen en organische stoffen (hoog chemisch zuurstofverbruik en Kjeldahlstikstofgehalte) Het terugvoeren van deze waterstroom naar de spoelwaterbehandeling indien deze gericht is op terugwinning van water wordt afgeraden

De keuze tussen mechanische en natuurlijke slibontwatering wordt door een aantal factoren bepaald Uit economische overwegingen wordt bij bedrijven met een geringe slibproductie vaak natuurlijke slibontwatering toegepast In de praktijk leidt dit echter tot op heden tot storten Als wordt gekozen voor mechanische slibbehandeling zijn diverse alternatieven mogelijk:

- centrale opstelling van de ontwateringsapparatuur in eigen beheer
- mobiele installatie in eigen beheer of in samenwerking met andere waterleidingbedrijven
- ontwatering door derden (ontwateringsfirma, afvalwaterzuiveringsinrichting)

## 5.6 Kosten van indikking en ontwatering

De kosten van slibbehandeling zijn niet in een eenduidig getal weer te geven. De spreiding in kosten per m<sup>3</sup> slib, per ton drogestof dan wel per m<sup>3</sup> behandeld water worden in hoge mate beïnvloed door de aard en omvang van de slibproductie, de jaarproductie aan water en vele kostenfactoren van vaste of variabele aard. Anders geformuleerd: kostprijzen zijn zeer sterk gelieerd aan een specifieke situatie. De in dit hoofdstuk aangegeven kostenranges gelden dan ook als zeer globale richtprijzen die voor het eigen bedrijf en situatie nader dienen te worden gespecificeerd.

### Indikking

Op basis van literatuurgegevens (Koppers, 1986, Agence de Bassin Loire-Bretagne, 1980) en recent onderzoek (Wortel et al., 1991) kan worden ingeschat dat de kosten (vaste en variabele) voor gravitatie-/flotatie indikking in de grootte-orde van f 1,- - f 3,50 per m<sup>3</sup> ingedikt slib liggen. Dit is meestal minder dan 1 cent per m<sup>3</sup> behandeld water.

### Natuurlijke slibontwatering

Als vrij brede ondergrens voor de ontwateringskosten met betrekking tot droogbedden kan f 50,- - f 250,- per ton ds worden aangehouden (KIWA-Mededeling 98, 1987). Deze kunnen evenwel oplopen in het bijzonder voor kleinere productielocaties tot f 400,- à f 600,- per ton drogestof. Aanscherping van de IBC-criteria kan de prijzen verder verhogen. Aangetekend moet worden dat in genoemde kosten geen grondaankoop is verdisconteerd.

### Kunstmatige slibontwatering

De kosten voor mobiele slibontwatering lopen eveneens sterk uiteen en zijn uiteraard marktconform bij uitbesteding aan loonontwateraars. Koppers et al. (1991) bepaalden de kosten op f 30,- - f 85,- per m<sup>3</sup> slib (f 130,- - f 535,- per ton drogestof). In het algemeen kost het inzetten van een mobiele ontwateringsinstallatie f 2000,- tot f 3000,- per dag bij een doorzet van 3 - 10 m<sup>3</sup>/h.

Van stationaire installaties welke economisch interessant zijn bij groot slibaanbod (>1 ton ds/dag) belopen de totale (vaste en variabele) kosten f 15,- - f 30,- per m<sup>3</sup> te ontwateren slib bij een doorzet van 10 - 20

m<sup>3</sup>/h en één- of tweeploegendienst (Wortel et al 1991) Schell (1991) berekent een totale kostprijs van f 23,- per m<sup>3</sup> te ontwateren slib bij een maximale doorzet van 38 m<sup>3</sup>/h per decanteercentrifuge

Voor meer informatie ten aanzien van specifieke kostprijsberekeningen wordt verwezen naar ondermeer het AWWARF/KIWA Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge (1990) en een tweetal DVGW-Medelingen namelijk nr 50 (1986) en 68 (1991)

Bezien we de huidige kosten van slib- en spoelwaterbehandeling welke veelal minder dan 1 cent per m<sup>3</sup> (drink)water bedragen in relatie tot de vorenbeschreven procesmatige slib- en spoelwaterbehandeling dan kan de conclusie slechts luiden: de uitgaven hieromtrent zullen fors gaan stijgen Naar welk niveau is moeilijk exact aan te geven doch in de range van enkele centen tot een dubbeltje per m<sup>3</sup> drinkwater zullen meer regel dan uitzondering zijn

## 5.7 Conclusies en aanbevelingen

- Een spoelwatervijver is ongeschikt vanuit het oogpunt van spoelwaterterugwinning en nuttige inzet van slib
- Als drijvende kracht voor procesmatige slib- en spoelwaterbehandeling gelden: milieuwetgeving, de noodzaak / wens tot interne waterbesparing en het streven naar nuttige inzet van het zuiveringsresidu
- Gewenste cq benodigde processtappen kunnen zijn: zandvang, buffering, vlokverwijdering door middel van sedimentatie / flotatie en/of snelfiltratie, actief koelfiltratie en UV-desinfectie; slibindikking en -ontwatering
- Er is geen eenduidig concept voor de terugwinning van spoelwater De kwaliteit van het spoelwater en het type zuiveringsproces voor de bereiding van drinkwater zijn maatgevend voor het behandelingsconcept
- Indien méér dan één slibhoudende afvalwaterstroom op een locatie vrijkomt, hangt gescheiden of gecombineerde behandeling mede af van de samenstelling an de onderscheiden slibsoorten
- Spoelwater van oppervlaktewater- en duininfiltraatbedrijven wordt

reeds goeddeels teruggewonnen. De huidige werkwijze is echter (nog) niet afgestemd op een procesmatige slibbehandeling met het oog op eventuele nuttige inzet.

- Extra interne waterbesparing (landelijk gezien) middels terugwinning van spoelwater dient door (oever)grondwaterbedrijven te worden bewerkstelligd. Bij terugwinning van spoelwater van (oever)grondwaterbedrijven is extra aandacht vereist voor de bacteriologische gesteldheid en de biologische stabiliteit (AOC, ATP).
- Concentrering van slibstoffen door middel van indikking en natuurlijke / kunstmatige ontwatering is voor veel bestemmingen een vereiste.
- Minimalisatie van toeslagstoffen en chemicaliën bij de kunstmatige slibontwatering is vereist vanuit oogpunt van nuttige toepassing en werkt daarenboven kostenbesparend (transport- en eventueel stortkosten).
- Kosten van slib- en spoelwaterbehandeling zullen alleen al ingevolge milieueisen fors gaan stijgen.
- Procesmatige slib- en spoelwaterbehandeling kan ingevolge watert terugwinning en nuttige inzet van het zuiveringsresidu economische voordelen opleveren.

## 5.8 Literatuur

Agence de Bassin Loire-Bretagne: 1980 La deshydratation des boues usines de traitement d'eau potable, Orléans, France

AWWARF/KIWA Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge: 1990 American Water Works Association Research Foundation, Editors: Cornwell, D A ; Koppers, H M M , Denver, Colorado

Bekkers, A J M E , Keltjens, L L M: 1991 Mondelinge mededeling

Buijs, P, Koppers, H M M , Steijn, H : 1992 Ontwateren van drinkwaterslib door middel van electro-osmose (concept H<sub>2</sub>O-artikel)

DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr 50: 1986 Behandlung und Beseitigung von Wasserwerkschlämmen, DVGW, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, KIWA, Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen, S V W , Studiesyndicaat voor water, Editors: Koppers, H M M, Liessfeld, R , Eschborn

DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr 68: 1991 Entsorgung von Wasserwerkschlämmen, DVGW, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Eschborn

Feddern, H , Wichmann, K : 1990 Betriebswasserversorgung für Wasserwerk-sanlagen, Neue DELIWA-Zeitschrift, Heft 12/90

Graveland, A , Hofman, J M : 1986 Natürliche Entwässerung, DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr 50, Behandlung und Beseitigung von Wasserwerkschlämmen

Jansen, C M : 1985 Onderzoek naar de mogelijkheden van spoelwaterhergebruik bij de pompstations Groenekan (WMN) en Seppe (NWB), KIWA-rapport SWI 85-113

Kester, F W M : 1991 Dynasand filterproef pompstation Baanhoek

KIWA-Mededeling 39: 1975

KIWA-Mededeling 98: 1987

Koppers, H M M , Rolan, A T , Vandermeijden, C , McTigue, N E , Henke, H A , Martin, H , Nieuwenhuyzen van, R F : 1990 Advanced treatment technologies, Chapter 3, KIWA / AWWARF Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge, pp 109-208

Koppers, H M M , Heijman S G J : 1991 Beneficial application of water-work sludges by aid of an innovative sludge dewatering system, International congress 1971-1991, 20 years dewatering with KHD technology

Koppers, H M M : 1986 Sedimentation, Eindickung, Klarwasserverwertung, DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr 50, Behandlung und Beseitigung von Wasserwerkschlämmen

Oostelbos, P J G M , Corée, R , Tippe, M : 1991; Spoelwaterbehandelingsproces op pompstation Spannenburg

Schell, H : 1991 Zentrifugen: Erfahrungen des Wahnbachtalsperrenverbandes DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr 68, Entsorgung von Wasserwerkschlämmen

Soest, van, E A M : 1991 Mondelinge mededeling

Sombekke, H D M , Koppers, H M M : 1991 Inventarisatie verwijdering slib en overige afval-/reststoffen van drinkwaterproductiebedrijven, KIWA-rapport SWO 91 226

VEWIN: 1990 Verslag van het onderzoek

Wortel, N C , Koppers, H M M , Van de Baan, E : juli 1991 Milieutechnische en economische evaluatie van mechanische slibontwatering bij het zuiveringsbedrijf Andijk (PWN), KIWA rapport SWO 91 314

Wortel, N C , Koppers, H M M , Van de Baan, E : september 1991 Bezink-, indik- en ontwateringseigenschappen van slibdeeltjes in spoelwater van pompstation Baanhoek, KIWA-rapport SWO 91 331





## 6 Nuttige inzet, een ijzersterke toekomst?

S.G.J. Heijman en H.M.M. Koppers, KIWA Onderzoek en Advies

### Samenvatting

*Nuttige inzet van afval-/reststoffen heeft een zeer hoge prioriteit in het milieubeleid van de waterleidingbedrijven. Hoe geven we daar nu gestalte aan? Eenvoudigweg door het volgende pad af te lopen:*

- \* *Wat zijn de eisen/wensen van de potentiële afnemers?*
- \* *Wat zijn de technische/logistieke consequenties?*
- \* *Welke milieuhygiënische/juridische randvoorwaarden gelden er ?*
- \* *Wat zijn de kosten en de baten ?*

*Voor ijzerhoudende reststoffen zoals drinkwaterslib is een flink marktpotentieel voorhanden. Te denken valt daarbij aan toepassingen in de afvalwaterzuivering, gasreiniging, bodemsanering, cementproductie, baksteenfabricage en staalbereiding. De meest veelbelovende toepassing op de korte- en middellange termijn ligt bij de afvalwaterzuivering, ondermeer ten behoeve van de chemische defosfatering van afvalwater. Voor dit doel dient het ijzer in de slibmatrix middels een partiële zuurbehandeling te worden geactiveerd teneinde fosfaten door middel van adsorptie/precipitatie te kunnen fixeren. Een zeer belangrijk aandachtspunt hierbij is de reinheid van de verkregen ijzeroplossing in het bijzonder het gehalte aan arseen. Slagen we erin om het arseenprobleem onder de knie te krijgen, dan is een belangrijke stap gezet naar een ijzersterke toekomst.*

### 6.1 Inleiding

Milieuplannen van overheid, VEWIN en individuele waterleidingbedrijven laten er geen twijfel over bestaan: storten is uit, nuttige inzet is in. Storten zal in de toekomst alleen nog mogelijk blijven voor die afvalstoffen die niet-vermijdbaar, niet-herbruikbaar en niet-verbrandbaar zijn. Slib van waterleidingbedrijven is met de huidige stand van de techniek niet-vermijdbaar en gelet op het overwegende anorganische karakter ook niet-verbrandbaar. Alles draait nu dus om de herinzetbaarheid van dit zuiveringsresidu. Anders gezegd: zijn er toepassingen voor het slib van waterleidingbedrijven opdat geen gebruik moet worden gemaakt

van de stortoptie als verwijderingsmethode

Bekijken we de kalkkorrels van onthardingsreactoren dan blijkt dat de nuttige afzet momenteel redelijk probleemloos verloopt. Circa 90% van de jaarproduktie van kalkkorrels vindt zijn weg naar diverse nuttige bestemmingen (zie bijdrage Sombekke). Ook voor een andere kalkhoudende reststof namelijk kalkslib is vraag met name vanuit de landbouw. Voor ontijzeringslib en ijzerhoudend of aluminiumhoudend coagulatieslib is het beeld veel minder zonnig. Slechts 12% van de jaarproduktie aan ijzerhoudend slib (definitie ijzerhoudend slib: 35 tot 52 gew% Fe) wordt momenteel nuttig toegepast voornamelijk voor de binding van sulfide. Van de totale slibproduktie is dit ongeveer 7% (zie bijdrage Sombekke). Toch is er ook voor met name het ijzerhoudende slib een groot markt potentieel (zie tabel 6.1).

Tabel 6.1 Overzicht nuttige toepassingen drinkwaterslib

	aluminiumslib	ijzerslib	kalkslib
sulfide binding	-	+	-
terugwinning vlokmiddel			
-coagulatie drinkw	+	+	-
-defosfatering afvalw	(+)	+	+
-conditionering afvalw	-	+	-
bodemsanering	-	+	-
onderhoudsbekalking	-	-	+
cement produktie	+	+	+
baksteen fabrikage	+	+	+
bouwmaterialen	+	-	+
staalproduktie	+	+	-
wegenaanleg	+	+	-

De constatering dat er toepassingsmogelijkheden zijn, is echter nog maar het begin van een heel pad dat afgelopen moet worden voordat duidelijk is of een bepaalde afzetmogelijkheid perspectief biedt. De volgende vijf aandachtspunten zijn hierbij van belang:

- \* **Wat is de marktpotentie?**
- \* **Wat zijn de eisen en de wensen van de afnemer?**
- \* **Wat zijn de technische en logistieke eisen?**
- \* **wat zijn de milieuhygiënische en juridische randvoorwaarden?**
- \* **wat zijn de kosten en de baten van de afzet?**

Op dit moment onderzoekt KIWA in samenwerking met de bedrijfstak de mogelijkheid om ijzerhoudend slib middels een aanzuring geschikt te maken voor de defosfatering van afvalwater of het conditioneren van zuiverings-slib. De keuze juist deze nuttige toepassing intensief te onderzoeken is gebaseerd op de volgende overwegingen:

- Een afvalwaterzuiveringsbedrijf is al een afvalverwerker. Problemen zoals die zich voordoen bij de hoogovens en bij de baksteenindustrie, als zou het gebruik van een afvalstof als grondstof in het productieproces slecht zijn voor het imago van het produkt, komen bij de afvalwaterzuivering niet voor.
- De drinkwatersector en de afvalwatersector zijn geestverwanten (beide waterzuivering, dienen beide het algemeen belang).
- Voor de komende 10 jaar is er een groot markt potentieel voor ijzerhoudend slib met als toepassing de defosfatering.
- Doordat drinkwater en afvalwater qua volume aan elkaar gerelateerd zijn, is de produktie van ijzerhoudend slib door de drinkwaterbedrijven en de vraag naar ijzerzout door de afvalwaterzuiveraars ook redelijk goed geografisch op elkaar afgestemd. Dit maakt locale en regionale afzet goed mogelijk.
- Er volstaat een eenvoudige bewerking van het ijzerhoudende slib voordat het ingezet kan worden als vlokmiddel.
- Een wederzijds financieel voordeel behoort tot de mogelijkheden.

## **6.2 Opwerken van ijzer- en aluminiumhoudend slib tot vlokmiddel.**

De techniek van het opwerken van ijzer- of aluminiumhydroxideslib tot vlokmiddel is even simpel als doeltreffend: in zuur milieu lost metaalhydroxide op tot een driewaardig metaalzout.

Bij de Gemeentewaterleidingen Amsterdam is deze methode al in 1970 onderzocht [King, Koppers 1990] met als doel het teruggewonnen ferrichloride te gebruiken als vlokmiddel in de eigen drinkwaterbereiding. Het probleem bij hergebruik van het ijzer was de organische stof die na aanzuren in het ferrichloride zou achterblijven. Een oplossing voor dit probleem werd gevonden in het zogenaamde "roasten" van het slib waarbij de organische stof verbrand wordt. Het onderzoek wees echter uit dat

geregenereerd vlokmiddel (gelet op de toenmalige prijzen voor ferrichloride en storten) duurder was dan commercieel ferrichloride

In de Verenigde Staten wordt aluminium geregenereerd uit aluminiumhoudend slib [Cornwell 1973] Tevens is onderzoek gedaan naar de terugwinning van aluminium via solvent-extractie [Cornwell 1973]

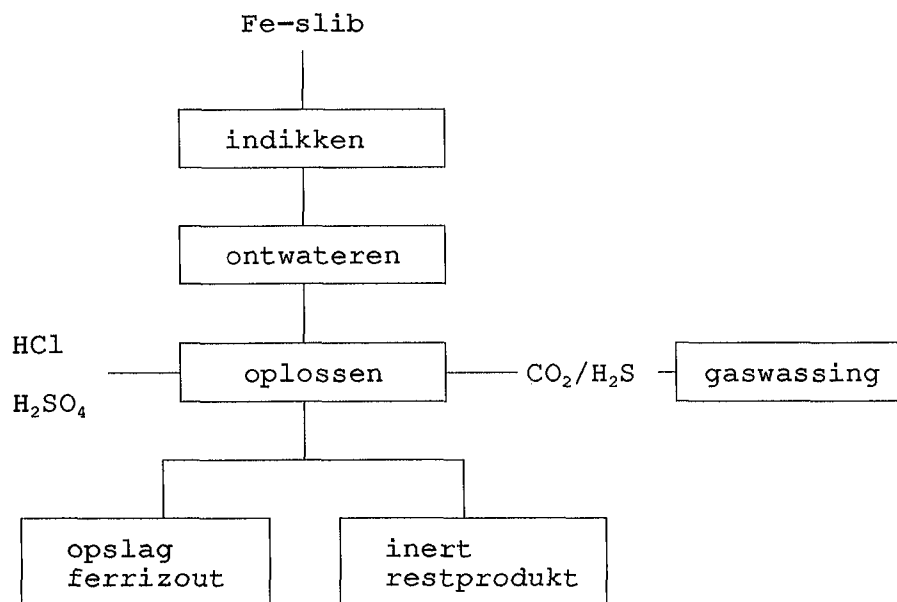
In België is naast het aanzuren van aluminiumhoudend slib ook het oplossen van aluminiumhoudend slib bij hoge pH onderzocht [Masschelein 1986] Er werd geconcludeerd dat oplossen bij hoge pH en dan in het bijzonder met kalkmelk het voordeel biedt dat de zware metalen niet oplossen en in een residu achterblijven

In Duitsland wordt onderzoek gedaan naar het inzetten van ijzerhoudend slib voor de defosfatering van afvalwater [DVGW 1992, Eckhardt 1991] Onderzocht wordt zowel het volledig oplossen van het ijzerhydroxide in zuur, als ook het defosfateren van afvalwater met partiele aangezuurd slib

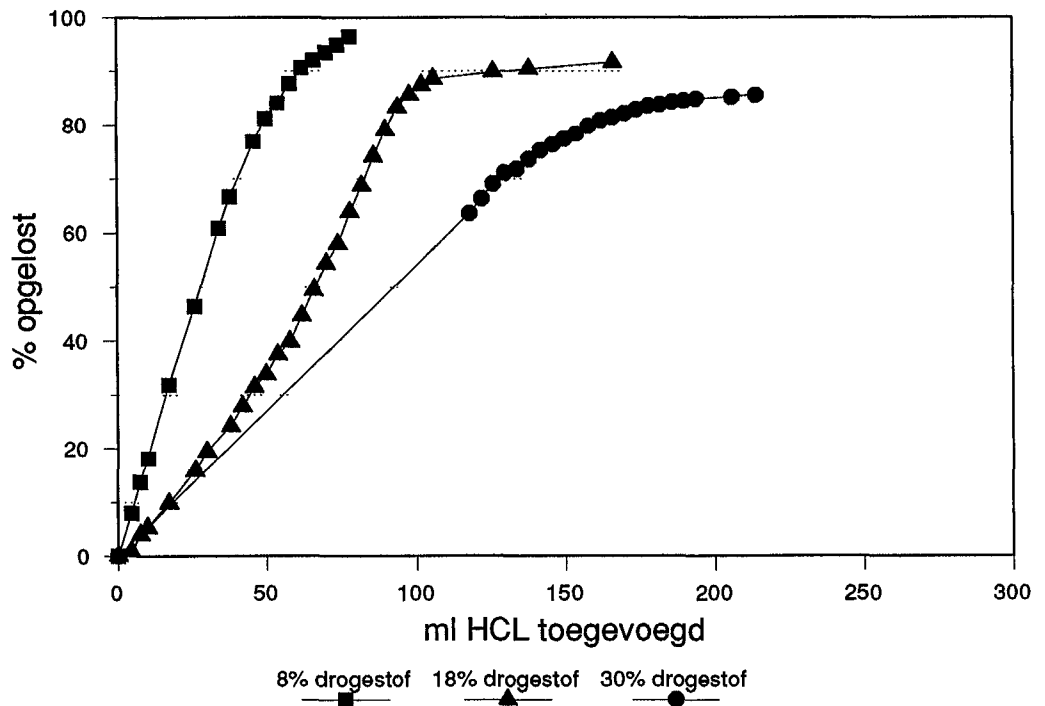
In Nederland wordt op dit moment vooral de mogelijkheid bestudeert om volledig opgelost ijzerhoudend slib in te zetten bij de chemische defosfatering van afvalwater [Koppers en Heijman 1991] KIWA onderzoekt in samenwerking met een groot chemisch concern de mogelijkheden en de onmogelijkheden van een centrale opwerking Deze studie wordt afgerond in juli van dit jaar Tevens is een bijdrage geleverd aan het onderzoek van de NV Waterleiding Friesland en de Provincie Friesland naar de mogelijkheden van het opwerken van 1000 ton drogestof per jaar en dit in te zetten bij de conditionering ten behoeve van de kunstmatige ontwatering van zuiveringsslib (zie bijdrage Dijk) Op dit moment zijn besprekingen gaande om op korte termijn een grootschalig experiment in Zuid-Holland te starten Tenslotte is er een onderzoek afgerond naar de mogelijkheid arseen te concentreren in een kleinere afvalstroom Hierover zal op korte termijn gerapporteerd worden in H<sub>2</sub>O

In figuur 6.1 is in een blokschema weergegeven welke processtappen nodig zijn om slib op te werken tot ijzerzout Omdat in het slib altijd wel een

bepaalde hoeveelheid kalk aanwezig is ontstaat bij het aanzuren kooldioxide. In anaeroob slib bestaat bovendien de mogelijkheid dat waterstofsulfide gevormd wordt ten gevolge van het aanzuren. Over het algemeen zullen deze gassen in een gaswasser afgevangen moeten worden. In figuur 6.2 zijn een aantal oploscurves weergegeven van ijzerhoudend slib. Gebleken is dat de maximale oplossing bereikt wordt nadat 3 mol zuur wordt toegevoegd aan 1 mol ijzer. Dit moet nog vermeerderd worden met de hoeveelheid zuur die nodig is om de in het slib aanwezige kalk op te lossen.



Figuur 6.1 Processchema terugwinning van vlokmiddel



Figuur 6 2 Titratiecurves van ontijzeringslib bij drie verschillende begin concentraties aan drogestof

### 6.3 Marktverkenning

Op dit moment wordt bij de chemische defosfatering van afvalwater ruim 3000 ton ijzer(III)chloride 40 gew% gebruikt [STORA 1992] Om in 1995 te kunnen voldoen aan de fosfaateisen voor effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties wordt verwacht dat het gebruik van ferrichloride zal toenemen tot bijna 30 000 ton STORA verwacht door deze verruiming van de vraag een prijsstijging van 20 tot 50% van het ferrichloride Naast driewaardig ijzer in de vorm van ferrichloride bestaat er ook een grote behoefte aan ijzer(II)sulfaat (1991: 3000 ton; 1995: 40 000 ton) Tweewaardig ijzer wordt na dosering in het aeratiebassin geoxideerd tot driewaardig ijzer, hetgeen voor de binding van fosfaat zorgt Tweewaardig

ijzer kan echter alleen toegepast worden in het aeratiebassin. Indien de defosfatering plaatsvindt in de voorbezinking kan alleen een ferri-zout worden ingezet. Het voordeel voor de waterkwaliteitsbeheerder is dat ferrosulfaat veel goedkoper is dan ferrichloride.

Het terugwinbaar ijzer dat in één jaar bij de Nederlandse drinkwaterbedrijven als reststof vrijkomt bedraagt ongeveer 5000 ton. Uitgangspunt is daarbij dat ijzer teruggewonnen wordt uit slib met 35 tot 52 gew% ijzer opdat zo min mogelijk niet oploste reststoffen achterblijven. De hoeveelheid terugwinbaar ijzer komt overeen met 40 000 ton 40 gew% ferrichloride. Dit betekent dat de vraag in 1995 naar ferrichloride voor de defosfatering gedekt zou kunnen worden door het opwerken van ijzerhoudend drinkwaterslib. Gelet op de totale behoefte aan ijzerzout (dus inclusief ferrosulfaat) wordt in 1995 slechts 25% van de vraag gedekt door de produktie aan ijzerhoudend drinkwaterslib.

De vraag naar ijzerzout en het aanbod aan ijzerslib zijn ongeveer evenredig over de provincies verdeeld. Het ijzerhoudende slib zou dus per regio of per provincie kunnen worden opgewerkt en afgezet. De vervoerskosten zijn op deze manier minimaal. Maar ook een landelijke opwerking kan voordelen bieden: voor één grote installatie worden bepaalde processtappen (bijvoorbeeld het verwijderen van zand) eerder rendabel dan voor kleinere regionale installaties. Ook kan een grotere installatie meerdere kwaliteiten slib "blenden" en daarmee een constante(re) kwaliteit aan vlokmiddel waarborgen.

In de toekomst moet rekening worden gehouden met de toename van de biologische defosfatering. Deze defosfateringsmethode verdient in veel gevallen de voorkeur omdat het de anionenbelasting (chloride en sulfaat uit ijzerzout) van het effluent van de AWZI's vermindert. Na de concentrering van fosfaat door de bacteriën moet het fosfaat in vele gevallen nog geprecipiteerd worden met chemicaliën. In dit geval kan geen ferrozout gebruikt worden maar is men aangewezen op ferrichloride. Een lagere anionenbelasting zou ook gerealiseerd kunnen worden door het partieel aanzuren van drinkwaterslib. Er zijn aanwijzingen dat partieel aangezuurd slib een voldoende defosfaterende werking heeft doordat het fosfaat gedeeltelijk precipiteert en gedeeltelijk wordt geadsorbeerd aan het bij lage pH positief geladen ijzerhydroxide. Een onderzoek in deze richting is zeker gewenst.

## 6.4 Eisen en wensen van de afnemer

Een belangrijke factor bij het vinden van een nuttig bestemming is de welwillendheid van de afnemer. Al dan niet tegemoet komen aan de eisen en de wensen van die afnemer zal dan ook een grote rol spelen in de samenwerking. Voor het doseren van het ijzerzout aan afvalwater door middel van bijvoorbeeld een doseerpomp vormt zand een probleem. Een afnemer van het opgewerkte vlokmiddel zal in verband met de juiste dosering precies willen weten hoeveel ijzer dit vlokmiddel bevat en er moet een redelijk constante ijzer-concentratie gegarandeerd kunnen worden. Ook wordt er gelet op zware metalen en arseen in het vlokmiddel. Dit in verband met de kwaliteit van het zuiveringsslib en het effluent van de afvalwaterzuivering. Sommige waterkwaliteitsbeheerders stellen voor het vlokmiddel een KIWA-ATA op prijs. De KIWA-ATA is echter een keurmerk bedoeld voor chemicaliën voor de drinkwaterbereiding. Het is de vraag of dezelfde eisen gesteld moeten worden aan vlokmiddel dat gebruikt wordt bij de behandeling van afvalwater.

Natuurlijke ontwatering door middel van droogbedden kan een aantal problemen met zich mee brengen die de opwerking van slib tot vlokmiddel in de weg kunnen staan. Het droge stofgehalte na ontwatering kan sterk variëren onder andere door toedoen van weersinvloeden. Ook plantengroei op droogbedden vormt een probleem en het slib wordt onvermijdelijk verontreinigd met zand (10 tot 40% op drogestof basis). Het zand zou er tijdens het opwerken uitgehaald moeten worden. Door de toevoeging van zuur wordt het slib namelijk veel minder visceus en kan het zand bezinken. In het ontwerp van een opwerkingsinstallatie zou met een zandfractie rekening gehouden dienen te worden. Men bedenke wel dat een sterk zure zandfractie resteert die neutralisatie behoeft (extra chemicaliën!) alvorens verwijdering plaats kan vinden.

Kunstmatige ontwatering bijvoorbeeld met behulp van een centrifuge levert een meer beheersbaar drogestof gehalte op en voorts bevat het slib geen zand en plantenmateriaal. Bovendien kan de afzetsfrequentie hoger zijn daar het een continu proces betreft.

Een continue slibontwatering is bij een geringe slibproductie (kleine pompstations) niet rendabel. Daar kan men kiezen tussen natuurlijke slibontwatering op droogbedden of periodieke kunstmatige ontwatering met behulp van mobiele installaties.



Teneinde een zo geconcentreerd mogelijke ferrichloride-oplossing te krijgen moet het materiaal zover mogelijk ontwaterd worden zonder toevoeging van kalk. Extra kalk in het slib geeft bij aanzuren meer kooldioxideontwikkeling en een hoger zuurverbruik.

De steekvastheid is bij deze nuttige toepassing niet van belang.

## **6.5 Technische en logistieke eisen**

Omdat de afnemer wel leveringszekerheid eist betekent dit dat extra aandacht vanuit logistiek oogpunt noodzakelijk is.

Het voortraject dat bestaat uit indikken en ontwateren van het slib zal zoveel mogelijk procesmatig moeten plaatsvinden (zie bijdrage Wortel).

Het transport van ontwaterd slib kan het best plaatsvinden in gesloten containers die ten behoeve van het lossen voorzien zijn van een laadklep.

Het transport van ferrichloride zal plaats moeten vinden door middel van een tankauto. Voor het laden en lossen van het aangezuurde slib dienen dezelfde veiligheidsmaatregelen in acht genomen te worden als bij normaal ferrichloride.

De vraag of opwerking het beste landelijk, regionaal of plaatselijk kan plaatsvinden is nog niet te beantwoorden. Voorlopig biedt een start op regionaal en plaatselijk niveau het meeste perspectief.

## **6.6 Milieuhygienische en juridische aspecten.**

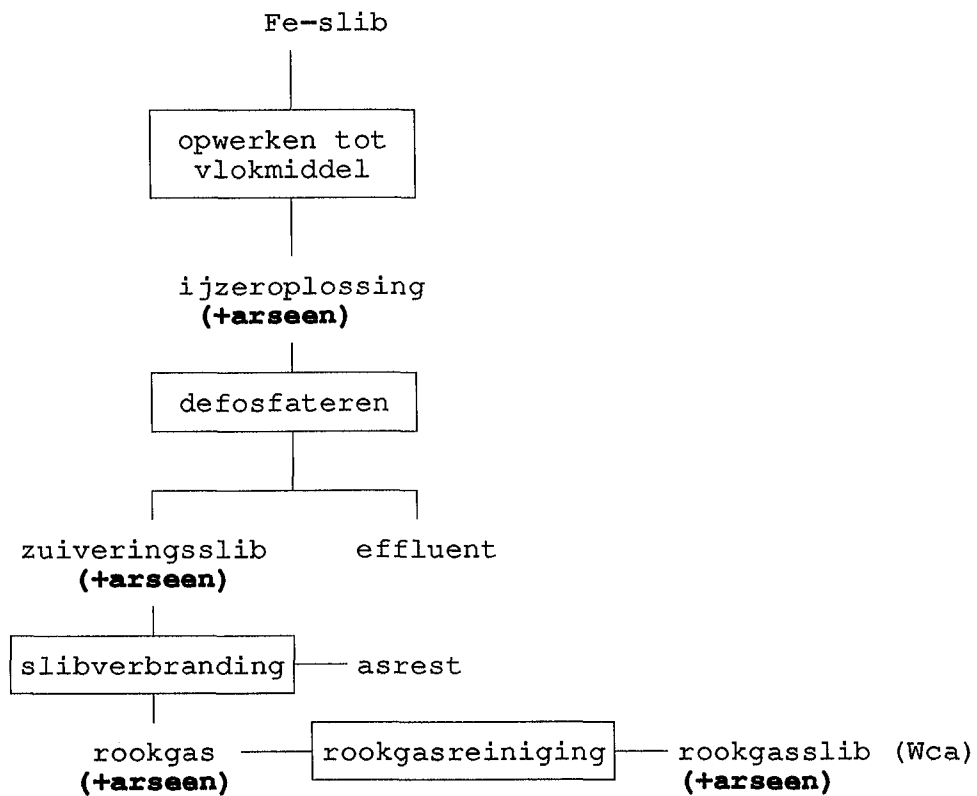
Voor het slib met een laag gehalte aan arseen (<50 mg/kg d s) zijn er geen juridische bezwaren of problemen met vergunningen te verwachten. Voor het Wca-drinkwaterslib kan het arseengehalte een belemmering vormen bij het nuttig toepassen van deze reststof. De wetgever staat niet toe dat arseen door nuttige toepassing van de ijzercomponent diffuus in het milieu verspreid wordt. Om toch de op jaarbasis 5000 ton drogestof aan ijzerhoudend (=35 tot 52 gew% ijzer) Wca-slib op te kunnen werken tot vlokmiddel kunnen drie strategieën worden ontwikkeld, namelijk:

- 1 Arseenreduktie in de toe te passen vlokmiddelen bij de drinkwaterbereiding uit oppervlaktewater
- 2 Vaststellen of arseen bij nuttige toepassing van Wca-slib diffuus in het milieu geraakt
- 3 Ontarsenen van Wca-drinkwaterslib

ad 1: Beperking van het arseen in het vlokmiddel dat gebruikt wordt bij de drinkwaterbereiding uit oppervlaktewater. Zelfs al voldoet het ijzervlokkingsmiddel qua arseenconcentratie aan de grenswaarden in de positieve lijst van de drinkwaternorm (KIWA-ATA), dan nog kan dit een significante bijdrage leveren aan de arseenconcentratie in het slib. De grenswaarde bedraagt 13 mg/kg ferrichloride (40%). Rekenvoorbeeld: als 35 gew% op drogestofbasis van het coagulatieslib bestaat uit ijzer afkomstig van het vlokmiddel dan is 30 mg As/kg drogestof in het coagulatieslib afkomstig van het vlokmiddel. Samen met het in het ruwe water aanwezige arseen kan het slib dus al snel boven de Wca-grens van 50 mg/kg uitkomen. Een verlaging van de concentratie arseen in het vlokmiddel kan dus een bijdrage leveren aan een lagere concentratie arseen in het slib.

ad 2: De vraag of de toepassing van aangezuurd Wca-slib als defosfateringschemicalie milieuhygiënisch verantwoord is, kan pas worden beantwoord als duidelijk is of arseen ten gevolge van die toepassing diffuus in het milieu terecht komt. Dit kan aan de hand van figuur 6.3 worden toegelicht. Indien arseen kwantitatief overgaat in het rioolwaterzuiveringslib en bij verbranding van dit zuiveringsslib uiteindelijk geconcentreerd wordt in het rookgasreinigingsresidu dan is er geen sprake van een diffuse verspreiding in het milieu.

Om dit te onderzoeken zal een samenwerking worden gezocht met een waterleidingbedrijf en een beheerder van een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Aan de hand van grootschalige experimenten zal ondermeer de weg van arseen door het zuiveringsproces worden nagetrokken.



Figuur 6.3 Mogelijke route van arseen bij nuttige toepassing Wca-slib

### ad 3: Ontarsening van Wca-drinkwaterslib

Er zijn op dit moment een vijftal methoden op laboratoriumschaal in onderzoek of reeds onderzocht (zie tabel 6.2)

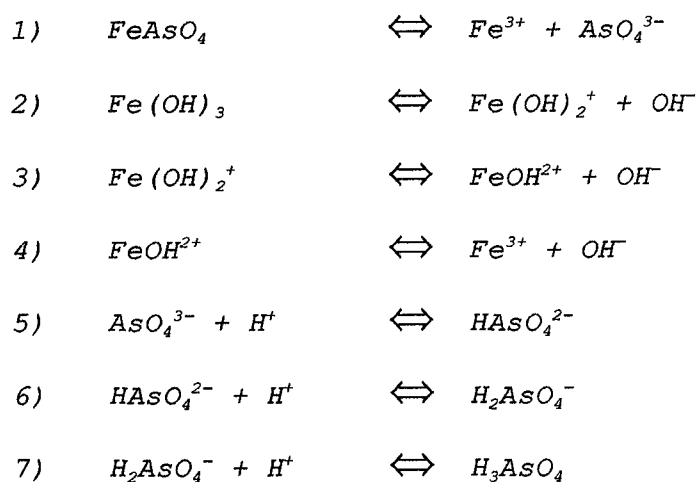
Tabel 6 2 Mogelijkheden voor ontarsening die op laboratoriumschaal onderzocht zijn/worden

methode	scheidingsprincipe
thermische omzetting	extractie met water+ionenwisseling + precipitatie arsenaat [Koreman en van Breemen 1991]
basische extractie	extractie + scheiden vast/vloeistof + precipitatie arsenaat
oplossen ijzerhydroxide matrix	ijzerarsenaat in vast residu [Muller en Heijman 1992]
	strippen van arseen
complexering ijzer	Nadat het ijzer gecomplexeerd is kan het arseen op verschillende manieren verwijderd worden

Op dit moment is nog geen van deze technieken operationeel. Niet onderzocht is hoeveel energie en extra grondstoffen er bij de verschillende technieken nodig zijn, hoe groot de resterende afvalstromen zijn en welke kwaliteiten deze afvalstromen hebben (bijvoorbeeld de uitloogbaarheid). KIWA onderzoek op het gebied van ontarsening richt zich momenteel op het partieel aanzuren van ijzerhoudend slib. Op theoretische gronden [Muller en Heijman, 1992] was te voorspellen dat ijzerarsenaat in een pH-traject van 0,5-1,5 een minimum in oplosbaarheid vertoont (zie theorie).

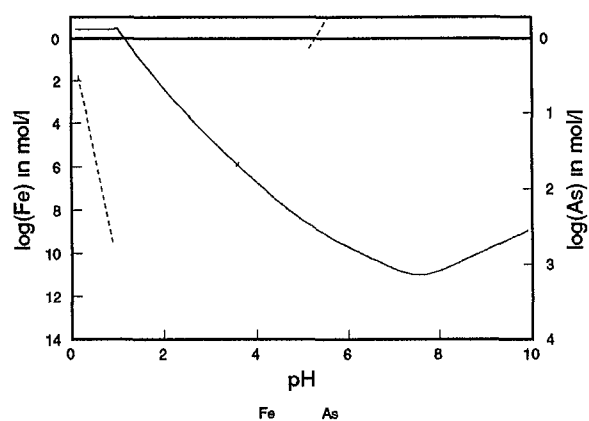
## Theorie

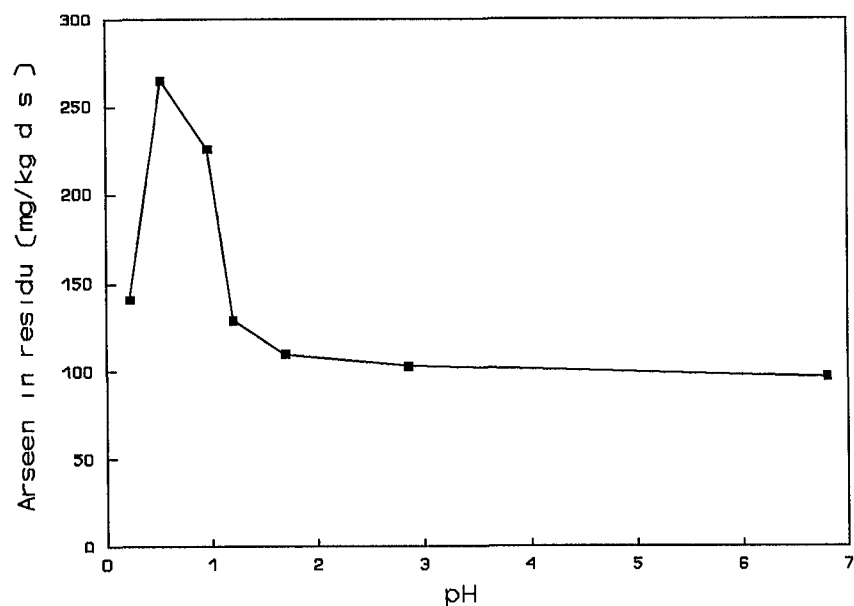
De oplosbaarheid van vaste stoffen die bij het oplossen in ionen splitsen kan over het algemeen uitstekend berekend worden met het oplosbaarheidsprodukt. Als deze constante bekend is dan kunnen de maximale concentraties van ionen in een evenwichtoplossing berekend worden. In het geval van een combinatie van ijzerarsenaat met ijzerhydroxide spelen zeven evenwichtsreacties bij een zuurgraad tussen  $\text{pH}=0$  en  $\text{pH}=6$  een rol te weten:



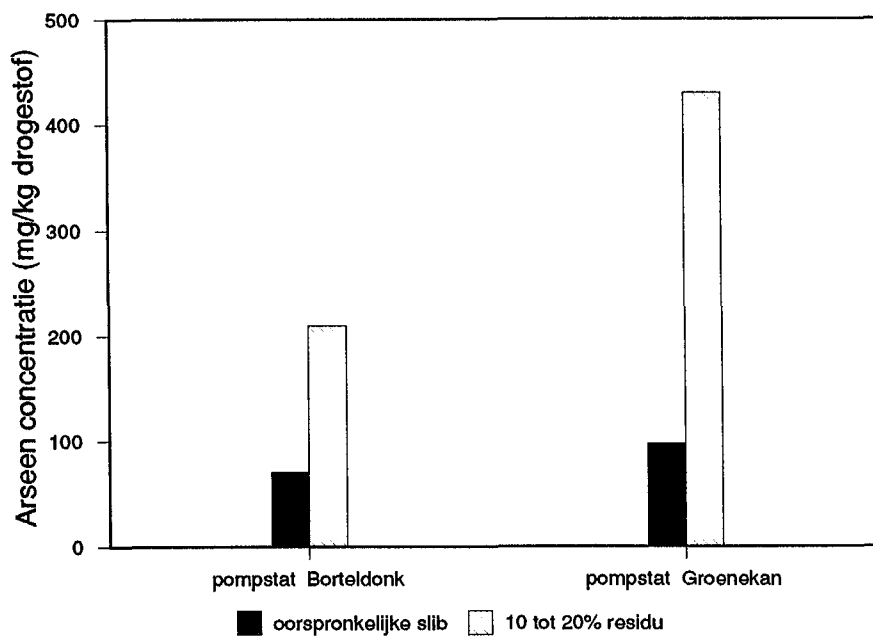
Op grond van de bovenstaande evenwichten is de evenwichtsconcentraties van arseen en ijzer in de oplossing berekend en weergegeven in de onderstaande grafiek. Voor de berekeningen is uitgegaan van een ijzerhydroxideslib (52% Fe) met een drogestof gehalte van 30%.

In de grafiek is te zien dat de oplosbaarheid van arseen afneemt gaande van hoge pH naar lage pH. De theoretisch berekende maximale evenwichtsconcentratie wordt lager doordat er steeds meer ijzer in oplossing gaat. De steeds hoger wordende ijzerconcentratie zorgt ervoor dat evenwicht 1 naar links verschuift. Bij een  $\text{pH}=1$  is al het ijzerhydroxide opgelost. In een nog zuurder milieu blijft de ijzerionenconcentratie verder constant. De oplosbaarheid van arseen gaat tegelijkertijd sterk stijgen. Dit komt door de vorming van steeds meer arseenzuur via de evenwichtsreacties 5, 6 en 7. Uit de grafiek is af te lezen dat vlak voordat al het ijzerhydroxide is opgelost de arseenconcentratie in de vloeistoffase laag is. Indien in dat geval het vaste residu gescheiden kan worden van de vloeistoffase, is er een scheiding aangebracht tussen het opgeloste ijzer en het arseen.





Figuur 6 4 Concentratie arseen in het vastestofresidu na aanzuren van ontijzerings-slib van pompstation "Groenekan" van het NV Waterleidingbedrijf Midden-Nederland



Figuur 6 5 Concentratie arseen in residu na aanzuren vergeleken met de concentratie in het oorspronkelijke slib Doordat het arseen zich in het residu ophoopt blijft de concentratie in het gevormde ferrichloride laag

Doordat het arseen opgehoopt wordt in het residu na een partieele aanzuring (zie figuren 3 en 4) is het geproduceerde ferrichloride grotendeels vrij van arseen. Op deze manier kan een Wca-slib na aanzuren gescheiden worden in een ferrichloride-oplossing, geschikt voor de defosfatering van afvalwater en een arseenhoudend residu. Niet onderzocht is wat er met deze zure en sterk arseenhoudende fractie moet gebeuren. Naar alle waarschijnlijkheid is het arseen in dit residu zeer mobiel en zal eerst neutralisatie van de reststroom moeten plaatsvinden voordat bijvoorbeeld tot storting kan worden overgegaan. Neutraliseren betekent extra chemicaliën en dus ook een extra te storten hoeveelheid residu.

## 6.7 Kosten en baten

In tabel 6.3 wordt een indruk gegeven van de kosten van het opwerken van ijzerhoudend slib tot ijzerzout. Uitgegaan is van slib met een ijzergehalte van 35 tot 52 gew% en er is onderscheid gemaakt tussen AW/Wca en slib afkomstig van grondwater-/oppervlaktewaterbedrijven. Zowel het AW als het Wca-slib ondergaan alleen een aanzuurstap.

Tabel 6.3 Kosten en baten landelijke opwerking tot vlokmiddel  
Uitgangspunten: slib van 30% d s, met een ijzergehalte van 35 tot 52%. Het commerciële ferrichloride kost f350,- per ton en de stortkosten bedragen f100,- per ton slib.

	grondwaterslib		oppervlaktewaterslib	
	AW	Wca	AW	Wca
ton d s /jaar	3245	1842	3842	2880
gemiddeld % Fe	47	46	38	37
kosten HCl kfl	2007	1138	2012	1411
kosten I E kfl	0	0	440	440
kosten investering	?	?	?	?
baten FeCl <sub>3</sub> kfl	3785	2107	3624	2644
baten stortkosten	1082	614	1281	960

De geschatte investeringskosten zijn op dit moment nog niet bekend, ook zijn een aantal posten aan verandering onderhevig zoals de stortkosten en de prijs van commercieel ijzerchloride. Daarnaast zijn er enkele kosten en baten niet in de tabel opgenomen. Onderzocht moet nog worden hoeveel bespaard wordt op de ontwateringskosten nu er geen stortklaar produkt van het slib gemaakt hoeft te worden. Voor een stortklaar produkt zijn vaak toeslagstoffen nodig als calciumhydroxide of calciumoxide en is gebruik van een kamerfilterpers of een membraanfilterpers gewenst. Verder zijn de kosten van extra vervoer niet in dit overzicht meegenomen omdat deze erg afhankelijk zijn van de plaats van de opwerkinstallatie.



## 6.8 Conclusies en aanbevelingen

- Er is een ruime afzetmarkt voor ijzerhoudend slib indien gebruikt ten bate van de conditionering van zuiveringsslib en voor de defosfatering van afvalwater
- Ijzerhoudend slib kent meer nuttige toepassingen en een groter afzetpotentieel dan aluminiumhoudend slib
- Voor het nuttig toepassen van ijzerhoudend slib bij de conditionering of defosfatering is een relatief eenvoudige opwerking nodig
- De verdeling van het arseen over het zuiveringsslib en het effluent van een afvalwaterzuivering na dosering van opgewerkt Wca-slib behoeft nader onderzoek
- De noodzaak van ontarsening van Wca-ijzerhoudendslib ten behoeve van de inzet bij de defosfatering is niet aangetoond
- Ontarsening via partiële aanzuring is mogelijk, maar er blijft een sterk zure en arseenrijke reststroom over
- De kwaliteit van een ferrizout opgewerkt uit een AW-slib lijkt geen probleem voor toepassing in een afvalwaterzuiveringsinstallatie
- Op korte termijn is een experiment op grote schaal gewenst in verband met de verwachte toename van het gebruik van ferrichloride ten gevolge van de normstelling voor fosfaat in 1995
- Voor een grootschalige afzet van ijzerhoudend slib is een intensivering van de contacten van onze bedrijfstak met de waterkwaliteitsbeheerders gewenst
- Omdat in de toekomst de chemische defosfatering verdrongen wordt door de biologische defosfatering (waar soms ook nog ijzerzout bij nodig is) zal het onderzoek naar lange(re) termijn afzetmogelijkheden geïntensiveerd moeten worden

## 6.9 Literatuur

Chemicaliën voor P- en N-verwijdering Marktanalyse: 1992 STORA, Den Haag, 1992

Cornwell D A , Cline G : 1981 Demonstration Testing of Alum Recovery by Liquid-Ion Exchange Jour AWWA 73:6:326

DVGW-Arbeitskreis "Entsorgung": 1992 Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei der Entsorgung von Rückständen aus der Wasseraufbereitung, W20306-20, Eschborn 27-1-1992

Eckhardt H , e a :1991 Untersuchung zur Verwertung und Mengenreduzierung von Schlämmen aus der Trinkwasseraufbereitung, Forschungsbericht (14 705 14) ESWE-Institut, Wiesbaden 1991

King P H , Koppers H M M , e a ,: 1990 Optimizing sludge characteristics and minimizing generation, Chapter 2, AWWARF/KIWA Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge, pp 47 - 108

Koppers, H M M , Heijman, S G J : 1991 Drinkwaterslib: van storten naar nuttig toepassen H<sub>2</sub>O(24) nr 25, december 1991

Koreman, E A en van Breemen, A N : 1991 Ontarsening van drinkwaterslib van Nederlandse Waterleidingbedrijven H<sub>2</sub>O (24) nr 4 februari 1991

Masschelein W J , Rückgewinnung von Flockungsmitteln: 1986 DVGW-Schriftenreihe, Wasser Nr 50 1986, workshop Essen 1985

Muller E , Heijman S G J : 1992 Ontarsenen van ijzerhoudend drinkwaterslib, KIWA intern rapport, SWI 92 142, april 1992

Nieuwenhuyze, R F van, McTigue, N E and Lee, R G : 1990 Beneficial applications and innovative sludge disposal methods, Chapter 5, AWWARF/KIWA Cooperative Research Report Slib, Schlamm, Sludge, pp 267 - 304

## **7 Toepassing van aangezuurd drinkwaterslib bij rioolwaterzuiveringsinrichtingen in Friesland.**

H. Dijk en S. Bouma Provincie Friesland, Hoofdgroep  
Waterstaat en Milieu.

### **Samenvatting**

*Ijzerhoudend drinkwaterslib kan op eenvoudige manier worden opgewerkt tot bijvoorbeeld ferrichloride. Het ijzer moet daarvoor uit de ijzerhydroxidematrix worden opgelost door het toevoegen van zoutzuur. Het aldus verkregen ferrichloride kan dan worden gebruikt voor de defosfatering van afvalwater maar ook voor het verbeteren van de ontwaterbaarheid van zuiveringsslib (conditioneren). De conditionering is van belang in verband met de kunstmatige ontwatering van het zuiveringsslib. In de provincie Friesland zijn een aantal gunstige voorwaarden aanwezig om een dergelijke nuttige toepassing van ijzerhoudend slib mogelijk te maken. Aanzuur en conditioneringsexperimenten hebben plaatsgevonden op zowel laboratorium- als ook op semi-technische schaal. Op grond van deze experimenten worden op dit moment voorzieningen getroffen om per jaar 3500 ton ontwaterd drinkwaterslib om te zetten in een ferrichlorideoplossing. Dit komt nagenoeg overeen met de jaarproductie van ijzerhoudend slib van de NV Waterleiding Friesland. Een kosten/baten analyse lijkt zowel voor het waterleidingbedrijf als voor de waterkwaliteitsbeheerder gunstig uit te pakken. Tenslotte zal worden ingegaan op toekomstige ontwikkelingen bij afvalwaterzuiveringsinstallaties in Friesland en de mogelijkheden van afzet van ijzerhoudend drinkwaterslib.*

### **7.1 Inleiding**

Vanwege aanscherping van de milieuwetgeving zullen waterkwaliteitsbeheerders zich inspanningen moeten getroosten om het op rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) aangevoerde afvalwater steeds verdergaand te zuiveren. Lag in eerste instantie de nadruk op de verwijdering van zuurstofbindende stoffen, thans is er veel aandacht voor verwijdering van eutrofiërende stoffen. Tevens neemt de afzet van zuiveringsslib als meststof in de landbouw sterk af tengevolge van verscherpte milieuwetge-

ving Waterkwaliteitsbeheerders zullen slib vergaand moeten ontwateren en storten

Ook waterleidingbedrijven worden geconfronteerd met verscherpte milieuwetgeving. Waterhoudende slibstromen worden via cascades van vijvers van slib ontdaan, dat vervolgens gestort wordt op stortplaatsen of eigen terreinen. Regelgeving en beleidsvoornemens, zoals het VEWIN-Milieuplan bieden die ruimte niet meer. Waterleidingbedrijven zullen derhalve voorzieningen moeten treffen om het slib verantwoord te verwerken.

Door deze ontwikkelingen treffen drinkwaterbedrijven en waterkwaliteitsbeheerders elkaar; drinkwaterbedrijven produceren ijzerhoudende slibstromen, terwijl waterkwaliteitsbeheerders ten behoeve van diverse processen, zoals H<sub>2</sub>S-binding, defosfatering en slibconditionering, ijzerzouten nodig hebben. De gehele ijzerslibproductie van de NV Waterleiding Friesland kan door de Provincie Friesland in haar functie als waterkwaliteitsbeheerder afgenomen worden. Daarvoor zullen dan wel vooraf de nodige voorzieningen getroffen moeten worden.

Het inzetten van reststoffen van waterleidingbedrijven als grondstof bij het rioolwaterzuiveringsproces of rioolwaterzuiverings-slibontwateringsproces kan alleen maar sterk gestimuleerd worden, omdat door deze handelwijze wordt voldaan aan een aantal hoofddoelstellingen van het Rijksbeleid:

- Besparing op het gebruik van primaire grondstoffen;
- Hergebruik van afvalstoffen;
- Vermindering van het benodigde stortvolume vergeleken met wanneer drinkwaterbedrijven en waterkwaliteitsbeheerders hun afvalstoffen afzonderlijk zouden storten;

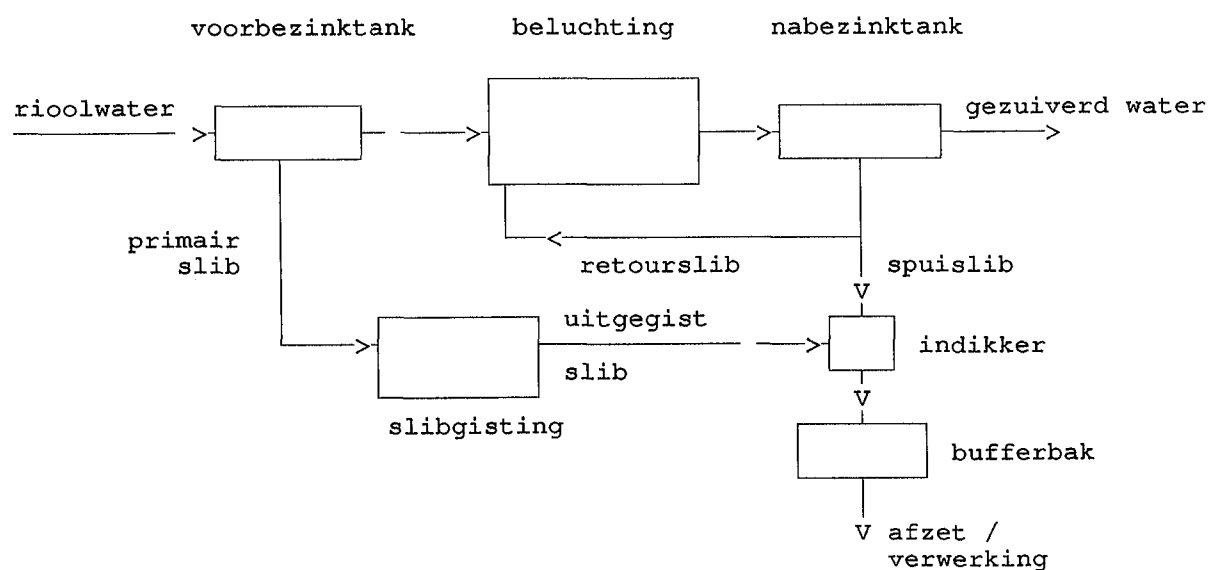
Bijkomend maar daarom niet minder belangrijk voordeel: hergebruik van afvalstoffen is financieel aantrekkelijk voor de afnemer van drinkwater en de verontreinigingsheffingbetaler.

De Provincie Friesland en de NV Waterleiding Friesland hebben in samenwerking met KIWA de mogelijkheden van hergebruik van ijzerhoudend afvalwater onderzocht. Op labschaal en op technische schaal zijn een aantal experimenten uitgevoerd. Deze experimenten hebben een dusdanig resultaat gehad dat besloten is de nodige technische voorzieningen te treffen om over te kunnen gaan op professionele verwerking van het ijzerhydroxideslib. In dit artikel wordt verslag gedaan van de experimenten en

de voorzieningen die getroffen zullen moeten worden. Voorafgaand aan deze informatie zullen de nodige kengetallen gegeven worden van de situatie rond rioolwaterzuiveringsinstallaties in Nederland en Friesland.

## 7.2 Rioolwaterzuiveringsinstallaties in Friesland en Nederland.

Het basisprincipe van de werking van een rioolwaterzuiveringsinstallatie berust op de afbraak van organische verontreinigingen door bacteriën. Zie figuur 7.1.



Figuur 7.1 Basisprincipe van de werking van een rioolwaterzuiveringsinstallatie ( = facultatief)

Het rioolwater wordt eventueel na voorbezinking in een voorbezinktank, in een beluchtingstank gevoerd waarin zich biologisch slib bevindt. Met behulp van beluchters wordt de voor de afbraak van organische stoffen benodigde zuurstof toegevoegd. Vervolgens stroomt het mengsel van gezuiverd water en slib naar de nabezinktank, waar scheiding tussen slib- en waterfase plaatsvindt onder invloed van de zwaartekracht. Het biologisch slib zakt naar de bodem, terwijl het gezuiverde water de tank aan

de bovenzijde verlaat en naar oppervlaktewater stroomt. Het bezonken slib wordt teruggevoerd naar de beluchtingstank (retourslib). De bacterierijke slibmassa groeit steeds door, het surplus wordt dagelijks uit de installatie verwijderd (spuislib).

Het spuislib wordt veelal verder geconcentreerd in een gravitatieindikker alvorens al dan niet via slibbufferbakken afzet of verdere verwerking plaatsvindt. Het slib uit de voorbezinktank wordt over het algemeen vergist in slibgistingstanks. Tot voor kort werd het merendeel van het zuiveringsslib als meststof in de landbouw afgezet: zuiveringsslib bevat relatief veel stikstof en fosfaat. Tevens wordt een deel gecomposteerd en / of verwerkt tot zwarte grond.

In tabel 7.1 is het aantal rwzi's in Friesland en Nederland, alsmede de ontwerpzuiveringscapaciteit aangegeven.

Tabel 7.1 Aantal en capaciteit van rwzi's in Friesland en Nederland

	Friesland	Nederland
aantal rwzi's	29	473
ontwerpcapaciteit (mln IE)	0,99	23,7

De in Nederland geproduceerde en afgezette hoeveelheden slibdrogestof staan vermeld in tabel 7.2, de in Friesland geproduceerde en afgezette hoeveelheden in tabel 7.3. De jaarlijkse produktie is niet altijd gelijk aan de afzet door buffering van slib op de rwzi's.

Tabel 7 2 Productie en afzet van rioolwaterzuiveringslib in Nederland  
(in 1000 ton drogestof)

jaar	pro- duktie	afzet	land- bouw	com- post / zwarte grond	stor- ten	ver- bran- den	overig
1986	247	237	82	53	92	9	1
1987	264	252	70	53	119	8	1
1988	290	282	66	55	151	8	1
1989	312	326	80	72	163	10	1

Tabel 7 3 Productie en afzet van rioolwaterzuiveringslib  
in Friesland (in 1000 ton drogestof)

jaar	produk- tie	land- bouw	storten	depot	zwarte grond	lagune / droog- bedden
1987	12 0	8 0	1 7	1 0	1 3	0 0
1988	13 0	7 5	1 9	1 6	1 5	0 5
1989	12 9	7 8	3 2	0 2	1 5	0 2
1990	13 4	4 3	7 9	0 0	1 2	0 0
1991	13 6	4 4	8 1	0 0	1 1	0 0
1993	14 0	0 0	14 0	0 0	0 0	0 0

### **7.3 Toekomstige ontwikkelingen in Nederland op het gebied van de zuivering van het rioolwater.**

De toekomstige ontwikkelingen die op de rioolwaterzuiveraars afkomen hebben betrekking op twee aspecten, namelijk vergaande verwijdering van nutriënten en slibvolumereductie

#### Vergaande verwijdering van nutriënten

Na het van kracht worden van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren in 1970 was de aandacht primair gericht op het saneren van lozingen van zuurstofbindende stoffen. Vanaf die tijd zijn door de waterkwaliteitsbeheerders in Nederland veel rioolwaterzuiveringsinstallaties gebouwd. De laatste jaren is de aandacht verschoven naar de eutrofiërende stoffen fosfor en stikstof. Dit heeft, met name in EG verband, geresulteerd in Rijn - en Noordzee actieplannen. Beide actieplannen zijn het resultaat van meerdere Noordzeeministersconferenties.

Bij wet is thans geregeld dat waterkwaliteitsbeheerders op 1 januari 1995, 75% van het op rioolwaterzuiveringsinstallaties aangevoerde fosfaat zullen moeten verwijderen. Een dergelijke maatregel voor de verwijdering van stikstof uit rioolwater is op dit moment in voorbereiding.

Fosfaatverwijdering tot 75% vergt in Friesland een investering van naar schatting f 5,5 miljoen. Dit bedrag zal na 1995 toenemen doordat in principe alle rioolwaterzuiveringsinstallaties in Friesland uitgerust zullen worden met defosfateringsvoorzieningen.

Het in Friesland geraamde, te investeren bedrag voor vergaande stikstofverwijdering bedraagt f 108 miljoen.

#### Vergaande slibvolumereductie

Door strenger wordende milieu-eisen is de afzet van rioolwaterzuiverings-slib in de landbouw een aflopende zaak. Waterkwaliteitsbeheerders zullen in toenemende mate slib moeten storten. Aangezien de storttarieven oplopen en stortruimte schaars is, zullen maatregelen getroffen moeten worden voor vergaande volumereductie van slib. Veelal zal dit gebeuren door mechanische ontwatering middels bijvoorbeeld filterpersen of centrifuges, gevolgd door een nabehandeling. Voor deze nabehandeling zijn



meerdere technieken beschikbaar zoals verbranding, directe of indirecte droging met stoom, composteren, Vertech en Carver Greenfield

Tabel 7.3 geeft aan hoe de slibafzet in de landbouw in Friesland de afgelopen jaren is afgenomen. In 1993 zal alle slib gestort worden. Op dit moment is in Friesland één filterpersinstallatie operationeel en een tweede in aanbouw. Als deze tweede pers eind 1992 gereed is, zal al het in Friesland geproduceerde slib daar verwerkt kunnen worden. Het slib, afkomstig van de rioolwaterzuiveringsinstallaties, heeft een drogestofgehalte van circa 5%. Na verwerking in de filterpersinstallatie is dit percentage opgelopen tot ruim 25% drogestof. De filterperskoeken zijn steekvast en worden momenteel gestort.

#### Benodigde chemicaliën

Stikstof zal op biologische wijze uit het afvalwater verwijderd worden. Dit proces vergt geen toevoeging van chemicaliën.

Voor de verwijdering van fosfaat uit afvalwater staan een aantal technieken ter beschikking:

- Pre-precipitatie,
- Simultane precipitatie,
- Korrelreactor,
- Magnetische defosfatering,
- Vlokkingsfiltratie,
- Biologische defosfatering

Bij de meeste technieken is een metaalion nodig om een onoplosbare fosfaatverbinding te kunnen vormen. Meestal wordt gebruik gemaakt van 2- of 3-waardig ijzer, 3-waardig aluminium, kalk of loog.

Vergaande slibontwatering is mogelijk door inzet van filterpersen of centrifuges. In beide gevallen dient aan het rioolwaterzuiveringsslib een vlokmiddel ( $\text{Fe}^{3+}$ ) en kalkmelk of organisch polymeer toegevoegd te worden.

Slibontwatering vindt in Friesland momenteel plaats onder toevoeging van ijzer en kalk. Na deze ontwatering ontstaat een steekvast produkt met een totaal drogestofgehalte van tenminste 35%, hetgeen een storteis is. Om na mechanische ontwatering een verdergaande volumereduktie te kunnen bereiken zal het slib in de toekomst verbrand of gedroogd moeten worden.

Het slib behoeft dan niet meer steekvast te zijn. De toegevoegde chemicaliën zijn in dat geval nadelig vanwege het inerte karakter en omdat ze onnodig warmte aan het verbrandings- of drogingsproces onttrekken. Derhalve zal naar verwachting in het jaar 2000 het Friese zuiveringsslib mechanisch ontwaterd worden onder toevoeging van minder ijzer dan thans het geval is. Daarnaast zullen organische polymeren worden toegevoegd ter vervanging van de kalk.

Het chemicaliëngebruik voor defosfatering zal in de toekomst aanzienlijk toenemen.

In STORA verband is middels een enquête de chemicaliënbehoefte van de waterkwaliteitsbeheerders onderzocht. In tabel 7.4 zijn de voor 1991 en 1995 gevraagde hoeveelheden ijzerzouten weergegeven.

Tabel 7.4 Vraag van waterkwaliteitsbeheerders naar chemicaliën in Nederland, in tonnen per jaar

Chemicalie	1991	1995
ijzer(II)chloride 40%	35	60
ijzer(II)sulfaat 100%	2913	37727
ijzer(III)chloride 33%	2049	6450
ijzer(III)chloride 40%	12450	40668
ijzerchloridesulfaat 40%	3072	2710

Via enquêtering van leveranciers en fabrikanten werd inzicht verkregen in de beschikbaarheid en prijsontwikkeling van de chemicaliën. De behoefte aan ijzerzouten en met name de behoefte aan driewaardige ijzerzouten zal in de toekomst aanzienlijk toenemen. Voor 1995 wordt een 3 tot 4 keer zo

grote vraag naar ijzer(III)chloride verwacht ten opzichte van 1991, terwijl rekening gehouden zal moeten worden met een prijsstijging van 20 tot 50%

## 7.4 Drinkwaterbereiding

Om uit grondwater drinkwater van betrouwbare kwaliteit te maken, moeten diverse stoffen uit het opgepompte water verwijderd worden. De ongewenste bestanddelen zullen afhankelijk van het zuiveringsproces afgescheiden worden in diverse afvalstromen; zwevende stoffen, die door middel van filtratie uit water te verwijderen zijn, worden via spoelen uit de filters verwijderd. Er ontstaat bij dit proces een waterhoudende slibstroom, waarvan de vaste stof voor het grootste deel uit ijzerhydroxide bestaat.

Bij de productie van drinkwater komen in Friesland de in tabel 7.5 weergegeven hoeveelheden ijzerhydroxideslib vrij.

Tabel 7.5 Productie van ijzerhydroxideslib in Friesland

Pompstation	IJzerhydroxideslib (ton droge stof / jaar)	IJzer (ton / jaar)
Spannenburg	620	205
Noordbergum	350	120
Terwisscha	80	25
Oldeholtpade*	(180)	(61)
Totaal	1050	350

\* Arseengehalte meer dan 50 mg/kg droge stof, derhalve niet direct inzetbaar. Het arseengehalte ligt echter onder de 100 mg / kg ds. Mogelijk komt verwerking van dat slib door de Provincie Friesland in aanmerking voor een "hoeft niet-verklaring" van het Ministerie van VROM.

De voor de defosfatering en ontwatering van alle zuiveringsslib benodigde hoeveelheid ijzer in Friesland, is in tabel 7 6 opgenomen. Tevens is de door de NV Waterleiding Friesland geproduceerde hoeveelheid ijzer weergegeven. Uit deze tabel 7 6 blijkt dat de behoefte aan Fe groter is dan de NV Waterleiding Friesland kan leveren. Dit is ook het geval als in het jaar 2000 ten behoeve van de mechanische ontwatering van rioolwaterzuiveringsslib minder ijzer nodig is.

Tabel 7 6 IJzerproduktie en -behoefte in Friesland in ton Fe per jaar

Proces	produktie	behoefte
drinkwaterproduktie	350	
defosfatering*		734
rioolwaterzuiveringsslibontwatering 1995		400
rioolwaterzuiveringsslibontwatering 2000		210

\* gebaseerd op een Me/P molverhouding van 1

## 7.5 Verwerking van ijzerhydroxideslib tot nu toe.

Tot op heden werd het ijzerhydroxideslib van de NV Waterleiding Friesland opgeslagen in bassins op de terreinen van de drinkwaterproduktielokaties. Sedert 1986 voert de NV Waterleiding Friesland circa 10% van de produktie aan ijzerhoudend slib af naar rioolwaterzuiveringsinstallaties in Friesland en Overijssel. Het slib wordt ingezet voor binding van het agressieve H<sub>2</sub>S in slibgistingstanks. Na 1989 is de vraag naar dit slib overigens afgenomen doordat in toenemende mate ijzerzouten gedoseerd worden ten behoeve van defosfatering en het H<sub>2</sub>S op die wijze gebonden wordt.

## 7.6 Samenstelling van ijzerhydroxideslib van de NV Waterleiding Friesland.

Van het ijzerhydroxideslib van alle pompstations zijn nauwkeurige analyses bekend bij de NV Waterleiding Friesland. In tabel 7.7 zijn de belangrijkste gegevens opgenomen.

Tabel 7.7 Analyse van de belangrijkste parameters van ijzerhydroxideslib in Friesland, in procenten van de drogestof

Lokatie	Spannenburg	Noordbergum
organische stof	18	15
gloeirest	82	85
Fe(OH) <sub>3</sub>	65	72
CaCO <sub>3</sub>	10	10
Mn(OH) <sub>2</sub>	0,3	0,3
Mg(OH) <sub>2</sub>	0,2	0,2

## 7.7 Onderzoek naar de toepasbaarheid van ijzerhydroxideslib.

Om na te gaan of het ijzerhydroxideslib van de NV Waterleiding Friesland op te werken is tot een produkt dat toepasbaar is in het rioolwaterzuiveringsproces of de rioolwaterzuiveringsslibontwatering zijn verscheidene experimenten uitgevoerd op laboratoriumschaal en technische schaal.

Op laboratoriumschaal zijn de volgende experimenten uitgevoerd: ontwatering van ijzerhydroxideslib, aanzuren en oplossen van ijzerhydroxideslib, schuimbestrijding tijdens het oplosproces, gasontwikkelingssnelheidsbepaling, conditioneren van rioolwaterzuiveringsslib en ontwatering van rioolwaterzuiveringsslib. Op technische schaal zijn de volgende experimenten uitgevoerd: ontwateren en aanzuren van ijzerhydroxideslib. Het op technische schaal vervaardigde ferrichloride is aan het rioolwaterzuive-

ringsproces toegevoegd ten behoeve van defosfatering. De voornoemde experimenten zullen in navolgende besproken worden. De experimenten zijn deels door KIWA, deels door de NV Waterleiding Friesland en deels door de Provincie Friesland uitgevoerd.

#### Ontwatering van ijzerhydroxideslib op labschaal

De proeven op labschaal waren gericht op het zoeken naar de optimale condities waaronder ijzerhydroxideslib ontwaterd kan worden. Verschillende polymeren werden getest. Als beste polymeer kwam voor zowel het slib van Noordbergum als van Spannenburg, Zetag 57, een kationactief polymeer, uit de bus. Andere slibben zullen wellicht met andere polymeren behandeld moeten worden. Het type polymeer en de optimale dosering zal proefondervindelijk bepaald moeten worden. De proeven op labschaal werden uitgevoerd met behulp van een Mareco minipers. De optimale doseringen en behaalde resultaten zijn in tabel 7.8 weergegeven.

Tabel 7.8 Optimale pe-dosering en bereikt drogestofgehalte van ijzerhydroxideslib op labschaal

Pompstation	polymeerdosering (gram / kg droge stof)	eindresultaat (% droge stof)
Noordbergum	3 - 5	30
Spannenburg	5 - 7	28

#### Ontwatering van ijzerhydroxideslib op praktijkschaal

Ontwatering op praktijkschaal heeft zowel op de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Sneek als op het pompstation te Noordbergum plaatsgevonden, op beide lokaties met dezelfde zeefbandpers. Deze zeefbandpers was aanwezig op de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Sneek voor andere doeleinden. Circa 8 m<sup>3</sup> slib is vanaf de pompstations te Spannenburg en Noordbergum naar Sneek vervoerd en daar geperst, in afzonderlijke charges. Deze experimenten zijn gebruikt om een aantal parameters te variëren en daardoor het persen op praktijkschaal te optimaliseren. Het optimale resultaat van elk experiment is in de tabellen 9 en 10 weergegeven.

Tabel 7 9 Gegevens van ontwatering van ijzerhydroxideslib  
van het pompstation Noordbergum op praktijkschaal

Slibpomp		pe pomp	pe dose- ring	band- snel- heid	band- druk	rol- druk	resul- taat
m <sup>3</sup> /uur	kg ds/ uur <sup>1)</sup>	gr/uur	gr/kg ds	m/min	bar	bar	% ds
3 27	194	768	3 96	2 0	5	4	31 9

1) à 5 92 % droge stof

pe = poly-electroliet

De pe-concentratie bedroeg 2 kg/m<sup>3</sup>

De statische menger had een diameter van 50 mm

Tabel 7 10 Gegevens van ontwatering van ijzerhydroxideslib  
van het pompstation Spannenburg op praktijkschaal

Slibpomp		pe pomp	pe dose- ring	band- snel- heid	band- druk	rol- druk	resul- taat
m <sup>3</sup> /uur	kg ds/ uur <sup>1)</sup>	gr/- uur)	gr/kg ds	m/min	bar	bar	% ds
3 1	161	1050	6 52	1 7	4	2	28 4

1): à 5 19 % droge stof

De pe-concentratie bedroeg 3 kg/m<sup>3</sup>

De statische menger had een diameter van 50 mm

Het blijkt, dat de proeven op labschaal uitstekend te vertalen zijn naar de praktijk. Eveneens wordt duidelijk dat het ontwateringsproces met behulp van een zeefbandpers van een groot aantal parameters afhankelijk is. Optimalisatie van het proces zal leiden tot een zo hoog mogelijk drogestofgehalte en een minimaal gebruik van polymeer.

In de tweede fase van het onderzoek is de pers naar het pompstation Noordbergum vervoerd. Bij de experimenten op het pompstation in Noordbergum is de volgende procedure gevolgd. Het slibwatermengsel werd uit het slibreservoir van het waterleidingbedrijf gepompt en na toevoeging van

polymeer door de pers gevoerd Verschillen in drogestofgehalte in de slibbufferbak, veroorzaakt door discontinu vullen van de bak ten gevolge van de normale bedrijfsvoering van het pompstation, leverde het grootste probleem op omdat in dat geval of te veel of te weinig polymeer gedoseerd werd De beste resultaten worden bereikt door slib te persen met een zo constant mogelijk drogestofgehalte

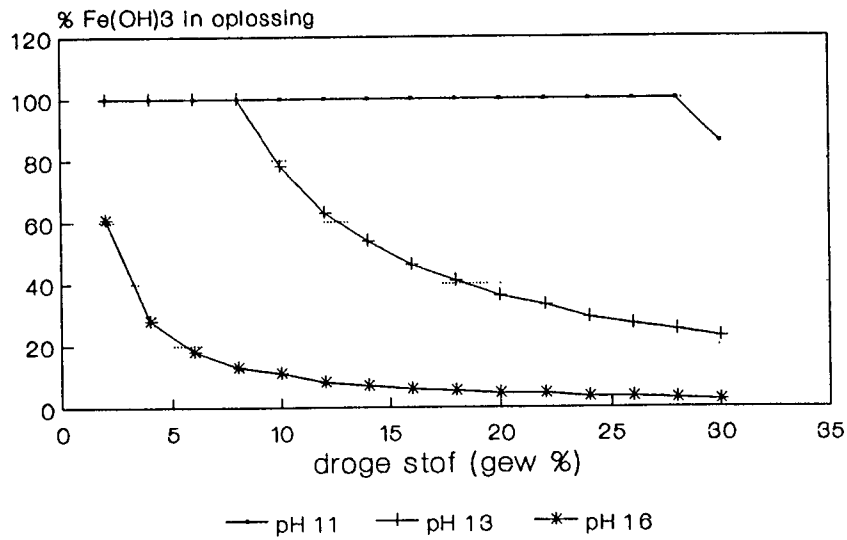
Op het pompstation is  $7.5 \text{ m}^3 = 5 \text{ ton}$  geperst slib geproduceerd Dit geperste materiaal is afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Sneek

#### Aanzuurexperimenten op labschaal

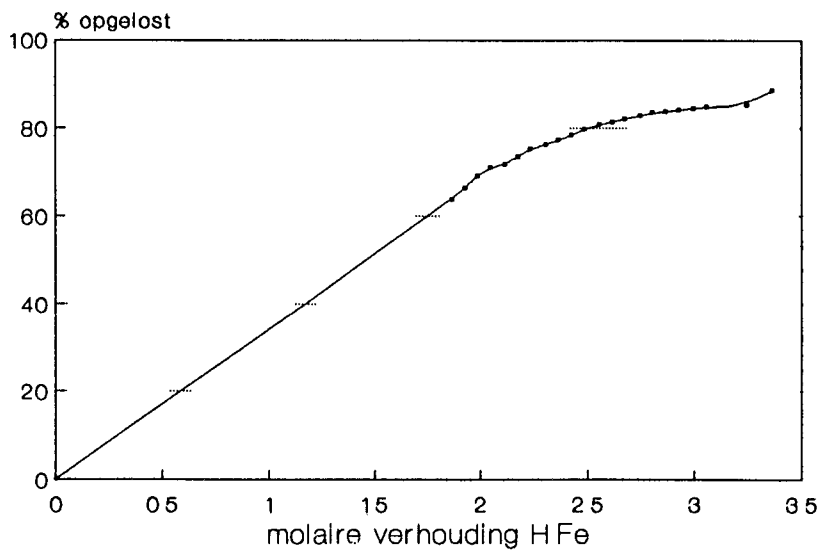
Op laboratoriumschaal zijn enige aanzuurexperimenten met zoutzuur uitgevoerd Het toepassen van zoutzuur ligt om milieuhygiënische en economische redenen voor de hand Vanwege de vorming van gips is zwavelzuur niet toepasbaar Fosforzuur en salpeterzuur zijn eveneens ongeschikt omdat daardoor nutriënten aan het afvalwater toegevoegd worden Oxaalzuur zou nog mogelijkheden kunnen bieden, maar is financieel niet aantrekkelijk.

Het doel was het bereiden van ferrichloride, dat bruikbaar zou kunnen zijn bij het defosfateringsproces op rioolwaterzuiveringsinstallaties of bij de ontwatering van rioolwaterzuiveringsslib De hoeveelheid toe te voegen zoutzuur hangt af van het ijzergehalte in het ijzerhydroxideslib en het drogestofpercentage van het geperste slib In figuur 7.2 zijn de berekende percentages opgelost ijzer weergegeven in relatie tot de pH van de oplossing en het drogestofgehalte





Figuur 7 2 Berekend percentage opgelost  $\text{Fe(OH)}_3$ , als functie van het droge stofgehalte van slib voor verschillende pH's van de oplossing [bron: KIWA]



Figuur 7 3 Oploesexperiment met ijzerhydroxideslib uit Noordbergum [bron: KIWA]

In figuur 7 3 zijn de resultaten van het oplosexperiment op labschaal weergegeven. Het ijzerhydroxideslib is na kunstmatige ontwatering tot 30% drogestof aangezuurd met zoutzuur. Na aftrek van de hoeveelheid zuur verbruikt bij het oplossen van de kalk (10% van de drogestof) is de molverhouding H:Fe berekend. Het percentage onopgelost slib is gemeten met een ultrasone dichtheidsmeter (Nishihara NU-VSP).

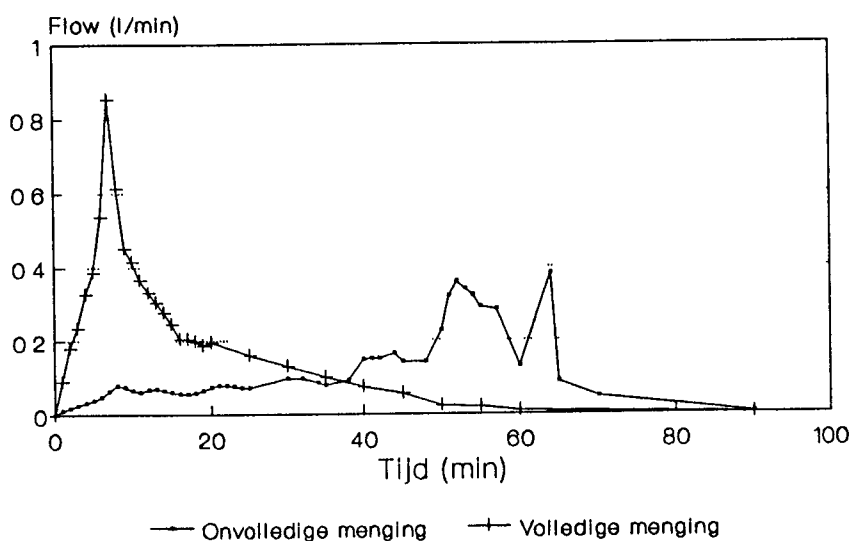
Omdat het ijzerhydroxideslib van zowel Spannenburg als Noordbergum circa 10% calciumcarbonaat bevat, ontstaat tijdens het oplosproces relatief veel schuim. Het schuimvolume kan oplopen tot 100% van het volume van de oplossing. Omdat de reactie exotherm verloopt (de stijging van de temperatuur bedraagt 20 à 30 graden), droogt het schuim na verloop van tijd uit en vormt een harde structuur. Op labschaal zijn experimenten uitgevoerd om de schuimvorming beperkt te houden. Het middel Structol J660 is ingezet als schuimbestrijdingsmiddel bij het oplossen van ijzerhydroxideslib, zowel op labschaal als op praktijkschaal. Door toevoeging van dit produkt bleef het schuimprobleem goed beheersbaar. Niet alleen ontstond veel minder schuim, het schuim was ook beter handelbaar. In plaats van het ontstaan van een harde schuimlaag ontstond een olieachtige schuimlaag. Als schuimbestrijdingsmiddel is Structol J660 van de firma van Koutrik BV te Hilversum toegepast. Voor hetzelfde doel kan ook Afranil AP PR8233 van de firma BASF te Arnhem gebruikt worden. In slibgistingstanks bedraagt de aanbevolen dosering 5 à 50 ppm per dag. Het resultaat van de experimenten met schuimbestrijding is in tabel 7 11 weergegeven.

Tabel 7 11 Aantal cm schuim in maatcilinders met ijzerhydroxideslib met en zonder schuimbestrijdingsmiddel

opmerkingen	cm schuim zonder structol	cm schuim met structol
rustig mengen	8	2 5
schudden	9	0 5
flink schudden	9	0 1

### Bepaling van de gasontwikkeling op labschaal

De gasontwikkeling van 1 kg slib à 32% drogestof van het pompstation te Noordbergum is op labschaal bepaald. Gedurende een uur werd in totaal 600 ml zoutzuur à 37,5% aan het slib toegevoegd in een luchtdicht afgesloten erlenmeyer van 5 liter. De toevoegsnelheid was 10 ml per minuut. De gasflow werd gemeten met een Schlumberger natte precisie gasmeter. Menging van slib en zuur vond plaats door de erlenmeyer te plaatsen op een schudmachine. De mate van menging van het slibmonster gedurende het experiment bleek grote invloed te hebben op de gasontwikkeling. Bij volledige menging (schudapparaat 160 rpm, amplitude 5 cm) bleek het grootste deel van het koolzuurgas in het eerste kwartier vrij te komen. Dit is ook in overeenstemming met de theorie. Het carbonaat/koolzuurgas evenwicht behoort bij een zuurgraad lager dan pH 3 volledig aan de koolzuurkant te liggen. Bij pH 3 is er echter nog maar weinig ijzerhydroxide opgelost. Bij een onvolledige menging (schudapparaat 80 rpm, amplitude 5 cm) gaan delen van het slib in oplossing terwijl andere delen "onaangetast" blijven. De gasontwikkeling vindt dan meer verspreid over het uur plaats. De gasontwikkeling is bij onvolledige menging minder voorspelbaar. De totale gasproduktie was bij beide experimenten gelijk. In Figuur 7.4 is de gasontwikkeling van beide experimenten als functie van de tijd weergegeven.



Figuur 7.4 De gasontwikkeling van 1 kg slib à 32% drogestof van het pompstation Noordbergum [bron: KIWA]

Aanzuurexperimenten op praktijkschaal

Op de rwzi te Sneek wordt gedefosfateerd volgens het principe van simultane precipitatie met ferrosulfaat. Normaliter wordt gedefosfateerd door kristallijn ferrosulfaat in de kelder van het defosfateringsstation te storten en op te lossen. Deze oplossing wordt daarna geleidelijk in het beluchtingscircuit gedoseerd. Ferrosulfaat wordt als korrelvormig produkt in een hoeveelheid van 25 ton in een bunker gestort. Vanwege de korrelvormige losse structuur levert het storten van dit materiaal geen problemen op. Het stortgedrag van het verkleefde ijzerhydroxideslib was echter totaal anders. Het ijzerhydroxideslib, dat op het pompstation te Noordbergum ontwaterd was, stortte als vaste massa naar beneden en riep de nodige reactiekrachten op.

Aan het ijzerhydroxideslib is een antischuimmiddel en  $\pm 1,5 \text{ m}^3$  30 %-ig zoutzuur toegevoegd. Tijdens deze proef ontweken zoutzuurdampen waardoor beschermende maatregelen getroffen moesten worden. Het doseren van de op deze wijze gefabriceerde ferrichloride had de volgende consequenties:

- Het defosfateringsstation is voorzien van een membraampompje voor de dosering. Het ferrichloride bevatte veel zwevend materiaal, dat aan de kogeltjes in de pomp kleefde, waardoor deze na verloop van tijd niet goed meer functioneerde en meerdere keren schoongemaakt moest worden. Dit is waarschijnlijk te wijten aan fijn verdeelde silicaten in de oplossing.
- Het opgeloste materiaal bleek nog te ontgassen tijdens het doseren. Dit leverde geen problemen op voor het defosfateringsproces, maar werd door de klaarmeester wel als hinderlijk ervaren in verband met het controleren van de capaciteit van de instelbare doseerpomp en de meting van de soortelijke massa met behulp van een aërometer.

In tabel 7.12 is een vergelijking van commercieel ijzerchloride en het op Sneek gemaakt ijzerchloride opgenomen.

Tabel 7 12 Vergelijking van commercieel en op de rwzi te Sneek  
gemaakt ijzerchloride

IJzerchloride	commercieel	"Sneek"
soortelijke massa (kg/m <sup>3</sup> )	1425	1195
% FeCl <sub>3</sub>	40	± 18 3
Fe (kg/m <sup>3</sup> )	196	(75) <sup>1</sup> 61 <sup>2</sup>

1: volgens berekening

2: volgens analyse

Het op Sneek gemaakte ferrichloride is minder geconcentreerd dan commercieel ferrichloride

#### Conditionering en ontwatering van rioolwaterzuiveringsslib op labschaal

Slibconditionering vindt plaats door 7% FeCl<sub>3</sub> en 30% Ca(OH)<sub>2</sub> aan het rioolwaterzuiveringsslib toe te voegen, op basis van drogestof. Op labschaal zijn twee proeven uitgevoerd. De ontwateringskarakteristiek is bepaald van slib dat zowel, op praktijkschaal, in de filterpers van chemicaliën is voorzien als slib dat geconditioneerd is met zelfgemaakt ferrichloride afkomstig van de rwzi te Sneek.

Wanneer minder geconcentreerd ijzerchloride gedoseerd wordt, moet meer volume toegevoegd worden, om de toegevoegde hoeveelheid FeCl<sub>3</sub> gelijk te houden. Ten behoeve van de ontwateringsproeven is hier rekening mee gehouden. De ontwateringsproeven zijn evenals de ontwateringsexperimenten met het ijzerhydroxideslib, uitgevoerd met behulp van een Mareco mini-pers. De ontwateringskarakteristieken zijn opgenomen in tabel 7 13.

Tabel 7 13 Vergelijking van ontwateringskarakteristieken van ontwaterd rioolwaterzuiveringsslib, geconditioneerd met commercieel en van de rwzi te Sneek afkomstig ijzerchloride

Ferrichloride	commercieel	"Sneek"
afzuigtijd 60 ml (sec)	85	80
afzuigtijd 75 ml (sec)	135	105
perstijd 170 ml (min)	2	2 5
perstijd 190 ml (min)	5	4
einddrogestofgehalte (%)	38 7	36 7

Uit deze resultaten blijkt dat het op Sneek gemaakte ferrichloride niet een significant slechtere ontwateringskarakteristiek oplevert op lab-schaal dan commercieel ferrichloride, ondanks dat door de minder geconcentreerde ferrichloride-oplossing meer water afgevoerd moest worden. Met het oog op logistieke problemen alsmede de verstoppingservaringen van de doseerpomp die op Sneek zijn opgedaan, is afgezien van het testen van het op Sneek geproduceerde ferrichloride op praktijkschaal in de filterpersinstallatie.

Het onderzoek is tot op heden zo succesvol verlopen, dat de Provincie Friesland en de NV Waterleiding Friesland de intentie uitgesproken hebben het project uit te werken. Door beide partijen zullen voorzieningen getroffen worden. Het voornemen bestaat om de levering en afname van ijzerhydroxideslib in overeenkomst vast te leggen. Bij de uitvoering hiervan zal gestreefd worden naar een efficiënte bedrijfsvoering en minimale kosten voor beide partijen.

Het ijzerhydroxideslib zal op de terreinen van de pompstations van de NV Waterleiding Friesland ontwaterd worden, waarna het geperste slib naar de filterpersinstallatie van de Provincie Friesland afgevoerd zal worden. Op

het terrein van de filterpersinstallatie zal de ferrichloride-oplossing bereid worden

Door het waterleidingbedrijf te nemen maatregelen.

Toepassing van ijzerhydroxideslib als grondstof voor het rioolwaterzuiveringsproces of het conditioneren van rioolwaterzuiveringsslib betekent, dat het drinkwaterbedrijf zorg moet dragen voor ontwatering en mogelijk transport van slib. Uitvoering van ontwatering en transport van slib zal onder de volgende randvoorwaarden plaatsvinden:

- verwijderen inert materiaal zoals filterzand,
- voldoende buffercapaciteit om het spoelwater, dat discontinu vrijkomt, op te vangen,
- scheiding aanbrengen tussen water- en slibfase,
- slibindikking tot 3 à 5 % droge stof,
- slibontwatering tot een drogestofgehalte, dat financieel het meest aantrekkelijk is,
- opvang ontwaterd ijzerhydroxideslib in een container,
- transport naar het oplosstation op één der terreinen van de waterkwaliteitsbeheerder, in charges van 5 m<sup>3</sup>

Om aan deze voorwaarden te kunnen voldoen, zal het drinkwaterbedrijf voorzieningen moeten treffen

Specifiek voor het ontwateren van ijzerhydroxideslib zijn de volgende voorzieningen nodig: slibdoseerpomp, polymeeraanmaakinstallatie, een zeeffandpers of centrifuge, leidingwerk en besturingstechnologie

Een gravitatie-indikker zal gebouwd worden om het ijzerhydroxideslib verder te ontwateren. Wellicht dat een deel van het filtraat uit de ontwateringseenheid teruggevoerd kan worden naar het influent van de indikker zodat nog gebruik gemaakt kan worden van eventuele restanten polymeer. De indikker zorgt er eveneens voor dat de ontwateringseenheid gevoed kan worden met ijzerhydroxideslib met een constant drogestofgehalte. Ontwatering kan plaatsvinden met zeeffandpersen, filterpersen of centrifuges. De proeven zijn uitgevoerd met behulp van een zeeffandpers, doch louter en alleen omdat die op de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Sneek beschikbaar was. De ontwateringsapparatuur vergt een installatie

voor (aanmaak en) dosering van polymeer. Getracht zal worden het geperste materiaal direct in een container te storten en het daarin ook te vervoeren.

Door de waterkwaliteitsbeheerder te nemen maatregelen.

De Provincie Friesland is voornemens op het terrein van de filterpersinstallatie te Heerenveen een oplosstation voor ijzerhydroxideslib te bouwen. Er is een concept technologisch ontwerp. Het proces zal batchgewijs plaatsvinden. Een continu proces wordt minder geschikt geacht om de volgende redenen;

- De aanvoer zal plaatsvinden in containers en vindt derhalve discontinu plaats. Een continu oplosproces zou buffercapaciteit vergen op de filterpersinstallatie.
- Het oplossen is een driefasen proces. De vaste- vloeistof- en gasfase zijn tegelijkertijd in de reactor aanwezig, waarbij de gasfase continu uit de reactor gevoerd moet worden. De procesbeheersing wordt bij een continu proces moeilijk.

Het oplosstation zal de volgende hoofdonderdelen moeten bevatten;

- zoutzuuropslag,
- ferrichlorideopslag,
- opslag voor het schuimbestrijdingsmiddel,
- een transporteur,
- een oplosbunker,
- een gaswasser,
- meet en regelapparatuur,
- appendages, pompen, leidingwerk

Het geperste ijzerhydroxideslib heeft een compacte structuur en gedraagt zich als een vaste massa. Het in één keer storten van dit materiaal in de oplosbunker zal zeer grote krachten in de stortbunker opwekken. Om dit probleem op te lossen kunnen constructieve maatregelen genomen worden door de stortbunker sterk genoeg te maken om de reactiekrachten op te kunnen vangen. Het probleem is ook te ondervangen door een stortbunker op maaiveldhoogte te creëren voorzien van een transportschroef. Het ijzerhydroxideslib kan dan in deze (tussen)bunker gestort worden waarbij slechts



een geringe hoogte overbrugd wordt. Daarna kan vanuit deze bunker het slib geleidelijk in de stortbunker gestort worden met behulp van de transportschroef.

## 7.8 Kostenramingen.

Kosten voor het drinkwaterbedrijf

De kosten voor het drinkwaterbedrijf zijn te splitsen in enerzijds de investeringskosten voor de ontwateringsinstallatie en anderzijds de operationele of exploitatiekosten, zijnde de kosten voor de benodigde chemicaliën en de transportkosten.

De investeringskosten, opgesplitst in procestechnische, bouwkundige en onvoorzien kosten zijn voor een drie-tal opties gegeven in tabel 7 14.

Tabel 7 14 Geraamde investeringskosten voor het drinkwaterbedrijf

Omschrijving	zeefbandpers	centrifuge	NV WLF
proces	200 000 /	200 000 /	50 000
technisch	400 000	400 000	
bouwkundig	200 000	200 000	200 000
onvoorzien	50 000	50 000	50 000
totaal	450 000 / 650 000	450 000 / 650 000	300 000

Uit tabel 7 14 blijkt dat er geen verschil in investering is tussen toepassing van een zeefbandpers en een centrifuge. De kosten voor de NV WLF vallen aanzienlijk lager uit, daar tegen schrootprijs een zeefbandpers van de Provincie Friesland overgenomen kan worden. De jaarlijkse kapitaallasten kunnen berekend worden door uit te gaan van afschrijving van deze investeringen in 10 jaar op annuïteitsbasis tegen een interestvoet van 8%. De jaarlijkse kosten van de drie opties in tabel 7 14 zijn uitgesplitst in kapitaallasten, kosten voor chemicaliën, energiekosten en transportkosten en worden gegeven in tabel 7 15.

Tabel 7 15 Jaarlijkse kosten voor het drinkwaterbedrijf

Omschrijving	zeefbandpers	centrifuge	NV WLF
kapitaallasten	31 000 - 62 500	31 000 - 62 500	7 800
chemicaliën	50 000	100 000	50 000
energie	?	?	?
transport	75 000	75 000	75 000
totaal	156 000 <sup>+</sup> - 187 500 <sup>+</sup>	156 000 <sup>+</sup> - 187 500 <sup>+</sup>	132 800 <sup>+</sup>

De Provincie Friesland raamt de benodigde investeringen op f 1 000 000, waarvan de helft besteed zal worden aan civieltechnische delen en de helft aan mechanisch elektrische delen. Civieltechnische investeringen worden in dertig jaar afgeschreven, mechanisch-elektrische in 15 jaar. Bij een rentevoet van 9% bedraagt de jaarlijkse annuïteit f 110 698.

#### Vergelijking van kosten.

Voor de situatie in Friesland is een kostenvergelijking gemaakt, gebaseerd op de veronderstelling dat wanneer de NV Waterleiding Friesland het ijzerhydroxideslib niet aan de Provincie Friesland aangeboden kan worden, ontwateren en storten op een openbare stortplaats het enige redelijke alternatief is. De kostenvergelijking is gebaseerd op 340 ton ijzer, zijnde de jaarproduktie van de NV Waterleiding Friesland, onder aftrek van 10 ton voor natte afzet voor de bestrijding van H<sub>2</sub>S in slibgistingstanks. Door wijziging van voornoemde veronderstelling kan het kostenplaatje er anders uit komen te zien. Op basis van de hier gegeven veronderstelling spelen de ontwateringskosten in de kostenvergelijking geen rol. Daarnaast is uitgegaan van de prijzen die genoemd zijn in tabel 7 16. Deze prijzen zijn inclusief BTW.

Tabel 7 16

zoutzuur	f 263 31 per ton
stortkosten	f 100 73 per ton
commercieel ferrichloride 40%	f 383 00 per ton

De kosten van twee alternatieven zijn geraamd

- Alternatief 1

De NV Waterleiding Friesland ontwatert het ijzerhydroxideslib en voert dit af naar een stortplaats. De Provincie Friesland past commercieel ijzerhydroxide toe voor haar slibontwateringsproces en stort de verkregen slibkoeken op een stortplaats.

Tabel 7 17 Vergelijking van kostenramingen

Jaarlijkse kosten	Alternatief 1, (f)	Alternatief 2, (f)
NV Waterleiding Friesland		
stortkosten	352 538	-
cycloon	-	1 200
Provincie Friesland		
Ferrichloride	946 753	-
Zoutzuur	-	534 519
oplosstation	-	110 698
onderhoud	-	24 000
personeel	-	13 000
totaal	1 299 291	683 417

- Alternatief 2

De NV Waterleiding Friesland ontwatert het ijzerhydroxideslib en voert dit af naar de filterpersinstallatie van de Provincie Friesland. De Provincie Friesland bereidt ferrichloride en gebruikt dit voor het

ontwateren van rioolwaterzuiveringsslib Het ontwaterde slib wordt uiteindelijk gestort op een stortplaats

De vergelijking van de kostenramingen is opgenomen in tabel 7 17

Alternatief 2 is jaarlijks f 615 874 goedkoper dan alternatief 1

In tabel 7 18 zijn de (geraamde) kosten voor verschillende ijzerzouten op een rij gezet

Tabel 7 18

IJzerzout	kosten (f / kg Fe)
Ferri(III)chloride, commercieel	2 78
Ferro(II)sulfaat, commercieel	0 77
Ferri(III)chloride, zelfgemaakt	2 00

Het in eigen beheer aangemaakte ferrichloride blijkt per kg ijzer goedkoper te zijn dan commercieel verkrijgbaar ferrichloride, maar duurder dan ferrosulfaat Vanuit economisch oogpunt is het derhalve niet aantrekkelijk zelfgemaakt ferrichloride toe te passen voor simultane defosfatering in plaats van ferrosulfaat