

Mededeling 67

PRODUKTIE, VERWERKING EN BESTEMMING VAN DRINK-
WATERSLIB

ir. H.M.M. Koppers

Vakgroep Procestechnologie

Tevens Mededeling nr. 4 van de Werkgroep
Slibverwerking

Rijswijk, februari 1982

VOORWOORD

Onder de KIWA-commissie Vlokvorming en Vlokverwijdering ressorteren enkele werkgroepen, die een aantal deelstudies uitvoeren op het gebied van het coagulatieproces. Een hiervan is de Werkgroep Slibverwerking, die als volgt is samengesteld:

Coördinator:

dr.ir. A. Graveland - Gemeentewaterleidingen
Amsterdam

Secretaris:

ir. H.M.M. Koppers - KIWA N.V.

Leden:

Ir. A.N. van Breemen - Laboratorium voor Gezond-
heidstechniek
Technische Hogeschool
Delft

ir. F. van Menxel - I.V. Antwerpse Waterwerken
N.V.

ir. P.C. Kamp - Provinciaal Waterleiding-
bedrijf van Noord-Holland

drs. J. van der Laan - Waterleidingbedrijf
Midden-Nederland

dr.ir. A.P. Meijers - KIWA N.V.

ir. A.J. van der Veer - Drinkwaterleiding
Rotterdam

ir. A.F.M. van Velzen - Landbouwhogeschool
Wageningen

De doelstellingen van de Werkgroep Slibverwerking luiden als volgt:

1. Het verkrijgen van inzicht in de eigenschappen en het gedrag van slib, dat vrijkomt bij oppervlaktewater- en grondwaterverwerkende

bedrijven.

2. Nagaan hoe met dit inzicht processen kunnen worden beïnvloed om het volume van het vrijkomende slib te verkleinen.
3. Inventariseren en ontwikkelen van technieken en apparatuur, die ten behoeve van deze volumeverkleining worden of kunnen worden gebruikt.
4. Nagaan welke bestemmingsmogelijkheden (inclusief hergebruik) aanwezig zijn of gevonden kunnen worden voor het residu, dat na verwerking overblijft.
5. Contact leggen met de afvalwatersector, vanuit een visie, welke gericht is op toepassing van slibverwerking in de drinkwatersector.

In het kader van deze doelstellingen heeft de Werkgroep een aantal rapporten opgesteld, die als KIWA-mededeling zijn uitgebracht.

In deze mededeling van de Werkgroep worden kwantitatieve gegevens verstrekt met betrekking tot de produktie, verwerking en bestemming van slib afkomstig van de drinkwaterbereiding. Deze mededeling kwam tot stand dankzij de welwillende medewerking van Nederlandse en Belgische waterleidingbedrijven. Ook is dank verschuldigd aan ing. C.A. van Bennekom, ir. G.W. Ardon, J.L.M. Hooymans en ir. J. Leentvaar.

<u>INHOUD</u>	<u>Blz.</u>
SUMMARY	5
SAMENVATTING	7
1 INLEIDING	9
2 ENQUETE BETREFFENDE DE PRODUKTIE, VERWERKING EN BESTEMMING VAN DRINK- WATERSLIB	11
3 ONTSTAANSWIJZE EN PRODUKTIE VAN SLIB	15
3.1 Onstaanswijze	15
3.1.1 Voorbezinking	16
3.1.2 Microzeving	16
3.1.3 Snelfiltratie	17
3.1.4 Coagulatie	20
3.1.5 Ontharding	22
3.2 Slibproduktie bij waterleidingbedrijven	22
4 BEHANDELING VAN HET AFVALWATER EN SAMENSTELLING VAN HET SLIB	27
4.1 Behandeling van het afvalwater	27
4.2 Samenstelling van het slib	33
5 VERWERKING EN BESTEMMING VAN DRINK- WATERSLIB	39
5.1 Statische bezinking/slibindikking	42
5.2 Droogbedden/slibvijvers	44
5.3 Lozing/afvoer	46

	<u>Blz.</u>
6 KOSTEN VAN VERWERKING EN BESTEMMING VAN DRINKWATERSLIB	49
7 PROBLEMEN TEN AANZIEN VAN DE VERWER- KING EN BESTEMMING VAN DRINKWATER- SLIB	51
7.1 Huidig probleem	51
7.2 Korte termijn probleem	52
7.3 Lange termijn probleem	52
8 CONCLUSIES	55
9 AANPAK SLIBPROBLEMATIEK BIJ ENKELE BELGISCHE WATERLEIDINGBEDRIJVEN	59
10 AANBEVELINGEN	65
LITERATUUR	67
BIJLAGE I KIWA-NAVEWA bedrijfsenquête	69
BIJLAGE II Stoffen- en processenbesluit Wet chemische afvalstoffen	81

SUMMARY

In order to attain to a more structured approach an inquiry has collected data both on the nature and the total load of waterworks sludge and on the practices of sludge treatment and disposal. Within the scope of the VEWIN Research Program in 1978 an inquiry was held by the KIWA working group Sludge Treatment among 67 Dutch water companies. These companies produce more than 70 % of the annual production of drinking water in the Netherlands. The inquiry also collected data from several Belgian waterworks.

The liquid volume of waste generally varies from 1 - 3 % of the water filtered for waterworks applying mainly filtration to about 5 % for waterworks applying an additional coagulation, microstraining or softening. The total of waterworks sludges is estimated to amount to 30,000 tons per year as dry solids.

The total solids load per location is usually less than 100 tons per year, except for those works processing surface water or those having softening as a part of their treatment process.

Few data are known about sludge composition, in particular about the contents of some heavy metals. However, there are some indications that the arsenic content exceeds the standard of 50 mg/kg dry matter established by law.

About one third of the total load is dewatered by natural dewatering methods and disposed of as solid waste. Almost half of the total load is dumped in storage reservoirs and lagoons at the site of the treatment plant. The remainder is disposed of as liquid waste.

Sludge treatment and disposal costs are low and amount to approximately 0.1 - 0.5 ct/m³ drinking

water.

In the near future it is expected that the disposal of waterworks sludge will become a growing water treatment concern, especially for those locations having a high water production. The short term problems mainly comprise the separation of suspended matter from waste water and sludge dewatering.

In a number of Belgian waterworks mechanical sludge dewatering systems, e.g. filterpresses and centrifuges are applied.

The mechanically dewatered sludge is used as landfill material at the site of the treatment plant or is transported to disposal areas.

The handling and disposal costs for mechanically dewatered sludge amount to approximately 2 - 4 ct/m³ drinking water.

The short term problems mainly comprise sludge handling aspects, while in the near future more attention should be given to sludge disposal.

SAMENVATTING

Ten einde te komen tot een meer gestructureerde aanpak van de slibproblematiek bij waterleidingbedrijven, zijn gegevens verzameld omtrent de aard en omvang van de slibproduktie, de toegepaste verwerkingsmethoden alsmede de huidige bestemming van het drinkwaterslib. Hiertoe is in het kader van het Speurwerkprogramma van de VEWIN door de Werkgroep Slibverwerking van het KIWA een enquête gehouden onder 67 Nederlandse waterleidingbedrijven. Deze bedrijven verzorgden ruim 70 % van de drinkwaterproduktie in 1978. De enquête is tevens in België gehouden, om een indruk te krijgen van de aanpak van de slibproblematiek bij enkele Belgische waterleidingbedrijven. De enquête heeft onder meer de volgende gegevens opgeleverd.

Het volume slibhoudend afvalwater bedraagt in de regel, bij bedrijven die in hoofdzaak filtratie toepassen, 1 - 3 % van de hoofdstroom. Bij uitbreiding van de zuivering met coagulatie, microzeving of ontharding kan het afvalwatervolume oplopen tot circa 5 % van de hoofdstroom. De totale hoeveelheid droge stof die vrijkomt bij snelfiltratie, coagulatie en ontharding wordt geschat op 30.000 ton per jaar. Per produktielokatie bedraagt de droge stof hoeveelheid doorgaans minder dan 100 ton per jaar. Een uitzondering hierop vormen de lokaties, die oppervlaktewater als ruwwaterbron gebruiken dan wel ontharding als zuiveringsproces toepassen. Over de slibsamenstelling, in het bijzonder het gehalte aan enkele zware metalen, zijn weinig gegevens bekend. De indruk bestaat echter, dat het element arseen de wettelijk vastgelegde norm van 50 mg/kg droge stof in sommige gevallen zal overschrijden.

Circa een derde deel van de totale produktie wordt

via natuurlijke slibontwatering gedroogd waarna afvoer en opslag plaatsvindt. De helft van alle slib wordt opgeslagen in spaarbekkens en slibvijvers op het eigen terrein, terwijl het resterende deel zonder verdere behandeling wordt afgevoerd.

De kosten van de huidige verwerking en bestemming zijn gering en bedragen gemiddeld 0,1 - 0,5 ct/m³ geproduceerd drinkwater. De verwachting is, dat in de nabije toekomst de bestemming van het slib steeds meer problemen zal gaan opleveren, met name voor die lokaties met een grote drinkwaterproductie. De korte termijn problemen houden vooral verband met de afscheiding van slibstoffen uit het afvalwater, evenals met de ontwatering van het slib.

Bij een aantal Belgische waterleidingbedrijven wordt kunstmatige slibontwatering toegepast door middel van filterpersen en centrifuges. Het ontwaterde slib wordt gebruikt als ophoogmateriaal voor terreinen op de produktielokatie, terwijl tevens afvoer plaatsvindt naar terreinen buiten de lokatie.

De totale kosten voor de slibontwatering met behulp van centrifuges en filterpersen inclusief afvoer en opslag bedragen circa 2 - 4 ct/m³ afgeleverd drinkwater. De slibproblematiek bij Belgische waterleidingbedrijven op korte termijn omvat voornamelijk verwerkingsaspecten, terwijl bestemmingsaspecten in de nabije toekomst meer aandacht zullen gaan vragen.

INLEIDING

In het verleden is weinig aandacht besteed aan de behandeling van slibhoudend afvalwater van drinkwaterproduktiebedrijven. Het afvalwater werd veelal direct geloosd op het oppervlaktewater. In andere gevallen beperkte de verwerking van het slibhoudende afvalwater zich in hoofdzaak tot bezinking in bezinkvijvers. Het overloopwater werd geloosd, terwijl het bezinkbekken na volraken werd afgedekt met aarde dan wel dat het slib werd geruimd en afgevoerd. Met de voortschrijdende vervuiling van met name het oppervlaktewater hebben veelal gecompliceerde zuiveringsprocessen hun intrede gedaan. De aard van de afvalstromen veranderde hierdoor, terwijl eveneens de omvang van de afvalstroom toenam als gevolg van de stijgende waterproduktie.

Met het in werking treden van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren zijn eisen gesteld aan de kwaliteit van het afvalwater dat geloosd wordt op natuurlijke of kunstmatige waterlopen. Van vrij recente datum zijn wettelijke regelingen zoals Afvalstoffenwet en Wet chemische afvalstoffen, die verband houden met de afvoer en opslag van allerlei afvalstoffen in het milieu. Het geheel van wettelijke regelingen noopt de drinkwaterproduktiebedrijven tot het nemen van maatregelen ter beperking, adequate verwerking en bestemming van de afvalprodukten, die vrijkomen bij de drinkwaterbereiding.

Om te komen tot een gestructureerde aanpak van het afvalprobleem is door de Werkgroep Slibverwerking van het KIWA, in het kader van haar doelstellingen, een enquête opgesteld. Met deze enquête wordt beoogd om een overzicht te krijgen van

- samenstelling en hoeveelheid afvalwater, dat

- vrijkomt bij de bereiding van drinkwater uit grond- en oppervlaktewater;
- de toegepaste methoden voor de behandeling van het afvalwater, en de verwerking van het drinkwaterslib;
 - de huidige bestemming van het slib.

Deze enquête is tevens in overleg met de Werkgroep Slibbehandeling van de NAVEWA (Nationale Vereniging der Waterleidingbedrijven, België) in België gehouden.

ENQUETE BETREFFENDE DE VERWERKING EN BESTEMMING
VAN DRINKWATERSLIB

Het enquêteformulier, zoals dit is toegezonden aan de bedrijven, is opgenomen in bijlage I.

De zuiveringslokaties zijn ingedeeld naar gebruikte ruwwaterbron en produktiecapaciteit. De indeling wordt weergegeven in tabel 1. Aan de hand van deze indeling zijn de lokaties geselecteerd voor deelname aan de enquête.

Tabel 1 - Indeling van de zuiveringslokaties naar ruwwaterbron en produktiecapaciteit

Groep 1: Zuiveringslokaties voor de bereiding van drinkwater/halffabrikaat uit oppervlaktewater.
Groep 2: Zuiveringslokaties voor de bereiding van drinkwater uit duininfiltraat.
Groep 3: Zuiveringslokaties voor de bereiding van drinkwater uit grondwater/oeverinfiltraat. Produktiecapaciteit in 1978 groter dan $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.
Groep 4: Idem als 3. Produktiecapaciteit in 1978 tussen $5-10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.
Groep 5: Idem als 3. Produktiecapaciteit in 1978 tussen $1-5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Aan alle lokaties in de groepen 1, 2 en 3 die in 1978 drinkwater geproduceerd hebben zijn enquêteformulieren toegestuurd. Uit de groepen 4 en 5 zijn een aantal lokaties willekeurig geselecteerd. In totaal zijn 118 formulieren verzonden aan 67 waterleidingbedrijven. Hiervan hebben 65 bedrijven gereageerd, waarbij 116 formulieren zijn terugontvangen.

Tabel 2 geeft een overzicht van de verdeling naar

ruwwaterbron en afgeleverde hoeveelheid drinkwater in 1978.

Tabel 2 - Overzicht van de deelnemende produktielokaties.

ruwwaterbron	aantal lokaties	drinkwater- produktie (1978) 10 ⁶ m ³ /jaar
1. oppervlakte- water	11	165 (53,8*)
2. grondwater	80	354,5
3. oeverfiltraat	4	15,1
4. duininfiltraat	3	67,5
5. combinatie van 1,2,3 of 4	<u>7</u> 105	<u>101,3</u> 703,4

Van de resterende 11 produktielokaties met in totaal 29,8.10⁶ m³ geleverd water in 1978 bleken 8 het gewonnen water (grondwater) direct te distribueren.

Twee produktiebedrijven zijn voornemens om tot sluiting over te gaan, terwijl 1 lokatie slechts water wegpompt naar elders voor de bereiding tot drinkwater. Door de enquête wordt 74,2 % van de drinkwaterproduktie bestreken, zijnde 703,4.10⁶ m³ jaar tot drinkwater gezuiverd water en 29,8.10⁶ m³/jaar zonder behandeling gedistribueerd water (produktie in 1978: 988,3.10⁶ m³/jaar).

In tabel 3 is een indeling gemaakt van de lokaties naar de omvang van de produktie in 1978.

* halffabriek

Tabel 3 - Indeling van de lokaties naar de omvang van de produktie in 1978.

produktie 10 ⁶ m ³ /jaar	aantal lokaties	totale drinkwater- produktie 10 ⁶ m ³ /jaar
0 - 1	3	2,1
1 - 5	60	150
5 - 10	24	167,6
10 - 20	8	124,8
>20	<u>10</u>	<u>258,9</u>
	105	703,4

3 ONTSTAANSWIJZE EN PRODUKTIE VAN SLIB

3.1 Ontstaanswijze

Bij de bereiding van drinkwater uit de diverse ruwwaterbronnen worden de ongewenste bestanddelen afgevangen en verwijderd door de diverse zuiveringstrappen. Tijdens de zuivering kunnen allerlei hulpstoffen aan het water worden toegevoegd ten behoeve van een efficiëntere procesvoering of ter verbetering van de kwaliteit drinkwater. De bestanddelen afkomstig van de ruwwaterbron alsmede de toegevoegde hulpstoffen worden als nevenproduct, in de vorm van slibhoudend afvalwater, afgescheiden. Hierbij is de ruwwaterkwaliteit, evenals de toegepaste zuiveringstechniek van doorslaggevende betekenis voor de samenstelling en de hoeveelheid van de vrijkomende afvalstromen.

De in het afvalwater aanwezige bezinkbare en zwevende stoffen worden ook wel slib genoemd. Het slib kan worden ingedeeld naar de wijze waarop het bij de zuivering is ontstaan.

Tabel 4 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 4 - Slib vrijkomend bij de bereiding
van drinkwater

oorsprong slib	ruwwaterbron bron	aantal lokaties
voorbezinking	1	6
microzeving	1	4
filtratie	1,2,3,4,5	104
coagulatie	1,5	10
ontharding*	1,2,3,4,5	6

1 = oppervlaktewater

2 = grondwater

3 = oeverfiltraat

4 = duininfiltraat

5 = combinatie 1,2,3,4

3.1.1 Voorbezinking

In de spaarbekkens bezinken stoffen, zoals klei, zand en andere zware bezinkbare stoffen. Door het relatief grote oppervlak van deze bekkens zal de verwijdering van het slib met een geringe frequentie nodig zijn. De sediment-samenstelling kan door chemische en/of (micro)biologische processen veranderen. Uit de enquête is geen informatie verkregen aangaande het volume en het droge stofgehalte van het slib uit de voorbezinking.

3.1.2 Microzeving

Met behulp van microzeven worden voornamelijk algen en grotere deeltjes vaste stof uit het oppervlaktewater gefiltreerd. De afgevangen bestandde

* 3 lokaties ontharden volgens het pelletreactor-proces

len worden via een continue of discontinue water-spoeling van het filtrerend oppervlak verwijderd. De verwerking van deze afvalstroom kan geschieden in combinatie met een of meer afvalstromen uit het verdere procesverloop van de drinkwaterbereiding.

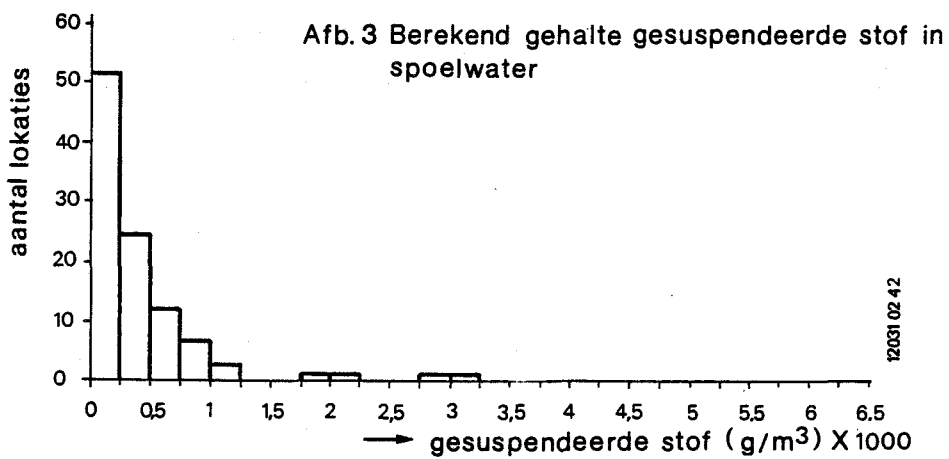
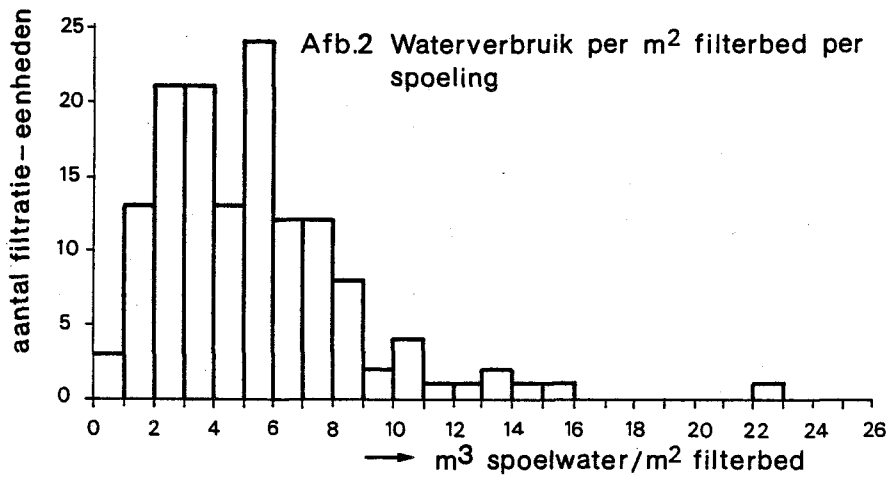
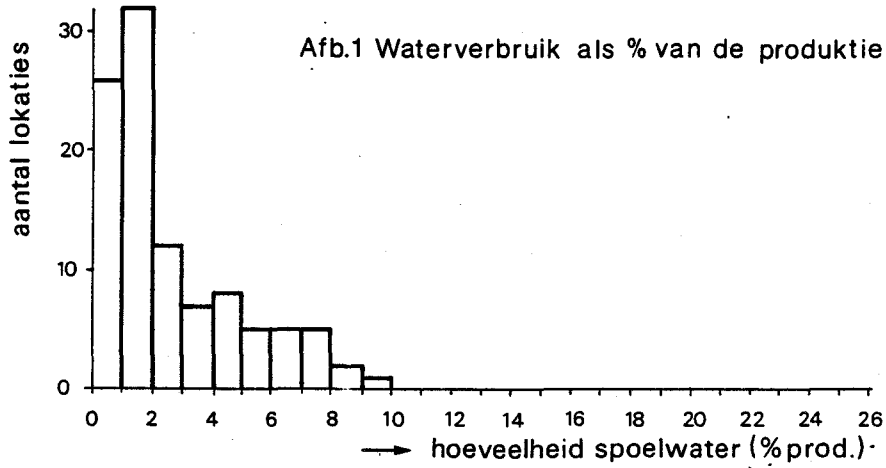
3.1.3 Snelfiltratie

Snelfiltratie wordt toegepast als vlokverwijderingstechniek bij de oppervlaktewaterzuivering en als zuiveringstrap bij de ontijzering en ontmanganing van grondwater. Aan het te filtreren water kunnen diverse hulpstoffen worden toegevoegd, zoals poederkool, kaliumpermanganaat, filtratiehulpmiddelen, loog, kalk etc.. De geaccumuleerde stoffen worden door periodiek spoelen van het bed uit het filter verwijderd. Hierbij komen in korte tijd grote hoeveelheden water vrij. De hoeveelheid spoelwater hangt af van de gevolgde spoelprocedure (snelheid, water of water en lucht, spoeltijd) en de frequentie waarmee het filterbed gespoeld wordt. In afbeelding 1 is het waterverbruik weergegeven als percentage van de drinkwaterproduktie. Afbeelding 2 illustreert het waterverbruik per m² filterbed per spoeling. Afbeelding 3 geeft een indruk over het gemiddelde droge stofgehalte van het spoelwater. Het tijdstip waarop het filterbed gespoeld wordt hangt af van verschillende criteria. Tabel 5 geeft deze criteria weer evenals het aantal produktielokaties die gebruik maken van een der onderscheiden spoelcriteria.

Na het spoelen wordt in sommige gevallen het eerste filtraat afgevangen, totdat het niveau aan bepaalde restverontreinigingen tot een minimale waarde is gedaald.

Tabel 5 - Criteria voor het spoelen van filters

criterium	aantal lokaties
1. op tijd	65
2. op druk	21
3. op hoeveelheid	3
4. op combinatie 1,2,3	13
5. geen opgave	2



12031 02 42

3.1.4 Coagulatie

De verwijdering van slecht bezinkbare stoffen en colloïdale deeltjes geschiedt door middel van coagulatie. Daartoe wordt aan het te behandelen water een vlokmiddel toegevoegd, waardoor gemakkelijker afscheidbare vlokken ontstaan. De gevormde vlokken kunnen van de waterfase worden afgescheiden door middel van sedimentatie, flotatie of filtratie.

De hoeveelheid droge stof die vrijkomt bij het coagulatieproces zal direct afhangen van het zwevende stofgehalte, het organische stofgehalte van het ruwe water en de dosis vlokmiddel, die tijdens het coagulatieproces wordt toegevoegd. Dosering van poederkool leidt eveneens tot een toename van de hoeveelheid droge stof. In mindere mate zal de slibproduktie worden bepaald door andere toevoegingen zoals pH correctie middelen, vlokhelpmiddel etc..

In tabel 6 wordt een beknopt overzicht gegeven van de ruwwatersamenstelling en de toegepaste vlokmiddeldosering op enkele oppervlaktewaterverwerkende lokaties.

Tabel 6 - Enkele kwaliteitsgegevens van het ruwe water en de toegepaste vlokmiddeldosering (ruwwaterbron oppervlaktewater)

lokatie	zwevende stof mg/l	TOC mg/l	vlokmiddel- dosis mg/l Me ³⁺
1	12	7,5	4*
2	30	8,7	20
3	1,0	7,2	10
4	7,8	9,0	7
5	38,6	4,1	3,5
6	3,0	4,1	7,5
7	2,0	4,0	8,0
8	24,0	-	18,3
9	3,3	11,5	17,8

Het slibvolume wordt primair bepaald door de toegepaste vlokverwijderingstechniek. Het volume aan coagulatieslib zal bij vlokkenfilters groot zijn, terwijl daarentegen het droge stofgehalte laag is. Indien lamellenbezinking in combinatie met indikking wordt toegepast zal het slibvolume belangrijk kleiner zijn, terwijl het droge stofgehalte van het coagulatieslib hoog is. Van invloed op het uiteindelijke droge stofgehalte van coagulatieslib na bezinking en indikking is de verhouding tussen het gehalte en de aard van de onopgeloste bestanddelen in het ruwe water zoals klei, zand, slibpartikels en de toegepaste dosering van vlokmiddel en hulpmiddel.

* Als vlokmiddel worden ijzerzouten gedoseerd behalve op lokatie nr. 1 waar een aluminiumzout als vlokmiddel wordt toegevoegd.

3.1.5 Ontharding

Voor de verlaging van de hardheid wordt ontharding toegepast. Door toevoeging van kalk(melk) of loog wordt het calcium- en magnesiumgehalte verlaagd. Als reactieprodukten ontstaan calciumcarbonaat en neerslagen van magnesium. Indien de ontharding geschiedt volgens het vlokformingsproces ontstaat het zeer waterrijke en volumineuze calciumcarbonaatslib. De ontharding wordt op deze manier uitgevoerd in een spaarbekken of in installaties. Bij laatstgenoemde werkwijze kunnen gelijktijdig vlokmiddelen in de vorm van ijzer- of aluminiumzouten worden gedoseerd, zodat een mengsel van onthardings- en coagulatieslib wordt verkregen.

Bij toepassing van kristallisatie in zogenaamde pellet- of korrelreactoren ontstaat calciumcarbonaat dat vrijkomt in de vorm van korrels. Uit oogpunt van verwerking en bestemming leveren de calciumcarbonaatkorrels betrekkelijk weinig problemen op.

3.2 Slibproduktie bij waterleidingbedrijven

In de tabellen 7, 8 en 9 zijn gegevens vermeld met betrekking tot de omvang van de slibproduktie voor de 105 onderzochte produktielokaties. Hierbij is de slibproblematiek bekeken per lokatie. Bij de oppervlaktewaterverwerkende bedrijven doet zich de situatie voor dat het water in sommige gevallen wordt voorgezuiverd om vervolgens elders verder gezuiverd te worden tot drinkwater. Vanuit de verwerking en bestemming van het afvalprodukt bezien is uitsluitend de situatie ter plekke van de produktielokatie van belang.

Tabel 7 geeft een overzicht van de volumestromen slibhoudend afvalwater met de erbij behorende dro-

ge stofgehalten.

Tabel 7 - Volume en droge stofgehalte van slibhoudend afvalwater, vrijkomend bij de drinkwaterbereiding

oorsprong slib	volume in procenten van de hoofdstroom	droge stofgehalte in gewichtsprocenten
microzeving	1 - 5 ¹	-
coagulatie	0,02 - 1,9	0,15 - 8
filtratie	0,1 - 9,5	0,01 - 0,3
ontharding	0,3 - 6 ²	2 - 30

1) Lit 1: AWWA Research Foundation Report (1969)

2) Lit 2: Young (1968)

Tabel 8 geeft een overzicht van de hoeveelheid droge stof, onderverdeeld naar slibsoort en ruwwaterbron.

Tabel 8 - Hoeveelheid droge stof, uitgedrukt in ton per jaar voor de 105 onderzochte produktielokaties onderverdeeld naar ruwwaterbron en oorsprong van het slib

ruwwaterbron	N*	oorsprong slib						
		coagulatie		filtratie		ontharding		Totaal
		ton/jaar	N	ton/jaar	N	ton/jaar	N	ton/jaar
1.oppervlaktewater	11	8060	8	2480	10	8370	2	18910
2.grondwater	80	20	1	2780	80	850	1	3650
3.oeverfiltraat	4	-	-	170	4	-	-	170
4.duininfiltraat	3	-	-	730	3	-	-	730
5.combinatie 1, 2,3,4	7	400	1	750	7	-	-	1150
Totaal	105	8480	10	6910	104	9220	3	24610

* N = aantal lokaties

In tabel 9 is de hoeveelheid droge stof per produktielokatie per miljoen kubieke meter behandeld water weergegeven. De slibproduktie ten gevolge van ontharding is hierbij achterwege gelaten, daar slechts op 3 lokaties onthardingsslib vrijkomt.

Tabel 9

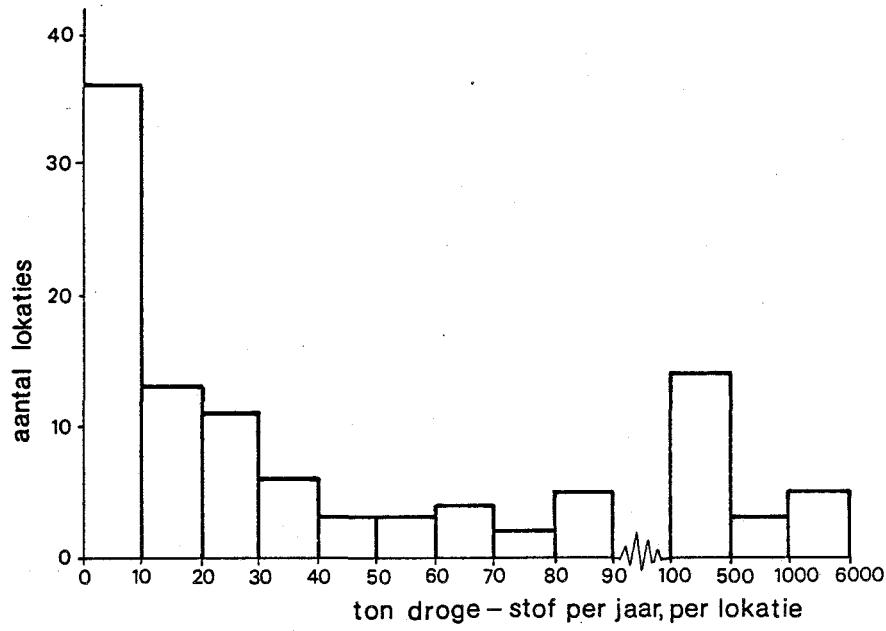
ruwwaterbron	N*	hoeveelheid droge stof ton/10 ⁶ m ³ water		
		gemiddeld	minimum	maximum
1.oppervlakte- water	10	29,8	3,7	74,5
2.grondwater	80	8,2	0,1	46
3.oeverfiltraat	4	13,7	5,4	32,5
4.duininfiltraat	3	8,7	1,3	14,8
5.combinatie 1,2, 3,4	7	9,1	3,8	28

Door de toepassing van coagulatie, snelfiltratie en ontharding ontstaat bij een jaarlijkse drinkwaterproduktie van 1 miljard m³ circa 30.000 ton droge stof. Ofschoon slechts 13 % van de jaarlijkse hoeveelheid drinkwater onthard wordt volgens het vlokvormingsproces, bedraagt het aandeel van het onthardingsslib 35 % van de totale droge stofproduktie. De tabellen 8 en 9 geven aan dat de grootste hoeveelheid droge stof afkomstig is van oppervlaktewaterverwerkende lokaties. Indien ervan wordt uitgegaan dat de primaire grondstof voor de drinkwaterbereiding uit de ruwwaterbronnen 4 en 5 oppervlaktewater is, dan zal het aandeel van oppervlaktewater in de totale hoeveelheid droge stof

N* = aantal lokaties

65 à 70 % bedragen (incl. ontharding). Het droge stofaandeel van de drinkwaterbereiding uit grondwater bedraagt 30 à 35 %.

Afbeelding 4 illustreert de hoeveelheid droge stof die per jaar per lokatie wordt geproduceerd.



Afb.4: Droge - stofproductie van drinkwaterslib (onthardingslib, spoelwaterslib, coagulatieslib) per zuiveringslokatie op jaarbasis

4

BEHANDELING VAN HET AFVALWATER EN SAMENSTELLING
VAN HET SLIB

Uit hoofdstuk 3.2 blijkt dat het afvalwater van de drinkwaterbereiding qua zwevende stofgehalte aanzienlijk kan variëren afhankelijk van de toegepaste zuiveringstechniek. Hoewel het zwevende stofgehalte doorgaans laag is spreekt men toch van geconcentreerd afvalwater. De lozing van dit afvalwater is ingevolge de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (1969) aan een vergunning gebonden. Zo kunnen voorwaarden worden gesteld die betrekking hebben op de hoedanigheid van het afvalwater en bijvoorbeeld het voorzien in de nodige zuiveringstechnische werken. In de regel betekent dit dat het slibhoudende afvalwater dat ontstaat bij de drinkwaterbereiding een verdere behandeling moet ondergaan, alvorens lozing kan plaatsvinden. Het slib dat uit het afvalwater wordt afgescheiden zal eveneens een verwerking moeten ondergaan, alvorens afvoer en opslag van het restprodukt van de drinkwaterbereiding kan plaatsvinden.

4.1

Behandeling van het afvalwater

Bij de behandeling van het afvalwater gaat het om de afscheiding van een, vergeleken met de hoeveelheid water, zeer geringe hoeveelheid afvalstof. De verwijdering van de zwevende stof uit het afvalwater vindt doorgaans plaats in bezinkbassins zonder extra voorzieningen ten behoeve van de slibrui- ming. De bezinkbare bestanddelen hopen zich op op de bodem van het bassin, waarna het overloopwater wordt geloosd dan wel wordt hergebruikt. Het bezinkbassin wordt na verloop van tijd geruimd, waarna het geheel weer in bedrijf wordt genomen.

Veelal wordt ook het bezinkbassin na enige tijd buiten werking gesteld. Het bezonken slib krijgt dan de gelegenheid om via drainage en verdamping verder te ontwateren.

Tabel 10 geeft een overzicht van bezinkbassins bij 75 produktielokaties.

Tabel 10 - Bezinking van slibhoudend afvalwater in bezinkbassins.

	gemiddeld	maximum	minimum
diepte (m)	2,1	8,4	0,3
oppervlak (m ²)	1670	9300	50
bezinktijd (dag)	5,4	40	0,1
ruimingsfrequentie (jaar ⁻¹)	0,9	4	0,1

De bedrijfsvoering van spoelwater bezinkbassins kan op twee manieren geschieden:

- verdringingsbassin: het binnenkomende spoelwater verdringt het reeds geklaarde water
- opvangbassin: het spoelwater van de filters wordt opgevangen in het bassin. Met behulp van een drijvende overstortconstructie of pomp wordt het water gelijkmatig over de dag afgevoerd.

Indien onder de gegeven omstandigheden het afvalwater na bezinking niet voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen, dan bestaat de mogelijkheid om vlok(hulp)middel te doseren. De deeltjes groeien hierdoor aan tot agglomeraten die een grotere bezinksnelheid bezitten. Het scheidingsrendement zal hierdoor toenemen bij gelijkblijvende bezinktijd. Bij een tweetal lokaties wordt een natuurlijk polyelectroliet (zetmeelderivaat) toegevoegd aan het spoelwater.

Door de waterkwaliteitsbeheerders zoals Rijk, Provincie, Waterschap, Zuiveringsschap en Hoogheem-

raadschap zijn voorschriften opgesteld welke aan een lozingsvergunning worden verbonden. Deze voorschriften dragen geen uniform karakter. Tabel 11 geeft een aantal eisen met betrekking tot de kwaliteit van het te lozen afvalwater van een 17-tal produktielokaties.

Tabel 12 geeft een beeld van de waterkwaliteit na bezinking van spoelwater in een bezinkbassin op een 10-tal lokaties.

Tabel 11 - Kwaliteitseisen met betrekking tot de lozing van afvalwater van drinkwaterproductiebedrijven op oppervlaktewater.

loka- tie	Fe	T	slib	BZV	CZV	N	pH	z.s.	Cl ⁻	O ₂
1	≤5	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	<15	-	6,5-10	≤10	150	-
3	≤1	-	0,3	≤10	-	≤1	6,5-8,5	-	-	>70
4	-	<30	0,3	-	-	-	6,5-8,5	<60	-	-
5	-	<30	0,3	-	-	-	6,5-8,5	<60	-	-
6	-	<30	0,3	-	-	-	6,5-8,5	<60	-	-
7	-	-	-	-	-	-	6,5-8,0	<30	-	-
8	≤10	-	0,3	-	-	-	6,9	<30	-	>50
9	-	-	0,3	≤4	-	-	-	-	-	-
10	-	-	0,5*	-	-	-	-	-	-	-
11	≤15	-	0,5*	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	6,5-10	-	-	-
13	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
14	≤5	-	0,1*	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	<30	-	-
16	<70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	6,5-8	<30	-	-

Fe : ijzergehalte in mg/l

T : temperatuur in °C

slib: volume aan bezinkbare stoffen volgens Imhoff in ml/l

(* bezinktijd is 1,5 uur i.p.v. 1 uur)

BZV : biochemisch zuurstofverbruik in mg/l

CZV : chemisch zuurstofverbruik in mg/l

N : Kjeldahlstikstof in mg/l

pH : $-\log [H_3O^+]$

z.s.: zwevende stof in mg/l

Cl⁻ : chloride-ionen in mg/l

O₂ : zuurstofverzadigingspercentage

Daarenboven worden vaak de volgende bepalingen opgenomen in de lozingsvergunning:

- het afvalwater mag geen giftige stoffen bevatten in voor biologische zelfreiniging van oppervlaktewater schadelijke hoeveelheden en/of concentraties;
- het afvalwater mag geen vetten en oliën bevatten;
- het afvalwater mag geen brand- en explosiegevaarlijke stoffen, radioactieve stoffen, snel bezinkbare en drijvende stoffen, organische oplosmiddelen, alsmede grove vaste bestanddelen bevatten;
- het afvalwater mag geen kleurende, smaakbederrende of stankverwekkende stoffen bevatten.

Tabel 12 - Kwaliteit van spoelwater na bezinking
in een bezinkbassin

lokatie	Fe	slib	BZV	CZV	N	z.s.	O ₂	Mn
1	2,7	-	-	-	-	36,4	-	0,23
2	-	-	4,8	41	-	-	-	-
3	0,8	<0,1	0,7	-	-	-	11,2	-
4	1,9	<0,1	-	15	0,20	-	-	0,04
5	0,2	<0,1	2,8	22	0,73	-	12,9	-
6	2,2	<0,1	-	10	0,15	-	-	0,08
7	1,5	<0,1	-	20	0,16	-	-	0,02
8	1,4	-	-	-	-	-	-	0,17
9	3,9	-	-	-	-	-	-	0,26
10	4,1	0,4	-	-	-	-	-	0,16

Fe : ijzergehalte in mg/l

Mn : mangaangehalte in mg/l

z.s.: zwevende stof in mg/l

BZV : biochemisch zuurstofverbruik in mg/l

CZV : chemisch zuurstofverbruik in mg/l

O₂ : zuurstofgehalte in mg/l

slib: volume aan bezinkbare stoffen volgens
Imhoff in ml/l

N : Kjeldahlstikstof in mg/l

Uit tabel 12 blijkt dat de samenstelling van het spoelwater op de vermelde 10 lokaties na enkele dagen bezinken globaal voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen. Uit de verstrekte gegevens is geen informatie verkregen aangaande de invloed van de bezinktijd op het gehalte aan slib, zwevende stof, ijzer, mangaan etc. in het spoelwater. Derhalve zal proefondervindelijk moeten worden vastgesteld welke bezinktijd minimaal vereist is om aan de ter plaatse geldende kwaliteitseisen te voldoen.

4.2

Samenstelling van het slib

In Nederland worden ten behoeve van het vlokformingsproces in hoofdzaak ijzerzouten als vlokmiddel toegepast. Op één produktielokatie wordt een aluminiumzout als vlokmiddel gedoseerd. Het ijzergehalte in coagulatie- en spoelwaterslib van oppervlaktewaterverwerkende bedrijven varieert van 8 gew. % indien rivierwater direct wordt gebruikt, tot 48 gew. % bij reeds voorbezonden of voorgezuiverd rivierwater. Bij de toepassing van actieve kool (poederkool) als hulpstof ter verbetering van reuk en smaak ontstaat drinkwaterslib dat naast andere stoffen actieve kool als belangrijke component bevat.

IJzer en mangaan zijn belangrijke bestanddelen van het spoelwaterslib van grondwaterbedrijven. De verhouding waarin beide elementen in het slib voorkomen wordt in belangrijke mate bepaald door de verhouding waarin beide elementen in het grondwater aanwezig zijn. Bij de ontharding van grond- of oppervlaktewater zal in hoofdzaak calciumcarbonaat ontstaan.

Van belang bij de bestemming van slib zijn onder meer de fysische en chemische eigenschappen van het afvalprodukt. Voor de diverse bestemmingsmogelijkheden worden/zijn eisen/richtlijnen geformuleerd ten aanzien van de kwaliteit van het afvalprodukt. Zo gelden bij de afzet van slib naar de landbouw richtlijnen ten aanzien van het maximaal toelaatbare gehalte aan zware metalen en andere vanuit milieuhygiënisch oogpunt ongewenste stoffen. Bij de afvoer van slib naar gemeentelijke- of regionale stortplaatsen gelden eisen voortvloeiend uit recent in werking getreden wettelijke regelingen inzake afvoer en opslag van afvalstoffen in het milieu. Als wettelijke regelingen kunnen genoemd worden Afvalstoffenwet, Wet chemische afvalstoffen, Wet verontreiniging oppervlaktewateren, Ontwerpwet Bodembescherming, evenals gemeente-

lijke- en provinciale verordeningen.

Bij de zuivering van grond- en oppervlaktewater tot drinkwater vindt een sterke concentratie plaats van allerlei verontreinigingen. Dit kan ertoe leiden dat bepaalde elementen en/of verbindingen, die in zeer lage concentraties voorkomen in het ruwe water, in het slib gehalten bereiken die wettelijk vastgelegde concentratiegrenzen overschrijden.

In tabel 13 zijn enkele concentratiegrenzen weergegeven voor sommige elementen en verbindingen zoals omschreven in het stoffen- en processenbesluit krachtens artikel 1 van de Wet chemische afvalstoffen. Ingeval de bij de klassen behorende concentratiegrenzen, welke in de bijlage zijn opgenomen, worden overschreden is de Wet chemische afvalstoffen van toepassing.

De in het slib aanwezige oxiden en hydroxiden van ijzer, aluminium, mangaan en magnesium alsmede de carbonaten van calcium vallen buiten de Wet chemische afvalstoffen.

Tabel 13 - Concentratiegrenzen voor verontreinigingen in afvalstoffen in mg per kg droog produkt.

Arseen en arseenverbindingen	50 mg/kg
Cadmium en cadmiumverbindingen	50 mg/kg
Kwik en kwikverbindingen	50 mg/kg
Chroom (III) verbindingen	5000 mg/kg
Calcium in hydr(oxide)-vorm	50000 mg/kg

De in tabel 13 vermelde concentratiegrenzen zijn vergeleken met berekende concentraties van deze verontreinigingen in drinkwaterslib van 105 locaties. De concentraties van deze verontreinigin-

gen in coagulatie- en spoelwaterslib, zijn berekend aan de hand van massabalansen over de desbetreffende zuiveringstrap. Op grond van gegevens over de ruw- en reinwatersamenstelling, toegevoegd hulpstoffen etc., is berekend wat theoretisch het gehalte zou kunnen zijn van driewaardig chroom, cadmium, kwik en arseen in coagulatie- en spoelwaterslib. Er kunnen vier mogelijkheden worden onderscheiden:

1. overschrijding van de gestelde concentratiegrens,
2. geen overschrijding van de gestelde concentratiegrens,
3. geen zekerheid omtrent over/onderschrijding van de concentratiegrens door onvolledige informatie,
4. geen informatie beschikbaar.

Tabel 14 geeft het resultaat weer.

Tabel 14 - Frequentie waarin de elementen Cr (III), Cd, Hg en As de aangegeven concentratiegrens overschrijden.

mogelijkheid	Cr(III)		Cd		Hg		As	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0	0	0	1	0	0	3	3
2	20	14	13	12	11	13	5	4
3	28	6	34	7	34	6	44	10
4	36	1	37	1	39	2	32	4
N	84	21	84	21	84	21	84	21

A = ruwwaterbron: grondwater, oeverfiltraat

B = ruwwaterbron: oppervlaktewater, duininfiltraat, overige

N = aantal produktielokaties

Uit tabel 14 blijkt dat in het merendeel der gevallen geen uitspraak kan worden gedaan ten aanzien van de over/onderschrijding van de concentratiegrens voor de vier onderzochte zware metalen. De indruk bestaat dat de gestelde norm voor arseen in sommige gevallen zal worden overschreden. Over het voorkomen van organische halogeen- en fosforverbindingen (concentratiegrens: 5000 mg/kg) in met name coagulateslib bestaat vrijwel geen informatie. Het bij de ontharding vrijkomende onthardingsslib kan, bij een benuttingsrendement van de kalkmelk lager dan 100 %, bepaalde hoeveelheden calciumhydroxide bevatten. Over het voorkomen ervan in onthardingsslib bestaat evenwel geen informatie. Gelet op de bestaande wettelijke regelingen en de consequenties daarvan voor de bestemming van drinkwaterslib, verdient het aanbeveling het slib nader te analyseren op zware metalen en andere vanuit milieuhygiënisch oogpunt ongewenste stoffen.

In tabel 15 staan enkele gegevens vermeld met betrekking tot de samenstelling van drinkwaterslib van een 4-tal produktielokaties.

Tabel 15 - Samenstelling van drinkwaterslib afkomstig van een 4-tal oppervlaktewaterverwerkende lokaties

lokatie	I	II	III	IV
gloeirest* % van ds*	35,3	30,1	69,6	74,2
Fe ₂ O ₃ % van ds	30	14,8	55,2	12,8
SiO ₂ % van ds	-	8,5	5,4	19,8
Na/K/Mg-oxiden % van ds	-	-	1	4
persistente organo- chloorverb. mg/kg*	-	-	-	28,4
Zn mg/kg	-	-	-	2000
Ni mg/kg	-	-	-	100
Co mg/kg	-	-	-	70
Cu mg/kg	-	-	-	250
Cd mg/kg	-	-	-	5
Cr III mg/kg	-	-	-	450

Verklaring I : coagulatie van spaarbekkenwater, poederkool-dosering

II : filtratie van duininfiltreat, poederkool-dosering

III: coagulatie bij directe winning en zuivering van oppervlaktewater

IV : idem.

* d.s. = droge stofgehalte van het slib bepaald na 24 uur drogen bij 103 °C

* gloeirest = restant van het slib na 45 minuten verhitten bij 600 °C

* mg/kg = aantal milligrammen van het element of verbinding per kilogram droog slib

VERWERKING EN BESTEMMING VAN DRINKWATERSLIB

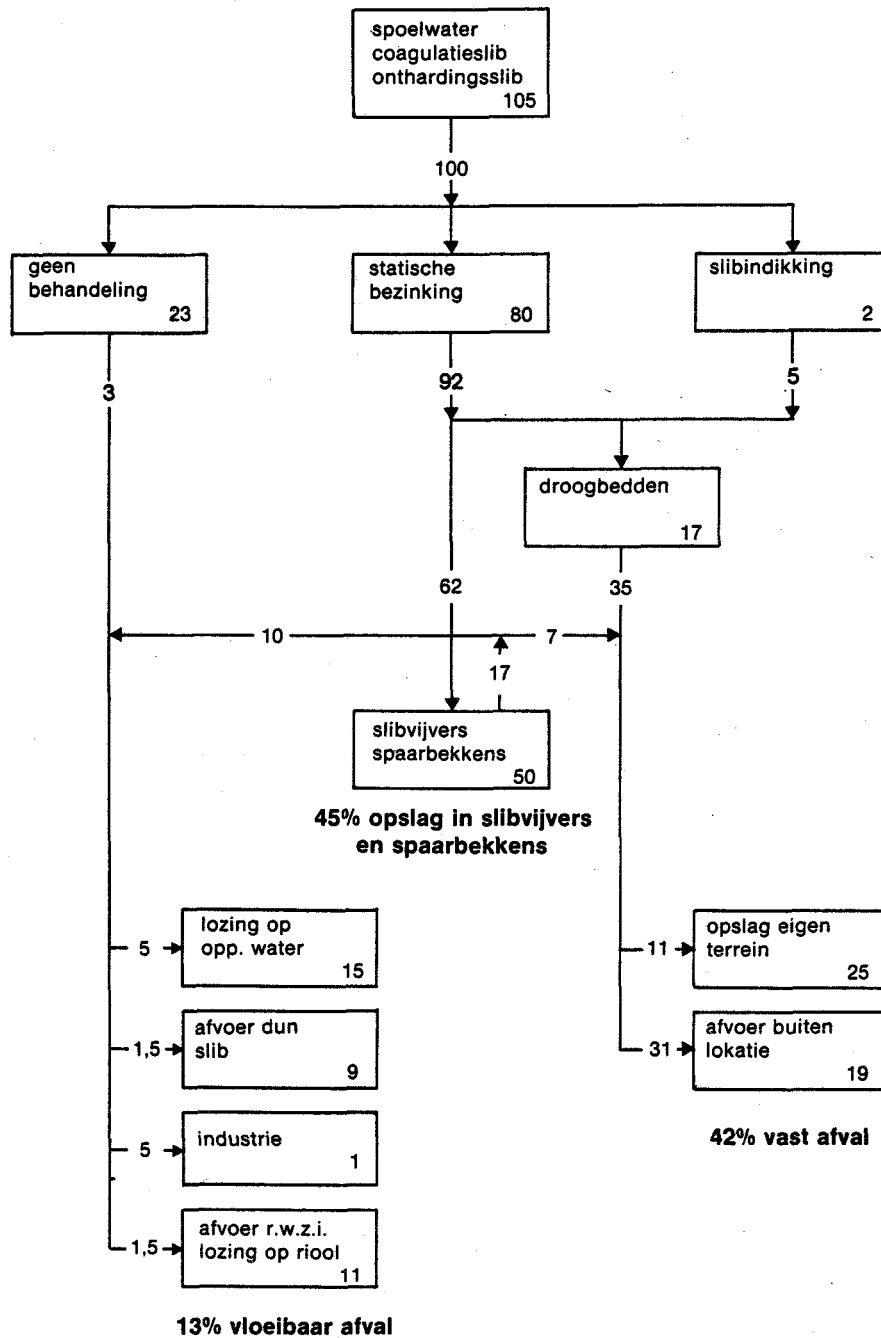
Het slib dat afgescheiden wordt door middel van bezinking of flotatie bevat doorgaans nog een zeer hoog watergehalte. Door verschillen in slibeigenschappen kunnen zeer uiteenlopende resultaten worden verkregen. Onthardingsslib heeft in de regel een hoog droge stofgehalte in tegenstelling tot coagulatieslib dat afkomstig is van reeds voorbezonden oppervlaktewater. Slechts zelden doen zich omstandigheden voor dat het sterk waterhoudende slib zonder verdere behandeling kan worden afgevoerd. Het slib zal derhalve een behandeling dienen te ondergaan, die gericht is op een verdere verlaging van het watergehalte. Door de wateronttrekking worden de vaste stofbestanddelen geconcentreerd, hetgeen resulteert in een kleiner slibvolume. Hierdoor treedt een besparing op in de transport- en opslagkosten van het slib, terwijl tevens de verwerkbaarheid (steekvast, kruimelig, of strooibaar) op bijvoorbeeld stortplaatsen wordt verbeterd.

In de praktijk wordt de slibontwatering in een aantal fasen uitgevoerd. Na indikking van het slib met slibindikers wordt een verdere vergroting van het droge stofgehalte verkregen door natuurlijke of kunstmatige slibontwatering. De natuurlijke slibontwatering op droogbedden en slibvijvers is een tijdrovend proces en vergt een groot oppervlak. Kunstmatige slibontwatering met behulp van filterpersen, zeefbandpersen, centrifuges en vacuumfilters verloopt in een kort tijdsbestek en kan op een klein oppervlak uitgevoerd worden maar is daarentegen uit energetisch oogpunt minder voordelig. De keuze tussen de twee methoden hangt van een groot aantal factoren af. Zo zijn voor bedrijven met een beperkte droge stofproductie droogbed-

den en slibvijvers veelal in het voordeel. De toepassing van kunstmatige slibontwatering wordt bevorderd door:

- steeds hogere eisen aan het droge stofgehalte van het slib;
- mogelijkheid van uitspoeling van verontreinigingen naar de ondergrond;
- gebrek aan opslagcapaciteit;
- problemen met betrekking tot de slecht of traag verlopende ontwatering, die afhangt van de slibeigenschappen en/of klimatologische factoren;
- groot ruimtebeslag;
- de mogelijkheid van stankoverlast bij ontwatering van slib van oppervlaktewaterverwerkende bedrijven.

De uiteindelijke bestemming van het slib wordt beïnvloed door een complex van factoren en maatregelen. Van groot belang in deze is de opslagcapaciteit ter plekke van de produktielokatie. Tevens is van belang de aanwezigheid van diverse afzetmogelijkheden zoals stortplaatsen, industrie, landbouw en rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Van invloed zijn ook de maatregelen op het gebied van de milieuwetgeving zoals Afvalstoffenwet, Wet chemische afvalstoffen, Wet verontreiniging oppervlaktewateren, ontwerpwet Bodembescherming. De situatie met betrekking tot de aanpak van de slibproblematiek bij Nederlandse Waterleidingbedrijven is schematisch weergegeven in afbeelding 5. Uit het voorafgaande moge blijken dat een geïntegreerde aanpak van de slibproblematiek gewenst is, waarbij de slibkwaliteit en kwantiteit, de voorhanden zijnde verwerkingsmethoden evenals de bestemmingsmogelijkheden in onderling verband bestudeerd moeten worden.



Getallen binnen de kaders geven het aantal lokaties aan.
 Getallen op de lijnen geven de percentages van de totale
 hoeveelheid droge-stof aan.

Afb.5 Verwerking en bestemming van drinkwaterslib.

5.1 Statische bezinking/slibindikking

Voor de statische bezinking van slibhoudend water wordt verwezen naar hoofstuk 4.2.

Onder invloed van de zwaartekracht worden de vaste stofbestanddelen samengedrukt, waardoor het water tussen de deeltjes naar boven wordt gedrukt. Dit proces treedt op in bezinkbassins en in speciaal daarvoor geconstrueerde slibindikkers. Tevens kan slibindikking plaatsvinden door middel van flotatie. Hierbij gaan de vaste deeltjes opdrijven onder invloed van de hechting van luchtbellens aan de deeltjes.

Op een tweetal oppervlaktewaterverwerkende locaties wordt het slib, dat vrijkomt bij het coagulatieproces, onder voortdurend langzaam roeren ingedikt. Het ingedikte slib wordt met korte tussenpozen afgelaten en op een droogbed gebracht.

Tabel 16 geeft enkele cijfers met betrekking tot de indikking van slib in slibindikkers.

Tabel 16 - Indikking van coagulatieslib onder invloed van de zwaartekracht

	lokatie 1	lokatie 2
droge stofbelasting (kg/m ² h)	0,15	0,20
droge stofgehalte ingedikte slib (gew. %)	5 à 10	5 à 10
hoogte slibzone (m)	5	4
verblijftijd slib in de indikker (dag)	circa 5	5 à 10

In tabel 17 wordt een overzicht gegeven van de afvoer van effluent uit spoelwaterbezinkbassins

Tabel 17 - Bestemming van het spoelwater na bezinking in spoelwaterbezinkbassins

bestemming waterfase	aantal lokaties	volume $10^6\text{m}^3/\text{jaar}$	percentage van totaal volume
lozing op oppervlaktewater	48	9,9	60,4
infiltratie	19	1,8	11
hergebruik	5	1,7	10,4
lozing op riool	2	0,3	1,8
anders	1	0,5	3,0
	75	14,2	86,6

Hieruit blijkt dat veruit het meeste spoelwater na bezinking wordt geloosd op het oppervlaktewater. Slechts een klein percentage van het spoelwater wordt teruggevoerd naar het drinkwaterbereidingsproces en aldus hergebruikt. De resterende $2,2 \cdot 10^6\text{m}^3$ spoelwater (totaal verbruik: $16,4 \cdot 10^6\text{m}^3$) wordt rechtstreeks geloosd dan wel in zijn totaliteit teruggevoerd naar de hoofdstroom. Tabel 18 geeft aan dat nagenoeg alle eerste filtraat direct of na passage van een bezinkbassin wordt geloosd op het oppervlaktewater.

Tabel 18 - Bestemming van het eerste filtraat

bestemming	aantal lokaties	volume 10 ⁶ m ³ /jaar	percentage van totaal volume
naar spoelwater- bezinkbassin	26	1,4	82,3
lozing op opper- vlaktewater	11	0,3	17,6
lozing op riool	6	<0,1	< 0,1
infiltratie	1	<0,1	< 0,1
anders	1	<0,1	< 0,1
	45	1,7	100

5.2

Droogbedden/slibvijvers

Droogbedden zijn omgeven door dijkjes of betonnen wanden en hebben een laag zand waarin afvoerbuizen voor drainagewater zijn aangebracht. Tevens zijn in sommige gevallen voorzieningen getroffen voor de afvoer van bovenwater van het droogbed. Het slib krijgt de gelegenheid om via drainage en verdamping te ontwateren. Indien de bezinking/indinking in eenzelfde inrichting bijvoorbeeld bezinkbassin geschiedt, wordt gesproken van een slibvijver. Tabel 19 geeft enige resultaten met betrekking tot de slibontwatering door middel van droogbedden/slibvijvers.

Dit overzicht heeft betrekking op 6 lokaties.

Tabel 19 - Ontwatering van slib door middel van droogbedden en slibvijvers

ruwwater bron	hoeveelheid droge stof ton/jaar	aanvangsdroge stof gehalte gew. %	einddroge stof gehalte gew. %	ruimfreq.v. droogbed/slibvijver jaar ⁻¹	totaal oppervlak m ²
1	17	5	30	1	250
2	228	10	30	-	3200
3	468	7,5	20-75	1,3-2	6000
3	716	6	18-20	2	3750
3	1470	0,4	25-35	0,25	40000
3	5420	8	> 30	0,5	52000

- 1 : grondwater
- 2 : duininfiltraat
- 3 : oppervlaktewater

Van de jaarlijkse hoeveelheid droge stof wordt 35 % ontwaterd op slibdroogbedden en 7 % in slibvijvers. Afbeelding 5 geeft hiervan een overzicht. Na droging van het slib in slibvijvers en droogbedden slaan 25 lokaties het slib op op het eigen terrein. Het droge stofaandeel van deze lokaties bedraagt 11 %. Het betreft hier vooral lokaties die over voldoende terreinoppervlak beschikken. De opslag kan een permanent karakter hebben of gebeuren in afwachting van een definitieve bestemming. 19 Lokaties voeren het slib af als vast afval naar terreinen buiten de lokatie. Op deze manier wordt 31 % van de jaarlijkse hoeveelheid droge stof bestemd voor terreinophoging en voor de aanleg van aarden wallen. Ook wordt op beperkte schaal slib afgevoerd naar stortplaatsen. Slibopslag in slibvijvers en spaarbekkens wordt door 50 lokaties toegepast met een jaarlijks droge stofaandeel van 62 %.

Dit kan het gevolg zijn van de toegepaste zuiveringsmethode zoals ontharding en fosfaat-eliminatie in spaarbekkens. Dit slib wordt vaak met een zeer lage ruimingsfrequentie (kleiner dan eenmaal per 10 jaar) verwijderd uit de bekkens. Tevens vindt slibopslag plaats in slibvijvers als gevolg van de toegepaste verwerkingsmethode waarbij het bassin na volraken met slib wordt afgedekt met aarde. Deze methode vindt vooral toepassing bij grondwaterbedrijven. Op enkele lokaties wordt het slib na indikking en/of ontwatering verwijderd uit spaarbekkens en slibvijvers. Jaarlijks wordt echter 45 % van de hoeveelheid droge stof opgeslagen in slibvijver en spaarbekkens.

5.3 Lozing/afvoer

In totaal wordt 13 % van de jaarlijkse hoeveelheid droge stof als vloeibaar afval afgevoerd. Met vloeibaar afval wordt hier bedoeld zowel slibhoudend afvalwater als ook gedeeltelijk ontwaterd doch niet steekvast slib. Directe lozing of indirecte lozing via het riool op oppervlaktewater gebeurt in hoofdzaak met spoelwater afkomstig van grondwaterverwerkende bedrijven. De gesuspendeerde stoffen bezinken op plaatsen waar het water in betrekkelijke rust verkeert. Afvoer naar de rioolwaterzuiveringsinrichting vindt plaats via lozing op het riool als ook door wegtransport van gedeeltelijk ontwaterd slib uit bijvoorbeeld slibvijvers. De slibverwerking wordt hierbij in handen gegeven van een inrichting die doorgaans beschikt over de nodige kennis, ervaring en apparatuur op dit terrein. Slechts een klein percentage van de jaarlijkse hoeveelheid droge stof wordt als dun slib afgevoerd naar terreinen buiten de lokatie. De

afvoer van slibhoudend water of dun slib naar de industrie is sterk afhankelijk van plaatselijke omstandigheden. In een geval wordt het kalkhoudende slib gebruikt ten behoeve van de neutralisatie van afvalwater.

KOSTEN VAN VERWERKING EN BESTEMMING VAN DRINK-
WATERSLIB

De kosten, verbonden aan de behandeling van zowel slibhoudende afvalstromen als aan de verdere ontwatering van het slib via natuurlijke processen, bestaan in hoofdzaak uit aanleg-, onderhouds-, en exploitatiekosten van bezinkbassins, droogbedden, slibvijvers en slib-opslagplaatsen. Daarenboven worden kosten gemaakt voor de opslag en het transport van het al dan niet steekvaste slib naar terreinen buiten de produktielokatie. De energiekosten en de kosten van chemicaliën zijn voor de natuurlijke slibontwatering door middel van droogbedden/slibvijvers nagenoeg verwaarloosbaar.

De lokaties die slibhoudend afvalwater rechtstreeks lozen op oppervlaktewater/riool worden aan een heffing onderworpen ingevolge de Wet verontreiniging oppervlaktewateren. Tabel 20 geeft een overzicht van de gemaakte kosten voor de huidige verwerking en bestemming van slib afkomstig van de drinkwaterbereiding.

Tabel 20 - Kostenoverzicht van de verwerking en bestemming van slib

bestemming	aantal loka- ties	droge stof ton	kostprijs ct/m ³ drinkwater		
			min.	max.	gem.
deponeren op land buiten de lokatie	6	5705	< 0,1	0,2	0,1
afvoer naar stort- plaats	9	875	0,1	1,0	0,5
lozing op opp.water	3	875	0,1	5,0	2,0
lozing op riool	2	220	0,1	0,7	0,4
opslag eigen terrein	12	3130	< 0,1	0,4	0,2

Daar de kosten voor landgebruik ten behoeve van de slibontwatering vaak niet worden gerekend, en de droge stofproduktie per m³ water sterk kan variëren, dienen de cijfers in tabel 20 met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. Met enig voorbehoud zouden de huidige kosten in het algemeen liggen tussen 0,1 - 0,5 ct/m³ drinkwater. De rechtstreekse lozing op oppervlaktewater is belangrijk duurder dan 0,5 ct/m³.

Indien meer geavanceerde verwerkingsmethoden zullen worden toegepast zullen de kosten ten gevolge van investeringen, exploitatie en onderhoud aanmerkelijk stijgen.

7

PROBLEMEN TEN AANZIEN VAN DE VERWERKING EN BESTEMMING VAN DRINKWATERSLIB

In tabel 21 wordt een overzicht gegeven van de huidige, korte- en lange termijn problemen ten aanzien van de slibverwerking/bestemming.

Tabel 21 - Problemen ten aanzien van de verwerking en bestemming van drinkwaterslib

	geen	wel	geen opgave
<u>huidig probleem</u>			
aantal lokaties	66	18	21
percentage van totale hoeveelheid droge stof	54	11	35
<u>korte termijn probleem</u>			
aantal lokaties	57	20	28
percentage van totale hoeveelheid droge stof	33	33	34
<u>lange termijn probleem</u>			
aantal lokaties	35	48	22
percentage van totale hoeveelheid droge stof	8	60	32

7.1

Huidig probleem

De huidige problemen hebben vooral betrekking op de bezinking en indikking van slib. Door onjuiste dimensionering en bedrijfsvoering van de bezinkbassins worden de gesuspendeerde deeltjes in onvoldoende mate uit het water verwijderd. Hierdoor kunnen problemen ontstaan met de waterkwaliteits-

beherende instantie aangezien niet voldaan wordt aan gestelde lozingseisen. Tevens wordt door een te grote slibbergingscapaciteit van bezinkbassins de verwerking van het slib bemoeilijkt. In sommige gevallen vindt onvoldoende ontwatering plaats van het slib op de droogbedden/slibvijvers. Hierdoor wordt de ruiming en het transport bemoeilijkt, terwijl het natte slib op bijvoorbeeld stortplaatsen slecht verwerkbaar is.

7.2 Korte termijn probleem

Zie huidig probleem.

De bestemming van het natte/ontwaterde slib wordt incidenteel als een probleem ervaren.

7.3 Lange termijn probleem

De problemen die zich naar verwachting op de lange termijn zullen gaan voordoen hebben allen betrekking op de opslag van het slib. Het vinden van een geschikte bestemming die op de lange termijn garanties biedt wordt noodzakelijk bevonden. In het bijzonder zal aandacht nodig zijn voor het slib uit spaarbekkens. Bij de ruiming komen grote hoeveelheden sterk waterhoudend slib vrij dat een bestemming behoeft. Tabel 22 geeft een overzicht van de bestemmingsproblematiek op de lange termijn. Hierin wordt aangegeven in hoeverre de huidige bestemming in de toekomst niet zal voldoen.

Tabel 22 - Bestemmingsproblematiek van drinkwaterslib op de lange termijn

bestemming	aantal loka- ties	hoeveel- heid droge stof ton	aantal lokatie- s met pro- bleem	hoeveel- heid droge stof ton
opslag eigen terrein	50	13820	21	5645
afvoer naar terrein buiten de lokatie inclusief stortplaats	29	9180	20	7675
lozing op opper- vlaktewater	15	1240	5	1145
lozing op riool	<u>11</u>	370	<u>2</u>	215
	105		48	

Uit tabel 22 blijkt dat met name de afvoer van drinkwaterslib naar terreinen buiten de lokatie evenals de lozing van slibhoudend afvalwater in de toekomst problemen zullen opleveren.

De opslag van drinkwaterslib op het eigen terrein wordt weliswaar als minder problematisch ervaren doch zal, gelet op de opslagcapaciteit ter plekke van de lokatie en de onzekere afzet in de toekomst, niet als een definitieve oplossing kunnen worden aangemerkt. Tenslotte blijkt uit tabel 23 dat naarmate de omvang van de waterproduktie toeneemt, de bestemmingsproblemen toenemen als gevolg van de grotere slibproduktie.

Tabel 23 - Bestemmingsproblematiek van drinkwaterslib in relatie tot de omvang van de waterproduktie

produktie- capaciteit 10 ⁶ m ³ /jaar	aantal lokaties	aantal lokaties met pro- blemen	droge stof- aandeel %
1 - 5	60	20	6
5 - 10	24	13	3
10 - 20	8	6	9
>20	10	9	42
	102	48	60

CONCLUSIES

Op grond van de verstrekte gegevens van 105 produktielokaties, met betrekking tot de slibproblematiek bij waterleidingbedrijven, kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

Hoeveelheid afvalwater en droge stof vrijkomend bij de bereiding van drinkwater

- Bij filtratie wordt 1 - 3 procent van het gefiltreerde water gebruikt als spoelwater. Bij bedrijven waar tevens coagulatie, microzeving en ontharding worden toegepast ligt het percentage afvalwater in het algemeen in de buurt van de 5 %.
- Het volume van coagulatieslib per eenheid behandeld water wordt in hoge mate bepaald door de toegepaste vlokafscheidingstechniek.
Dienovereenkomstig varieert het droge stofgehalte van het slib van enkele tienden van procenten tot circa 10 gewichtsprocenten.
- Door middel van het vlokvormingsproces wordt 13 procent van de jaarlijkse hoeveelheid drinkwater onthard. Het aandeel van onthardingsslib in de totale droge stofproduktie bedraagt 35 procent.
- Oppervlaktewaterverwerkende lokaties produceren gemiddeld 2 à 4 maal zoveel droge stof per m³ afgeleverd water dan lokaties die grondwater, oeverfiltraat of duininfiltraat als grondstof gebruiken. Het aandeel van de oppervlaktewaterverwerkende lokaties op een jaarlijks totaal van 30.000 ton droge stof bedraagt 65 à 70 % (inclusief ontharding).
- Van de 105 geënqueteerde lokaties produceren 83 minder dan 100 ton droge stof per jaar. Het droge stofaandeel van de 83 lokaties bedraagt 8 %

terwijl de resterende 22 lokaties 92 % droge stofaandeel leveren.

Samenstelling van de afvalstromen

- De samenstelling van het slibhoudende water wordt bepaald door het toegepaste zuiveringsproces en de kwaliteit van de grondstof. Belangrijke hoofdbestanddelen kunnen zijn: klei, ijzer, aluminium, mangaan, calcium en poederkool.
- Door bezinking van spoelwater in bezinkbassins wordt het gehalte aan gesuspendeerde stoffen sterk verlaagd. Bij de opgegeven bezinktijden wordt het ijzergehalte, slibgehalte en mangaangehalte verlaagd tot respectievelijk < 5 mg/l, < 0,1 ml/l en < 0,5 mg/l.
- De indruk bestaat dat arseen in sommige gevallen de gestelde concentratiegrens van 50 mg/kg droge stof zoals omschreven in de Wet chemische afvalstoffen in coagulatie-/spoelwaterslib zal overschrijden. Voor de zware metalen Cr(III), Cd en Hg lijkt de concentratiegrens niet te worden overschreden alhoewel hierover geen zekerheid bestaat. Over het voorkomen van organische halogeën-, fosfor- en stikstofverbindingen in drinkwaterslib, evenals het voorkomen van calciumhydroxide in onthardingsslib, bestaat geen informatie.

Verwerking en bestemming van drinkwaterslib

- Het gehalte aan gesuspendeerde stoffen in het afvalwater van drinkwaterproduktiebedrijven wordt verlaagd door middel van bezinking in bezinkbassins. Verhoging van het droge stofgehalte van het slib in geroerde indickers wordt nog slechts in beperkte mate toegepast. Het over-

loopwater van bezinkbassins wordt veelal geloosd en in mindere mate geïnfiltreerd dan wel teruggevoerd in de procesgang.

- De verwerking tot steekvast slib geschiedt door middel van natuurlijke ontwatering op droogbedden (35 % droge stofaandeel) en in slibvijvers (7 % droge stofaandeel). Het droge stofgehalte na ontwatering kan sterk variëren doch bedraagt in de regel 20-30 gewichtsprocenten.
- Ongeveer de helft van de onderzochte produktielokaties slaan drinkwaterslib op op het eigen terrein hetzij in slibvijvers en spaarbekkens (45 % droge stofaandeel) hetzij als vast afval na ontwatering (11 % droge stofaandeel). Circa een derde van de totale hoeveelheid droge stof wordt als vast afval afgevoerd naar terreinen buiten de lokatie. Dertien procent van de totale hoeveelheid droge stof wordt als vloeibaar afval afgevoerd.
- De kosten verbonden aan de huidige verwerking en bestemming van drinkwaterslib bedragen doorgaans 0,1 - 0,5 ct/m³ drinkwater. De rechtstreekse lozing van slibhoudend afvalwater op oppervlaktewater is echter hoger dan 0,5 ct/m³ drinkwater.

Problemen ten aanzien van de verwerking en bestemming van drinkwaterslib

- De huidige en korte termijn problemen hebben vooral betrekking op de behandeling van slibhoudend afvalwater. Een bezwaar dat verbonden is aan het gebruik van slibdroogbedden en slibvijvers is de langzaam verlopende ontwatering. Bovendien wordt niet altijd een steekvast slib verkregen. Op de lange termijn verschuiven de problemen naar de afvoer en opslag van het drinkwaterslib. Met name zal de afvoer van slib

naar terreinen buiten de lokatie evenals de rechtstreekse lozing op oppervlaktewater steeds moeilijker worden.

- De bestemmingsproblematiek van drinkwaterslib hangt samen met de bedrijfsgrootte, als gevolg van de grotere slibproduktie. Het betreft hier vooral de oppervlaktewaterverwerkende lokaties.

AANPAK SLIBPROBLEMATIEK BIJ ENKELE BELGISCHE
WATERLEIDINGBEDRIJVEN

De drinkwaterproduktie in België bedraagt circa $500 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ op jaarbasis (1978). Hiervan wordt nagenoeg 30 procent gewonnen uit oppervlaktewater terwijl de resterende behoefte wordt gedekt door grondwater. In totaal hebben 11 produktielokaties gegevens verstrekt met betrekking tot de slibproblematiek. De gezamenlijke drinkwaterproduktie van de onderzochte lokaties bedroeg in 1978 $132 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. De belangrijkste resultaten worden in het navolgende kort weergegeven.

Ingevolge het Koninklijk Besluit van 3 augustus 1976 worden algemene voorwaarden gesteld voor de lozing van afvalwater op oppervlaktewater, openbare riolen en kunstmatige afvoerwegen. De afvalstromen die bij de drinkwaterbereiding vrijkomen overschrijden de wettelijke normen zodat lozing zonder enige behandeling niet toegestaan is.

Drinkwaterbereiding.

Bij de bereiding van drinkwater uit oppervlaktewater en incidenteel uit grondwater wordt gebruik gemaakt van aluminiumsulfaat als vlokmiddel, terwijl tevens een anorganisch vlokhulpmiddel in de vorm van actief kiezelzuur wordt gedoseerd. Tabel 24 geeft enkele gegevens met betrekking tot de ruwwaterkwaliteit en benodigde hoeveelheid vlokmiddel uitgedrukt als aluminium.

Tabel 24 - Ruwwaterkwaliteit en toegepaste vlok-
middeldosering bij de bereiding van
drinkwater uit oppervlaktewater.

lokatie	zwevende stof mg/l	KMnO ₄ mg/l	dosis vlokmiddel mg/l Me ³⁺
1	25	-	4,4
2	56	18	3,4
3	2,5	4,5	2,4
4	10	5,5	3,1
5	<1	11,0	8,9
6	<5	14,0	8,9
8	-	15,7	1,6

De hoeveelheid afvalwater die vrijkomt bij coagu-
latie en snelfiltratie bedraagt 3-6 procent van de
afgeleverde hoeveelheid drinkwater. Indien alleen
snelfiltratie wordt toegepast bedraagt de afval-
stroom 1 - 3 procent van de produktie. Het droge
stofgehalte van het vrijkomende afvalwater be-
draagt 0,2 - 1 gew. %.

Verwerking van het drinkwaterslib.

Voor de behandeling van het slibhoudende afvalwa-
ter evenals de verdere verwerking van het drinkwa-
terslib worden diverse slibverwerkingssystemen
toegepast. Naast de gangbare natuurlijke slibont-
watering op droogbedden en in slibvijvers wordt
kunstmatige slibontwatering toegepast met behulp
van filterpersen en centrifuges. Via bezinking en
indikking wordt het droge stofgehalte verhoogd van
0,2 a 1 gew. % naar 3 a 8 gew. %. Als hulpmiddel
bij de gravitatie-indikking wordt polyelektroliet
toegevoegd aan het slib. De polyelektroliet-dosis
varieert hierbij van 2 - 3 mg/gr. droge stof.

Bij de toepassing van filterpersen is een aanvullende conditionering met kalk noodzakelijk ter verbetering van de ontwaterbaarheid van het slib. De benodigde kalkdosis hangt af van de filtreerbaarheid van het slib en bedraagt doorgaans 200 - 750 g CaO/kg droge stof. Het droge stofgehalte van de filterkoek bedraagt na een perstijd van 35 - 70 minuten 25 - 40 gew. %. Met centrifuges worden droge stofgehalten bereikt van 25 - 30 gew. %.

Slibvijvers en droogbedden doen dienst als tijdelijke oplossing in die gevallen waarbij technische mankementen optreden evenals onderhoud aan de ontwateringsapparatuur vereist is.

Voor een meer uitgebreide verhandeling over de slibverwerking op een viertal produktielokaties wordt verwezen naar een recent verschenen rapport van de NAVEWA (Lit. 3).

Bestemming van de afvalstromen

Het bij de bezinking en indikking vrijgekomen water wordt hergebruikt of geloosd indien de pH van het water niet te hoog is ($\text{pH} < 9,5$). Het water met een hoge pH, zoals het filtraat van de filterpersen, het overloopwater van de slibindikers waarbij kalkconditionering heeft plaatsgevonden, evenals het centrifugaat met een hoog gehalte aan zwevende stoffen wordt teruggevoerd naar de bezinkers of voorindikers. Het ontwaterde slib wordt afgevoerd in containers en vervolgens gestort. De bestemming van het drinkwaterslib hangt af van het beschikbare terreinoppervlak ter plekke van de produktielokatie. Indien voldoende oppervlak voorhanden is zal het slib worden opgeslagen op het eigen terrein. In alle andere gevallen wordt het slib afgevoerd naar terreinen buiten de lokatie.

Kosten van de verwerking en bestemming van drinkwaterslib.

In tabel 25 wordt een overzicht gegeven van de kosten voor de verwerking en bestemming van drinkwaterslib.

Tabel 25 - Kosten voor de verwerking en bestemming van drinkwaterslib (prijspeil 1977)

lokatie	water- produktie 10 ⁶ m ³ /jr	hoeveel- heid dro- ge stof ton/jr	verwerking slib	bestemming slib	kosten ct/m ³ drink- water
1	27,8	1500	filterpers	afvoer	2,7
2	33,0	2500	filterpers	opslag	1,7
3	4,6	300	filterpers	afvoer	4,1
4	8,5	800	centrifuge	afvoer	2,2
5	9,1	800	centrifuge	afvoer	-

De in tabel 25 vermelde kosten van kunstmatige slibontwatering liggen belangrijk hoger dan de kosten voor natuurlijk slibontwatering. De nadelen die verbonden zijn aan de toepassing van droogbedden en slibvijvers zijn belangrijke overwegingen geweest om kunstmatige slibontwatering toe te passen. De natuurlijke ontwatering via droogbedden en slibvijvers gaat vaak gepaard met een groot ruimtebeslag en is afhankelijk van klimatologische omstandigheden.

Daarenboven is het sterk hydrofiele karakter van het aluminiumhoudend drinkwaterslib oorzaak van lange ontwateringstijden. Het gewenste droge stofgehalte om een stortklaar produkt te verkrijgen zal niet altijd worden bereikt waardoor de afvoer naar terreinen buiten de lokatie op bezwaren stuit.

Problemen ten aanzien van de slibverwerking en bestemming.

Het vinden van een eindbestemming die op de lange termijn garanties biedt ten aanzien van de slibafvoer naar terreinen buiten de lokatie wordt, evenals in Nederland, ook hier als een probleem ervaren. De korte termijn problemen hebben vooral te maken met de optimalisatie van het gekozen slibverwerkingssysteem. Tevens wordt gestreefd naar een verbeterde slibontwatering op droogbedden/slibvijvers.

AANBEVELINGEN

Ervan uitgaande dat de opslag van drinkwaterslib op terreinen ter plekke van de produktielokaties minder wenselijk is, zal gezocht moeten worden naar andere bestemmingsmogelijkheden. Hiertoe zullen verwerkingsmethoden moeten worden toegepast die een produkt leveren dat zonder al te veel problemen kan worden afgevoerd. Wanneer het slib niet op een nuttige wijze kan worden gebruikt bijvoorbeeld via afzet naar industrie landbouw, of hergebruik, is storten het enige alternatief. Om een stortklaar produkt te verkrijgen zal het slib vergaand ontwaterd moeten worden. De ontwatering op droogbedden en slibvijvers biedt mogelijkheden daartoe. De belangrijkste nadelen van droogbedden zijn bezwaren van esthetische aard en het ruimtebeslag hetgeen de toepassing van droogbedden voor grote produktielokaties minder wenselijk maakt. Ook is nog weinig bekend over de uitspoeling van zware metalen en ander vanuit milieuhygiënisch oogpunt ongewenste stoffen naar de ondergrond.

De slibverwerking met behulp van geavanceerde verwerkingstechnieken zoals centrifuges en filterpersen biedt goede vooruitzichten en zal dientengevolge meer aandacht moeten krijgen. Een dergelijke methode van slibverwerking is voor waterleidingbedrijven met een beperkte drinkwaterproduktie vanuit financieel oogpunt bezien onaantrekkelijk. Voor deze bedrijven zal naar een alternatief moeten worden gezocht zodat de vrijkomende afvalstromen toch op een verantwoorde manier kunnen worden verwerkt. Een mogelijkheid hiertoe is het slib af te voeren naar rioolwaterzuiveringsinrichtingen alwaar kennis en apparatuur voorhanden is op het terrein van de slibverwerking. Ten aanzien van de bestemmingsproblematiek kan opgemerkt worden dat

de consequenties van de onlangs in werking getreden Afvalstoffenwet en de Wet chemische afvalstoffen nader bestudeerd moeten worden.

Als meest belangrijke hoofdpunten voor nader onderzoek op het terrein van de slibverwerking en bestemming kunnen worden genoemd:

- onderzoek naar de slibverwerking met behulp van mechanische ontwateringsapparatuur. De onderdelen die deel uitmaken van een slibverwerkingssysteem dienen hierbij in onderling verband bestudeerd te worden;
- optimalisatie van de slibontwatering door diverse verwerkingssystemen. Hierbij zal de slibkarakterisering een belangrijke plaats gaan innemen;
- onderzoek naar het voorkomen van zware metalen en andere vanuit milieuhygiënisch oogpunt ongewenste stoffen in drinkwaterslib en de mate van uitloging bij de slibontwatering op droogbedden;
- onderzoek naar de mogelijkheden van slibafvoer naar een zuiveringsinrichting voor huishoudelijk afvalwater;
- onderzoek naar de afzetmogelijkheden van drinkwaterslib op de lange termijn. Hierbij zullen de van kracht geworden wettelijke maatregelen op het gebied van afvalstoffen in belangrijke mate richting bepalend zijn.

LITERATUUR

1. AWWA Research Foundation Report; Disposal of wastes from water treatment plants
JAWWA, 61 (1969) 10, 11, 12.
2. Young, E.F Water treatment plant sludge disposal practices in the United Kingdom
JAWWA, 60 (1968) p. 717-732.
3. Informatieblad van de Nationale Vereniging der Waterleidingbedrijven (NAVEWA)
Slibbehandeling in vier waterzuiveringsstations voor drinkwaterbereiding. Nr. 4 1979.

KIWA-NAVEWA-BEDRIJFSENQUETE

Overzicht van de verwerking/bestemming van slib,
vrijkomend bij de bereiding van drinkwater

Naam Waterleidingbedrijf:

Adres :

Naam en lokatie zuive-
ringswerk :

Tel. no. zuiveringswerk :

1. Wat is de ruwwaterbron

- oppervlaktewater
- grondwater
- oeverfiltraat
- duininfiltraat.

2. Wat is de waterkwaliteit, gemiddeld over 1978

	<u>ruw water</u>	<u>na coagu-*</u>	<u>na snel-</u>
		<u>latie</u>	<u>filtratie</u>
pH			
zwevende stof (mg/l)			
troebelheid (FTU)			
KMnO ₄ -verbruik (mg/l)			
CZV (mg/l)			
TOC (mg/l)			
totale hardheid (mmol/l)			
ijzergehalte (mg/l)			
mangaangehalte (mg/l)			

* zie toelichting

ruw water na coagu- na snel-
latie filtratie

gehalte aan zware
metalen ($\mu\text{g/l}$) in
ongefiltreerd water:

chrom
cadmium
kwik
arseen

3. Hoeveel water is afgeleverd in 1978 ...m³/jaar
4. Kunt u hieronder de volgorde van zuiveringsprocessen weergeven, met vermelding van de toegepaste gemiddelde doseringen in mg/l (loog, chloor, vlok- en vlokhulpmiddelen, filtratiehulpmiddel)
5. Welke slibsoort(en) wordt/worden geproduceerd
 - slib van microzeven
 - slib uit de voorbezinking
 - spoelwater van filters
 - coagulatieslib
 - onthardingsslib
 - brijn van ionenwisselaars
6. Indien u (snel)filtratie toepast, hetzij ten behoeve van de ontijzering en ontmanganing van grondwater, hetzij ten behoeve van de filtratie van geïnfiltreerd of geïnfiltreerd opper-

vlaktewater, kunt u dan onderstaande vragen beantwoorden.

- a. Aantal filters
- b. Oppervlakte per filter (m²)
- c. Gemiddeld aantal spoelingen per week per filter
- d. Welk spoelprogramma wordt door u toegepast*
- e. Geschiedt de spoeling op tijd of op druk
- f. Gemiddelde hoeveelheid spoelwater per filterspoeling (m³)*
- g. Gemiddelde hoeveelheid le filtraat (m³)*
- h. Waar gaat het le filtraat naar toe
- i. Aantal in gebruik zijnde spoelwatervijvers*

* zie toelichting

- j. Vorm en afmetingen (lengte, diepte en breedte) van de spoelwatervijver(s) (m)

 - k. Gebruikt u vlokmiddelen voor de klaring van het filterspoelwater: zo ja, hoe en waar wordt het vlokmiddel gedoseerd; wat is dan de dosis en het type van het gebruikte vlokmiddel (mg/l)

 - l. Wat is de gemiddelde bezinktijd van het spoelwater in de vijver(s) (uur)

 - m. Wat is de bestemming van het spoelwater na bezinking

 - n. Hoeveel maal per jaar wordt de spoelwatervijver geruimd

 - o. Op welke manier wordt het spoelwaterslib verder verwerkt/behandeld
7. Indien u niet de beschikking hebt over spoelwatervijvers wat is dan de door u gevolgde methode voor de spoelwaterverwerking

Indien coagulatie wordt toegepast kunt u dan onderstaande vragen 8, 9 en 10 beantwoorden

8. Indien het coagulatieslib wordt ingedikkt, wat is dan
 - a. het dagelijks volume in te dikken slib (m³) en het bijbehorende drogestofgehalte (g/l)

 - b. de aard en de dosis conditioneringsmiddel (bijvoorbeeld polyelectrolyet, kalk, etc.) (mg/l)

 - c. de bestemming van het bij het indikken vrijkomende water, evenals de chemische kwaliteit van het vrijkomende water

 - d. het dagelijks volume ingedikkt slib (m³) en het bijbehorende drogestofgehalte (g/l)

 - e. worden naast het slibdrogestofgehalte nog andere bepalingen verricht, zoals gloei-rest, Fe, Mn, CaCO₃, PO₄³⁻, zware metalen etc.. Zo ja, wat zijn dan de gemiddelde gehalten van de door u onderzochte parameters, uitgedrukt in mg of procenten van het slibdrogestofgehalte

9. Kunt u meer bijzonderheden vermelden van het bezink- c.q. indikproces, zoals
- oppervlaktebelasting (= stijgsnelheid) (m/h)
 - vaste stof verblijftijd (uur)
 - hoogte/diepte van de bezink-/indiktank (m)
 - aantal bezink-/indik tanks
 - oppervlakte van de bezink-/indik tank (m²)
 - type bezinker/indikker
 - bedrijfsvoering van de bezinker/indikker; continu/discontinu

10. Indien u slibontwateringstechnieken toepast, kunt u dan onderstaande tabel invullen

	slib-*	droog-*	filter-	andere
	vijvers	bedden	persen	techniek
- jaarlijks aan- deel v.d. tota- le slibproduk- tie				
- chemische condi- tionering				
- aanvangsdroge- stofgehalte (g/l)				
- einddrogestofge- halte (g/l)				

* zie toelichting

slib-	droog-	filter-	andere
vijvers	bedden	persen	techniek

- bestemming en kwaliteit van het vrijkomende water
- aantal en afmetingen
- verwerkingscapaciteit
- type
- gemiddeld aantal manuren per dag
- aantal dagen per jaar buiten bedrijf
wat is hiervan de oorzaak
- bedrijfsvoering continu/discontinu

slib-	droog-	filter-	andere
vijvers	bedden	persen	techniek

- schema van de slibverwerking (plaats van de dosering van conditioneringsmiddel aangeven)

11. Indien reeds ervaring is opgedaan met andere dan de door u gebruikte slibontwateringsmethoden, kun u dan hieronder in het kort uw bevindingen weergeven

12. Wat is de eindbestemming van het coagulatie-/spoelwaterslib
 - deponeren op het land
 - afvoer met huisvuil
 - lozing op oppervlaktewater
 - lozing op zee
 - afvoer naar rioolwaterzuiveringsinstallaties
 - hergebruik (recuperatie)
 - anders

13. Kunt u bij de eindbestemming van het slib aangeven om welke hoeveelheden, volumina (m³) en drogestofgehalten (g/l) het hier gaat

14. Kunt u een schatting geven van de jaarlijkse verwerkings- en bestemmingskosten, uitgedrukt in ct. per m³ geproduceerd drinkwater

15. Kunt u de samenstelling (in procenten) geven van het bovenvermelde bedrag, indien onderscheid gemaakt wordt tussen
 - aanschaffingskosten, afschrijving en rente
 - onderhoudskosten/personeelskosten
 - lozingsheffing
 - stortingsrechten
 - transportkosten
 - energiekosten
 - chemicaliënkosten

16. De door u toegepaste manier van slibverwerking/bestemming voor de huidige slibproductie
 - voldoet
 - is ondergedimensioneerd
 - is overgedimensioneerd.

17. Wat zijn volgens u de korte-termijn problemen

18. Wat zijn volgens u de lange-termijn problemen

19. Kunt u aangeven welke lozingsvoorwaarden door de beheerder van het waterschap c.q. zuiveringsschap gesteld worden ten aanzien van de kwaliteit van het te lozen water

20. De verstrekte gegevens zullen worden samengevat in een KIWA-rapport. De anonimiteit van de bedrijven, die aan deze enquête meewerken, wordt gewaarborgd door de verwerking onder code te laten plaatsvinden. Mochten er van uw

kant toch bezwaren zijn tegen het samenvatten van de gegevens in een KIWA-rapport, kunt u die dan hieronder kenbaar maken.

Bijlagen van het Koninklijk besluit van 26 mei 1977, Stb. 435 tot uitvoering van artikel 1, eerste en derde lid, van de Wet chemische afvalstoffen

I. Lijst van stoffen

Algemeen

Waar het woord «verbindingen» wordt genoemd, worden daaronder niet begrepen metaallegeringen alsmede samenstellingen waarin één of meer van genoemde elementen als oppervlaktelaag aanwezig zijn, een en ander met uitzondering van de elementen kwik en cadmium.

Verder worden onder «organische verbindingen» slechts die verbindingen begrepen welke op industriële wijze zijn gewonnen of vervaardigd.

Onder «organische verbindingen» en «koolwaterstoffen» worden niet begrepen hoogmoleculaire verbindingen zoals polymeren en polycondensatieproducten.

Klasse A

antimoon en antimoonverbindingen
arseen en arseenverbindingen
beryllium en berylliumverbindingen
cadmium en cadmiumverbindingen
chrom (VI) verbindingen
kwik en kwikverbindingen
seleen en seleenverbindingen
telluur en telluurverbindingen
thallium en thalliumverbindingen

anorganische cyaanverbindingen (cyaniden)
metaalcarbonylen
aromatische polycyclische verbindingen

Klasse B

I
chrom (III) verbindingen
cobaltverbindingen
koperverbindingen
loodverbindingen
molybdeenverbindingen
nikkelverbindingen
tinverbindingen
vanadiumverbindingen
wolframverbindingen
zilverbindingen

De volgende organische verbindingen:

organische halogeenvbindingen
organische fosforverbindingen
organische peroxyden
organische nitro- en nitrosoverbindingen
organische azo- en azoxyverbindingen

nitrillen
aminen
(iso- en thio-) cyanaten
fenol en fenolische verbindingen
mercaptanen

II

asbest
boor-, snij-, slijp- en walsolie (emulsies)
halogeensilanen
halogeenbevattende stoffen die bij aanraking met vochtige lucht of met water zure dampen afgeven zoals: chloorzwavel, siliciumtetrachloride, aluminiumchloride, titaantetrachloride
hydrazine(n)
ontploffbare stoffen en voorwerpen en met ontplofbare stoffen geladen voorwerpen als bedoeld in de Wet Gevaarlijke Stoffen
fluor
chloor
broom
witte fosfor
ferrosilicium en -legeringen
mangaansilicium
lood

Klasse C

ammoniak en ammoniumverbindingen

anorganische peroxyden
bariumverbindingen
fluorverbindingen
fosforverbindingen
bromaten, (hypo-) bromieten

chloraten, (hypo-) chlorieten

aromatische koolwaterstoffen
organische siliciumverbindingen
organische zwavelverbindingen

jodaten
nitraten, nitrieten
sulfiden
zinkverbindingen
zouten van perzuren
zuurhalogeniden, zuuramiden
zuuranhydriden

Klasse D

aluminium	}	voor zover in poeder- of stofvorm
zink		
titaan		
zirconium		

lithium
natrium
kalium
calcium
magnesium
zwavel

anorganische zuren
metaalwaterstofsulfaten
oxyden en hydroxyden, met uitzondering van die van: waterstof, koolstof, silicium, ijzer, aluminium, titaan, mangaan en magnesium

calciumcarbide
aluminiumcarbide
hydriden
nitriden

alifatische en naftenische koolwaterstoffen
organische zuurstofverbindingen
organische stikstofverbindingen

II. Lijst van processen

1. het behandelen van metaaloppervlakken zoals het reinigen, ontvetten, galvaniseren, etsen, beitsen, glanzen, harden, het aanbrengen van verf- en laklagen door middel van spuiten of dompelen.
2. het fotografisch-chemisch bewerken zoals het ontwikkelen van film- en plaatmateriaal en het fixeren.
3. het impregneren van hout.
4. het bleken, verven, bedrukken, impregneren van textielstoffen; het wassen en ontvetten van wol.
5. het zuiveren van afvalwater, van rookgassen en afgassen; olie- vet- en benzineafscheiding.
6. het schoonmaken van installaties voor opslag en vervoer van minerale olie, minerale olieproducten en chemicaliën.
7. de raffinage van aardolie en de bereiding van petrochemische producten.
8. de processen, rechtstreeks gericht op de primaire produktie van:
 - aluminium, zink, ijzer, staal;
 - chloor, zoutzuur, natronloog, broom;
 - natriumcarbonaat, natriumbicarbonaat;
 - fosforzuur, polyfosfaten, fosfaatkunstmeststoffen;
 - anorganische pigmenten;
 - bestrijdingsmiddelen.
9. de chemische processen in laboratoria ten behoeve van onderzoek of onderwijs.

III. Lijst van uitzonderingen

- a. afvalstoffen worden *niet* als chemische afvalstoffen aangemerkt indien zij bestaan uit *voorwerpen* die in het afvalstadium zijn geraakt, tenzij dit is geschied voordat zij de gebruiker hadden bereikt.
- b. afvalstoffen die zijn vrijgekomen bij een van de in de lijst van processen onder nummer 1 tot en met 8 vermelde processen en die geen stoffen bevatten als vermeld in de stoffenlijst, worden *niet* als chemische afvalstoffen aangemerkt.
- c. 1. afvalstoffen worden *niet* als chemische afvalstoffen aangemerkt indien de concentratie van de in de stoffenlijst aangewezen stoffen in die afvalstoffen kleiner is dan:
 - klasse A: 50 mg/kg
 - klasse B: 5 000 mg/kg
 - klasse C: 20 000 mg/kg
 - klasse D: 50 000 mg/kg

2. het onder c.1. gestelde is niet van toepassing op afvalstoffen die zijn vrijgekomen bij de in de processenlijst onder nummer 9 vermelde processen.

De hierboven genoemde concentratiegrenzen dienen als volgt te worden toegepast:

- zij dienen te worden betrokken op de in het afval aanwezige concentratie van een bepaald *element* indien een stof in de lijst van stoffen is opgenomen door middel van de aanwijzing van dat element, hetzij als zodanig, hetzij in combinatie met de toevoeging «*verbindingen*».

De berekening van de concentratie op basis van een specifiek genoemd element is *niet* van toepassing wanneer dat element wordt genoemd in samenhang met de aanduiding «*organische verbindingen*» (bij voorbeeld organische fosforverbindingen, organische siliciumverbindingen) of wanneer twee elementen tezamen worden genoemd (chloorzwavel, mangaansilicium).

Indien een stof niet in de lijst van stoffen is opgenomen door middel van de aanwijzing van een element dienen de concentratiegrenzen te worden betrokken op de in het afval aanwezige concentratie van de betreffende *verbinding* of in geval het betreft boor-, snij-, slijp- en walsolie (emulsies), asbest en ontplofbare stoffen, van de betreffende *stof*. Dit geldt tevens voor de in de vorige alinea genoemde gevallen waarin een specifiek element wordt genoemd in samenhang met de aanduiding «*organische verbinding*» of twee elementen tezamen worden genoemd.

- ingeval het afval meerdere stoffen bevat die onder eenzelfde aanduiding in de stoffenlijst zijn begrepen, dienen de concentraties van de betreffende stoffen bij elkaar te worden opgeteld.

Voor zover het waterhoudende afvalstoffen betreft dienen de concentratiegrenzen te worden betrokken op het droge stofgehalte ervan, voor zover dit gehalte 0,1 gewichtsprocent of meer bedraagt. Indien het gehalte aan droge stof kleiner is dan 0,1 gewichtsprocent, dienen de concentratiegrenzen, verkleind met een factor duizend, te worden betrokken op de gehele partij, dus inclusief water.

d. afvalstoffen worden *niet* als chemische afvalstoffen aangemerkt voor zover zij bestaan uit:

1. plantaardige en dierlijke koolhydraten, eiwitten en vetten;
2. keramische materialen zoals aardewerk, porselein, baksteen;
3. geëmailleerde producten;
4. glasprodukten;
5. kunststoffen en elastomeren (rubbers);
6. fosfaten van aluminium, calcium en ijzer;
7. restanten van wegverharding en dakbedekking;
8. vormzand van metaalgieterijen;
9. bouw- en sloopafval;
10. natuurlijke mest;
11. slib, afkomstig van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater;
12. restanten, vrijkomend bij installaties voor de verbranding van huishoudelijke afvalstoffen;
13. stoffen die in het kader van de uitoefening van het mijnbouwbedrijf in de bodem worden teruggevoerd;
14. afgewerkte smeer- en systeemolie als bedoeld in artikel 1 van de Wet chemische afvalstoffen.

Mij bekend,
de Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne,
I. Vorrink