Onderzoek naar de werking van vlokhulpmiddelen*

1. Inleiding

In de praktijk wordt waargenomen dat het coagulatieproces in de wintermaanden duidelijk slechter verloopt dan in de zomer. Dit heeft onder meer tot gevolg dat de looptijden van het snelfilter verkort worden en doorslag optreedt. De oorzaak van deze verslechtering moet te wijten zijn aan het temperatuurverschil van het oppervlaktewater in zomer en winter (afb. 1).
De temperatuur blijkt vooral van invloed op de bezinkingssnelheid, welke in geval van laminaire ongehinderde bezinking weergegeven wordt door de wet van Stokes:



IR. R. R. KRUIZE
LH Wageningen, momenteel
Dienst Openbare
Werken, Amsterdam



DR. IR. A. P. MEIJERS
KIWA, momenteel
WRK, Nieuwegein

$$s = \frac{1}{18} \cdot \frac{g}{\nu} \cdot (\rho_s - \rho) \cdot d^2$$

s	= bezinksnelheid	m/s
g	= gravitatie constante	m/s²
ν	= dynamische viscositeit	Pa . s
ρ	= soortelijke massa vloeistof	kg/m³
ρ_s	= soortelijke massa deeltjes	kg/m³
D	= diameter deeltjes	m

De grote temperatuursafhankelijkheid van de viscositeit en dus van de bezinksnelheid wordt in tabel I weergegeven.

Naast deze temperatuursinvloed op de bezinksnelheid van de vlokken welke ook voor flocculente bezinking zal gelden is er een temperatuursinvloed op de snelheid van de vlokvorming en de chemische processen. De vormingstijd van de goed adsorberende mono-hydroxocomplexen $AlOH^{2+}$, $FeOH^{2+}$ bedraagt echter 10^{-10} sec., zodat de temperatuursinvloed hier verwaarloosbaar is.
Om de geschetste verslechtering van het coagulatieproces in de winter tegen te gaan, wordt het gebruik van polyelectrolieten als vlokhulpmiddel aanbevolen. Hun effect berust op het vergroten en het compacter maken van de deeltjes.
Ook in de praktijk in Nederland wordt er van polyelectrolieten gebruik gemaakt (zie tabel II). Zowel Wisprofloc als Perfectamyl zijn natuurlijke polymeren, welke echter wel een chemische behandeling hebben ondergaan.
Een onderzoek betreffende de toepassingsmogelijkheden van synthetische hulpmiddelen in vergelijking met de natuurlijke vlokhulpmiddelen lijkt dringend gewenst. Een eerste vereiste waaraan synthetische vlokhulpmiddelen moeten voldoen, bij gebruik in de drinkwaterbereiding, is dat ze niet toxisch zijn. Voor de meeste synthetische vlokhulpmiddelen blijkt de toxiciteit van de polymeer erg laag.
Voor de monomeer acrylamide is een norm in drinkwater gesteld van 0,3 μg/l. Bij dit onderzoek zijn alleen toxicologisch goedgekeurde polyelectrolieten beproefd, namelijk de natuurlijke polyelectrolieten en een aantal soorten Superfloc.

TABEL I - *De viscositeit als functie van de temperatuur.*

T (°C)	(10^{-4} Pa s)
0	17,94
5	15,19
10	13,10
20	10,09
30	8,00

* Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het Speurwerkprogramma van de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven (VEWIN). en is begeleid door de Werkgroep Menging en Vlokvorming van het KIWA. Het is een onderdeel van onderzoek omtrent de standaardisatie van bekerglasproefapparatuur en onderzoek vlok- en vlokhulpmiddelen met behulp van deze apparatuur en op een proefinstallatie. KIWA mededelingen zijn hierover in voorbereiding.

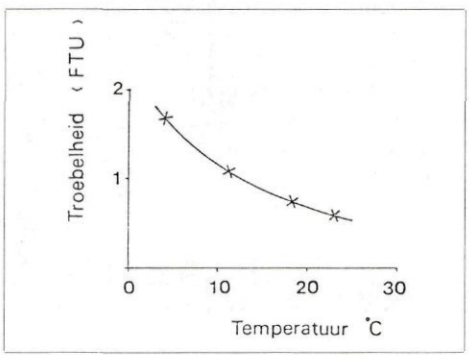
Doelstellingen

a. Het opstellen van een standaardmethode

b. Nagaan van de mate van kwaliteitsverbetering door het gebruik van vlokhulpmiddelen.

c. Het vergelijken van natuurlijke en synthetische polyelectrolieten.
Door het testen van vlokhulpmiddelen met behulp van een bekerglasproefapparaat.

Afb. 1 - De invloed van de temperatuur op het coagulatieproces van Lekkanaalwater in bekerglasproefapparatuur. Vloktijd: 20 min., bezinktijd: 30 min. G-waarde: 40 s^{-1}, pH: 7,8. Fe-dosis: 7,2 mg/l.



TABEL II - *Gebruik van vlokhulpmiddelen in Nederland.*

Wisprofloc	te	Weesperkarspel (Amsterdam)
		Andijk (PWN)
		Braakman (WMZ)
		Baanhoek (Dordrecht)
Perfectamyl	te	Kralingen (Rotterdam)
		Berenplaat (Rotterdam)
Actief kiezelzuur	te	Groningen (GWG)

2. Onderzoeksproramma

Uit het literatuuronderzoek [lit. 4] komen vele parameters naar voren, die het coagulatieproces beïnvloeden, zoals

— Kwaliteit en samenstelling van het uitgangswater

— Temperatuur

— Zuurgraad

— Vlokvormingstijd

— Bezinktijd

— Intervaltijd tussen vlokmiddel en vlokhulpmiddel dosering

— Mengintensiteit tijdens de vlokvorming (G-waarde)

— Soort vlokmiddel

— Dosis vlokmiddel

— Soort vlokhulpmiddel en

— Dosis vlokhulpmiddel.

In principe moet er van uitgegaan worden dat al deze parameters onderling afhankelijk zijn, waarbij ook in ogenschouw genomen moet worden dat de ruwwaterkwaliteit eigenlijk geen parameter is, maar een verzameling van een oneindig aantal parameters. Al deze facetten maken het proces zeer complex en een verantwoorde proefopzet moeilijk. Het is onmogelijk een proefopzet te maken, waarin alle parameters als variabelen gezien worden. Het is dus noodzakelijk het aantal variabelen beperkt te houden door een aantal van bovengenoemde parameters constant te veronderstellen.

Vooraf zijn daarom bij het onderzoek op de proefinstallatie de volgende aannamen gemaakt:

— De temperatuur wordt constant genomen tussen 5 en 7 °C. Dit is tevens een traject waarin het gebruik van vlokhulpmiddelen nodig is.

— Dit onderzoek is met één vlokmiddel uitgevoerd, te weten $FeCl_3$. Dit is gericht op de meest voorkomende praktijk in Nederland.

— Op basis van ervaringen met dit vlokmiddel wordt de pH constant genomen op 7,8 [zie lit. 3].

— Vlokvormingstijd en bezinktijd worden veelal bepaald door het ontwerp van de installatie en zijn als zodanig constant genomen.

— De dosering van Fe, is constant genomen op 8 mg/l. Dit is duidelijk een overdosis, dit om te voorkomen dat de concentratie vlokmiddel een beperkende factor zou worden.

— De samenstelling van het ingangswater is over 24 uur constant verondersteld.
Na deze aannamen blijven soort en concentratie vlokhulpmiddel, mengintensiteit tijdens de vlokvorming en de intervaltijd tussen vlokmiddel en vlokhulpmiddel dosering als variabelen over.

De volgende vlokhulpmiddelen zijn onderzocht:

— Superfloc C-100, N-100, A-100, A-110, A-130 en A-150

— Wisprofloc 20 en Wisprofloc P.

Superfloc is een synthetisch produkt op polyacrylamide basis. Bij het kationogene produkt C-100 is 10 % van de NH_2-groepen vervangen door positief geladen COOH-groepen. De anionogene produkten hebben respectievelijk 10, 20, 40 en 60 % negatieve lading.
Wisprofloc 20 is een niet-ionogeen en Wisprofloc P een kationogeen zetmeelderivaat.
In dit onderzoek is de kwaliteit van het effluent van het coagulatieproces bepaald met behulp van een vijftal technieken, te weten:

— troebelheidsmeting

— bepaling rest-Fe-gehalte

— deeltjesteller [zie lit. 2]

— zèta-potentiaalmeter

— MFI-apparaat [zie lit. 9].

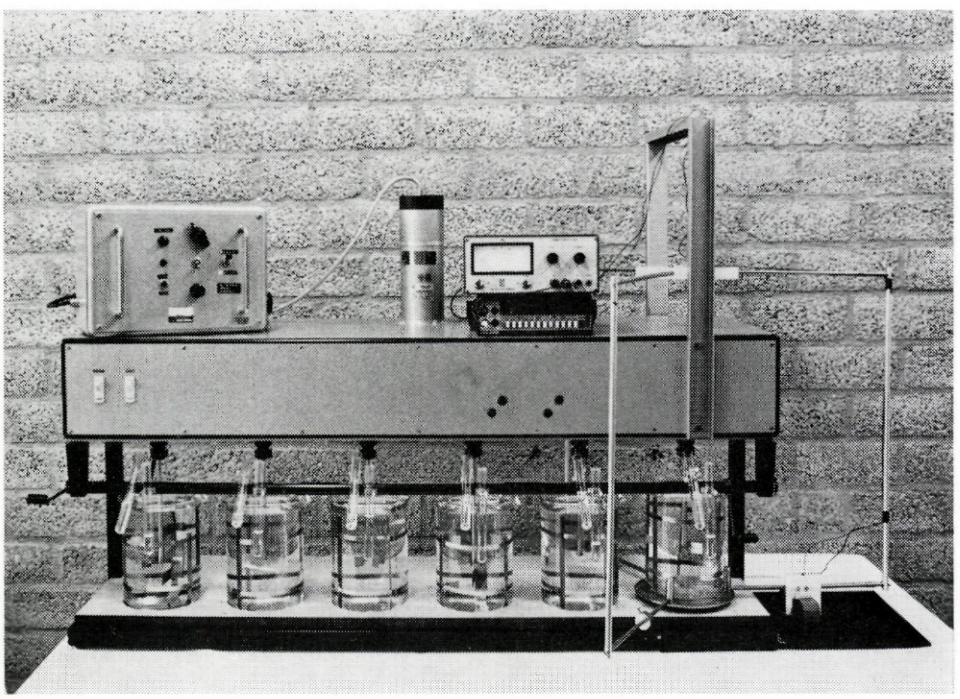
De meeste experimenten zijn uitgevoerd met Lekkanaalwater.
Er zijn echter ook enkele bekerglasproeven met Maaswater van Keizersveer uitgevoerd.

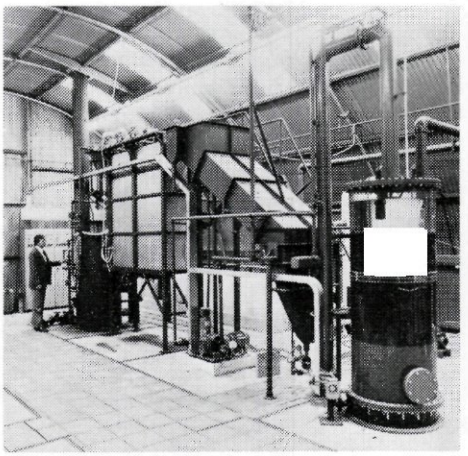
3. Meetopstellingen

3.1. *Het bekerglasapparaat* (zie afb. 2)
Het apparaat is opgebouwd uit een frame, waarin voorzien is in plaatsing van zes bekerglazen, met een inhoud van 1,8 liter; twee onafhankelijk te bedienen kantelrekken welke dienen voor gelijktijdige snelle dosering van chemicaliën in alle bekerglazen; vastklemmechanismen voor de tweebladige roerders; gelijktijdige aandrijving van alle roerders met gelijke omwentelingssnelheden door een motor met variabel toerental; keerschotten en bovenbelichting. Het toerental is traploos instelbaar met een potentiometer (10 - 550 rpm).

3.2. *De proefinstallatie* (zie afb. 3)
De proefinstallatie bestaat uit een aantal stappen, te weten een voorbezinking, statische menging, vlokvorming, bezinking en snelfiltratie. De voorbezinking is vrij beperkt en de verblijftijd in het bassin is dermate gering dat alleen grof materiaal hier bezinkt. De vlokvorming geschiedt in een viertal geroerde bakken, waarin het water in totaal 20 minuten verblijft. De roerders hebben een variabel, goed instelbaar toerental.
Vervolgens kunnen de gevormde vlokken van het water gescheiden worden in een lamellenseparator, waarin het water ongeveer drie minuten verblijft. Het gevormde slib wordt onder uit de lamellenseparator afgevoerd naar droogbedden. De slibafvoer is discontinu en instelbaar. Het gezuiverde water wordt tenslotte nog over een snelfilter gevoerd.

Afb. 2 - Het bekerglasapparaat.

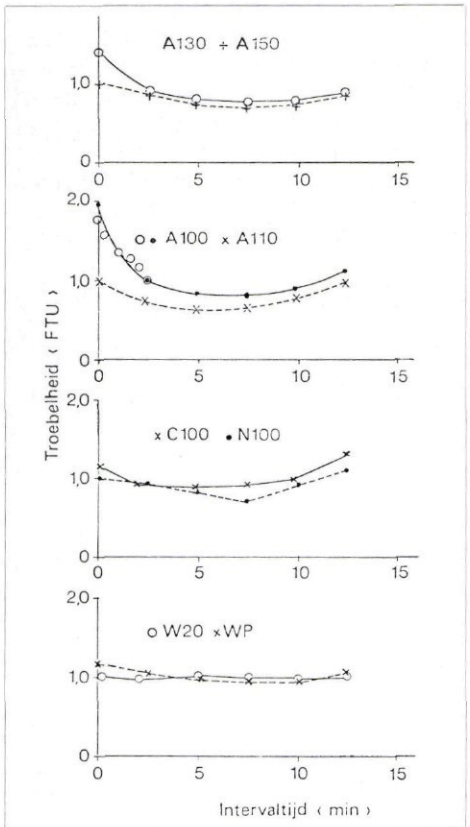




Afb. 3 - Proefinstallatie bij het KIWA te Nieuwegein.

4. Onderzoek met het bekerglasproefapparaat

Het onderzoek met het bekerglasproefapparaat is om diverse redenen uitgevoerd. Enerzijds kunnen vlokhulpmiddelen veel sneller op de te bereiken resultaten beoordeeld worden dan op een proefinstallatie. De beginwaterkwaliteit van een groot watermonster voor vele proeven is constant en een groot aantal procesvariabelen kan bestudeerd worden.
Wel dient nagegaan te worden of de resultaten ervan overeenkomen met die van een proefinstallatie. Is dat het geval, dan betekent dit dat het bekerglasapparaat geschikt is om te dienen als testapparaat voor vlokhulpmiddelen.
Voor dit onderzoek is uitgegaan van het voorschrift voor het testen van vlokmiddelen [lit. 3]. Na enkele inleidende experimenten bleek echter dat dit voorschrift ten behoeve van het testen van vlokhulpmiddelen modificaties moest ondergaan. Immers de intervaltijd tussen de dosering van vlokmiddel en vlokhulpmiddel was arbitrair vastgelegd, terwijl nog geen aandacht geschonken was aan de energieinbreng tijdens de dosering van een vlokhulpmiddel (G-waarden in de vloeistof).
Allereerst werd de invloed van de intervaltijd op de troebelheid na bezinking nagegaan voor een aantal polyelectrolieten (afb. 4).



Afb. 4 - De invloed van de intervaltijd tussen dosering van vlokmiddel en vlokhulpmiddel op het coagulatieproces in bekerglasproefapparatuur. Fe dosis: 7,7 mg/l, pH: 7,8. Dosis Superfloc: 0,25 mg/l. Dosis Wisprofloc: 1,0 mg/l G: 100, 45, 15 en 12 s^{-1}, elk 5 min.

Hieruit bleek dat de intervaltijd > 2,5 min, doch < 10 min. behoort te zijn. De optimale intervaltijd werd arbitrair op 7,5 min. gesteld. Vervolgens werd de roersnelheid tijdens de vlokvorming aangepast aan de situatie in de proefinstallatie. De vloktijd werd verdeeld in perioden van vijf minuten met afnemende roersnelheden. Daarna werden alle experimenten volgens onderstaand voorschrift uitgevoerd:

a. De optimale dosis $FeCl_3$ wordt bepaald via het voorschrift SWE 184 [lit. 3]. Deze dosis wordt in het eerste kantelrek aangebracht.

b. Alle bekerglazen worden gevuld met 1,8 l uitgangswater.

c. Er wordt zoveel loog aan elk bekerglas toegevoegd als noodzakelijk is om de pH na de $FeCl_3$ dosering op 7,8 te brengen.

d. In het tweede kantelrek worden oplopende concentraties vlokhulpmiddel aangebracht.
Voor zetmeelderivaten van 0 tot 2,5 mg/l met intervallen van 0,5 mg/l en voor synthetische polyelectrolieten van 0 tot 0,5 mg/l met intervallen van 0,1 mg/l.

e. Bij G = 1000 s^{-1} wordt op t = 0 het vlokmiddel gedoseerd.

f. Na 10 s wordt de roersnelheid verlaagd tot een bepaalde waarde.

g. Na 5 min. wordt de roersnelheid wederom verlaagd.

h. Na 7,5 min. wordt het vlokmiddel gedoseerd.

i. Na 10 en 15 min. wordt de roersnelheid wederom verlaagd.

j. Na 20 min. worden de roerders stopgezet en volgt een bezinktijd van 20 minuten.

h. Daarna wordt de waterkwaliteit bepaald.

Als criteria voor de optimale dosering zijn genomen Troebelheidsafname/Superfloc-dosering = 1 en de troebelheidsafname/Wisprofloc = 5.

De volgende combinaties van G-waarden (s^{-1}) zijn gebruikt:

tijd (min)	G0	G1	G2
0 – 5	60	80	100
5 – 10	35	40	60
10 – 15	12	15	25
15 – 20	12	12	15

Deze waarden zijn gebaseerd op een aantal inleidende experimenten en in wezen arbitrair gekozen. Het is echter goed denkbaar dat er een andere optimale G-waarden combinatie ontstaat.
Alle bekerglasproeven zijn uitgevoerd bij een constante temperatuur van 5 °C.

4.1. *Resultaten van bekerglasproeven*

De resultaten van de bekerglasproeven zijn in tabel III weergegeven. Superfloc N 100 is bij het onderzoek niet betrokken omdat bij parallelonderzoek op de proefinstallatie gebleken was dat de lamellenseparator verstopte.
Uit metingen met behulp van de deeltjesteller bleek dat het aantal deeltjes > 4 μm als maatstaf voor het deeltjesaantal genomen kan worden.
In tabel IV is het aantal deeltjes in het effluent voor diverse hulpmiddelen uitgezet. De waarde tussen haakjes is de optimale G-waarde.

4.2. *Conclusies uit de bekerglasproeven* (voor de gebruikte watertypen)

TABEL III - *Resultaten van de dosering van vlokhulpmiddelen bij bekerglasproeven met Lekkanaalwater.*

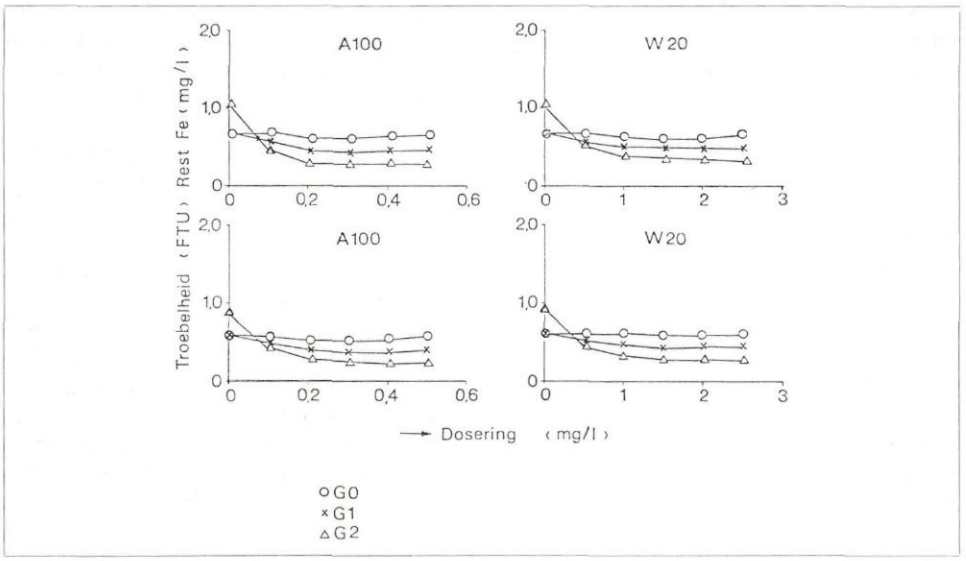
Datum	Vlokhulpmiddel	Begin troebelheid FTU	Optimum G	Optimale dosis vlokhulpmiddel mg/l	Resttroebelheid FTU	Relatief	Rest Fe mg/l	Relatief	Zèta-potentiaal mV
070479	S A 100	15	G2	0,20	0,64	0,56	0,34	0,59	–21
		15	G0	0	1,15	1,0	0,58	1,0	–23
080479	S A 150	11	G2	0,20	0,38	0,54	0,25	0,47	–
		11	G0	0	0,70	1,0	0,53	1,0	–
090479	S C 100	10	G2	0,20	0,55	0,67	0,38	0,59	–32
		10	G0	0	0,82	1,0	0,64	1,0	–32
120479	S A 110	14	G2	0,20	0,79	0,72	0,38	0,58	–
		14	G0	0	1,10	1,0	0,65	1,0	–
130479	S A 130	18	G2	0,20	0,60	0,65	0,33	0,49	–
		18	G0	0	0,93	1,0	0,67	1,0	–
150479	W 20	12	G2	1,0	0,52	0,74	0,29	0,45	–26
		12	G0	0	0,70	1,0	0,65	1,0	–24
160479	W P	19	G2	1,0	0,67	0,67	0,32	0,60	–17
		19	G0	0	1,00	1,0	0,53	1,0	–32
190479	S A 100	9	G2	0,2	0,28	0,47	0,31	0,46	–
Maas		9	G0	0	0,60	1,0	0,67	1,0	–
080579	W 20	7	G2	1,0	0,33	0,52	0,35	0,54	–
Maas		7	G0	0	0,63	1,0	0,65	1,0	–

Relatief staat voor het quotiënt van de rest-troebelheid, respectievelijk het restijzergehalte bij wel en niet toepassen van vlokhulpmiddel.

TABEL IV - *Het aantal deeltjes na vlokking en bezinking bij dosering van vlokhulpmiddelen.*

Vlokhulpmiddel dosis, mg/l	aantal deeltjes per ml > 4 μ in effluent A 150	C 100	WP*	W 20*	A 100**
0	1560 (G0)	730 (G0)	1300 (G0)	900 (G0)	530 (G0)
0,1	600 (G0)	1300 (G1)	1000 (G1)	700 (G0)	340 (G2)
0,2	320 (G2)	600 (G1)	600 (G1)	500 (G1)	115 (G2)
0,3	470 (G1)	445 (G1)	600 (G1)	450 (G1)	80 (G2)
0,4	330 (G1)	424 (G1)	700 (G1)	500 (G0)	115 (G2)
0,5	330 (G2)	470 (G1)	620 (G1)	700 (G0)	82 (G2)

* dosis 5 x zo hoog ** in Maaswater.



Afb. 5 - Bepaling van de optimale waterkwaliteit bij dosering van de vlokhulpmiddelen Superfloc A 100 en Wisprofloc 20 in bekerglasproeven met Maaswater.

Uit de bekerglasproeven zijn de volgende conclusies te trekken:

— Bij toepassing van ongeacht welk vlokhulpmiddel dient een hogere G-waarde aangehouden te worden dan zonder vlokhulpmiddel. Gebeurt dit niet, dan is er nauwelijks of geen verbetering van de waterkwaliteit te verwachten (zie afb. 5).

— De optimale dosering bedraagt voor alle synthetische polyelectrolieten 0,2 mg/l, voor Wisprofloc 1,0 mg/l. Bij overdosering treedt weinig of geen verslechtering van de waterkwaliteit op.

— De te bereiken verbetering in resttroebelheid bedraagt 40 %, in restijzer ongeveer 50 % voor de gekozen procesomstandigheden.

— Uit deze proeven volgt een lichte voorkeur voor A-150, gevolgd door A 130, A 100 en de overige vlokhulpmiddelen. Er is geen aanleiding om enig vlokmiddel af te wijzen ten aanzien van de te bereiken waterkwaliteit.

— De zètapotentiaal blijkt bij de optima altijd te liggen tussen —20 en —30 mV. Hierdoor wordt geen duidelijker inzicht bij de beoordeling van vlokhulpmiddelen verkregen.

— Voor Maaswater kunnen geen andere conclusies getrokken worden.

— Het deeltjesaantal blijkt af te nemen bij toepassing van polyelectrolieten. De resultaten van de deeltjestelling bij toepassing van A 100 en A 150 komen goed overeen met de optima gevonden volgen de troebelheid en restijzermeting.

Bij C 100, WP en W 20 echter blijkt een lagere G-waardencombinatie een geringer aantal deeltjes op te leveren, terwijl toch de troebelheid en het rest-ijzergehalte slechter zijn. Een nadere evaluatie van de betekenis hiervan is gewenst.
De deeltjestelling is echter als aanvullende meetmethode nog te weinig onderzocht. Er zijn problemen met luchtbelletjes die als deeltjes geteld worden. Ook de tijd tussen monstername en meting speelt een rol. Een eenduidig voorschrift ontbreekt nog.
Niettemin lijkt deze techniek veelbelovende additionele informatie te geven.

5. **Onderzoek op de proefinstallatie**

Het effect van de intervaltijd is voor drie polyelectrolieten nagegaan door op de proefinstallatie kort na het vlokmiddel en na het tweede compartiment, dus na 10 min., vlokhulpmiddel te doseren. In het tweede geval worden de beste resultaten verkregen (zie tabel V).
Elke polyelectroliet is voorts bij vier verschillende doseringen en vijf G-waarden (s^{-1}) combinaties onderzocht.

De volgende combinaties zijn gebruikt:

vlokvormingsvlak	G0	G1	G2	G3	G4	G5
1	63	85	120	152	175	175
2	27	37	63	77	85	105
3	6	10	14	15	20	22
4	2,5	6	7	8	10	12

Deze G-waarden zijn berekend uit de toerentallen [lit. 1].
De eerste G-waarde, G0, is het proefondervindelijke optimum voor de proefinstallatie bij dosering van alleen vlokmiddel.

5.1. *Resultaten*

De resultaten van de proeven ter bepaling van de optimale condities zijn in tabel VI weergegeven.

De optimale dosering bleek bij alle vlokhulpmiddelen vrijwel gelijk te liggen, namelijk 0,3 mg/l Superfloc en 1,0 mg/l Wisprofloc. Overdosering tot 0,4 mg/l geeft nog geen restabilisatie.
De laagste G-waardencombinatie, welke bij de optimale condities hoorde, was voor A 100: G3, voor A 110, A 150, C 100 en

TABEL V - *Invloed van de intervaltijd op de proefinstallatie (G = G1).*

Vlokhulpmiddel intervaltijd (min)	0,3 mg/l A 100 troebelheid	0,3 mg/l A 150 effluent (FTU)	1,0 mg/l WP
0,75	1,50	1,25	1,15
10	0,72	0,68	0,90

TABEL VI - *Bepaling van de optimale dosering van vlokhulpmiddelen en de G-waardencombinatie op de proefinstallatie aan de hand van de troebelheid na de lamellenseparator (FTU).*

Datum 1979		28/3	2/4	3/4	4/4	23/3	6/4	5/4
begintroebelheid, FTU		17	9,5	13	30	8	10	20
concentratie		soort polymeer						
mg/l	G-waarde	A 100	A 110	A 130	A 150	N 100	W 20*	WP*
0	G0	2,00	1,35	1,70	1,65	1,60	1,60	1,65
0,1	G0	1,60	1,15	1,65	1,50	1,35	1,30	1,60
	G1	1,30	1,10	1,50	1,25	1,25	1,25	1,30
	G2	1,20	1,20	1,50	1,35	1,35	1,25	1,20
0,2	G1	1,00	0,80	1,10	1,05	1,10	0,90	1,10
	G2	0,95	0,60	1,15	1,05	1,05	0,90	...0,90
	G3	0,85	0,70	1,20	1,20	1,15	0,90	0,90
0,3	G2	0,85	0,50	0,90	0,95	0,95	0,85	0,90
	G3	0,70	0,50	0,90	1,10	1,00	0,85	0,85
	G4	0,70	0,60	1,05	1,25	1,20	0,90	0,85
0,4	G3	0,68	0,40	0,85	0,95	1,00	0,85	0,90
	G4	0,65	0,55	1,00	1,10	1,10	0,85	0,90
	G5	0,80	0,60	1,10	1,30	1,35	0,90	1,00

* Concentratie van 0 tot 2,0 mg/l.

TABEL VII - *Effecten van de dosering van 0,3 mg/l Superfloc en 1,0 mg/l Wisprofloc op de proefinstallatie T: 6,3 - 7,7 °C, dosis Fe: mg/l, pH: 7,6 - 7,8.*

datum 1979		30/3	28/3	2/4	3/4	4/4	23/3	6/4	5/4
G-waarde *		G 2	G 4	G 3	G 2	G 2	G 2	G 1	G 2
begin troebelheid, FTU		9,5	17,0	9,5	13,0	30,0	8,0	10,0	20,0
gegevens effluent	vlokhulpmiddel	N 100	A 100	A 110	A 130	A 150	C 100	W 20	WP
troebelheid, FTU	ja	0,90	0,80	0,45	0,85	0,95	1,10	0,90	0,95
	nee	1,35	1,90	1,35	1,70	1,65	1,60	1,65	1,65
	relatief	0,67	0,42	0,33	0,50	0,58	0,69	0,55	0,58
rest-ijzergehalte, mg/l	ja	—	0,45	0,21	0,43	0,50	0,55	0,35	0,48
	nee	—	0,85	0,70	0,80	1,00	0,90	0,80	0,80
	relatief	—	0,53	0,30	0,54	0,50	0,61	0,44	0,60
MFI	ja	—	240	126	5	100	55	2000	2500
	nee		17,5	9,3	11,0	10,0	12,5	16,0	12,0
rest-polyelectroliet	mg/l x 0,001	—	,20	13	18	15	20	—	—
	rest %		6,7	4,3	6,0	5,0	6,7	—	—
gegevens slib	vlokhulpmiddel	N 100	A 100	A 110	A 130	A 150	C 100	W 20	WP
drogestofgehalte, g/l	ja	4,8	4,3	3,5	4,6	6,4	4,7	7,5	12,6
	nee	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	relatief	1,20	1,08	0,88	1,15	1,60	1,18	1,88	3,15
drogestofgehalte, na	ja	9,6	13,4	10,3	12,4	9,1	11,8	10,0	15,8
24 uur indikken, g/l	nee	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
	relatief	1,81	2,52	1,94	2,33	1,72	2,23	2,23	2,98
spec.filt. weerstand	ja	33	24	32	27	27	28	28	38
bij ds = 10, 10^{12} m/kg	nee	66	66	66	66	66	66	66	66
	relatief	0,50	0,36	0,48	0,41	0,41	0,42	0,42	0,56
afzuigtijd, s	ja	1900	1225	1750	1300	1525	1700	725	2150
bij ds = 10	nee	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
	relatief	0,48	0,31	0,44	0,33	0,38	0,43	0,18	0,54
overige gegevens	vlokhulpmiddel	N 100	A 100	A 110	A 130	A 150	C 100	W 20	WP
Fe dosis, %		0	— 10	— 12	— 15	— 10	+ 8	0	+ 10
filterlooptijd, uur	ja	—	185	165	160	170	150	170	190
	nee	—	110	110	110	110	110	110	110
	relatief	—	1,7	1,5	1,5	1,6	1,4	1,6	1,7

* bij dosering vlokhulpmiddel

WP: G2 en voor W 20: G1. Relatief gezien geven nu A 100 en A 110 de beste resultaten. Tussen de overige is nauwelijks verschil te zien ten aanzien van resttroebelheid. Onder optimale condities zijn de vlokhulpmiddelen vervolgens op de proefinstallatie gedoseerd, waarbij de volgende parameters zijn bepaald:

— MFI, membraanfiltratie-index;

— rest-ijzergehalte;

— troebelheid;

— rest polymeergehalte [zie lit. 6];

— filterlooptijd (op basis drukval);

— drogestof gehalte, specifieke filtratieweerstand en afzuigtijd van het slib;

— mogelijke reductie in vlokmiddel- en loogdosering.

Steeds is de situatie met en zonder dosering van vlokhulpmiddel vergeleken. Superfloc N 100 is niet verder onderzocht omdat de lamellenseparator binnen enkele uren volledig verstopte.
De resultaten staan in tabel VII vermeld.
De reductie in vlokmiddel is bepaald door eerst 8 mg/l Fe te doseren, vervolgens vlokhulpmiddel toe te voegen en daarna weer de Fe-dosis te verlagen.
De filterlooptijd is gemeten door extrapolatie van de drukval over een nacht. Bij lagere temperatuur dan bij dit onderzoek zal echter de filtraatkwaliteit de looptijd bepalen.
De MFI blijkt bij toepassing van polyelectrolieten als criterium niet bruikbaar. Het restgehalte polyelectroliet van circa 5 % verstopt de filters die bij de MFI-bepaling gebruikt worden zeer snel.
Ten aanzien van rest-ijzer en rest-troebelheid geeft A 110 verreweg de beste resultaten gevolgd door A 100, W 20 en A 130. De verbetering bedraagt 30 tot 70 %.
De slibeigenschappen blijken bij gebruik van polyelectrolieten aanzienlijk te verbeteren. Wisprofloc en Superfloc A 150 blijken na de lamellenseparator slib met een sterk verhoogd drogestof gehalte te geven, dat echter in de loop van 24 uur niet nader indikt. Bij gebruik van de andere Superflocsoorten ligt de situatie juist andersom. Uiteindelijk komen na 24 uur indikken A 100, A 130 en C 100 het best uit de bus, gevolgd door WP en A 110.

Ten aanzien van de slibontwateringseigenschappen heeft W 20 de beste papieren, gevolgd door A 100 en A 130. Indien alle slibeigenschappen tezamen beschouwd worden dient de voorkeur gegeven te worden aan A 100 en A 130. De overige ontlopen elkaar weinig.
De besparing aan vlokmiddel lijkt vooralsnog niet indrukwekkend te zijn. Superfloc is hierbij in het voordeel ten opzichte van Wisprofloc. De filterlooptijd blijkt eveneens aanzienlijk toe te nemen (40 tot 70 %). Hierbij scoren A 100 en WP als besten.
Wanneer alle gegevens mede gewogen worden, blijken A 100 en A 110 de voorkeur te genieten, gevolgd door W 20 en A 130. Daarna komen pas WP, A 150 en C 100 in aanmerking.

6. Discussie en conclusie

Tenslotte kunnen voor Lekwater de volgende algemene eindconclusies getrokken worden:

— Vlokhulpmiddelen zijn in staat het coagulatieproces in de wintermaanden te verbeteren en zo de filterlooptijden te verlengen. De kwaliteit van het effluent komt hierdoor op een niveau, dat alleen 's zomers zonder vlokhulpmiddel bereikt kan worden.

— De werking van polyelectrolieten berust kennelijk op het sterker maken van de gevormde vlokken. Hierdoor kan er een hogere G-waarde toegepast worden, hetgeen een versnelde vlokgroei ten gevolge heeft.

— Het aanhouden van een intervaltijd tussen de dosering van vlokmiddel en vlokhulpmiddel is gunstig te noemen bij toepassing van Superfloc, veel minder geldt dit voor Wisprofloc.

— De juiste dosering en de optimale G-waarde hebben het grootste effect op de verbetering van het effluent. Voor Superfloc dient 0,3 mg/l en van Wisprofloc 1,0 mg/l gedoseerd te worden.

— Bij bekerglasproeven bleek er een lichte voorkeur naar voren te komen voor Superfloc A 150. Op de proefinstallatie daarentegen gaven A 100 en A 110 de beste resultaten. Een voorselectie op bekerglasproefapparatuur dient dus altijd gevolgd te worden door een proeffabrieksschaal.

— Vlokhulpmiddelen hebben een gunstige uitwerking op de slibkwaliteit.

— Op dit moment zijn de conventionele meetmethoden zoals troebelheidsmeting en bepaling van rest-ijzergehalten nog het meest geschikt om het coagulatieproces te karakteriseren. De deeltjestelling moet nader worden onderzocht, doch geeft vooralsnog dezelfde soort informatie.
De zètapotentiaal gaf geen bruikbare informatie voor dit onderzoek.

Lijst met geraadpleegde literatuur

1. Bennekom, C. A. van. *De werking van de proefinstallatie in de periode januari - juni 1978.* KIWA, PI-3, oktober 1978.

Mededelingen

2. HIAC, Division Pacific Company. *First in particle technology, automatic particle size analyzer.* Model pc-420, operators manual.

3. KIWA. *Bekerglasproef voor coagulatie 3, voorschrift voor de uitvoering van de standaard bekerglasproef met sedimentatie.* Werkgroep Vlokmiddelen en Vlokhulpmiddelen, SWE-184, april 1980.

4. Kruize, R. R. *Literatuuronderzoek naar de werking van vlokhulpmiddelen.* KIWA, SWI-234, 1979.

5. Kruize, R. R. en Meijers, A. P. *Onderzoek naar de werking van vlokhulpmiddelen.* KIWA, SWE-235, mei 1980.

6. Leentvaar, J. *Analysevoorschrift voor de bepaling van de polyacrylamide concentratie.* Vakgroep Waterzuivering, LH, juli 1978.

7. Melick, M. J. van. *Praktijk vlokvorming.* KIWA-mededeling nr. 39, december 1975.

8. Meijers, A. P. *Theorie vlokvorming.* KIWA-mededeling nr. 33, juni 1974.

9. Schippers, J. C. en Verdouw, J. *De Membraan Filtratie Index als kenmerk voor de filtreerbaarheid van water.* KIWA, SWI-208, oktober 1978.

● ● ●

Publicatie ter kritiek

NEN 6490 *Water – Jodometrische bepaling van het zuurstofgehalte volgens Winkler.*
NEN 6491 *Water – Titrimetrische bepaling van het kaliumpermanganaatverbruik in water.*

Deze normontwerpen zijn opgesteld door de normcommissie 311 147 03 'Methoden voor het fysisch en chemisch onderzoek van drinkwater'. De normcommissie bestaat uit:
dr. A. W. Fonds (voorz.), RIV, Bilthoven;
dr. F. J. J. Brinkmann, RID, Leidschendam;
drs. B. G. van der Heyden, Drinkwaterleiding, Rotterdam;
dr. ir. M. Oosting, Nutricia, Zoetermeer;
drs. H. F. R. Reijnders, RIV, Bilthoven;
drs. M. Smits, Stichting Waterleiding, Lab. Zuid, Breda;
dr. T. Trouwborst, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Leidschendam;
drs. G. Veenendaal, KIWA, Rijswijk;
drs. D. Visser, Keuringsdienst van Waren, Goes;
dr. M. van Ammers (secr.), NV Waterleiding Friesland, Leeuwarden;
drs. A. M. Klijn-Tjen (verb. secr.), NNI, Delft.

NEN 6663 *Water – Automatische fotometrische bepaling van het gehalte aan orthofosfaat.*
Dit normontwerp is opgesteld door de werkgroep 'Fosfor' van de coördinatiecommissie 311 'Milieu'. De werkgroep bestaat uit:
dr. F. J. J. Brinkmann (voorz.), RID, Leidschendam;
drs. M. 't Hart, RID, Leidschendam;
drs. B. G. van der Heyden, Drinkwaterleiding, Rotterdam;
drs. H. F. W. Kleijn, TH Delft;
drs. H. F. R. Reijnders, RIV, Bilthoven;
drs. R. van Veen, RIZA, Lelystad;
ir. W. P. Bijl (secr.), NNI, Delft.

Kritiek op dit normontwerp wordt gaarne ingewacht vóór 1 december 1981 bij het Nederlands Normalisatie-instituut te Delft. Exemplaren van dit ontwerp zijn tegen vergoeding bij dit instituut verkrijgbaar.

Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland

Vergaderingen

9 september 1981, 10.15 uur:
Redaktieraad Energie + Water, GEB 's-Gravenhage.
10 september 1981, 9.45 uur:
College van Bedrijfsdirecteuren, VEWIN Rijswijk.
15 september 1981, 14.00 uur:
Speurwerkcommissie, VEWIN Rijswijk.
16 september 1981, 14.00 uur:
Dagelijks Bestuur VEWIN, Luchthaven Schiphol.
30 september 1981, 10.15 uur:
Werkgroep Leidingenregistratie, Jaarbeurs Utrecht.

Ter inzage gelegde octrooi-aanvragen

Nadere inlichtingen zijn verkrijgbaar bij de Octrooiraad, Patentlaan 2, 2288 EE Rijswijk, tel. (070) 90 76 16.
Aanvrage 8006883 – Dispergerende en biologisch afbrekende preparaten voor de behandeling van door koolwaterstoffen verontreinigde oppervlakten. Institut Français du Pétrole te Rueil-Malmaison, Frankrijk.
Aanvrage 7909308b – Inrichting voor de anaerobe zuivering van afvalwater. Machinefabriek W. Hubert & Co. B.V., Franekervaart 1, 8602 AA Sneek.
Aanvrage 7909026 – Closetspoelinrichting. Wadze Hoogland te St. Jacobi-Parochie.
Aanvrage 7909250 – Mengkraan voor sanitaire installaties met één bedieningsorgaan. VSH-Fabrieken NV, Oude Amersfoortseweg 99, 1212 AA Hiversum.
Aanvrage 7909130c – Terugslagklep. Estel Hoogovens BV te IJmuiden.
Aanvrage 8020180a – Werkwijze voor het ontzouten van water. Odessky inzhenernostroitelny institute te Odessa, U.S.S.R.
Aanvrage 8100031 – Werkwijze voor het handhaven van de biologische activiteit en aanpassing van de populatie van de microorganismen van een biologische zuiveringsinstallatie. Daimler Benz Aktiengesellschaft te Stuttgart, Bondsrepubliek Duitsland.
Aanvrage 8007026 – Doorstroomarmatuur voor drinkwater met doorstroomcontroleorgaan. Firma Alfred Waletszko Apparatuur te Gevelsberg, Bondsrepubliek Duitsland.

TH Delft, afdeling der civiele techniek

Vakgroep Gezondheidstechniek Ingenieursexamen 25 juni 1981

Naam	Afstudeerontwerp	Afstudeerdocent
E. Bosveld	Inrichting Zuidelijk Flevoland	Prof. dr.-ing. H. J. Pöpel
A. N. J. Frederiks en H. D. Oostergo	Stank, een studie naar het ontstaan en het voorkomen	Prof. ir. A. C. J. Koot
J. W. Kooiman	Grondwaterwinning Soestduinen	Prof. ir. L. Huisman
P. J. Pilon	Het ontwerp van een drinkwaterproduktiebedrijf Midden-Nederland	Prof. ir. P. L. Knoppert
C. P. Schouten	Verontreiniging van grondwater	Prof. ir. L. Huisman
S. Sluis	Dynamische, kinetische modellen voor de substraatverwijdering en slibgroei in het actief-slibproces	Prof. dr.-ing. H. J. Pöpel
D. Sytsema	Waterwinplaats Vasse	Prof. ir. L. Huisman
J. J. M. Trienekens	Onderzoek naar de oevergrondkwaliteit en zuivering van het oevergrondwater te Roosteren (Limburg)	Prof. ir. P. L. Knoppert

Regencijfers

	Neerslag in mm tijdvak 10 juli t/m 23 juli 1981
Valkenburg (ZH)	22,2
Den Helder (De Kooy)	20,9
Schiphol	13,4
De Bilt	39,5
Leeuwarden	28,7
Eelde	30,0
Twente (vliegveld)	59,4
Vlissingen	16,6
Gilze Rijen	12,9
Eindhoven	35,3
Vliegveld Zuid-Limburg	18,9

Bron: KNMI.

● ● ●