De invloed van de drinkwaterkwaliteit op het kopergehalte in afvalwater en in zuiveringsslib in de provincies Friesland, Groningen en Drenthe

1. Inleiding

Het zuiveringsslib van een aantal rioolwaterzuiveringsinstallaties bevat een relatief hoog gehalte aan zware metalen. Dit kan een beperkende factor zijn bij de toepassing van zuiveringsslib in de landbouw.
Door een gericht beleid om de lozing van zware metalen bij de bron te verlagen, is in de afgelopen jaren de kwaliteit van het zuiveringsslib verbeterd en zal deze naar verwachting nog verder kunnen verbeteren. Corrosie van koperen drinkwaterinstallaties in woningen blijkt een belangrijke bijdrage te leveren aan hoge kopergehalten in het zuiveringsslib. Met name de zuurgraad en in mindere mate het HCO_3^--gehalte zijn hierop van invloed.
Een inventarisatie van deze problematiek is op verzoek van de provinciale waterstaat van Friesland bij de Regionale Inspectie Milieuhygiëne te Groningen uitgevoerd [lit. 1].
Het resultaat van deze inventarisatie is mede aanleiding geweest voor de drie noordelijke streekwaterleidingbedrijven en de waterkwaliteitsbeheerders in Groningen, Friesland en Drenthe om hier nader aandacht aan te geven.

J. W. DE JONG

B. J. A. HARING

K. HOOGSTEEN

A. W. VAN NES

In 1982 werd daartoe op initiatief van het Zuiveringsschap Drenthe de overleggroep* 'Drinkwater en zuiveringsslib' opgericht.
Het doel van deze overleggroep was en is het uitwisselen van gegevens en ervaring en het onderling afstemmen van een aantal onderzoeksactiviteiten en maatregelen die gedeeltelijk reeds waren gepland of in uitvoering waren.
In dit artikel wordt een kort overzicht gegeven van uitgevoerde onderzoekingen en werkzaamheden die in Friesland, Groningen en Drenthe in dit kader hebben plaatsgevonden.
Eerst wordt kort ingegaan op de relatie waterkwaliteit-metaaloplossend vermogen en worden de mogelijkheden en consequenties van de beïnvloeding van dit metaaloplossend vermogen door pH-verhoging (eventueel in combinatie met deelontharding) besproken.
Vervolgens wordt ingegaan op de relatie tussen koper uit drinkwaterinstallaties en de kwaliteit van het zuiveringsslib in de drie noordelijke provincies. Dit slib wordt grotendeels vloeibaar afgezet in de landbouw. Daarna wordt een overzicht gegeven van de invloed van deelontharding op de metaalhuishouding in afvalwater en slib op de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Sneek. Dit onderzoek is verricht door het RID (nu het RIVM) en is mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage van de hoofdinspectie milieuhygiëne van het ministerie van VROM. Tenslotte worden enkele conclusies en aanbevelingen geformuleerd.

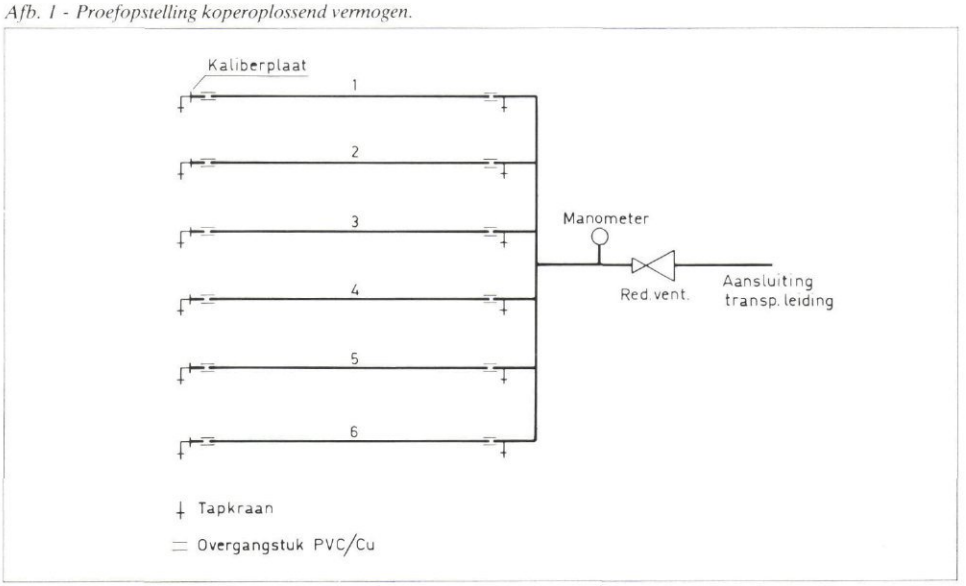
2. Relatie waterkwaliteit – metaaloplossend vermogen

Het metaaloplossend vermogen van leidingwater is reeds jaren onderwerp van studie. In de zeventiger jaren splitste dit onderzoek zich vooral toe op het loodoplossend vermogen aangezien er in oude stadswijken nog veel loden dienstleidingen aanwezig zijn. Uit een in 1978 verschenen KIWA-publikatie kwam naar voren dat de agressiviteit ten opzichte van kalk geen maat is voor de agressiviteit ten opzichte van metalen leidingen. Voor de grootte van het metaaloplossend vermogen zijn vooral de pH, de alkaliteit, het geleidingsvermogen en de buffercapaciteit van belang.
Deze relaties worden uitgebreid beschreven in diverse KIWA-mededelingen [lit. 2 tot en met 5]. Kortheidshalve wordt in dit kader dan ook hiernaar verwezen.

2.1. *Onderzoek naar koperoplossend vermogen*

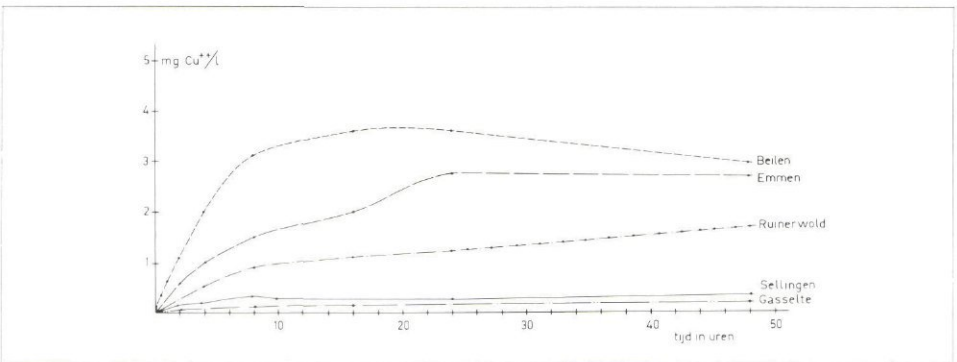
Ten behoeve van een KIWA-onderzoek zijn op de pompstations bij de WLF, WAPROG en de WMD genormaliseerde proefopstellingen gemaakt teneinde op gelijke wijze het koperoplossend vermogen van het drinkwater te kunnen bepalen. Dit heeft geresulteerd in negen opstellingen bij de WMD, vier bij de WAPROG en drie opstellingen bij de WLF.
Elke opstelling bestaat uit één set van drie nieuwe koperen buizen (voor alle bedrijven zijn de buizen genomen uit één zending koperen buizen, aangezien er verschillen in samenstelling kunnen voorkomen) en een set van drie oude koperen buizen. Ten aanzien van de oude koperen buizen was het noodzakelijk dat deze uit het voorzieningsgebied kwamen van het pompstation waarvan het koperoplossend vermogen bepaald werd.
In overleg met het KIWA is gekozen voor een opzet zoals is weergegeven in afb. 1.
Voor al deze proefopstellingen is nu vervolgens de koperafgifte als functie van de standtijd bepaald. In eerste instantie is gemeten bij de standtijden: ¼, ½, 1, 2, 4, 8, 16, 24, 48 en 72 uur. Voor enkele proef-

Afb. 1 - Proefopstelling koperoplossend vermogen.

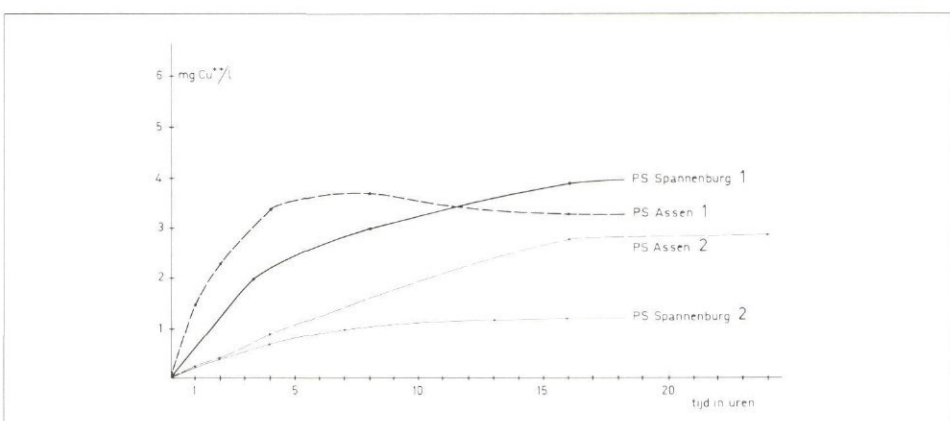


* Samenstelling overleggroep 'Drinkwater en zuiveringsslib':

A. W. van Nes	– Zuiveringsschap Drenthe (voorzitter)
J. W. de Jong	– Provinciale Waterstaat Friesland
J. R. Starke	– Provinciale Waterstaat Groningen
K. J. Hoogsteen	– NV Waterleidingmaatschappij Drenthe
M. van Ammers	– NV Waterleidingmaatschappij Friesland
J. Zweegman	– NV Waterleidingmaatschappij voor de provincie Groningen
L. Groen	– Regionale Inspectie Milieuhygiëne.



Afb. 2 - Relatie koperoplossend vermogen-standtijd.



Afb. 3 - Effect pH-correctie op koperoplossend vermogen (1 vóór ontharding; 2 ná ontharding).

TABEL I – *De invloed van de drinkwatersamenstelling op het koperoplossend vermogen.*

Pompstation	HCO_3^- (mg/l)	vrij CO_2 (mg/l)	Ca^{++} (mg/l)	pH	Geleidingsvermogen (in m S/m)	Cu na 16 uur (mg/l) standtijd
Assen[1]	276	14	78	7,5	45	3,2
Assen[2]	240	5	40	7,8	39	2,8
Beilen	234	8	63	7,6	39	3,8
Gasselte	89	1	26	7,8	20	0,2
Emmen	106	7	44	7,5	34	2,0
Ruinerwold	201	10	57	7,5	32	1,0
Spannenburg[1]	383	30	110	7,5	58	3,5
Spannenburg[2]	300	6	50	8,0	48	1,2
Sellingen	135		38	8,1	33	0,3

[1] vóór ontharding
[2] ná ontharding.

opstellingen bij pompstations zijn de resultaten van enkele metingen weergegeven in afb. 2.
Uit deze afbeelding blijkt dat er in de provincie Drenthe grote verschillen voorkomen in het koperoplossend vermogen van het drinkwater. Het onderzoek bevestigde de invloed van de verschillende parameters, zoals pH, CO_2 en HCO_3^- op het koperoplossend vermogen. Op gelijke wijze is er onderzoek uitgevoerd bij de WAPROG en de WLF. In tabel I is een aantal van deze gegevens samengevat.
De meetresultaten van al deze proefopstellingen zijn door het KIWA verwerkt tot een 'kopermodel' waarmee met behulp van de chemische samenstelling van het reine water het koperoplossend vermogen bepaald kan worden [lit. 6].

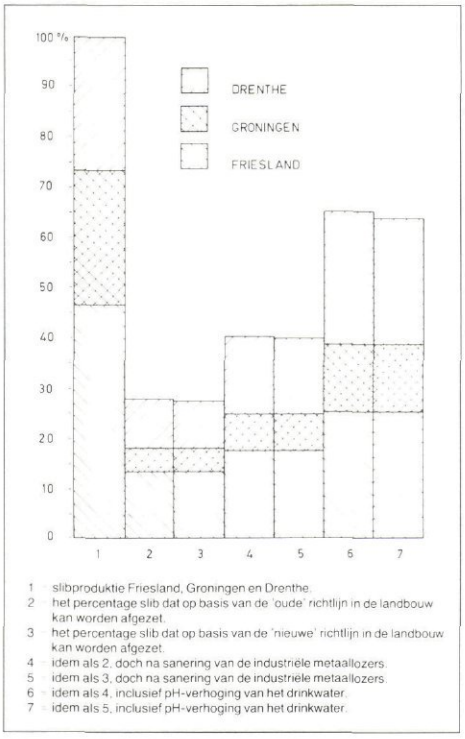
2.2. *Effect van pH-verhoging op het koperoplossend vermogen*

Uit diverse onderzoekingen is gebleken dat het koperoplossend vermogen verlaagd kan worden door de pH te verhogen [lit. 2 t/m 6]. Bij hardere watertypen veroorzaakt een pH-verhoging echter een zodanige toename van het kalkafzettend vermogen, dat dit in de praktijk tot problemen kan leiden, zoals ontoelaatbare afzettingen in de leidingen en verhoogde ketelsteenafzettingen in warmwater apparatuur.
Een verhoging van de pH moet dan gepaard gaan met een ontharding.

Ontharding op praktijkschaal vindt plaats in het pompstation Spannenburg van de WLF. Deze ontharding wordt uitgevoerd met natronloog in zogenaamde korrelreactoren. Dit pompstation voorziet het zuidwestelijk deel van Friesland van water. De hardheid wordt hier teruggebracht van 3,2 mmol/l naar 1,5 mmol/l, wat gepaard gaat met een stijging van de pH van 7,5 naar 8,0.
De technische achtergronden van dit proces zijn beschreven in een publikatie van Van Ammers in H_2O [lit. 7].
Deze ontharding is gerealiseerd om aan de bezwaren van de afnemers tegen de hoge hardheid tegemoet te komen. De verlaging van het metaaloplossend vermogen is een bijkomend voordeel.
Het effect van de pH-verhoging op het koperoplossend vermogen van drinkwater is voor het pompstation Spannenburg in afb. 3 weergegeven.
In aanbouw is thans een onthardingsinstallatie in het pompstation Noordbergum waar circa 20 mln m^3 water zal worden onthard van 3,2 naar 1,5 mmol/l, eveneens in korrelreactoren maar nu met kalkhydraat als reagens. In de loop van 1984 zal deze ontharding in bedrijf worden gesteld.
Op het pompstation Assen is in 1983 een proefinstallatie gebouwd om te bestuderen of het tot de mogelijkheden (technisch, kwalitatief en econmomisch) behoort dit matig harde water (circa 2,2 mmol/l) te ontharden, vanwege enerzijds een hoge tijdelijke hardheid en anderzijds een relatief hoog metaaloplossend vermogen. De capaciteit van de proefinstallatie is 7 m^3/uur.
De ontharding vindt plaats in een zogenaamde korrelreactor met als reagens natronloog. Het betreft bij dit watertype slechts een klein onthardingstraject.
De hardheid van het water wordt teruggebracht van 2,2 mmol/l naar 1,5 mmol/l, wat gepaard gaat met een stijging van de pH van 7,4 naar 7,8.
Tabel I geeft een indruk van de waterkwaliteit voor en na de deelontharding. Nadat het onthardingsproces goed functioneerde is het ontharde water (met een pH van 7,8) geleid door de in het pompstation opgestelde koperen buizen teneinde de invloed van de kwaliteitscorrectie op het metaaloplossend

TABEL II – *Richtlijn natte afzet zuiveringsslib in de landbouw.*

Metaal	Toelaatbare gehalten in mg/kg · d.s. tot 1 juli 1984 ('oude' richtlijn)	ná 1 juli 1984 ('nieuwe' richtlijn)
Zink (Zn)	2.000*	2.000*
Koper (Cu)	600*	600*
Lood (Pb)	500*	500
Chroom (Cr)	500*	500
Nikkel (Ni)	100*	100
Cadmium (Cd)	10*	5*
Kwik (Hg)	10*	5*
Arseen (As)	10*	10



Afb. 4 - Slibafzet in de landbouw (1982, zonder overgangsregeling).

vermogen te onderzoeken. In afb. 3 is ook voor het pompstation Assen de verandering in metaaloplossend vermogen door de ontharding aangegeven.

3. Koper in zuiveringsslib en afvalwater in relatie tot de kwaltiteit van drinkwater

3.1. *De kwaliteit van zuiveringsslib in relatie tot de afzet*

Bij de afzet van het vloeibare zuiveringsslib in de landbouw worden kwaliteitsrichtlijnen voor zware metalen aan de samenstelling van het slib gesteld [lit. 8 en 9]. De geldende richtlijnen – verder te noemen 'oude' resp. 'nieuwe' richtlijn – zijn tot stand gekomen in overleg tussen de gezamenlijke waterkwaliteitsbeheerders (Unie van Waterschappen) en de Ministeries van verkeer en waterstaat, landbouw en visserij en volksgezondheid en milieuhygiëne (respectievelijk volkshuisvesting, ruimtelijke ordening en milieubeheer). De maximaal toelaatbare gehaltes aan zware metalen in slib zijn in tabel II aangegeven.

Van de metalen die in tabel II met een * zijn aangegeven mogen als overgangsregeling ten hoogste twee metalen een gehalte hebben dat maximaal 50% boven de norm ligt. Voor de 'oude' richtlijn gold deze overgangsregeling tot 1 april 1984; voor de 'nieuwe' richtlijn geldt deze overgangsregeling vier jaar of zoveel korter als een wettelijke regeling voor de afzet van slib van kracht is geworden.

Ruim 70% van het slib van de rioolwaterzuiveringsinstallaties in Friesland, Groningen en Drenthe voldoet aan de 'oude' richtlijn.

TABEL III – *Het kopergehalte in influent en zuiveringsslib van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen in Friesland (vóór en ná oktober 1982).*

rwzi in gebied Spannenburg	Influent (mg/i.e.) vóór oktober 1982	Influent (mg/i.e.) ná oktober 1982	Zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) vóór oktober 1982	Zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) ná oktober 1982
Bolsward	23 ± 17	18 ± 4	363 ± 71	309 ± 36
Joure	17 ± 17	12 ± 6	241 ± 17	184 ± 14
Lemmer	22 ± 5	25 ± 8	359 ± 60	265 ± 30
Sloten	31 ± 23	22 ± 9	409 ± 97	291 ± 93
Sneek	69 ± 10	53 ± 17	728 ± 135	436 ± 15
Workum	20 ± 11	8 ± 2	326 ± 13	241 ± 69

rwzi in gebied Terwisscha	Influent (mg/i.e.) vóór oktober 1982	Influent (mg/i.e.) ná oktober 1982	Zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) vóór oktober 1982	Zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) ná oktober 1982
Drachten*	57 ± 19	39 ± 11	813 ± 87	711 ± 148
Haulerwijk	12 ± 5	7 ± 2	266 ± 25	241 ± 40
Oosterwolde	10 ± 6	10 ± 3	200 ± 27	209 ± 19

* Vóór oktober 1982 werd Drachten gedeeltelijk voorzien vanuit pompstation Noordbergum.

rwzi in gebied Oldeholtpade	Influent (mg/i.e.) vóór oktober 1982	Influent (mg/i.e.) ná oktober 1982	Zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) vóór oktober 1982	Zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) ná oktober 1982
Gorredijk	34 ± 10	40 ± 12	381 ± 44	416 ± 46
Heerenveen N	37 ± 14	34 ± 8	759 ± 181	533 ± 57
Heerenveen O	53 ± 12	46 ± 9	826 ± 37	805 ± 41
Jubbega	33 ± 24	30 ± 6	318 ± 26	375 ± 53
Langezwaag	39 ± 46	28 ± 9	353 ± 49	385 ± 61
Oudehorne	33 ± 16	35 ± 8	419 ± 26	376 ± 70
Wolvega	23 ± 12	27 ± 7	460 ± 23	409 ± 33

rwzi in gebied Noordbergum	Influent (mg/i.e.) vóór oktober 1982	Influent (mg/i.e.) ná oktober 1982	Zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) vóór oktober 1982	Zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) ná oktober 1982
Akkrum	54 ± 21	57 ± 32	603 ± 52	528 ± 65
St. Anna Parochie	55 ± 20	53 ± 27	579 ± 42	533 ± 53
Bergum/Suameer	45 ± 10	36 ± 11	905 ± 115	854 ± 83
Birdaard	89 ± 28	62 ± 15	630 ± 49	616 ± 76
Damwoude	54 ± 24	47 ± 12	680 ± 130	708 ± 127
Dokkum	49 ± 28	54 ± 15	536 ± 29	504 ± 63
Harlingen	38 ± 23	32 ± 10	481 ± 68	443 ± 35
Holwerd	36 ± 12	45 ± 19	463 ± 59	496 ± 55
Kollum	68 ± 6	56 ± 15	679 ± 32	599 ± 76
Kootstertille	53 ± 26	40 ± 5	818 ± 87	689 ± 120
Leeuwarden	50 ± 32	44 ± 11	1.009 ± 66	905 ± 39
Surhuisterveen	54 ± 17	47 ± 7	773 ± 49	590 ± 41

Aan de overschrijding van de richtlijn genoemd in tabel II kunnen in algemene zin een aantal oorzaken ten grondslag liggen:

– De maximaal toelaatbare gehalten aan (meerdere) zware metalen worden ruim overschreden. Hiervan is de oorzaak veelal terug te voeren tot lozingen van industriële aard.

– De maximale toelaatbare gehalten van één of enkele zware metalen worden juist overschreden. Dit wordt veroorzaakt door verspreide, vaak (nog) onbekende lozingen.

– Het maximaal toelaatbare gehalte aan koper wordt overschreden. Dit betreft vrijwel uitsluitend het koper, afkomstig uit koperen binnenhuisinstallaties aangesloten op het waterleidingnet.

– Het maximaal toelaatbare gehalte van één metaal wordt tijdelijk overschreden, bijvoorbeeld door een calamiteit bij een metaalbewerkend bedrijf.

In alle gevallen waar de kwaliteit van het zuiveringsslib niet voldoet aan maximaal toelaatbare gehalten wordt het slib niet in de

TABEL IV – *Gemiddelde koperaanvoer influent en kopergehalte zuiveringsslib per verzorgingsgebied in Friesland.*

Voorzieningsgebied Pompstation	Koper in influent (mg/i.e.) vóór oktober 1982	Koper in influent (mg/i.e.) ná oktober 1982	Koper in zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) vóór oktober 1982	Koper in zuiveringsslib (mg/kg · d.s.) ná oktober 1982
Spannenburg [1]	30 ± 20	23 ± 16	404 ± 168	288 ± 85
Terwisscha [2]	28 ± 22	21 ± 15	426 ± 336	387 ± 281
Oldeholtpade [3]	36 ± 9	34 ± 7	502 ± 204	471 ± 157
Noordbergum [4]	54 ± 14	48 ± 9	680 ± 169	622 ± 143

[1] Vóór oktober 1982 hardheid 3,2 mmol/l en pH 7,5; ná oktober 1982 hardheid 1,5 mmol/l en pH 8,0.
[2] Hardheid 1,2 mmol/l en pH 7,9.
[3] Hardheid 2,1 mmol/l en pH 7,6.
[4] Hardheid 3,2 mmol/l en pH 7,5.

TABEL V – *Metaalgehalte* in zuiveringsslib van de rioolwaterzuiveringsinstallatie Sneek vóór en ná centrale deelontharding van het drinkwater.*

		Vóór deelontharding	Ná deelontharding	
		augustus 1982	februari 1983	augustus 1983
koper	mg/kg · d.s.	779 ± 118	371 ± 40	433 ± 63
cadmium	mg/kg · d.s.	5 ± 3	3 ± 0,5	3 ± 1
lood	mg/kg · d.s.	351 ± 55	284 ± 36	262 ± 50
zink	mg/kg · d.s.	1.247 ± 194	915 ± 116	946 ± 128
chroom	mg/kg · d.s.	120 ± 24	62 ± 8	109 ± 42
nikkel	mg/kg · d.s.	58 ± 13	39 ± 8	47 ± 9
calcium	g/kg · d.s.	37 ± 11	30 ± 3	44 ± 11

* gemiddelden en standaardafwijkingen van 10 waarnemingen.

landbouw afgezet. In afb. 4 is grafisch aangegeven de geschiktheid van zuiveringsslib voor de natte afzet in de landbouw. Daarbij is er op basis van literatuurgegevens van uitgegaan, dat na een pH-verhoging van het drinkwater (kolom 6 en 7) koper geen beperkende factor meer is voor de slibafzet [o.a. lit. 1].
De gegevens zijn gebaseerd op de situatie in 1982, toen circa 23.000 ton droge stof zuiveringsslib in de drie noordelijke provincies werd geproduceerd. Opgemerkt kan worden dat de afzetmogelijkheden positief worden beïnvloed door de overgangsregeling in de praktijk.
Uit afb. 4 blijkt dat een aanzienlijke hoeveelheid slib niet aan de oude en nieuwe richtlijn voldoet, namelijk meer dan 70% van het in de drie noordelijke provincies geproduceerde slib.
Na de sanering van de industriële metaallozers is het percentage zuiveringsslib dat aan beide richtlijnen voldoet circa 12% groter. Een verlaging van de lozing van diffuus koper daarna, zal dit percentage nog eens met 25% vergroten.

3.2. *Onderzoek naar koper in influent en en zuiveringsslib op rioolwaterzuiveringsinstallaties*

In zuid-west Friesland is in het voorzieningsgebied van het waterleidingpompstation te Spannenburg de hardheid van het leidingwater in september 1982 verlaagd (zie hoofdstuk 2.2).
Om onverwachte wijzigingen in het kopergehalte van het influent onder invloed van de deelontharding te onderzoeken is gedurende een jaar hieraan voorafgaande tot een jaar erna de koperconcentratie in het influent van de zes rioolwaterzuiveringsinstallaties in het voorzieningsgebied van het pompstation Spannenburg gemeten.
Ter vergelijking is gedurende dezelfde periode op alle overige zuiveringsinstallaties in Friesland eveneens de koperaanvoer in het influent vastgesteld. Eveneens voorafgaand en na de verlaging van de hardheid van het leidingwater is op één van de zes rioolwaterzuiveringsinstallaties, namelijk de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Sneek, onderzoek uitgevoerd naar de concentratie van diverse metalen in influent, effluent en zuiveringsslib [lit. 10]. Tevens is in Drenthe en Groningen op enkele zuiveringsinstallaties uitvoerig onderzoek gedaan naar met name het kopergehalte in influent en in zuiveringsslib.

Het kopergehalte in influent in Friesland

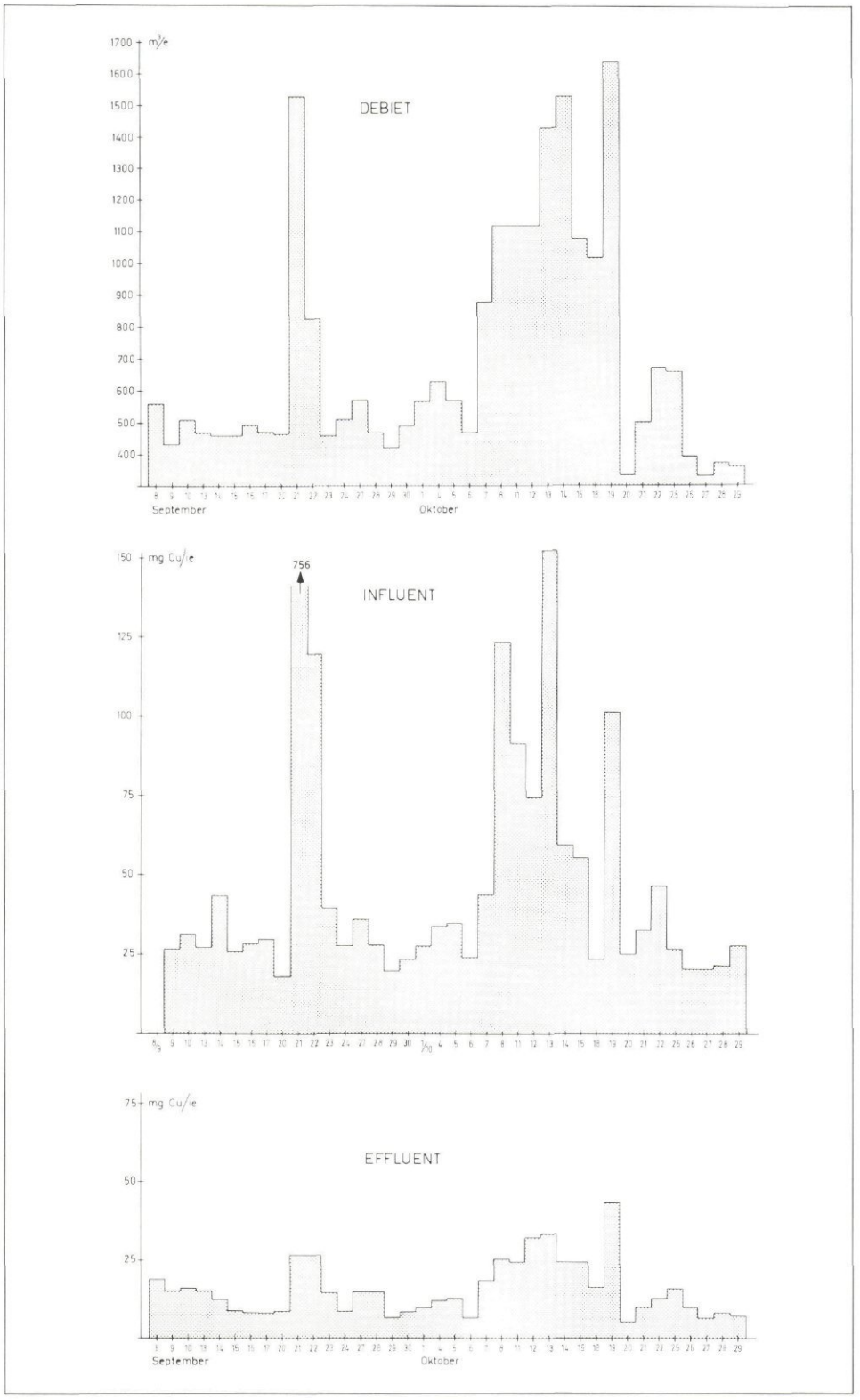
In tabel III is een overzicht van de gemiddelde koperaanvoer in influent weergegeven, gerangschikt naar voorzieningsgebied van de drinkwaterpompstations in Friesland.
De concentratie is berekend uit influentmonsters welke met behulp van bemonsteringsapparatuur proportioneel zijn verzameld. De frequentie van de bemonstering hangt samen met de grootte van de zuiveringsinstallatie en varieerde van 16 tot 48 bemonsteringen per jaar.
In tabel III zijn tevens de gemiddelde kopergehalten in het zuiveringsslib per zuiveringsinstallatie weergegeven.
Het gehalte is berekend op basis van vier steekbemonsteringen. De spreiding in de gemeten koperconcentraties is groot, zowel in het influent als in het zuiveringsslib.
Ook bij de zuiveringsinstallaties per voorzieningsgebied komen onderling aanzienlijke verschillen in het kopergehalte in influent en slib voor. Hiervoor is geen duidelijke verklaring voorhanden. De invloed van koperlozingen door de industrie is in Friesland gering en derhalve in dit verband verwaarloosbaar te noemen.
In tabel IV zijn de ongewogen gemiddelden van de koperaanvoer in het influent respectievelijk de concentraties in het zuiveringsslib per voorzieningsgebied van de pompstations voor drinkwater weergegeven, evenals de pH en de hardheid van het leidingwater van deze pompstations.
De resultaten, zoals die in tabel III en IV zijn opgenomen, tonen aan dat de koperaanvoer in het voorzieningsgebied Spannenburg in de periode oktober 1982/1983 ten opzichte van de periode oktober 1981/1982 met 23% is afgenomen. De afname van de koperconcentraties komt het duidelijkst tot uiting in het koper in het zuiveringsslib. De afname is in het slib bijna 30%. Daarbij moet worden opgemerkt dat gedurende de periode van onderzoek in het overige deel van de provincie waar de hardheid van het drinkwater ongewijzigd bleef, eveneens sprake is van een afname van het kopergehalte in het influent (14%) en in het zuiveringsslib (8%). De oorzaken die hierbij een rol spelen zijn niet bekend. Gedacht kan worden aan het verschil tussen droogweer- en regenwateraanvoer (zie verder hoofdstuk 3.3). Het blijkt overigens dat de aangetroffen koperaanvoer in Friesland in dezelfde orde van grootte ligt als die door het RIZA op andere Nederlandse zuiveringen zijn gevonden, namelijk 30 à 40 mg/i.e. [lit. 11].

Zware metalengehalten in influent, effluent en zuiveringsslib op de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Sneek

Voorafgaand aan en na de verlaging van de hardheid van het leidingwater in Spannenburg is op de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Sneek, waar afvalwater uit het voorzieningsgebied Spannenburg wordt verwerkt, behalve onderzoek naar koper ook onderzoek naar de concentratie aan cadmium, lood, zink, chroom, nikkel en calcium verricht in zowel het influent, het effluent als het zuiveringsslib.
Het primaire deel van het onderzoek betrof het verifiëren van een te verwachten daling in het kopergehalte van het rioolwaterzuiveringsslib als gevolg van centrale deelontharding van drinkwater teneinde te beoordelen of het slib tenminste aan de zogenaamde Unie Richtlijn zou gaan voldoen. De eerste fase van het onderzoek vond plaats in augustus 1982 voorafgaand aan de verlaging van de hardheid van het leidingwater en de tweede fase in februari 1983, kort nadat de verlaging van de hardheid een feit was. Vanwege de mogelijkheid van seizoensvariaties in de rioolwatersamenstelling werd de tweede fase van het onderzoek herhaald in augustus 1983.
Het influent en effluent werd per keer tienmaal proportioneel gedurende 24 uur bemonsterd, van het zuiveringsslib werden per keer 10 steekmonsters genomen.
Uit de resultaten van het onderzoek die in tabel V zijn samengevat, blijkt dat in de periode van onderzoek het gehalte aan koper in slib bijna is gehalveerd. De gehalten van de andere metalen in het slib zijn eveneens afgenomen, echter duidelijk minder dan het kopergehalte. Nader onderzoek naar de achtergrond van de daling van het gehalte van de andere metalen lijkt gewenst.

3.3. *De invloeden op de koperbelasting van de rioolwaterzuiveringsinstallaties*

In het voorgaande is gebleken dat gegevens betreffende de koperbelasting nogal kunnen variëren. Onder meer komt dit naar voren in tabel III, waar de standaardafwijking en de gemiddelde koperaanvoer voor een aantal zuiveringsinstallaties globaal in dezelfde orde



Afb. 5 - Relatie debiet en kopergehalte in influent en effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Rolde.

van grootte liggen. Bovendien is onder andere gebleken dat na de ontharding in Spannenburg niet alleen het kopergehalte in het zuiveringsslib van de rioolwaterzuiveringsinstallatie Sneek was gedaald, maar ook het gehalte van de andere metalen. Ook is in het influent van andere zuiveringen in gebieden waar geen drinkwaterontharding plaatsvond een daling van het kopergehalte geconstateerd.

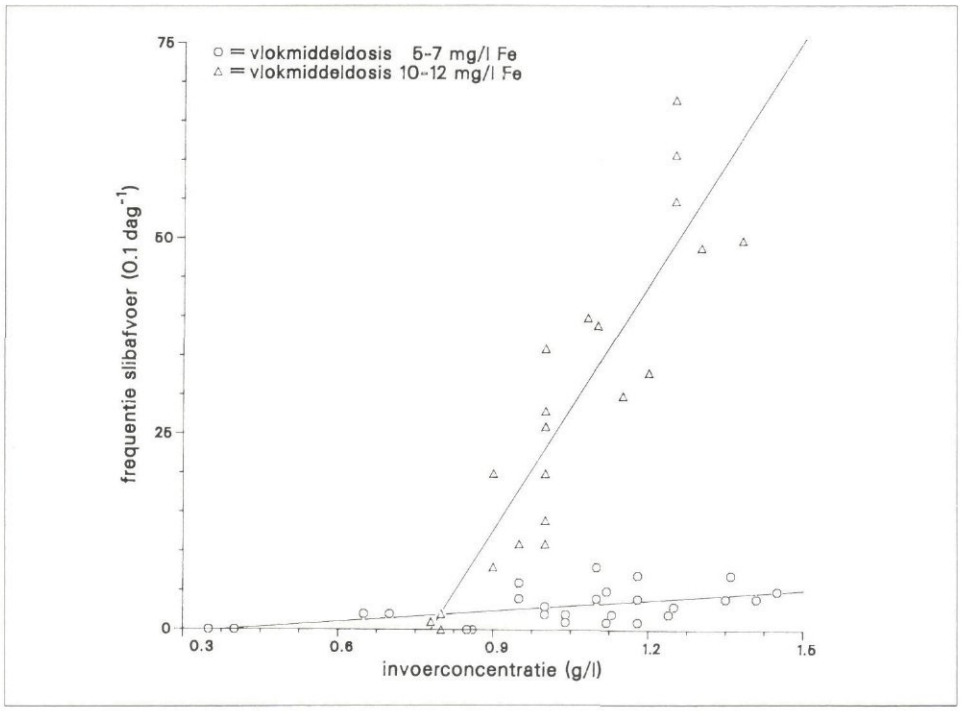
Een en ander geeft aan dat men bij de interpretatie van koperaanvoer en -concentratiegegevens in relatie tot pH-correctie van drinkwater de nodige voorzichtigheid in acht moet nemen.

Mogelijk speelt de weersgesteldheid hierin ook een belangrijke rol.
Door onderzoek respectievelijk door het zuiveringsschap Drenthe en de provinciale waterstaat Groningen op de rioolwaterzuiveringsinstallatie Rolde en de rioolwaterzuiveringsinrichting Slochteren is gebleken dat de koperbelasting van zuiveringsinstallaties in droogweer- en regenweersituaties verschilt.
Enkele resultaten van het onderzoek dat van 6 september tot en met 29 oktober 1983 op de rioolwaterzuiveringsinstallatie Rolde is uitgevoerd, zijn in afb. 5 weergegeven, namelijk het dagelijks debiet en de dagelijkse koperaanvoer en afvoer met infuent en effluent (op basis van proportionele bemonstering). De koperbelasting bleek in deze periode met gemiddeld 65 mg/i.e. ten opzichte van de eerde genoemde 30 à 40 mg/i.e. relatief hoog. Daarbij kan nog worden opgemerkt dat gemiddeld maximaal 25 mg koper/i.e. zou mogen worden aangevoerd om niet boven de 600 mg koper/kg slib droge stof van tabel II uit te komen.
Uit afb. 5 blijkt het optreden van grote schommelingen in de aanvoer namelijk tussen de 18 en zelfs 750 mg/i.e. en blijkt de relatie tussen de koperaanvoer en het debiet. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat terzake ook factoren een rol spelen als de hevigheid en lengte ven de bui en de periode voorafgaande aan de bui. Het slib dat tijdens een droge periode in het riool is achtergebleven, zal bij een bui namelijk worden opgewoeld.
Een globaal onderzoek naar de relatie tussen het kopergehalte en het bezinksel in het influent leverde echter voor de tien dagen dat beide parameters tijdens het onderzoek in Rolde zijn bepaald, slechts een correlatiecoëfficiënt van 0,57.
Ook uit het onderzoek dat gedurende 30 dagen in 1982 en 1983 op de zuivering van Slochteren is uitgevoerd blijkt de invloed van droogweer-regenweer.
De gemeten aanvoer varieerde van 14 tot 80 mg/i.e. De hoogste getallen werden gemeten toen er sprake was van neerslag na een vrij lange droge periode.

4. Conclusies en aanbevelingen

Indien leidingwater centraal wordt onthard met natronloog of calciumhydroxide vindt een afname plaats van de corrosie van metalen leidingen, doordat als gevolg van de ontharding de pH van het leidingwater toeneemt.
Behalve de pH spelen ook andere kwaliteitsparameters hierbij een rol. Het in paragraaf 2.1. genoemde KIWA-onderzoek verschaft hierover meer informatie [lit. 6].
Voor de beheerder van een rioolwaterzuivering is dit aspect met name van belang in geval het koper in zuiveringsslib voor een

• *Slot op pagina 568*



Afb. 12 - Invloed van de invoerconcentratie van slib op de frequentie van slibafvoer uit de indikker bij verschillende doses primair vlokmiddel bij het coagulatieproces.

gebracht tot minder dan 2 procent van zijn oorspronkelijke volume.
– Dosering van een geringe hoeveelheid anionisch polyelectroliet met een hoog molecuulgewicht leidt tot een vermindering van het benodigde indikkeroppervlak met een factor 5. Hierdoor wordt een aanzienlijke besparing verkregen voor de bouwkosten van de indikker.
Daarenboven neemt het indikpercentage toe met een factor 2-7, afhankelijk van het aandeel aan ijzerhydroxide-verbindingen in het slib.
– Roeren over de gehele hoogte resulteert, bij dosering van polyelectroliet, in een besparing van het indikkervolume (hoogte).
– Het bij de indikking afgescheiden water kan gelet op de troebelheid en het ijzergehalte worden teruggevoerd naar het zuiveringsproces voor de bereiding van drinkwater.
– Bij het ontwerpen van een indikker dient met name rekening te worden gehouden met die situaties waarin bij stijgende troebelheid van het ruwe water, door de aard van de zwevende bestanddelen, een relatief hoge dosis primair vlokmiddel vereist is. Het aldus gevormde slib heeft een hoger ijzergehalte en bezit slechtere indikeigenschappen.

Dankbetuiging

Veel dank is verschuldigd aan de waterleidingbedrijven NV Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland en Drinkwaterleiding Rotterdam voor het welwillend ter beschikking stellen van faciliteiten ten behoeve van het onderzoek. Daarenboven is bij de uitvoering van de experimenten waardevolle ondersteuning verleend door de medewerkers van de zuiveringsbedrijven Ir. C. Biemond en Berenplaat.
Ook is dank verschuldigd aan de heren F. Langereis (HTS Hilversum) en W. Boerhout (KIWA) voor hun bijdrage aan dit onderzoek. Van groot belang is ook de inbreng geweest van de heren T. van Dam, A. van Droffelaar en J. Voorburg (allen KIWA) bij het ontwerp en de bouw van de proefinstallatie.

Literatuur

1. Koppers, H. M. M. (1982). *Produktie, verwerking en bestemming van drinkwaterslib.* KIWA-mededeling nr. 67, Rijswijk.
2. Koppers, H. M. M. en Hofman, J. M. (1982). *Afvalproblematiek bij de bereiding van drinkwater.* H_O 15 (1982) nr. 21, blz. 575-580.
3. Cornwell, D. A. and Westerhoff, G. P. (1980). *Management of Water Treatment Plant Sludges.* Seminar papers. University of Michigan, Ann Arbor Science.
4. *Slibindikking door zwaartekracht Grondslagen* (1979). Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater, Rijswijk.
5. Fitch, B. (1975). *Current Theory and Thickener Design - Part 1, 2, 3.* Filtration and Separation (4), Part 1 p. 355-359, Part 2 p. 480-488, Part 3 p. 636-638.
6. Kos, P. (1977). *Gravity Thickening of Water Treatment Plant Sludges.* JAWWA 69, p. 272-282.
7. Kalbskopf, K.-H. (1971). *Theoretische Grundlagen,- Bemessung und Verfahrensweise der Schlammeindickung.* GWA, Bd. 6, Aachen, p. 73-88.
8. Tambo, B. and Kobayashi, M. (1982). *Sludge Treatment and Disposal.* IWSA Congres Zürich.
9. Stalmann, V. (1965). *Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der TH.* Hannover 19.
10. Koppers, H. M. M. en Bennekom, C. A. van (1981). *Bezinking van gesuspendeerde stoffen in filterspoelwater van grond- en oppervlaktewaterbedrijven.* KIWA-speurwerkrapport SWE-274, Rijswijk.
11. Warden, J. H. (1983). *Sludge Treatment Plant for Waterworks.* Water Research Centre, Technical Report TR 189.
12. Hahn, H. H. und Klute, R. (1981). *Die Rolle der Konditionierung bei der Schlammeindickung.* Vom Wasser 56, p. 191-205.
13. Burley, M. J. e.a. (1977). *Thickening and Dewatering of Waterworks Sludges.* Water Research Centre, Technical Report TR 62.

● ● ●

De invloed van de drinkwaterkwaliteit

● *Slot van pagina 560*

belangrijk deel afkomstig is van koperen binnenhuisleidingen. Genoemde ontharding resulteert dan in een verlaging van het kopergehalte van het huishoudelijk afvalwater en dus van het zuiveringsslib.
Deze daling kan tot gevolg hebben dat dit slib weer in de landbouw kan worden toegepast. Zo daalde het kopergehalte van het zuiveringsslib van de rioolwaterzuivering in Sneek van ca. 780 mg/kg ds. tot ca. 370 mg/kg ds. door de centrale deelontharding op het pompstation Spannenburg, waar de hardheid van het drinkwater werd verlaagd van 3,2 mmol/l tot 1,5 mmol/l en de pH werd verhoogd van 7,5 tot 8,0. De gegevens betreffende de koperbelasting van een rioolwatervoorziening blijken nogal te variëren, onder meer als gevolg van de weersomstandigheden (droogweer- en regenweeraanvoer).
De gevonden gegevens betreffende de koperaanvoer en koperconcentraties moeten dus met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Bovendien kan worden geconstateerd dat er nog diverse onduidelijkheden zijn ten aanzien van de verschillende parameters die de relatie tussen de drinkwaterkwaliteit en het kopergehalte in afvalwater en zuiveringsslib beïnvloeden. Het verdient aanbeveling hierin meer inzicht te krijgen, teneinde op landelijk niveau eventuele maatregelen te kunnen voorbereiden. Hiertoe zou een landelijke commissie in het leven kunnen worden geroepen, die ook het op verschillende plaatsen in Nederland lopend onderzoek op dit gebied zou moeten coördineren.

Literatuur

1. Groen, L. en Stellema, J. *Kopergehalte in rioolwaterzuiveringsslib in relatie tot de kwaliteit van het drinkwater afkomstig van grondwaterpompstations in de provincies Friesland, Drenthe en Groningen.* H_2O, 1981, nr. 23.
2. KIWA: Mededeling nr. 61: *Ontharding voor huishoudelijk gebruik,* 1979.
3. KIWA: Mededeling nr. 66: *Bepalen van het kalk-koolzuurevenwicht na ontzuring,* 1981.
4. KIWA: Mededeling nr. 54: *Wisselwerking tussen drinkwater en leidingmateriaal,* 1978.
5. KIWA: Mededeling nr. 73: *Bepaling van de kalkverzadigingsindex van water,* 1983.
6. Hoven, T. van den. *Het koperoplossend vermogen van drinkwater: eerste resultaten van een landelijk onderzoek. Voordracht uit het KIWA/VWN colloquium 'Distributie',* nov. 1983.
7. Ammers, M. van. *De zuivering in het nieuwe Spannenburg.* H_2O (15) 1982, nr. 18, pag. 485-487.
8. Unie van waterschappen. *Richtlijn voor de afzet van vloeibaar zuiveringsslib ten behoeve van gebruik op bouw- en grasland.* Februari 1980.
9. Unie van Waterschappen. *Wijzigingsbesluit richtlijn voor de afzet van vloeibaar zuiveringsslib ten behoeve van gebruik op bouw- en grasland.* Juni 1984.
10. RID-rapport nr. 83 (*concept*): *Centrale deelontharding van drinkwater, in relatie tot het gehalte aan koper en andere metalen in rioolwater zuiveringsslib,* 1984.
11. RIZA: *Onderzoek naar de aanwezigheid van niet zuurstofbindende en milieuvreemde stoffen in afvalwaterstromen, effluenten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen en regenwaterafvoeren.* Januari 1980.