

# Onderzoek inzake de fosfaatverwijdering uit afvalwater te Elburg en Harderwijk

## Rapport nr. 4 van het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater

Het vierde rapport inzake de fosfaatverwijdering behandelt de resultaten van de fosfaatreductie bij toepassing van verschillende precipitatiemiddelen voor het simultane proces op de zuiveringsinstallatie te Elburg.

De volgende chemicaliën werden achtereenvolgens naast elkaar getest.

- $\text{FeCl}_3$  . 41 gew. % en Boliden AVR;
- $\text{FeCl}_3$  . 41 gew. % en afvalbeits van de Hoogovens.

De precipitatiemiddelen werden aan de



IR. A. H. DIRKZWAGER  
Rijksinstituut voor  
Zuivering van Afvalwater



IR. R. KARGER  
Rijksinstituut voor  
Zuivering van Afvalwater

parallel gesitueerde beluchtingsruimten van gelijke dimensie gedoseerd. Door de voor beide aeratietanks praktisch gelijke onderzoekomstandigheden kan worden verwacht, dat de resultaten van de onder a. en onder b. aangegeven tests redelijk goed vergelijkbaar zijn. Uiteraard zal er een gering verschil zijn in de kwaliteit van het water, dat van de twee oxydatiebedden naar beide aeratieruimten wordt afgevoerd.

De tabellen I, II en III geven een gemiddelde analyse van de gebruikte vlok-middelen. Deze door de leveranciers van de verstrekte middelen opgegeven analysecijfers werden incidenteel op het laboratorium van het instituut op ijzergehalte gecontroleerd, waarbij weleens afwijkingen zijn geconstateerd, met name ten aanzien van het afvalbeits.

De resultaten van de proefnemingen met betrekking tot de fosfaatverwijdering staan in de tabellen IV en V. De overige parameters, die van een wekelijkse etmaal bemonstering afkomstig zijn werden wat betreft de vergelijking van de produkten ijzerchloride en afvalbeits vermeld in tabel VI.

### Test a. IJzerchloride en AVR

De dosering ijzerchloride werd op grond van de bij voorgaande proeven [2] opgedane ervaring gedurende de testperiode continu op 30 liter per uur ingesteld. De dosis AVR is geleidelijk opgevoerd tot een niveau, waarop de kosten vergelijkbaar waren met die voor het ijzerchloride.

TABEL I - Produkt IJzerchloride oplossing.

Specificatie:

$\text{FeCl}_3$	41 gew. % $\pm 0,5$ %
Sn	0,045 %
Mn	0,027 %
Si	0,002 %
Al	0,002 %
Cu	0,001 %
Mg	0,0002 %

TABEL II - Produkt Boliden AVR \*.

Specificatie:

Al	ca. 7 %
Fe	ca. 3 %
Zwavelzuur-deficit	ca. 1 %
In water onoplosbaar deel	ca. 2,5 %
Actief metaal ( $\text{me}^{2+}$ )	3,2 Mol/kg
Aluminium in de vorm van $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16-17 \text{H}_2\text{O}$	

IJzer in de vorm van  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$   
De in water onoplosbare delen bestaan hoofdzakelijk uit silicaat-mineralen.

\* AVR = avloppsvattenrening.

TABEL III - Produkt Afvalbeitszuur Hoogovens.

Specificatie:

Fe	130	g/l
Cl <sup>-</sup>	167	g/l
$\text{SO}_4^{2-}$	0,2	g/l
vrij zuur	0,1	geq/l
Mn	460	mg/l
Cu	24	mg/l
Cr	50	mg/l
Ni	19	mg/l
Cd	0,1	mg/l
Hg	0,002	mg/l
Zn	1,8	mg/l
inhibitor	500	mg/l

(armohib 28; alifatische ketens)

De plaats van dosering was voor het  $\text{FeCl}_3$  het begin van de aeratieruimte. Met het toevoerpunt van AVR is geëxperimenteerd. Een duidelijke beïnvloeding van de resultaten hierdoor werd niet geconstateerd. Uiteindelijk is na overleg met de leverancier van het produkt het eind van de tank als plaats van dosering aangehouden. Het AVR werd in opgeloste vorm aan het actief slib water mengsel toegevoegd. De oplossing werd gemaakt ter plaatse van de silo waarin het korrelige produkt was opgeslagen. De resultaten met betrekking tot de fosfaatreductie staan vermeld in tabel IV. In tegenstelling tot het glasheldere effluent, dat van de aeratietank waarin ijzerchloride werd gedoseerd naar de meetbak stroomde leverde de toevoeging van AVR een enigszins grijsgekleurd troebel effluent.

De troebeling was zeer goed waar te nemen op de plaats waar beide effluenten in de meetbak samenvloeden. De troebelheid werd tijdens de weekeinden, wanneer de hoeveelheid circulatiewater aanzienlijk was zo hinderlijk, dat op verzoek van de bedrijfsleiding van de zuiveringsinstallatie,

na overleg met de verkoopmaatschappij besloten werd de dosis AVR op zaterdag en zondagen tot 24 kg per uur te reduceren. Uit tabel IV is af te leiden, dat deze reductie de resultaten op werkdagen met name op die vóór de weekeinden in geringe mate heeft beïnvloed. De resultaten worden tijdens de weekeinden minder, hetgeen op een snelle aanpassing aan de veranderde omstandigheden wijst.

Bij een dosis van 51 kg AVR per uur blijven de resultaten van dit produkt ten achter bij die van het ijzerchloride. De jaarlijkse kosten van het AVR bedragen in dit geval, incl. vrachtprijs en 16 % BTW.:

$$\frac{24 \times 51 \times 365}{1000} \times f217, \text{—/ton} = \text{ca. } f97.000, \text{—}$$

De overeenkomstige jaarlijkse kosten voor de ijzerchloridedosering van 30 liter per uur (= 42,9 kg per uur) zijn:

$$\frac{24 \times 42,9 \times 365}{1000} \times f255,20/\text{ton} = \text{ca. } f96.000, \text{—}$$

De kosten van de precipitatiemiddelen zijn overeenkomstig het huidige prijspeil.

In vergelijking met de in literatuur-opgave [3] vermelde bedragen is de prijs van het ijzerchloride ca. 8 % gedaald. Bovenstaande bedragen indiceren, dat de dosering van AVR voor het simultane proces te Elburg geen voordelen biedt boven het gebruik van ijzerchloride. Hierbij dient opgemerkt te worden, dat Boliden AVR volgens de leverancier op grond van eerder opgedane ervaringen met de behandeling van gemeentelijk afvalwater in Zweden het meest geschikt wordt geacht voor toepassing in het pre- en post-precipitatieproces; de bruikbaarheid voor het simultane proces wordt door Boliden minder hoog gewaardeerd.

### Test b. IJzerchloride en afvalbeits

Ook bij dit experiment werd continu 30 liter ijzerchloride per uur aan één der beide beluchtingsruimten gedoseerd. De dosis afvalbeits werd op de volgende manier benaderd. Een hoeveelheid van 30 liter  $\text{FeCl}_3$  41 gew. % per uur, d.i. 42,9 kg per uur

$$\text{bevat } \frac{42,9 \times 0,41 \times 55,85}{162,21} = \text{ca. } 6,1 \text{ kg } \text{Fe}^{3+}$$

Het afvalbeits is een oplossing van 25 gew. %  $\text{FeCl}_2$  (zie tabel III). Gaat men ervan uit dat alle  $\text{Fe}^{2+}$  in  $\text{Fe}^{3+}$  wordt omgezet dan komt 30 liter ijzerchloride per uur overeen

$$\text{met } \frac{6,1 \times 126,75}{55,85 \times 0,25 \times 1,22} = \text{ca. } 45 \text{ liter}$$

afvalbeits per uur. Tot hetzelfde resultaat

TABEL IV.

Jaar 1973	Influent na bes. + dec. mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	A.V.R.			FeCl <sub>3</sub> 41 gev.%			Reduktie t.o.v. afloop oxydatiebed		Reduktie t.o.v. influent	
		Afloop oxydatiebed na bes.+dec. mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	dosering kg/uur	Afloop nabesinktank mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	Afloop oxydatiebed na bes.+dec. mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	dosering l/uur	Afloop nabesinktank mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	A.V.R. %	FeCl <sub>3</sub> 41 gev.%	A.V.R. %	FeCl <sub>3</sub> 41 gev.%
26/27 - 6	51,6	24,5	15	9,5	28,0	30	4,3	61	85	82	92
27/28 - 6	48,8	23,3	"	-	30,8	"	4,8	-	84	-	90
28/29 - 6	51,4	23,8	"	12,0	26,8	"	5,4	50	80	77	89
29/30 - 6	51,4	26,5	"	10,3	29,3	"	3,1	61	89	80	94
30/6 - 1/7	23,4	11,3	"	10,1	16,8	"	2,4	11	86	57	90
1/2 - 7	28,2	11,4	"	4,8	15,2	"	0,4	58	97	83	99
2/3 - 7	69,5	26,3	"	13,2	26,0	"	4,9	50	81	81	93
3/4 - 7	38,0	23,3	"	12,7	29,0	"	3,6	45	86	67	91
4/5 - 7	39,0	30,0	"	10,1	28,0	"	5,7	66	80	74	85
5/6 - 7	40,5	23,8	"	13,6	28,5	"	3,2	43	89	66	92
6/7 - 7	41,0	25,0	"	13,3	29,3	"	2,1	47	93	68	95
7/8 - 7	30,0	19,3	"	12,8	22,8	"	2,6	34	89	37	99
8/9 - 7	19,0	12,5	"	6,4	10,5	"	2,6	48	75	66	86
9/10 - 7	51,0	29,0	"	8,9	30,8	"	3,2	69	90	83	94
10/11 - 7	37,0	25,3	"	9,9	25,5	"	3,6	61	86	73	90
11/12 - 7	40,0	25,0	"	11,3	25,5	"	3,3	55	87	72	92
12/13 - 7	-	-	"	13,7	21,8	"	3,7	-	83	-	-
13/14 - 7	26,3	19,0	"	9,1	19,8	"	1,6	52	92	65	94
14/15 - 7	18,7	13,2	"	4,7	13,1	"	1,2	64	91	75	94
15/16 - 7	14,9	11,5	"	4,2	10,4	"	1,1	63	89	72	93
16/17 - 7	46,0	30,0	30	12,2	32,0	"	3,6	59	89	73	92
17/18 - 7	26,0	26,0	"	10,1	30,0	"	3,2	61	89	61	88
18/19 - 7	23,0	22,0	"	6,0	25,0	"	4,0	73	-	74	83
19/20 - 7	42,0	24,0	"	5,4	28,0	"	4,2	77	85	87	90
20/21 - 7	21,0	22,0	"	12,1	24,0	"	4,2	45	82	42	80
21/22 - 7	17,0	12,5	"	10,9	13,5	"	3,8	13	72	36	78
22/23 - 7	17,0	14,5	"	-	22,0	"	-	-	-	-	-
30/31 - 7	-	32,4	"	9,6	33,2	"	2,4	70	93	-	-
31/7 - 1/8	-	22,2	"	6,7	24,0	"	1,6	70	93	-	-
1/2 - 8	-	20,5	"	5,8	22,8	"	1,3	72	94	-	-
2/3 - 8	-	20,3	"	5,1	22,8	"	-	75	-	-	-
3/4 - 8	-	27,3	"	4,5	24,3	"	1,5	84	94	-	-
4/5 - 8	-	23,9	"	5,7	23,9	"	2,1	66	91	-	-
5/6 - 8	-	15,5	"	5,3	15,0	"	1,6	66	89	-	-
6/7 - 8	42,4	40,4	"	17,5	34,8	"	3,8	57	89	59	91
7/8 - 8	26,0	18,0	"	13,4	-	"	5,5	26	-	48	79
8/7 - 8	30,1	18,4	"	3,7	15,2	"	1,7	80	89	88	94
9/10 - 8	46,8	20,0	36	3,3	22,0	"	0,95	83	96	93	98
10/11 - 8	44,4	25,2	"	5,5	28,6	"	1,5	78	95	88	97
11/12 - 8	26,4	-	"	7,2	-	"	1,6	-	-	73	94
12/13 - 8	34,2	20,4	"	6,3	16,3	"	0,86	69	95	72	97
13/14 - 8	60,0	27,3	"	15,2	35,2	"	3,1	44	91	75	95
14/15 - 8	42,8	21,9	"	6,8	22,5	"	2,8	69	88	84	93

Jaar 1973	Influent na bes. + dec. mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	A.V.R.			FeCl <sub>3</sub> 41 gew.%			Reduktie t.o.v. afloop oxydatiebed		Reduktie t.o.v. influent	
		Afloop oxydatiebed na bes.+dec. mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	dosering kg/uur	Afloop nabesinktank mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	Afloop oxydatiebed na bes.+dec. mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	dosering l/uur	Afloop nabesinktank mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	A.V.R. %	FeCl <sub>3</sub> 41 gew.%	A.V.R. %	FeCl <sub>3</sub> 41 gew.%
15/16 - 8	39,6	19,1	36	8,9	22,3	30	1,3	53	94	78	97
16/17 - 8	36,8	20,8	"	7,8	24,2	"	1,1	62	93	79	97
17/18 - 8	39,6	23,4	"	5,7	24,9	"	1,0	76	96	86	97
18/19 - 8	35,0	20,3	24	-	23,5	"	0,9	-	96	-	97
19/20 - 8	22,4	16,4	24	8,8	16,3	"	1,1	46	93	61	95
20/21 - 8	44,6	30,3	36	12,0	34,8	"	4,7	60	86	73	89
21/22 - 8	38,0	23,0	"	9,2	24,3	"	4,2	60	83	76	89
22/23 - 8	33,8	22,5	"	6,6	24,5	"	3,4	71	86	80	90
23/24 - 8	35,6	21,0	"	6,4	23,7	"	3,0	70	87	82	92
24/25 - 8	37,0	24,0	"	6,9	26,6	"	3,3	71	88	81	91
25/26 - 8	24,3	19,1	24	-	21,5	"	2,0	-	91	-	92
26/27 - 8	21,7	14,4	24	-	16,3	"	1,7	-	90	-	92
27/28 - 8	44,0	42,3	36	8,7	29,5	"	9,1	79	69	80	79
28/29 - 8	17,5	11,5	"	7,9	17,3	"	4,2	31	76	55	76
29/30 - 8	38,0	36,0	"	13,4	36,6	"	1,1	63	97	65	97
30/31 - 8	-	28,6	"	10,9	28,6	"	7,9	62	72	-	-
31/8 - 1/9	-	27,4	"	7,9	25,4	"	1,5	71	94	-	-
1/2 - 9	-	27,1	24	2,3	25,4	"	2,3	92	91	-	-
2/3 - 9	-	20,2	24	1,4	21,9	"	3,3	93	85	-	-
3/4 - 9	35,8	26,1	36	-	27,5	"	3,1	-	89	-	91
4/5 - 9	30,2	22,9	"	-	24,8	"	2,7	-	89	-	91
5/6 - 9	23,8	14,2	"	-	14,7	"	-	-	-	-	-
6/7 - 9	35,0	22,9	"	5,8	22,7	"	2,6	75	89	83	93
7/8 - 9	31,6	22,1	"	6,2	25,1	"	3,2	72	87	80	90
8/9 - 9	27,7	23,0	24	8,2	17,5	"	1,7	64	90	70	94
9/10 - 9	22,0	19,2	24	7,0	15,1	"	1,0	64	93	68	95
10/11 - 9	47,0	27,0	43,2	11,7	35,2	"	1,3	57	96	75	97
11/12 - 9	39,0	21,7	"	6,9	24,3	"	4,1	68	83	82	89
12/13 - 9	-	21,8	"	2,6	22,9	"	1,5	88	93	-	-
13/14 - 9	-	23,1	"	3,4	25,1	"	1,4	85	94	-	-
14/15 - 9	37,0	16,9	"	3,8	24,2	"	1,1	77	95	90	97
15/16 - 9	31,3	6,4	24	8,6	17,7	"	0,95	-	93	73	97
16/17 - 9	22,7	7,2	24	8,0	12,3	"	2,2	-	82	65	90
17/18 - 9	79,0	44,2	43,2	12,3	45,4	"	2,6	72	94	84	97
18/19 - 9	17,4	24,2	"	-	25,0	"	2,8	-	89	-	-
19/20 - 9	23,3	18,2	"	5,6	21,4	"	4,2	69	80	76	82
20/21 - 9	29,1	17,2	"	3,8	16,8	"	2,4	78	86	87	92
21/22 - 9	17,3	14,3	"	3,9	13,6	"	4,9	59	64	64	72
22/23 - 9	19,6	9,9	24	-	11,0	"	-	-	-	-	-
23/24 - 9	21,1	12,4	24	4,3	15,4	"	2,2	65	86	80	90
24/25 - 9	21,9	13,7	43,2	-	14,4	"	-	-	-	-	-
25/26 - 9	21,5	9,3	"	3,7	8,4	"	1,6	61	81	83	93
26/27 - 9	16,4	11,9	"	1,9	13,1	"	1,2	84	81	88	93
27/28 - 9	20,0	12,3	"	-	11,7	"	1,6	-	86	-	92

Jaar 1973	Influent na bez. + dec. mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	A.V.R.			FeCl <sub>3</sub> 41 gew.%			Reduktie t.o.v. afloop oxydatiebed		Reduktie t.o.v. influent	
		Afloop oxydatiebed na bez. + dec. mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	dosering kg/uur	Afloop nabesinktank mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	Afloop oxydatiebed na bez.+dec. mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	dosering l/uur	Afloop nabesinktank mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	A.V.R. %	FeCl <sub>3</sub> 41 gew.% %	A.V.R. %	FeCl <sub>3</sub> 41 gew.% %
28/29 - 9	21,0	13,2	43,2	-	14,4	30	1,6	-	89	-	92
29/30 - 9	15,3	12,8	24	-	12,3	"	2,7	-	78	-	82
30/9 - 1/10	19,5	17,7	24	5,2	12,1	"	1,2	57	90	73	94
1/2 - 10	60,0	27,5	46,2	5,4	28,2	"	2,8	80	90	91	95
2/3 - 10	23,6	15,2	"	8,2	21,8	"	3,2	46	85	65	86
3/4 - 10	27,8	10,6	"	4,7	13,6	"	2,1	56	85	83	92
4/5 - 10	45,0	20,5	"	3,2	17,1	"	1,6	84	91	93	96
5/6 - 10	19,8	22,2	"	4,5	20,7	"	2,0	80	90		
6/7 - 10	34,0	16,4	24	7,7	15,0	"	2,6	53	83	77	92
7/8 - 10	19,1	14,5	24	7,5	15,9	"	1,8	48	89	61	91
8/9 - 10	-	25,1	46,2	12,5	-	"	3,8	50	-	-	-
9/10 - 10	36,0	25,5	"	25,4	26,1	"	5,8		78	29	84
10/11 - 10	19,2	14,5	"	16,6	9,6	"	9,4		2		51
11/12 - 10	27,4	13,9	"	10,4	13,4	"	2,0	25	85	62	93
12/13 - 10	32,0	22,0	"	5,0	22,8	"	1,1	77	95	84	97
13/14 - 10	24,7	18,7	24	4,3	18,2	"	1,6	77	91	83	94
14/15 - 10	20,5	12,7	24	5,7	20,7	"	1,6	55		72	
15/16 - 10	52,0	33,0	46,2	10,1	29,9	"	2,5	69	92	81	95
16/17 - 10	27,5	23,1	"	8,9	25,8	"	-	61	-	68	
17/18 - 10	24,1	15,8	"	4,1	14,7	"	4,5	74	69	83	81
18/19 - 10	25,9	12,4	"	3,1	15,6	"	2,4	75	85	88	91
19/20 - 10	17,2	11,5	"	4,4	15,4	"	2,3	62	85	74	87
20/21 - 10	21,9	10,1	24	5,8	13,8	"	3,5	43	75	74	84
21/22 - 10	14,4	8,3	24	-	8,8	"	-	-	-	-	-
22/23 - 10	37,0	26,0	51	6,1	29,1	"	3,4	77	88	84	91
23/24 - 10	27,3	19,5	51	4,0	20,9	"	2,4	79	89	85	91
24/25 - 10	41,0	19,4	"	3,6	22,8	"	2,3	81	90	91	94
25/26 - 10	85,5	21,1	"	2,4	24,2	"	1,6	87	93	97	98
26/27 - 10	46,5	28,3	"	1,8	28,5	"	1,6	94	94	96	97
27/28 - 10	59,5	28,5	24	5,7	26,9	"	1,6	80	94	90	97
28/29 - 10	28,2	21,0	24	7,8	20,7	"	1,7	63	92	72	94
29/30 - 10	64,5	27,4	51	-	32,0	"	2,6	-	92	-	96
30/31 - 10	26,7	17,3	"	3,3	19,3	"	2,6	81	87	88	90
31/10 - 1/11	21,9	10,6	"	4,5	15,4	"	1,9	58	88	79	91
1/2 - 11	27,5	10,4	"	3,0	15,1	"	1,6	71	89	89	94
2/3 - 11	28,9	15,6	"	1,7	16,9	"	1,3	89	92	94	96
3/4 - 11	23,8	12,9	24	5,0	13,5	"	1,3	61	90	79	95
4/5 - 11	20,1	9,2	24	8,0	11,3	"	1,6	13	86	60	92

komt men eveneens met behulp van tabel 11 uit [3]. De kosten van het afvalbeits bedragen bij de aangegeven dosering 45 x 1,22 x 24 x 365  
 $\frac{1000}{ca. f 19.550,-}$  per jaar, inclusief transport

en 16 % BTW. Deze prijs is hoger dan destijds door de Hoogovens was opgegeven [3]. Rekening dient te worden gehouden met de temperatuur van het produkt bij aflevering. De vloeistof temperatuur was in het algemeen hoger dan 30 °C. Een hoge temperatuur beïnvloedt de veroudering van

een kunststof opslagtank in ongunstige zin. In Elburg, waar voor opslag van het precipitatiemiddel van de bestaande polyester chloorbleeklooftank gebruik werd gemaakt is veiligheidshalve — het betrof in dit geval een tank van het Zuiveringschap — de maximaal te aanvaarden

Jaar 1974	influent na bez. + dec. $PO_4^{3-}/l$ Bes.+dec.	Afwalbeits				$FeCl_3$ 41 gew.%				Reduktie t.o.v. afloop oxydatiebed		Reduktie t.o.v. influent	
		afloop oxydatie- bed na bez. <sup>3+</sup> Dec. mg $PO_4^{3-}/l$	dosering l/uur	afloop nabes- zinktank mg $PO_4^{3-}/l$		afloop oxydatie- bed na bez. <sup>3+</sup> dec. mg $PO_4^{3-}/l$	dosering l/uur	afloop nabes- zinktank mg $PO_4^{3-}/l$		afwalbeits %	$FeCl_3$ 41 gew.% %	Afwalbeits %	$FeCl_3$ 41 gew.% %
				als sed.	na filtr.			als sed.	na filtr.				
29/30-1	41	24	45	7,9	3,8	20	30	6,6	4,1	67	77	81	84
31/1-1/2	29	26	"	3,8	2,6	23	"	2,8	1,8	85	88	87	90
2/3-2	30	23	"	5,4	2,7	20	"	3,8	2,8	77	81	82	87
4/5-2	50	29	"	5,0	2,8	32	"	1,9	1,0	83	94	90	96
6/7-2	-	39	"	4,8	2,1	30	"	3,8	1,7	88	87	-	-
8/9-2	51	23	"	4,8	3,5	21	"	15	7,2	79	29	91	71
10/11-2	19	12	"	2,8	0,80	7,2	"	1,7	0,65	77	76	85	91
12/13-2	30	22	"	5,4	2,7	22	"	2,9	1,9	75	87	82	90
14/15-2	44	28	"	4,2	3,0	25	"	2,2	1,4	85	91	90	95
16/17-2	29	19	"	11	7,6	22	"	5,4	2,3	42	75	62	81
18/19-2	54	38	"	19	6,0	33	"	3,1	2,4	50	91	65	94
20/21-2	-	29	"	24	9,2	28	"	4,2	1,9	17	85	-	-
6/7-3	34	21	25	9,8	8,3	24	"	4,0	2,5	53	83	71	88
8/9-3	46	34	"	4,9	4,3	28	"	4,9	4,0	86	82	89	89
10/11-3	30	25	35	5,8	4,6	17	"	3,4	3,1	77	80	81	89
12/13-3	40	-	"	8,9	8,3	28	"	8,6	8,3	-	69	78	78
14/15-3	46	28	45	-	-	26	"	5,2	2,5	-	80	-	89
16/17-3	26	25	"	5,5	4,0	20	"	8,6	6,7	78	57	79	67
18/19-3	25	22	"	9,2	5,5	21	"	7,4	4,3	58	65	63	70
20/21-3	31	28	"	7,4	5,5	25	"	6,7	4,9	74	73	76	78
22/23-3	55	40	"	4,9	-	34	"	4,6	2,6	88	86	91	92
24/25-3	26	18	"	4,0	1,6	21	"	3,1	1,3	78	85	85	88
26/27-3	52	40	"	10,4	9,2	40	"	10,4	8,9	74	74	80	80
28/29-3	49	34	"	11,6	9,5	31	"	5,5	2,5	66	82	76	89
30/31-3	27	20	"	4,6	2,6	17	"	3,7	2,3	77	78	83	86
1/2-4	55	34	"	9,5	4,0	31	"	7,4	4,3	72	76	83	87
3/4-4	34	24	"	4,6	2,5	26	"	4,6	3,7	81	82	86	86
5/6-4	40	32	"	6,4	4,6	28	"	7,4	5,8	80	74	84	81
7/8-4	24	18	"	2,6	1,3	16	"	2,3	1,2	86	86	89	90
9/10-4	35	24	"	6,1	3,4	23	"	6,4	5,2	75	72	83	82
11/12-4	40	25	"	3,4	2,5	30	"	6,1	5,2	86	80	91	85
13/14-4	37	25	"	3,7	2,5	24	"	5,2	5,7	85	78	90	86
15-16-4	23	17	"	4,3	1,4	15	"	2,3	1,2	75	85	81	90
17/18-4	45	40	"	7,0	5,5	29	"	7,4	6,1	82	74	84	84
19/20-4	58	52	"	8,6	6,1	34	"	11,3	7,3	83	67	85	81

TABEL V.

temperatuur op 35 °C gesteld. Dit betekende dat het beitszuur voor de aflevering met koud water verdund moest worden, waardoor de doseerpomp moest worden bijgesteld en hetgeen in verband met een vergroot aantal transporten kostenverhogend werkte.

De resultaten met betrekking tot de fosfaat-reductie staan vermeld in tabel V.

Op 21 februari werd de dosering van het beitszuur tijdelijk onderbroken. Op de

bodem van de desbetreffende aeratieruimte had zich een meterdikke laag donker gekleurde slib afgezet. De reden van dit fenomeen is moeilijk te achterhalen. Vermoedelijk kon als gevolg van een te laag zuurstofniveau in het begin van de tank een te onvolledige omzetting van  $Fe^{2+}$  in  $Fe^{3+}$  plaats vinden. Op grond daarvan werd besloten het afwalbeits pas toe te voegen nadat het actief slib enige tijd belucht was. Het doseerpunt werd naar

halverwege de tank verplaatst. De proefneming werd op 6 maart weer gestart met een dosis van 25 liter per uur. Tevoren was de sliblaag uit de tank verwijderd. Binnen korte tijd werd de toevoer tot het oude peil van 45 l/uur opgevoerd. Het probleem van de afzetting van slib op de bodem van de tank werd sedert dien niet meer geconstateerd.

De gegevens uit tabel V spreken voor zichzelf. Gesteld kan worden dat de resul-

TABEL VI.

Jaar 1974	Influent na bez. + dec.										FeCl <sub>3</sub> 41 gew. %																
											Afloop oxydatiebed na bez. + dec					Dosering l/uur	Aeratietaank				Afloop nabezinktank						
	N Kjeld.	BOD <sub>5</sub> mg/l	COD mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PH	N Kjeld.	BOD <sub>5</sub> mg/l	COD mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PH	zw.stof mg/l	gl.rest %	bez. ml/l	index ml/g	N Kjeld.		nitraat als N gefiltr.	BOD <sub>5</sub> mg/l	COD mg/l	Fe. mg/l als mod.	Fe. mg/l als Fe-filtr.	Cl <sup>-</sup> mg/l	PH	troebheid	zw.stof mg/l	gl.rest %	
31/1 - 1/2	30	480	215	123	7,0	22	45	190	110	7,6	30	3275	41	390	119	23	afw.	5,7	60	1,9	0,25	115	7,7	18	10	44	
8 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	..	2465	42	375	152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20/21 - 2	-	-	-	-	-	33	25	115	138	7,7	..	2060	56	295	143	32	afw.	1,9	6,6	55	1,4	0,35	125	7,6	18	8	-
6/7 - 3	54	135	300	260	7,1	33	40	140	44	7,6	..	4580	41	450	402	23	afw.	8,7	65	1,1	0,40	140	7,7	28	2	83	
14/15 - 3	48	250	455	96	7,1	39	-	-	90	7,1	..	2890	48	350	121	36	afw.	0,5	6,9	60	0,80	0,20	134	8,0	21	5	-
20/21 - 3	22	170	375	69	6,8	14	50	300	90	7,3	..	2525	44	280	111	24	afw.	6,3	40	2,2	1,60	145	7,4	22	4	-	
28/29 - 3	38	100	245	102	7,4	23	25	95	95	7,6	..	2260	49	300	130	26	afw.	4,8	45	1,6	0,80	145	7,8	24	5	-	
3/4 - 4	27	185	335	100	6,9	16	25	100	86	7,6	..	2380	51	295	124	22	afw.	1,3	-	65	0,5	0,10	127	7,9	19	7	-
11/12 - 4	41	260	495	116	7,0	30	40	175	108	7,8	..	2378	42	340	143	23	afw.	9,0	60	0,8	0,60	134	7,8	19	-	-	
17/18 - 4	44	170	370	126	7,3	30	21	155	120	8,1	..	1836	-	290	158	33	afw.	1,9	11,6	85	0,9	0,20	150	8,4	18	-	-

Jaar 1974	Influent na bez.+dec.										Afwalbeits																
											Afloop oxydatiebed na bez.+dec					Dosering l/uur	Aeratietaank				Afloop nabezinktank						
	N Kjeld.	BOD <sub>5</sub> mg/l	COD mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PH	N Kjeld.	BOD <sub>5</sub> mg/l	COD mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PH	zw.stof mg/l	gl.rest %	bez. ml/l	index ml/g	N Kjeld.		nitraat als N gefiltr.	BOD <sub>5</sub> mg/l	COD mg/l	Fe. mg/l als mod.	Fe. mg/l als Fe-filtr.	Cl <sup>-</sup> mg/l	PH	troebheid	zw.stof mg/l	gl.rest %	
31/1 - 1/2	30	480	215	123	7,0	25	30	160	115	7,6	45	5125	43	190	37	25	afw.	9,2	90	2,8	0,15	135	7,9	-	15	46	
8 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	..	3765	47	145	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/21 - 2	-	-	-	-	-	42	25	135	117	7,6	..	3400	47	140	41	34	afw.	6,0	65	2,1	0,40	139	7,6	22	4	-	
6/7 - 3	54	135	300	260	7,1	35	55	170	100	7,6	25	3300	32	210	64	27	afw.	12,0	60	0,5	0,45	130	7,7	18	6	24	
14/15 - 3	48	250	455	96	7,1	32	35	140	91	7,6	45	3195	47	130	41	38	afw.	0,6	6,9	50	0,5	0,30	130	8,0	24	7	-
20/21 - 3	22	170	375	69	6,8	16	35	115	104	7,3	..	4695	44	220	47	25	afw.	7,8	50	0,6	0,30	126	7,4	23	8	-	
28/29 - 3	38	100	245	102	7,4	29	14	85	102	7,7	..	3830	47	170	45	29	afw.	11,8	60	2,3	0,45	120	7,9	43	22	33	
3/4 - 4	27	185	335	100	6,9	20	30	100	98	7,6	..	3314	52	100	30	24	afw.	1,3	12,0	25	0,6	0,40	117	7,9	19	15	17
11/12 - 4	41	260	495	116	7,0	21	30	165	112	7,8	..	4020	50	140	35	23	afw.	15,0	70	3,1	2,6	139	7,7	55	-	-	
17/18 - 4	44	170	370	126	7,3	35	24	165	126	7,9	..	2802	52	100	36	41	afw.	2,8	15,0	65	2,3	0,20	137	8,2	25	-	-

taten van beide produkten elkaar niet veel ontlopen.

De overige parameters, van wekelijkse etmaalbemonstering afkomstig, zijn opgenomen in tabel VI. De kolommen onder het hoofd 'Afloop nabezinktank' laten nagenoeg gelijkwaardige resultaten zien. De omstandigheden in de aeratietaanks zijn duidelijk verschillend. Het actieve — afvalbeits — slib heeft een hoger zwevende stof gehalte en een aanzienlijk lagere slibindex.

Aan de hand van bovenstaande beschouwing mag geconcludeerd worden dat afvalbeits van de Hoogovens voor de fosfaatverwijdering te Elburg een belangrijk goedkoper precipitatiemiddel is dan de eveneens onderzochte produkten FeCl<sub>3</sub> 41 gew. % en AVR. De vraag, of afvalbeitszuur in het algemeen acceptabel is voor praktische

toepassing hangt vanzelfsprekend in de eerste plaats af van het gehalte en het type aan overige metalen en componenten en voorts van de mate waarin de metalen aan het slib van de actiefslibinstallatie worden gebonden, een en ander uit een oogpunt van belasting van het oppervlaktewater.

Literatuur

1. Dirkwager, ir. A. H. en Karper, ir. R. Fosfaatverwijdering uit afvalwater. H<sub>2</sub>O (4) 1971, nr. 4.
2. Karper, ir. R. en Dirkwager, ir. A. H. Onderzoek inzake fosfaatverwijdering uit afvalwater te Elburg en Harderwijk. Rapporten van het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater. Rapport no. 1, H<sub>2</sub>O (6) 1973, nr. 5; Rapport nr. 2, H<sub>2</sub>O (6) 1973, nr. 9; Rapport nr. 3, H<sub>2</sub>O (6) 1973, nr. 24.
3. Karper, ir. R. Fosfaatverwijdering uit afvalwater. H<sub>2</sub>O (7) 1974, nr. 12.