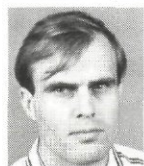


IJzerhoudend drinkwaterslib: een tweede schakel tussen de bedrijfstakken drinkwater en afvalwater

Inleiding

Bij de Nederlandse waterleidingbedrijven wordt jaarlijks 34.000 ton droge stof aan slib geproduceerd (peiljaar 1989). Van dit drinkwaterslib is 12.500 ton sterk ijzerhoudend. De gewogen gemiddelde ijzerhydroxyde ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) concentratie in dit ijzerhoudend slib bedraagt 80 gewichtsprocent op droge stof basis. De totale herbruikbare hoeveelheid ijzer (als Fe) bedraagt hiermee 5.000 ton per jaar. Omdat preventie en recycling van deze afvalstof met de huidige stand van de techniek maar zeer beperkt haalbaar is,



S. G. J. HEIJMAN
Kiwa NV Onderzoek en Advies



A. J. P. VERBERNE
DHV Water BV



H. BRAAKENSIEK
DHV Water BV

zoeken de waterleidingbedrijven toepassingsmogelijkheden voor dit slib buiten de eigen bedrijfstak. In het verleden zijn de mogelijkheden onderzocht van de inzet bij de produktie van bakstenen, bij de staalproduktie en bij de behandeling van rioolwater. Deze laatste optie biedt op dit moment de beste perspectieven: er is een grote vraag naar ijzer door de invoering van chemische defosfatering op een groot aantal rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's). Bovendien zijn vraag en aanbod van ijzer evenals drinkwatergebruik en afvalwaterproduktie regionaal gekoppeld. Ook qua branche en cultuur zijn waterkwaliteitsbeheerders en drinkwaterbedrijven sterk verwante bedrijfstakken: beiden behoren tot de nutssector en beiden zijn milieubedrijven. Alle reden dus om de mogelijkheden voor nuttige toepassing van ijzerhoudend drinkwaterslib op rwzi's te onderzoeken. In het kader van het onderzoekprogramma van de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven (VEWIN) en met extra financiële steun van de Stichting Toegestemd Onderzoek Waterbeheer (STOWA) is door Kiwa Onderzoek en Advies een compendium samengesteld getiteld 'Toepassing van drinkwaterslib op

Samenvatting

Water vormt de belangrijkste schakel tussen de bedrijfstakken drinkwater en afvalwater. Op het gebied van vaste bestanddelen liggen echter ook mogelijkheden om samen te werken. Terugdringen van het stortvolume en de groot-schalige defosfatering van rioolwater zijn beleidsvoornemens die de toepassing van ijzerhoudend drinkwaterslib op rioolwaterzuiveringsinrichtingen stimuleren. Aan deze toepassing zijn milieu voor- en nadelen verbonden. In opdracht van de VEWIN en de STOWA is een compendium geschreven waarin de milieuaspecten bij de inzet van drinkwaterslib op rioolwaterzuiveringsinrichtingen worden beschreven. In het compendium worden ook technische en logistieke aspecten, wetgeving en beleid, en kosten belicht. De mogelijke toepassingen zijn zeker kansrijk, al liggen er nog vraagpunten over de invloed van arseen in drinkwaterslib op de kwaliteit van het effluent. Inmiddels zijn er twee aanzuurinstallaties operationeel. In Friesland is in samenwerking tussen het waterschap en het waterleidingbedrijf een installatie met een verwerkingscapaciteit van 1200 ton droge stof in gebruik genomen. In Zeeland is in een samenwerking tussen het Waterschap Noord- en Zuid-Beveland en de NV Delta Nutsbedrijven een installatie gebouwd met een capaciteit van 300 ton droge stof per jaar. Deze projecten konden in korte tijd gerealiseerd worden door een goede samenwerking tussen waterschap en drinkwaterbedrijf. Bovendien vormde arseen, door de lage concentraties in het drinkwaterslib ter plaatse, geen punt van discussie.

rioalwaterzuiveringsinrichtingen'[1]. Door DHV Water BV zijn onderdelen over het chemicaliëngebruik op rwzi's, technische en logistieke aspecten en kosten van hergebruik aangeleverd. Ook is een hoofdstuk over wetgeving en beleid opgenomen. In dit artikel worden de belangrijkste bevindingen uit het compendium weergegeven. Voor een compleet overzicht en voor een uitgebreide literatuurlijst kan het compendium zelf gelezen worden.

Vraag en aanbod van ijzer

Jaarlijks komt ongeveer 12.500 ton droge stof (=5.000 ton ijzer) aan ijzerhoudend drinkwaterslib in aanmerking voor nuttige inzet op rwzi's. Dit drinkwaterslib met een ijzerhydroxydegehalte van 60 tot 100 gewichtsprocent komt vrij op 5 grote oppervlaktewaterlokalities en op 143 grondwaterlokalities. De gewogen gemiddelde samenstelling van dit slib is weergegeven in tabel I. Belangrijk is dat naast een groot aandeel aan ijzerhydroxyde slechts geringe hoeveelheden 'ballaststoffen' aanwezig zijn.

Het ijzerverbruik op rwzi's zal de komende jaren 15.000 ton per jaar bedragen.

De vraag zal globaal opgebouwd zijn uit: 7.500 ton tweewaardig ijzer voor defosfateren, 5.250 ton driewaardig ijzer voor defosfateren, 1.500 ton driewaardig ijzer t.b.v. conditioneren van zuiverings-slib, 750 ton driewaardig ijzer voor sulfide binding in de slibgisting en in pers-leidingen.

Onbewerkt ijzerhoudend slib kan ingezet worden in de slibgisting en in pers-leidingen. Qua logistiek en qua kosten is dit een zeer aantrekkelijke optie omdat voor deze toepassing slechts een doseer-inrichting voor ijzerslib nodig is. Het aanbod aan ijzerslib is echter veel groter dan de vraag. Dit betekent dat ook de andere opties in beschouwing genomen moeten worden. Uit diverse onderzoeken is vast komen te staan dat aangezuurd ijzerhoudend drinkwaterslib qua prijs kan concurreren met commercieel ferri-chloride. De vereiste kwaliteit van het aangezuurde drinkwaterslib staat evenwel nog ter discussie.

Milieu-aspecten

In de vergelijking van drinkwaterslib versus commercieel ferrichloride zijn in totaal zes milieu-emissies geëvalueerd. Vier van deze emissies blijken significant te zijn bij de toepassing van ijzerslib op rwzi's: de emissie van slib, de emissies van zware metalen via effluent en zuiveringsslib, de emissies door transport van slib en chemicaliën en de emissie van chloride en sulfaat via het effluent van de rwzi. De verschillende emissies worden positief of negatief beïnvloed door het toepassen van drinkwaterslib. Terugdringen van het storten van drink-

TABEL I - Gewogen gemiddelde samenstelling van ijzerhoudend drinkwaterslib ($\text{Fe}(\text{OH})_3 > 60$ gew%) van oppervlaktewater- en grondwaterlokalities.

	IJzerhoudend drinkwaterslib oppervlakte- waterlokalities	IJzerhoudend drinkwaterslib grondwater- lokalities
% $\text{Fe}(\text{OH})_3$	77	83
% $\text{Al}(\text{OH})_3$	2	2
% MnO_2	0,3	2,2
% CaCO_3	6	9
% organische stof en inerte bestanddelen	15	4

waterslib met 12.500 ton droge stof (circa 30.000 m³ slib van 35%) door hergebruik van het drinkwaterslib op de rwzi vormt het belangrijkste positieve milieu-aspect. Het ijzerhoudend drinkwaterslib bestaat gemiddeld voor 20% van de droge stof uit ballaststoffen. Omdat organische stof wordt afgebroken en calcium naar verwachting in opgeloste vorm de rwzi passeert komt naar schatting 65% van deze ballaststoffen in het zuiveringsslib terecht. Berekend werd dat de toename in zuiveringsslib bij de toepassing van ijzerhoudend drinkwaterslib voor chemische defosfatering circa 3% bedraagt ten opzichte van het gebruik van commercieel ferrichloride voor dit zelfde doel. Een negatief milieu-aspect is de verspreiding van zware metalen en arseen uit het drinkwaterslib in het milieu. Bij de toepassing van ijzerhoudend drinkwaterslib op rwzi's kunnen deze verontreinigingen in het effluent van de rwzi en in het zuiveringsslib terechtkomen.

In tabel II en III zijn de gevolgen voor effluent en zuiveringsslib samengevat zoals berekend voor een bij chemische defosfatering normale ijzerdosering. Volgens deze berekeningen is de concentratie koper in lichte mate en de concentratie arseen in sterke mate verhoogd. Ook is te zien dat de belasting met chroom en nikkel iets lager is dan de referentie. Bij deze berekening moeten echter enkele kanttekeningen geplaatst worden.

1. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de in de tabel vermelde verwijderingspercentages. Deze ver-

wijderingspercentages komen voort uit onderzoeken op rwzi's *zonder* chemische defosfatering. Met name voor arseen is de verwachting dat het verwijderingspercentage veel hoger ligt in geval van chemische defosfatering. Dit zou betekenen dat de belasting van het effluent met arseen veel *lager* is dan berekend. Oriënterende experimenten bevestigen dit beeld. De werkelijke belasting van het effluent zal uit een praktijkexperiment moeten blijken.

2. Er is uitgegaan van een gemiddelde kwaliteit drinkwaterslib, eventueel kan een selectie gemaakt worden van ijzerhoudend drinkwaterslib met een laag arseengehalte.
3. Er zijn mogelijkheden om het arseen uit het aangezuurd drinkwaterslib te verwijderen. Deze mogelijk kostbare technieken zijn echter op dit moment niet operationeel.

Ook voor het zuiveringsslib wordt alleen een lichte verhoging van de koperconcentratie en een verdubbeling van de arseenconcentratie berekend (tabel III). In tabel III zijn ter vergelijking de met ingang van 1 januari 1995 geldende eisen opgenomen uit het Besluit Overige Organische Meststoffen (BOOM). Omdat het overgrote deel van het zuiveringsslib in Nederland niet aan deze eisen voldoet hebben waterkwaliteitsbeheerders gekozen voor andere verwerkingsmethodes dan toepassing in de landbouw zoals verbranden, drogen, composteren of natte oxydatie. Uit onderzoek zal moeten blijken of de toename van vooral arseen in het zuiveringsslib bij de verschillende verwerkingsmethodes een probleem gaat

vormen. Uit tabel III kan geconcludeerd worden dat juist arseen aan de eisen van het BOOM blijft voldoen. Voor de andere verwerkingstechnieken betekent dit echter niet dat arseen probleemloos is.

Het milieu-aspect 'vervoer' kan zowel positief als negatief beïnvloed worden. Als het aanzuren centraal plaatsvindt dan neemt het transport toe ten opzichte van het gebruik van commercieel ferrichloride. Als de bewerking van slib bij het waterleidingbedrijf of bij de rwzi plaatsvindt dan neemt het transport vrijwel altijd af. Ook bij de toepassing van onbewerkt ijzerhoudend slib in de slibgisting van een rwzi neemt het transport in het algemeen af, ondanks het feit dat het slib als 10% droge stof getransporteerd wordt. Bij de inzet van ijzerslib in de slibgisting kan als milieuvoordeel nog de lagere anionenbelasting van het effluent van de rwzi worden genoemd. Het gedoseerde ijzer heeft immers als tegenion hydroxyde (OH⁻) in plaats van chloride.

Kosten van de toepassing van drinkwaterslib

Voor de kostenberekening is uitgegaan van de som van de kosten voor het waterleidingbedrijf en voor de waterkwaliteitsbeheerder. De kosten zijn berekend per kg toegepast ijzer. Bij het toepassen van commercieel ferrichloride wordt per kg ijzer in de vorm van ijzerchloride één kg ijzer in de vorm van ijzerslib gestort.

Toepassen commercieel ferrichloride

Bij de toepassing van commercieel ferrichloride zijn de kapitaalslasten relatief laag omdat er slechts een investering noodzakelijk is voor opslag en dosering. Er moet ijzerchloride worden ingekocht tegen een prijs van f 1,43 per kg Fe. Omdat in dat geval ijzerslib niet nuttig ingezet wordt, is het drinkwaterbedrijf f 3,20 kwijt voor ontwatering en storten; daar komt nog eens f 0,30 bij voor transport naar de stortplaats. In de rwzi wordt door de ijzer dosering chemisch slib gevormd. De ontwatering en afzet van dit chemisch slib kost f 3,07 per kilo gedoseerd ijzer. De ontwatering en afzet van biologisch slib is buiten beschouwing gelaten.

Toepassen onbewerkt ijzerhoudend drinkwaterslib

Ijzerhoudend drinkwaterslib kan met een droge-stofgehalte van 10 gewichtsprocent onbewerkt toegepast worden in de slibgisting. Bij dit droge-stofgehalte is het nog goed verpompbaar. Zowel de ontwaterings- als de storkosten worden uitgespaard. Daar staat tegenover dat de

TABEL II – Berekende effluent kwaliteit van een gemiddelde rwzi bij toepassing van commercieel ferrichloride respectievelijk aangezuurd drinkwaterslib. De Milbowa streefwaarde is als referentie in de tabel opgenomen.

Element	Verwijdering in rwzi %	Commercieel FeCl ₃ µg/l	Aangezuurd ijzerslib µg/l	Milbowa streefwaarde µg/l
Koper	70	34	39	3
Chroom	60	12	11	5
Zink	70	77	79	9
Lood	60	24	25	4
Cadmium	60	0,45	0,45	0,05
Nikkel	30	19	17	9
Kwik	70	0,16	0,16	0,02
Arseen	50	1,2	2,9	5

TABEL III – Kwaliteit zuiveringsslib van een gemiddelde rwzi bij toepassing van commercieel ferrichloride respectievelijk aangezuurd drinkwaterslib. De nieuwe eisen uit het BOOM zijn ter referentie opgenomen.

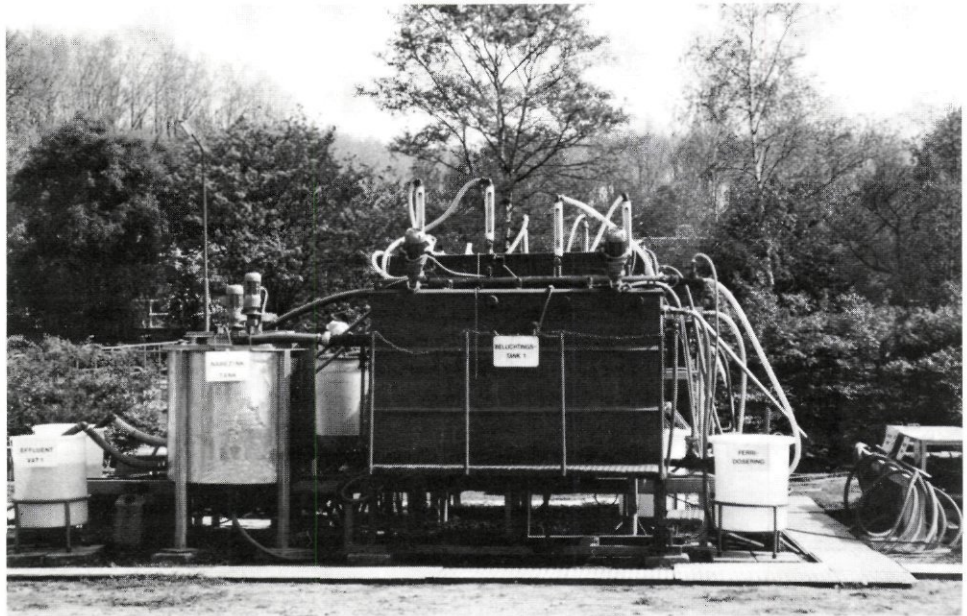
Metaal	Commercieel FeCl ₃ mg/kg d.s.	Aangezuurd ijzerslib mg/kg d.s.	Eisen 'BOOM' 1 januari 1995 mg/kg d.s.
Koper	353	397	75
Chroom	78	69	75
Zink	801	792	300
Lood	163	159	100
Cadmium	3,0	2,9	1,25
Nikkel	36	32	30
Kwik	1,6	1,6	0,75
Arseen	5,6	12,6	15

transportkosten toenemen doordat er meer water getransporteerd moet worden. Doordat het slib geen bewerking ondergaat blijven de kapitaalslasten beperkt tot de kosten voor een opslag en doseerinstallatie voor ijzerslib. Er hoeft geen zwavelzuur te worden ingekocht. Er wordt meer chemisch slib gevormd omdat er in het ijzerslib behalve ijzerhydroxyde ook nog ballaststoffen zoals klei aanwezig zijn. Dit verhoogt de kosten voor ontwatering en afzet van het zuiveringsslib.

Toepassen aangezuurd ijzerhoudend drinkwaterslib

In het compendium worden drie 'aanzuur' scenario's vergeleken, waarbij de aanzuurstap respectievelijk bij het waterleidingbedrijf, bij de rwzi of op een centrale plaats gelokaliseerd is. Omdat de totale kosten voor deze drie scenario's niet significant verschillen is hier alleen de kostenberekening voor het centrale aanzuurscenario weergegeven. De kapitaalslasten voor het opwerken van ijzerslib komen bovenop de kapitaalslasten voor opslag en dosering van vlok-middel op de rwzi. De in tabel IV genoemde bedragen zijn de geschatte investeringen inclusief onderhoud, bediening en administratie. De transportkosten zijn relatief hoog omdat er hier van uitgegaan is dat het aanzuren in een centrale aanzuurfabriek plaatsvindt. Zowel transportbewegingen als transportafstanden nemen bij een dergelijke centrale opwerking toe. Overigens zijn ook scenario's uitgewerkt waarbij het opwerken van het drinkwaterslib bij een groot waterleidingbedrijf dan wel bij een grote rwzi plaatsvindt. De transportkosten zijn in deze twee scenario's 44 cent per kg ijzer lager. Het drinkwaterslib wordt wel ontwaterd maar niet gestort. De kosten voor ontwatering en afzet van chemisch slib van de rwzi zijn weer iets hoger in verband met de ballaststoffen in het aangezuurde drinkwaterslib.

Uit tabel IV blijkt dat het toepassen van onbewerkt ijzerslib economisch de grootste voordelen oplevert. Onbewerkt



Afb. 1 - De pilot-plant rwzi van de GTD Oost-Brabant staat opgesteld bij de rwzi-Eindhoven. Voor acht zware metalen wordt een stoffenbalans opgesteld; daarbij wordt aangezuurd drinkwaterslib van de NV Waterleiding Oost-Brabant vergeleken met commercieel ferrichloride.

drinkwaterslib kan echter maar in beperkte mate worden ingezet op rwzi's. Ook de toepassing van aangezuurd drinkwaterslib lijkt in ieder geval economisch haalbaar. In de berekening zijn echter een aantal aannames gedaan bijvoorbeeld voor de marktprijs van ferrichloride en voor de stortkosten. Vooral de sterk fluctuerende ferrichloride prijs en de stijgende stortprijs maakt de kostenschatting voor de komende jaren onnauwkeurig.

Wetgeving en beleid

Gelet op het huidige milieubeleid is de toepassing van onbewerkt ijzerhoudend drinkwaterslib in de slibgisting de meest gewenste optie. De overheid zou deze toepassing kunnen stimuleren door drinkwaterslib niet langer als afvalstof maar als grondstof aan te merken. Dit kan door deze toepassing onder de werking van artikel 1.1 elfde lid Wet Milieubeheer te brengen. VEWIN heeft inmiddels het ministerie van VROM verzocht om betrokken te worden bij de invulling van artikel 1.1 van de Wet milieubeheer.

Of het aanzuren van drinkwaterslib m.e.r.-plichtig is afhankelijk van de aanzuurlocatie, de verwerkingscapaciteit en het arseengehalte in het drinkwaterslib.

Conclusie

Het compendium geeft informatie over het toepassen van ijzerhoudend drinkwaterslib op rwzi's. Meer duidelijkheid kan stimulerend werken voor het overleg tussen waterleidingbedrijven en waterkwaliteitsbeheerders.

Nuttige toepassing van onbehandeld drinkwaterslib heeft de grootste economische en milieutechnische voordelen. Voor een optimaal gebruik van de mogelijkheden zijn veranderingen in de slibbehandeling van het waterleidingbedrijf noodzakelijk. Ook moet de wet- en regelgeving meer toegesneden worden op het nuttig toepassen van reststoffen.

Qua milieu-aspecten bestaat nog onvoldoende duidelijkheid over het lot van arseen in de rwzi en bij de verwerking van het zuiveringsslib van de rwzi. Er is inmiddels een experiment gestart met een pilot-plant rwzi met als doel de emissies te meten. Dit experiment is een samenwerking tussen de Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant, de NV Waterleiding Oost-Brabant en Kiwa Onderzoek en Advies (zie afb. 1).

Literatuur

1. STOWA-rapport nr. 94-12, september 1994.

TABEL IV - Vergelijking van de kosten tussen toepassing van drinkwaterslib en toepassing van commercieel ferrichloride.

Jaarlijkse exploitatiekosten uitgedrukt in NLG/kg Fe	Toepassen commercieel FeCl_3	Toepassen onbewerkt ijzerslib	Toepassen aangezuurd ijzerslib
kapitaalslasten (+overige lasten)	0,23	0,31	0,43
ferrichloride	1,43	0,00	0,00
zwavelzuur + schuimremmer	0,00	0,00	0,59
transport drinkwaterslib	0,30	0,68	0,72
ontwatering en afzet slib door waterl. bedrijf	3,20	0,00	1,14
ontwatering en afzet slib door rwzi	3,07	3,64	3,64
TOTALE KOSTEN	8,23	4,63	6,52