

Rapport no. 2 van het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, Voorburg

Onderzoek inzake de fosfaatverwijdering uit afvalwater te Elburg en Harderwijk

Dit tweede rapport behandelt de fosfaat-reductie als functie van de toegediende ijzerchloride dosering te Elburg.

Ten aanzien van Harderwijk zal deze materie in een afzonderlijke mededeling worden behandeld.

Ten einde in staat te zijn een mogelijke invloed van de gedoseerde chemicaliën op de zuiveringstechnische werking van de installatie vast te stellen is voorafgaand aan het eigenlijke onderzoek gedurende de maanden oktober, november en december 1971 een bemonstering van de onderscheidene zuiveringstrappen doorgevoerd. De resultaten van deze monsterneming staan vermeld in tabel I. In dit zelfde kader werd op 18 november en 13 december 1971 het actief-slib uit beide beluchtslib tanks aan een hydrobiologisch onderzoek onderworpen. De uitslag van dit onderzoek is in tabel II en in tabel III opgenomen.

Per 1 januari 1973 waren op de installatie te Elburg ongeveer 63.000 inwonerequivalenten, waarvan 27.000 inwoners aangesloten. De installatie is ontworpen voor 100.000 inwonerequivalenten, 36.350 inwoners en 63.650 industriële equivalenten.

Zoals in rapport no. 1 reeds is vermeld wordt te Elburg ter verwijdering van het fosfaat aan het actiefslibproces ijzerchloride toegevoegd. Voor de raming van de benodigde hoeveelheid FeCl₃ werd uitgegaan van een fosfaatgehalte in het afvalwater van 15 mg/l, overeenkomstig het resultaat van een in 1970 doorgevoerde bemonstering van de zuiveringsinrichting.

De voor deze waarde stoichiometrisch vereiste hoeveelheid driewaardig ijzer bedraagt per liter afvalwater

$$31 \times 15 \times 1,8 = 8,8 \text{ mg. In het artikel „Fosfaatver-95}$$

wijdering uit afvalwater”, H₂O (4) 1971, nr. 4 is er reeds op gewezen, dat uit laboratoriumonderzoek op het RIZA verricht, bekend is dat in Elburg voor het verkrijgen van een fosfaat-reductie van tenminste 85 % de toe te voegen hoeveelheid ferrichloride meer dan 2 × de stoichiometrische hoeveelheid moet bedragen, dat Wuhrmann stelt dat een overdosering van Fe(III) boven de stoichiometrisch noodzakelijke hoeveelheid vereist is om een goede vlok- en neerslagvorming van het slib te waarborgen, en dat Thomas beweert, dat de vereiste hoeveelheid ijzerchloride als gevolg van de fosfaatbindende werking van het retourslib bij het „Eisen-Rückschlamm-Verfahren” (Simultan-Verfahren) geringer kan zijn dan de stoichiometrisch berekende hoeveelheid.

Voor Elburg werd de dosis Fe(III) vastgesteld op 20 mg per liter afvalwater. Uit bedrijfstechnische overwegingen is gekozen voor het gebruik van FeCl₃ in een 41 gewichtsprocentige oplossing. Een dosering van 20 mg Fe(III) per liter afvalwater komt overeen met

$$\frac{162,2}{55,8} \times 20 \times \frac{100}{41} = 145 \text{ mg FeCl}_3 \text{ 41 gew. \% per}$$

liter afvalwater. Deze waarde is in het eerste rapport inzake de fosfaatverwijdering uit afvalwater te Elburg en Harderwijk, H₂O (6) 1973, nr. 5 reeds aangegeven. De gemiddelde dagelijkse waterhoeveelheid bedroeg over de periode van bemonstering in 1970, 13.875 m³. Volgens bovenstaande beschouwing zou dagelijks

TABEL I

DATUM	AFLOOP OXYDATEBED NA BEZ. DEC.					AERIETANK				AFLOOP NABEZINKBASSIN								SLUKWATER NA BEZ. DEC.		VERS SLUK			UITGEGIST SLUK					
	B.O.D. mg/l	C.O.D. mg/l	tot. P mg/l	Cl ⁻ mg/l	PH	zwe-stof mg/l	rest %	bez. mg/l	index ml/g	B.O.D. mg/l	C.O.D. mg/l	tot. P mg/l	Fe ²⁺ mg/l	Fe ³⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	PH	troch. ②	meth. ③	uren	totaal P ①	dr. rest gew. %	gl. rest %	PH	dr. rest gew. %	gl. rest %	PH	vl. vert. ④	alkal. ⑤
5/6-10-71	30	95	6,4	104	7,5	1580	245	230	146	9	50	6,4	0,12	0,12	102	7,2	18	>96	—	354	3,1	20,9	5,2	4,3	—	6,9	345	2627
13/14-10-71	25	135	2,46	82	7,3	1718	17,1	210	122	11	75	24,9	0,08	0,06	66	7,5	19	>96	—	738	3,5	24,2	5,8	3,8	4,12	7,0	343	3460
18/19-10-71	35	150	2,85	87	7,4	2269	18,7	210	93	10	80	28,0	0,20	0,17	63	7,5	19	>96	—	345	3,0	22,7	6,0	4,0	4,14	7,2	235	2835
26/29-10-71	15	160	1,76	103	7,6	1710	17,0	200	117	5	25	22,7	0,14	0,13	102	7,8	13	>96	—	—	1,9	22,0	5,9	4,3	4,16	6,9	235	3256
30/10-1/11	5	90	2,37	92	7,8	1995	19,7	160	80	4	40	22,4	0,11	0,10	97	7,7	10	>96	—	345	2,5	19,1	6,5	3,9	4,12	7,0	269	3265
6/7-11-71	20	95	2,83	90	8,1	—	—	240	—	7	60	26,7	0,26	0,23	86	8,0	8	>96	—	—	8,7	24,1	6,1	3,9	4,29	7,0	413	3588
12/13-11-71	95	255	1,85	143	7,3	2595	15,3	260	100	40	115	18,1	0,68	0,45	136	7,5	40	>5	—	416	2,1	22,8	5,7	4,1	4,23	6,9	233	3367
17/18-11-71	40	135	3,15	119	6,8	2350	17,3	230	98	20	82	27,6	0,18	0,08	141	7,4	22	>96	—	485	3,2	23,2	6,1	1,8	4,15	6,9	213	3485
24/25-11-71	19	120	9,9	127	7,6	2180	22,3	270	124	9	75	17,6	0,42	0,18	127	7,8	—	>96	—	455	3,4	25,8	6,0	1,2	4,08	6,9	295	2860
27/28-11-71	—	—	—	—	—	2560	22,4	260	101	12	60	20,2	0,49	0,40	110	8,7	18	>96	—	430	3,3	22,8	6,2	3,6	4,18	6,9	163	3645
10/11-12-71	11	100	2,4	—	7,5	1725	25,7	250	145	7	35	1,8	0,09	0,11	109	7,8	24	>66	—	226	1,3	26,7	6,1	4,5	4,08	7,0	423	3207
12/13-12-71	—	80	11,2	71	7,7	2250	24,0	240	107	4	45	10,2	0,05	0,09	66	7,7	15	>96	—	154	2,9	45,5	6,3	2,9	4,05	7,0	390	3878
13/14-12-71	20	140	6,9	132	7,6	2265	28,5	240	106	5	55	6,0	0,08	0,08	121	7,9	17	>96	—	—	3,3	25,1	5,6	3,1	4,12	7,0	426	3377
16/17-12-71	15	80	14,2	113	7,6	—	—	250	—	5	40	13,9	0,40	0,05	113	7,8	14	>96	—	406	3,6	24,3	5,9	3,6	4,00	7,0	195	3357
27/28-12-71	20	118	2,8	184	6,7	2255	26,9	180	80	—	50	2,0	0,19	0,09	129	7,6	18	>96	—	438	1,0	40,7	5,9	3,3	2,40	6,9	240	4005

VERKLARING: ① ALS mg PO₄³⁻/l
 ② OVEREENKOMEND MET mg INFUSORIENAARDE / l
 ③ ALS mg AZUNZUUR / kg

TABEL II

In de tabel zijn de in de monsters aangetroffen soorten, behorende tot de microflora en -fauna, waargegeven met de frekwentie per soort.

- + = 1 × aangetroffen;
 ++ = enige malen aangetroffen;
 +++ = regelmatig gevonden.

	18 november 1971 Tanknr.	
	I	II
CYANOPHYTA		
Oscillatoria sp.	++	
CHRYSOPHYTA Diatomeae		
Achnantes sp.	++	++
Nitzschia sp.	+	
PROTOZOA Sarcodina		
Amoeba guttata		+
A. limax	++	
A. velata	+	
Diplophrys archeri	++	++
PROTOZOA Ciliata		
Aspidisca costata	++	+++
Epistylis sp.	++	++
Euplotes sp.	++	++
Lionotus fasciola	+	+
Vorticella sp.	+++	+++
Zoothamnion sp.	++	++
ROTIFERA		
Macrotrachela nana	+	++
Rotaria rotatoria	++	++
NEMATODA	++	++
ANNELIDA		
Aelosoma hemprichii	++	++
Nais variabilis	++	++

TABEL III

	13 december 1971 Tanknr.	
	I	II
CYANOPHYTA		
Oscillatoria sp.	+	+
EUGLENOPHYTA		
Phacus acuminatus	+	
Trachelomonas volvocina		+
CHRYSOPHYTA Diatomeae		
Achnantes sp.		++
CHLOROPHYTA Chlorococcales		
Ankistrodesmus falcatus	+	
Pediastrum boryanum	+	
Scenedesmus opoliensis	+	+
PROTOZOA Sarcodina		
Amoeba gracilis	++	
A. guttata	++	++
A. vespertilio	++	+
Diplophrys archeri	++	++
PROTOZOA Ciliata		
Aspidisca costata	+++	+++
A. lynceus	+	
Chilodonella cucullulus	++	++
C. uncinata	+	+
Colpoda cucullus		+
Epistylis sp.	++	++
Euplotes patella	++	
Hemiophrys fucidens	+	
H. procera	++	
Lionotus fasciola	++	++
Oxytricha saprobia		+
O. sp.		++
Paramaecium caudatum	+	
Stentor coeruleus	+	
Vorticella sp.	+++	+++
PROTOZOA Suctorica		
Tokophrya quadripartita	+	
ROTIFERA		
Macrotrachela nana	++	++
Rotaria rotatoria	++	+
NEMATODA	++	++
ANNELIDA		
Aelosoma hemprichii	++	++
Nais variabilis	++	+

TABEL IV

	Proefperioden 1972					1973	
	30/7—11/9	19/9—9/10	12/10—9/11	9/11—27/11	27/11—8/12	17/12—2/1	2/1—22/1
dosering							
[1 FeCl ₃ 4l gew. %/uur]	60	20	40	50	60	70	80
totaal fosfaat influent *							
[mg/l PO ₄ ³⁻]	25,1	25,9	25,4	18,7	23,4	24,4	21,7
totaal fosfaat afloop							
oxydatiebed * [mg/l PO ₄ ³⁻]	12,3	17,7	15,9	10,9	12,6	12,5	12,2
reductie t.o.v. influent [%]	50	30	36	39	45	51	41
totaal fosfaat afloop nabe-							
zinktank [mg/l PO ₄ ³⁻]	2,0	7,8	3,6	2,5	1,4	0,7	0,46
reductie t.o.v. influent [%]	91	71	84	86	94	97	98
reductie t.o.v. afloop							
oxyratiebed [%]	81	50	76	76	89	94	96
waterhoeveelheden per							
etmaal ** [m ³]	12.900	10.500	11.650	14.650	11.850	9.000	11.050
***	5.950—27.100	4.150—13.750	5.800—17.600	6.300—27.000	6.600—14.500	3.650—13.800	5.200—13.900
Fe(III) : P	8,2	2,0	3,8	5,8	6,8	12,7	10,6
***	2,4—28,4	0,8—5,0	1,9—10,0	2,0—12,7	3,7—13,2	4,1—42,0	4,4—23,9

* na bezinken en decanteren
 *** laagste en hoogste waarden

** incl. recirculatie, indien aanwezig

$$\frac{13.875 \times 145}{1.000} \times \frac{1}{1,45} = \text{ca. } 1.400 \text{ liter ijzerchloride}$$

41 gew. % per dag toegevoegd moeten worden. Het soortelijk gewicht van het ijzerchloride is ongeveer 1,45. Aangezien de aanvoer vijzel op de installatie te Elburg 24 uur per etmaal in werking is, kan de dosis FeCl_3 41 gew. % op ongeveer 60 liter per uur worden gesteld. In de periode waarop dit rapport betrekking heeft, werd slechts tijdens de weekends effluent gerecirculeerd. De doses ijzerchloride werden in een gelijkmatig over het etmaal verdeelde hoeveelheid op het kopeinde van de actief-slib tanks — verblijftijd ca. 25 minuten bij maximale vijzelcapaciteit (1800 m³ per uur) — aan het waterslib mengsel toegevoegd (zie afb.).



Het bemonsteringsprogramma omvatte de volgende punten en analyses:

- a. Influent na bezinken en decanteren.
dagelijks: totaal fosfaat;
één dag per week: BOD₅, COD, Cl⁻ en pH.
- b. Afloop oxydatiebedden na bezinken en decanteren.
dagelijks: totaal fosfaat;
één dag per week: BOD₅, COD, Cl⁻ en pH.
- c. Aeratietank.
één dag per week:
zwevende stof, gloeirest,
bezinking en slibindex.
- d. Afloop nabezinktank.
dagelijks: totaal fosfaat;
één dag per week:
BOD₅, COD, Fe³⁺ als zodanig,
Fe³⁺ na filtratie, Cl⁻,
pH, troebelheid en
de methyleenblauwproef.
- e. Vers-slijk.
één dag per week:
droogrest, gloeirest en pH.
- f. Uitgest-slijk.
één dag per week:
droogrest, gloeirest, pH,
vluchtige vetzuren en alkaliteit.

- g. Slijkwater.
één dag per week:
totaal fosfaat.

De monsterneming werd zoveel mogelijk proportioneel uitgevoerd. De monsters, bestemd voor de fosfaatbepalingen werden in verband met de tijd die tussen monsterneming en analyse verstreek met behulp van chloroform geconserveerd. De overige monsters werden zo nodig in de ijskast opgeslagen.

De resultaten met betrekking tot de reductie in totaal fosfaat staan grafisch in de afb. 1 t/m 5 vermeld. De afb. 6, 7 en 8 geven frequentieverdelingsdiagrammen, die aan eerdergenoemde grafieken zijn ontleend.

Het totaal fosfaat werd bepaald overeenkomstig de methode, die op bijlage 1 staat aangegeven.

Tabel IV geeft een samenvatting van de resultaten over de verschillende proefperioden.

De eerste proefperiode is op 18-7-'72 gestart. Daar in het algemeen in het begin van elke periode het proces van fosfaatverwijdering zich moet aanpassen aan de veranderde dosis ijzerchloride kunnen de data van de in de tabel aangegeven proefperioden afwijken van de in de grafieken opgenomen data.

Er wordt op gewezen dat deze data eveneens voor de frequentieverdelingsdiagrammen zijn aangehouden.

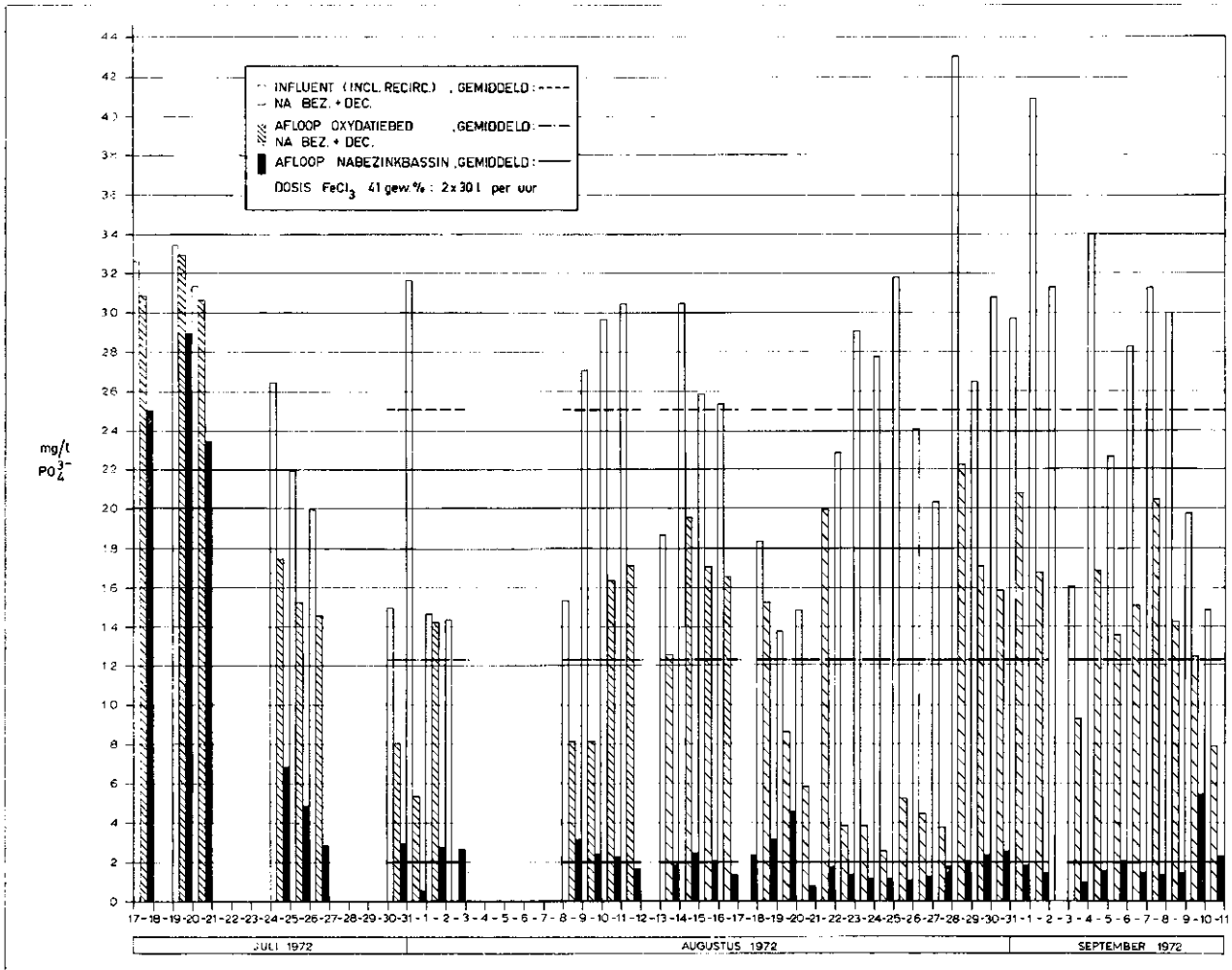
De aangegeven waarden zijn de rekenkundig gemiddelden over de beschouwde perioden. De verhouding Fe (III, in grammen) : P (in grammen) werd berekend op basis van het totaal fosfaat afloop oxydatiebed (na bezinken en decanteren).

De resultaten van de wekelijkse monsternemingen, die op de werking van de rioolwaterzuiveringsinstallatie betrekking hebben, staan in tabel V vermeld.

De uitslag van een hydrobiologisch onderzoek naar het actief-slib van de beide beluchtingstanks op 11 januari 1973 (dosering FeCl_3 41 gew. % = 2×40 l/uur) is opgenomen in tabel VI.

Uit het verrichte onderzoek te Elburg zijn de volgende conclusies te trekken:

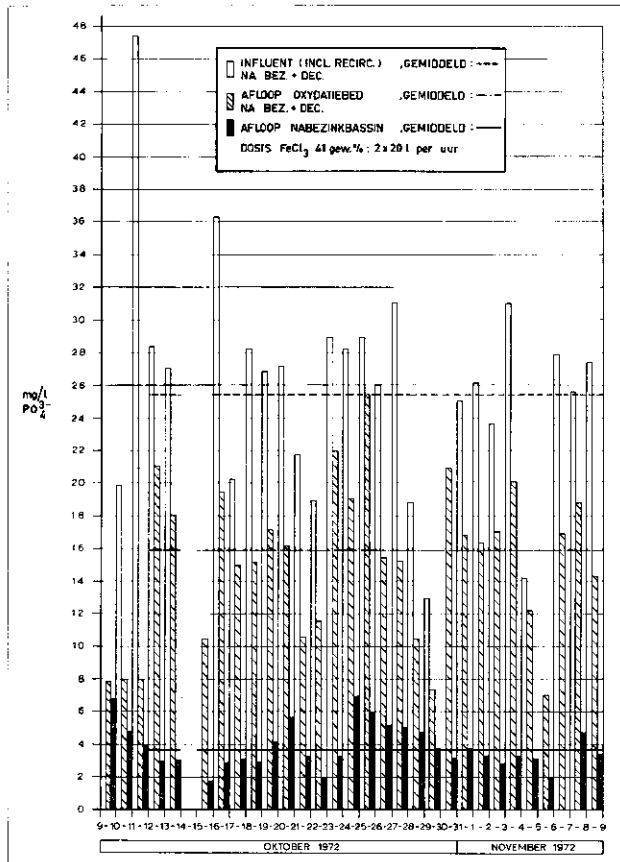
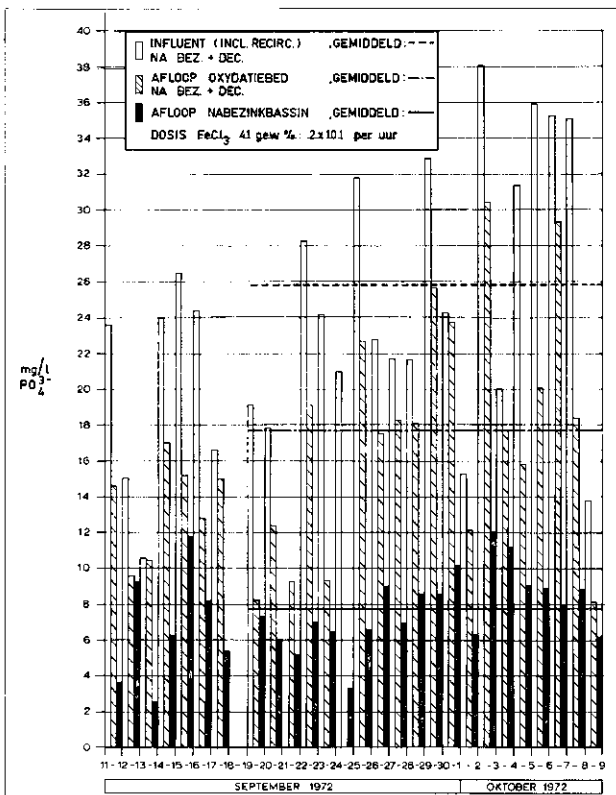
— Het blijkt zeer wel mogelijk in Elburg met behulp van het Simultan-Verfahren het gehalte aan fosfaat in het afvalwater vergaand te reduceren (zie afb. 9). De hoeveelheid totaal fosfaat in grammen per inwonerequivalent per dag bedroeg te Elburg gedurende de proefperioden gemiddeld 1,4 (0,4 - 4,2), uitgedrukt in P; bij de vaststelling van dit getal werd de fosfaat bijdrage door de overloop van slijkwater uit de gistingstanks niet in mindering gebracht. Met behulp van de oxydatiebedden werd een totaal fosfaatreductie van ongeveer 42 % verkregen. De fosfaat-reductie tengevolge van het actief-slib proces was, zoals uit de bemonstering gedurende de maanden oktober, november en december 1971 blijkt, van geringe betekenis (tabel I). De aanvankelijk geraamde dosis ijzerchloride 41 gew. % van 60 l/uur leverde bij een Fe(III) : P verhouding van 8,2 resp. 6,8 een totaal fosfaat-reductie van 91 % resp. 94 % ten opzichte van het influent, en 81 % resp. 89 % ten opzichte van de afloop van de oxydatiebedden (beiden na bezinken en decanteren) op.

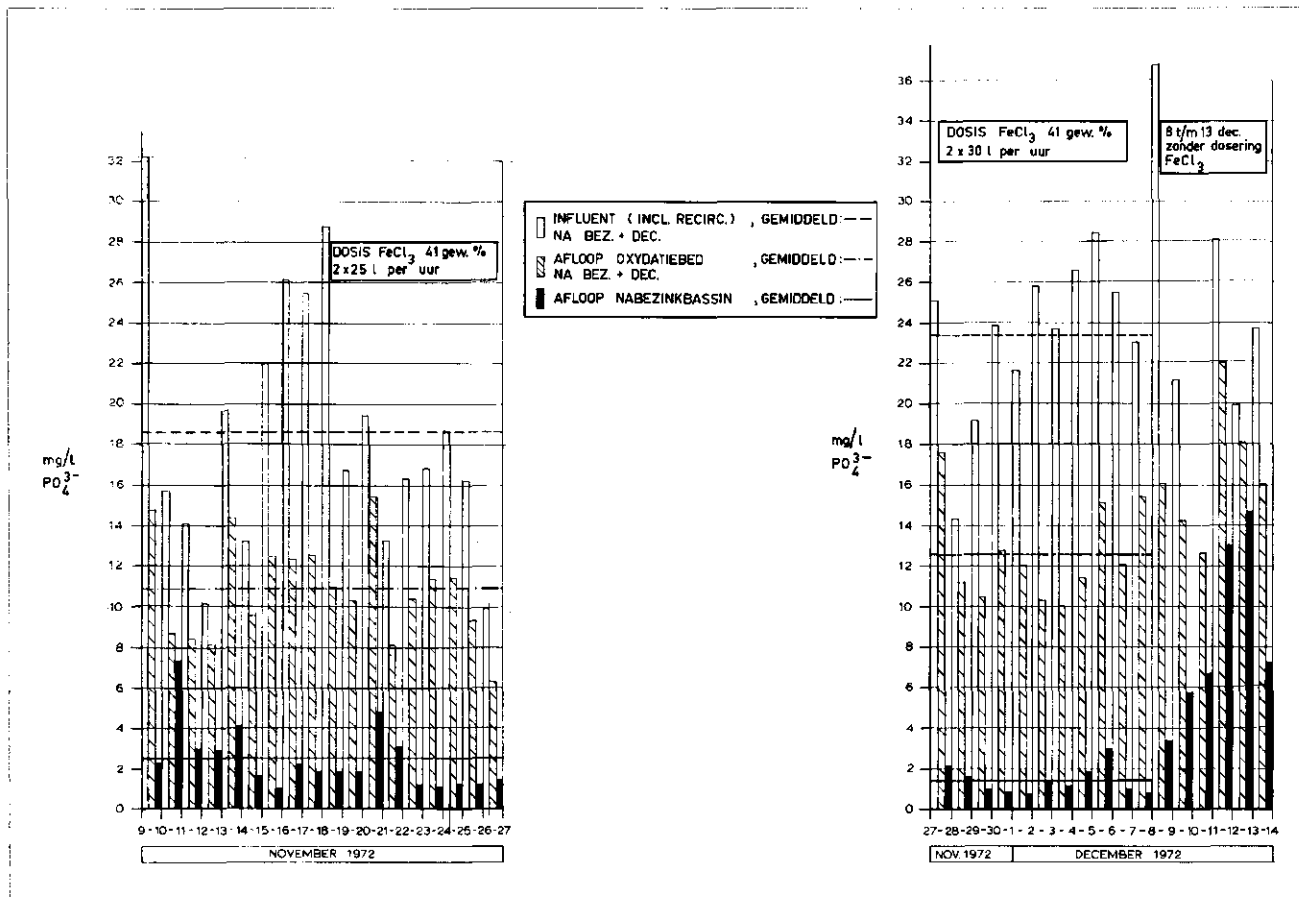


Afb. 1.

Afb. 2.

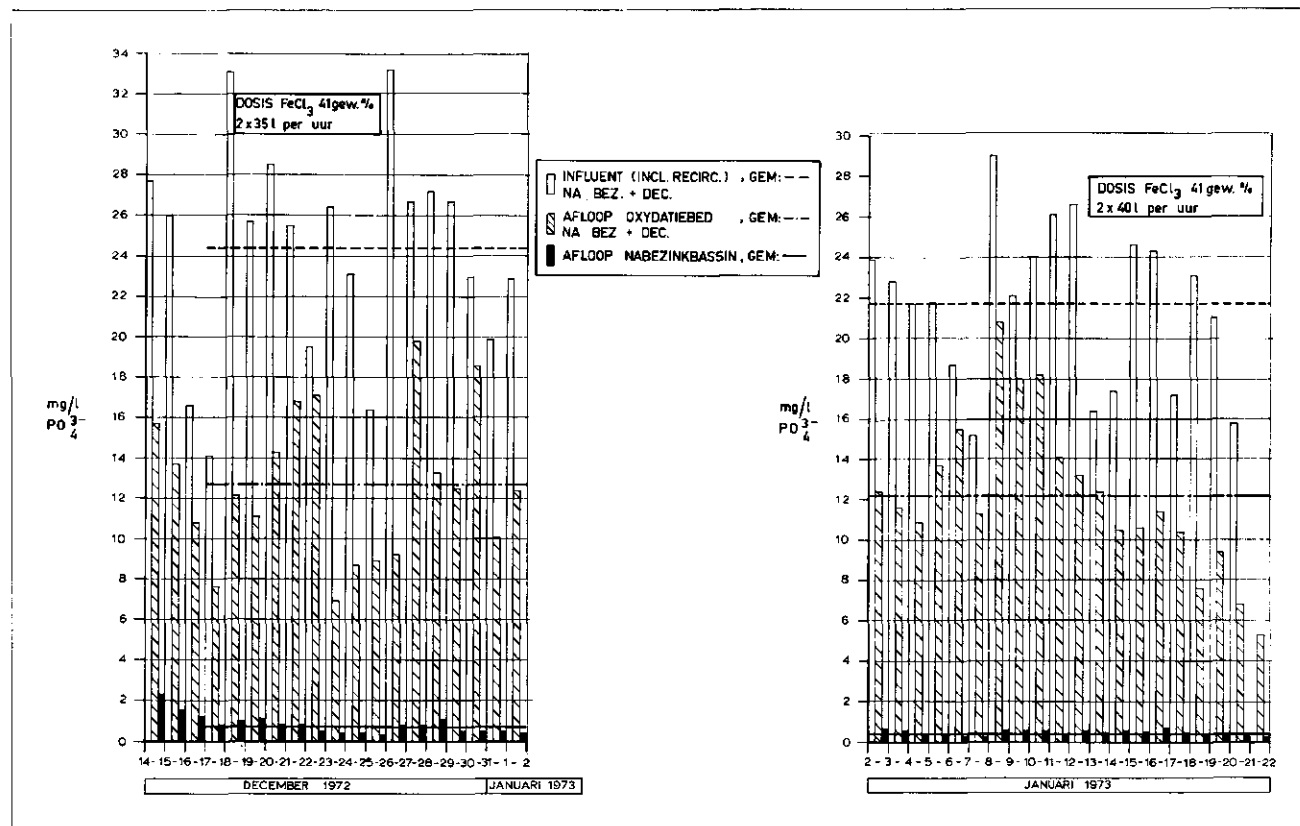
Afb. 3. ▶





Afb. 4.

Afb. 5.



Uit periodiek verrichte analyses is gebleken, dat de genoemde percentages door filtratie van het effluent nog aanzienlijk verhoogd kunnen worden.

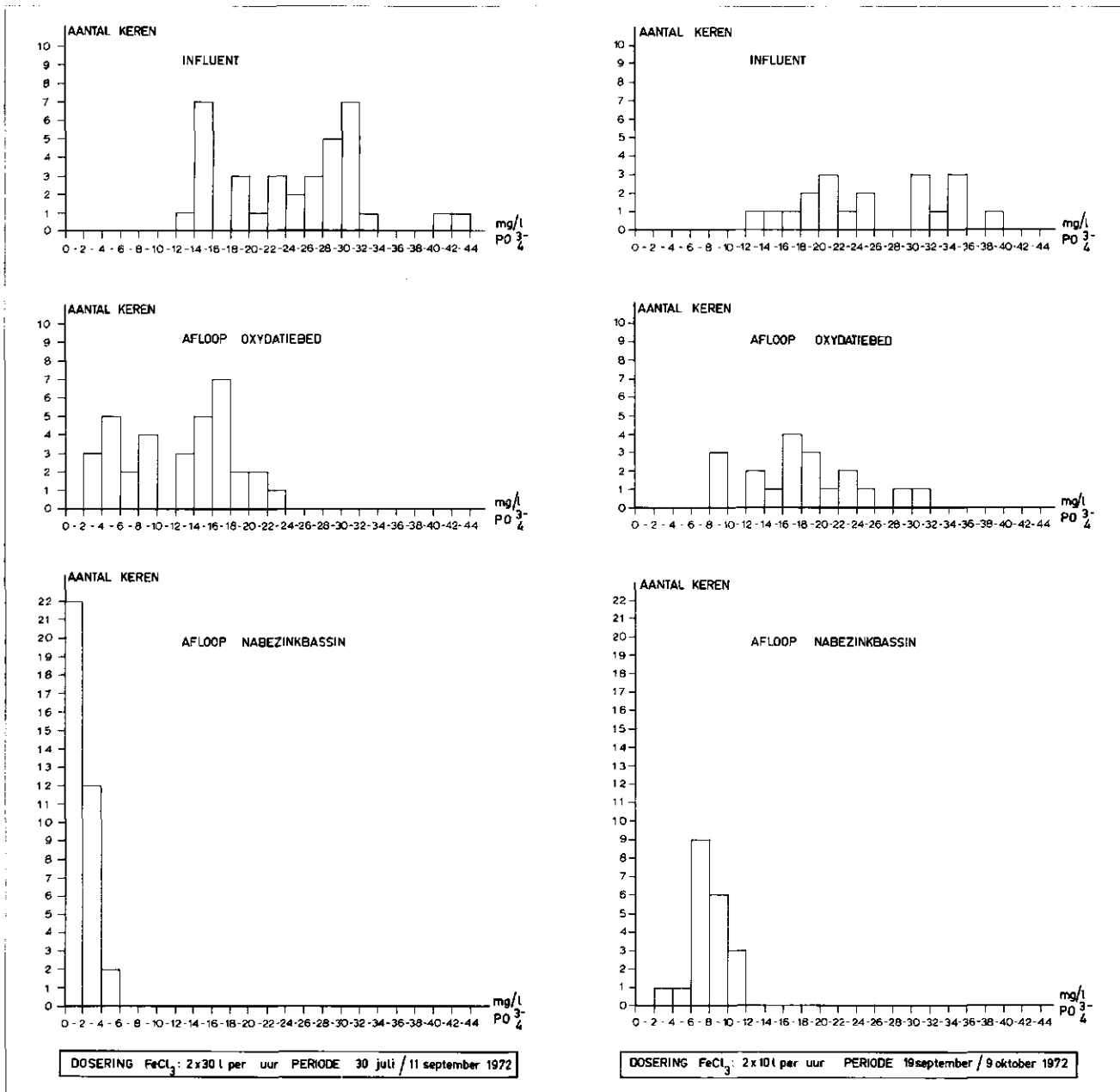
— De bewering van Thomas dat de vereiste hoeveelheid ijzerchloride geringer kan zijn dan de stoichiometrisch berekende hoeveelheid, werd te Elburg niet bevestigd; om fosfaat-reducties van enige betekenis te verkrijgen dienen Fe (III, in grammen) : P (in grammen) verhoudingen te worden aangehouden, die de waarde van 1,8 aanzienlijk overschrijden.

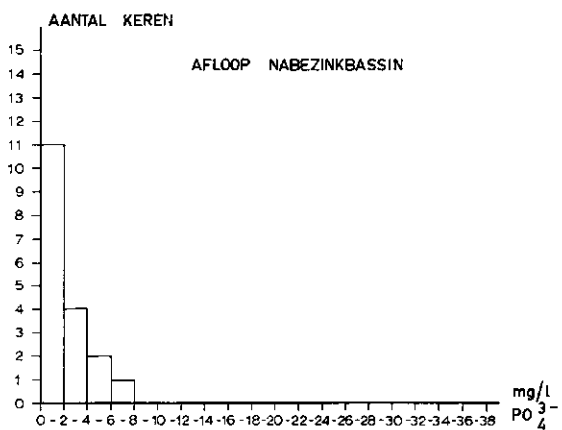
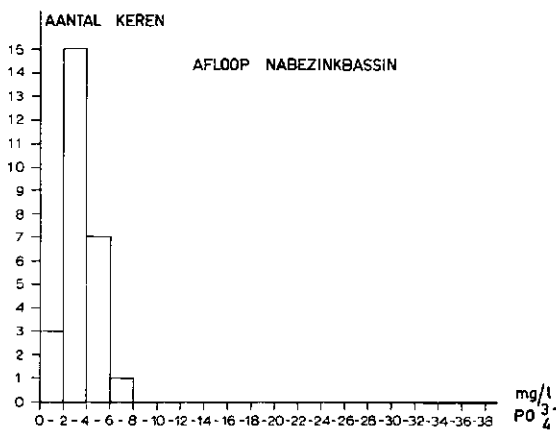
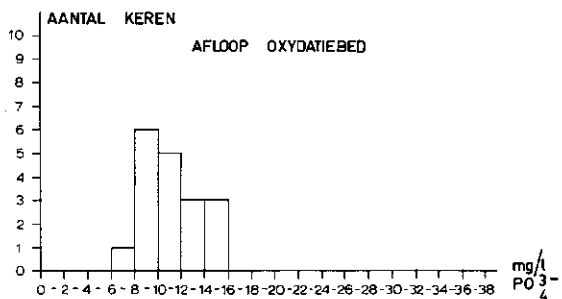
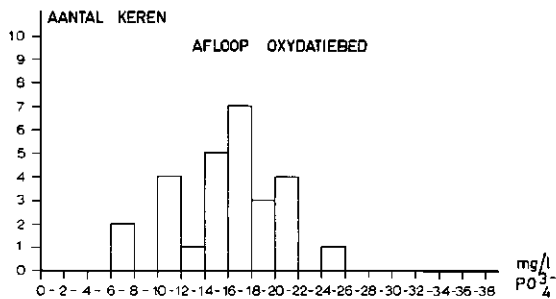
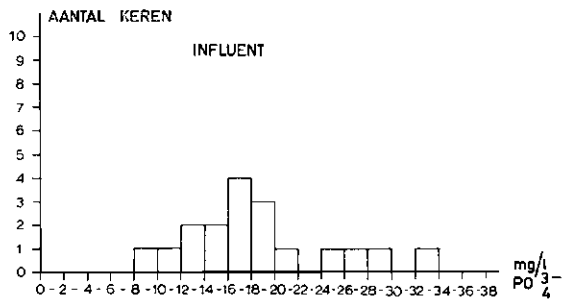
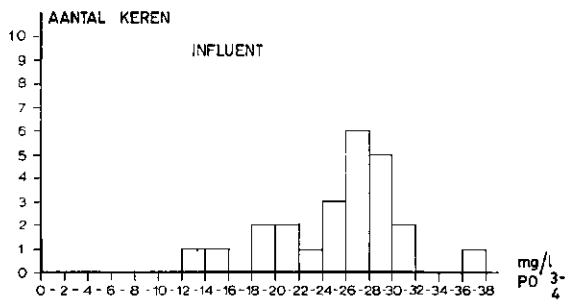
— Gedurende de proefperioden werd ten opzichte van de oorspronkelijke bemonstering in 1971 geen verslechtering van de BOD₅ van het effluent geconstateerd. Het zwevende stofgehalte in het effluent schommelde tussen 5 en 21 mg per liter. De concentratie van Fe(III) in de afloop varieerde van 0,09 tot 4,44 mg/l met een uitschieter van 13,23 mg/l. Na filtratie bedroeg de variatie van 0,06 tot 0,64 mg/l.

Bij de monsterneming van 1971 werden gehalten van 0,05 - 0,68, resp. van 0,05 - 0,45 mg Fe(III) per liter gevonden. Het Fe(III) werd bepaald met behulp van de atoomadsorptiespectrofotometer. Het aantal analyses over de verschillende afzonderlijke proefperioden wordt te gering geacht om per periode gehalten op te geven. Alhoewel er een duidelijke stijging in de Fe(III)-concentratie is waar te nemen, lijkt deze verhoging op het eerste gezicht voor lozing op het oppervlaktewater wel aanvaardbaar.

— De toevoeging van ijzerchloride aan de actief-slib tanks leidt tot een toeneming van de gloeirest van het actief-slib. Uit de tabellen valt af te leiden, dat de oorspronkelijke gloeirest, 15,3 - 28,5 % (gemiddeld 21,5 %) door de dosering van het ijzerchloride toeneemt tot 33,2 - 61,2 % (gemiddeld 47,8 %). Het aantal soorten behorende tot de microflora en -fauna in de actief-slib tanks lijkt als gevolg van de dosering van ijzerchloride te worden gereduceerd.

Afb. 6.





DOSERING FeCl₃: 2x20 l per uur PERIODE 12 oktober / 9 november 1972

DOSERING FeCl₃: 2x25 l per uur PERIODE 9 november / 27 november 1972

Afb. 7.

— De gloeirest van het verse slijk schommelde tussen 25,6 en 54,3 % (gemiddeld 40,3 %). Bij de monsterneming in 1971 werd een spreiding van 19,1 tot 45,5 % (gemiddeld 26,0 %) gevonden.

Deze toeneming vindt men in mindere mate terug bij het uitgediste slijk. Een aanzienlijke verhoging van het drogestofgehalte van het uitgediste slijk wordt geconstateerd.

Opmerkelijk is de daling van het totaal fosfaat-gehalte in het slijkwater; de vrees voor het vrijkomen van fosfaat bij het gistingsproces blijkt ongegrond. Het Fe(III)-gehalte in het slijkwater schommelde van 10,3 - 37,3 mg/l, met de hoogste waarden bij de maximale chemicaliedosering; de Fe(III)-concentraties, na filtratie, varieerden van 0,3 tot 14,4 mg/l.

Gedurende de periode van het onderzoek werd geen verstoring van het gistingsproces geconstateerd.

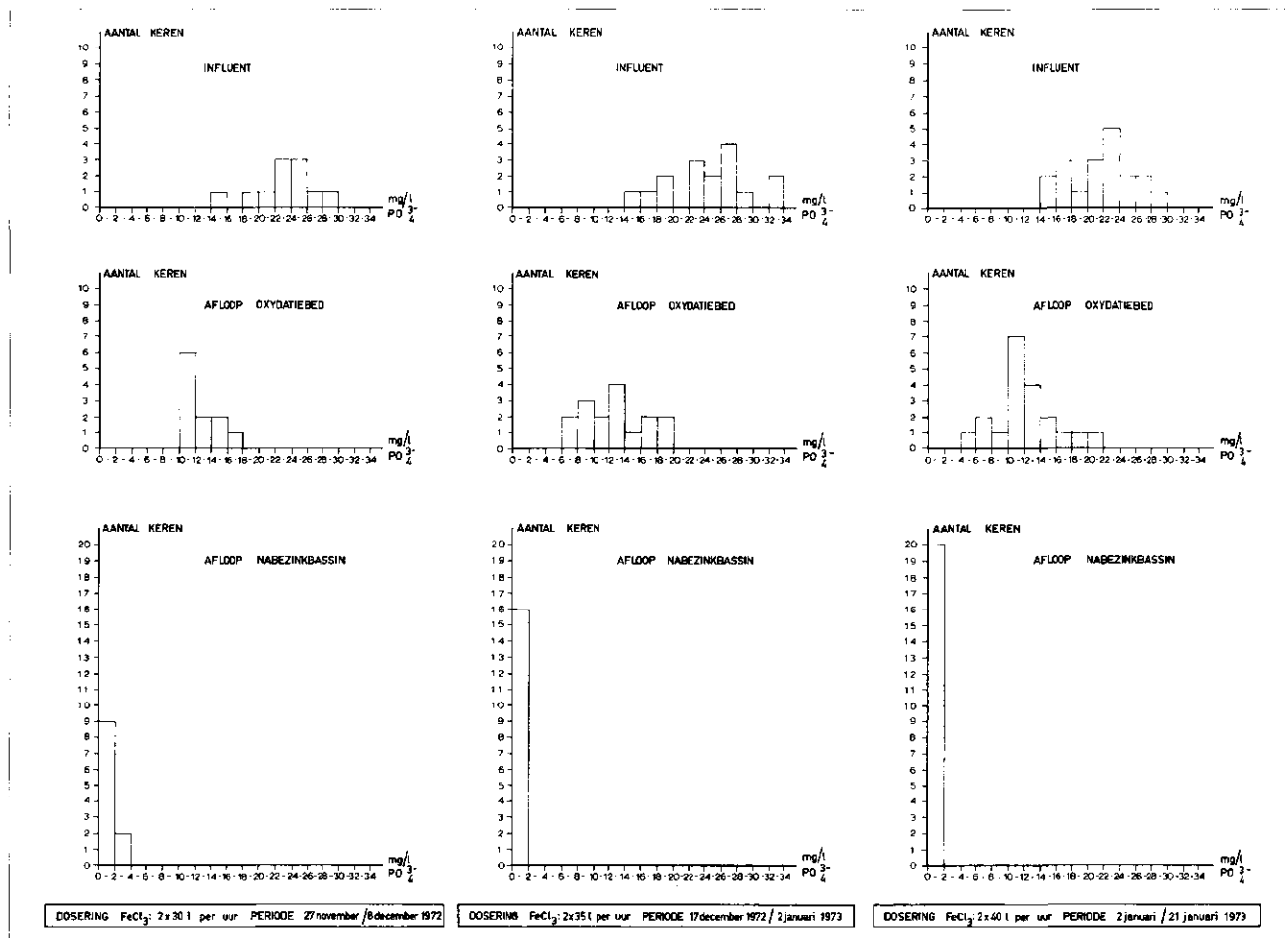
— Voor een goede bedrijfsvoering was alleen in de weekends circulatie van effluent over de continufilters

noodzakelijk. Hierdoor is het niet mogelijk thans een uitspraak te doen ten aanzien van een eventuele beïnvloeding van het biologisch gebeuren in de filters door het gedoseerde ijzerchloride.

— De te investeren kosten voor de installatie voor fosfaatverwijdering te Elburg, zoals deze in het eerste rapport over het onderzoek inzake de fosfaatverwijdering uit afvalwater te Elburg en te Harderwijk staat beschreven, zijn te stellen op ca. f 53.000,— incl. BTW.

Aangezien vele werkzaamheden in eigen beheer werden uitgevoerd, waardoor de te investeren kosten aanzienlijk beperkt konden worden, geeft het aangegeven bedrag voor praktijkomstandigheden een te geflatteerd beeld.

— De jaarlijkse kosten van het ijzerchloride bedragen bij een dosis van 60 liter per uur ongeveer f174.600,— (incl. 16 % BTW). Voor Elburg betekent dat een jaarlijkse last van ± f 2,75 per inwoner-equivalent. De bruikbaarheid van andere chemicaliën (Fe(II), Al(III),



Afb. 8.

AVR) voor de fosfaatverwijdering werd niet onderzocht; alvorens tot aanwending van een produkt over te gaan dient een onderzoek te worden ingesteld naar de schadelijkheid van het produkt voor het zuiveringsproces en voor het oppervlaktewater (zware metalen, toxische stoffen e.d.).

Het onderzoek te Elburg zal worden voortgezet bij een continue dosering van 60 liter/uur FeCl_3 41 gew. % (ca. 90 % reductie van totaal fosfaat). Hiermede wordt onder meer beoogd een inzicht te verkrijgen in de problematiek rond de slibverwerking (hoeveelheid, ontwaterbaarheid, meerdere kosten).

Bijlage:

Bepaling totaal fosfaat

De methodiek is gebaseerd op het ontstaan van een blauwgekleurde verbinding, wanneer heteropolymolybdeen fosforzuur, gevormd uit orthofosfaationen en ammoniummolybdaat in zuur milieu, wordt gereduceerd. De extinctie gemeten bij 100 nm, is een maat voor de hoeveelheid fosfaat. Als reductiemiddel dient ascorbinezuur met een antimoonverbinding als katalysator.

Voor de bepaling van het totaal fosfaatgehalte worden eerst in het watermonster (van 50 ml) de aanwezige fosfaatverbindingen omgezet in orthofosfaat door koken onder terugvloeiing gedurende 30 minuten met 1 ml zwavelzuur, 18 m en 400 mg kaliumoxodisulfaat (kaliumpersulfaat).

Na afkoeling en neutralisatie met natronloog 2 m tegen phenolphtaleïen is het watermonster gereed voor de eigenlijke bepaling.

Na overbrengen van het geneutraliseerde monster in een maatkolf van 200 ml wordt hieruit 40 ml gepipetteerd in een maatkolf van 50 ml, waaraan vervolgens 10 ml vers bereid fosfaatreagens wordt toegevoegd. Na tenminste 12 en ten hoogste 20 minuten

wordt van dit mengsel de extinctie bij 700 nm bepaald tegen een blanco met gedestilleerd water en de gebruikte chemicaliën en reagentia.

Reagentia:

I Ammoniummolybdaatoplossing:

- Voeg aan ca. 500 ml water voorzichtig 112 ml zwavelzuur 18 m toe; koel af.
- Los 9,6 g $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ op in ca. 200 ml water.
- Voeg de oplossingen samen en vul aan tot 1 l.

II Antimoonoplossing:

- Los 220 mg kaliumantimonyltartraat, $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ op in water en vul aan tot 500 ml.

III Fosfaatreagens:

- Meng 100 ml van oplossing I met 50 ml van oplossing II.
- Los hierin 845 mg ascorbinezuur 100 % in op en vul aan tot 200 ml.

Opmerkingen:

- Oplossingen I en II zijn in het donker bewaard enkele maanden houdbaar.
- Oplossing III moet steeds vers worden bereid.
- Het gebruik van *dubbel*gedestilleerd water voor het maken van de oplossingen en verdunningen wordt ten sterkste aanbevolen.
- Aan de reinheid van het glaswerk dient bijzondere aandacht te worden besteed.
- Voor het opstellen van de ijkgrafiek wordt 1,433 g KH_2PO_4 opgelost in water in een maatkolf van 1 l en vervolgens aangevuld tot 1 l.
- Uitgaande van deze standaardoplossing wordt voor een serie verdunningen de extinctie bepaald.