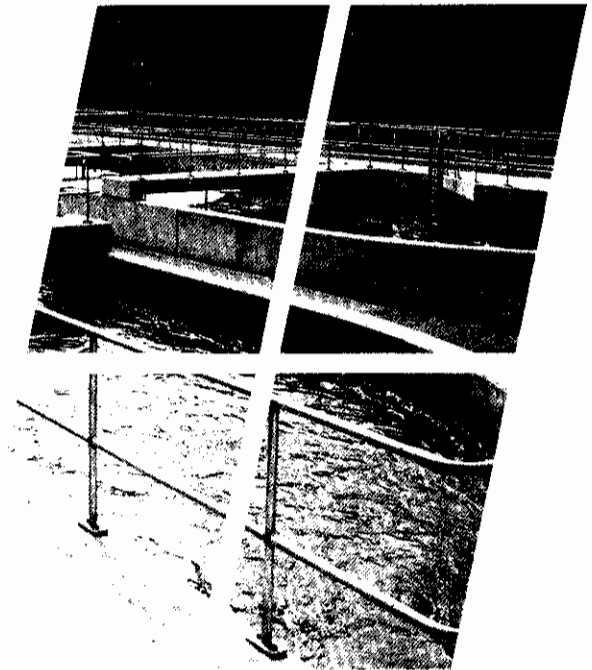
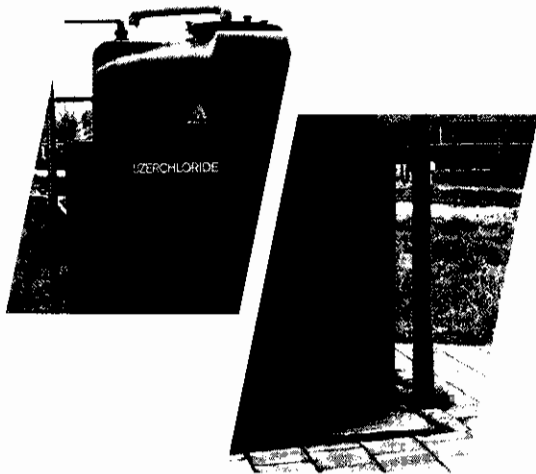


NN31050.92-12

1992-12

## Simultane defosfatering met hoge Me/P-verhoudingen



Programma PN-1992

**stowa**

KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN  
BIBLIOTHEEK TCIT  
DEPARTEMENT  
CHEMISCHE INGENIEURSTECHNIEKEN

de Croylaan 46  
B-3001 HEVERLEE (Leuven)  
Belgium

*Mit Dank!*



20105197 12)

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

Simultane defosfatering met  
hoge Me/P-verhoudingen



1 M 49 1261

Programma PN-1992

28 APR. 1993

**stowa**

<u>Inhoud</u>	<u>blz.</u>
Inhoud	i
Ten Geleide	iii
1 SAMENVATTING	1
2 INLEIDING	2
3 WERKWIJZE	3
3.1 Algemene aanpak	3
3.2 Metingen en analyses	3
3.3 Resultaten	3
3.4. Overige parameters	4
4 SLOCHTEREN	5
4.1 Beschrijving van de zuiveringsinrichting	5
4.2 Resultaten	5
4.2.1 algemeen	5
4.2.2 invloed van de Me/P-verhouding op het effluent-P-gehalte	7
4.2.3 relatie tussen droge-stofgehalte en effluent-P-gehalte	8
5 JOURE	9
5.1 Beschrijving van de zuiveringsinrichting	9
5.2 Resultaten	9
5.2.1 algemeen	9
5.2.2 invloed van de Me/P-verhouding op het effluent-P-gehalte	11
5.2.3 relatie tussen droge-stofgehalte en effluent-P-gehalte	12
6 SNEEK	13
6.1 Beschrijving van de zuiveringsinrichting	13
6.2 Resultaten	13
6.2.1 algemeen	13
6.2.2 invloed van de Me/P-verhouding op het effluent-P-gehalte	15
6.2.3 relatie tussen droge-stofgehalte en effluent-P-gehalte	16
7 WOLVEGA	17
7.1 Beschrijving van de zuiveringsinrichting	17
7.2 Resultaten	17
7.2.1 algemeen	17
7.2.2 invloed van de Me/P-verhouding op het effluent-P-gehalte	19
7.2.3 relatie tussen droge-stofgehalte en effluent-P-gehalte	20

8	GIETEN	21
8.1	Beschrijving van de zuiveringsinrichting	21
8.2	Resultaten	21
8.2.1	algemeen	21
8.2.2	invloed van de Me/P-verhouding op het effluent-P-gehalte	23
8.2.3	relatie tussen droge-stofgehalte en effluent-P-gehalte	24
9	EVALUATIE VAN DE EXPERIMENTEN	25
9.1	P-verwijdering	25
9.2	Droge-stofverwijdering	27
9.3	Slibvolume-index	28
9.4	Variatie in de Me/P-verhouding	28
9.5	N-verwijdering	28
10	CONCLUSIES	29
11	LITERATUUR	30
	BIJLAGEN	31
	Bijlage 1: Processchema van de rwzi Slochteren	32
	Bijlage 2: Processchema van de rwzi Joure	33
	Bijlage 3: Processchema van de rwzi Sneek	34
	Bijlage 4: Processchema van de rwzi Wolvega	35
	Bijlage 5: Processchema van de rwzi Gieten	36
	Bijlage 6: Overzicht van de meetgegevens	37
	Bijlage 7: Verantwoording van de metingen	38
	Bijlage 8: SVI van rwzi Slochteren als functie van de tijd	39

## Ten geleide

In 1990 werd het STORA-onderzoek naar de verwijdering van fosfaat en stikstof op rioolwaterzuiveringsinrichtingen geïntensiveerd en versneld. Doel van het speciaal hierop gerichte spoedprogramma "PN 1992" - dat van de zuiverende waterkwaliteitsbeheerders een extra onderzoeksinspanning van zeven miljoen gulden in drie jaar vraagt - is het elimineren van onzekerheden en knelpunten in de thans operationele methoden en technieken. Dit om de zuiverende deelnemers in de STOWA tijdig een voldoende beproefd instrumentarium te bieden om te kunnen voldoen aan de effluenteisen voor die stoffen in 1995 en later.

Onderdeel van het PN 1992-programma is het bepalen van de werking van eigenschappen en neveneffecten van simultane defosfatering in actief-slibsystemen. Het voorliggende rapport beschrijft onderzoek in de praktijk met verhoogde Me/P-verhoudingen van circa 3, en toont voor de proefperioden aan dat daarmee de effluenteis van  $\leq 1,0$  mg P<sub>tot</sub> per liter kan worden gehaald.

Het onderzoek werd door het algemeen bestuur van de STORA - op voorstel van de Stuurgroep PNs 1992\* - opgedragen aan Witteveen + Bos Raadgevende Ingenieurs (projectteam bestaande uit ir. P. de Jong, ir. J. Slange en ir. E. Voors) en namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit ir. J. Boschloo (voorzitter), ing. R. van Dalen, ir. R.E.M. van Oers, ing. J.R. Starke en ing. P.P. Weesendorp.

Den Haag, november 1992

De directeur van de STOWA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

- De Stuurgroep PNs 1992 die tot dit project adviseerde, bestond uit:  
ir. R. den Engelse (voorzitter), ir. J. Boschloo, ir. A.E. van Giffen, ir. C. Kerstens, ir. K.F. de Korte, ir. T. Meijer, ir. P.C. Stamperius, alsmede ir. A.H. Dirkzwager voor de coördinatie met het programma RWZI - 2000. Als technisch secretaris treedt op ir. P. de Jong van Witteveen + Bos Raadgevende Ingenieurs

## SAMENVATTING

In verband met de fosfaat-AMvB moeten de meeste zuiveringen van meer dan 100.000 i.e. aan een effluent-concentratie van minder dan 1 mg P-totaal/l voldoen. Tot nu toe was niet bekend of deze effluent-eis met simultane defosfatering met zekerheid kon worden bereikt.

In het onderhavige onderzoek zijn gedurende circa drie maanden vijf simultaan defosfaterende zuiveringsinrichtingen bedreven met een verhoogde Me/P-verhouding van gemiddeld 3 mol/mol. Gedurende deze periode werden influent en effluent van de rwzi's intensief bemonsterd op P en droge-stofgehalte.

In het onderzoek kon bij simultane defosfatering met een verhoogde Me/P-verhouding in alle gevallen de effluenteis van 1,0 mg P-totaal/l gehaald worden, als gemiddelde over de proefperiode en als maximum van het voortschrijdend gemiddelde over tien opeenvolgende waarnemingen. De exacte Me/P-verhouding die hiervoor nodig is verschilt per rwzi. In ieder geval kan de effluenteis bij een Me/P-verhouding van meer dan 3,0 mol/mol worden gehaald.

Sturing van de chemicaliëndosering, bijvoorbeeld op het influentdebiet, bevordert de stabiliteit in het P-verwijderingsproces.

De hogere Me/P-verhouding verbetert de SVI; invloed op de N-verwijdering en het droge-stofgehalte in het effluent is niet gebleken.

Bij simultane defosfatering kan volgens de huidige ervaringen met een Me/P-verhouding van 1,5 à 2 mol/mol een effluentconcentratie van 1 à 2 mg P-totaal/l worden bereikt. In verband met de fosfaat-AMvB moeten de meeste zuiveringen van meer dan 100.000 i.e. voldoen aan een effluent-concentratie van minder dan 1 mg P-totaal/l als maximum van het voortschrijdend gemiddeld over tien opeenvolgende waarnemingen.

Bij vergaande P-verwijdering wordt het aandeel gebonden P in het effluent steeds belangrijker. Bij chemische defosfatering wordt voornamelijk de opgeloste P verwijderd. De vraag doet zich daarom voor of een verdere verlaging van het totaal-P-effluentgehalte kan worden gerealiseerd door het verhogen van de Me/P-verhouding.

In het onderhavige onderzoek is bij vijf simultaan defosfaterende zuiveringsinrichtingen op praktijkschaal het effect onderzocht van het verhogen van de Me/P-verhouding naar 3 mol/mol.

Door het afgenomen P-gehalte van het afvalwater komt deze dosering in absolute zin ongeveer overeen met een Me/P-verhouding van 1,5 à 2,0 in de oude situatie.

In hoofdstuk 3 worden de opzet en uitvoering van het onderzoek beschreven. In de hoofdstukken 4 tot en met 8 worden de resultaten per onderzochte rwzi besproken. In hoofdstuk 9 vindt een evaluatie van alle meetresultaten tezamen plaats. De conclusies zijn in hoofdstuk 10 verwoord.



### 3 WERKWIJZE

#### 3.1 Algemene aanpak

Het onderzoek vond plaats van april tot en met september 1991 en is uitgevoerd op de volgende vijf zuiveringsinrichtingen: Slochteren (Provincie Groningen), Joure, Sneek en Wolvega (Provincie Friesland) en Gieten (Zuiveringsschap Drenthe). Op deze zuiveringen wordt al jarenlang simultaan gedefosfateerd.

In de respectievelijke referentieperiodes werden Me/P-verhoudingen van 0,9 à 2,0 gehanteerd. Voor rwzi Slochteren en rwzi Gieten is 1990 als referentieperiode gebruikt. Omdat voor de zuiveringsinrichtingen in Friesland de effluentconcentraties ortho-P in 1990 niet zijn gemeten, zijn deze rwzi's gedurende circa een maand, voorafgaande aan het onderzoek, intensief bemonsterd. Deze periode is voor de rwzi's in Friesland als referentieperiode aangehouden.

Aan het begin van de onderzoeksperiodes is op alle vijf rwzi's de Me/P-verhouding verhoogd tot circa 3. Vervolgens vonden de experimenten plaats, welke per zuivering twee à drie maanden duurden. Gedurende deze periode zijn de zuiveringen intensief bemonsterd.

#### 3.2 Metingen en analyses

Gedurende de experimenten zijn twee- tot viermaal per week monsters genomen van verschillende processtromen; met name werden bepaald:

- influentdebiet;
- concentratie totaalfosfaat in influent;
- concentratie totaalfosfaat in effluent;
- concentratie orthofosfaat in effluent;
- concentratie droge-stof in effluent;
- vracht defosfateringschemicaliën.

Alle monsters betreffen 24-uursmonsters. In bijlage 7 is per waterkwaliteitsbeheerder aangegeven op welke wijze de bemonsteringen en analyses zijn uitgevoerd.

Tevens werden gegevens verzameld, die nodig zijn voor het opstellen van een drogestof- en fosfaatbalans over de zuivering. Als referentiesituatie werden de gegevens uit de voorgaande periode gebruikt. Alle monsternames en analyses zijn uitgevoerd door de waterkwaliteitsbeheerders.

#### 3.3 Interpretatie van de resultaten

In de hoofdstukken 4 tot en met 8 worden de zuiveringsinrichtingen globaal beschreven en worden de resultaten per rwzi besproken. In bijlage 6 zijn uitgebreide gegevens opgenomen van de onderzoeksperiode.

De invloed van de Me/P-verhouding op de drogestof- en P-effluentgehalten wordt behandeld. Bij de interpretatie van de desbetreffende figuren mogen geen conclusies worden getrokken uit de waarden van individuele punten in de figuren. Eén punt vertegenwoordigt namelijk twee metingen op dezelfde dag (één van de Me/P-verhouding van die

dag, en één van het P- of droge-stofgehalte in het effluent van die dag), terwijl de effecten van een verandering van de Me/P-verhouding zich over meer dagen uitstrekken. Daarom kan geen direct verband worden gelegd tussen een Me/P-verhouding van één dag en een effluent-concentratie van diezelfde dag.

Het drogestof- en P-gehalte in het effluent worden tenslotte vergeleken met de gemeten gewichtsfractie P in het actief slib. Ter globale controle is deze gewichtsfractie ook berekend als de verwijderde P-vracht gedeeld door de slibproductie. De verwijderde vrachten zijn berekend uit balansen over de rwzi's.

### 3.4 Overige parameters

Naast de drogestof- en P-gehalten in het effluent is de invloed van de verhoogde Me/P-verhouding op het zuiveringsproces beschouwd aan de hand van de volgende parameters:

- SVI;
- N-verwijdering.

De SVI is volledig meegenomen in de evaluatie van de resultaten. De N-verwijdering wordt alleen beschouwd op basis van de beschikbare globale gegevens.

Er waren onvoldoende betrouwbare gegevens beschikbaar over de slibproductie, zodat deze parameter verder buiten beschouwing is gelaten.

#### 4 SLOCHTEREN

##### 4.1 Beschrijving van de zuiveringsinrichting

Onderstaand zijn de belangrijkste ontwerpparameters weergegeven. In bijlage 1 is een lay-outtekening van de rwzi opgenomen.

Biologische capaciteit : 5.000 i.e. à 54 g BZV/d  
 Hydraulische capaciteit : 240 m<sup>3</sup>/h  
 Slibbelasting : 0,05 kg BZV/kg d.s.d  
 Proceseenheden : oxydatiesloot, nabezinktank, indikker

Het afvalwater is uitsluitend van huishoudelijke aard. Het ijzerchloride wordt rechtstreeks in de oxydatiesloot gedoseerd. De dosering van ijzerchloride vindt plaats met een vast ingesteld debiet, gebaseerd op de gemiddelde fosfaataanvoer in het influent van het voorgaande jaar.

De experimenten vonden plaats van 8 april tot en met 29 juli 1991. De referentieperiode was 1990. Er is van dag 39 tot en met dag 110 met verhoogde Me/P-verhouding gewerkt; dit was de onderzoeksperiode. Door omstandigheden is van dag 1 tot en met dag 38 met een lage verhouding gedoseerd. Er is driemaal per week bemonsterd.

##### 4.2 Resultaten

###### 4.2.1 algemeen

In tabel 1 is een aantal gemiddelde gegevens opgenomen van het influent, het effluent en een aantal overige parameters. De volledige resultaten zijn in bijlage 6 weergegeven.

PERIODE	Me/P mol/mol	totaal-P mgP/l	ortho-P mgP/l <sup>a</sup>	Kj-N mgN/l	NO <sub>3</sub> -N mgN/l	C <sub>2</sub> V mg/l	BZV mg/l	P/C <sub>2</sub> V %	zw.stof mg zS/l	SVI ml/g	P/d.s. gew.%P
REFERENTIE	0.9										
actief slib										150	2.8
influent		7.0	3.8	51		353	132	2.0			
effluent		1.4	2.1	1.0	5.6	6.3	50	5			
ONDERZOEK <sup>b</sup>	3.0										
actief slib										201	2.8
influent		7.4	2.9	54		448	159	1.7	168		
effluent		0.7	1.0	0.1	4.7	11	59	7	22		

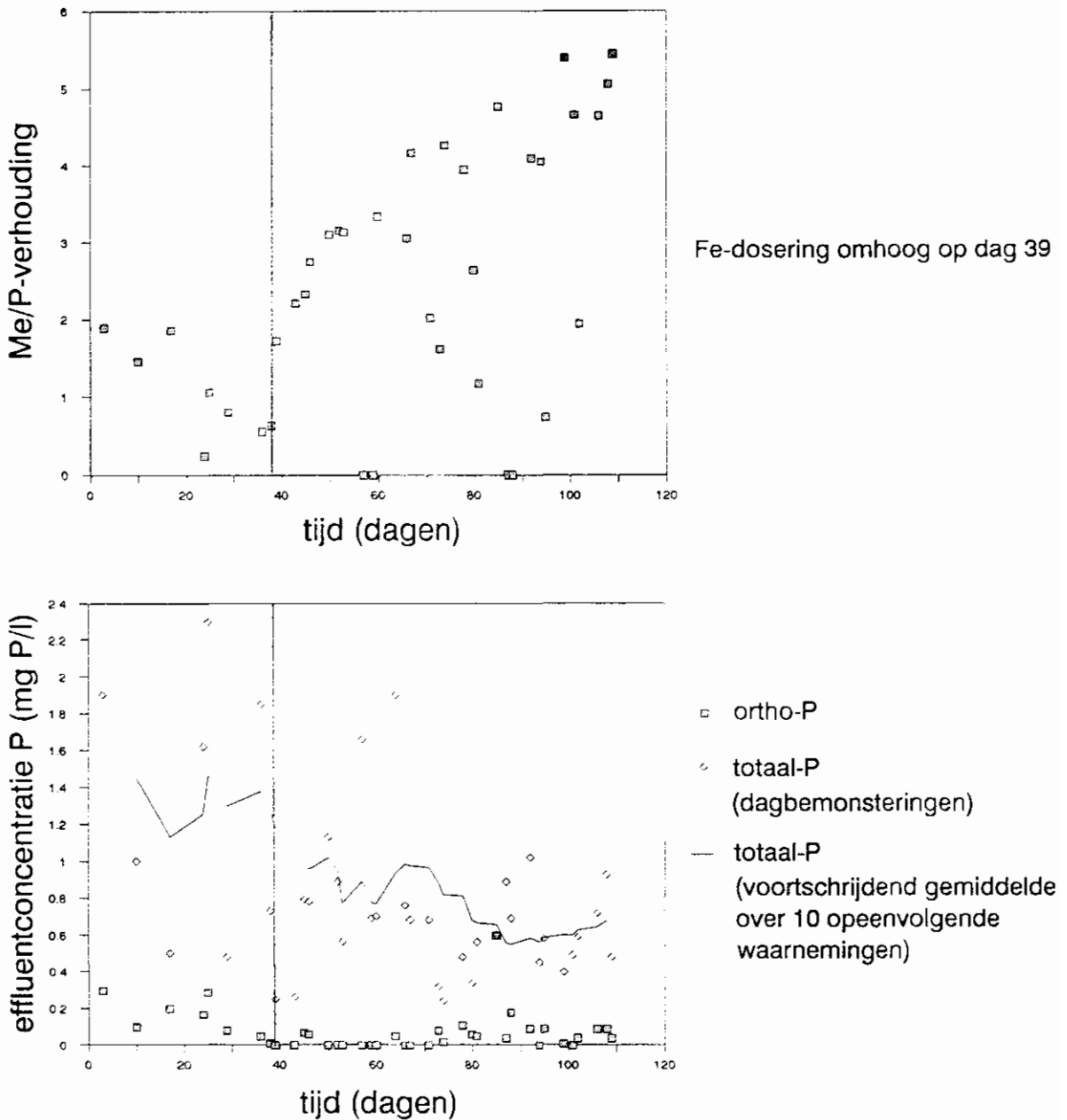
<sup>a</sup> maximum van voortschrijdend gemiddelde over 10 opeenvolgende waarnemingen

<sup>b</sup> betrokken op de periode van dag 39-110 bij verhoogde Me/P-verhouding

tabel 1: Gemiddelde waarden van de influent- en effluentgehalten en het actief slib op rwzi Slochteren

Uit tabel 1 komt naar voren, dat de verhoging van de Me/P-verhouding samenging met een verlaging van de effluent-P-concentratie, bij ongeveer gelijkblijvende influentkarakteristieken. De verlaging betreft vrijwel alleen de ortho-P-concentratie. Er kan geen verandering in de N-verwijdering ten opzichte van de referentieperiode worden geconstateerd.

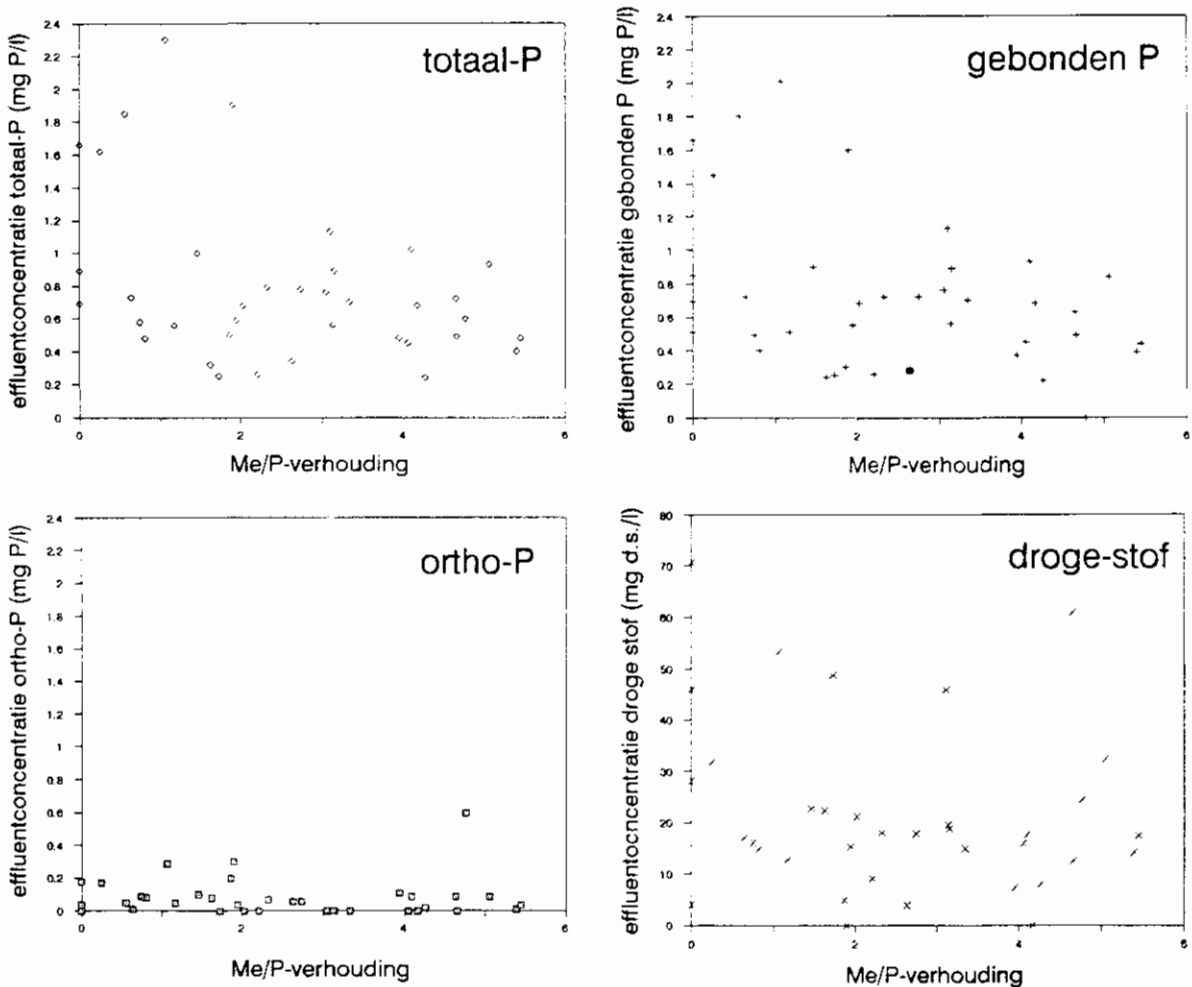
In figuur 1 zijn de Me/P-verhouding en de concentraties totaal-P en ortho-P in het effluent uitgezet tegen de tijd.



figuur 1: Me/P-verhouding, totaal-P en ortho-P als functie van de tijd op rwzi Slochteren

Er blijkt een aanzienlijke spreiding in de gegevens op te treden. De fluctuaties in het debiet en de P-concentratie van het influent resulteren in een sterk variërende influent-P-vracht. Omdat ijzerchloride met een vast ingesteld debiet is gedoseerd, leidde dit tot een aanzienlijke spreiding in de gerealiseerde Me/P-verhoudingen. Na het verhogen van de ijzerchloride-dosering blijkt dat de concentratie totaal-P als voortschrijdend gemiddelde altijd beneden 1,0 mg P/l blijft. Ook in de dagbemonsteringen is er een duidelijke trend waarneembaar naar waarden beneden 1,0 mg P/l. Op twee waarnemingen na blijft de concentratie ortho-P altijd beneden 0,1 mg P/l.

#### 4.2.2 invloed van de Me/P-verhouding op het effluent-P-gehalte



figuur 2: P-concentratie en droge-stofgehalte in het effluent van rwzi Slochteren als functie van de Me/P-verhouding op de individuele meetdagen

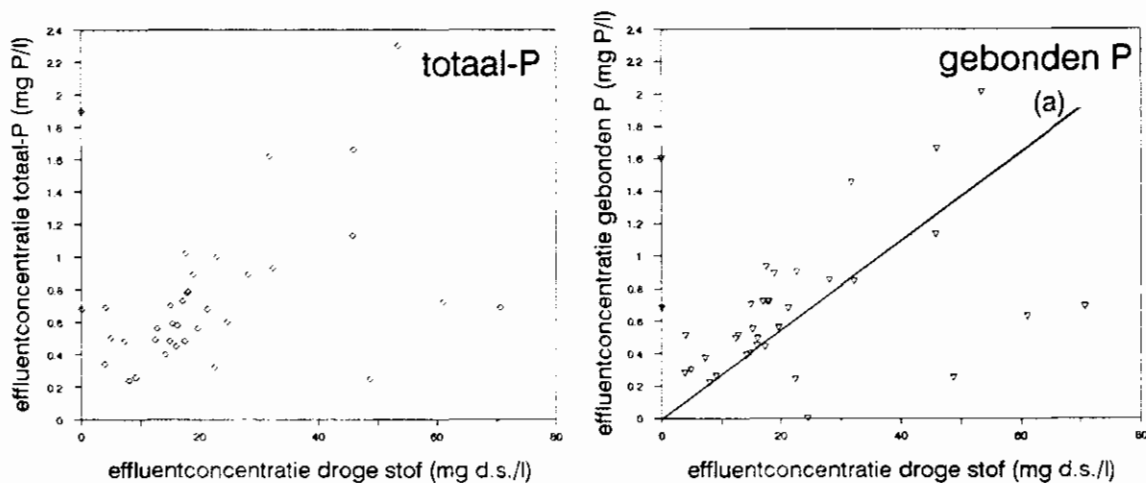
In figuur 2 is de concentratie P in het effluent uitgezet tegen de Me/P-verhouding op de desbetreffende dag. Benadrukt wordt nogmaals dat de interpretatie van de individuele meetpunten met de nodige

terughoudendheid dient te geschieden (zie § 3.3). Uit figuur 2 blijkt een grote variatie in de meetwaarden. De effluentconcentratie totaal-P vertoont een dalende trend bij hogere Me/P-verhoudingen. Bij  $Me/P > 2,0$  wordt de grens van 1,0 mg P-totaal/l nauwelijks meer overschreden. Dit hangt vooral samen met de lage effluentconcentratie van gebonden P.

Er kan uit figuur 2 geen verband tussen de Me/P-verhouding en het droge-stofgehalte in het effluent worden afgeleid. Uit bestudering van het beschikbare cijfermateriaal (hier niet gepresenteerd) komt evenmin een verband naar voren tussen de hydraulische belasting van de rwzi en het droge-stofgehalte in het effluent.

#### 4.2.3 relatie tussen het droge-stofgehalte en het effluent-P-gehalte

In figuur 3 is de concentratie P in het effluent uitgezet tegen de concentratie droge-stof in het effluent.



(a) gemeten gewichtspercentage P in droge stof = 2,8%

figuur 3: P-concentratie in het effluent als functie van de concentratie droge-stof in het effluent van rwzi Slochteren

In figuur 3 valt op dat bij concentraties droge-stof  $< 20$  mg d.s./l de concentraties P-totaal altijd kleiner zijn dan 1,0 mg P/l, en dat bij hogere droge-stofconcentraties tevens hogere P-concentraties in het effluent optreden. Dit effect kan worden toegeschreven aan het voorkomen van aan de droge-stof gebonden P in het effluent.

Het gemeten gewichtspercentage P in de droge stof van 2,8% is in figuur 3 als lijn (a) weergegeven. De lijn stemt redelijk overeen met de relatie tussen drogestof- en gebonden-P-gehalte in het effluent.

5 JOURE

5.1 Beschrijving van de zuiveringsinrichting

Onderstaand zijn de belangrijkste ontwerpparameters weergegeven. In bijlage 2 is een lay-outtekening van de rwzi opgenomen.

Biologische capaciteit : 47.000 i.e. à 54 g BZV/d  
 Hydraulische capaciteit : 1.080 m<sup>3</sup>/h  
 Slibbelasting : 0,05 kg BZV/kg d.s.d  
 Proceseenheden : carrousel, nabezinktank, indikker, slibbuffer

Er wordt continu ijzersulfaat gedoseerd met een vaste vracht. In de carrousel wordt een ijzersulfaatoplossing gedoseerd die ter plaatse wordt aangemaakt. Het debiet wordt aangepast aan de concentratie van de verzadigde oplossing, die door een dichtheidsmeting wordt bepaald. De experimenten vonden plaats van 23 april tot en met 16 augustus 1991. Omdat de ortho-P-concentratie in het effluent in 1990 niet is gemeten, is van dag 1-25 bemonsterd bij onveranderde Me/P-verhouding; dit is de referentieperiode. De onderzoeksperiode betrof dag 26-112, waarbij met een verhoogde Me/P-verhouding gedoseerd. Tijdens de experimenten is doorgaans viermaal per week bemonsterd.

5.2 Resultaten

5.2.1 *algemeen*

In tabel 2 is een aantal gemiddelde gegevens opgenomen van het influent, het effluent en een aantal overige parameters. In bijlage 6 wordt een uitgebreid overzicht van de resultaten aangetroffen.

PERIODE	Me/P mol/mol	totaal-P mgP/l	ortho-P mgP/l <sup>a</sup>	Kj-N mgN/l	NO3-N mgN/l	C2V mg/l	B2V mg/l	P/C2V %	zw.stof mg zs/l	SVI ml/g	P/d.s. gew.%P
REFERENTIE	1.6										
actief slib								0,9		145	2,5
influent		12		70		1.330	518				
effluent		0,8	1,0	0,6	5,8	0,3	116	4	3,3		
ONDERZOEK <sup>b</sup>	3,5										
actief slib								1,1		122	2,0
influent		10		63		909	279				
effluent		0,6	0,6	0,4	5,6	0,1	89	4	4,9		

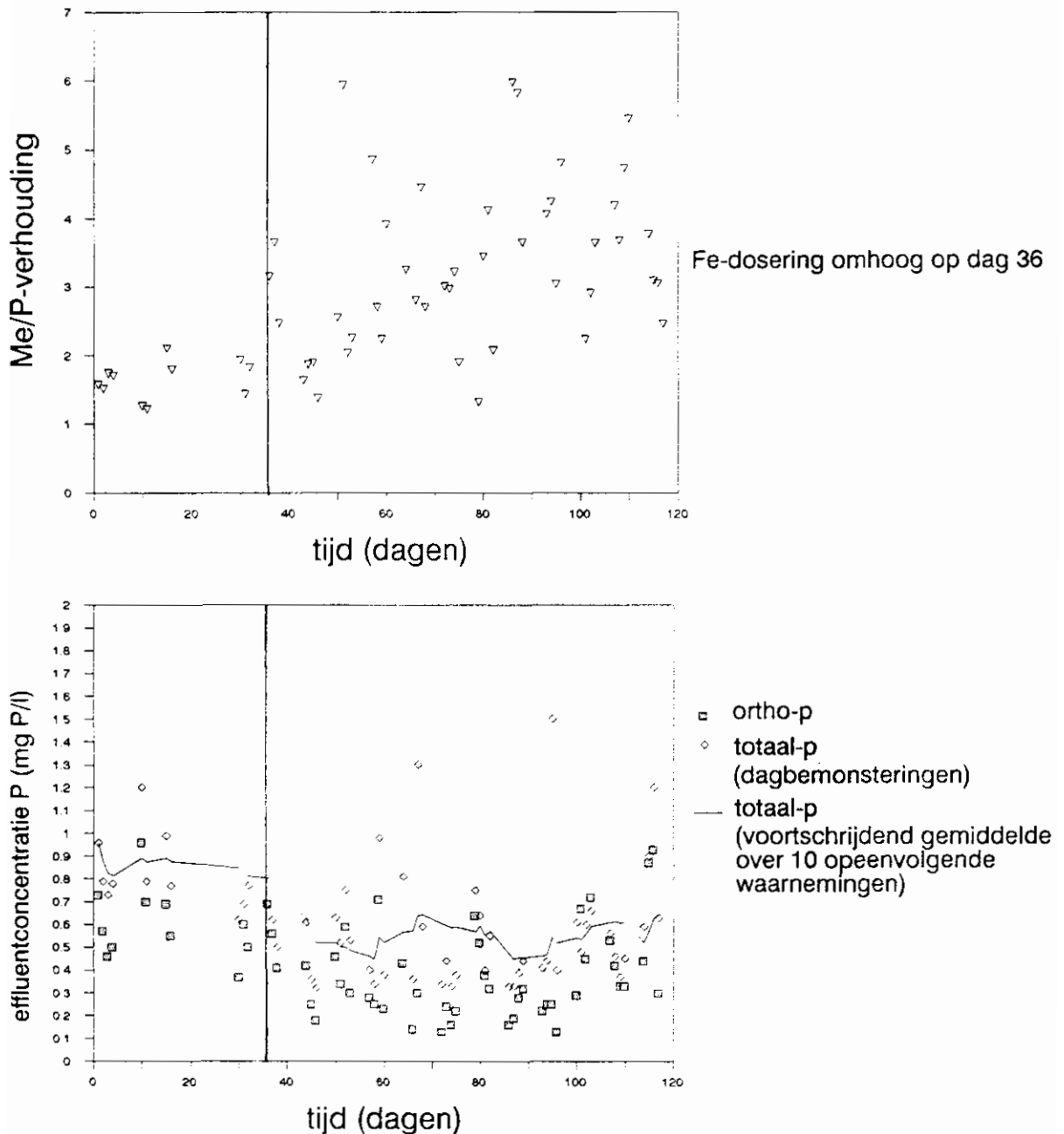
<sup>a</sup> maximum van voortschrijdend gemiddelde over 10 opeenvolgende waarnemingen.

<sup>b</sup> betrokken op de periode van dag 36-112 bij verhoogde Me/P-verhouding

tabel 2: Gemiddelde waarden van de influent- en effluentgehalten en het actief slib op rwzi Joure

Uit tabel 2 komt naar voren, dat de verhoging van de Me/P-verhouding samenging met een geringe verlaging van de effluent-P-concentratie, bij ongeveer gelijkblijvende influentkarakteristieken. De verlaging betreft vrijwel alleen de ortho-P-concentratie. De N-verwijdering werd niet beïnvloed. De hoge CZV- en BZV-waarden in het influent worden veroorzaakt door een industriële lozing.

In figuur 4 zijn de Me/P-verhouding en de concentraties totaal-P en ortho-P in het effluent uitgezet tegen de tijd.



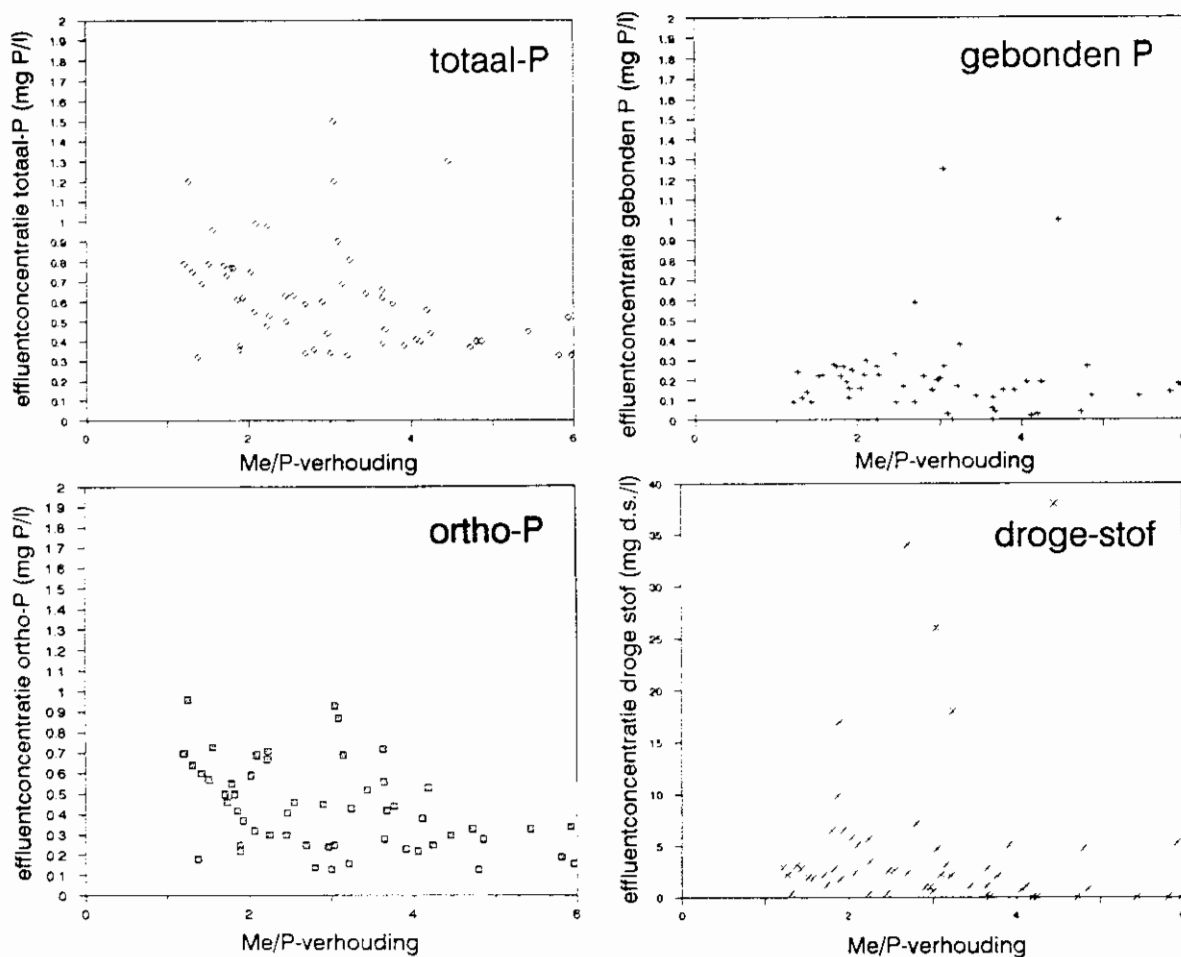
figuur 4: Me/P-verhouding, totaal-P en ortho-P als functie van de tijd



De resultaten geven een aanzienlijke spreiding te zien. Dit komt, evenals bij rwzi Slochteren, door de fluctuaties in het influentdebiet en de ijzersulfaatdosering met vast debiet. In figuur 4 zijn relatief hoge effluent-concentraties ortho-P waarneembaar. Verder blijkt de effluent-P-concentratie lager te zijn in de periode met de verhoogde Me/P-verhouding.

### 5.2.2 invloed van de Me/P-verhouding op het effluent-P-gehalte

In figuur 5 is de concentratie P in het effluent uitgezet tegen de Me/P-verhouding.

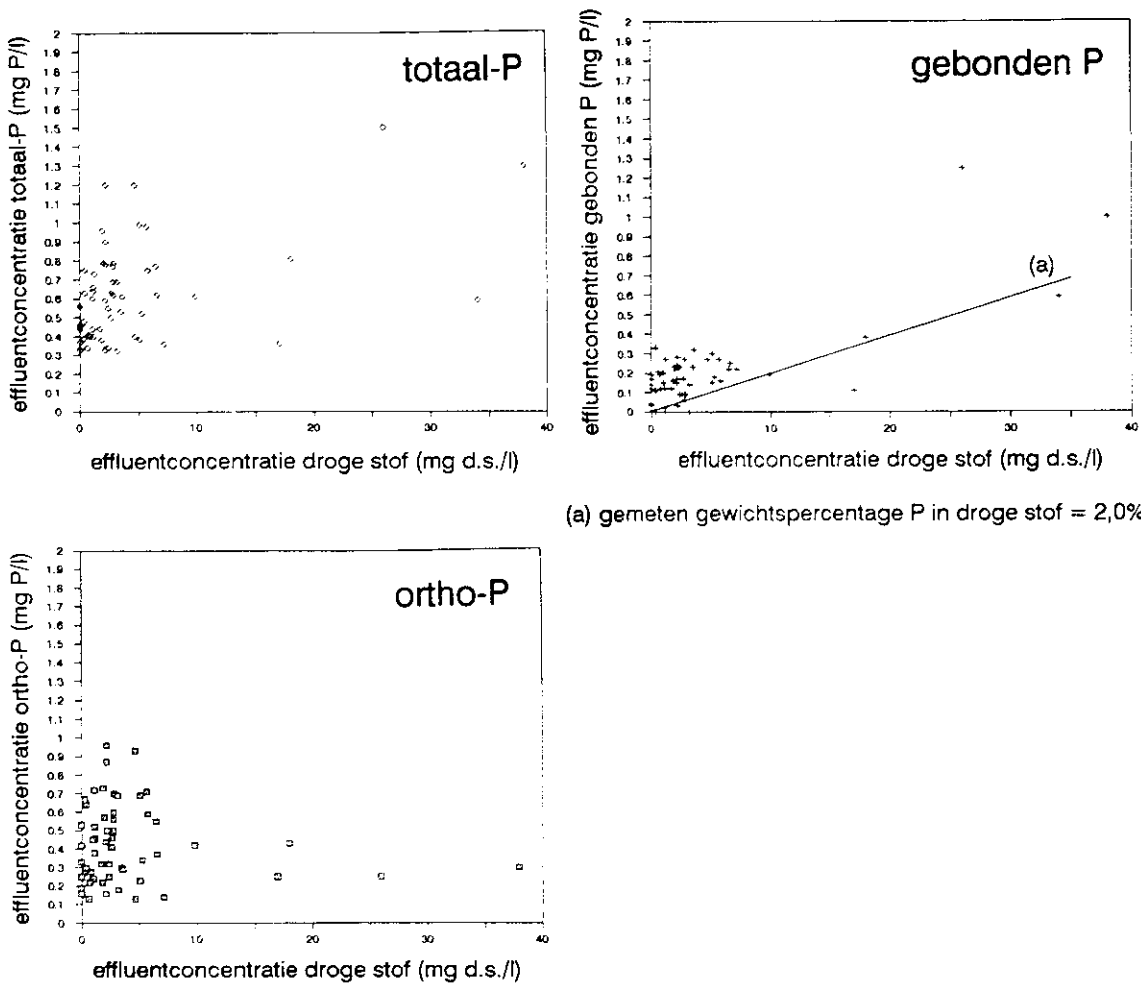


figuur 5: P-concentratie en droge-stofgehalte in het effluent van rwzi Joure als functie van de Me/P-verhouding op individuele meetdagen

Voor het interpreteren van individuele meetpunten in figuur 5 wordt verwezen naar § 3.3. De belangrijkste trend uit figuur 5 is dat bij zeer hoge Me/P-verhoudingen lagere concentraties ortho-P in het effluent voorkomen.

5.2.3 relatie tussen het droge-stofgehalte en de effluent-P-concentratie

In figuur 6 is de P-concentratie in het effluent uitgezet tegen de droge-stofconcentratie in het effluent.



figuur 6: P-concentratie in het effluent als functie van de droge-stofconcentratie in het effluent van rwzi Joure

Opvallend zijn de lage droge-stofconcentraties in het effluent. De hogere droge-stofconcentraties (> 10 mg d.s./l) kunnen niet worden verklaard door een hoge hydraulische belasting van de rwzi.

Het gemeten gewichtpercentage P in de droge stof is 2,0%. In figuur 6 is dit als lijn (a) weergegeven. Het feit dat vrijwel alle punten boven lijn (a) liggen, kan worden verklaard door P-bevattend colloïdaal materiaal of niet-gehydrolyseerde fosfaten, welke niet door het 0,45µm analysefilter worden afgevangen.

6.1 Beschrijving van de zuiveringsinrichting

Onderstaand zijn de belangrijkste ontwerpparameters weergegeven. In bijlage 3 is een lay-outtekening van de rwzi opgenomen.

Biologische capaciteit	:	40.000 i.e. à 54 g BZV/d
Hydraulische capaciteit	:	1.800 m <sup>3</sup> /h
Slibbelasting	:	0,05 kg BZV/kg d.s.d
Proceseenheden	:	zandvang, carrousel, nabezinktank, indikker, slibbuffer

Er wordt continu ijzersulfaat gedoseerd met een vaste vracht. De ijzersulfaat-oplossing wordt ter plaatse aangemaakt. Het debiet wordt aangepast aan de concentratie van de verzadigde oplossing, die door een dichtheidsmeting wordt bepaald.

De experimenten vonden plaats van 2 mei tot en met 16 augustus 1991. De referentieperiode liep van dag 1-26, aangezien in 1990 de ortho-P-concentratie in het effluent niet is gemeten. Van dag 27-112 is met verhoogde Me/P-verhouding gedoseerd; dit is de onderzoeksperiode. Tijdens de experimenten is doorgaans viermaal per week bemonsterd.

6.2 Resultaten6.2.1 *algemeen*

In tabel 3 zijn gemiddelde gegevens opgenomen van het influent, het effluent en een aantal overige gegevens. In bijlage 6 is een uitgebreid overzicht opgenomen van de meetresultaten.

	Me/P	totaal-P	ortho-P	Kj-N	NO3-N	CZV	BZV	P/CZV	zw.stof	SVI	P/d.s.
	mol/mol	mgP/l	mgP/l <sup>a</sup>	mgN/l	mgN/l	mg/l	mg/l	%	mg ZS/l	ml/g	gew.%P
REFERENTIE	1,7										
actief slib								1,3		202	2,6
influent		7,7		53		508	172				
effluent		1,2	1,2	1,0	5,9	3,5	84	12	12		
ONDERZOEK <sup>b</sup>	4,0										
actief slib								1,1		140	1,6
influent		6,6		47		700	219				
effluent		0,5	0,7	0,3	6,1	1,6	92	10	10		

<sup>a</sup> maximum van voortschrijdend gemiddelde over 10 opeenvolgende waarnemingen

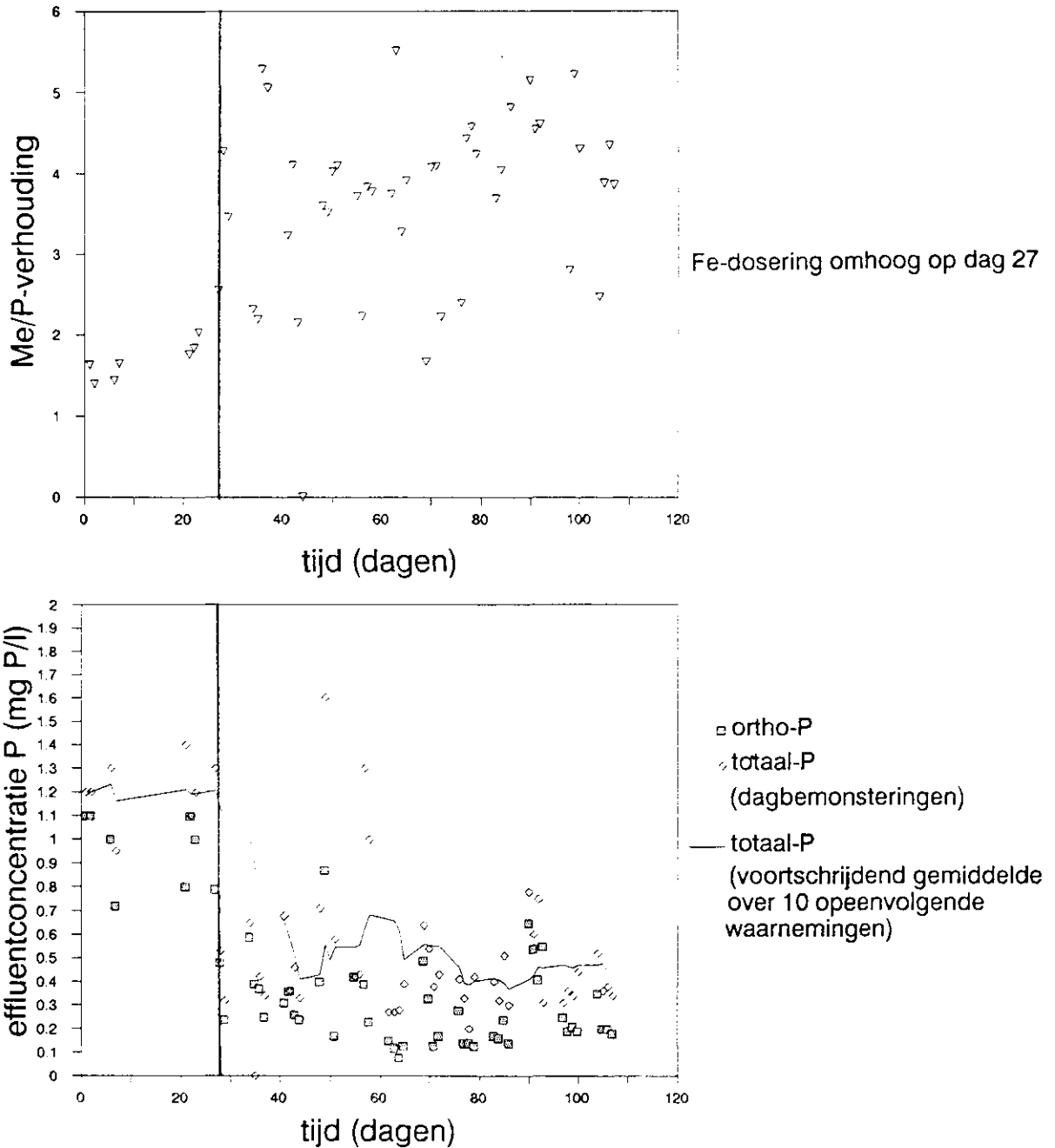
<sup>b</sup> betrokken op de periode van dag 27-112 bij verhoogde Me/P-verhouding

tabel 3: Gemiddelde waarden van de influent- en effluentgehalten en het actief slib op rwzi Sneek

Uit tabel 3 komt naar voren, dat de verhoging van de Me/P-verhouding samenging met een verlaging van de effluent-P-concentratie, bij

vergelijkbare influentkarakteristieken. De verlaging treedt vrijwel volledig op in de ortho-P-concentratie. Van een significante verandering in de N-verwijdering in geen sprake.

In figuur 7 zijn de Me/P-verhouding en de concentraties totaal-P en ortho-P in het effluent uitgezet tegen de tijd.



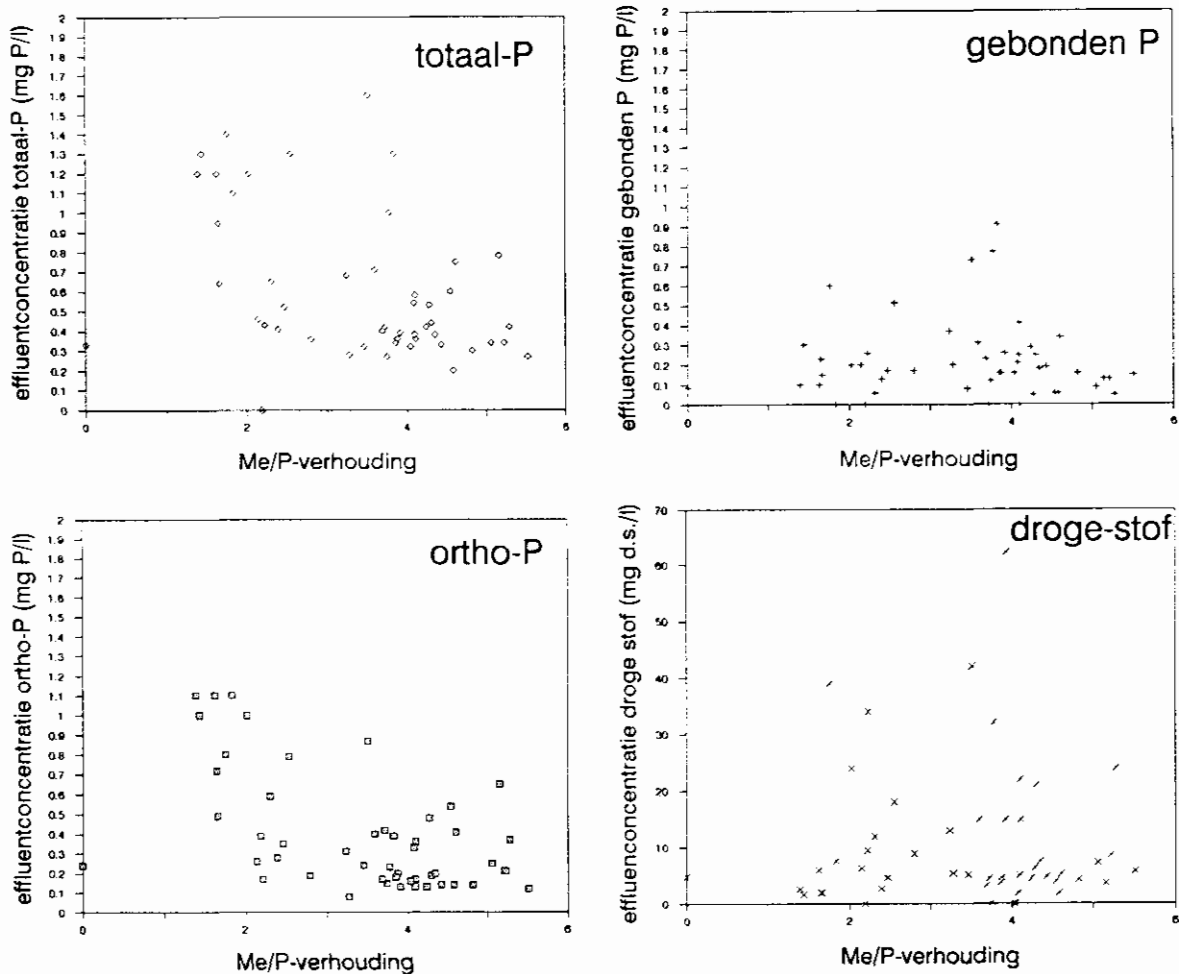
figuur 7: Me/P-verhouding, totaal-P en ortho-P als functie van de tijd in rwzi Sneek

Een vaste instelling van de chemicaliëndosering leidt tot een behoorlijke spreiding in de Me/P-verhoudingen vanwege het fluctuerende influentdebiet.

Er is een duidelijke trend waarneembaar van afnemende effluent-P-concentratie in de periode na verhoging van de Fe-dosering. Na verhoging van de Fe-dosering is het voortschrijdend gemiddelde continu lager dan 1,0 mg P-totaal/l.

### 6.2.2 invloed van de Me/P-verhouding op het effluent-P-gehalte

In figuur 8 is de effluent-P-concentratie uitgezet tegen de Me/P-verhouding.



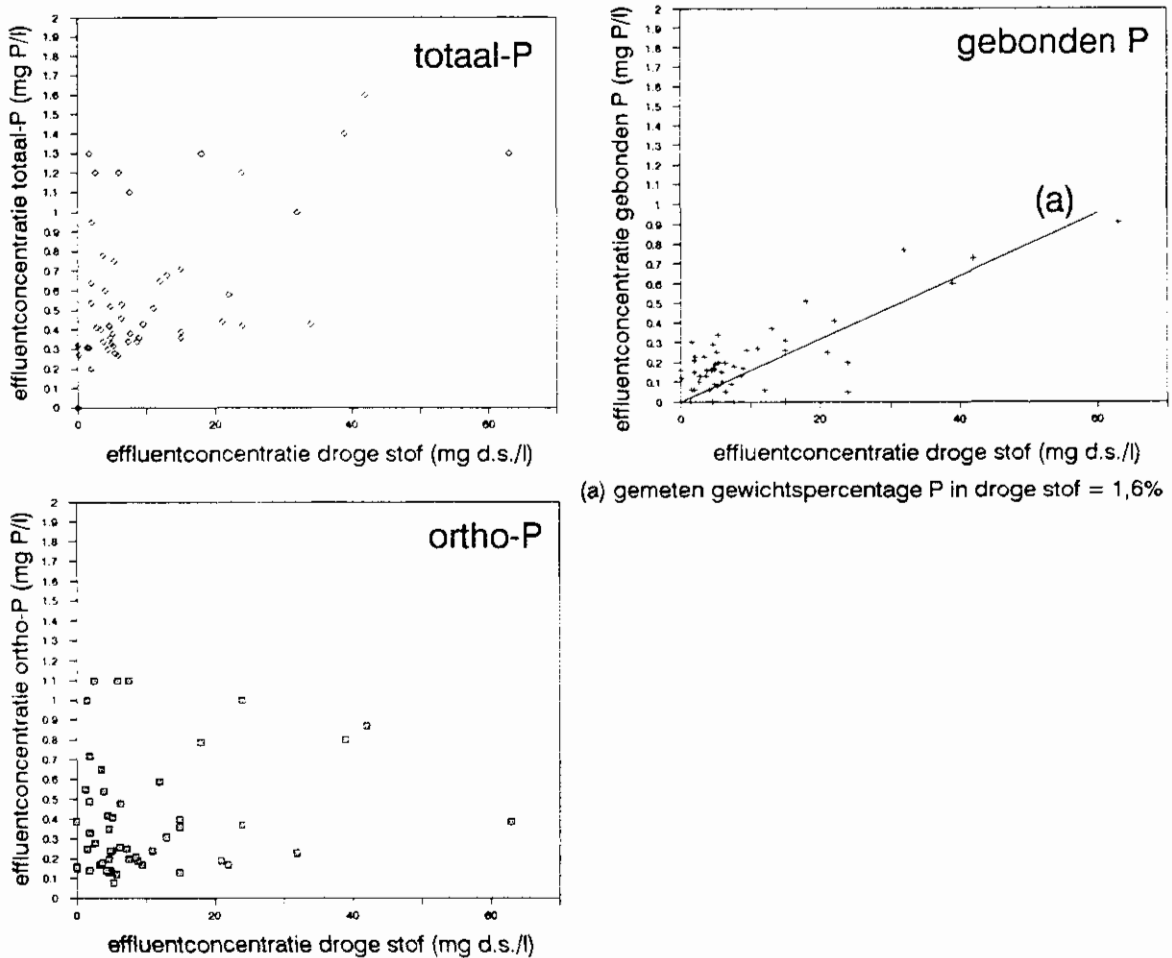
figuur 8: P-concentratie en droge-stofgehalte in het effluent van rwzi Sneek als functie van de Me/P-verhouding op individuele meetdagen

Ten aanzien van het interpreteren van individuele meetpunten geldt hetzelfde voorbehoud als in § 3.3. De Me/P-verhouding heeft weinig invloed op de gehalten aan zwevende stof en P in het effluent. De

ortho-P-concentratie in het effluent blijkt lager te zijn bij hoge Me/P-verhoudingen dan bij lage Me/P-verhoudingen.

### 6.2.3 relatie tussen het droge-stofgehalte en de effluent-P-concentratie

In figuur 9 is de effluent-P-concentratie uitgezet tegen het droge-stofgehalte van het effluent.



figuur 9: P-concentratie in het effluent als functie van het droge-stofgehalte in het effluent van rwzi Sneek

Figuur 9 geeft geen duidelijk verband aan tussen de concentraties aan droge-stof en P in het effluent. Ofschoon het droge-stofgehalte in het effluent meestal kleiner dan 20 mg d.s./l is, komen diverse malen gehalte boven die waarde voor. Uit hier niet gepresenteerde meetgegevens kan geen verband worden aangetoond tussen hydraulische belasting van de rwzi en droge-stofgehalte in het effluent.

Het gemeten gewichtspercentage P in de droge stof is 1,6%. In figuur 9 is dit als lijn (a) weergegeven. De punten boven de lijn duiden op het voorkomen van colloïdaal P-bevattend materiaal of niet gehydrolyseerde fosfaten.

7 WOLVEGA

7.1 Beschrijving van de zuiveringsinrichting

Onderstaand zijn de belangrijkste ontwerpparameters weergegeven. In bijlage 4 is een lay-outtekening van de rwzi opgenomen.

Biologische capaciteit : 45.000 i.e. à 54 g BZV/d  
 Hydraulische capaciteit : 1.400 m<sup>3</sup>/h  
 Slibbelasting : 0,05 kg BZV/kg d.s.d  
 Proceseenheden : zandvang, carousel, nabezinktank, indikker, slibbuffer

Er wordt continu ijzersulfaat gedoseerd met een vaste vracht. De ijzersulfaat-oplossing wordt ter plaatse aangemaakt. Het debiet wordt aangepast aan de concentratie van de verzadigde oplossing, die door een dichtheidsmeting wordt bepaald.

De experimenten vonden plaats van 23 april tot en met 16 augustus 1991.

De periode van dag 1-44 is als referentieperiode gebruikt, omdat in 1990 de ortho-P-concentratie in het effluent niet is gemeten. Van dag 45-112 is met verhoogde Me/P-verhouding gedoseerd; dit is de onderzoeksperiode. Door een hoog influentdebiet is slechts een geringe verhoging van de Me/P-verhouding gerealiseerd. Tijdens de experimenten is doorgaans viermaal per week bemonsterd.

7.2 Resultaten

7.2.1 *algemeen*

In tabel 4 is een aantal gemiddelde gegevens opgenomen van het influent, het effluent en een aantal overige gegevens. De volledige resultaten zijn in bijlage 6 weergegeven.

PERIODE	Me/P mol/mol	totaal-P mgP/l		ortho-P mgP/l <sup>a</sup>	Kj-N mgN/l	NO <sub>3</sub> -N mgN/l	CZV mg/l	BZV mg/l	P/CZV %	zw.stof mg zs/l	SVI ml/g	P/d.s. gew.%P
REFERENTIE	1.9											
actief slib									1.1		135	2.3
influent		10			55		909	326				
effluent		0.5	0.6	0.2	2.8	6.0	41	2		4.9		
ONDERZOEK <sup>c</sup>	2.1											
actief slib									1.0		112	2.3
influent		11			57		1.100	326				
effluent		0.4	0.6	0.1	<sup>b</sup>	3,7	66	11		7.0		

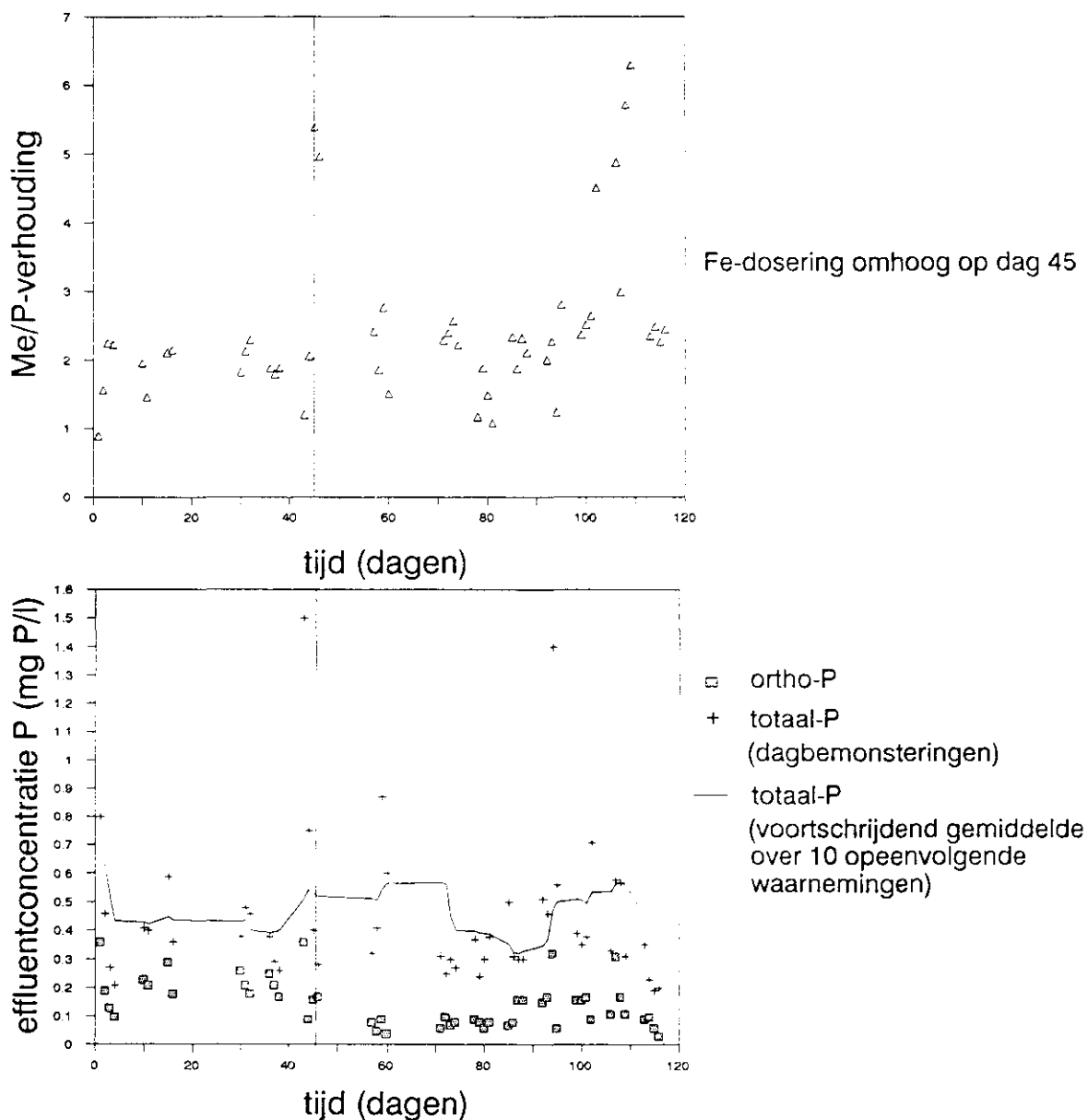
a maximum van voortschrijdend gemiddelde over 10 opeenvolgende waarnemingen

b geen representatieve gegevens bekend

c betrokken op de periode van dag 45-112 met verhoogde Me/P-verhouding

tabel 4: Gemiddelde waarden van de influent- en effluentgehalten en het actief slib op rwzi Wolvega

De effluent-P-gehaltenes waren reeds laag, en zijn door de verhoging van de Me/P-verhouding nauwelijks verder verlaagd. In figuur 10 zijn de Me/P-verhouding en de concentraties totaal-P en ortho-P in het effluent uitgezet tegen de tijd.



figuur 10: Me/P-verhouding, totaal-P en ortho-P als functie van de tijd in rwzi Wolvega

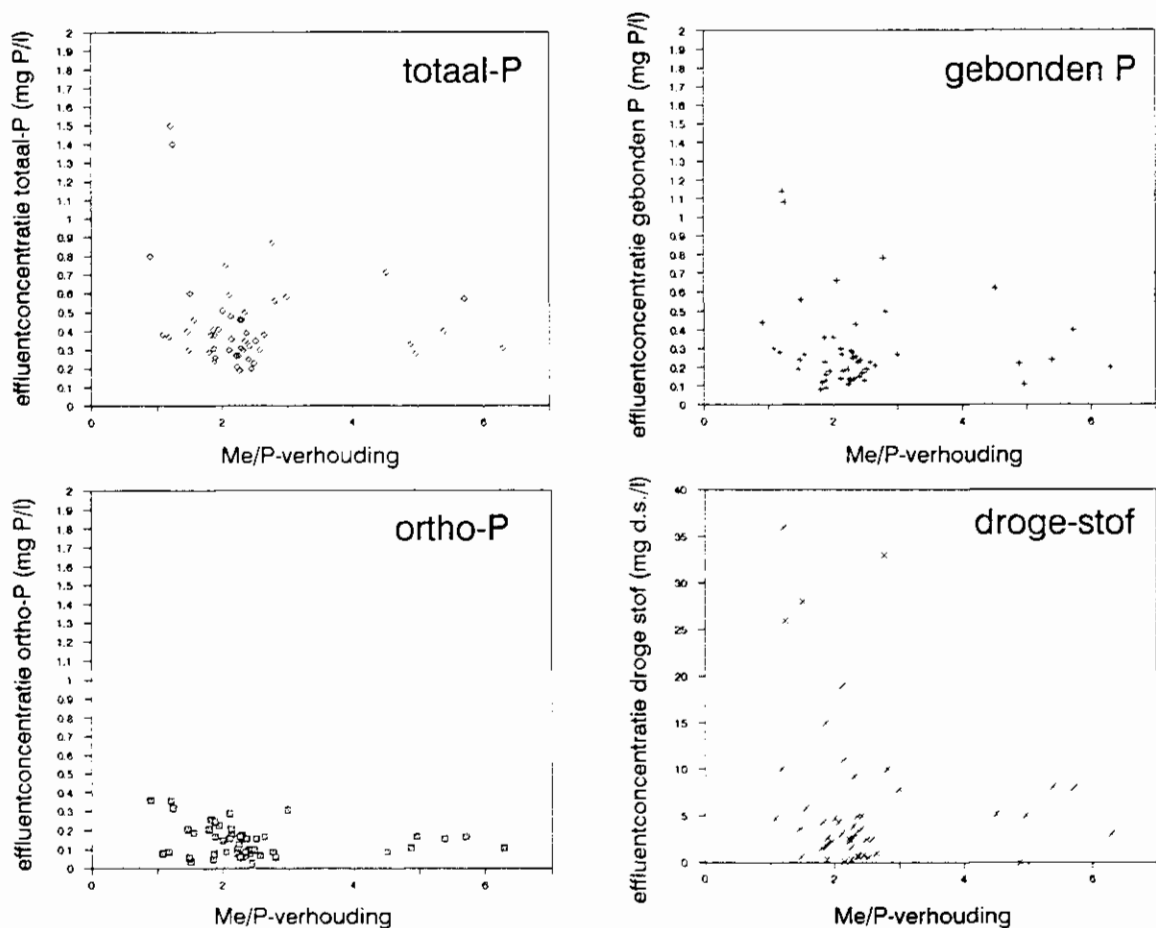
De Me/P-verhouding is onvoldoende verhoogd na dag 44. Indien de zes punten met een Me/P-verhouding van meer dan 4 buiten beschouwing worden gelaten was de gemiddelde Me/P-verhouding 2,1 in de onderzoeksperiode, vergeleken met 1,9 in de referentieperiode. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de hogere influent-P-vracht in de onderzoeksperiode. Terwijl de gedoseerde Fe-vracht in deze periode



met 32% werd verhoogd, nam de influent-P-vracht in diezelfde periode met 17% toe, waardoor de Me/P-verhouding slechts met 13% toenam. Naast de grote spreiding in de punten valt op, dat er na de verhoging van de Fe-dosering geen verlaging van de effluent-P-concentraties optreedt. Ten eerste was het ortho-P-gehalte in de referentieperiode reeds zeer laag. Het is niet duidelijk wat daarvan de oorzaak is. RWZI Wolvega is voor 97% huishoudelijk belast, 3% van de aansluitingen betreft zuivelindustrie. Daarnaast loost een metaalbedrijf op de rwzi, maar of dit invloed op de P-verwijdering heeft, is niet bekend.

### 7.2.2 invloed van de Me/P-verhouding op de effluent-P-concentratie

In figuur 11 is de effluent-P-concentratie uitgezet tegen de Me/P-verhouding.



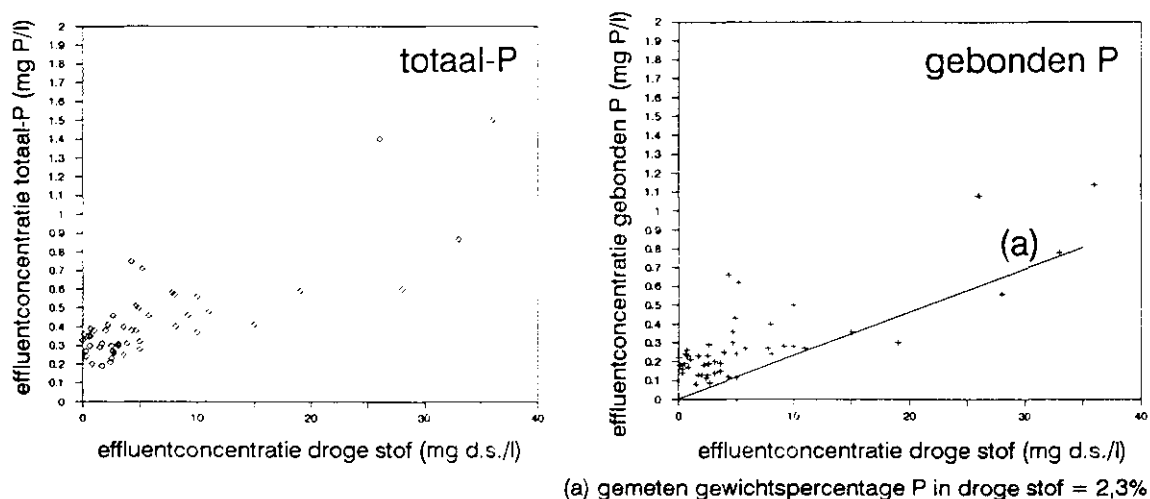
figuur 11: P-concentratie en droge-stofgehalte in het effluent van rwzi Wolvega als functie van de Me/P-verhouding op individuele meetdagen

Voor de interpretatie van individuele meetpunten in figuur 11 wordt verwezen naar § 3.3. De Me/P-verhouding blijkt op grond van figuur 11

met name de gebonden-P-concentratie en het droge-stofgehalte in het effluent te verlagen. Wanneer evenwel niet individuele meetpunten worden bekeken, maar de gemiddelde effluentconcentraties in periodes met een Me/P-verhouding respectievelijk kleiner en groter dan 4 mol/mol, is er van een dergelijk verband geen sprake.

### 7.2.3 relatie tussen het droge-stofgehalte en de effluent-P-concentratie

In figuur 12 is de effluent-P-concentratie uitgezet tegen het droge-stofgehalte in het effluent.



figuur 12: P-concentratie in het effluent als functie van de droge-stofconcentratie in het effluent van rwzi Wolvega

Deze figuur vertoont een licht stijgend verband tussen de concentraties droge stof en P in het effluent. Het gemeten gewichtspercentages P in de droge stof is 2,3%. In figuur 12 is dit als lijn (a) weergegeven. De punten boven lijn (a) wijzen op colloïdaal P-bevattend materiaal of niet-gehydrolyseerde fosfaten.

## 8 GIETEN

### 8.1 Beschrijving van de zuiveringsinrichting

De fosfaatvracht in het influent wordt in belangrijke mate bepaald door één industriële lozer. Dit bedrijf tracht over het jaar gespreid te lozen, doch door omstandigheden is in juni 1991 een pieklozing opgetreden. De fosfaatconcentratie van het influent veranderde hierdoor nauwelijks doch de fosfaatvracht wel. Eind juli 1991 stopte deze lozing, op dag 56 van de onderzoeksperiode. Overigens was er gedurende de gehele onderzoeksperiode een verhoogde aanvoer van huishoudelijk afvalwater vanwege het toeristenseizoen.

Onderstaand zijn de belangrijkste ontwerpparameters weergegeven. In bijlage 5 is een lay-outtekening van de rwzi opgenomen.

Biologische capaciteit	:	45.000 i.e. à 54 g BZV/d
Hydraulische capaciteit	:	1.420 m <sup>3</sup> /h
Slibbelasting	:	0,05 kg BZV/kg d.s.d
Proceseenheden	:	zandvang, oxydatietank, nabezink-tank, indikker, slibbuffer

De ijzersulfaatoplossing wordt ter plaatse aangemaakt.

Als referentieperiode is 1990 gehanteerd. De experimenten vonden plaats van 6 juni tot en met 25 september 1991. Van dag 1-40 werd met een vaste vracht gedoseerd, gebaseerd op de gemiddelde P-vracht van 1990. Door bovengenoemde pieklozing in juni was de Me/P-verhouding in deze periode te laag. Van dag 41-76 werd het doseerdebiet handmatig bijgesteld op basis van de gemeten P-vracht in het influent; door de benodigde analyse gold een terugkoppelingstijd van circa een week. Van dag 77-112 werd het doseerdebiet gebaseerd op het gemeten DWA-debiet, met een terugkoppelingstijd van circa een dag. Deze periode wordt als onderzoeksperiode beschouwd. Op dag 89 en 90 is kalk gedoseerd in de aëratietank om de pH neutraal te houden. Gedurende de experimenten werd tweemaal per week bemonsterd.

## 8.2 Resultaten

### 8.2.1 algemeen

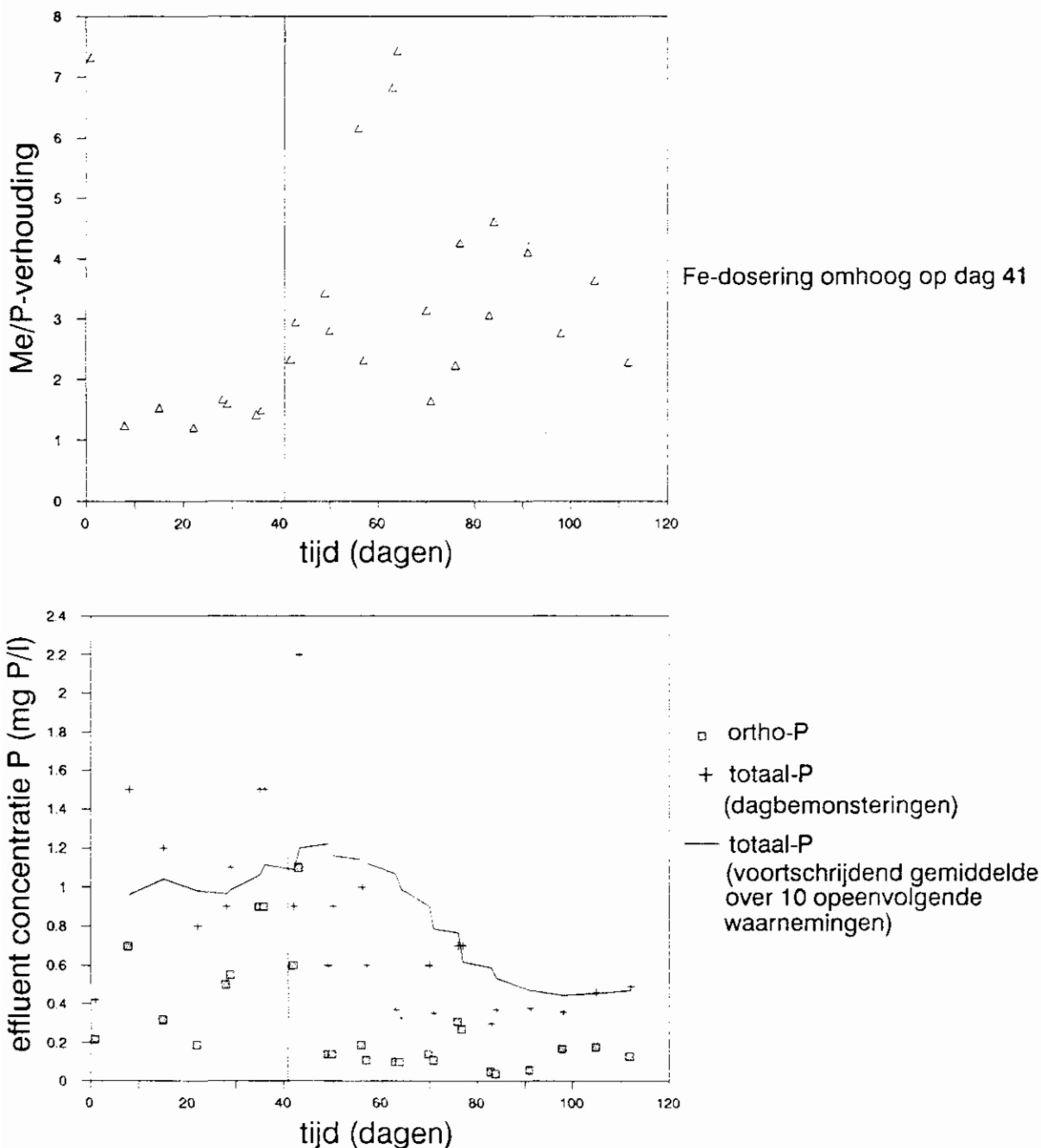
PERIODE	Me/P mol/mol	totaal-P mgP/l	ortho-P mgP/l <sup>a</sup>	Kj-N mgN/l	NO3-N mgN/l	CZV mg/l	BZV mg/l	P/CZV %	zw.stof mg zs/l	SVI ml/g	P/d.s. gew. %P
REFERENTIE	2.0										
actief slib								2.2		127	3.3
influent		10		44		456	131				
effluent		1.5	1.6	0.7	5.1	18	62	4	19		
ONDERZOEK <sup>b</sup>	3.3										
actief slib								2.0		99	2.8
influent		12		64		642	189				
effluent		0.5	0.9	0.2	7.7	17	38	2	7.4		

<sup>a</sup> maximum van voortschrijdend gemiddelde over 10 opeenvolgende waarnemingen

<sup>b</sup> betrokken op de periode van dag 41-112 bij verhoogde Me/P-verhouding

tabel 5: Gemiddelde waarden van de influent- en effluentgehalten en het actief slib op rwzi Gieten

Uit tabel 5 blijkt dat de P-verwijdering in de onderzoeksperiode beter verloopt dan in de referentieperiode. Er treedt zowel een verlaging van het ortho-P-gehalte als het totaal-P-gehalte op. De N-verwijdering lijkt nauwelijks te worden beïnvloed door de verhoging van de Me/P-verhouding. In bijlage 6 is een overzicht van de resultaten opgenomen. In figuur 13 zijn de Me/P-verhouding en de concentraties totaal-P en ortho-P in het effluent uitgezet tegen de tijd.



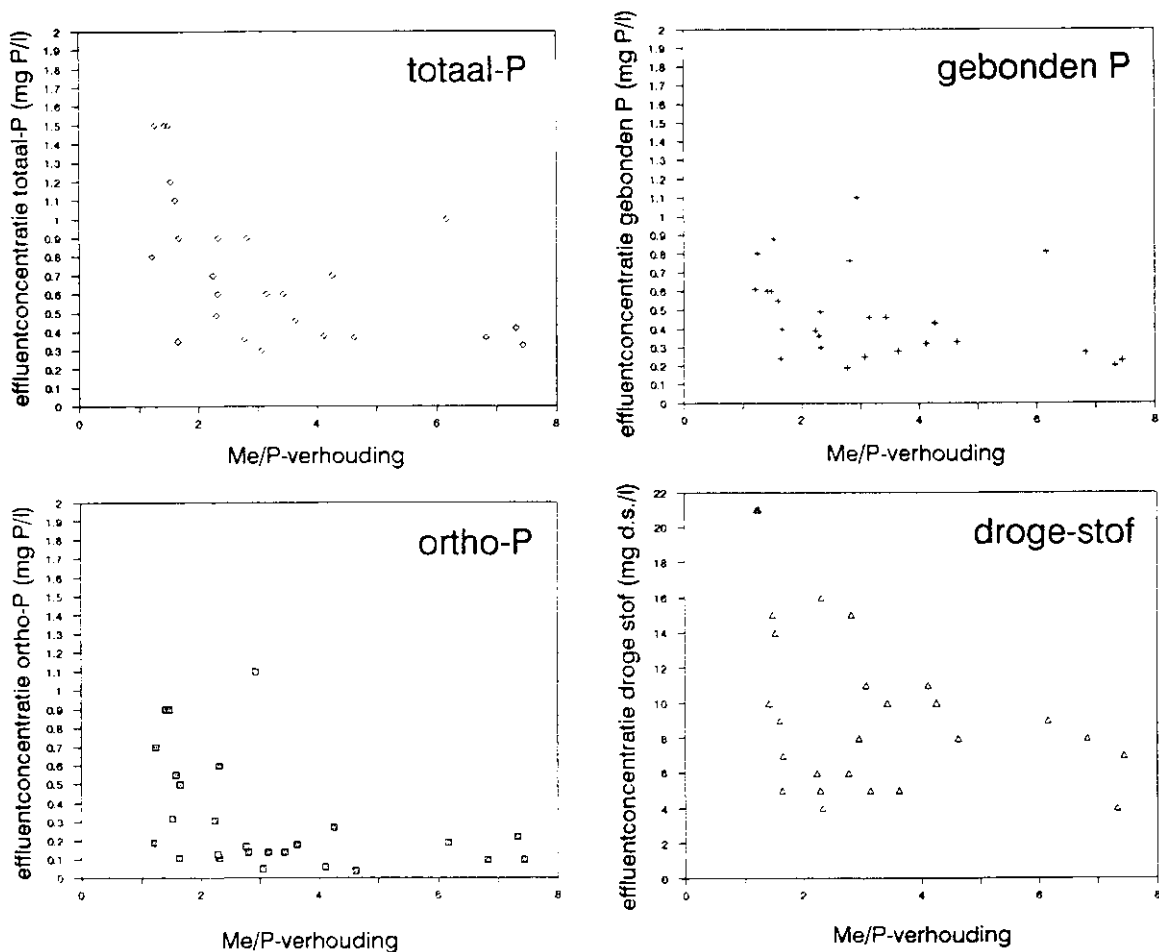
figuur 13: Me/P-verhouding, totaal-P en ortho-P als functie van de tijd in rwzi Gieten

De grote spreiding in de punten kan worden verklaard door de fluctuaties in de influent-P-vracht. De variatie in de Me/P-verhouding blijkt echter wat geringer dan bij de rwzi's met constant doseerdobiet.

Verder valt op dat er na de verhoging van de Fe-dosering het effluent-P-gehalte daalt en stabielier wordt. Het voortschrijdend gemiddelde komt na enige tijd stabiel beneden 1,0 mg P-totaal/l.

### 8.2.2 invloed van de Me/P-verhouding op het effluent-P-gehalte

In figuur 14 is de concentratie P in het effluent uitgezet tegen de Me/P-verhouding.

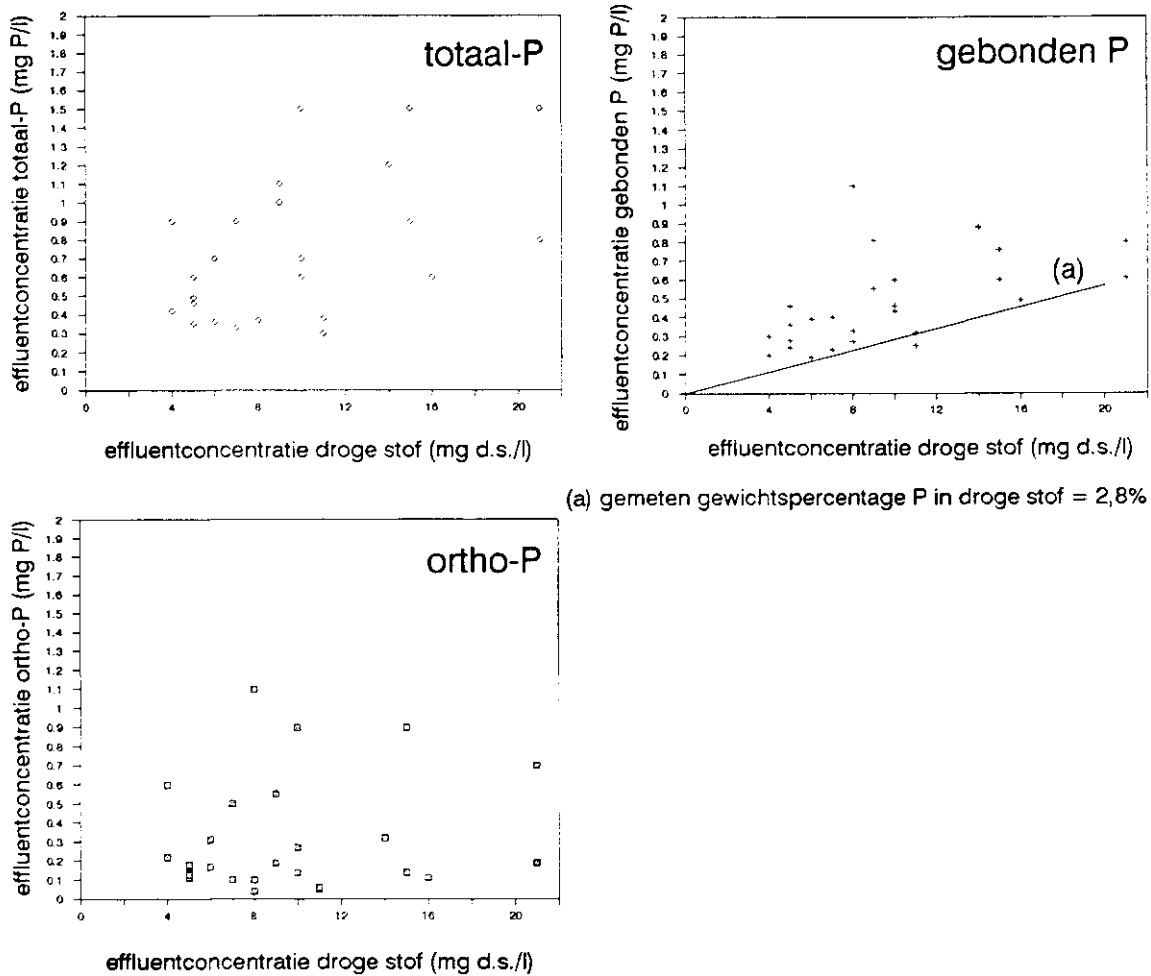


figuur 14: P-concentratie en droge-stofgehalte in het effluent van rwzi Gieten als functie van de Me/P-verhouding op individuele meetdagen

Ten aanzien van het interpreteren van individuele meetpunten in figuur 14 geldt hetzelfde voorbehoud als in § 3.3. De Me/P-verhouding blijkt op grond van figuur 14 zowel de ortho-P-concentratie als de gebonden-P-concentratie in het effluent te verlagen. Ook de drogestofconcentratie in het effluent blijkt af te nemen bij hogere Me/P-verhoudingen.

### 8.2.3 relatie tussen het droge-stofgehalte en de effluent-P-concentratie

In figuur 15 is de effluent-P-concentratie uitgezet tegen de droge-stofconcentratie in het effluent.



(a) gemeten gewichtspercentage P in droge stof = 2,8%

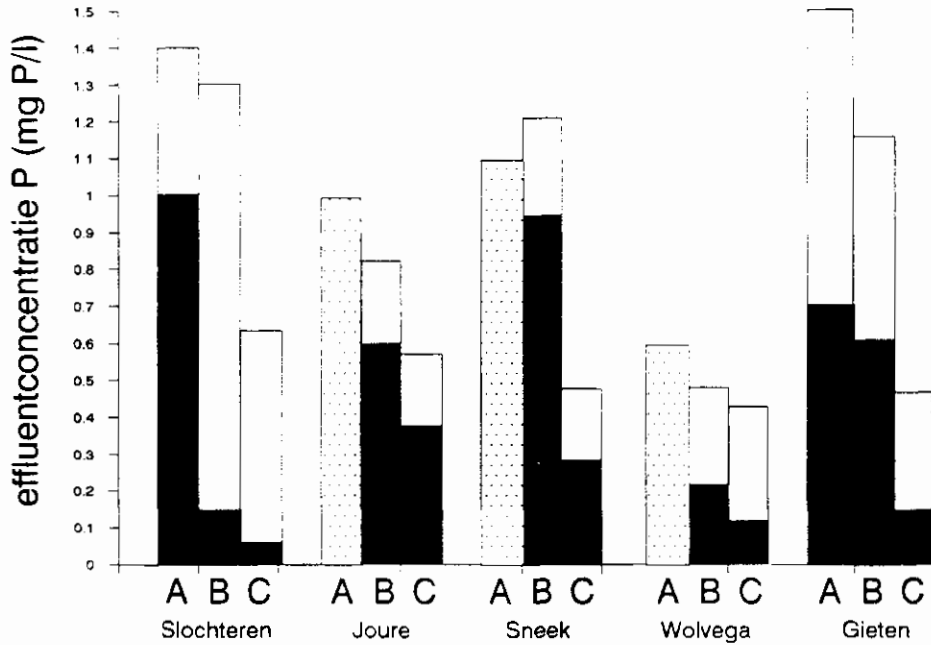
figuur 15: P-concentratie in het effluent als functie van de droge-stofconcentratie in het effluent van rwzi Gieten

Deze resultaten duiden niet op een verband tussen de concentraties aan droge stof en P.

Het gemeten gewichtspercentage P in de droge stof van 2,8% is als lijn (a) in figuur 15 weergegeven. Alle punten liggen boven lijn (a), hetgeen duidt op colloïdaal P-bevattend materiaal of niet-gehydrolyseerde fosfaten.

9.1 P-verwijdering

Verhoging van de Me/P-verhouding leidt voor alle vijf rwzi's tot een verlaging van de totaal-P-concentratie in het effluent. In rwzi Wolvega bedraagt deze afname 10% en bij de andere vier zuiveringen gemiddeld 50%. In figuur 16 is hiervan een overzicht gegeven.



A jaargemiddelde 1990

B gemiddelde van onderzoeksperiode met lage Me/P-verhouding

C gemiddelde van onderzoeksperiode met hoge Me/P-verhouding

■ ortho-P

□ gebonden P

▨ verhouding ortho-P/totaal-P onbekend

figuur 16: Overzicht van de totaal-P-concentraties in het effluent bij verschillende Me/P-verhoudingen van de onderzochte rwzi's

Als referentieperiode fungeert bij Slochteren en Gieten het jaar 1990 (periode A in figuur 16), en bij Joure, Sneek en Wolvega de eerste fase van de onderzoeksperiode (periode B in figuur 16).

De belangrijkste conclusie uit figuur 16 is, dat bij alle vijf de zuiveringen de effluentconcentratie totaal-P lager is in de periode van hoge Me/P-verhouding dan in de referentieperiode, en dat dit vrijwel volledig kan worden toegeschreven aan de afname van de effluentconcentratie ortho-P.

In tabel 6 zijn de effluent-P-gehalten samengevat, waaruit blijkt, dat door het verhogen van de Me/P-verhouding naar 3 à 4 mol/mol met zekerheid een effluent-P-gehalte van minder dan 1 mg P/l kan worden gehaald, als gemiddelde waarde en als maximumwaarde van het voortschrijdende gemiddelde over tien opeenvolgende waarnemingen.

RWZI	Slochteren	Joure	Sneek	Wolvega	Gieten	
REFERENTIEPERIODE						
gemiddelde	1,4	0,8	1,2	0,5	1,5	mg P/l
voortschrijdend gem. <sup>a</sup>	2,1	1,0	1,2	0,6	1,6	mg P/l
Me/P-verhouding	0,9	1,6	1,7	1,9	2,0	mol/mol
ONDERZOEKSPERIODE						
gemiddelde	0,7	0,6	0,5	0,4	0,5	mg P/l
voortschrijdend gem. <sup>a</sup>	1,0	0,6	0,7	0,6	0,9	mg P/l
Me/P-verhouding	3,0	3,5	4,0	2,1	3,3	mol/mol

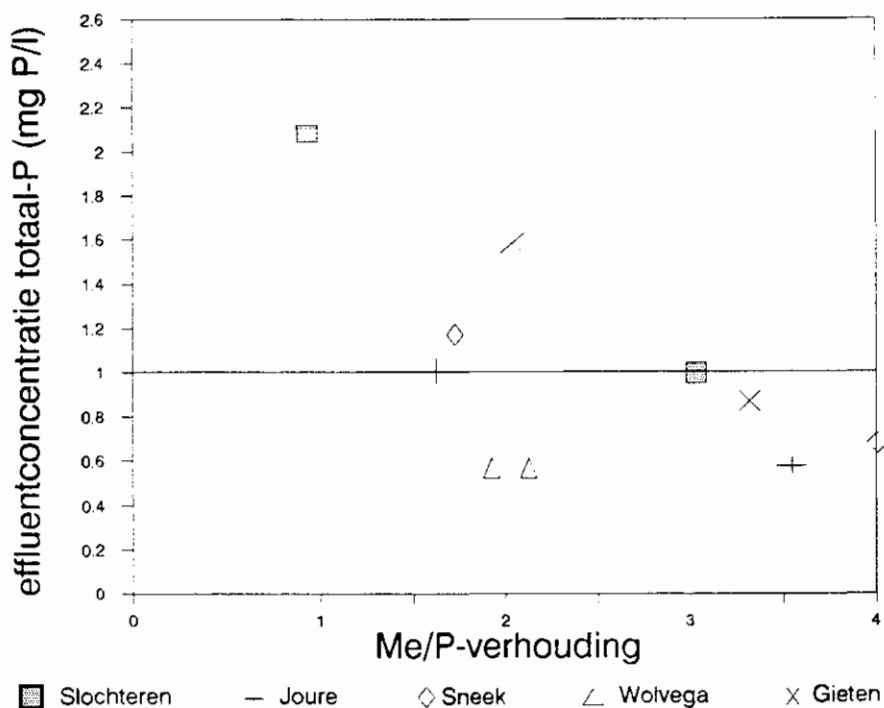
<sup>a</sup> maximumwaarde van het voortschrijdend gemiddelde over 10 opeenvolgende waarnemingen

tabel 6: Me/P-verhouding en effluent-P-gehalte van de vijf rwzi's

Verder blijkt uit tabel 6 dat het verschil tussen de gemiddelde waarde en de maximumwaarde van het voortschrijdend gemiddeld 1,0 à 1,5 is. De bevindingen van Zuiveringsschap Veluwe, dat de maximumwaarde van het voortschrijdend gemiddelde circa 2 à 2,5 maal zo groot is als het rekenkundige gemiddelde, worden in dit onderzoek niet bevestigd.<sup>[2]</sup> Hierbij wordt opgemerkt, dat de betreffende onderzoeksperiode van Zuiveringsschap Veluwe diverse jaren bedraagt, zodat daarin de kans op een hoger voortschrijdend gemiddelde groter is dan in de paar maanden van het onderhavige onderzoek. Overigens kan uit tabel 6 worden afgeleid dat het in bepaalde gevallen mogelijk is om aan de effluent-eis van 1,0 mg P/l te voldoen bij Me/P-verhoudingen van minder dan 2,0 mol/mol. Dit was het geval in de referentieperiode bij rwzi Joure en rwzi Wolvega.

In figuur 17 zijn de gegevens van tabel 6 grafisch weergegeven.





figuur 17: Maximum van voortschrijdend gemiddelde effluent-P-gehalte als functie van de Me/P-verhouding van de vijf rwzi's

De ligging van de punten verschilt enigszins per rwzi. Uit figuur 17 kan worden afgeleid dat bij alle onderzochte rwzi's bij een Me/P-verhouding van 3,0 mol/mol zeker aan de eis van 1,0 mg P/l als voortschrijdend gemiddelde wordt voldaan. Bij een aantal rwzi's wordt het gewenste P-gehalte al bij een lagere dosering bereikt.

## 9.2 Droge-stofverwijdering

In tabel 7 zijn de droge-stofgehalten in het effluent van de vijf rwzi's weergegeven.

RWZI	Slochteren	Joure	Sneek	Wolvega	Gieten	
REFERENTIEPERIODE	- <sup>a</sup>	3,3	11,8	4,9	19,0	mg d.s./l
ONDERZOEKSPERIODE	22,2	4,9	10,2	7,0	7,4	mg d.s./l

<sup>a</sup> niet gemeten in referentieperiode

tabel 7: Droge-stofgehalte in effluent van de vijf rwzi's

Er blijkt geen grote invloed van een hoge Me/P-verhouding op het droge-stofgehalte in het effluent. Alleen op rwzi Gieten komt een

duidelijk lager droge-stofgehalte in het effluent voor in de onderzoeksperiode; dit kan mogelijk verband houden met de relatief lage hydraulische belasting van de rwzi in die periode (DWA).

### 9.3 Slibvolume-index

In tabel 8 is een overzicht gegeven van de SVI in de referentie- en de onderzoeksperiode.

RWZI	Slochteren	Joure	Sneek	Wolvega	Gieten	
REFERENTIEPERIODE	150	145	202	135	127	ml/g
ONDERZOEKSPERIODE	201	122	140	112	99	ml/g

tabel 8: SVI van de vijf rwzi's

Behalve bij rwzi Slochteren blijkt de SVI in de onderzoeksperiode duidelijk lager te zijn dan in de referentieperiode. Bij rwzi Slochteren geldt dat de SVI na het verhogen van de ijzerdosering een dalende trend vertoonde van circa 280 naar 140 ml/g. Dit is in bijlage 8 weergegeven.

### 9.4 Variatie in de Me/P-verhouding

De Me/P-verhouding vertoont in het algemeen een aanzienlijke spreiding door de vaste doseervracht en fluctuaties in de influent-P-vracht. Op de rwzi Gieten is de spreiding geringer omdat de chemicaliëndosering gedurende een deel van het onderzoek werd gestuurd op het influentdebiet. De standaard-afwijking van de Me/P-verhouding bedraagt bij rwzi Gieten 0,9 mol/mol; bij de andere vier rwzi's is deze gemiddeld 1,6 mol/mol. Op basis hiervan wordt een debietproportionele dosering gunstiger geacht dan een constant doseerdebiet.

### 9.5 N-verwijdering

Over de N-huishouding zijn niet van alle rwzi's gedetailleerde gegevens beschikbaar. De beschikbare gegevens tonen geen duidelijke invloed van de Me/P-verhouding op de N-verwijdering.

- 1) Het is mogelijk gebleken om met simultane defosfatering een totaal-P-effluentconcentratie van lager dan 1,0 mg P/l te bereiken, als maximum van het voortschrijdend gemiddelde en als jaargemiddelde. De Me/P-verhouding die hiervoor nodig is, verschilt per rwzi. In ieder geval kan de effluenteis bij een Me/P-verhouding van meer dan 3,0 mol/mol worden gehaald. De verhoogde dosering leidde tot een verlaging van de fractie ortho-P in het effluent, terwijl het gebonden-P-gehalte nauwelijks was verlaagd.
- 2) De verhoging van de Me/P-verhouding gaf geen merkbare storingen van het zuiveringsproces. Met name de N-verwijdering en het effluent-drogestofgehalte werden niet beïnvloed.
- 3) De verhoging van de Me/P-verhouding had in de meeste gevallen een gunstige invloed op de SVI.
- 4) Dosering van een vast chemicaliëndebiet leidt tot een zeer grote spreiding in de gerealiseerde Me/P-verhouding. Sturing van de dosering, bijvoorbeeld op het influentdebiet, is gunstiger voor het bereiken van een zo constant mogelijke Me/P-verhouding.

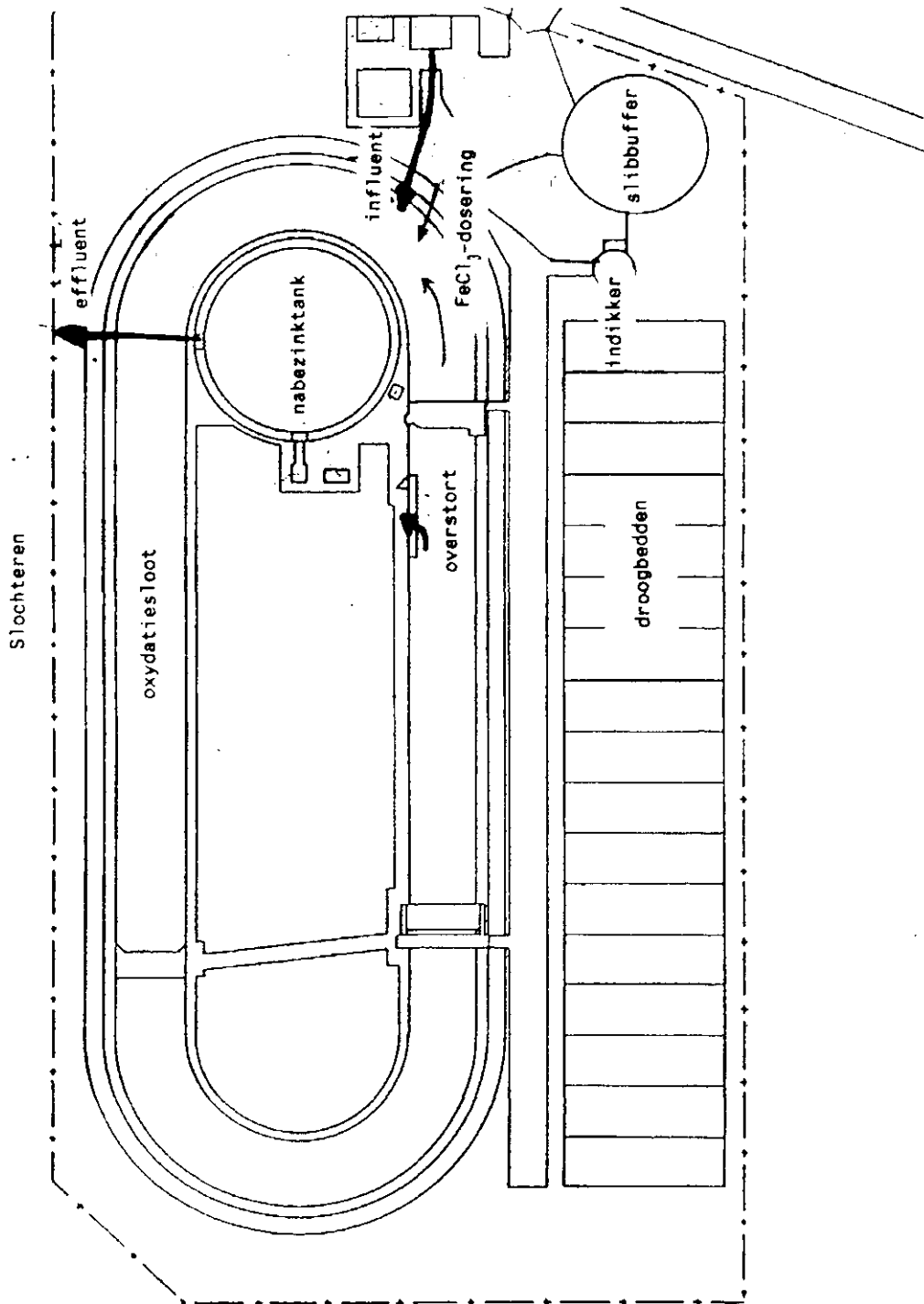
11 LITERATUUR

- [1] STORA "Werking en neveneffecten van simultane defosfatering in actieslibsystemen." STORA, Den Haag, 1991
- [2] Tessel, P.J. "Praktijkervaringen met chemische defosfatering op de Veluwe." *H<sub>2</sub>O* 9, 1988 (21), pp 223-225

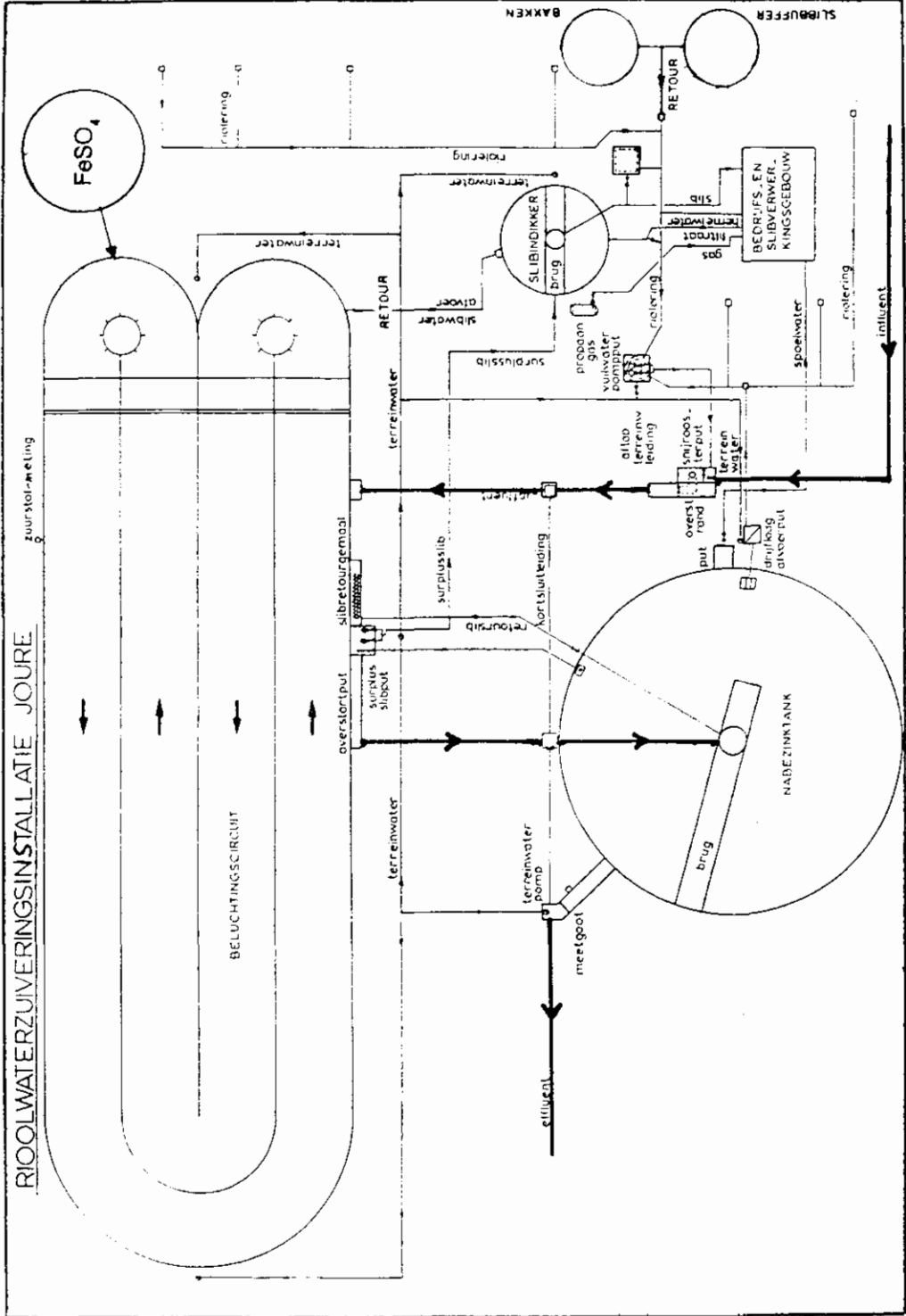
## BIJLAGEN

- Bijlage 1: Lay-outtekening van de rwzi Slochteren
- Bijlage 2: Lay-outtekening van de rwzi Joure
- Bijlage 3: Lay-outtekening van de rwzi Sneek
- Bijlage 4: Lay-outtekening van de rwzi Wolvega
- Bijlage 5: lay-outtekening van de rwzi Gieten
- Bijlage 6: Overzicht van de meetgegevens
- Bijlage 7: Wijze van de bemonstering
- Bijlage 8: SVI van rwzi Slochteren als functie van de tijd

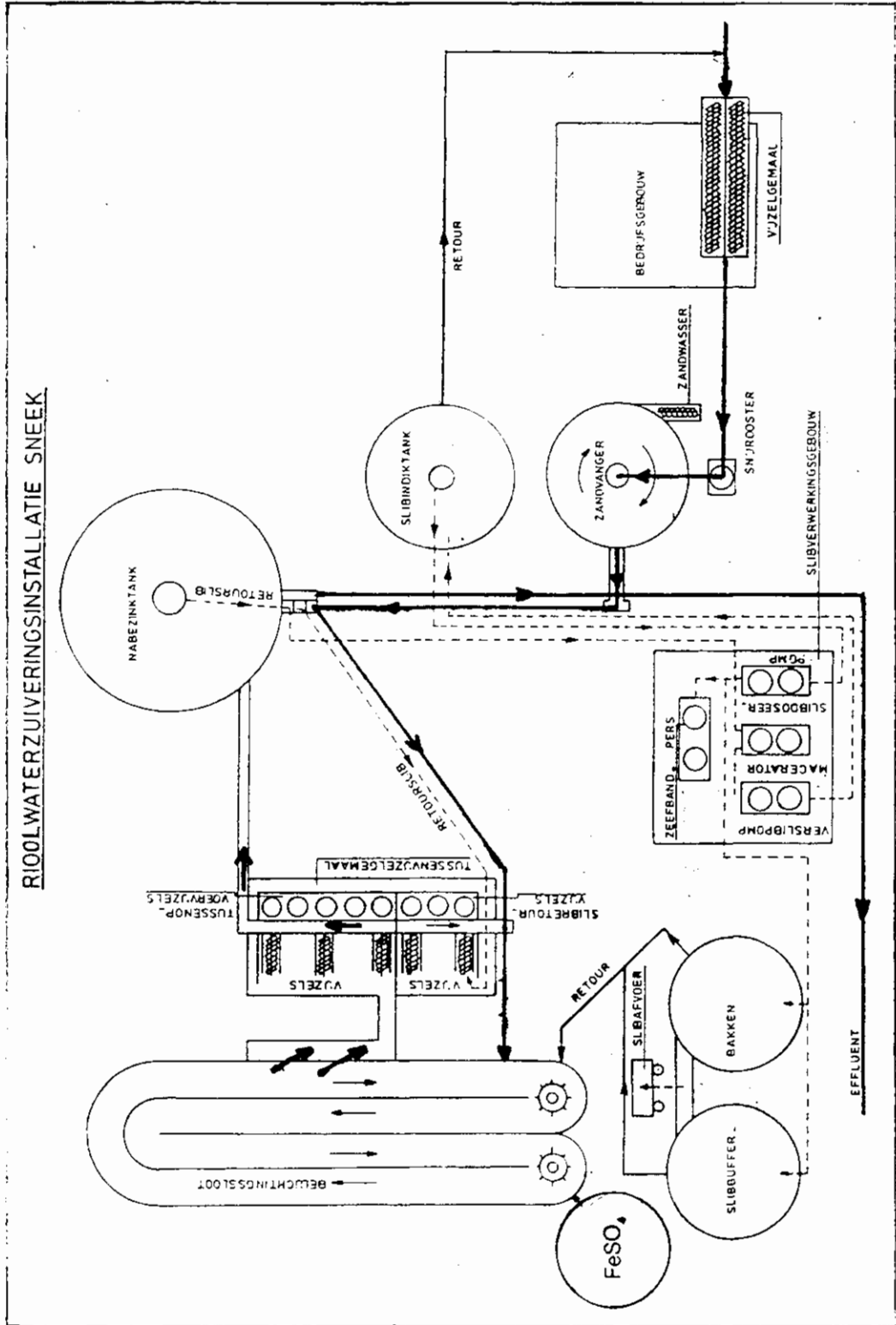
Bijlage 1: Lay-outtekening van de rwzi Slochteren



Bijlage 2: Lay-outtekening van de rwzi Joure

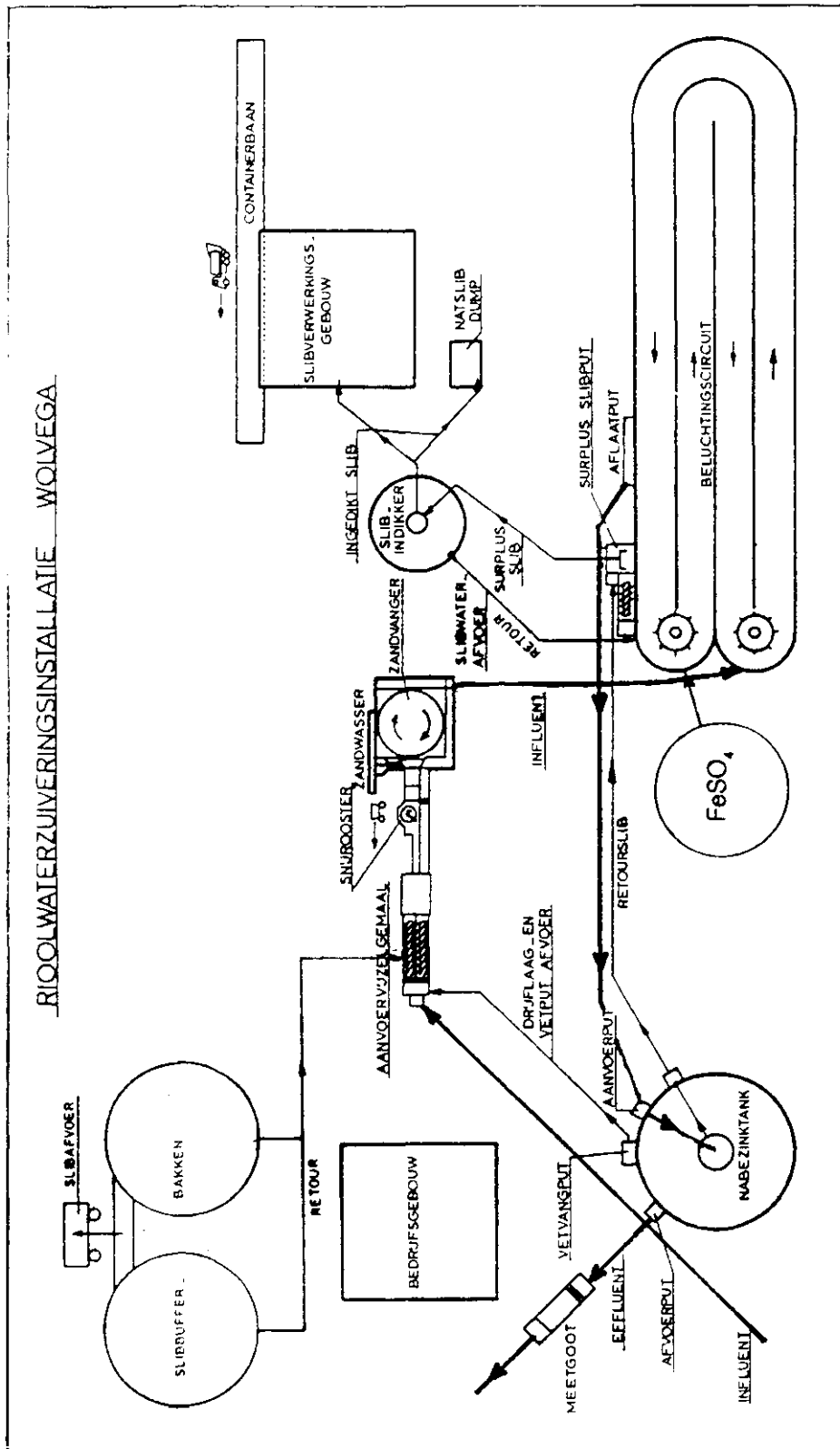


Bijlage 3: Lay-outtekening van de rwzi Sneek

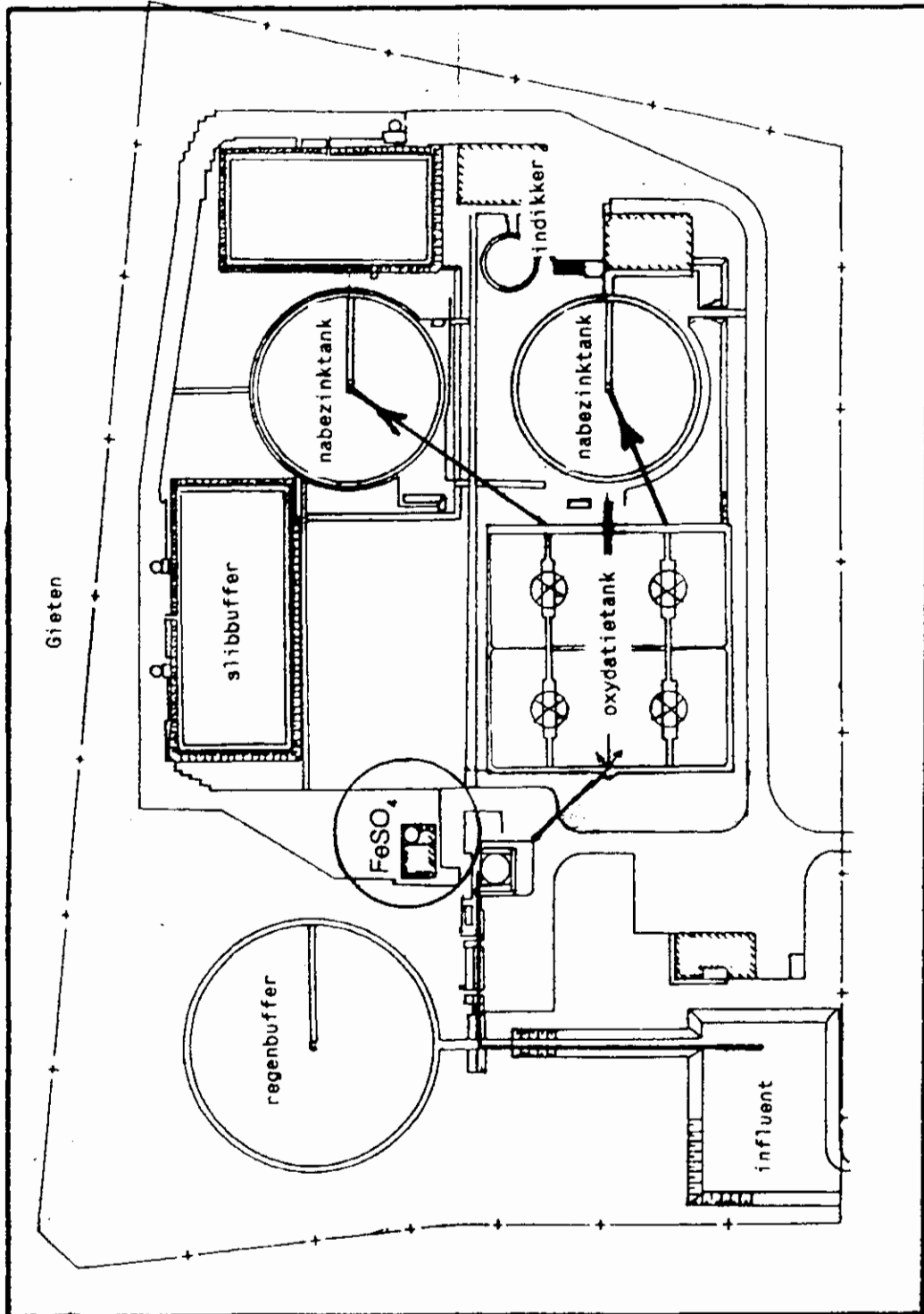




Bijlage 4: Lay-outtekening van de rwzi Wolvega



Bijlage 5: Lay-outtekening van de rwzi Gieten



Bijlage 6: Overzicht van de meetgegevens in de onderzoeksperiode

	INFLUENT		totaal-P		P/CZV-ver-		Me/P-		EFFLUENT		ortho-P		droge stof		vervlijderde	
	debit	m <sup>3</sup> /d <sup>(a)</sup>	mg P/l	kg P/d	houding	verhou-	verhou-	verhou-	total-P	P	mg P/l	mg d.s./l	mg P/l	mg P/l	mg P/l	mg P/l
	m <sup>3</sup> /d					ding	ding	ding	mg P/l	mg P/l <sup>(c)</sup>	mg P/l <sup>(d)</sup>					
<b>SLOCHTEREN</b>																
gemiddelde	1.209	1.186	7,4	9	1,7	3,0	3,0	3,0	0,7	1,4	0,6	22,2	0,1	22,2	80	
maximum	4.274		12,9	36	2,5	6,6	6,6	280	1,9	1,0	1,9	70,7	0,6	70,7	97	
minimum	65,3		2,8	3	0,5	0,0	0,0	175	0,2		0,0	0,0	0,0	0,0	55	
st. afwijking	875		2,3	6	0,4	1,8	45	45	0,4		0,4	16,7	0,1	16,7	8	
aantal	31		31	31	31	31	2,3	31	31		31	2,9	31	2,9	31	
<b>JAURE</b>																
gemiddelde	6.987	6.110	10,0	66	1,0	3,5	12,2	12,2	0,6	0,8	0,2	4,9	0,4	4,9	93	
maximum	16.609		19,0	117	1,4	10,4	148	1,5	0,6		1,3	38,0	1,0	38,0	98	
minimum	4.351		2,9	19	1,3	1,3	103	0,3	0,3		0,0	0,0	0,1	0,0	55	
st. afwijking	3.094		3,7	22	1,6	1,6	11	0,3	0,3		0,7	8,3	0,2	8,3	8	
aantal	47		46	46	46	46	37	46	46		46	46	45	46	47	
<b>SNEEK</b>																
gemiddelde	11.174	7.771	6,6	68	1,1	4,0	140	0,5	0,5	1,7	0,2	10,2	0,3	10,2	89	
maximum	32.200		12,0	280	1,2	12,1	225	1,6	0,7		0,9	63,0	0,9	63,0	97	
minimum	5.600		1,8	19	0,0	0,0	92	0,0	0,0		0,0	0,0	0,1	0,0	28	
st. afwijking	6.820		2,3	38	1,8	1,8	34	0,3	0,3		0,2	12,0	0,2	12,0	17	
aantal	47		47	547	46	46	30	46	47		45	47	45	47	46	
<b>WOLFFGA</b>																
gemiddelde	6.273	7.563	10,7	82	0,9	2,7	112	0,4	0,4	0,5	0,3	7,0	0,1	7,0	85	
maximum	25.100		17,0	161	6,3	6,3	152	1,5	0,6		1,1	36,0	0,4	36,0	93	
minimum	5.340		2,8	31	1,1	1,1	92	0,2	0,2		0,1	0,0	0,0	0,0	69	
st. afwijking	3.912		3,6	29	1,3	1,3	18	0,2	0,2		0,2	9,1	0,1	9,1	5	
aantal	36		36	36	36	36	27	36	36		36	36	36	36	34	
<b>GIJEN</b>																
gemiddelde	6.226	11.000	11,6	73	2,0	3,3	99	0,5	0,5	1,5	0,3	7,4	0,2	7,4	96	
maximum	9.351		13,0	122	2,7	4,6	135	0,7	0,9		0,5	11,0	0,3	11,0	97	
minimum	4.902		10,0	50	0,9	1,7	80	0,3	0,3		0,2	5,0	0,0	5,0	94	
st. afwijking	1.432		0,8	21	0,5	0,9	21	0,2	0,2		0,1	2,5	0,1	2,5	1	
aantal	9		9	9	9	9	6	9	9		9	9	9	9	9	

(a) gemiddelde waarde in referentieperiode  
 (b) gemiddelde P/CZV-verhouding in afvalwater Friesland 1.4%  
 (c) voortschrijdend gemiddelde over 10 opeenvolgende waarnemingen  
 (d) jaargemiddelde 1990

Bijlage 7: Wijze van de bemonstering

	Groningen	Friesland	Drenthe
influentdebiet	TP	DP	DP
totaalfosfaat in influent	TP	DP	DP
totaalfosfaat in effluent	TP	TP	DP
orthofosfaat in effluent	TP <sup>a</sup>	TP <sup>b</sup>	DP <sup>b</sup>
droge-stof in effluent	TP <sup>c</sup>	TP <sup>c</sup>	DP <sup>c</sup>

<sup>a</sup> bepaald als P-totaal na filtratie

<sup>b</sup> bepaald als P-ortho na filtratie

<sup>c</sup> bepaald als filtratierest

TP tijdproportioneel

DP debietproportioneel

Bijlage 8: SVI van rwzi Slochteren als functie van de tijd

