

stowa

HAALBAARHEIDSTUDIE VOOR
PRAKTIJKTOEPASSING

VERGAANDE VOORZUIVERING VAN AFVALWATER



RAPPORT

2003
20

Vergaande Voorzuivering van Afvalwater
Haalbaarheidstudie voor praktijktoepassing

RAPPORT

2003

20

ISBN 90.5773.229.7



stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties en het publicatie overzicht van de STOWA kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3300 CC Zwijndrecht,
TEL 078 629 33 32 FAX 078 610 610 42 87 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een duidelijk afleveradres.

COLOFON

Utrecht, maart 2004

UITGAVE STOWA, Utrecht

PROJECTUITVOERING

ir. P. de Jong (Witteveen+Bos)
dr.ir. A.F. van Nieuwenhuijzen (Witteveen+Bos)
ir. M.J. Kampschreur (Witteveen+Bos)
dr.ir. A.R. Mels (Lettinga Associates Foundation –LeAF)
ir. S. Kerstens (Lettinga Associates Foundation –LeAF)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

ir. A. de Man (voorzitter, Zuiveringschap Limburg)
ing. A.H.M. Sengers (Hoogheemraadschap van Schieland)
ir. H.H.M. Baten (Hoogheemraadschap van Rijnland)
ing. O.B. Kluyving (Waterschap Hunze en Aa's)
ing. C.E. Brandt (Dienst Waterbeheer en Rioleringsen)
ir. C.A. Uijterlinde (STOWA)

DRUK Kruyt Grafisch Advies Bureau

STOWA rapportnummer 2003-20
ISBN 90.5773.229.7

TEN GELEIDE

Waterbeheerders streven naar optimalisatie van afvalwatersystemen. Verbetering van de effluentkwaliteit tegen lagere kosten en met minder verbruik van hulpstoffen en energie is daarbij het doel. Vergaande voorzuivering van afvalwater kan hieraan in belangrijke mate bijdragen. De STOWA heeft de afgelopen jaren uitgebreid onderzoek laten uitvoeren naar de mogelijkheden van vergaande fysische, chemische en fysisch-chemische zuiveringstechnieken. In een reeks STOWA-rapporten (98-29, 2001-07, 2001-20 en 2001-21) zijn de resultaten beschreven van theoretische beschouwingen en scenario-analyses, gecombineerd met laboratorium- en pilot-plantonderzoek. De resultaten van het onderzoek bieden zicht op een sterk verhoogd effect van de voorbehandeling, waardoor het rendement van de biologische zuiveringsstap kan worden verbeterd.

In het vervolg op voornoemde onderzoeken heeft de STOWA besloten om de haalbaarheid van vergaande voorzuivering op praktijkinstallaties te laten onderzoeken. Dit rapport beschrijft de eerste fase van dit onderzoek, waarbij het influent van een aantal rwzi's wordt onderworpen aan fractionerings- en flocculatietesten. Met de resultaten van deze testen wordt een voorspelling gedaan van het effect van vergaande voorbehandeling op de samenstelling van het afvalwater en de effecten hiervan op de dimensionering en werking van de achterliggende biologische zuivering. Het voornaamste streven daarbij is om het rendement van de voorbezinking door middel van polymeerdosering zo ver te verbeteren dat met het bestaande actief-slibvolume aan de effluenteisen kan worden voldaan, terwijl zonder deze voorbehandeling uitbreiding nodig zou zijn.

Utrecht, maart 2004

De directeur van de STOWA
ir. J.M.J. Leenen

SAMENVATTING

INLEIDING EN DOELSTELLING

De voorbehandeling van stedelijk afvalwater kan worden versterkt door vlokvorming in de voorbezinking met behulp van organische polymeren. Zuiveringssystemen kunnen hierdoor compacter worden ontworpen en energiezuinig worden bedreven. Deze haalbaarheidsstudie heeft tot doel om door karakterisering van het influent en uitvoering van flocculatieproeven vast te stellen welk effect geavanceerde voorzuivering kan hebben op de afvalwatersamenstelling van specifieke rwzi's en welk perspectief dit biedt voor verbetering van het zuiveringsproces. De resultaten van dit onderzoek kunnen als opstap dienen naar toepassing van geavanceerde fysisch-chemische voorzuivering op praktijkschaal bij rwzi's die hiervoor kansrijk zijn gebleken.

WERKZAAMHEDEN

Om de effecten van geavanceerde voorzuivering op de samenstelling van het afvalwater te bepalen, zijn per rwzi fractionerings- en biodegradeerbaarheidstesten van het influent uitgevoerd. Daarnaast is op laboratoriumschaal het effect van bezinking met en zonder vlok-middeldosering op de afvalwatersamenstelling onderzocht. Om de laboratoriumtesten te verifiëren is parallel aan deze testen een twee weken durende intensieve meetcampagne naar de werking van de voorbezinking per rwzi uitgevoerd.

Per rwzi zijn (twee meetdagen per rwzi) steekmonsters en 24-uurs mengmonsters genomen van het influent direct vóór de voorbezinktank. De monsters zijn gekarakteriseerd op deeltjes volgens een in opdracht van STOWA ontwikkelde fractioneringsmethode, waarbij door filtratie over vier membraanfilters met afnemende poriëndiameters (45; 5,0; 1,0 en 0,45 μm) het monster op deeltjesgrootte wordt gekarakteriseerd. In elke diameterfractie zijn de belangrijkste afvalwatercomponenten geanalyseerd. Tevens zijn flocculatietesten uitgevoerd, waarbij een oplopende hoeveelheid organisch polymeer (hoogmoleculair polyacrylamide) aan het influent is gedoseerd. Na vlokvorming en bezinking is het supernatant vervolgens geanalyseerd op nutriënten, totaal en biodegradeerbaar CZV. Tevens is middels respirometrie de nitrificatie- en denitrificatiecapaciteit bepaald.

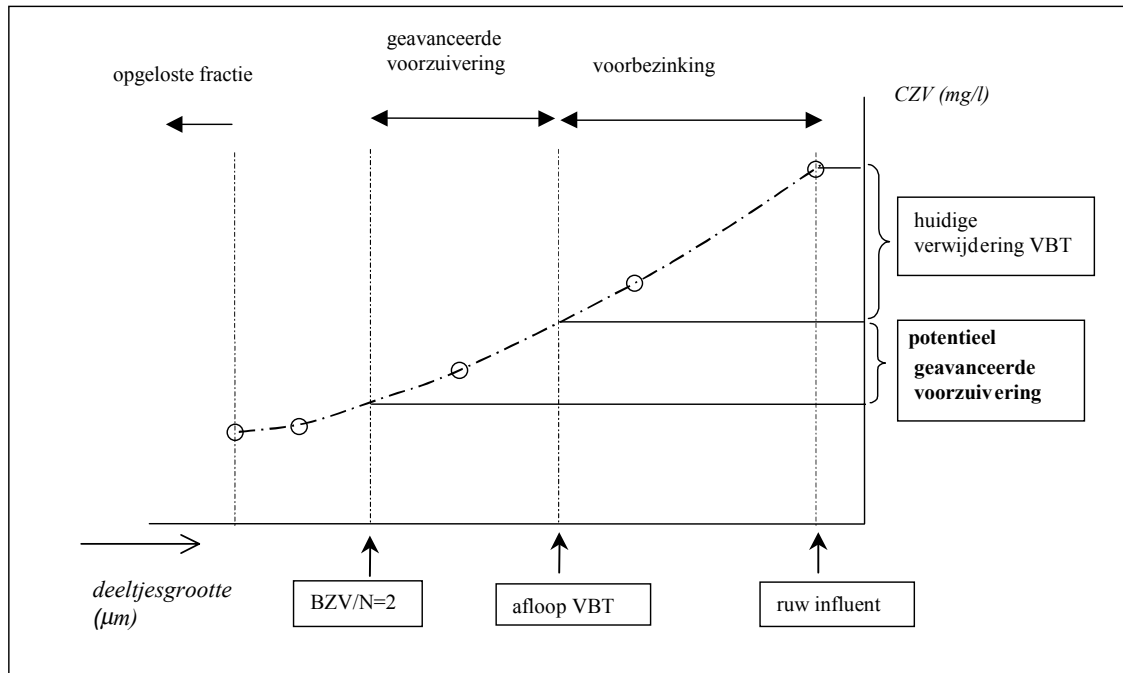
TOEPASSINGSPOTENTIEEL VAN GEAVANCEERDE VOORBEHANDELING

Voorbehandeling middels conventionele voorbezinking verwijdert de grotere deeltjesfracties in het influent. Hierdoor wordt de biologische zuivering minder belast met zuurstofbindende stof en inerte slibmassa. De belasting van de biologische zuivering kan verder worden gereduceerd door ook de fijnere deeltjes af te vangen met behulp van flocculatie.

Omdat stikstof voornamelijk in opgeloste vorm aanwezig is, heeft voorbehandeling een sterker effect op organische componenten dan op stikstof. Verdergaande voorbehandeling leidt daarom tot een verlaging in de verhouding tussen CZV en stikstof in het influent. De voorbehandeling dient echter niet zo ver te gaan dat de beschikbaarheid van biologische afbreekbare organische stof (BZV) te klein wordt voor de biologische verwijdering van nitraat en/of fosfaat. Het toepassingspotentieel van geavanceerde voorzuivering op een rwzi kan derhalve worden gekenmerkt als de hoeveelheid extra CZV-verwijdering die behaald kan worden door polymeerdosering, echter zonder dat de BZV/N-verhouding limiterend wordt voor denitrificatie. Als uiterste ondergrens wordt in deze rapportage een BZV/N-verhouding van 2 aangehouden.

In figuur A is schematisch de relatie aangegeven tussen de CZV-concentratie (verticale as) en de deeltjesgroottefractie. De hoeveelheid CZV op de y-as tussen de snijpunten van de fracties 'afloop VBT' en 'BZV/N = 2' geeft het potentieel van geavanceerde voorzuivering aan, namelijk de haalbare reductie van de biologische belasting zonder de denitrificatie onmogelijk te maken. De haalbaarheid van geavanceerde voorbehandeling zijn afhankelijk van de vorm van de curve en de benodigde PE-dosering om de gewenste CZV-verwijdering te bereiken.

AFBEELDING A BEPALING POTENTIEEL VAN TOEPASSING GEAVANCEERDE VOORZUIVERING OP BASIS VAN CZV-GEHALTE IN RELATIE TOT DEELTJESGROOTTEFRACTIE



In de fractioneringsproeven zijn de waterkwaliteitsparameters per deeltjesgroottefractie bepaald. Door de BZV/N-verhouding van de fracties te vergelijken met die van het voorbezonden water kan worden vastgesteld tot welke fractie de voorbezinking verwijderd.

De mogelijke extra CZV-verwijdering door geavanceerde voorzuivering kan worden bepaald als het verschil tussen de CZV-concentratie van het voorbezonden water. Door middel van flocculatietesten wordt vastgesteld bij welke PE-dosering voorzuivering plaatsvindt tot BZV/N=2. De CZV-concentratie bij deze PE-dosering ten opzichte van de CZV-concentratie na bezinking zonder PE-dosering geeft het potentieel voor toepassing van geavanceerde voorzuivering weer.

UITKOMSTEN

In het algemeen heeft de fractionering van het afvalwater op deeltjesgrootte (45; 5,0; 1,0; 0,45 µm) voor alle bemonsterde rwzi's gedetailleerd inzicht verschaft in de samenstelling van het afvalwaterinfluent en de verdeling van verontreinigingsparameters over de deeltjesgrootte. De uitgevoerde flocculatie- en bezinkingstesten geven een beeld van de huidige en maximaal mogelijke werking van de voorbezinktank (met of zonder ondersteunde doseringen) en de optimale polymeerdosering voor geavanceerde voorbehandeling. Daarbij wordt aangegeven dat de verdeling van verontreinigingen over deeltjes en de resultaten van flocculatietesten specifiek zijn per afvalwater en dus per rwzi verschillende uitkomsten geven. Algemene conclusies op basis van de in dit rapport beschreven resultaten zijn dan ook

niet te garanderen; de uitkomsten geven enkel een indicatie voor de mogelijkheden van vergaande voorzuivering.

Met uitzondering van de rwzi Kralingseveer zouden op onderzochte rwzi's middels vergaande voorzuivering deeltjes verwijderd kunnen worden, zonder dat de BZV/N-verhouding limiterend ($BZV/N = 2$) wordt voor een voldoende verlopende denitrificatie (tot 10 mg N/l). Op basis van de onderzoeksresultaten blijken de rwzi's Assen (onder voorbehoud van toekomstige aanvoer zuivelafvalwater) en Amstelveen het meest geschikt voor toepassing van vergaande voorzuivering middels PE-dosering. Voor de rwzi Venray kan vergaande voorzuivering een structurele capaciteitsvergroting opleveren. Voor de rwzi's Kralingseveer en Alphen-Noord lijken de mogelijkheden van vergaande voorzuivering beperkt door de relatief lage BZV/N-verhouding in de toevoer van de voorbezinktanks. Deze conclusie is enkel een indicatie van de potentie van geavanceerde voorzuivering op de rwzi's en kan met behulp van praktijkexperimenten worden getoetst.

Uit de modelmatige capaciteitsberekeningen blijkt dat bij een milde voorbehandeling (0,5 - 1 mg PE per 100 NTU per liter, aangeduid met (PE/100 NTU/l)) de belasting van de biologische zuivering zo wordt beperkt dat bij alle onderzochte rwzi's het benodigde actiefslibvolume om aan een effluenteis van 10 mg $N_{\text{ totaal}}/l$ te voldoen met 15 - 20% kan worden gereduceerd. Bij dosering van 2 mg PE/100 NTU/l blijken bij alle onderzochte rwzi's volumereducties van 20 tot 40% mogelijk. Hierbij moet wel worden aangetekend dat bij een deel van de berekeningen het anoxische deel groter wordt dan 50% van het totale AT-volume, wat uit oogpunt van lichtslibbestrijding niet wordt aanbevolen.

Uit een indicatieve kostenanalyse blijkt dat bij een standaard rwzi van circa 100.000 i.e. door een lage PE-dosering (1 mg PE/(100 NTU/l)) op een bestaande voorbezinktank circa EUR 25.000 /j kan worden bespaard op het energieverbruik van de beluchtingsinstallatie, alsmede een verhoging van de biogasproductie (niet in kosten omgerekend). Daar staat circa EUR 75.000/j aan kosten van de PE-dosering tegenover. De PE-dosering reduceert de vuilvracht dusdanig dat het benodigd beluchtingsvolume wordt verkleind; als hierdoor bouwkundige uitbreidingsmaatregelen achterwege kunnen blijven, resulteert dit in een totaal kostenvoordeel van bijna EUR 75.000/j. Om de haalbaarheid van geavanceerde voorzuivering op bestaande installaties vast te stellen zijn gedetailleerde kostenberekeningen nodig, afgestemd op de lokale situatie.

De onderzoeksresultaten zijn verwerkt in een redeneertrant waarmee per rwzi het potentieel voor toepassing van vergaande voorzuivering kan worden bepaald. De redeneertrant is een belangrijke indicatie, maar geeft geen definitief antwoord op de vraag of vergaande deeltjesverwijdering in de voorzuivering in de praktijk efficiënt is. Hiervoor is een diepgaander onderzoek naar het specifieke afvalwater noodzakelijk. Dit kan gedaan worden door een combinatie van de in dit rapport beschreven influentfractionering- en karakterisering en flocculatietesten.

AANBEVELINGEN

Om de mogelijkheden van vergaande voorzuivering op een specifieke rwzi vast te stellen wordt aanbevolen om in eerste instantie de 'redeneertrant' te doorlopen. Bij positieve indicatie dienen vervolgens gedegen flocculatietesten te worden uitgevoerd om de potentiële deeltjesverwijdering in de praktijk vast te stellen. Voor het verkrijgen van detailinformatie

over de deeltjesverdelingen en de aan deeltjes gerelateerde verontreinigingen in het influent en de afloop dient een influentfractionering uitgevoerd te worden.

Aanbevolen wordt om voor flocculatietesten en de fractionering 24 h-volumeproportionele monsters (gekoeld en binnen 12 h gefractioneerd en geanalyseerd) te nemen van de toeloop en de afloop (na verloop van berekende verblijftijd) van het te onderzoeken zuiveringsproces.

Voor een efficiënte en betrouwbare fractionering wordt aanbevolen om het vereiste monstervolume per fractie zo klein mogelijk te houden. Voorgesteld wordt om analyses van de monsters en filtraten door middel van cuvettentesten uit te voeren. Voor vergelijkend fractioneringsonderzoek zijn de cuvettentesten voldoende nauwkeurig en betrouwbaar.

Naast de afscheidingsdiameters van 45; 5,0 en 1,0 μm wordt aanbevolen om een extra fractie van ca. 20 μm te analyseren. Overwogen kan worden om de 0,45 μm fractie door een 0,1 μm te vervangen en zo de opgeloste fractie volgens de nieuwste inzichten te definiëren.

Aanbevolen wordt om CZV, N_{totaal} (of N_{kjeldahl}), P_{totaal} , troebelheid en onopgeloste bestanddelen per filtraat te analyseren. De analyses kunnen naar eigen inzicht uitgebreid worden.

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. In 2002 waren dat alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen, de provincies en het Rijk (i.c. het Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer en de Dienst Weg- en Waterbouw).

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van behoefteinventarisaties bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n vijf miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: +31 (0)30-2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl.

SUMMARY

INTRODUCTION AND OBJECTIVES

Pre-treatment of municipal wastewater can be enhanced by flocculation of particles in the pre-sedimentation tank by addition of organic polymers. Hereby, treatment systems can be designed more compactly and can be operated more energy efficiently. The aim of the STOWA project 2003-20 "Feasibility of Full-scale Application of Advanced Pre-treatment of Wastewater" was to identify the impact of advanced pre-treatment on the wastewater composition by conducting research on flocculation tests and wastewater fractionation. A further objective of this project was to identify the perspective for an optimised wastewater treatment process. The results of this research could be used for further steps into full-scale application of chemically enhanced pre-treatment of wastewater.

ACTIVITIES

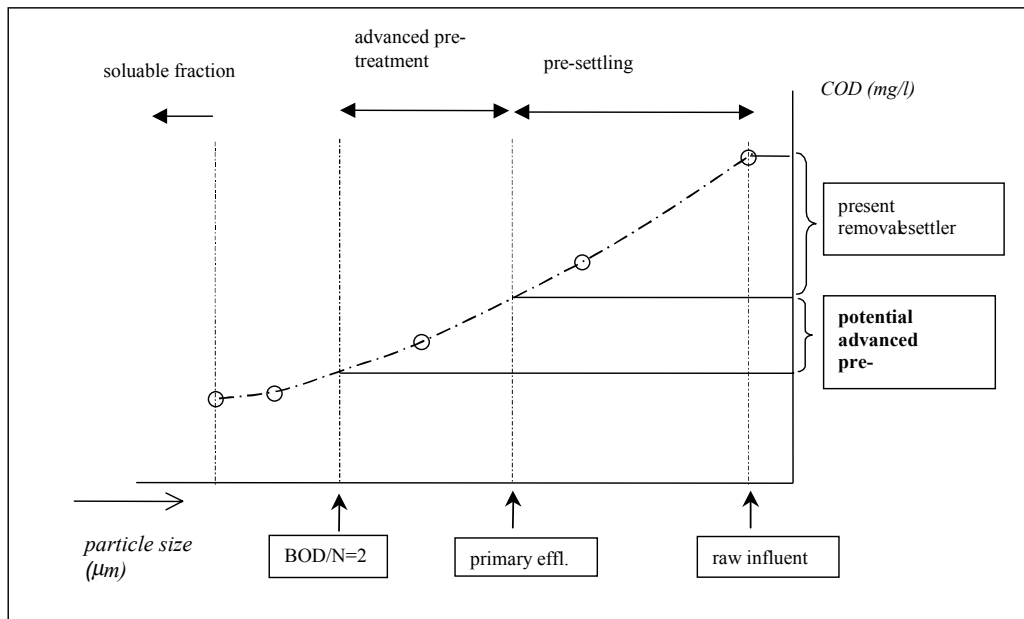
Fractionation and biodegradation tests of the influent of pre-settling tanks at municipal wastewater treatment plants were performed to determine the impact of advanced pre-treatment on the wastewater composition. In addition, the effect of sedimentation on the wastewater composition, with and without the application of flocculants was investigated in bench-scale experiments. To verify the bench-scale experiments, the performance of the full-scale sedimentation tanks was extensively monitored for a period of two weeks.

At each wastewater treatment plant grab samples and 24-hours samples were taken of the influent every two days, directly before the sedimentation tank. The samples were analysed for particle composition using a fractionation method developed by STOWA, in which the sample is filtrated over four membrane filters with decreasing pore diameters (45; 5,0; 1,0 and 0,45 μm). The pollution parameters per particle fraction were determined. The influent of the sedimentation tanks was also characterised by flocculation experiments, during which the samples were flocculated and settled using an increasing dosage of polymers (high-molecular polyacrylamide). The supernatants were analysed on nutrient composition, chemical and biodegradable COD. The nitrification and denitrification capacity was analysed by means of respirometric analysis.

Using the results of the fractionation and flocculation experiments and of the monitoring campaign of the full-scale sedimentation tanks, the potential of advanced pre-treatment for each wastewater treatment plant, based on wastewater composition, was determined. The potential was derived from the extra amount of COD that could be removed in the sedimentation tank by application of polyelectrolyte dosage. The requirement of guaranteed biological nitrogen removal (until 10 mgN/l in the effluent) defines the maximal particle removal, as a minimal BOD/N- ratio of 2 is required for full N-removal. The potential for pre-treatment can be determined based on the fractionation experiments (figure A). When the water quality parameters of all fractions are analysed, the BOD/N-ratio as a function of the particle size is known. As a result, the minimum particle size until which advanced pre-treatment can be performed, can be determined. Using the results of the monitoring campaign of the full-scale sedimentation tank, the particle size that the sedimentation tank separates up to can be determined. The difference between the COD-concentrations coupled to these two diameters is the maximum extra COD-removal that can be accomplished by advanced pre-treatment.

FIGURE A

DETERMINATION OF THE POTENTIAL FOR ADVANCED PRE-TREATMENT BASED ON FRACTIONATION EXPERIMENTS.



The potential for advanced pre-treatment was also revealed based on the flocculation tests. In that case, the poly-electrolyte dosage at which maximum pre-treatment was accomplished was determined. The COD-concentration coupled to this poly-electrolyte dosage, subtracted by the COD-concentration after sedimentation without poly-electrolyte dosage, shows the potential of advanced pre-treatment.

RESULTS

In general, the fractionation of the influent on particle size for all sampled wastewater treatment plants resulted in a detailed insight into the composition of the influent, the water quality parameters per particle size, the present and maximum removal of the sedimentation tank (with and without dosage) and the potential of advanced particle removal for the total wastewater treatment system. The conducted flocculation experiments give an insight into the practical application and indicate the optimal polymer dosage required to reach optimal particle removal at the wastewater treatment plant. It must be emphasised that the particle distribution of polluting substances and the results of the flocculation test are specific for every wastewater. This means that every wastewater treatment plant will have different results. General conclusions based on the presented results are not guaranteed; the conclusions only indicate possibilities for advanced pre-treatment.

Apart from the Kralingseveer WWTP, advanced pre-treatment until a particle diameter of 10 á 20 µm can be applied to all sampled WWTP's, without causing inhibition of denitrification due to BOD-limitation (BOD/N-ratio < 2.0 for effluent standards of 10 mg N/l). Based on results of fractionation and flocculation tests the Assen WWTP (on the condition of future supply of dairy wastewater) and the Amstelveen WWTP seem most feasible for the application of advanced pre-treatment using poly-electrolyte dosage to the sedimentation tank. At the Venray WWTP advanced pre-treatment can result in a significant increase of treatment capacity. For the WWTP's at Kralingseveer en Alphen-Noord the potential of advanced pre-treatment seems to be limited, due to the relatively low BOD/N-ratio of the influent of the sedimentation tank. These are only indicative conclusions of the potential of

STOWA IN BRIEF

The Institute of Applied Water Research (in short, STOWA) is a research platform for Dutch water controllers. STOWA participants are ground and surface water managers in rural and urban areas, managers of domestic wastewater purification installations and dam inspectors. In 2002 that includes all the country's water boards, polder and dike districts and water treatment plants, the provinces and the State.

These water controllers avail themselves of STOWA's facilities for the realisation of all kinds of applied technological, scientific, administrative-legal and social-scientific research activities that may be of communal importance. Research programmes are developed on the basis of requirement reports generated by the institute's participants. Research suggestions proposed by third parties such as centres of learning and consultancy bureaux, are more than welcome.

After having received such suggestions STOWA then consults its participants in order to verify the need for such proposed research.

STOWA does not conduct any research itself, instead it commissions specialised bodies to do the required research. All the studies are supervised by supervisory boards composed of staff from the various participating organisations and, where necessary, experts are brought in.

All the money required for research, development, information and other services is raised by the various participating parties. At the moment, this amounts to an annual budget of some five million euro.

For telephone contact STOWA's number is: (31 (0)30-2321199.
The postal address is: STOWA, P.O. Box 8090, 3503 RB, Utrecht.

E-mail: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl.

advanced pre-treatment for the specific wastewater treatment plants, which need to be verified by full-scale experiments.

Model-based capacity calculations indicate that significant volume reductions can be reached at all sampled wastewater treatment plants (at required effluent quality of $N = 10$ mg/l). The decrease in the required volume, or in other words the increase in capacity at a mild pre-treatment (0,5 - 1 mg PE per 100 NTU per litre), constitutes 15 – 20%. Dosage of 2 mg PE/100 NTU/l to the sedimentation tank results in volume reductions of 20 to 40%. In this case it is important to comply with the requirement of keeping the the anoxic compartment fraction below 50% of the total activated sludge volume, to prevent sludge bulking.

An indicative cost calculation shows that low poly-electrolyte dosage (1 mg PE/100 NTU/l) to an existing sedimentation tank results in energy savings at limited extra costs. Because an increase in treatment capacity is created, the application of advanced pre-treatment can lead to cost savings due to the prevention of extra civil construction. Detailed cost calculations on the application of advanced pre-treatment at existing wastewater treatment plants is necessary on an individual basis, depending on local conditions, to determine whether pre-treatment is feasible.

The results were analysed in this study by a matrix of aspects that need to be assessed to determine the potential of pre-treatment and by which measures the advanced pre-treatment can be applied efficiently. The list of aspects used helps to determine the potential of advanced pre-treatment at a specific treatment plant, however for a more detailed answer thorough research of the specific wastewater is necessary, using fractionation and flocculation experiments.

RECOMMENDATIONS

It is recommended to start using the list of aspects applied in this study to gain an indication of the potential of advanced pre-treatment at an existing wastewater treatment plant. Flocculation tests are necessary to determine the measures for full-scale application of advanced pre-treatment and subsequently wastewater fractionation of influent and primary effluent can determine more definitively the size distribution of particles and the related contaminants.

For the fractionation and flocculation tests, 24 hour-proportional samples (cooled and analysed within 12 hours) of the influent and effluent of the sedimentation tank should be used.

For an efficient fractionation, the use of a small sample volume per fraction is recommended. Cuvette tests can be used for analysis of samples and filtrates, as these are sufficiently accurate.

Besides the fractionation diameters of 45; 5,0 and 1,0 μm an extra fractionation at 20 μm is recommended. It can be taken into consideration to substitute 0,45 μm by 0,1 μm , to define the soluble fraction according to recent insights.

It is recommended to analyse the samples and filtrates on at least COD, N_{total} (or N_{kjeldahl}), P_{total} , turbidity and suspended solids.

VERGAANDE VOORZUIVERING VAN AFVALWATER

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
	SUMMARY	
	STOWA IN BRIEF	
1	INLEIDING	1
	1.1 Projectomschrijving	1
	1.2 Doel van het project	2
	1.3 Werkzaamheden	2
	1.4 Leeswijzer	5

2	METHODEN EN TECHNIEKEN	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Monstername en analyse tijdens intensieve meetcampagne voorbezinktank	6
2.3	Monstername en analyses voor fractionering	7
2.4	Monstername en analyses flocculatietesten	8
2.5	Bepaling van het biodegradeerbaar CZV	9
2.6	Afvalwaterkarakterisering volgens ASM1	10
3	RESULTATEN	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Beschrijving monsterdagen	11
3.3	Deeltjesfractionering	12
3.4	Flocculatie-experimenten	14
4	INTERPRETATIE VAN DE MEETRESULTATEN	16
4.1	Mogelijkheden van vergaande voorzuivering op basis van flocculatieproeven	16
4.1.1	Stap 1. Bepaling effect voorbezinking zonder PE	16
4.1.2	Stap 2: effect flocculatie op CZV-verwijdering en BZV/N-verhouding	17
4.1.3	Stap 3: potentiële extra CZV-verwijdering door vergaande voorzuivering	19
4.2	Relatie tussen troebelheid en CZV _{deeltjes}	20
5	GEVOLGEN VAN GEAVANCEERDE VOORZUIVERING VOOR RWZI'S	22
5.1	Inleiding	22
5.2	Gevolgen van vergaande voorzuivering voor actief-slibsystemen	22
5.2.1	Inleiding en aanpak	22
5.2.2	Beschrijving van de gebruikte methodiek	23
5.2.3	Resultaten	23
5.2.4	Discussie	27
5.3	Kosten	28
5.4	Redeneertrant	29
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	31
6.1	Conclusies	31
6.2	Aanbevelingen	33
7	REFERENTIES	34
8	BIJLAGEN	35
	bijlage I Referentielijst	
	bijlage II Meetlocaties	
	bijlage III Resultaten fractionering, flocculatietesten en biodegradeerbaarheid per rwzi	
	bijlage IV Bepaling van de maatgevende waterkwaliteitsparameter voor vertaling van de werking van de voorbezinktank naar deeltjesgrootte m.b.v. gegevens Kralingseveer	

1

INLEIDING

1.1 PROJECTOMSCHRIJVING

Onderzoek onder auspiciën van de STOWA [1] heeft aangetoond dat geavanceerde voorzuivering van afvalwater door toevoeging van kationische hoogmoleculaire polymeren (polyelectrolyt = PE) reeds bij lage doseringen een goede vlokvorming teweegbrengt. Hierdoor wordt een vergaande verwijdering van deeltjes met de daaraan gerelateerde verontreinigingen verkregen. Zuiveringssystemen kunnen hierdoor compact ontworpen, en energiezuinig bedreven worden [1, 2, 3, 4]. Voorbeelden van toepassing van polymeren op de voorzuivering in Nederland zijn de F.A.S.T.-dosering (combinatie van metaalzout en anionisch en kationisch polymeer) op de rwzi Dokhaven en de rwzi Tollebeek.

De effecten van geavanceerde voorbehandeling op de verschillende aspecten van de rwzi worden kwalitatief weergegeven in

Tabel 1.1. Samenvattend leidt geavanceerde voorzuivering tot een hogere primair-slibproductie, een lager energieverbruik (met name door minder beluchting en terugwinning via hogere biogasproductie) en een hoger chemicaliënverbruik (organisch polymeer (aangeduid als PE) of precipitatiezouten). Doordat er minder vuilast naar het actief-slibgedeelte wordt overgedragen, kan dit kleiner gebouwd worden waardoor de investeringskosten dalen. Een bestaande installatie kan bij het invoeren van vergaande voorzuivering hoger belast worden.

TABEL 1.1 EFFECTEN VAN VOORBEHANDELING OP VERSCHILLENDE ASPECTEN VAN DE RWZI

Onderwerp	conventionele voorzuivering (bezinking)	geen voorzuivering	chemisch ondersteunde voorzuivering (Me-precipitatie)	vergaande voorzuivering (PE-dosering)
kwaliteit/samenstelling - afloop voorbezinktank - effluent uit nabezinktank	neutraal goed	nvt goed	zeer goed goed*	zeer goed goed*
defosfatering	bio-P	bio-P	chemisch P	bio-P
slibproductie - productie primair en secundair slib ** - verhouding primair / secundair slib	neutraal $\frac{1}{3} : \frac{2}{3}$	neutraal 0 : 1	hoger $\frac{2}{3} : \frac{1}{3}$	neutraal $\frac{1}{2} : \frac{1}{2}$
energieverbruik - voorzuivering - (biologische) zuivering - overall	neutraal neutraal neutraal	nvt hoog hoog	neutraal laag laag	neutraal laag laag
chemicaliënverbruik	nvt	nvt	hoog (coagulant, mogelijk C-bron)	hoog (PE, mogelijk C-bron)

* mits voldoende BZV beschikbaar is voor denitrificatie

** vóór vergisting en ontwatering; de finale reststofproductie na gisting en ontwatering is een onderzoeksvraag

Waterschappen kunnen door toepassing van geavanceerde voorzuivering heersende of te verwachten capaciteitsproblemen oplossen en investeringen opschorten. Daarnaast wordt bij ver- of nieuwbouw van zuiveringen vergaande voorzuivering als een optie beschouwd om (tijdelijk) extra zuiveringscapaciteit te creëren. De mogelijkheid om met een geoptimaliseerde PE-dosering flexibel, kostenefficiënt en zonder chemisch-slibproductie in te spelen op variaties en veranderende prognoses in de afvalwateraanvoer wordt daarbij als voordeel gezien.

1.2 DOEL VAN HET PROJECT

Deze haalbaarheidsstudie heeft tot doel om door karakterisering van het influent en uitvoering van flocculatieproeven vast te stellen welk effect geavanceerde voorzuivering kan hebben op de afvalwatersamenstelling van specifieke rwzi's en welk perspectief dit biedt voor verbetering van het zuiveringsproces. De resultaten van dit onderzoek kunnen als opstap dienen naar toepassing van geavanceerde fysisch-chemische voorzuivering op praktijk-schaal bij rwzi's die hiervoor kansrijk zijn gebleken.

Middels in STOWA-verband ontwikkelde methodieken wordt per afvalwater het effect van geavanceerde voorzuivering op de samenstelling van voorbehandeld afvalwater bepaald en worden de gevolgen voor achterliggende zuiveringsprocessen geïdentificeerd [1, 2, 3, 4]. De te hanteren methodieken zijn gebaseerd op fractionerings- en biodegradeerbaarheidstesten van influent en worden onder laboratoriumomstandigheden uitgevoerd. Door modelmatige analyse van de testresultaten, wordt de potentie van geavanceerde voorbehandeling op het gehele zuiveringsproces bepaald en wordt het nut van praktijktoepassing inzichtelijk gemaakt.

1.3 WERKZAAMHEDEN

Om de effecten van geavanceerde voorzuivering op de samenstelling van het afvalwater te bepalen, zijn per rwzi fractionerings- en biodegradeerbaarheidstesten van het influent uitgevoerd. Daarnaast is op laboratoriumschaal het effect van bezinking met en zonder vlok-middeldosering op de afvalwatersamenstelling onderzocht. Om de laboratoriumtesten te verifiëren is parallel aan deze testen een twee weken durende intensieve meetcampagne naar de werking van de voorbezinking per rwzi uitgevoerd.

TABEL 1.2 TESTEN DIE ZIJN UITGEVOERD IN HET KADER VAN DIT STOWA-PROJECT

bepaling	monster	bewerking	analyses
Praktijkwerking voorbe-zinking	VBT _{in} en VBT _{uit}	nvt	CZV, BZV, N, P, zwevende stof, troebelheid, geleidbaarheid
Fractionering	VBT _{in} *	fractionering op deeltjesgrootte	CZV, BZV, N, P, zwevende stof, troebelheid, geleidbaarheid
Flocculatie	VBT _{in} *	flocculatie en bezinking	CZV, BZV, BCZV (zie §2.5), N, P, zwevende stof, troebelheid, geleidbaarheid

* INFLUENT + TERREINWATER + RETOURSTROMEN

PRAKTIJKWERKING VOORZUIVERING PER RWZI

Per rwzi is gedurende twee weken de werking van de voorbezinktanks gemonitord. Hierbij zijn het debiet en waterkwaliteitsparameters van het influent, retourstromen, aanvoer van de voorbezinktank en de afloop van de voorbezinktank gemeten.

FRACTIONERING

Op de rwzi zijn per meetdag (twee meetdagen per rwzi) één steekmonster en één 24-uurs mengmonster genomen van het influent direct vóór de voorbezinktank. Het influent van de voorbezinktank omvat op de meeste rwzi's het ruwe influent van de zuivering plus de retourstromen. De monsters zijn gekarakteriseerd op deeltjes volgens een in opdracht van STOWA ontwikkelde fractioneringsmethode [3, zie

Afbeelding 2.1]. Hierbij vindt fractionering van het afvalwater plaats door filtratie over vier membraanfilters met afnemende poriëndiameters (45, 5, 1 en 0,45 µm). Met deze karakterisering is onderzocht welke afvalwatercomponenten voorkomen in elke diameterfractie.

Aan de hand hiervan kan worden berekend welk effect voorzuivering zal hebben op de waterkwaliteitsparameters.

FLOCCULATIETESTEN EN BIODEGRADEERBAARHEID

Per meetdag zijn flocculatietesten uitgevoerd met hetzelfde monster van het influent dat in de fractioneringsexperimenten is onderzocht. Het monster is met behulp van een bekerglas-apparaat geflocculeerd en bezonken, waarbij een oplopende hoeveelheid organisch polymeer (hoogmoleculair polyacrylamide) is gedoseerd. De supernatanten zijn vervolgens geanalyseerd op chemisch en biodegradeerbaar CZV en nitrificatie- en denitrificatiecapaciteit middels respirometrie. Bovendien is de nutriëntensamenstelling vastgesteld.

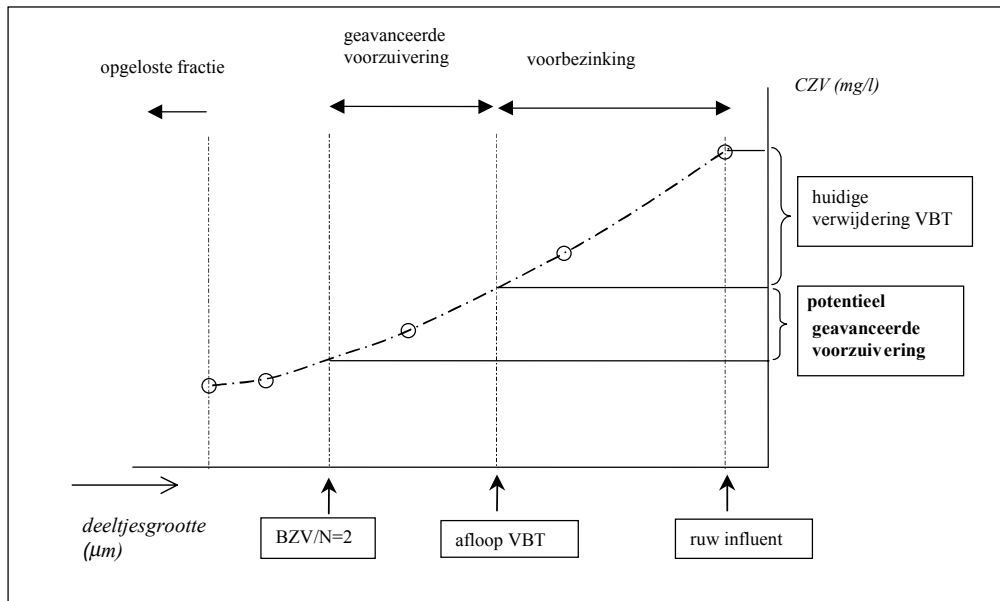
INTERPRETATIE VAN DE RESULTATEN VAN DE FRACTIONERINGS- EN FLOCCULATIE-EXPERIMENTEN EN MEETCAMPAGNE TOEPASSINGSPOTENTIEEL VAN GEAVANCEERDE VOORBEHANDELING

Voorbehandeling middels conventionele voorbezinking verwijdert de grotere deeltjesfracties in het influent. Hierdoor wordt de biologische zuivering minder belast met zuurstofbindende stof en inerte slibmassa. De belasting van de biologische zuivering kan verder worden gereduceerd door ook de fijnere deeltjes af te vangen met behulp van flocculatie.

Omdat stikstof voornamelijk in opgeloste vorm aanwezig is, heeft voorbehandeling een sterker effect op organische componenten dan op stikstof. Verdergaande voorbehandeling leidt daarom tot een verlaging in de verhouding tussen CZV en stikstof in het influent. De voorbehandeling dient echter niet zo ver te gaan dat de beschikbaarheid van biologische afbreekbare organische stof (BZV) te klein wordt voor de biologische verwijdering van nitraat en/of fosfaat. Het toepassingspotentieel van geavanceerde voorzuivering op een rwzi kan derhalve worden gekenmerkt als de hoeveelheid extra CZV-verwijdering die behaald kan worden door polymeerdosering, echter zonder dat de BZV/N-verhouding limiterend wordt voor denitrificatie. Als uiterste ondergrens wordt in deze rapportage een BZV/N-verhouding van 2 aangehouden.

In figuur A is schematisch de relatie aangegeven tussen de CZV-concentratie (verticale as) en de deeltjesgroottefractie. Daarbij is tevens aangegeven welke fractie nog juist door voorbezinking kan worden verwijderd en bij welke fractie de BZV/N-verhouding de grenswaarde van 2 bereikt. De hoeveelheid CZV op de y-as tussen de snijpunten van de fracties 'afloop VBT' en 'BZV/N = 2' geeft het potentieel van geavanceerde voorzuivering aan, namelijk de haalbare reductie van de biologische belasting zonder de denitrificatie onmogelijk te maken. De haalbaarheid van geavanceerde voorbehandeling zijn afhankelijk van de vorm van de curve en de benodigde PE-dosering om de gewenste CZV-verwijdering te bereiken.

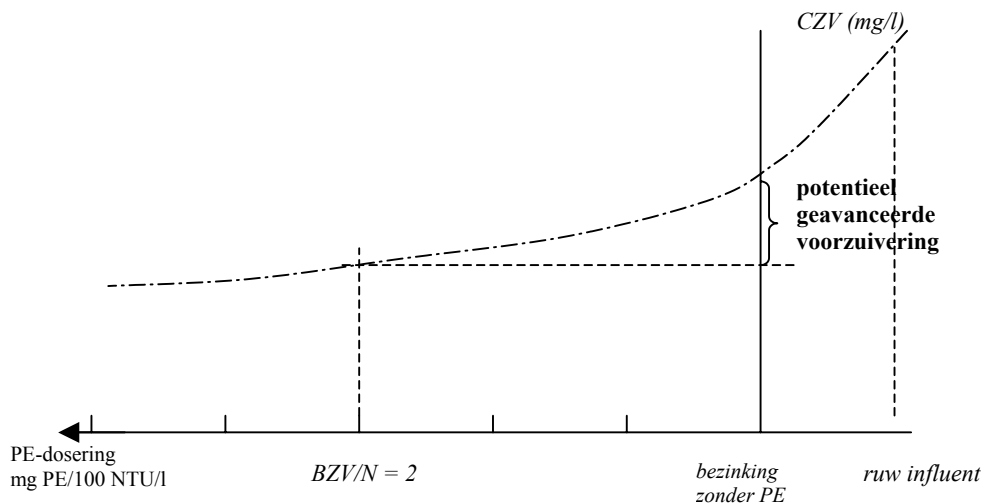
AFBEELDING 1.1 BEPALING POTENTIEEL VAN TOEPASSING GEAVANCEERDE VOORZUIVERING OP BASIS VAN INFLUENTFRACTIONERING



In de fractioneringsproeven zijn de waterkwaliteitsparameters per deeltjesgroottefractie bepaald. Door de BZV/N-verhouding van de fracties te vergelijken met die van het voorbezonden water kan worden vastgesteld tot welke fractie de voorbezinking verwijderd. De extra CZV-verwijdering die met behulp van geavanceerde voorzuivering behaald kan worden kan worden bepaald als het verschil tussen de CZV-concentratie van het voorbezonden water en van de fractie met BZV/N = 2.

Het potentieel van geavanceerde voorbehandeling kan ook bepaald worden op basis van de flocculatietesten. In dat geval wordt bekeken bij welke PE-dosering voorzuivering plaatsvindt tot BZV/N=2. De CZV-concentratie bij deze PE-dosering ten opzichte van de CZV-concentratie na bezinking zonder PE-dosering geeft het potentieel voor toepassing van geavanceerde voorzuivering weer.

AFBEELDING 1.2 BEPALING POTENTIEEL VOOR TOEPASSING VAN GEAVANCEERDE VOORZUIVERING OP BASIS VAN FLOCCULATIE-EXPERIMENTEN



HAALBAARHEIDSTUDIE EN EVALUATIE

De verkregen gegevens zijn geïnterpreteerd met behulp van het actief-slibmodel No. 1 en het HSA-model. Hierbij is voor een standaard rwzi per polymeedosering (mits BZV/N in afloop VBT ≥ 2) de benodigde dimensionering van het actief-slibstelsysteem berekend waarmee kan worden voldaan aan een effluenteis van 10 mg N _{totaal}/l. Daarbij zijn tevens de slibproductie en het energieverbruik van de beluchting berekend. Per rwzi zijn de milieucriteria en kosten van vergaande voorzuivering indicatief bepaald. De haalbaarheid van geavanceerde voorbehandeling is op basis van deze gegevens beoordeeld.

1.4 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 beschrijft de proefopzet met de methodiek van monsternamen, fractionering en analyses. Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten van de fractionering en flocculatietesten per rwzi, waarna in hoofdstuk 4 de uitkomsten worden geïnterpreteerd. Hoofdstuk 5 geeft inzicht in de gevolgen van geavanceerde voorzuivering voor rwzi's. In hoofdstuk 6 worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

2

METHODEN EN TECHNIEKEN

2.1 INLEIDING

Voor het onderzoek zijn tussen december 2002 en maart 2003 op vijf rwzi's meetcampagnes uitgevoerd. Daarbij is gedurende twee weken het influent van de voorbezinktank tweemaal bemonsterd voor fractionerings-, flocculatie- en afbreekbaarheidstesten. Tevens is de werking van de voorbezinktank geanalyseerd aan de hand van dagelijkse monsters van toevoer en afloop. Het monsternamepunt van de toevoer van de voorbezinktank is zo gekozen dat de toevoer van de voorbezinktank inclusief retour- en rejectiewaterstromen is bemonsterd.

De volgende rwzi's zijn bemonsterd:

- rwzi Kralingseveer (Hoogheemraadschap van Schieland);
- rwzi Assen (Waterschap Hunze en Aa's);
- rwzi Alphen – Noord (Hoogheemraadschap van Rijnland);
- rwzi Amstelveen (Dienst Waterbeheer en Riolerings);
- rwzi Venray (Zuiveringschap Limburg).

De rwzi's worden uitgebreid beschreven in de bijlage II: Meetlocaties.

2.2 MONSTERNAME EN ANALYSE TIJDENS INTENSIEVE MEETCAMPAGNE VOORBEZINKTANK

Ter vergelijking met de gegevens van de influentfractionering en de flocculatie- en bezinkingsproeven is in de weken van de monstername een intensieve meetcampagne per rwzi over één voorbezinktank uitgevoerd. Gedurende de twee weken zijn dagelijks (werkdag) 24-uursmonsters genomen van (1) influent, (2) toevoer voorbezinktank (met alle retourstromen) en (3) afloop van de voorbezinktank (het primaire effluent). Tevens zijn zoveel mogelijk de retourstromen geanalyseerd. Deze meetcampagne is uitgevoerd door de betrokken waterschappen.

De monsters zijn in een door STERlab gecertificeerd laboratorium geanalyseerd op:

- CZV
- BZV₅²⁰
- N_{totaal}
- N_{kjeldahl}
- NH⁴-N
- P_{totaal}
- P_{ortho}
- Zwevende stof
- Geleidbaarheid
- Chloride
- pH

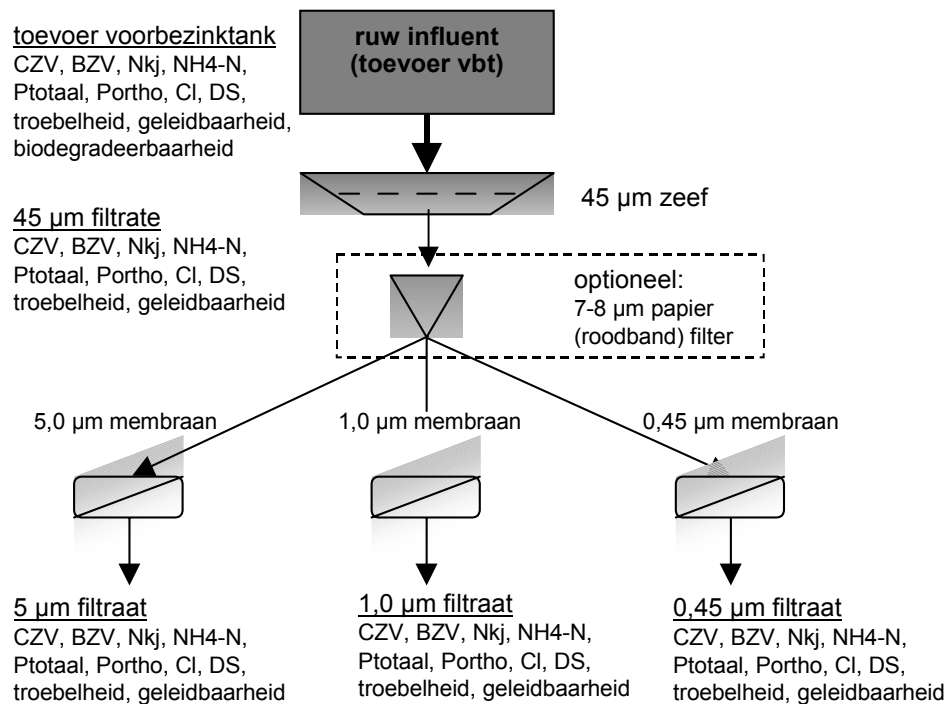
Van alle afvalwaterstromen die de voorzuivering betreffen is het debiet zo nauwkeurig mogelijk vastgelegd in m³/h en m³/dag. Tevens zijn gedurende de twee meetweken dagelijks de bedrijfsvoering van pompen, aanvoer van externe afvalstromen, slibverwerking (PE-dosering, ontwateringsgraad, filtraatkwaliteit) en werking van de rwzi vastgelegd.

2.3 MONSTERNAME EN ANALYSES VOOR FRACTIONERING

Voor de fractioneringstesten is circa 10 liter genomen uit het 24-uurs monster van de toevoer van de voorbezinktank. Daarnaast is een 10 liter steekmonster van de toevoer van de voorbezinktank genomen op het meest representatieve tijdstip.

De monsters zijn gefractioneerd op deeltjesgrootte door filtratie over 45 µm (rvs zeef), 5 µm (membraanfilter, Schleicher & Schuell AE98), 1,0 µm (membraanfilter Schleicher & Schuell RC-L 60) en 0,45 µm (membraanfilter Schleicher & Schuell NC 45) volgens het schema in Afbeelding 2.1.

AFBEELDING 2.1 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE TOEGEPASTE FRACTIONERINGMETHODE (DS = FILTRATIEREST)



Vanuit de fractionering zijn vijf fracties te onderscheiden:

- ruw afvalwaterinfluent: deeltjes tot ca. 750 µm;
- bezinkbare fractie: deeltjes groter dan 45 µm;
- gesuspendeerde fractie: deeltjes tussen 5,0 en 45 µm;
- supra-colloïdale fractie: deeltjes tussen 1,0 en 5,0 µm;
- colloïdale fractie: deeltjes tussen 0,45 en 1,0 µm;
- opgeloste fractie: kleiner dan 0,45 µm.

Deze fracties zijn via de zuiveringsbeheerder in een door STERlab gecertificeerd laboratorium op de onderstaande parameters geanalyseerd:

- CZV
- BZV₅²⁰
- N_{totaal}
- N_{kjeldahl}
- NH₄-N
- P_{totaal}
- P_{ortho}
- Zwevende stof
- Geleidbaarheid
- Chloride
- Troebelheid
- pH

Voor de fractionering van deeltjes kleiner dan 5 µm is een vacuümfiltratie-installatie gebruikt.

2.4 MONSTERNAME EN ANALYSES FLOCCULATIETESTEN

Tijdens de twee weken meetperiode op de vijf rwzi's is per rwzi tweemaal een monster van het influent van de voorbezinktank (bij voorkeur 24h mengmonster van hetzelfde tijdstip als het monster voor de flocculatietesten) naar de Proefhal Milieutechnologie Bennekom (Wageningen Universiteit) vervoerd. Direct na aankomst (binnen ca. 2 uur na monstername) is het monster verdeeld over vijf bekersglazen in een bekersglasopstelling.

Het gebruikte polymeer is een kationisch polyacrylamide (*Cytec*) met molecuulgewicht $8 \cdot 10^6$ g/mol en een ladingsgraad van 24%. Dit poedervormig polymeer is opgelost in een basisoplossing van 1 g/l in kraanwater en vervolgens gedurende 24 h geroerd om de oplossing te laten 'rijpen' om optimale ontvouwing van de polymeerketens te verkrijgen. Om de polymerdosering af te stemmen op de kwaliteit van het afvalwater is van het influent de troebelheid gemeten. Op basis van de influenttroebelheid is de hoeveelheid toegevoegd polymeer berekend. Bij de flocculatietesten van de rwzi's Kralingseveer, Assen, Alphen-Noord en Amstelveen zijn de doseringen 0, 2, 4, 6 en 8 mg PE/100 NTU/l gebruikt. Omdat bleek dat reeds bij 2 mg PE/100 NTU/l een verregaande verwijdering werd bereikt, zijn bij rwzi Venray lagere doseringen toegepast van 0,5; 1, 2, 3 en 4 mg PE/100 NTU/l.

Bij het toevoegen van het polymeer is de inhoud van de bekersglazen gedurende 25 seconden op hoge snelheid (300 rpm) gemengd. Vervolgens is 180 seconden langzaam geroerd (50 rpm) om optimale vlokvorming te verkrijgen. De monsters (supernatant) zijn na 15 minuten bezinktijd genomen via een hevelsysteem.

Het supernatant van de verschillende monsters is geanalyseerd op:

- troebelheid (WW Turbo 550 meter);
- CZV_{totaal} en CZV_{opgelost} (< 0,1 µm; NC 10 membraan filter, Schleicher&Schuell); de metingen zijn uitgevoerd met de analysemethode van dr. Lange groep;
- vluchtige vetzuren, geanalyseerd op een gaschromatograaf (HP model 5890A);
- de respiratie is gemeten met behulp van een Oxitopdruksysteem (WTW);
- totaal N is gemeten met een Dr. Lange analysemethode;
- de NH₄⁺ en P_{ortho} concentraties zijn bepaald op de auto-analyser (Skalar);

- totaal P is gemeten volgens de methode van destructie en oxidatie tot P_{ortho} met zwavelzuur en meting hiervan op de auto-analyser (*Skalar*).

2.5 BEPALING VAN HET BIODEGRADEERBAAR CZV

In STOWA 96-08 [6] wordt uitgegaan van een reeks van BZV-metingen op verschillende tijdstippen. Voor elk van de meetwaarden dient op de beoogde dag een BZV-fles geopend te worden waarna het zuurstofverbruik van het afvalwater in de specifieke meetperiode wordt bepaald. In dit onderzoek is het BCZV van de verschillende afvalwatermonsters bepaald met Oxitop-drukmeters. Met deze meter is het mogelijk om het biologisch zuurstofverbruik (BZV) van een afvalwatermonster gedurende de meetperiode continu te meten aan de hand van de afname van de druk. Tijdens het oxidatieproces wordt zuurstof geconsumeerd onder vorming van CO_2 . Omdat CO_2 de druk zal laten toenemen, wordt natronloog of natronkalk toegevoegd, waardoor het gevormde CO_2 wordt afgevangen. Om te voorkomen dat tijdens de test de zuurstofoverdracht van de gas- naar de vloeistoffase limiterend wordt, moet het monster gedurende de hele test goed gemengd worden.

Het is gebleken [6] dat het BZV op een willekeurig tijdstip (BZV_t) beschreven kan worden met een e-macht die uiteindelijk de $\text{BZV}_{\text{totaal}}$ -waarde benadert (vergelijking 1).

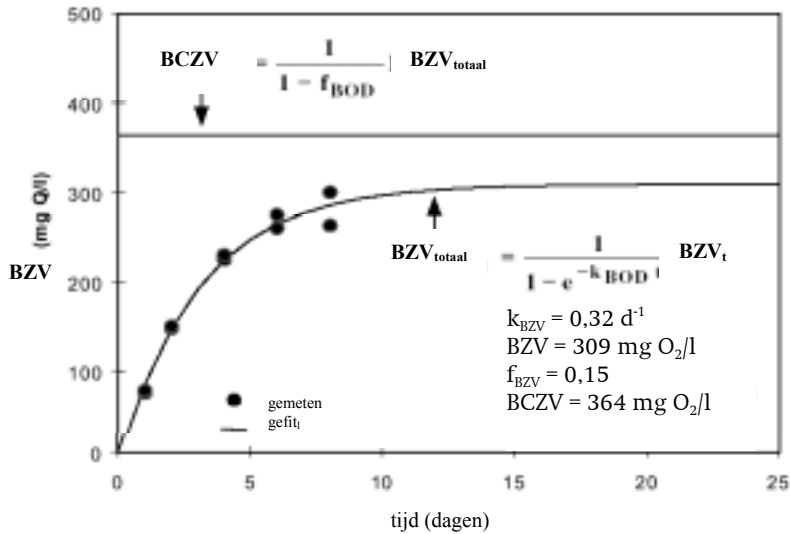
$$\text{BZV}_t = \left(1 - e^{-k_{\text{BZV}} t}\right) \text{BZV}_{\text{totaal}} \quad (1)$$

De k_{BZV} waarde is een eerste orde constante die voor stedelijk afvalwater in Nederland een waarde kan hebben tussen 0,15 en 0,8 d^{-1} . In MS Excel zijn met de som van de kleinste kwadraten functie (solver) op basis van de experimentele gegevens de waarden van $\text{BZV}_{\text{totaal}}$ en k_{BZV} bepaald.

Tijdens de BZV-meting vindt groei en afbraak van biomassa plaats. Daardoor wordt een deel van het biodegradeerbaar CZV omgezet tot een inerte CZV-fractie, met als gevolg een onderwaardering van de oorspronkelijke BCZV-fractie (zie uitleg in definitielijst in Hoofdstuk 8). Daarom moet de gesimuleerde $\text{BZV}_{\text{totaal}}$ fractie nog gecorrigeerd worden met een fractie f_{BZV} . Het BCZV van het afvalwater is vervolgens berekend met behulp van vergelijking 2:

$$\text{BCZV} = \frac{1}{1 - f_{\text{BZV}}} \text{BZV}_{\text{totaal}} \quad (2)$$

De waarde van f_{BZV} bedraagt 0,10 – 0,15 [7]. In Afbeelding 2.2 is een grafische weergave gegeven van de BCZV-bepaling.

AFBEELDING 2.2 GRAFISCHE WEERGAVE VAN DE k_{BZV} , BZV_{tot} EN $BCZV$ BEPALING [7]

2.6 AFVALWATERKARAKTERISERING VOLGENS ASM1

De organische vervuiling in afvalwater is voor het onderhavige onderzoek volgens het actief-slibmodel 1 (ASM1) verdeeld in de volgende fracties:

- S_s = opgelost, (snel) biodegradeerbaar CZV;
- S_i = opgelost, inert CZV;
- X_s = niet-opgelost, (langzaam) biodegradeerbaar CZV;
- X_i = niet-opgelost, inert CZV;
- X_h = heterotrofe biomassa in het influent.

Voor de afvalwaterkarakterisering die is uitgevoerd in het kader van dit onderzoek is de methodiek gevolgd zoals beschreven in het STOWA-rapport Methoden voor influentkarakterisering: inventarisatie en richtlijnen [6] en het artikel van Roeleveld en Van Loosdrecht [7]. De basis voor deze karakterisering is een combinatie van de CZV-fractionering en BZV-gegevens:

- er is onderscheid gemaakt naar opgelost CZV ($< 0,1\mu\text{m}$) en deeltjes-CZV ($> 0,1\mu\text{m}$), hiervoor is een aanvullende fractioneringsstap over een $0,1 \mu\text{m}$ membraan noodzakelijk;
- de biodegradeerbare CZV-fractie (afgekort als BCZV) is bepaald middels respirometrische analyses met een Oxitop-drukmeter.

Conform STOWA 96-08 [6] is in het hier beschreven onderzoek de volgende karakterisering van het afvalwater gebruikt:

1. S_i is bepaald op basis van het opgelost CZV in het effluent van rwzi's; hierbij bedraagt S_i 0,9 maal het opgelost CZV_{effluent} ;
2. S_s is bepaald door de fractie S_i af te trekken van het totaal opgeloste CZV in het influent;
3. X_s is bepaald door de fractie S_s af te trekken van het biodegradeerbaar CZV;
4. X_i is bepaald met de vergelijking $X_i = CZV_{\text{inf. tot}} - S_s - S_i - X_s$.

In deze methode van karakterisering is aangenomen dat de heterotrofe biomassafractie X_h in het influent verwaarloosbaar klein is. Voor berekening van de waarde S_i is in dit onderzoek uitgegaan van een CZV van $45 \text{ mg O}_2/\text{l}$ vermenigvuldigd met een factor 0,9.

De gebruikte waarde van $45 \text{ mg O}_2/\text{l}$ is de gemiddelde waarde voor CZV in het effluent van Nederlandse rwzi's [7].

3

RESULTATEN

3.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het experimentele onderzoek beschreven. Hierbij wordt een algemeen beeld van de uitkomsten van de fractionering- en flocculatie-experimenten gepresenteerd. De gedetailleerde resultaten per rwzi zijn in bijlage II opgenomen.

3.2 BESCHRIJVING MONSTERDAGEN

Zoals beschreven in hoofdstuk 2 is per rwzi gedurende twee weken een intensieve meetcampagne uitgevoerd. In deze twee weken zijn gedurende twee dagen flocculatie- en fractioneringsexperimenten uitgevoerd op de toevoer van de voorbezinktank. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de data waarop de intensieve meetcampagne werd uitgevoerd.

TABEL 3.1 PERIODE VAN DE MEETCAMPAGNE PER RWZI

rwzi	datum
Kralingseveer	2 - 13 december 2002
Assen	15 - 23 januari 2003
Alphen-Noord	5 - 12 februari 2003
Amstelveen	18 - 26 februari 2003
Venray	20 - 27 maart 2003

De deeltjesfractioneringsexperimenten zijn bij voorkeur uitgevoerd met volumeproportionele 24-uursmonsters én steekmonsters. De steekmonsters zijn in het algemeen om 9.00 h genomen. De flocculatie-experimenten zijn zoveel mogelijk uitgevoerd met volumeproportionele 24-uursmonsters. In het algemeen heerste tijdens monsternamen dwa-condities. Door storingsproblemen van het zuiveringsproces of de monsternamen is dit niet altijd succesvol geweest. Indien niet voldoende 24-uursmonster beschikbaar was, zijn voor de fractioneringsexperimenten twee steekmonsters gebruikt en zijn de flocculatie-experimenten uitgevoerd met een steekmonster. Tabel 3.2 geeft een overzicht van de datum van monsternamen en type monsters die gebruikt zijn voor de testen.

TABEL 3.2 OVERZICHT VAN AFVALWATERMONSTERS EN DATUM BEMONSTERING BIJ DE VIJF BEMONSTERDE RWZI'S

rwzi	datum	type monster
Kralingseveer	4 december 2002	24-u mengmonster en steekmonster
	10 december 2002	twee steekmonsters
Assen	15 januari 2003	24-u mengmonster en steekmonster
	23 januari 2003	24-u mengmonster en steekmonster
Alphen-Noord	5 februari 2003	24-u mengmonster en steekmonster
	12 februari 2003	twee steekmonsters
Amstelveen	18 februari 2003	24-u mengmonster en steekmonster
	26 februari 2003	twee steekmonsters
Venray	20 maart 2003	24-u mengmonster en steekmonster
	27 maart 2003	24-u mengmonster en steekmonster

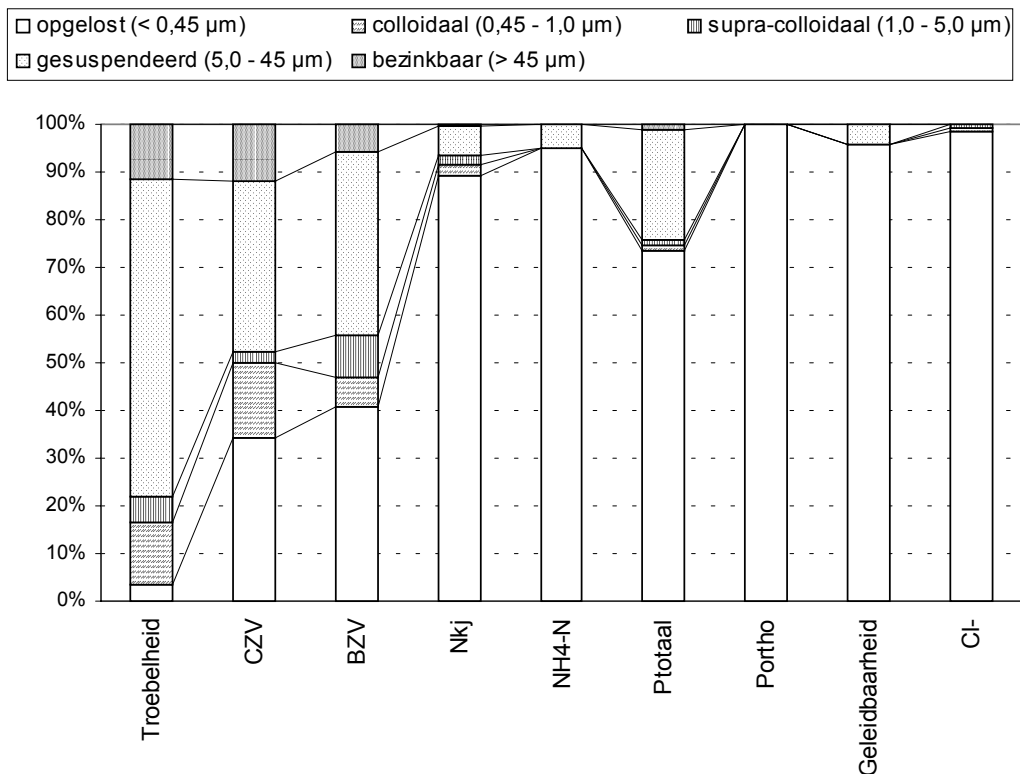
3.3 DEELTJESFRACTIONERING

In de eerdere studies naar influentfractionering [3] is aangegeven dat de verdeling van verontreinigingen over de deeltjesgroottefracties specifiek is per afvalwater en dus per rwzi. Uit de in dit rapport beschreven onderzoeksresultaten blijkt dat bij alle uitgevoerde fractioneringsexperimenten verschillen aanwezig zijn in de verdeling van verontreinigingsparameters over deeltjesgrootte tussen steek- en volumeproportionele monsters. In 24-uurs gemengde volumeproportionele monsters is over het algemeen een groter percentage van CZV, N_{kjeldahl} en P_{totaal} gerelateerd aan deeltjes gevonden in vergelijking met de steekmonsters. Met name het aandeel aan gesuspendeerde stoffen is voor deze parameters aanzienlijk hoger in de 24-uurs monsters. Fosfaat en N_{kjeldahl} zijn daarentegen in de 24-uurs monsters meer opgelost en minder aan deeltjes gerelateerd. De oorzaak van deze verschillen tussen de steekmonsters en de 24-uursmonsters is niet nader onderzocht.

Voor de presentatie van de uitkomsten van de fractionering van de toevoer van de voorbezinktank zijn de metingen op de rwzi Assen gebruikt. De resultaten van de fractioneringen op de andere rwzi's zijn grafisch weergegeven in Bijlage II.

De resultaten van de fractionering van de toevoer van de voorbezinktank van de rwzi Assen (op 15 januari 2003) zijn grafisch weergegeven in Afbeelding 3.1 (steekmonster) en Afbeelding 3.2 (volumeproportioneel).

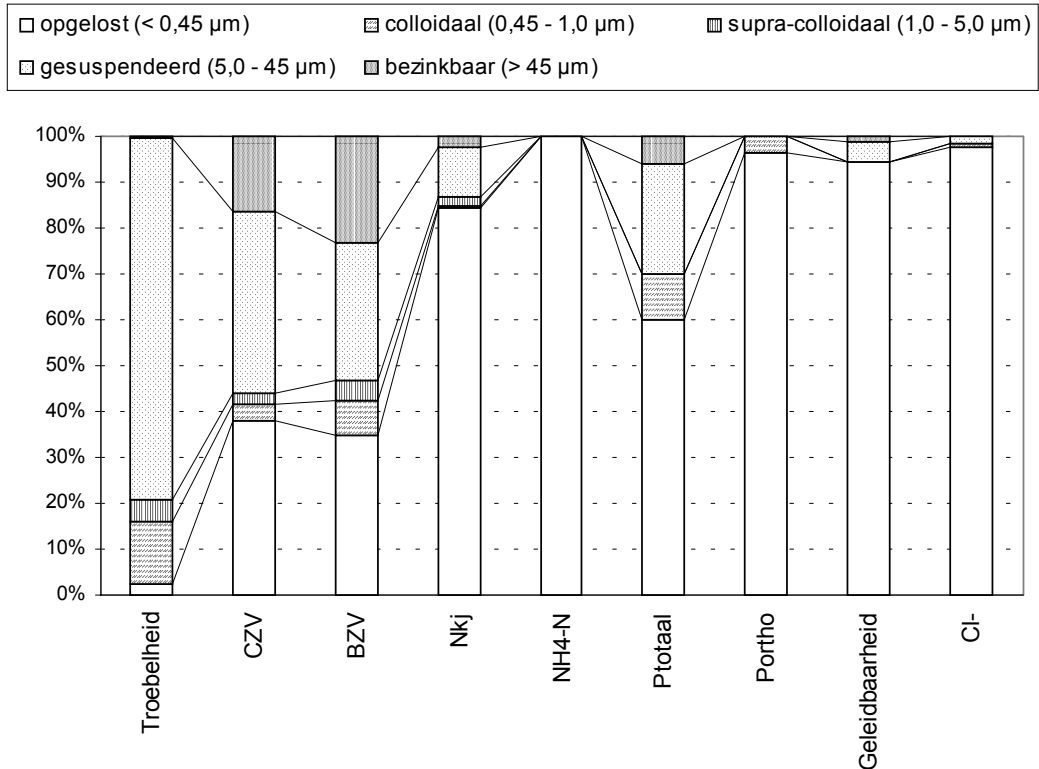
AFBEELDING 3.1 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ASSEN (9.00 H) OP 15 JANUARI 2003



Uit de fractionering blijkt dat in de toevoer van de voorbezinktanks van de rwzi Assen 60 à 65% van het CZV gerelateerd is aan deeltjes, waarbij de verdeling tussen bezinkbare, gesuspendeerde en colloïdale fractie respectievelijk 10-15%, 30-35% en 10 - 20% bedraagt. Voor het BZV is een vergelijkbaar percentage aan deeltjes gerelateerd (5 - 25% bezinkbaar, 25 - 40% gesuspendeerd en 10 - 15% colloïdaal). Voor kjeldahl-stikstof is 10 - 15% gerelateerd aan deeltjes (minder dan 5% is bezinkbaar) terwijl ammonium-stikstof zoals verwacht niet

of nauwelijks gerelateerd is aan deeltjesmateriaal. Totaal-fosfaat is tussen 25 en 40% gerelateerd aan deeltjes (< 5% bezinkbaar, 15% gesuspendeerd en < 10% colloïdaal). Ortho-P is volgens verwachting voor minder dan 5% aan deeltjes gerelateerd (voornamelijk in de fijn-colloïdale fractie). De controleparameters geleidbaarheid en chloride zijn opgelost en niet aan deeltjesfracties gerelateerd.

AFBEELDING 3.2 RESULTAAT FRACTIONERING 24 H-VOLUMEPROPORTIONEEL-MONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ASSEN OP 15 JANUARI 2003



In Afbeelding 3.3 zijn voor de rwzi Assen de concentraties per fractie cumulatief uitgezet tegen de cumulatieve deeltjesgrootte. Uit de presentatie is af te lezen hoe de specifieke waterkwaliteitsparameters via deeltjesverwijdering verwijderd kunnen worden.

Uit de grafieken is op te maken dat BZV en CZV grotendeels verwijderd worden door verwijderingstechnieken die tot een deeltjesdiameter van $5 \mu\text{m}$ ¹ werkzaam zijn. Tussen 5 en $1,0 \mu\text{m}$ vindt nauwelijks meer afname in BZV en CZV plaats. Tussen 1,0 en $0,45 \mu\text{m}$ wordt nog een beperkte verwijdering waargenomen. De stikstofcomponenten zijn nauwelijks aan deeltjes gebonden, terwijl voor de P-componenten een geleidelijke afname over het deeltjesbereik van $45 \mu\text{m}$ tot $5 \mu\text{m}$ gevonden is.

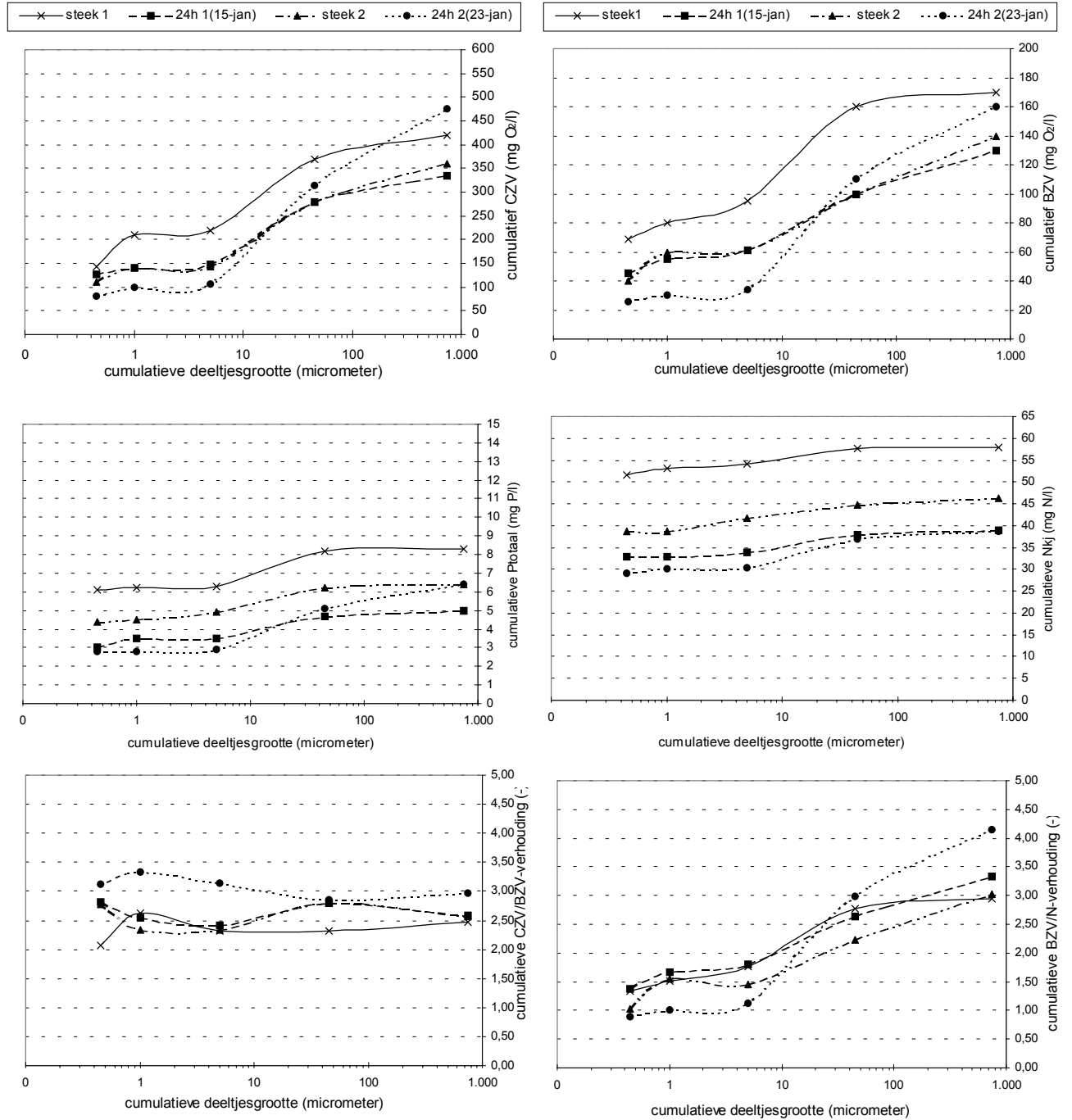
De BZV/N-verhouding van de toevoer van de voorbezinktank ligt zonder deeltjesverwijdering tussen 3 en 4,2 en daalt bij verwijdering tot een deeltjesdiameter van $5 \mu\text{m}$ tot 1,5 à 2,0 (omdat BZV daalt, maar N vrijwel constant blijft).

Verwacht werd dat door toenemende verwijdering van deeltjes de verhouding CZV/BZV zou dalen, uitgaande van een hoger aandeel aan deeltjes gerelateerd inert CZV ten opzichte van

¹ Verwijdering tot een deeltjesdiameter van $x \mu\text{m}$ betekent in dit onderzoek dat alle deeltjes groter dan $x \mu\text{m}$ worden verwijderd.

BZV (veelal opgelost). Over het algemeen bleef de verhouding tussen CZV en BZV over het gehele cumulatieve deeltjesgroottegebied echter nagenoeg gelijk.

AFBEELDING 3.3 CUMULATIEVE VERDELING VAN WATERKWALITEITSPARAMETERS OVER DEELTJESGROOTTE VOOR HET INFLUENT (TOEVOER VOORBEZINKTANK) VAN DE RWZI ASSEN (DEELTJES IN RUW AFVALWATER ZIJN OP GEMIDDELD 750 μM GESTELD)

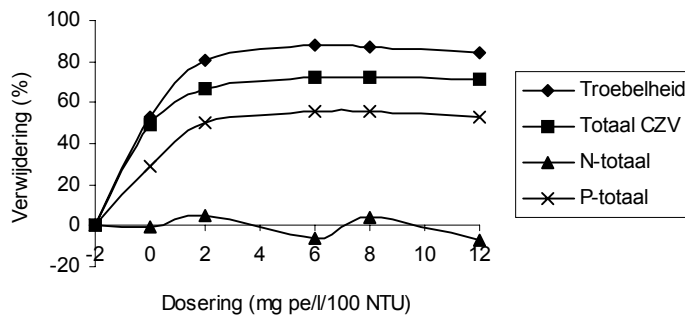
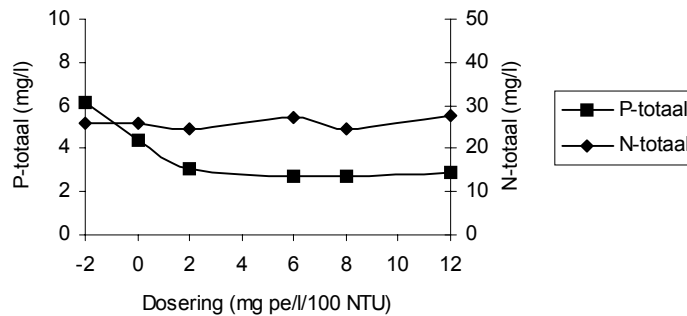
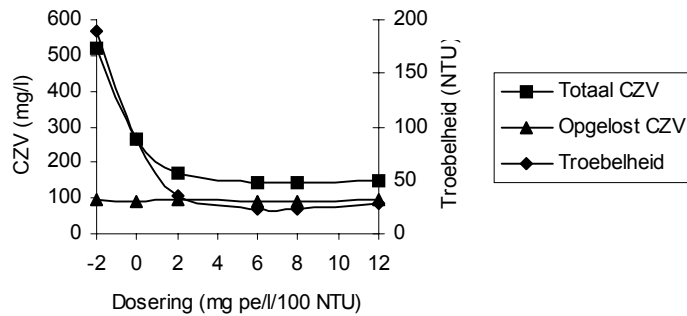


3.4 FLOCCULATIE-EXPERIMENTEN

De resultaten van de flocculatietesten met het afvalwatermonster van 23 januari 2003 van rwzi Assen zijn gepresenteerd in Afbeelding 3.4.

Uit de resultaten blijkt dat wanneer geen polymeer gedoseerd wordt, door bezinking 53% van de totale influenttroebelheid verwijderd wordt. Een dosering van 2 mg PE/100 NTU/l verhoogt de verwijdering van troebelheid tot 81%. Verdere verhoging van de dosering geeft vervolgens slechts een geringe extra verwijdering van troebelheid. De CZV_{tot}-verwijdering laat een soortgelijke trend zien: door bezinking zonder PE-dosering wordt 49% van het totale CZV verwijderd, bij een dosering van 2 mg PE/100 NTU/l is de CZV_{tot}-verwijdering 67%. Hogere PE-dosering leidt tot een geringe toename van de CZV-verwijdering. Ook bij fosfaat geeft een PE-dosering boven 2 mg PE/100 NTU/l slechts weinig extra verwijdering. De fosfaatverwijdering door bezinking zonder polymeerdosering is 29%; bij 2 mg PE/100 NTU/l dosering bedraagt de fosfaatverwijdering 50%. De stikstofverwijdering door bezinking is, ook met PE-dosering, minimaal doordat de N-fractie vrijwel geheel opgelost is. In Bijlage III zijn voor alle rwzi's de resultaten van de flocculatietesten en biodegradeerbaarheidstesten weergegeven.

AFBEELDING 3.4 RESULTATEN VAN DE FLOCCULATIE TEST OP HET 24H INFLUENTMONSTER VAN 23 JANUARI 2003 OP RWZI ASSEN. N.B.: RUW AFVALWATER (ZONDER BEZINKING EN PE-DOSERING) IS AANGEGEVEN ALS DOSERING -2; BEZONKEN AFVALWATER ZONDER DOSERING ALS DOSERING 0



4

INTERPRETATIE VAN DE MEETRESULTATEN

In dit hoofdstuk is bekeken tot welke deeltjesdiameter en PE-dosering geavanceerde voorzuivering kan plaatsvinden. Hierbij is aangenomen dat de biologische stikstofverwijdering, zonder gebruik van een extra CZV-bron, niet dermate geremd mag worden dat de lozingseis voor stikstof (10 mg N_{totaal}/l) niet gehaald wordt. Wanneer teveel CZV verwijderd wordt in de voorbehandeling kan de denitrificatie limiterend worden. Als vuistregel wordt genomen dat de BZV_5/N -verhouding tenminste 2,0 moet zijn als uiterste ondergrens voor denitrificatie, om te kunnen voldoen aan de lozingseis van $< 10 \text{ mg } N_{\text{totaal}}/l$.

In paragraaf 4.2 wordt de relatie tussen troebelheid en deeltjesgebonden CZV weergegeven voor het afvalwater van de vijf rwzi's. CZV is een belangrijke regelparameter voor de effectiviteit van polymeedosering. Bij een duidelijk verband tussen CZV en troebelheid kan de eenvoudiger meetbare troebelheid gebruikt worden voor de regeling.

4.1 MOGELIJKHEDEN VAN VERGAANDE VOORZUIVERING OP BASIS VAN FLOCCULATIEPROEVEN

Door vergelijking van het resultaat van het bezinkproces met en zonder dosering van PE kan worden vastgesteld wat het potentieel is voor toepassing van geavanceerde voorbehandeling. Van belang daarbij is dat het voorbehandelde water een BZV_5/N -verhouding van tenminste 2 heeft om N_{totaal} -verwijdering mogelijk te maken. De te volgen stappen zijn samengevat in tabel 4.1.

TABEL 4.1 STAPPENPLAN TER BEPALING VAN HET POTENTIEEL VAN GEAVANCEERDE VOORBEHANDELING DOOR PE-DOSERING IN DE VOORBEZINKING

stappen	Werkzaamheden
stap 1	Voer bezinking uit (in voorbezinktank of bezinkproef zonder PE-dosering) en bepaal CZV, BZV en eventueel N_{totaal} in het monster voorbezonden influent
stap 2	Voer flocculatieproeven uit met oplopende PE-dosering; bepaal CZV, BZV en N in het supernatant
stap 3	Het potentieel aan extra te verwijderen CZV (mg O_2/l) middels geavanceerde voorbehandeling is CZV in bezinkproef zonder PE minus CZV in flocculatiemonster met $BZV/N = 2$.

In de volgende paragrafen is het stappenplan uitgewerkt voor de rwzi Assen en zijn de resultaten per stap overzichtelijk samengevat voor de overige rwzi's.

4.1.1 STAP 1. BEPALING EFFECT VOORBEZINKING ZONDER PE

In Tabel 4.2 zijn de resultaten van het CZV-gehalte van de afloop van de VBT voor de rwzi's weergegeven. Tevens zijn de gegevens van de meetcampagne (zie paragraaf 2.2) weergegeven.

TABEL 4.2

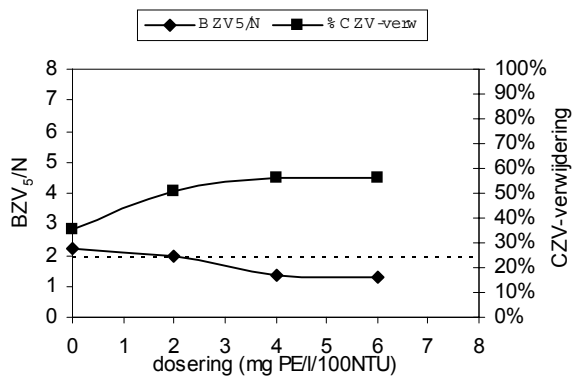
CZV-VERWIJDERING IN VBT

rwzi Assen		
Data	CZV toevoer VBT (mg/l)	CZV afloop VBT (mg/l)
15-01	335	260
23-01	475	340
meetcampagne	455	319
rwzi Kralingseveer		
Data	CZV toevoer VBT (mg/l)	CZV afloop VBT (mg/l)
04-12	270	240
10-12	350	330
meetcampagne	380	315
rwzi Alphen-Noord		
Data	CZV toevoer VBT (mg/l)	CZV afloop VBT (mg/l)
5-02	570	320
12-02	700	430
meetcampagne	485	413
rwzi Amstelveen		
Data	CZV toevoer VBT (mg/l)	CZV afloop VBT (mg/l)
18-02	790	323
26-02	439	396
meetcampagne	632	324
rwzi Venray		
Data	CZV toevoer VBT (mg/l)	CZV afloop VBT (mg/l)
20-03	670	285
27-03	490	320
meetcampagne	566	326

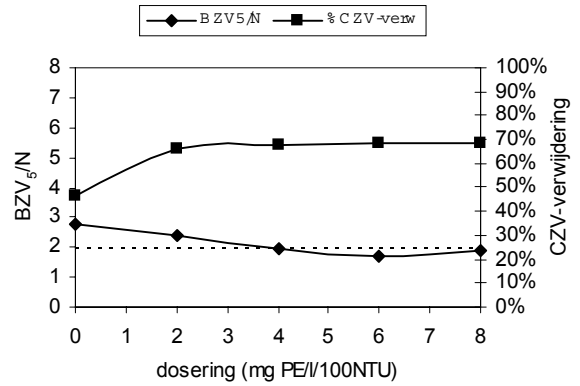
4.1.2 STAP 2: EFFECT FLOCCULATIE OP CZV-VERWIJDERING EN BZV/N-VERHOUDING

De grafieken in Afbeelding 4.1 tonen de relatie tussen de PE-dosering in de flocculatietesten en de BZV_5/N -verhouding per rwzi. In de grafieken is de ondergrens van $BZV/N = 2$ weergegeven. De PE-dosering waarbij de afloop van de voorbezinktank een BZV/N -verhouding van 2 bereikt is de maximale PE-dosering. Omdat bij PE-dosering hoger dan 2 de verwijdering van de waterkwaliteitsparameters op alle rwzi's nauwelijks toeneemt, kan overal worden volstaan met de maximale dosering van 2 mg PE/100 NTU/l.

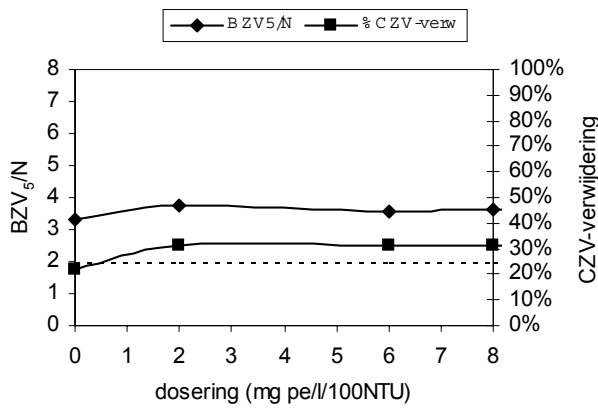
AFBEELDING 4.1 BZV/N-VERHOUDING EN CZV-RENDEMENT T.O.V. PE-DOSERING OP DE TWEE MEETDAGEN VOOR DE RWZI'S KRALINGSEVEER, ASSEN, ALPHEN-NOORD, AMSTELVEEN, VENRAY



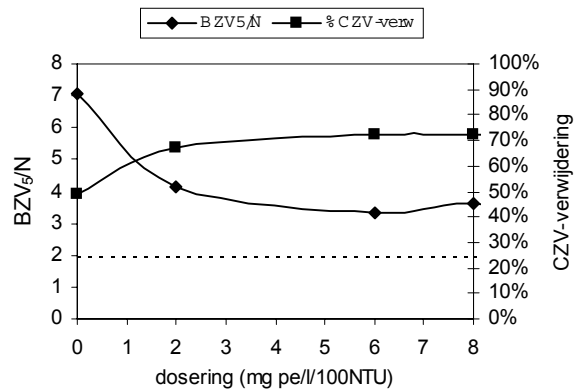
GRAFIEK A. BZV₅/N-VERHOUDING EN CZV-VERWIJDERING; KRALINGSEVEER, 4/12/2002



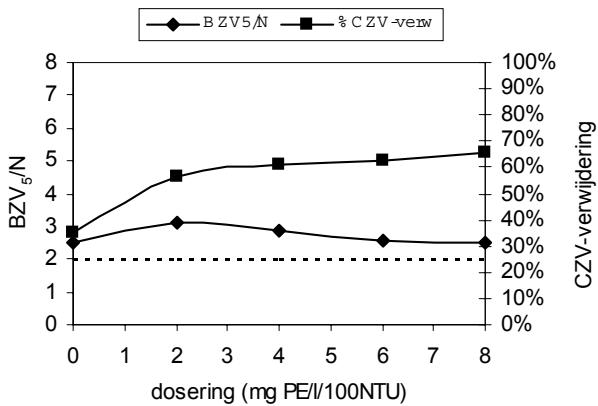
GRAFIEK B. BZV₅/N-VERHOUDING EN CZV-VERWIJDERING; KRALINGSEVEER, 10/12/2002



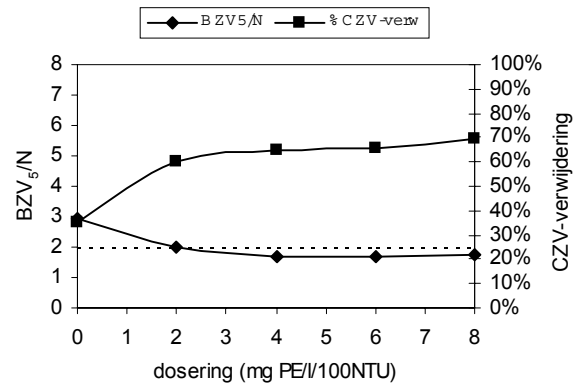
GRAFIEK C. BZV₅/N-VERHOUDING EN CZV-VERWIJDERING; ASSEN, 15/1/2003



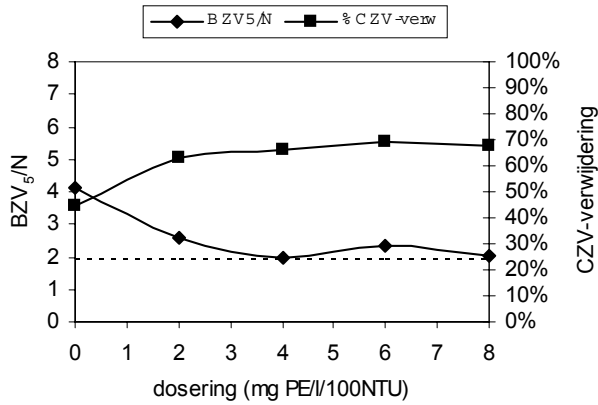
GRAFIEK D. BZV₅/N-VERHOUDING EN CZV-VERWIJDERING; ASSEN, 23/1/2003



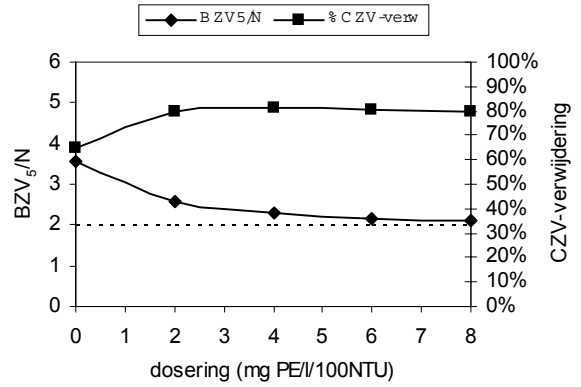
GRAFIEK E. BZV₅/N-VERHOUDING EN CZV-VERWIJDERING; ALPHEN-NOORD, 5/2/2003



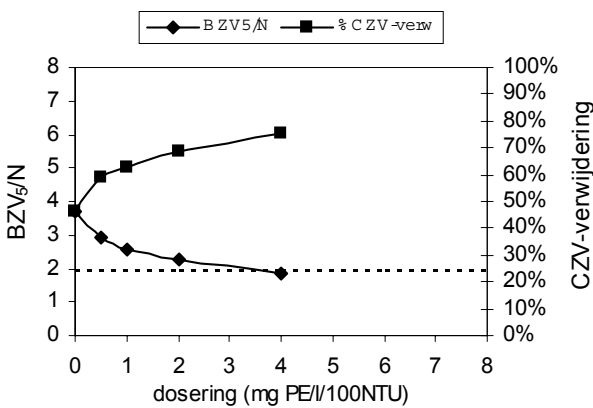
GRAFIEK F. BZV₅/N-VERHOUDING; ALPHEN-NOORD, 12/2/2003



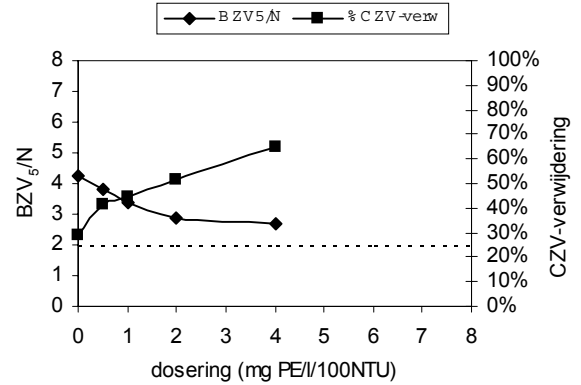
GRAFIEK G. BZV₅/N VERHOUDING; AMSTELVEEN, 18/2/2003



GRAFIEK H. BZV₅/N VERHOUDING; AMSTELVEEN, 26/2/2003



GRAFIEK I. BZV₅/N VERHOUDING; VENRAY, 20/3/2003



GRAFIEK J. BZV₅/N VERHOUDING; VENRAY, 27/3/2003

4.1.3 STAP 3: POTENTIËLE EXTRA CZV-VERWIJDERING DOOR VERGAANDE VOORZUIVERING

Het potentieel voordeel bij toepassing van geavanceerde voorzuivering wordt weergegeven door de extra CZV-verwijdering die wordt behaald wanneer PE-dosering op de VBT plaatsvindt tot de BZV/N-verhouding van 2 in de afloop van de voorbezinktank (zie ook paragraaf 1.3). Dit kan worden afgeleid door het verschil tussen de CZV-verwijdering bij de dosering waarbij BZV/N=2 en de CZV-verwijdering door bezinking (PE-dosering =0) te bepalen. De uitkomsten van deze vergelijking zijn weergegeven in Tabel 4.3. In Tabel 4.3 wordt de extra verwijdering van CZV weergegeven bij toepassing van PE-dosering van 2 mg PE/100 NTU/l op de voorbezinktank van de rwzi's zoals uit de grafieken in Afbeelding 4.2 is afgeleid. Dit is berekend met de resultaten van de flocculatietesten zonder PE-dosering en met PE-dosering van 2 mg PE/100 NTU/l.

TABEL 4.3 EXTRA CZV-VERWIJDERING (%) DOOR PE-DOSERING VAN 2 MG PE/100 NTU/L (TOT BZV/N = 2)

rwzi	meetweek 1	meetweek 2
Kralingseveer	15%	20%
Assen	niet representatief	20%
Alphen-Noord	20%	25%
Amstelveen	20%	15%
Venray	20%	20%

Uit Tabel 4.3 blijkt dat door een PE-dosering van 2 mg PE/100 NTU/l voor de rwzi Alphen-Noord het relatief grootste effect op de CZV-verwijdering (tot 25% extra CZV-verwijdering) wordt bereikt.

De mogelijkheden van geavanceerde voorzuivering worden per rwzi afgeleid door de hoeveelheid extra CZV-verwijdering die behaald kan worden door toepassing van geavanceerde voorzuivering, ten opzichte van de huidige manier met voorbezinking. Het verschil tussen de CZV-concentraties behorend bij de huidige werking van de voorbezinktank en de door vergaande voorzuivering te bereiken CZV geeft de maximale extra CZV-verwijdering weer die met behulp van geavanceerde voorzuivering behaald kan worden.

Voor de rwzi Assen resulteert geavanceerde voorzuivering in een extra CZV-verwijdering van ca. 150 mg O₂/l. Voor de rwzi Amstelveen is door vergaande voorzuivering een extra CZV-verwijdering van 100 tot 250 mg O₂/l mogelijk. Voor de rwzi Venray is de extra CZV-verwijdering door vergaande voorzuivering vastgesteld op 50 tot 100 mg O₂/l, terwijl de extra CZV-verwijdering op de voorbezinktank van de rwzi Alphen-Noord beperkt blijft tot ca. 50 mg O₂/l. Percentueel gezien wordt het hoogste extra CZV-rendement behaald voor de rwzi Alphen-Noord, gevolgd door Venray en Amstelveen.

Voor de rwzi Kralingseveer blijkt dat voorzuivering, zonder dosering van externe C-bron, niet zal leiden tot een extra CZV-verwijdering, doordat de BZV/N-verhouding van het afvalwater van Kralingsveer kritisch is.

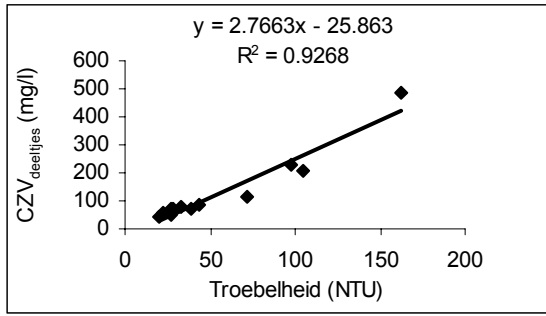
De keuze om geavanceerde voorzuivering toe te passen, wordt naast de samenstelling van het afvalwater ook beïnvloed door de capaciteit van de rwzi (zowel waterlijn als sliblijn), milieurendement en kosten. In hoofdstuk 5 wordt met behulp van modelberekeningen dieper ingegaan op de effluentkwaliteit bij PE-dosering en het milieurendement en de kosten. De vereisten aan de zuiveringsconfiguratie en de capaciteit zijn in hoofdstuk 5 verwerkt in een beslisboom.

4.2 RELATIE TUSSEN TROEBELHEID EN CZV_{DEELTJES}

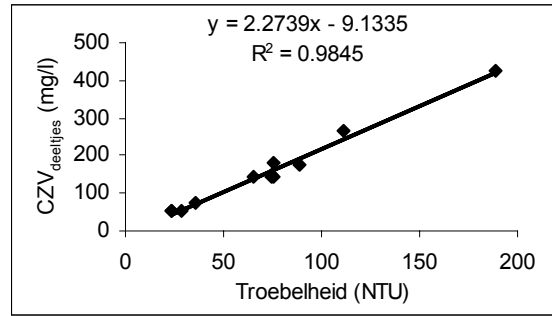
Uit eerder onderzoek bleek voor het afvalwater van rwzi Bennekom een lineair verband te bestaan tussen CZV_{deeltjes} (CZV > 0,1 µm) en troebelheid van zowel ruw als geflocculeerd afvalwater [2, 3]. Deze informatie bleek zeer nuttig omdat troebelheid een relatief eenvoudige en direct beschikbare meting is die bovendien ook met een continuusysteem kan worden uitgevoerd. Hiermee kan op een relatief eenvoudige wijze inzicht worden verkregen in de verwijdering van CZV_{deeltjes} door geavanceerde voorzuivering.

Voor de afvalwatermonsters van de vijf bemonsterde rwzi's is onderzocht of deze relatie ook aanwezig is. Dit bleek het geval te zijn zoals aangegeven in de grafieken a tot en met e in Afbeelding 4.2. Uit de analyse blijkt een goed verband voor alle rwzi's. Omdat de verwijdering van opgelost CZV nul of zeer gering is, kan hieruit worden geconcludeerd dat troebelheid gebruikt kan worden als parameter om de effectiviteit van polymeerdosering kwantitatief te bepalen.

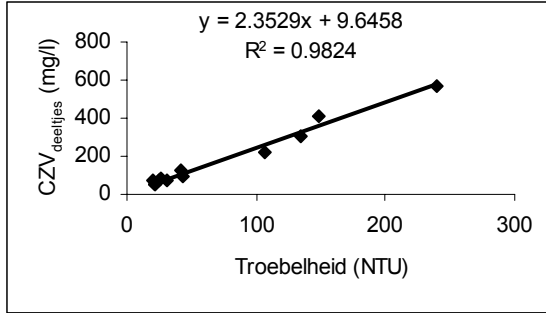
AFBEELDING 4.2 RELATIE TROEBELHEID - CZV_{DEELTRES} PER RWZI



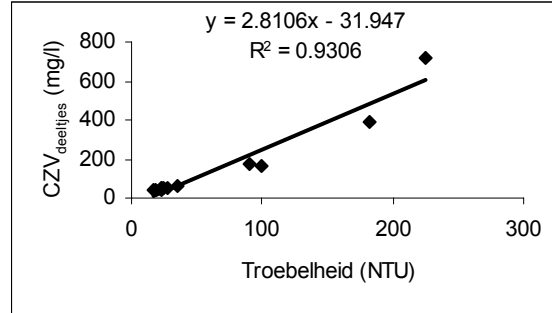
GRAFIEK A. RELATIE TUSSEN DE GEMETEN TROEBELHEID EN CZV_{DEELTRES}; KRALINGSEVEER, 4 EN 10/12/2002



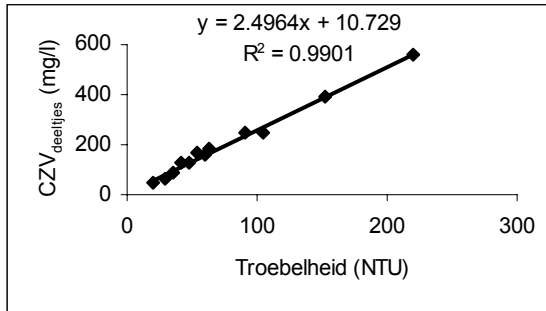
GRAFIEK B. RELATIE TUSSEN DE GEMETEN TROEBELHEID EN CZV_{DEELTRES}; ASSEN, 15 EN 23/1/2003



GRAFIEK C. RELATIE TUSSEN DE GEMETEN TROEBELHEID EN CZV_{DEELTRES}; ALPHEN-NOORD, 5 EN 12/2/2003



GRAFIEK D. RELATIE TUSSEN DE GEMETEN TROEBELHEID EN CZV_{DEELTRES}; AMSTELVEEN, 18 EN 26/2/2003



GRAFIEK E. RELATIE TUSSEN DE GEMETEN TROEBELHEID EN CZV_{DEELTRES}; VENRAY, 20 EN 27/3/2003

5

GEVOLGEN VAN GEAVANCEERDE VOORZUIVERING VOOR RWZI'S

5.1 INLEIDING

De gevolgen van geavanceerde voorzuivering voor de belasting van het nageschakelde actief-slibstelsysteem, het milieurendement en de kosten worden in deze paragraaf modelmatig benaderd. De gevolgen voor de effluentkwaliteit zijn berekend met het HSA- en ASM1-model [9, 10] en de resultaten van de flocculatie-experimenten. Een indicatieve kostenberekening geeft inzicht in de financiële mogelijkheden van vergaande voorzuivering. Uiteindelijk is op basis van de resultaten en analyses een redeneertrant ter bepaling van de mogelijkheden van vergaande voorzuivering per rwzi opgesteld.

5.2 GEVOLGEN VAN VERGAANDE VOORZUIVERING VOOR ACTIEF-SLIBSYSTEMEN

5.2.1 INLEIDING EN AANPAK

Een belangrijk voordeel van deeltjesverwijdering door geavanceerde voorzuivering is dat de organische belasting van nageschakelde actief-slibsystemen lager wordt. Bij het toepassen van vergaande voorzuivering wordt bovendien relatief veel inert deeltjesmateriaal verwijderd, waardoor de slibactiviteit per eenheid drogestof toeneemt. De toe te passen slibbelasting in een nageschakelde actief-slibinstallatie kan hierdoor verhoogd worden. Vooral voor rwzi's met voorbezinking vormt polymeerdosering daarmee een belangrijke mogelijkheid om de capaciteit te verhogen. Een ingrijpende (en kostbare) uitbreiding of verbouwing van een zuiveringsinstallatie met te weinig biologische capaciteit kan daarmee mogelijk worden voorkomen.

Een mogelijk nadeel van polymeerdosering is dat de verwijdering van deeltjes in de voorzuivering gepaard gaat met gedeeltelijke verwijdering van biodegradeerbaar CZV. Dit kan een knelpunt vormen voor denitrificatie. De toepassing van een vergaande voorzuivering kan daarmee leiden tot verhoogde stikstofconcentraties in het effluent van nageschakelde actief-slibsystemen.

Deze paragraaf beschouwt de consequenties van geavanceerde voorzuivering op de voorbezinktank voor de stikstofverwijdering en de slibbelasting en behandelingscapaciteit van nageschakelde actief-slibsystemen. Met behulp van zowel de HSA-methode als Actief Slibmodel No. 1 (ASM-1) is een inschatting van het benodigd volume na voorzuivering gemaakt. Hierbij is voor een installatie van 100.000 i.e. een ontwerp gemaakt bij toenemende deeltjesverwijdering op basis van de resultaten van de flocculatietesten.

5.2.2 BESCHRIJVING VAN DE GEBRUIKTE METHODIEK

Als uitgangspunt voor de berekeningen is uitgegaan van een installatie met een gemiddeld dagdebiet van 19.500 m³/dag (circa 100.000 i.e.; STOWA 98-29). De ingestelde procestemperatuur en slibconcentratie zijn respectievelijk 10 °C en 4 g/l, voor het overige zijn de standaardwaarden van de gehanteerde modellen aangehouden.

De HSA-methode is opgesteld op basis van een uitwisseling van ervaringen van Duitse universiteiten (HSA - Hochschulgruppenansatz) en waterkwaliteitsbeheerders. In het STOWA-handboek "Stikstofverwijdering" is voorgesteld om voor het ontwerp van rwzi's met biologische stikstofverwijdering in Nederland deze Duitse methode te gebruiken [9, 10]. Het HSA-model is in Nederland momenteel de gebruikelijke methode voor het ontwerp van actief slibinstallaties met nutriëntenverwijdering.

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van *Denni*. *Denni* is in feite de digitale versie van de HSA-methode. Als belangrijkste invoerwaarden gebruikt de HSA-methode de influentgegevens van de te ontwerpen actief-slibinstallatie, de gestelde effluenteisen en de minimale temperatuur waarbij deze effluenteisen moeten worden gehaald. Er dient een factor (1,25) te worden ingevoerd om het effect van piekbelastingen te kunnen opvangen. Voorts dienen de juiste waarden te worden ingevoerd voor een aantal systeemparemeters (o.a. groeisnelheden, het anorganisch deel van de zwevende stof, en het inerte deel van het biologisch slib). In het kader van dit onderzoek zijn hierbij de standaardwaarden gehanteerd [10] (zie ook bijlage IV).

De ASM1-berekeningen zijn uitgevoerd met het Actief Slibmodel No. 1 zoals beschreven in het STOWA rapport 99-13 [11] en toegepast in SIMBA. Er is gebruik gemaakt van een door Wageningen Universiteit ontwikkelde spreadsheetversie van het model waarin met behulp van de 'solverfunctie' de verschillende vergelijkingen worden opgelost. Het minimale reactorvolume en de verdeling tussen het anoxisch / aëroob volume om te voldoen aan de effluentkwaliteitseis voor stikstof kan zo worden berekend. Hierbij zijn de kinetische parameters gebruikt die gelden bij een temperatuur van 10 °C en is uitgegaan van een slibconcentratie van 4,0 g/l.

5.2.3 RESULTATEN

DIMENSIONERING VAN NAGESCHAKELDE ACTIEF-SLIBSYSTEMEN VOLGENS DE HSA-METHODE VOOR RWZI VENRAY

Op basis van de resultaten van het uitgevoerde onderzoek is een dimensionering gemaakt voor een nageschakeld actief-slibstelsysteem met voordennitrificatie met behulp van *Denni*. Hiervoor zijn de resultaten van karakterisering na flocculatie van afvalwater van rwzi Venray op 27 maart 2003 gebruikt (zie Tabel 5.1). Het gehalte zwevende stof is hierbij berekend op basis van de deeltjesfractie > 0,1 µm, waarbij als verhouding tussen CZV en zwevende stof factor 1,4 is aangehouden.

TABEL 5.1 AFVALWATERKARAKTERISTIEKEN VOOR HET HSA-MODEL (GEMETEN WAARDEN RWZI VENRAY, 27 MAART 2003)

Voorbehandeling	BZV ₅ (mg O ₂ /l)	Zwevende stof ¹ (mg/l)	N _{totaal} (mg N/l)	NH ₄ -N (mg N/l)	BZV ₅ /N
ruw influent	293	282	67,5	36,8	4,3
voorbezonden	221	176	51,9	36,8	4,3
0,5 mg PE/100 NTU/l	178	130	49,0	36,8	3,8
1 mg PE/100 NTU/l	165	120	48,8	36,8	3,4
2 mg PE/100 NTU/l	138	94	48,4	36,8	2,9

¹ BEREKEND OP BASIS VAN DE DEELTJESFRACIE > 0,1 µm; MET VERHOUDING CZV/ZWEVENDE STOF = 1,4

Tabel 5.2 geeft de met HSA berekende resultaten (bij effluenteis $N = 10$ mg N/l) voor het actief-slibvolume, het anoxisch volume en de slibbelasting. De slibbelasting is hierbij afgeleid uit het berekende volume en de BZV₅-belasting. Uit de resultaten blijkt duidelijk dat het volume verkleind kan worden bij toenemende voorbehandeling. Voor ruw afvalwater wordt een volume van 23.100 m³ gedimensioneerd. Voor voorbezonden afvalwater wordt een volume van 15.000 m³ berekend, terwijl bij toenemende dosering volumes tot 11.900 m³ worden berekend. Bij de wat hogere doseringen stijgt het relatieve aandeel van het anoxisch volume vanwege de lagere BZV/N-verhouding.

De berekeningen laten zien dat de capaciteit van bestaande installaties met voorbezinking door de toepassing van polymeedosering kan worden vergroot. Bij een milde voorbehandeling met 0,5 en 1 mg PE/100 NTU/l blijkt uit deze berekeningen de capaciteit met 17%, respectievelijk 18% te kunnen worden uitgebreid ten opzichte van alleen voorbezinking. Bij een verdergaande voorbehandeling met 2 mg PE/100 NTU/l daalt het benodigd actief-slibvolume met 21%.

TABEL 5.2 RESULTATEN VAN DE BEREKENINGEN MET HET HSA-MODEL

Voorbehandeling	Volume actief-slibtank (m ³)	Anoxisch deel (%)	Resulterende slibbelasting (kg BZV/kg d.s. per dag)
ruw influent	23.100	42%	0,062
voorbezonden	15.000	37%	0,074
0,5 mg PE/100 NTU/l	12.500	44%	0,069
1 mg PE/100 NTU/l	12.300	48%	0,066
2 mg PE/100 NTU/l	11.900	58%*	0,057

ALS HET ANOXISCH DEEL GROTER IS DAN HET AËROBE DEEL VAN DE AT ONTSTAAT EEN KNELPUNT IN VERBAND MET LICHTSLIBPROBLEMATIEK

DIMENSIONERING VAN NAGESCHAKELDE ACTIEF-SLIBSYSTEMEN MET ASM-1 VOOR RWZI VENRAY

Bij de berekeningen met ASM-1 is (net als bij de HSA-methode) de slibconcentratie in de aëratietank op 4 g/l gefixeerd en wordt een aërobe sibleeftijd gehanteerd van 11 dagen (algemeen toepasbaar voor $N = 10$ mg N/l). In Tabel 5.3 zijn de afvalwaterkarakteristieken van het gebruikte afvalwatermonster van rwzi Venray voor ASM-1 gegeven (karakterisering van 27 maart 2003). De parameters X_h , X_a en S_{NO} zijn hierbij op nul gesteld.

TABEL 5.3 AFVALWATERKARAKTERISTIEKEN VOOR ASM-1 VAN RWZI VENRAY (27/03/2003)

Voorbehandeling	S_i (mg/l)	S_f (mg/l)	X_s (mg/l)	X_i (mg/l)	S_{nh} (mg/l)	S_{nd} (mg/l)	X_{nd} (mg/l)
ruw influent	94	45	304	90	36,8	9,0	21,7
voorbezonden	87	45	196	51	36,8	9,0	6,1
0,5 mg PE/100 NTU/l	99	32	140	43	36,8	9,0	1,2
1 mg PE/100 NTU/l	97	32	134	35	36,8	9,0	3,0
2 mg PE/100 NTU/l	97	32	96	35	36,8	9,0	2,6

De resultaten van de berekeningen worden weergegeven in Tabel 5.4. Uit de berekeningen blijkt dat de uitkomsten volgens ASM-1 in vergelijking met de HSA-berekeningen enigszins verschillen van de berekende AT-volumina uit de HSA-berekening. In alle gevallen wordt door de ASM-berekening structureel een groter AT-volume berekend. De verschillen kunnen verklaard worden uit het feit dat beide modellen niet dezelfde kinetische parameters hanteren. De berekeningen in ASM-1 bevestigen de mogelijkheden voor capaciteitsvergroting. Bij een milde voorbehandeling met 0,5 en 1 mg PE per 100 NTU per liter blijkt uit deze berekeningen de capaciteit met 13%, respectievelijk 19% te kunnen worden uitgebreid ten opzichte van voorbezinking.

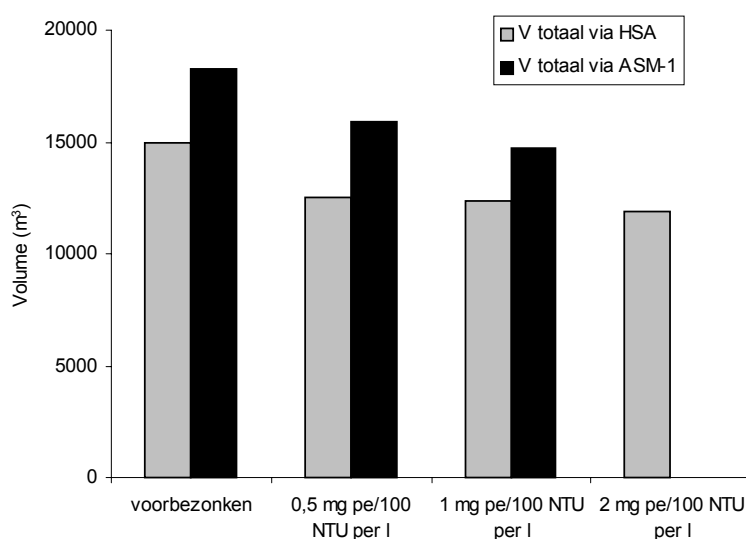
TABEL 5.4 RESULTATEN VAN DE BEREKENINGEN MET ASM-1

Voorbehandeling	Volume actief-slibtank (m ³)	Anoxisch deel
ruw influent	26.663	38%
voorbezonden	18.242	39%
0.5 mg PE/100 NTU/l	15.937	47%
1 mg PE/100 NTU/l	14.763	48%
2 mg PE/100 NTU/l	n.b. ¹	n.b.

¹ N.B.- NIET BEREKEND; VOLUMEBEREKENING IS NIET MOGELIJK VANWEGE TE LAAG GEHALTE BIODEGRADEERBAAR CZV (OFWEL SS + XS).

In Afbeelding 5.1 worden de uitkomsten van de berekeningen met beide methoden vergeleken.

AFBEELDING 5.1 BEREKENDE MINIMALE ACTIEF-SLIBVOLUMINA BIJ TOENEMENDE VOORBEHANDELING VOLGENS HSA EN ASM-1 OP BASIS VAN DE AFVALWATER-KARAKTERISERING VENRAY VAN 27/03/2003



DIMENSIONERING VAN DE NAGESCHAKELDE ACTIEF-SLIBSYSTEMEN

De berekeningen zijn ook uitgevoerd met de afvalwatermonsters van de rwzi's Kralingseveer, Assen, Alphen-Noord en Amstelveen. Voor elke rwzi is een zo representatief mogelijk monster geselecteerd uit de twee flocculatie-experimenten die per rwzi zijn uitgevoerd. Er is indien mogelijk gekozen voor een 24-h monster. Daarnaast zijn de waarden vergeleken met de gemiddelde waarden tijdens de meetcampagne.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor voorbezonden afvalwater en met 2 mg PE/100 NTU/l (PE 2) voorbehandeld afvalwater. Zo kan een vergelijking gemaakt worden voor de mogelijkheden voor capaciteitsvergroting door toepassing van polymeren in de voorbezinktank. In Tabel 5.5 worden de gehanteerde afvalwaterkarakteristieken weergegeven.

Gedurende de berekeningen bleek het gemeten gehalte biodegradeerbaar CZV in zowel het voorbezonden als het geflocculeerd afvalwater van rwzi Kralingseveer te laag om tot een reactordimensionering te komen die aan de stikstofeffluenteis voldeed. Om toch tot een reactorontwerp te komen, is aangenomen dat een kleine hoeveelheid methanol als externe koolstofbron wordt gedoseerd aan het influent. Voor zowel voorbezonden afvalwater als met polymeer voorbehandeld zijn de BZV₅-waarden in HSA en de Ss-waarden in ASM-1 met

15 mg O₂/l verhoogd. Overigens dient hierbij opgemerkt te worden dat het effluent van rwzi Kralingseveer in de praktijk wel aan de lozingsisen voldoet zonder CZV-dosering.

TABEL 5.5 SAMENSTELLING VAN DE DOORGEREKENDE AFVALWATERMONSTERS VOOR HSA EN ASM-1 (ALLES IN MG/L)

	Kralingseveer 04/12/02 VB	Kralingseveer 04/12/02 PE 2	Assen 23/01/03 VB	Assen 23/01/03 PE 2	Alphen-N 05/02/03 VB	Alphen-N 05/02/03 PE 2	Amstelveen 18/02/03 VB	Amstelveen 18/02/03 PE 2
voor HSA								
BZV _s	97 ¹	84 ¹	183	102	190	146	182	107
Onop.stof	84	50	126	54	158	71	117	48
N _{totaal}	43,1	42,6	31,0	28,1	49,1	44,5	44,4	41,1
NH ₄ -N	29,7	29,7	26,1	26,1	34,9	34,9	33,1	33,1
BZV _z /N	2,3	2,0	5,9	3,6	2,5	2,8	4,1	2,6
voor ASM-1								
Si	32	32	32	32	32	32	32	32
Ss	621	651	61	68	107	109	93	95
Xi	49	4	16	0	69	10	44	28
Xs	69	65	156	78	152	90	120	38
Snh	29,7	29,7	23,2	23,2	34,9	34,9	33,1	33,1
Snd	4,2	4,2	2,6	2,6	6,7	6,7	4,9	4,9
Xnd	9,3	8,8	5,3	2,3	7,5	2,9	6,4	3,1

¹ DEZE WAARDEN ZIJN IN DE BEREKENINGEN MET 15 MG/L VERHOOGD OM TE KOMEN TOT EEN DIMENSIONERING DIE AAN DE STIKSTOFFLUENTEIS VOLDOET

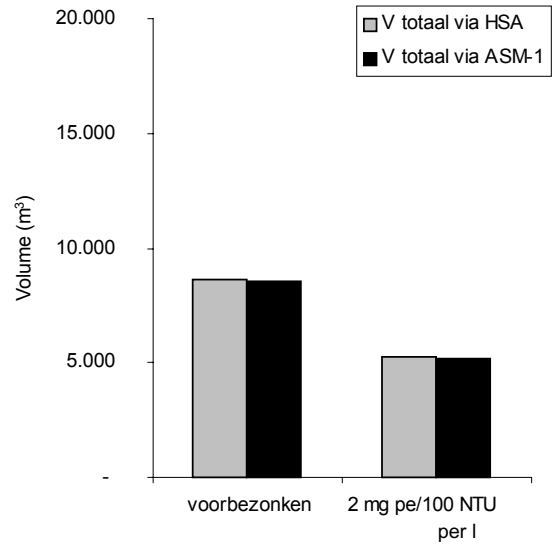
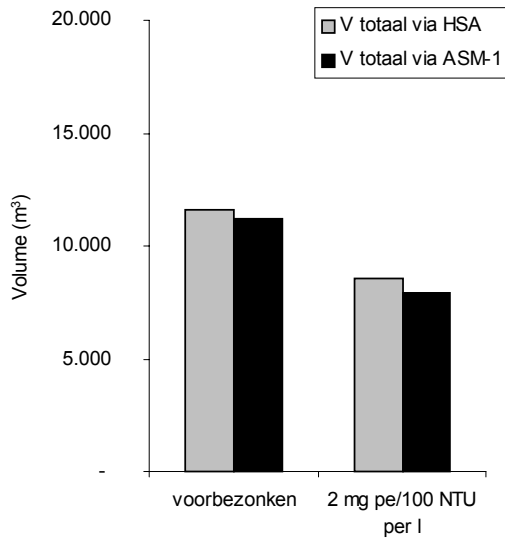
De resultaten van de modelberekeningen in ASM-1 voor de verschillende rwzi's worden weergegeven in Tabel 5.6 en Afbeelding 5.2. Opvallend is de grote vergelijkbaarheid tussen de berekende totale volumina volgens HSA en ASM-1. Uit de berekeningen blijkt dat aanzienlijke capaciteitswinsten c.q. volumereducties mogelijk zijn bij dosering van 2 mg PE/100 NTU/l op de voorbezinktank, die variëren van 26 tot 41%.

TABEL 5.6 ACTIEF-SLIBVOLUMINA (ALLES IN M³) VOOR DE VERSCHILLENDE AFVALWATERMONSTERS BEREKEND VOLGENS HSA EN ASM-1 (BEREKEND VOOR HYPOTHETISCHE STANDAARD RWZI VAN 19.500 M³/D)

	Kralingseveer 04/12/02 VB	Kralingseveer 04/12/02 PE 2	Assen 23/01/03 VB	Assen 23/01/03 PE 2	Alphen-N 05/02/03 VB	Alphen-N 05/02/03 PE 2	Amstelveen 18/02/03 VB	Amstelveen 18/02/03 PE 2
HSA-methode								
V totaal	11.584	8.550	8.601	5.225	13.531	8.853	10.481	7.754
Slibbel.	0,041	0,048	0,104	0,095	0,032	0,078	0,085	0,067
C-ver*		26%		39%		35%		27%
ASM-1-methode								
V totaal	11.184	7.918	8.250	5.457	17.575	10.418	11.629	8.608
		29%		34%		41%		26%

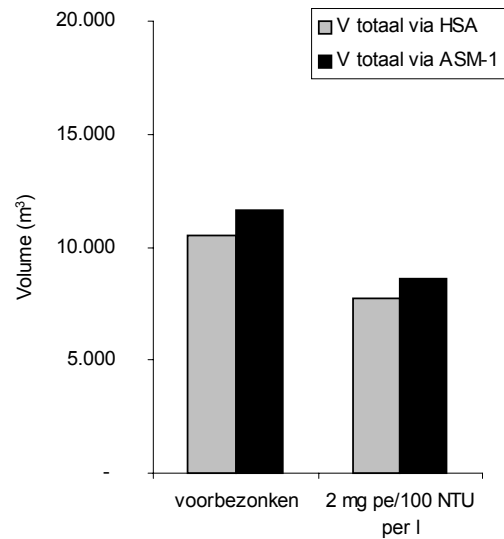
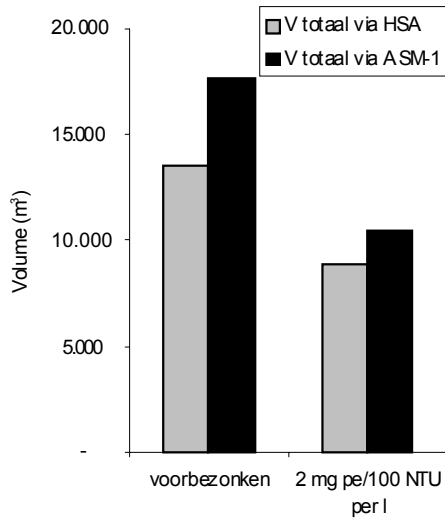
*CAPACITEITSVERGROTING

AFBEELDING 5.2 POTENTIËLE CAPACITEITSWINST C.Q. VOLUMEREDUCTIE VAN DE AT PER RWZI



GRAFIEK A CAPACITEITSWINST/VOLUMEREDUCTIE NA GEAVANCEERDE VOORZUIVERING OP BASIS VAN AFVALWATERKARAKTERISERING KRALINGSEVEER (04/12/2002)

GRAFIEK B CAPACITEITSWINST/VOLUMEREDUCTIE NA GEAVANCEERDE VOORZUIVERING OP BASIS VAN AFVALWATERKARAKTERISERING RWZI ASSEN (23/01/2003)



GRAFIEK C CAPACITEITSWINST/VOLUMEREDUCTIE NA GEAVANCEERDE VOORZUIVERING OP BASIS VAN AFVALWATERKARAKTERISERING RWZI ALPHEN-NOORD (05/02/2003)

GRAFIEK D CAPACITEITSWINST/VOLUMEREDUCTIE NA GEAVANCEERDE VOORZUIVERING OP BASIS VAN AFVALWATERKARAKTERISERING RWZI AMSTELVEEN (18/02/2003)

5.2.4 DISCUSSIE

VERGELIJKING HSA-METHODE EN ASM-1

De resultaten zijn indicatief van aard omdat de kinetische parameters die in beide modellen als standaardwaarden zijn opgenomen in realiteit per rwzi verschillen. De beide modellen hanteren bovendien niet dezelfde kinetische parameters waardoor de resultaten van beide modellen ook onderling enigszins kunnen verschillen. Opvallend is desondanks de grote vergelijkbaarheid tussen de berekende volumina volgens HSA en ASM-1. De berekeningen

wijzen uit dat vergaande voorbehandeling in veel gevallen mogelijk is en een belangrijke mogelijkheid tot uitbreiding van de capaciteit van rwzi's kan betekenen.

BIOLOGISCHE FOSFAATVERWIJDERING

In de berekeningen is biologische fosfaatverwijdering niet meegenomen. Omdat geavanceerde voorzuivering niet of nauwelijks effect heeft op de Ss-fractie die het substraat levert voor de biologische defosfaterende biomassa, wordt verwacht dat biologisch defosfatering mogelijk blijft.

5.3 KOSTEN

Als doorkijk naar de financiële gevolgen van vergaande voorzuivering is een indicatieve berekening van de jaarlijkse kosten uitgevoerd. Deze berekening is gebaseerd op de resultaten van de fractionerings- en flocculatietesten en de daarvan afgeleide winsten in biologische zuiveringscapaciteit.

Als rekenvoorbeeld is een met de in paragraaf 5.2 toegepaste standaard rwzi vergelijkbare zuivering gebruikt met een gemiddeld ontwerpdebiet van 19.500 m³/d. Als PE-dosering is 1 mg PE/100 NTU/l (gelijk aan ongeveer 2 mg PE/l) gehanteerd. Met deze PE-dosering is volgens de capaciteitsberekeningen in paragraaf 5.2 minimaal 15% besparing van biologische zuiveringscapaciteit mogelijk en 15% minder beluchtingsenergie benodigd. De uitgangspunten voor de kostenberekening zijn verder weergegeven in Tabel 5.7. De indicatieve uitkomsten van de kostenberekening zijn gepresenteerd in Tabel 5.8.

TABEL 5.7 UITGANGSPUNTEN INDICATIEVE KOSTENBEREKENING

parameter	
ontwerpdebiet	19.500 m ³ /d en 3.000 m ³ /h
ontwerpuilast	600 mg CZV/l, 220 mg BZV/l en 50 mg N/l
PE-dosering	1 mg PE/100 NTU/l
doseersysteem	54 m ³
slibbelasting en slijbgehalte AT	0,06 g BZV/(g TSS.d) en 4 kg/m ³
beluchtingsenergie	30 kWh/i.e./jaar
PE-kosten	EUR 4,-- per kg actief PE
investeringskosten doseersysteem	EUR 1.200,-- per m ³
investeringskosten AT (civiel)	EUR 200,-- per m ³
investeringskosten AT (E/M)	EUR 325,-- per m ³
energiekosten	EUR 0,07 per kWh
onderhoud civiel	0,5% per jaar voor civiel bouw en 1,5% per jaar voor E/M
afschrijving	30 jaar voor civiele bouw en 15 jaar voor E/M
reële rentevoet	4,5%

TABEL 5.8 INDICATIEVE KOSTEN EN BESPARINGEN ALS GEVOLG VAN VERGAANDE VOORZUIVERING DOOR PE-DOSERING (1 MG PE/100 NTU/L) OP BESTAANDE VOORBEZINKTANK (BEREKEND VOOR HYPOTHETISCHE STANDAARD RWZI VAN 19.500 M³/D)

kosten doseerinstallatie	EUR 18.900,-- per jaar (incl. onderhoud)
PE-kosten	EUR 56.900,-- per jaar
totale kosten	EUR 75.800,-- per jaar
kostenbesparing door minder beluchtingsenergie	EUR 25.000,-- per jaar
subtotaal kosten (kosten – besparing)	EUR 50.800,-- per jaar
fictieve kostenbesparing door extra AT-volume	EUR 125.100,-- per jaar (incl. onderhoud)
totale besparing	EUR 74.300,-- per jaar

Voor toepassing van vergaande voorzuivering middels een PE-dosering van 1 mg PE/100 NTU/l op een bestaande voorbezinktank van een standaard rwzi met een hydraulische belasting van 19.500 m³/d zijn de jaarlijkse kosten ca. EUR 75.000,-. Daar tegenover staat een directe kostenbesparing door vermindering van beluchttingsenergie in de AT die gelijk is aan EUR 25.000,- per jaar (extra energierugwinning via de veronderstelde hoger biogasproductie is niet als netto besparing in rekening gebracht in verband met de operationele kosten van de warmtekrachtinstallatie). Tevens wordt meer biologische zuiveringscapaciteit in de AT gecreëerd, waardoor (fictieve) besparingen van ca. EUR 125.000,- per jaar gerealiseerd worden doordat bouwkundige uitbreidingsmaatregelen achterwege kunnen blijven. Dit resulteert in een overall besparing van bijna EUR 75.000,- per jaar.

Deze indicatieve kostenberekening geeft aan dat vergaande voorzuivering financieel aantrekkelijk is indien uitbreidingsmaatregelen van de AT noodzakelijk zijn en deze kunnen worden opgevangen c.q. uitgesteld door toepassing van een lage PE-dosering op de bestaande voorbezinktank. De berekening geeft enkel een doorkijk naar de financiële mogelijkheden. Gedetailleerde kostenberekeningen die zijn gekoppeld aan toepassing van geavanceerde voorzuivering op bestaande installaties is maatwerk. Deze detailkosten zijn afhankelijk van locatiespecifieke factoren waaronder de afvalwatersamenstelling, ruimte in de sliblijn en beschikbaarheid van ruimte voor het bijbouwen van nieuwe onderdelen.

5.4 REDENEERTRANT

Om de mogelijkheden van vergaande voorzuivering per rwzi te kunnen bepalen is een redeneertrant ontwikkeld waarmee vastgesteld kan worden met welke maatregelen vergaande voorzuivering effectief uitgevoerd kan worden. De redeneertrant is een hulpmiddel bij de bepaling van de mogelijkheden, maar geeft geen definitief antwoord op de vraag of deeltjesverwijdering in de praktijk efficiënt is, hiervoor moet diepgaander onderzoek in de vorm van fractioneringsonderzoek en flocculatietesten uitgevoerd worden.

De redeneertrant is opgesteld vanuit de gedachtegang van de waterkwaliteitsbeheerder die voor een rwzi de mogelijkheden van vergaande deeltjesverwijdering in de voorzuivering wil nagaan. Daarbij is in eerste instantie nagegaan in hoeverre voorzuivering reeds wordt toegepast en wat de drijfveer is om vergaande voorzuivering toe te passen (uitbreiding biologische zuiveringscapaciteit of energiebesparing). Vervolgens worden de mogelijkheden van vergaande voorzuivering geïdentificeerd door de BZV/N-verhouding van de afloop te toetsen aan de kritische waarde van 2,0 om het denitrificatieproces niet nadelig te beïnvloeden (bij effluenteis van 10 mg N _{totaal}/l). Door vergaande voorzuivering wordt de in te dikken stroom van primair slib groter en kan de gistinginstallatie zwaarder belast worden. Hiervoor is in de redeneertrant de vraag opgenomen of voldoende capaciteit van de indikker en gisting aanwezig is. Als zowel de BZV/N-verhouding als de gistingcapaciteit voldoende is, kan vergaande voorzuivering worden toegepast. Om de potentie van geavanceerde voorzuivering voor een bepaalde rwzi in de praktijk te testen wordt vervolgens geadviseerd de maximaal te verwijderen deeltjesdiameters vast te stellen via fractionerings- en flocculatietesten. Met behulp van de resultaten van deze testen kan uiteindelijk de best toepasbare voorzuiveringstechniek met de optimale mate van dosering en type dosering geselecteerd worden.

Vragen voor het doorlopen van redeneertrant:

- Bestaat behoefte aan uitbreiding van de biologische zuiveringscapaciteit?
- Is energiebesparing op de zuivering gewenst?
- Is een voorbezinktank aanwezig?
- Is de BZV/N-verhouding van het influent en de afloop van de voorbezinktank voldoende voor denitrificatie (> 2 voor effluenteis van $N = 10 \text{ mg/l}$)?
- Is de capaciteit van de sliblijn voor primair slib voldoende (indikking en gisting)?
- Is voldoende gistingscapaciteit aanwezig?

Indien deze vragen positief beantwoord kunnen worden, is vergaande voorzuivering gemakkelijk toepasbaar. De definitieve vaststelling van de mogelijkheden van vergaande voorzuivering is afhankelijk van de locatieomstandigheden van het afvalwater en de rwzi en vereist daardoor maatwerk. Fractioneringsonderzoek en flocculatietesten zijn daarbij onmisbaar.

6

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 CONCLUSIES

ALGEMEEN

In het algemeen heeft de fractionering van het afvalwater op deeltjesgrootte (45; 5,0; 1,0; 0,45 μm) voor alle bemonsterde rwzi's gedetailleerd inzicht verschaft in de samenstelling van het afvalwaterinfluent en de verdeling van verontreinigingsparameters over de deeltjesgrootte. De uitgevoerde flocculatie- en bezinkingstesten geven een beeld van de huidige en maximaal mogelijke werking van de voorbezinktank (met of zonder ondersteunde doseringen) en de optimale polymeedosering voor geavanceerde voorbehandeling. Daarbij wordt aangegeven dat de verdeling van verontreinigingen over deeltjes en de resultaten van flocculatietesten specifiek zijn per afvalwater en dus per rwzi verschillende uitkomsten geven. Algemene conclusies op basis van de in dit rapport beschreven resultaten zijn dan ook niet te garanderen; de uitkomsten geven enkel een indicatie voor de mogelijkheden van vergaande voorzuivering.

FRACTIONERING EN FLOCCULATIETESTEN

Op basis van de uitgevoerd fractionerings- en flocculatietesten is geconcludeerd dat de monsternamen en uitvoering van de testen van essentieel belang zijn voor de betrouwbaarheid en interpreteerbaarheid van de resultaten. Fractioneringstesten geven inzicht in de specifieke verdeling van verontreinigingen over deeltjes. De flocculatietesten zijn bedoeld om het potentieel van vergaande voorzuivering met PE (of indien nodig /gewenst coagulanten) te bepalen. Effectieve polymeedoseringen lagen tussen 0,5 en 2,0 mg PE/100 NTU/l. Hieruit wordt geconcludeerd dat reeds met lage PE-dosering vergaand deeltjes kunnen worden verwijderd.

Voor de monsternamen blijkt een 24 h-volumeproportioneel monster (gekoeld en binnen 12 h gefractioneerd en geanalyseerd) representatiever voor het dagelijks beeld dan steekmonsters. Het totaal van aan deeltjes gerelateerde verontreinigingen lijkt bij een steekmonster (bij dwa) slechts beperkt af te wijken van een etmaalmonster.

De ontwikkelde methode van fractionering van afvalwater op deeltjesgrootte kan algemeen gebruikt worden. Daarbij wordt geconcludeerd dat de filtratietesten tijdsintensief zijn en dat het benodigde filtraatvolume zo klein mogelijk dient te zijn. Om invloeden van koekfiltratie zo veel mogelijk te voorkomen dienen filters frequent vervangen of verwisseld te worden. Naast de in de fractionering toegepaste deeltjesdiameters geeft toepassing van een zeef met een afscheidingsdiameter van ca. 20 μm extra informatie over de verwijderbare fracties in een voorbezinktank. Overwogen kan worden om de 0,45 μm fractie door een 0,1 μm te vervangen en zo de opgeloste fractie volgens nieuwe inzichten te definiëren.

In het onderhavige onderzoek zijn de filtraten van de fractionering in gecertificeerde laboratoria uitgevoerd. Hiervoor zijn grote hoeveelheden (minimaal 1 liter) aan filtraatmonster vereist, waardoor de filtratieprocedure zeer lang duurt. Om efficiëntie van de fractionering

te bevorderen is geconcludeerd dat analyse van de filtraten met cuvettentesten voldoende nauwkeurige resultaten oplevert om vergelijkend fractioneringsonderzoek uit te voeren. Hierdoor wordt de vereiste hoeveelheid monstervolume per analyse beperkt tot enkele milliliter (ml) en wordt de filtratiestap per fractie beperkt tot enkele minuten.

Om middels fractioneringsonderzoek een nauwkeurig en voldoende beeld te krijgen van de mogelijkheden van vergaande voorzuivering zijn de volgende analyses van de filtraten gewenst: CZV, N_{totaal} (of N_{kjeldahl}), P_{totaal} , troebelheid en onopgeloste bestanddelen. De reeks analyses kan naar eigen inzicht uitgebreid worden.

POTENTIEEL VOOR TOEPASSING VAN VERGAANDE VOORZUIVERING

Met uitzondering van de rwzi Kralingseveer zouden op onderzochte rwzi's middels vergaande voorzuivering deeltjes verwijderd kunnen worden, zonder dat de BZV/N-verhouding limiterend ($BZV/N = 2$) wordt voor een voldoende verlopende denitrificatie (tot 10 mg N/l). Op basis van de onderzoeksresultaten blijken de rwzi's Assen (onder voorbehoud van toekomstige aanvoer zuivelafvalwater) en Amstelveen het meest geschikt voor toepassing van vergaande voorzuivering middels PE-dosering. Voor de rwzi Venray kan vergaande voorzuivering een structurele capaciteitsvergroting opleveren. Voor de rwzi's Kralingseveer en Alphen-Noord lijken de mogelijkheden van vergaande voorzuivering beperkt door de relatief lage BZV/N-verhouding in de toevoer van de voorbezinktanks. Deze conclusie is enkel een indicatie van de potentie van geavanceerde voorzuivering op de rwzi's en kan met behulp van praktijkexperimenten worden getoetst.

Uit de modelmatige capaciteitsberekeningen blijkt dat op basis van de geanalyseerde monsters voor alle rwzi's aanzienlijke volumereducties mogelijk zijn (bij effluenteis van $N = 10$ mg/l). De volumevermindering c.q. capaciteitsvergroting bij een milde voorbehandeling (0,5 - 1 mg PE/100 NTU/l) bedraagt 15 tot 20%. Bij dosering van 2 mg PE/100 NTU/l op de voorbezinktank, blijken op basis van de resultaten van alle rwzi's volumereducties van 20 tot 40% mogelijk. Hierbij is wel te letten op de eis ten aanzien van lichtslib dat het anoxisch deel kleiner of gelijk is aan 50% van het totale AT-volume. Opgemerkt wordt dat modellen enkel een indicatie geven van de werkelijkheid. Praktijkproeven geven meer gedetailleerd inzicht in de werkelijke winsten. Deze praktijkproeven zijn dan ook onontbeerlijk.

Uit een indicatieve kostenanalyse blijkt dat met een lage PE-dosering (1 mg PE/100 NTU/l) op een bestaande voorbezinktank van een standaard rwzi tegen beperkte meerkosten vergaande deeltjesverwijding tot energiebesparing leidt. Doordat tevens biologische zuiveringscapaciteit (ruimte) gecreëerd wordt, leidt dit zelfs tot besparing van jaarlijkse kosten doordat bouwkundige uitbreidingsmaatregelen achterwege kunnen blijven. Gedetailleerde kostenberekening van toepassing van geavanceerde voorzuivering op bestaande installaties is echter maatwerk.

De onderzoeksresultaten zijn verwerkt in een redeneertrant waarmee per rwzi het mogelijk voordeel van vergaande voorzuivering kan worden bepaald en met welke maatregelen vergaande voorzuivering effectief uitgevoerd kan worden. De redeneertrant is een hulpmiddel bij de bepaling van de mogelijkheden van vergaande voorzuivering, maar geeft geen definitief antwoord op de vraag of vergaande deeltjesverwijding in de voorzuivering in de praktijk efficiënt is. Om hier een meer gedetailleerd antwoord op te geven is diepgaander onderzoek naar het specifieke afvalwater noodzakelijk. Dit kan gedaan worden door een combi-

natie van de in dit rapport beschreven influentfractionering- en karakterisering en flocculatietesten.

6.2 AANBEVELINGEN

Aanbevolen wordt om voor de vaststelling van de mogelijkheden van vergaande voorzuivering voor een specifieke rwzi in eerste instantie de redeneertrant te doorlopen en vervolgens voor een definitieve vaststelling flocculatietesten uit te voeren. Voor het verkrijgen van detailinformatie over de deeltjesverdelingen en de aan deeltjes gerelateerde verontreinigingen in het influent en de afloop van de voorbezinktank dient een influentfractionering uitgevoerd te worden.

Aanbevolen wordt om voor de fractionering en flocculatietesten 24 h-volumeproportionele monsters (gekoeld en binnen 12 h gefractioneerd en geanalyseerd) te nemen van de toeloop én afloop (na verloop van berekende verblijftijd) van het te onderzoeken zuiveringsproces (in dit geval de voorbezinktank).

Voor een efficiënte fractionering wordt aanbevolen om het vereiste monstervolume per fractie zo klein mogelijk te houden. Aanbevolen wordt om analyses van de monsters en filtraten door middel van cuvettesten uit te voeren. Voor vergelijkend fractioneringsonderzoek zijn de cuvettesten voldoende nauwkeurig en betrouwbaar.

Naast de afscheidingsdiameters van 45, 5,0 en 1,0 μm wordt aanbevolen om een extra fractie van ca. 20 μm te analyseren. Overwogen kan worden om de 0,45 μm fractie door een 0,1 μm te vervangen en zo de opgeloste fractie volgens nieuwe inzichten te definiëren.

Aanbevolen wordt om CZV, N_{totaal} (of N_{kjeldahl}), P_{totaal} , troebelheid en onopgeloste bestanddelen per filtraat te analyseren. De analyses kunnen naar eigen inzicht uitgebreid worden.

Voor uitvoering van de flocculatietesten wordt geadviseerd om een doseerreeks van PE van 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 en 3,0 mg PE/100 NTU/l toe te passen.

7

REFERENTIES

1. STOWA (1998). Fysisch/chemische voorzuivering van afvalwater - Identificatie en evaluatie van waterzuiveringsscenario's gebaseerd op fysisch/chemische voorzuivering STOWA, rapportnummer 98-29, Utrecht.
2. STOWA (2001). Fysisch/chemische voorzuivering - Onderzoek naar voorzuiveringstechnieken: Organische polymeren; flotatie; directe grovemediafiltratatie, directe membraanfiltratie, denitrificerende A-trap. STOWA, rapportnummer 2001-07, Utrecht.
3. STOWA (2002). Fysisch/chemische voorzuivering - Oriënterend onderzoek naar Influentfractionering en nabehandelingstechnieken. STOWA, rapportnummer 2001-20, Utrecht.
4. STOWA (2002). Fysisch/chemische voorzuivering - Resumé en scenario evaluatie met DEMAS*. STOWA, rapportnummer 2001-21, Utrecht.
5. N-vrachten externe stromen in AT van Assen, Hunze en Aa's d.d. 10-04-03
6. STOWA (1996). Methoden van influentkarakterisering. Inventarisatie en richtlijnen. STOWA, rapportnummer 1996-08, Utrecht.
7. Roeleveld, P.J. and Van Loosdrecht, M.C.M. (2002). Experiences with guidelines for wastewater characterisation in The Netherlands. *Water, Science and Technology* **45** (6): 77-87.
8. Mels, A.R. (2001). Physical-chemical pretreatment as an option for increased sustainability of municipal wastewater treatment plants. Proefschrift Wageningen Universiteit.
9. STOWA (1992). Handboek Stikstofverwijdering - programma PN-1992, STOWA, rapportnummer 93-07, Utrecht.
10. STOWA (1995). Toepassing van de HSA-dimensioneringsmethode voor N_{tot}-verwijdering onder Nederlandse omstandigheden, STOWA rapportnummer (95-19), Utrecht.
11. STOWA (1999). Influentkarakterisering van ruw en voorbehandeld afvalwater. De invloed van voorbezinking en voorprecipitatie, STOWA rapportnummer 99-13, Utrecht.
12. Van Nieuwenhuijzen, A.F. (2002). Scenario Studies into Advanced Physical-chemical Pre-treatment. Proefschrift Technische Universiteit Delft. ISBN 90-407-2249-8.

8

BIJLAGEN

BIJLAGE I

DEFINITIELIJST

ASM1	actief-slibmodel 1
BZV	Het Biologisch zuurstofverbruik (BZV) is gedefinieerd als de hoeveelheid zuurstof per volume eenheid afvalwater die door de aanwezige micro-organismen gebruikt wordt voor oxidatie van organisch materiaal in een bepaalde tijd (5 of 20 dagen) bij 20°C. Omdat meestal niet al het biologisch afbreekbaar materiaal binnen vijf dagen afgebroken wordt, kunnen ook de BZV_{20} en BZV_{tot} worden gemeten om zo betrouwbaarder waarden te verkrijgen voor de echte hoeveelheid aanwezige biodegradeerbaar materiaal. De BZV kan bepaald worden door de afname van de zuurstofdruk in een gesloten omgeving te meten, hetgeen in dit project is gedaan met Oxitop-druksensors.
BCZV	Biodegradeerbaar chemisch zuurstofverbruik
CZV	Chemisch Zuurstofverbruik
$CZV_{deeltjes}$	Chemisch zuurstofverbruik dat aan deeltjes gebonden is
$CZV_{opgelost}$	Chemisch zuurstofverbruik dat opgelost is
HSA	Hochschulgruppe-Ansatz, model voor ontwerp van actief-slibsystemen
N_{totaal}	Totale hoeveelheid aanwezige stikstof, bestaande uit nitraat, nitriet, ammonium en organisch gebonden stikstof
NH_4^+	Ammonium
$N_{kjeldahl}$	Som van stikstof aanwezig in de vorm van ammonium en organisch gebonden stikstof gemeten volgens de kjeldahl-methode
P_{ortho}	Ortho-fosfaat
P_{totaal}	Totaal fosfaat
PE	Poly-electrolyt, polymeer
rwzi	rioolwaterzuiveringsinrichting
S_s	opgelost, (snel) biodegradeerbaar CZV;
S_i	opgelost, inert CZV;
XS	niet-opgelost, (langzaam) biodegradeerbaar CZV;
X_i	niet-opgelost, inert CZV;
X_h	heterotrofe biomassa in het influent.

BIJLAGE II

MEETLOCATIES

RWZI KRALINGSEVEER

De rwzi Kralingseveer is in 1983 gebouwd en in 1998 uitgebreid en aangepast. De zuivering omvat vier rechthoekige voorbezinktanks, een actief-slibstelsysteem en acht nabezinktanks. De dimensies van deze onderdelen zijn weergegeven in Tabel 8.1.

Het primaire en secundaire slib wordt op de rwzi vergist in twee slibgistingstanks. Het vergiste slib wordt ontwaterd in centrifuges en opgeslagen in een silo. Het water dat bij de onderdelen van de sliblijn vrijkomt (retourstromen) wordt toegevoegd aan het influent van de zuivering vóór de voorbezinktanks.

TABEL 8.1 TECHNISCHE GEGEVENS RWZI KRALINGSEVEER

Onderdeel	aantal	totale afmeting	eenheid
Voorbezinktank	4	3.200	m ²
Selecter	1	4.800	m ³
Voordenitrificatie	1	3.600	m ³
Nitrificatie	1	8.000	m ³
Beluchtingstank	2	27.500	m ³
Nabezinktank	8	17.580	m ²
Retourslibgemaal	8	9.400	m ³ /uur
Slibdikker	1	415	m ²
Banddikker	2	120	m ³ /uur

De rwzi heeft momenteel een biologische ontwerpcapaciteit van 360.000 i.e. (à 54 g BZV/d) en een hydraulische ontwerpcapaciteit van 14.000 m³/h bij een ontwerpslibindex van 150 ml/g. De huidige slibvolume-index (SVI) is stabiel en maximaal 120 ml/g.

Het gemiddelde totaal te verwerken dagdebiet in 2002 bedroeg 98.040 m³/d. De gemiddelde belasting bedroeg 367.513 i.e._{136TZV}, geïnventariseerd op vrachten (overeenkomend met circa 138 g TZV) Het gemiddelde debiet over de voorbezinktank (VBT) inclusief interne stromen bedroeg in 1999-2000 10% van het debiet van het influent. De procestechnische gegevens van rwzi Kralingseveer zijn weergegeven in Tabel 8.2. De samenstelling van het influent en afloop VBT in 2002 wordt weergegeven in Tabel 8.3.

TABEL 8.2 PROCESTECHNISCHE GEGEVENS RWZI KRALINGSEVEER

parameter	eenheid	jaar 2002	ontwerp
slibbelasting	kg CZV/kg d.s. dag	0,141	0,163
	kg BZV/kg d.s. dag	0,051	0,048
	kg N/kg d.s. dag	0,020	0,024
slibconcentratie	kg d.s./m ³	4,0	4,1
slibleeftijd	dag	16	17,6
surplusslibproductie	kg d.s./dag	10.782	10.200
SVI (gemiddeld)	ml/g	108	150

TABEL 8.3

GEMIDDELDE SAMENSTELLING VAN INFLUENT EN AFLOOP VBT VAN RWZI KRALINGSEVEER IN 2002

parameter	influent (mg/l)	afloop VBT (mg/l) ¹	effluent
CZV	328	233	35
BZV	121	84	3
N-Kj	23	32	2,3
NH ₄ -N	22	24	1
NO _x -N	nb		6,1
N _{total}	nb		8,4
P _{total}	5	4,84	0,69
P _{ortho}	2,4	2,68	
zwevende stof	117	53	< 20

RWZI ASSEN

De rwzi Assen is in 1985 gebouwd. Men is momenteel (2003) in de ontwerpfase voor een uitbreiding en aanpassing van de zuivering. De rwzi Assen behandelt afvalwater uit de gemeente Assen en Rolde en een deel van de gemeenten Anloo en Vries. Het afvalwater vanuit Rolde en omgeving wordt rechtstreeks in het beluchtingscircuit geleid. De zuivering omvat één voorbezinktank, een actief-slibcircuit en drie nabezinktanks. De afmetingen van de verschillende onderdelen zijn weergegeven in Tabel 8.4.

Het primaire en secundaire slib van de zuivering wordt vergist in de slibgistingstanks. Wellicht wordt hier in de toekomst ook slib van Gieten en 2^e Exloermond vergist. Het uitgegiste slib uit de slibgistingstanks wordt nat opgeslagen in slibdepots voordat het wordt afgevoerd. De retourstromen afkomstig van de sliblijn worden rechtstreeks naar het actief-slibgedeelte geleid. Dit betekent dat de BZV/N-ratio van de afloop van de VBT nog wordt verlaagd door de N-vracht van de retourstromen.

TABEL 8.4

TECHNISCHE GEGEVENS RWZI ASSEN

onderdeel	aantal	(totale) afmeting	eenheid
influentgemaal		2260	m ³ /h
voorbezinktank	1	700	m ²
beluchte selector		300	m ³
beluchtingscarrousel	1	10.300	m ³
nabezinktank	3	4.000	m ²
retourslibgemaal		1606	m ³ /h
slibgistingstank		2.550	m ³

De rwzi heeft een biologische ontwerpcapaciteit van 80.000 i.e. (à 136 g TZV) en een hydraulische ontwerpcapaciteit van 2.800 m³/h. De huidige slibvolume-index (SVI) was gemiddeld 110 ml/g. Het gemiddelde totaal te verwerken dagdebiet over de jaren 2002 (gegevens t/m oktober) bedroeg 23.538 m³/d. De gemiddelde biologische belasting in 2002 bedroeg 161.500 i.e._{136TZV}. De retourstromen uit de sliblijn die rechtstreeks naar het beluchtingscircuit gaan, leveren gemiddeld een stikstofvracht van 150 kgN/dag [6].

De gemiddelde samenstelling van het influent en afloop VBT in 2002 wordt weergegeven in Tabel 8.6

TABEL 8.5 PROCESSTECHNISCHE GEGEGEVENS RWZI ASSEN

parameter	eenheid	jaar 2002
slibbelasting	kg CZV/kg d.s. dag	0,166
	kg BZV/kg d.s. dag	0,068
	kg N/kg d.s. dag	0,024
slibconcentratie	kg d.s./m ³	5,2
slibleeftijd	dag	17,6
surpluslibproductie	kg d.s./dag	3040
SVI (gemiddeld)	ml/g	86

TABEL 8.6 GEMIDDELTE SAMENSTELLING VAN INFLUENT, AFLOOP VBT EN EFFLUENT VAN RWZI ASSEN IN 2002

parameter	influent (mg/l)	afloop VBT (mg/l)
CZV	685	365
BZV	265	153
N-Kj	54	53
NH ₄ -N	32	36
NO _x -N	1,2	niet bekend
P _{totaal}	8,3	7
P _{ortho}	3,6	4,1
zwevende stof	287	30,9

RWZI ALPHEN-NOORD

De rwzi Alphen-Noord is in 1997 aangepast tot een laagbelaste actief-slibinstallatie. De zuivering bestaat uit één voorbezinktank, twee ronde actief-slibtanks en twee nabezinktanks. De afmetingen van de onderdelen zijn weergegeven in Tabel 8.7.

Het primaire en secundaire slib wordt op de rwzi vergist in de slibgistingstank. Het uitgeste slib wordt ingedikt met een zeefbandpers. Het rejectiewater uit de sliblijn wordt weer teruggepompt naar het ontvangwerk.

TABEL 8.7 TECHNISCHE GEGEVENS RWZI ALPHEN-NOORD

onderdeel	aantal	(totale) afmeting	eenheid
influentgemaal	2	1.400	m ³ /h
voorbezinktank	1	1.340	m ²
Selector	1	245	m ³
voordenitrificatie	2	4.070	m ³
nitrificatie	2	9.680	m ³
beluchtingstank	2	13.750	m ³
nabezinktank	2	2.150	m ²
retourslibgemaal	2	950	m ³ /h
slibindikker	1	72	m ²

De installatie heeft een capaciteit voor 55.000 v.e. (à 190 g TZV/d) en een hydraulische capaciteit van 1.400 m³/uur. Het gemiddelde totaal te verwerken dagdebiet in 2002 bedroeg 8.050 m³/d. De gemiddelde belasting in 2002 bedroeg 60.500 i.e. (à 136 g TZV).

TABEL 8.8 PROCESTECHNISCHE GEGEVENS RWZI ALPHEN-NOORD

parameter	eenheid	jaar 2002	ontwerp
slibbelasting	kg CZV/kg d.s. dag	0,058	
	kg BZV/kg d.s. dag	0,024	0,036
	kg N/kg d.s. dag	0,008	0,009
slibconcentratie	kg d.s./m ³	4,3	4,5
slibleeftijd	dag	27,4	23,8
surpluslibproductie	kg d.s./dag	2157	2600
SVI (gemiddeld)	ml/g	88	150

De gemiddelde samenstelling van het influent en afloop VBT 2002 wordt weergegeven in Tabel 8.9.

TABEL 8.9 GEMIDDELDE SAMENSTELLING VAN INFLUENT, AFLUOP VBT EN EFFLUENT VAN RWZI ALPHEN-NOORD IN 2002

parameter	influent (mg/l)	afloop VBT (mg/l) ¹	effluent
CZV	709	423	33
BZV	277	172	3
N-Kj	64	58	2,5
NH _x -N	nb	nb	
NO _x -N	nb	nb	5,4
N _{totaal}	64		7,9
P _{totaal}	9,3	7,7	0,42
P _{ortho} zwevende stof	266	36	3

RWZI AMSTELVEEN

De rwzi Amstelveen bestaat sinds 1992 uit twee voorbezinktanks, twee ronde actief-slib-tanks en vier nabezinktanks. De afmetingen van de onderdelen zijn weergegeven in Tabel 8.10.

Het primaire en secundaire slib wordt op de rwzi vergist in de slibgistingstank. Op rwzi Amstelveen wordt het uitgiste slib van rwzi Amstelveen en rwzi Uithoorn ontwaterd met een filterpers. Het rejectiewater uit de sliblijn wordt teruggepompt naar het ontvangwerk.

TABEL 8.10 TECHNISCHE GEGEVENS RWZI AMSTELVEEN

onderdeel	aantal	(totale) afmeting	eenheid
influentgemaal	1	4.650	m ³ /h
voorbezinktank	2	2.270	m ²
selector	2	290	m ³
voordenitrificatie	2	3.220	m ³
nitrificatie	2	6.050	m ³
beluchtingstank	2	9.560	m ³
nabezinktank	4	5.024	m ²
retourslibgemaal	4	1.880-2.800	m ³ /h
slibindikker (primair)	1	113	m ²
slibindikker (sec.)	1	113	m ²
slibindikker (na.)	1	113	m ²
slibgistingstank	2	3.000	m ³

De installatie heeft een capaciteit voor 97.500 i.e. en een hydraulische capaciteit van 4.650 m³/uur.

Het gemiddelde totaal te verwerken dagdebiet in 2002 bedroeg 30.124 m³/d. De gemiddelde belasting in 2002 bedroeg 121.433 i.e.^{136TZV}. De procestechnische gegevens van rwzi Amstelveen zijn weergegeven in Tabel 8.11. De samenstelling van het influent, influent inclusief retourstromen en afloop VBT in 2002 wordt weergegeven in Tabel 8.12.

TABEL 8.11 PROCESTECHNISCHE GEGEVENS RWZI AMSTELVEEN

parameter	eenheid	jaar 2002	ontwerp
slibbelasting	kg CZV/kg d.s. dag	0,19	
	kg BZV/kg d.s. dag	0,07	0,06
	kg N/kg d.s. dag	0,03	0,02
slibconcentratie	kg d.s./m ³	4,6	3,65
slibleeftijd	dag	26	
surplusslibproductie	kg d.s./dag	447	1.500
SVI (gemiddeld)	ml/g	108/122	

TABEL 8.12

GEMIDDELDE SAMENSTELLING VAN INFLUENT, AFLOOP VBT EN EFFLUENT VAN RWZI AMSTELVEEN IN 2002

parameter	influent rwzi (mg/l)	influent VBT totaal (incl. retourstromen) (mg/l)	effluent VBT (mg/l) ¹
CZV	322	273	34,7
BZV	127	105	2,7
N-Kj	34	44	3,4
NH ₄ -N			1,8
NO _x -N			6,8
N _{totaal}	34	44	10,1
P _{totaal}	5,4	6,3	0,79
P _{ortho}			
zwevende stof	174	100	9

RWZI VENRAY

De rwzi Venray is in bedrijf sinds 1979. De zuivering bestaat uit één voorbezinktank, twee actief-slibcarrousel en twee nabezinktanks. De afmetingen van de onderdelen zijn weergegeven in Tabel 8.13.

Het primaire en secundaire slib wordt op de rwzi vergist in de slibgistingstank. Het uitgegiste slib wordt ontwaterd met een zeefbandpers. Het rejectiewater uit de sliblijn wordt weer teruggepompt naar het ontvangwerk.

TABEL 8.13 TECHNISCHE GEGEVENS RWZI VENRAY

onderdeel	aantal	(totale) afmeting	eenheid
voorbezinktank	1	688	m ²
beluchtingscarrousel	2	4.400	m ³
nabezinktank	2	1.376	m ²
regenwaterbuffer	2	4.700	m ³
retourslibgemaal		1.375	m ³ /uur
slibindikker	1	100	m ³
slibgistingstank	1	2.000	m ³

De installatie heeft een capaciteit voor 70.000 i.e. en een hydraulische capaciteit van 1.375 m³/uur. De indikker is geïntegreerd met onderkant van de voorbezinktank (100 m³). In de zomer 2003 wordt 1/3 deel van de rwzi als denitrificatieruimte ingezet en 2/3 deel als nitrificatie. In 1/3 deel wordt de beluchting uitgeschakeld.

Het gemiddelde totaal te verwerken dagdebiet in 2002 bedroeg 8.050 m³/d. De gemiddelde belasting in 2002 bedroeg 60.500 i.e. (à 136 g TZV).

TABEL 8.14 PROCESSTECHNISCHE GEDEGEVENS RWZI VENRAY

parameter	eenheid	jaar 2002	ontwerp
slibbelasting	kg CZV/kg d.s. dag	0,233	
	kg BZV/kg d.s. dag	0,084	0,08
	kg N/kg d.s. dag	0,035	0,03
slibconcentratie	kg d.s./m ³	4	4
slibleeftijd	dag	10	
surpluslibproductie	kg d.s./dag	2.844	
SVI (gemiddeld)	ml/g	75	150

TABEL 8.15 GEMIDDELDE SAMENSTELLING VAN INFLUENT, AFLOOP VBT EN EFFLUENT VAN RWZI VENRAY IN 2002

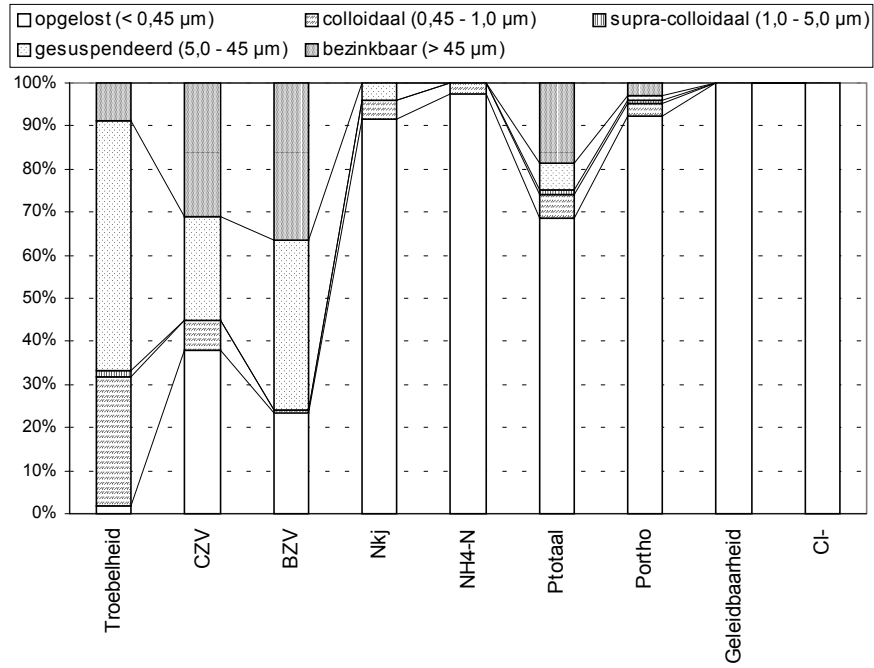
parameter	influent (mg/l)	overloop water VBT (mg/l)	effluent VBT (mg/l)
CZV	374	277	49
BZV	125	100	5
N-Kj	40	41	8
NH ₄ -N	27		6
NO _x -N	0,2		16
N _{totaal}	40,2	41	24
P _{totaal}	6		3,1
P _{ortho}	2,9		2,8
zwevende stof	178	110	13

BIJLAGE III

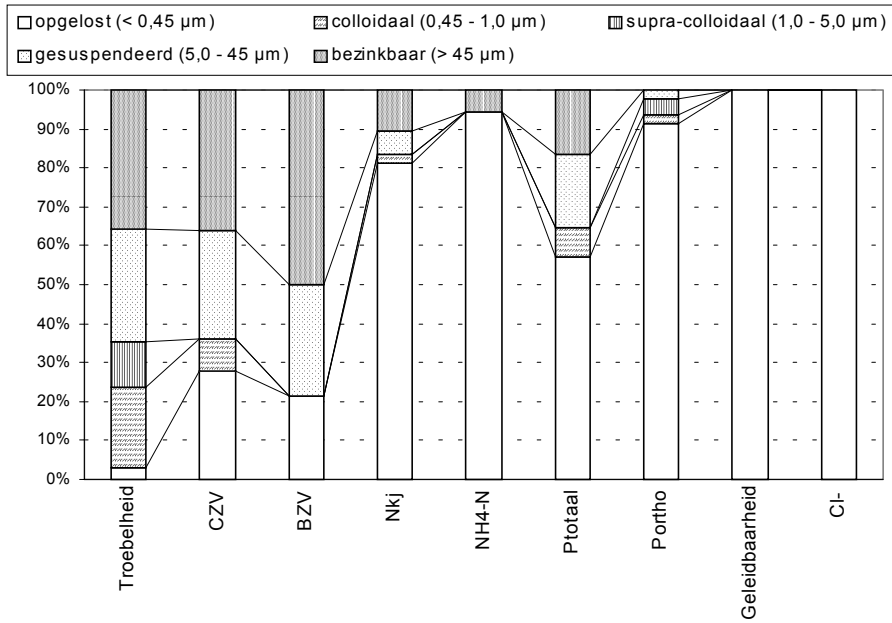
**RESULTATEN FRACTIONERING,
FLOCCULATIETESTEN EN BIODEGRADEER-
BAARHEID PER RWZI**

RWZI KRALINGSEVEER

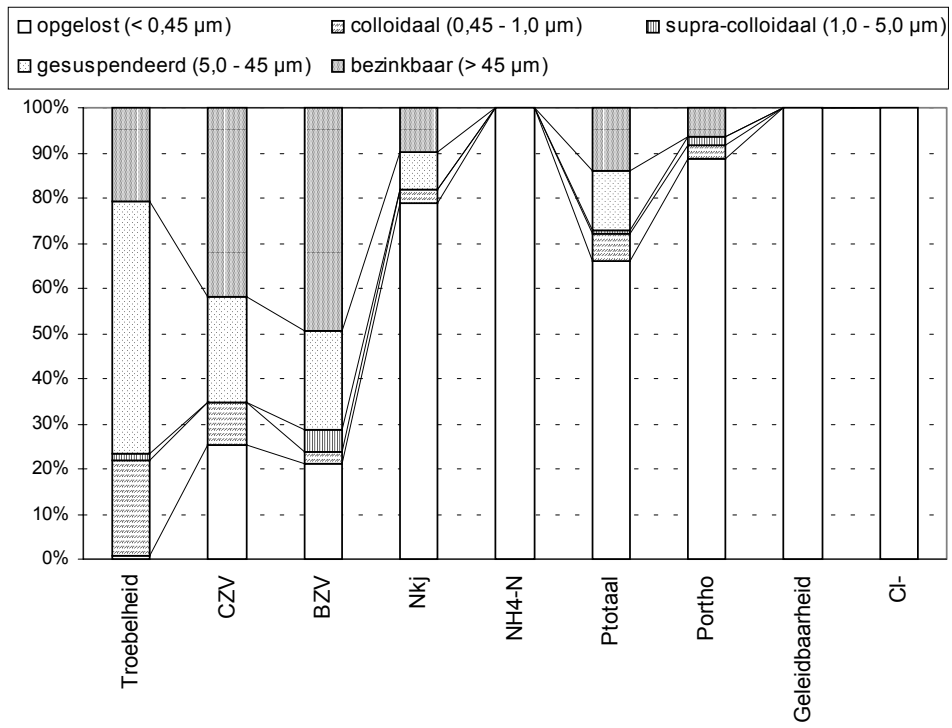
AFBEELDING 8.1 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI KRALINGSEVEER (9.00 H) OP 4 DECEMBER 2002 (STEEK 1)



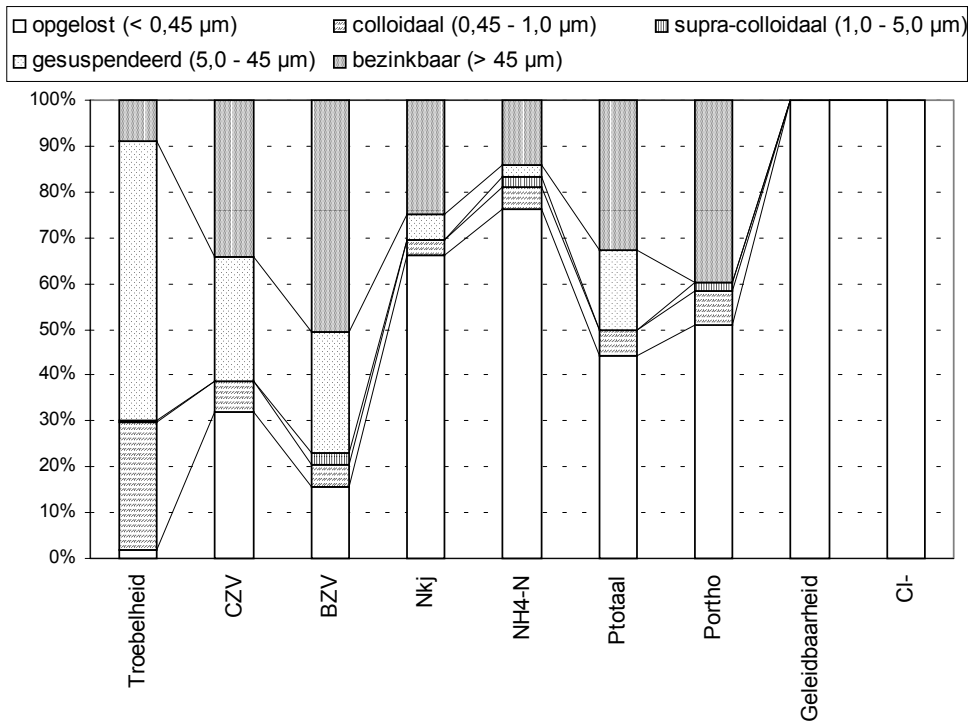
AFBEELDING 8.2 RESULTAAT FRACTIONERING 24 H-MONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI KRALINGSEVEER (9.00 H) OP 4 DECEMBER 2002 (24H 1)



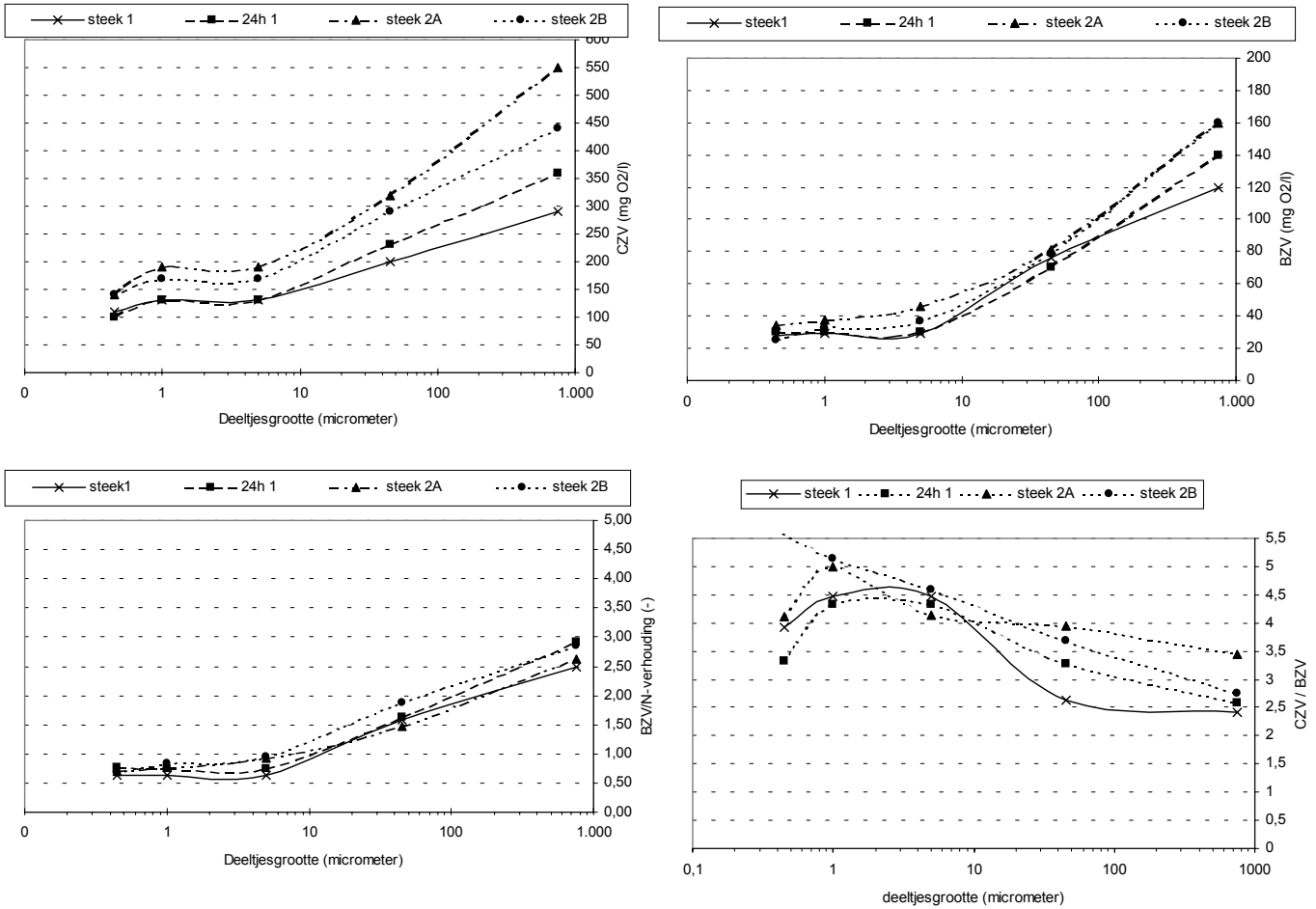
AFBEELDING 8.3 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI KRALINGSEVEER (9.00 H) OP 10 DECEMBER 2002 (STEEK 2A)



AFBEELDING 8.4 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI KRALINGSEVEER (11.00 H) OP 10 DECEMBER 2002 (STEEK 2B)

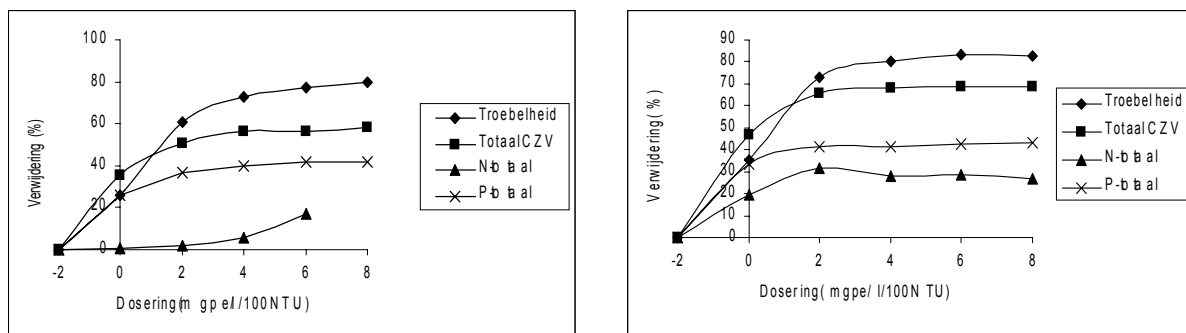


AFBEELDING 8.5 VERDELING VAN WATERKwalITEITSPARAMETERS OVER DEELTJESGROOTE VOOR HET INFLUENT (TOEVOER VOORBEZINKTANK) VAN DE RWZI KRALINGSEVEER



FLOCCULATIETESTEN EN BIODEGRADEERBAARHEID

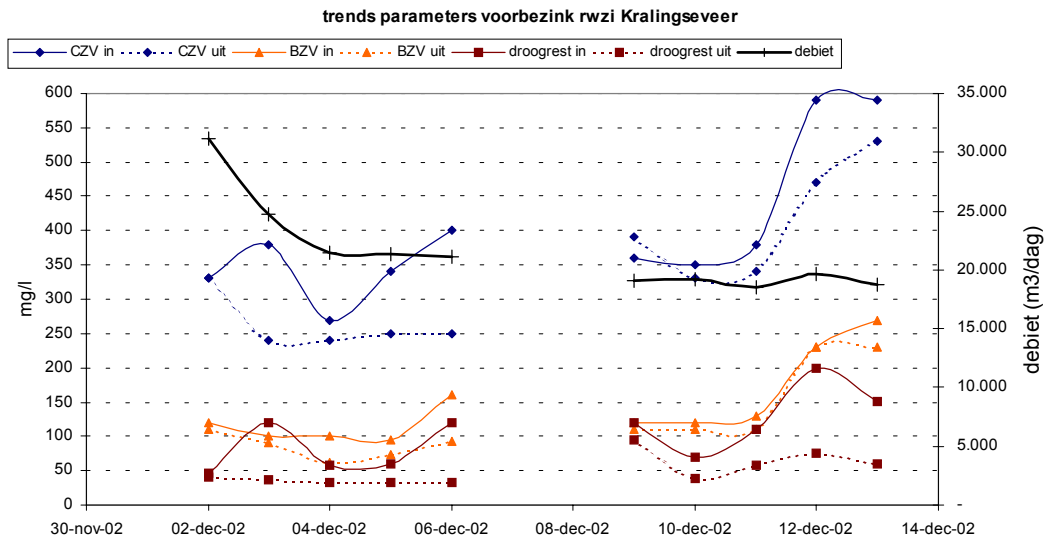
AFBEELDING 8.6 RESULTATEN FLOCCULATIETEST VAN DE AFVALWATERMONSTERS VAN RWZI KRALINGSEVEER (LINKS 04-12-2002, RECHTS 10-12-2002)



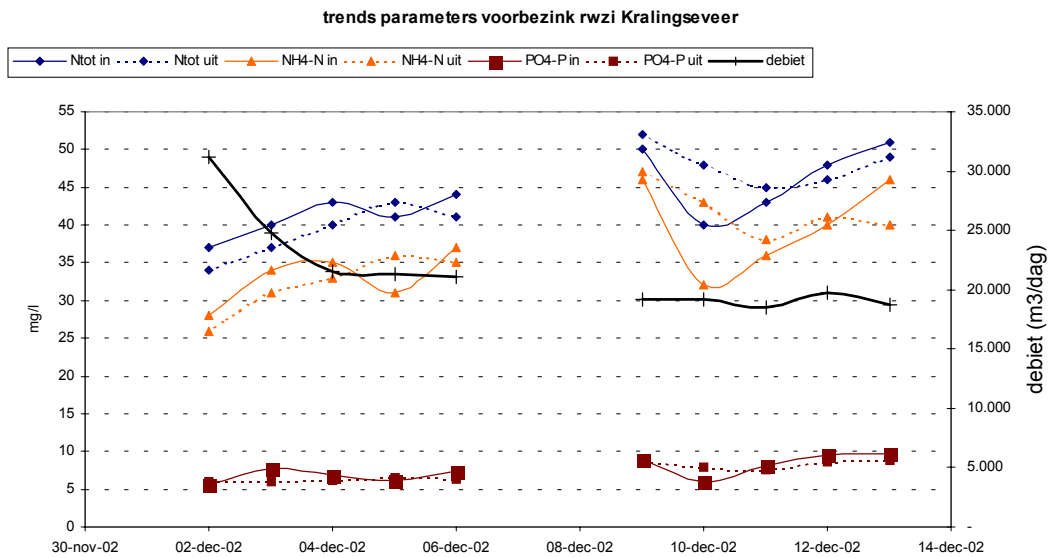
PRAKTIJKMETING VOORBEZINKTANK

In de grafieken zijn de trends in waterkwaliteitsparameters over de voorbezinktank van de rwzi Kralingseveer weergegeven gedurende de twee-weekse meetcampagne. Binnen een afbeelding zijn zowel de concentraties van de toevoer van de voorbezinktank (IN) als de concentraties in de afloop van de voorbezinktank (UIT) weergegeven. Het verschil tussen IN en UIT geeft het de prestatie van de voorbezinktank aan. Tevens is in alle afbeeldingen het dag-debiet (m³/dag) weergegeven.

AFBEELDING 8.7 TRENDS VAN WATERKWALITEITSPARAMETERS OVER DE VOORBEZINKTANK VAN DE RWZI KRALINGSEVEER

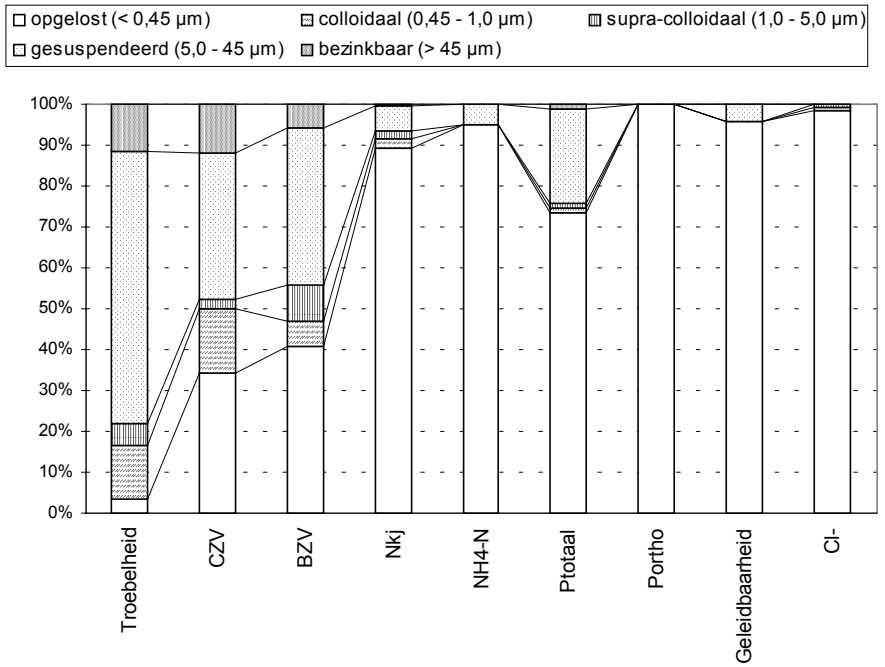


AFBEELDING 8.8 TRENDS VAN WATERKWALITEITSPARAMETERS OVER DE VOORBEZINKTANK VAN DE RWZI KRALINGSEVEER

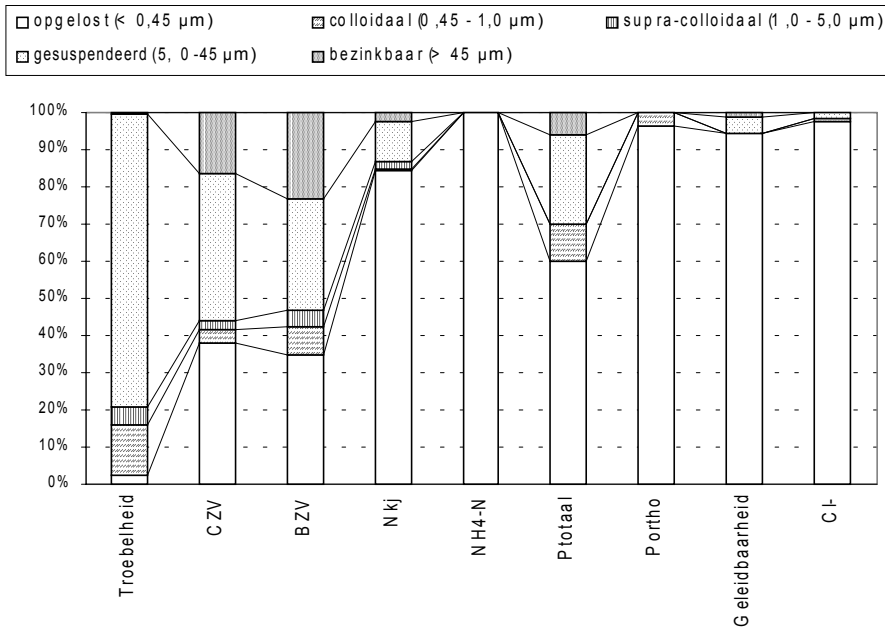


RWZI ASSEN

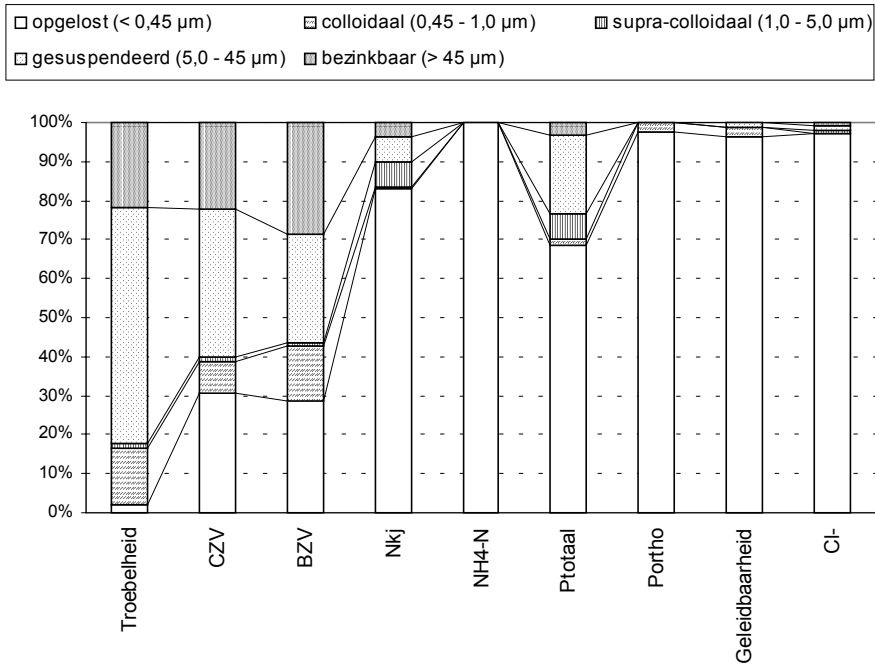
AFBEELDING 8.9 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ASSEN (11.00 H) OP 15 JANUARI 2003 (STEEK 1)



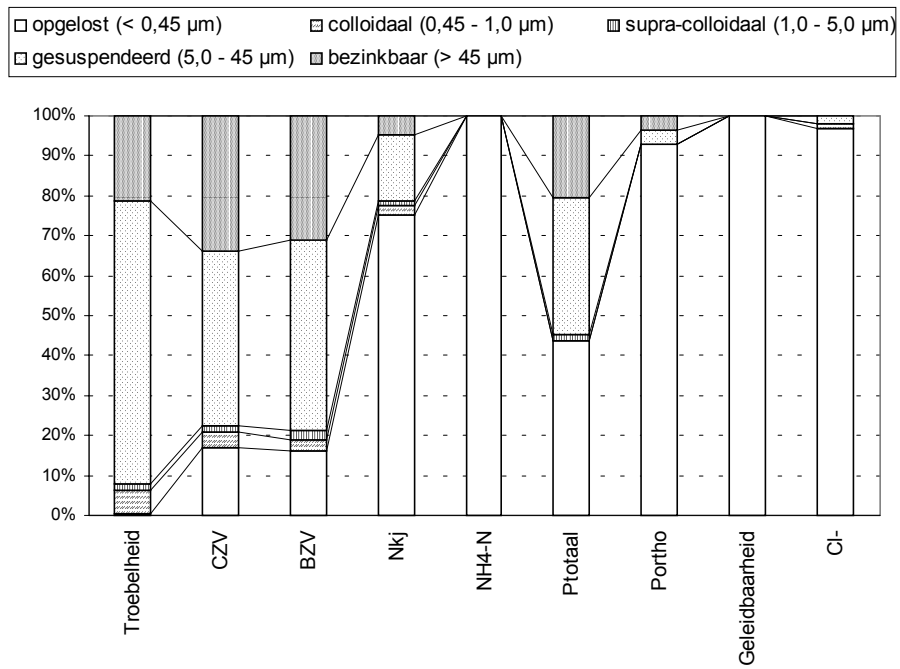
AFBEELDING 8.10 RESULTAAT FRACTIONERING 24 H-MONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ASSEN (8.00 H) OP 15 JANUARI 2003 (24H 1)



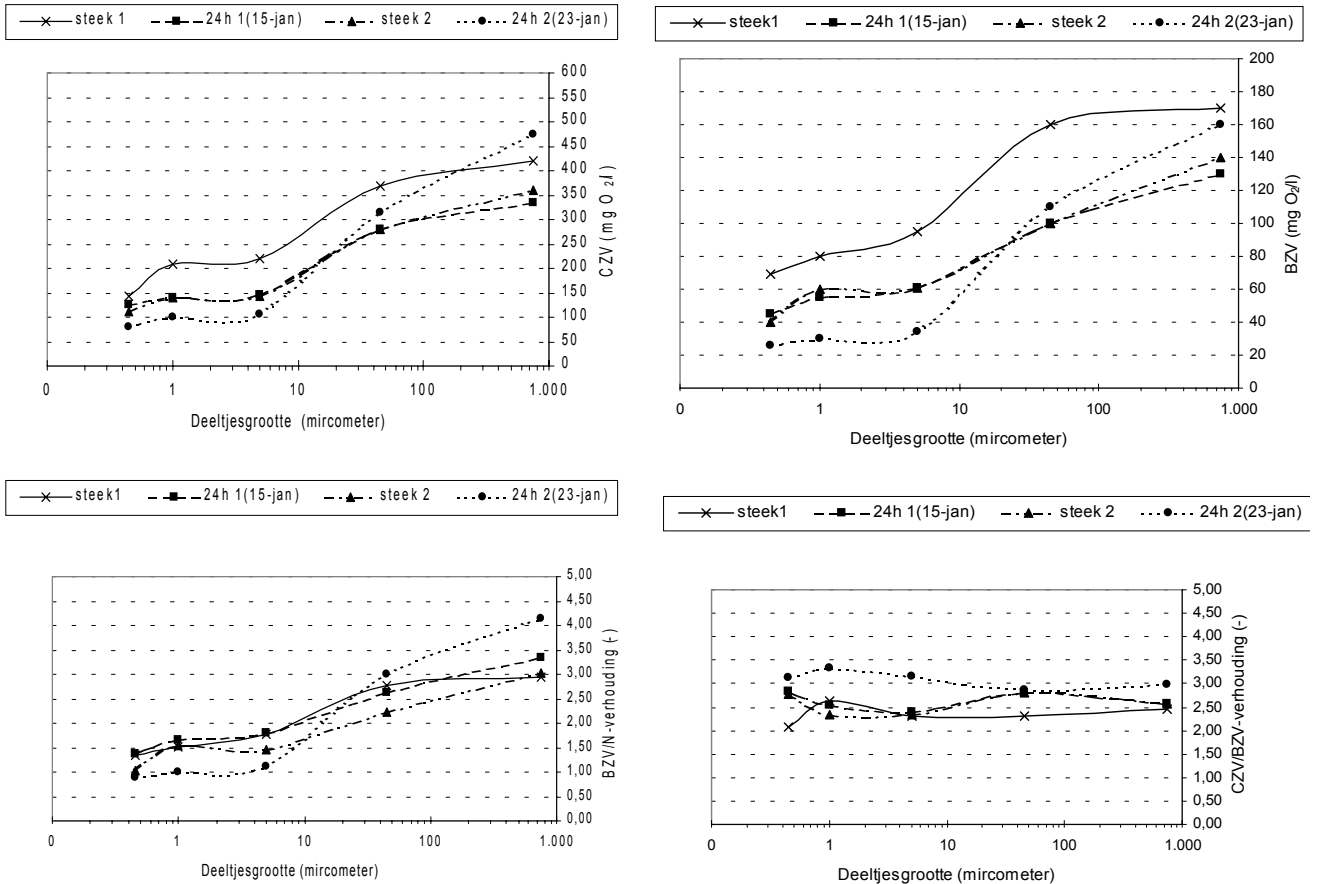
AFBEELDING 8.11 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ASSEN (11.00 H) OP 23 JANUARI 2003 (STEEK 2)



AFBEELDING 8.12 RESULTAAT FRACTIONERING 24 H-MONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ASSEN (8.00 H) OP 23 JANUARI 2003 (24H 2)



AFBEELDING 8.13 VERDELING VAN WATERKwalITEITSPARAMETERS OVER DEELTJESGROOTE VOOR HET INFLUENT (TOEVOER VOORBEZINKTANK) VAN DE RWZI ASSEN



Uit de uitgevoerde fractionering blijkt dat voor de toevoer van de voorbezinktanks op de rwzi Assen 60 tot 85% van het CZV gerelateerd is aan deeltjes, waarbij de verdeling tussen bezinkbare, gesuspendeerde en colloïdale fractie respectievelijk 10-30%, 30-40% en 5 - 20% bedraagt. Voor het BZV ligt dit percentage op 60 tot 80% (5 - 30% bezinkbaar, 25 - 50% gesuspendeerd en 1 - 15% colloïdaal).

Voor kjeldahl-stikstof is 10 - 25% gerelateerd aan deeltjes (minder dan 5% is bezinkbaar) terwijl ammonium-stikstof zoals verwacht niet gerelateerd is aan deeltjesmateriaal.

Totaal-fosfaat is tussen 25 en 55% gerelateerd aan deeltjesmateriaal (1 - 20% bezinkbaar, 15 - 30% gesuspendeerd en ca. 1 - 10% colloïdaal). Ortho-P is volgens verwachting voor minder dan 5% aan deeltjes gerelateerd (indien, dan voornamelijk in de fijn colloïdale fractie).

Geleidbaarheid en chloride zijn opgelost en niet aan deeltjesfracties gerelateerd.

Afbeelding 8.12 geeft de verdeling van de waterkwaliteitsparameters over de deeltjesdiameters weer. Uit de grafieken is op te maken dat BZV en CZV effectief verwijderd worden door een verwijderingstechniek tot een deeltjesdiameter van 5 μm . Tussen 5 en 1,0 μm vindt nauwelijks meer afname in BZV en CZV plaats. Tussen 1,0 en 0,45 μm wordt nog een beperkte verwijdering waargenomen.

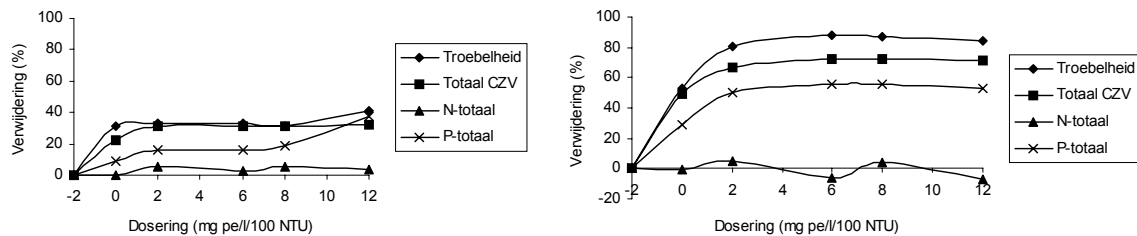
Voor de stikstofcomponenten wordt nauwelijks een afname over de deeltjesgrootte waargenomen, terwijl voor de P-componenten een geleidelijke afname over het deeltjesbereik tot 5 μm te zien is.

De BZV/N-verhouding van de toevoer van de voorbezinktank ligt zonder deeltjesverwijdering tussen 3 en 4,2. Deze ratio daalt tot een deeltjesdiameter van 5 μm (BZV daalt, N blijft constant) tot 1,5 tot 2,0.

FLOCCULATIETESTEN EN BIODEGRADEERBAARHEID VOOR RWZI ASSEN

In deze paragraaf zijn de resultaten van de flocculatietesten en biodegradeerbaarheidstesten van de rwzi Assen weergegeven. De resultaten van de afvalwatermonsters van rwzi Assen zijn gepresenteerd in de grafieken van Afbeelding 8.13. In deze grafieken is, ter vergelijking, ruw afvalwater aangeduid als dosering -2 mg PE/100 NTU/l.

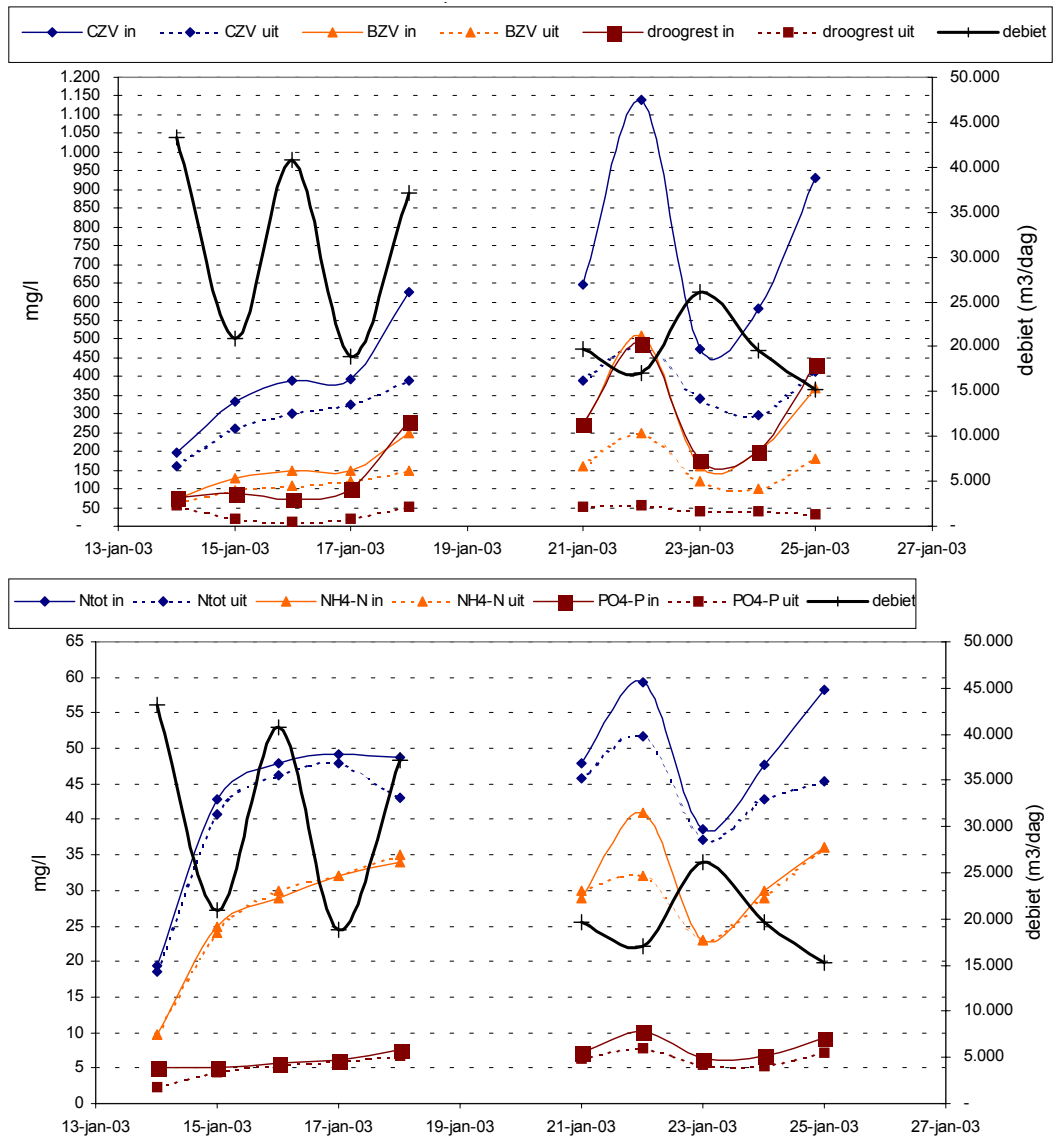
AFBEELDING 8.14 RESULTATEN VAN DE AFVALWATERMONSTERS VAN RWZI ASSEN (LINKS 15-01-2003, RECHTS 23-01-2003)



PRAKTIJKMETING VOORBEZINKTANK RWZI ASSEN

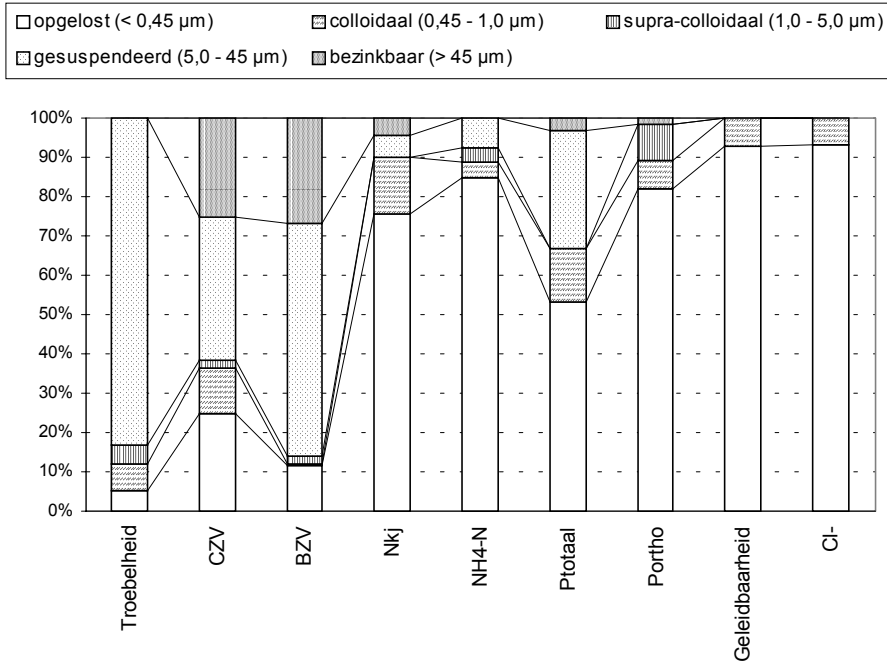
In de grafieken in Afbeelding 8.14. zijn de trends in waterkwaliteitsparameters over de voorbezinktank van de rwzi Assen weergegeven gedurende de twee-weekse meetcampagne. De meetresultaten zijn weergegeven in de aparte bijlage. Binnen een afbeelding zijn zowel de concentraties van de toevoer van de voorbezinktank (IN) als de concentraties in de afloop van de voorbezinktank (UIT) weergegeven. Het verschil tussen IN en UIT geeft het de prestatie van de voorbezinktank aan. Tevens is in alle afbeeldingen het dag-debiet (m^3/dag) weergegeven.

AFBEELDING 8.15 TRENDS VAN WATERKwalITEITSPARAMETERS OVER DE VOORBEZINKTANK VAN DE RWZI ASSEN

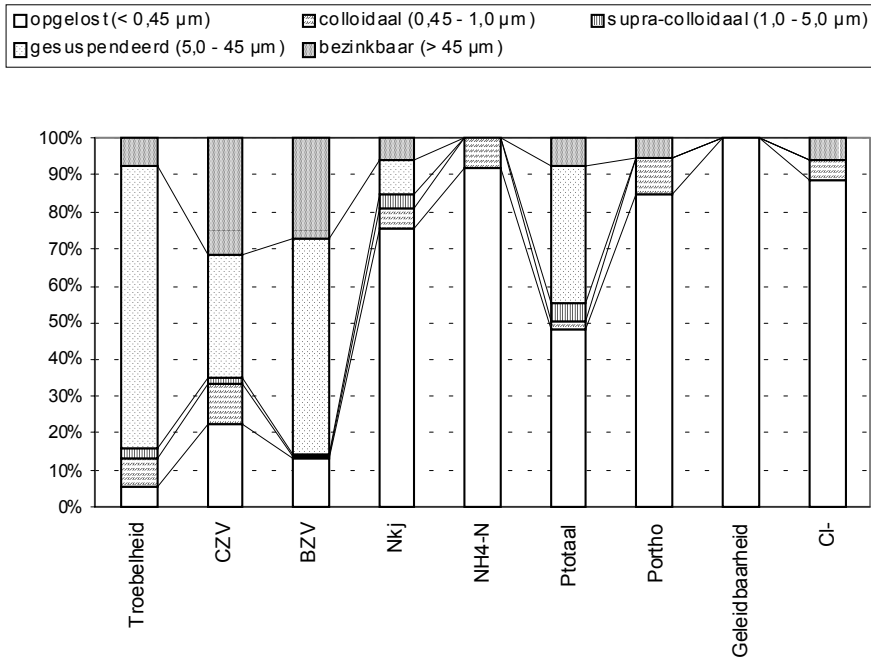


RWZI ALPHEN-NOORD

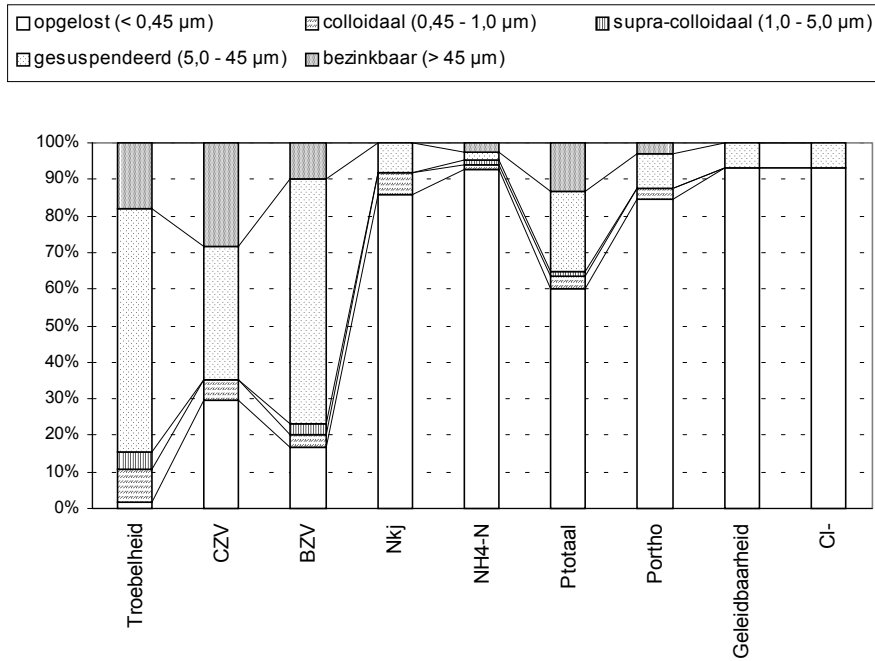
AFBEELDING 8.16 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ALPHEN-NOORD (11.00 H) OP 5 FEBRUARI 2003 (STEEK 1)



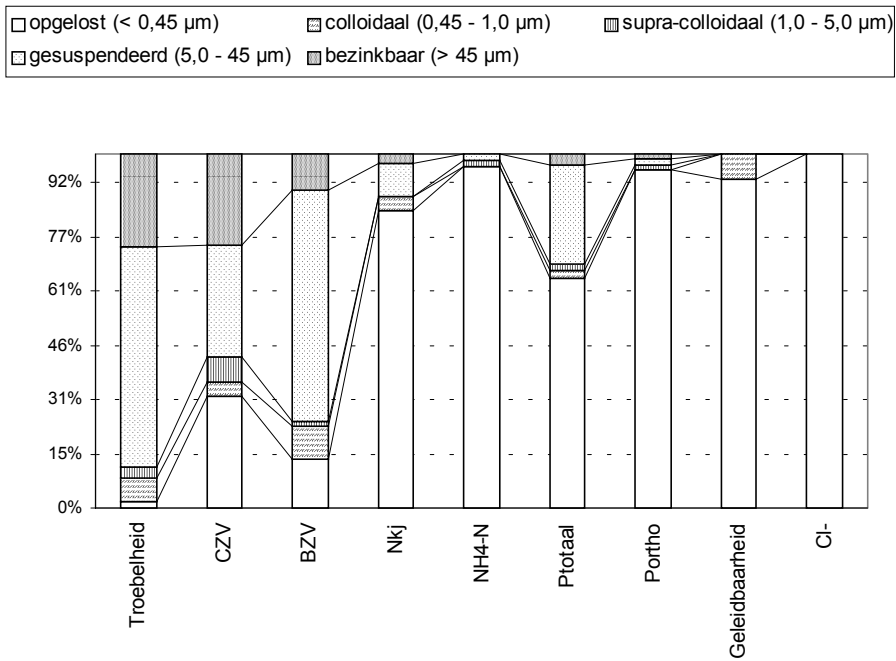
AFBEELDING 8.17 RESULTAAT FRACTIONERING 24H-MONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ALPHEN-NOORD (08.00 H) OP 5 FEBRUARI 2003 (24H 1)



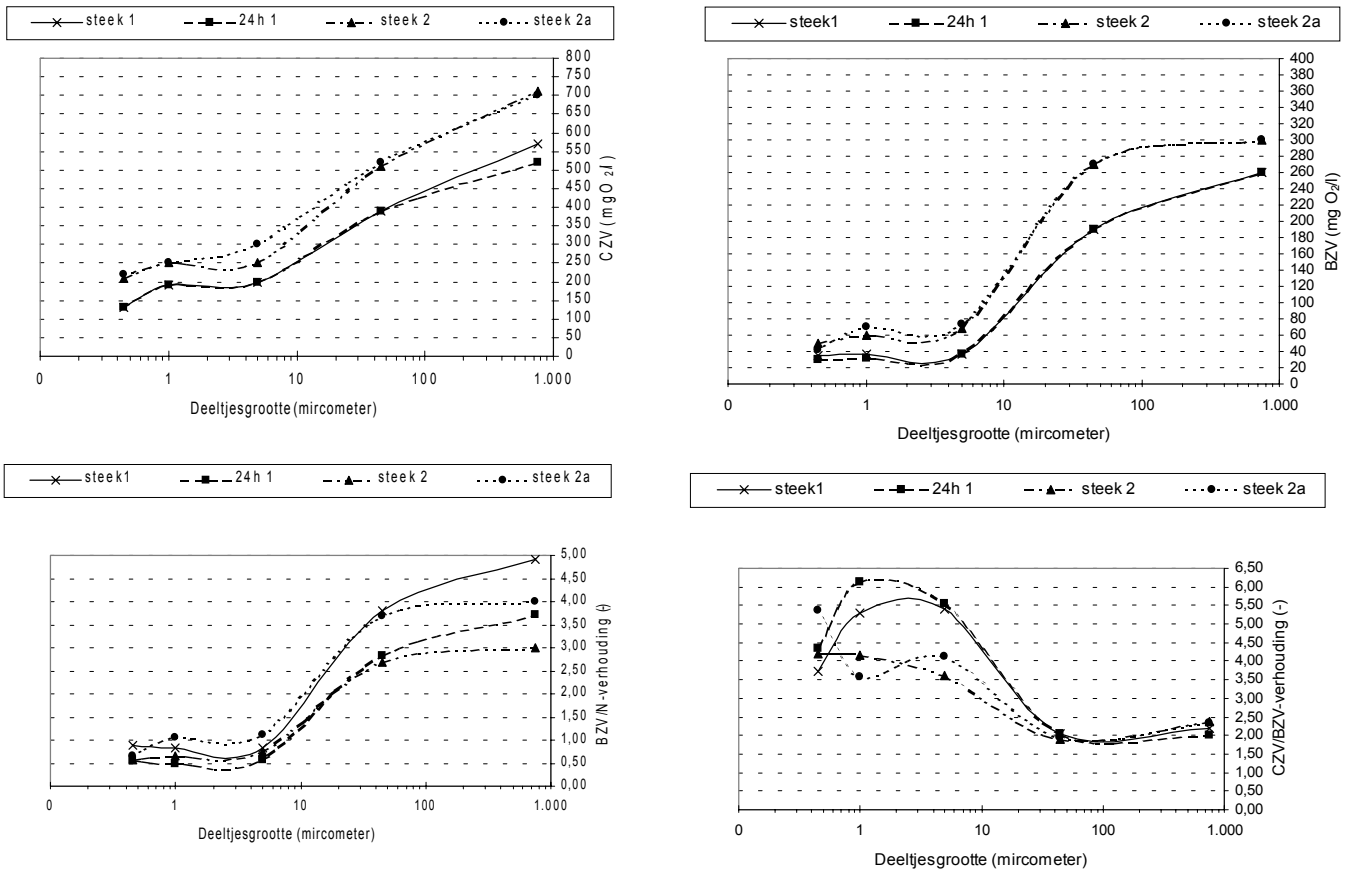
AFBEELDING 8.18 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ALPHEN-NOORD (09.30 H) OP 12 FEBRUARI 2003 (STEEK 2)



AFBEELDING 8.19 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI ALPHEN-NOORD (11.00 H) OP 12 FEBRUARI 2003 (STEEK 2A)



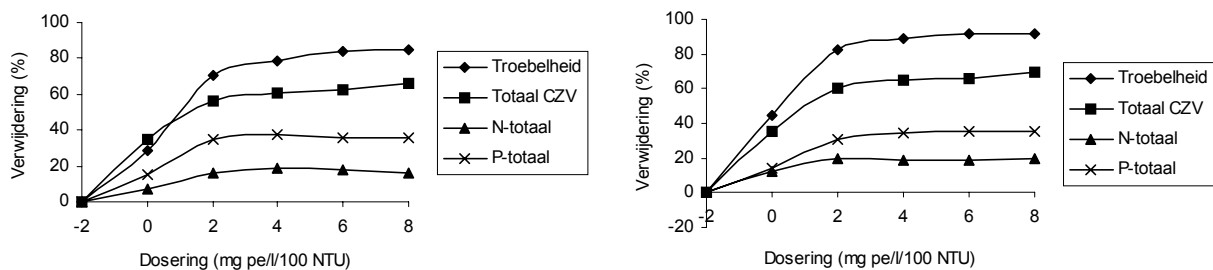
AFBEELDING 8.20 VERDELING VAN WATERKwalITEITSPARAMETERS OVER DEELTJESGROOTE VOOR HET INFLUENT (TOEVOER VOORBEZINKTANK) VAN DE RWZI ALPHEN-NOORD



FLOCCULATIETESTEN EN BIODEGRADEERBAARHEID RWZI ALPHEN-NOORD

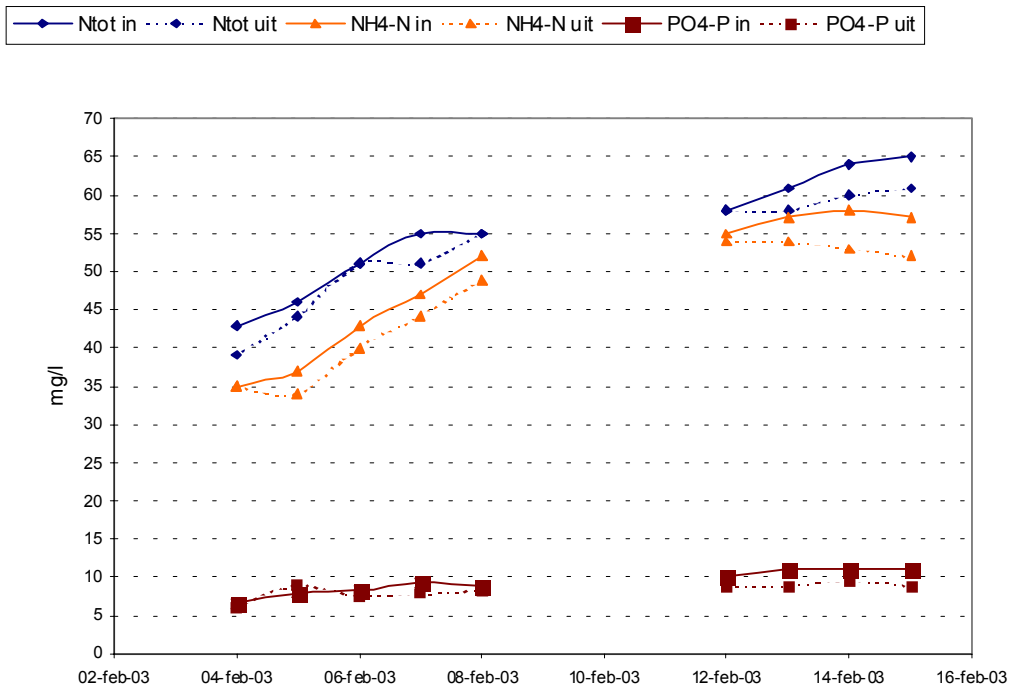
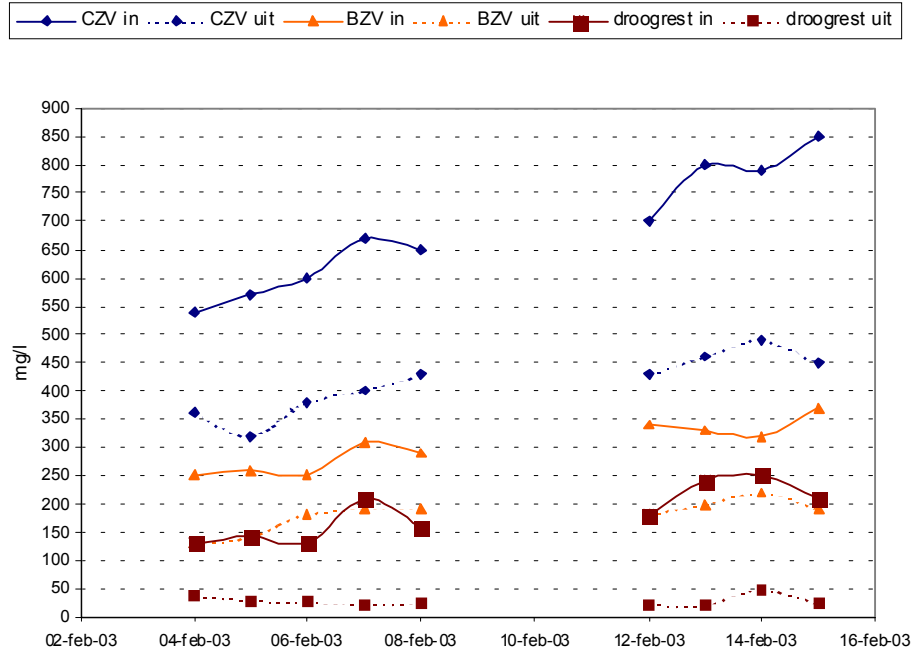
In deze paragraaf zijn de resultaten van de flocculatietesten en biodegradeerbaarheidstesten van de rwzi Alphen-Noord weergegeven. De resultaten van de afvalwatermonsters van rwzi Alphen-Noord zijn gepresenteerd in de grafieken van Afbeelding 8.20. In deze grafieken is, ter vergelijking, ruw afvalwater aangeduid als dosering -2 mg PE/100 NTU/l.

AFBEELDING 8.21 RESULTATEN VAN DE AFVALWATERMONSTERS VAN RWZI ALPHEN NOORD (LINKS 05-02-2003, RECHTS 12-02-2003)



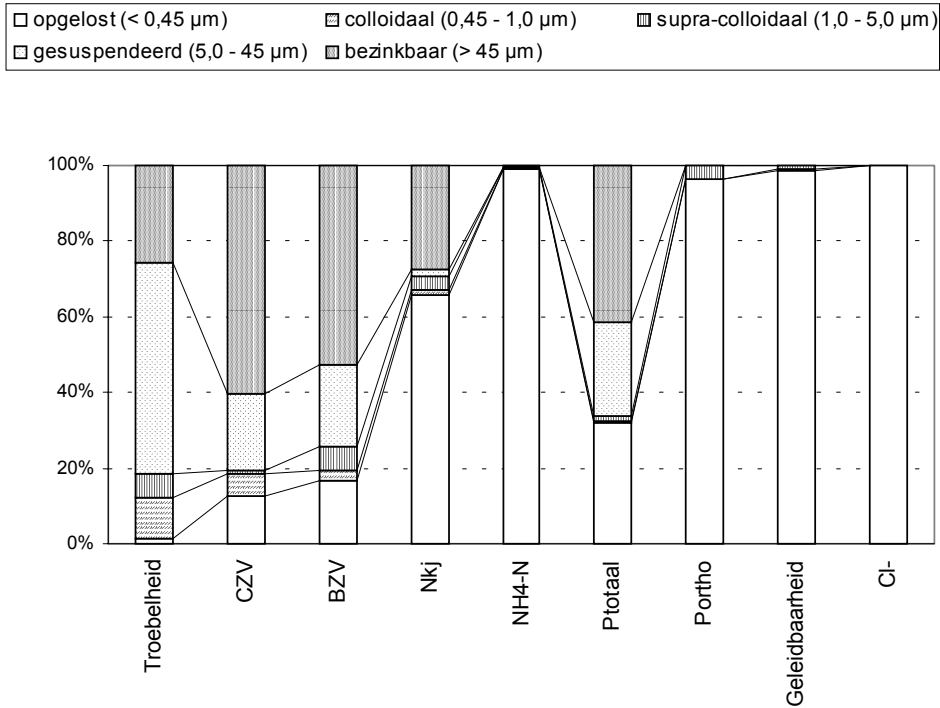
PRAKTIJKMETING VOORBEZINKTANK RWZI ALPHEN-NOORD

AFBEELDING 8.22 TRENDS VAN WATERKWALITEITSPARAMETERS OVER DE VOORBEZINKTANK VAN DE RWZI ALPHEN-NOORD

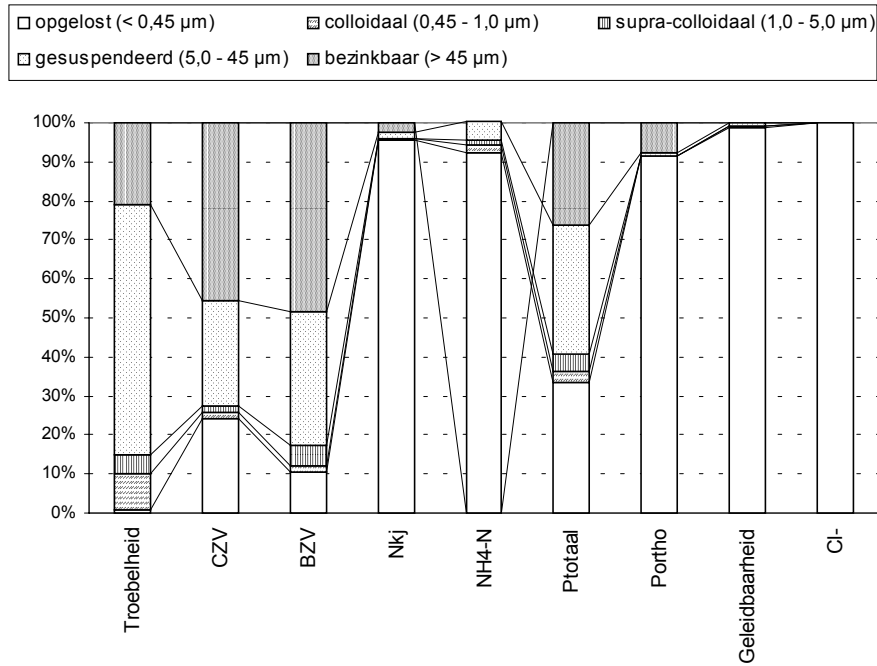


RWZI AMSTELVEEN

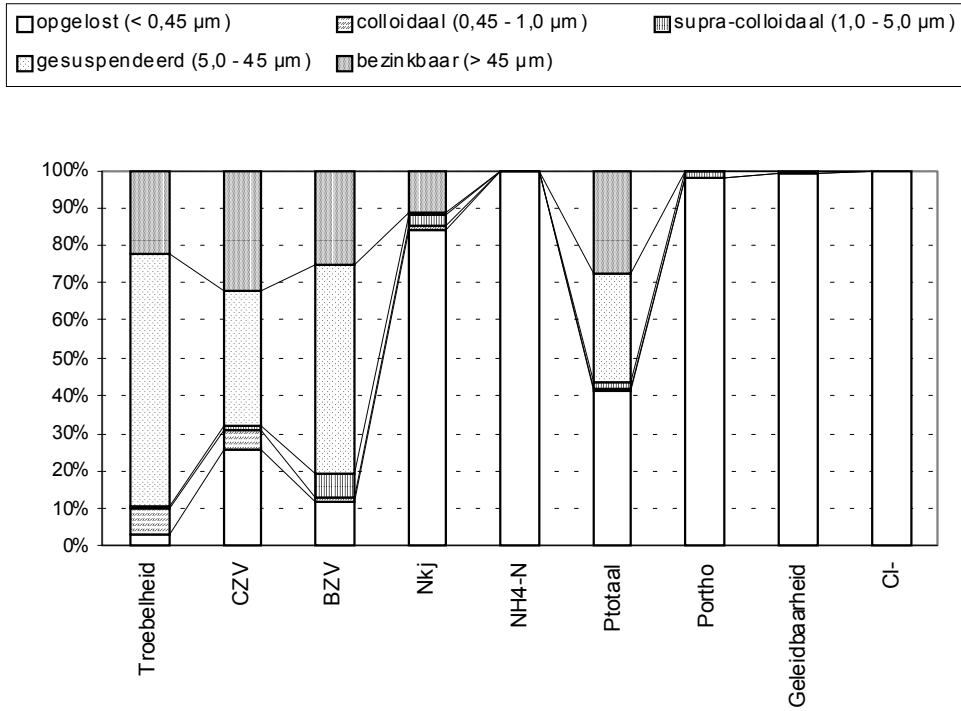
AFBEELDING 8.23 RESULTAAT FRACTIONERING STEEK-MONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI AMSTELVEEN (9.30 H) OP 18 FEBRUARI 2003 (STEEK 1)



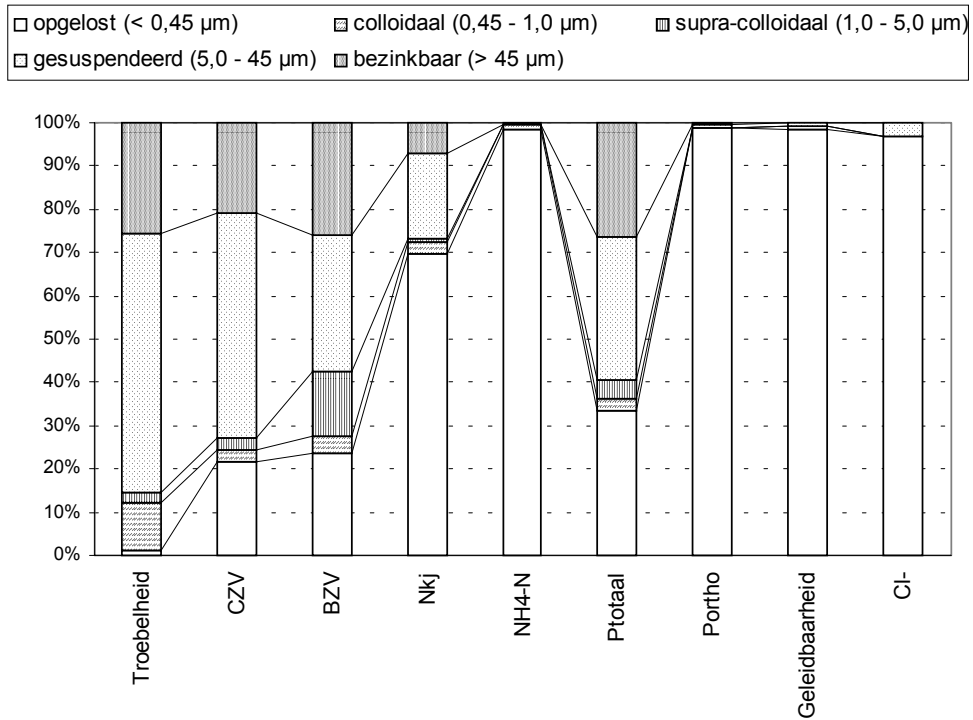
AFBEELDING 8.24 RESULTAAT FRACTIONERING 24 H-MONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI AMSTELVEEN (8.00 H) OP 18 FEBRUARI 2003 (24H 1)



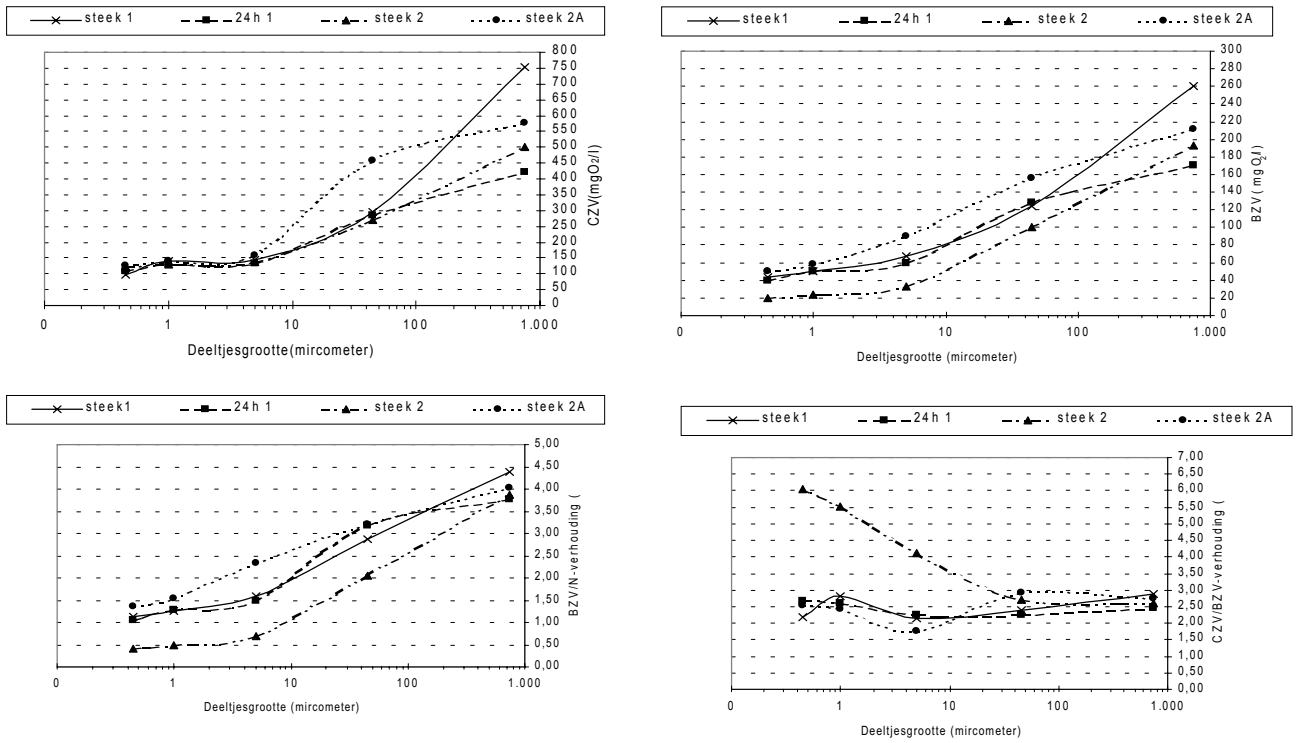
AFBEELDING 8.25 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI AMSTELVEEN (9.30 H) OP 26 FEBRUARI 2003 (STEEK 2)



AFBEELDING 8.26 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI AMSTELVEEN (11.00 H) OP 26 FEBRUARI 2003 (STEEK 2A)



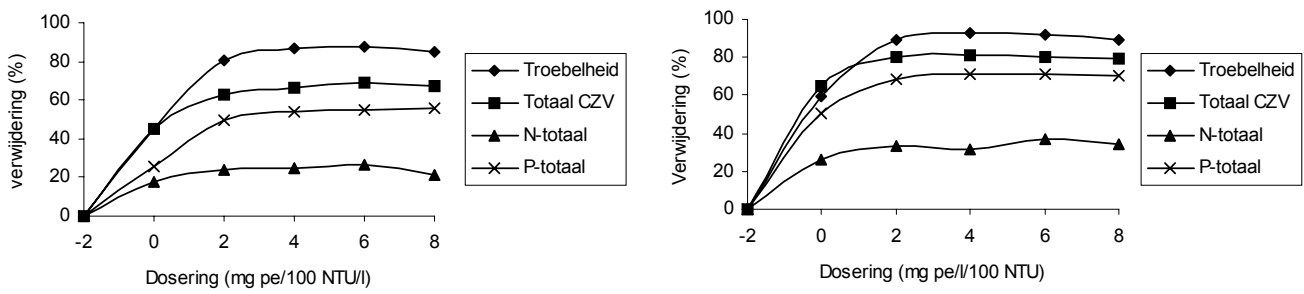
AFBEELDING 8.27 VERDELING VAN WATERKwalITEITSPARAMETERS OVER DEELTJESGROOTE VOOR HET INFLUENT (TOEVOER VOORBEZINKTANK) VAN DE RWZI AMSTELVEEN



FLOCCULATIETESTEN EN BIODEGRADEERBAARHEID RWZI AMSTELVEEN

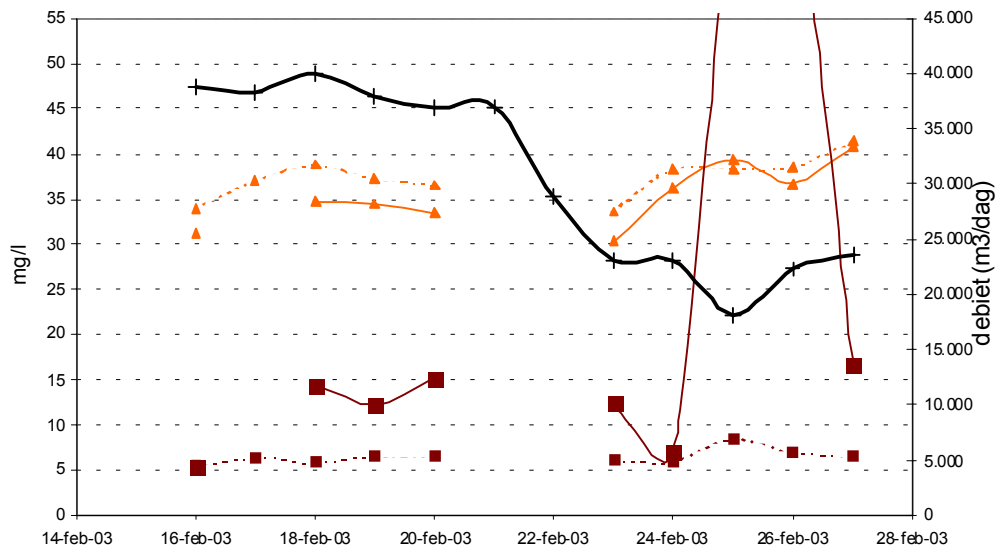
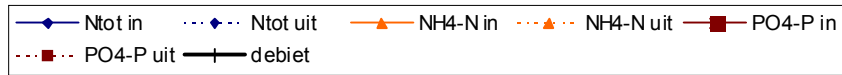
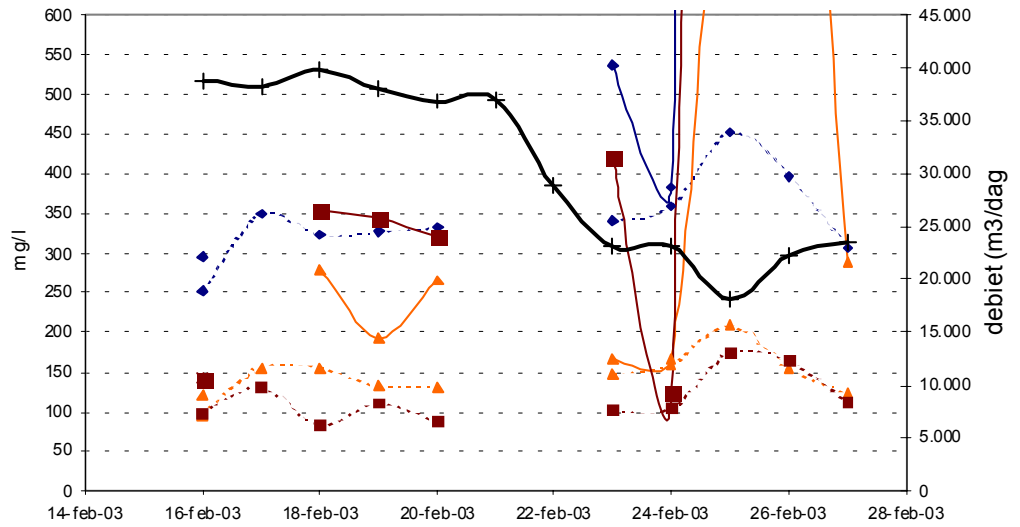
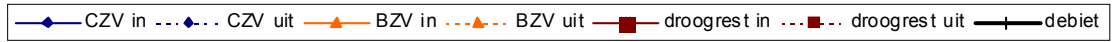
In deze paragraaf zijn de resultaten van de flocculatietesten en biodegradeerbaarheidstesten van de rwzi Amstelveen weergegeven. De resultaten van de afvalwatermonsters van rwzi Amstelveen zijn gepresenteerd in de grafieken van Afbeelding 8.27. In deze grafieken is, ter vergelijking, ruw afvalwater aangeduid als dosering -2 mg PE/100 NTU/l.

AFBEELDING 8.28 RESULTATEN VAN DE AFVALWATERMONSTERS VAN RWZI AMSTELVEEN (LINKS 18-02-2003, RECHTS 26-02-2003)



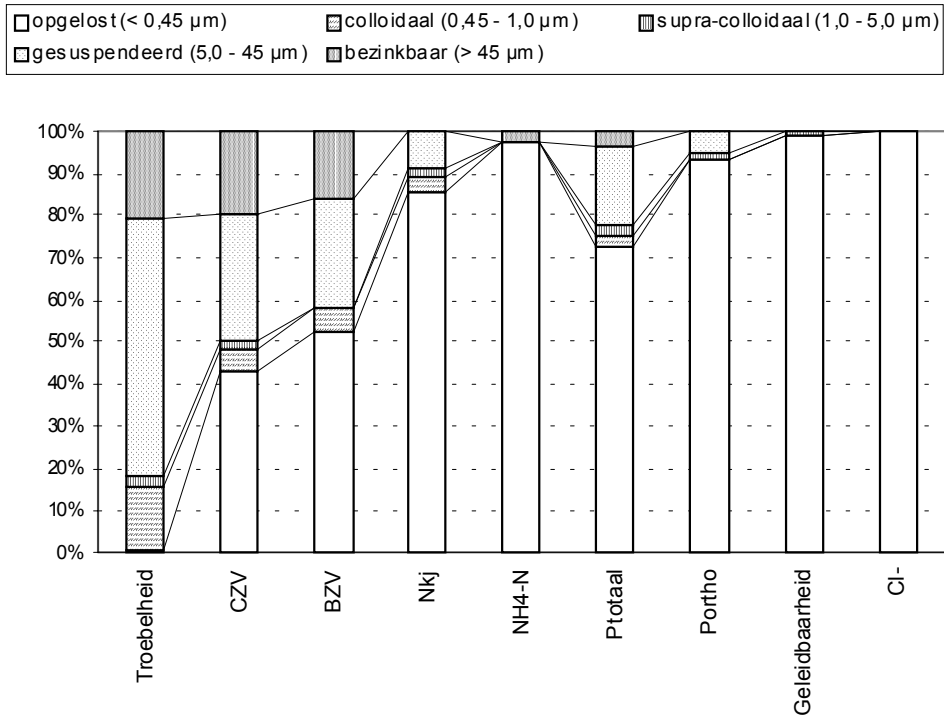
PRAKTIJKMETING VOORBEZINKTANK RWZI AMSTELVEEN

AFBEELDING 8.29 TRENDS VAN WATERKwalITEITSPARAMETERS OVER DE VOORBEZINKTANK VAN DE RWZI AMSTELVEEN

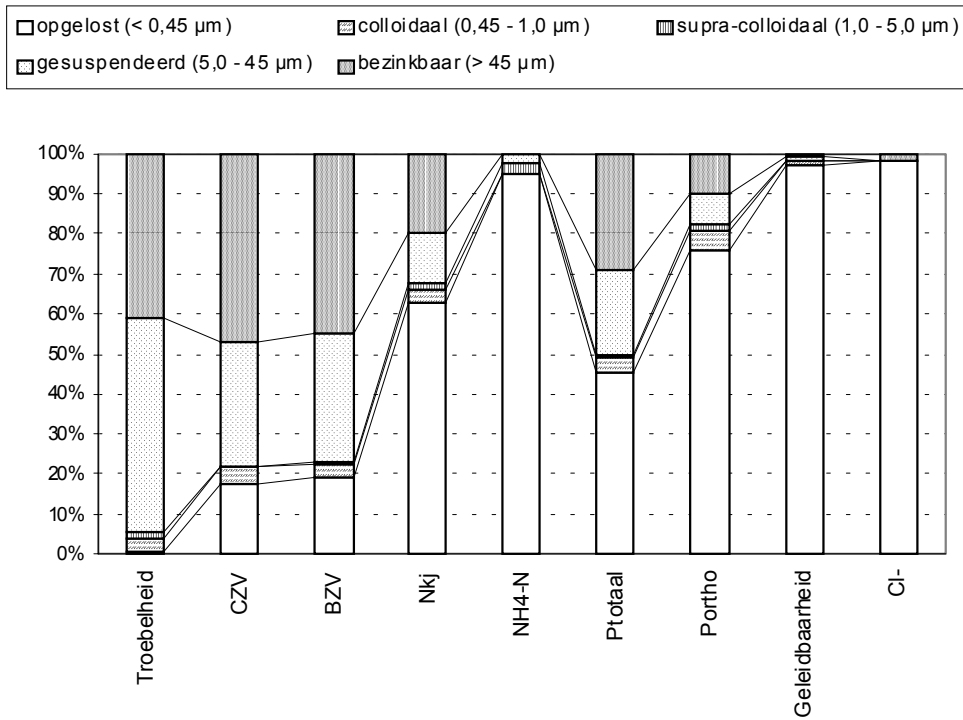


RWZI VENRAY
FRACTIONERING VAN TOEVOER VOORBEZINKTANK VAN RWZI VENRAY

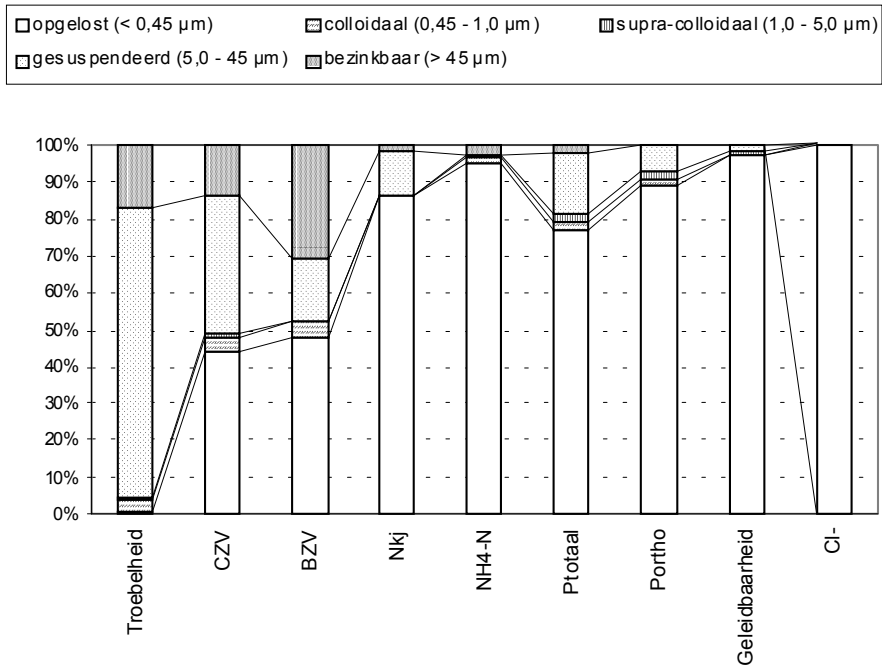
AFBEELDING 8.30 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI VENRAY (10.30 H) OP 20 MAART 2003 (STEEK 1)



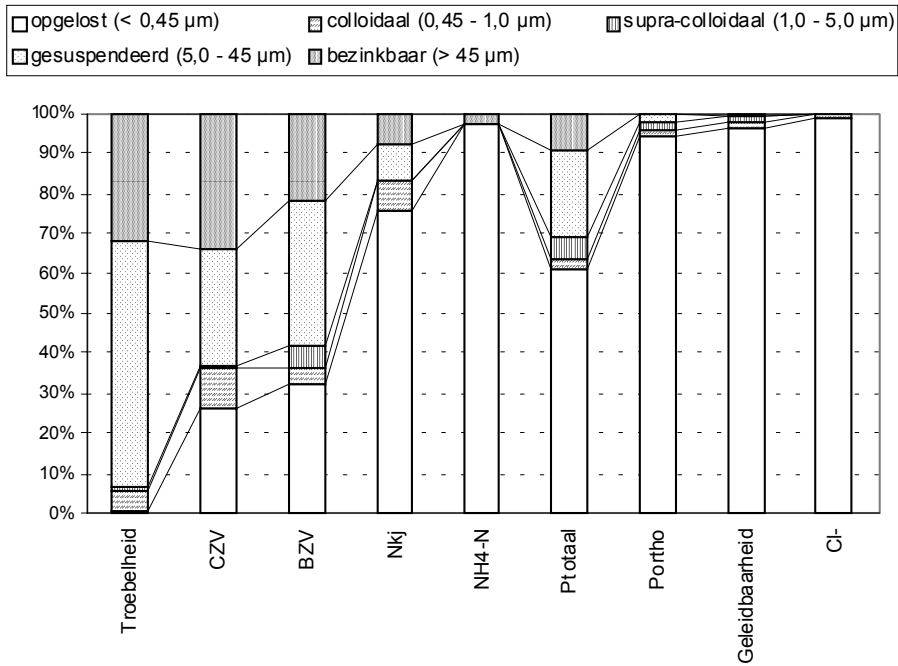
AFBEELDING 8.31 RESULTAAT FRACTIONERING 24H-MONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI VENRAY (8.30 H) OP 20 MAART 2003 (24H 1)



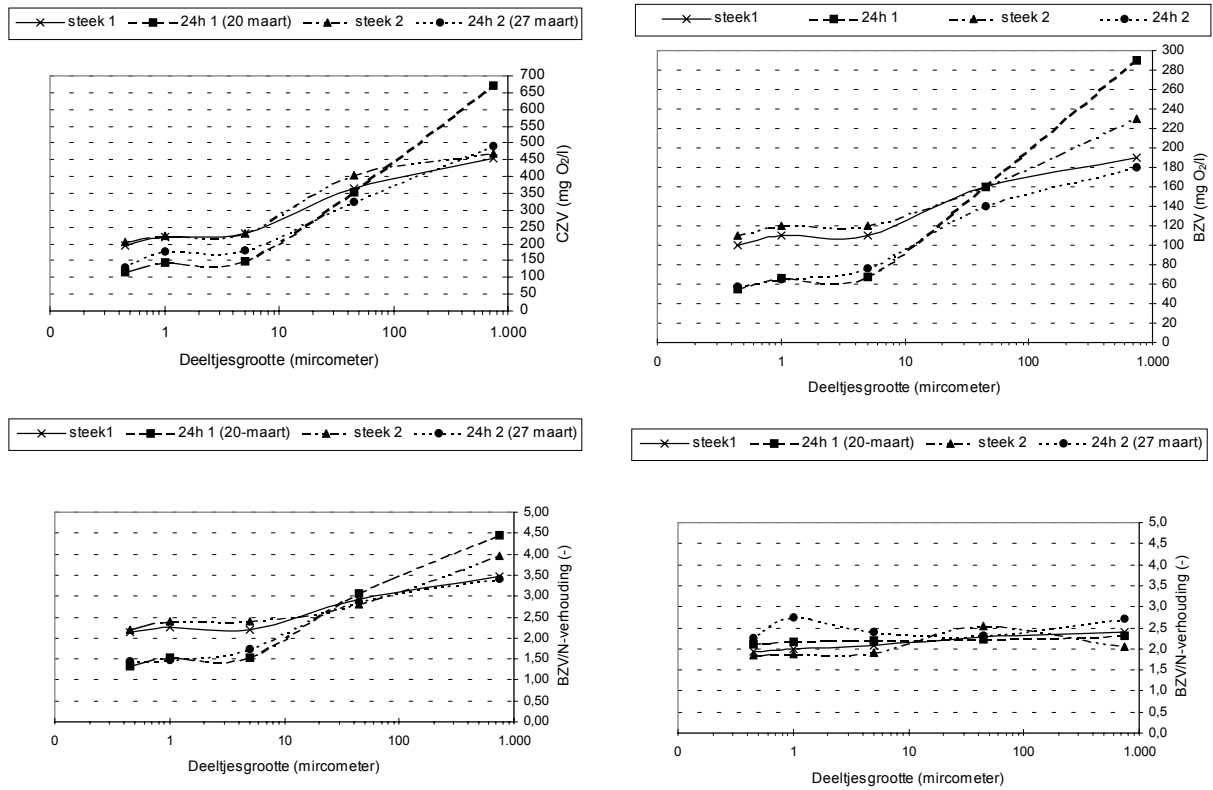
AFBEELDING 8.32 RESULTAAT FRACTIONERING STEEKMONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI VENRAY (10.30 H) OP 27 MAART 2003 (STEEK 2)



AFBEELDING 8.33 RESULTAAT FRACTIONERING 24H-MONSTER TOEVOER VOORBEZINKTANK RWZI VENRAY (8.30 H) OP 27 MAART 2003 (24H 2)



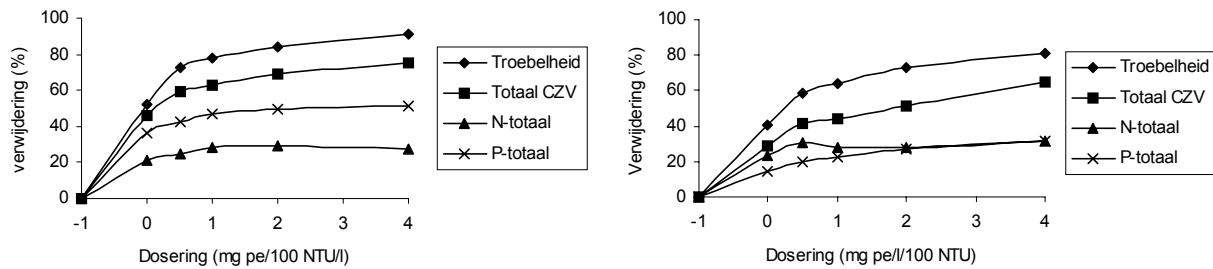
AFBEELDING 8.34 VERDELING VAN WATERKwalITEITSPARAMETERS OVER DEELTJESGROOTE VOOR HET INFLUENT (TOEVOER VOORBEZINKTANK) VAN DE RWZI VENRAY



FLOCCULATIETESTEN EN BIODEGRADEERBAARHEID VOOR RWZI VENRAY

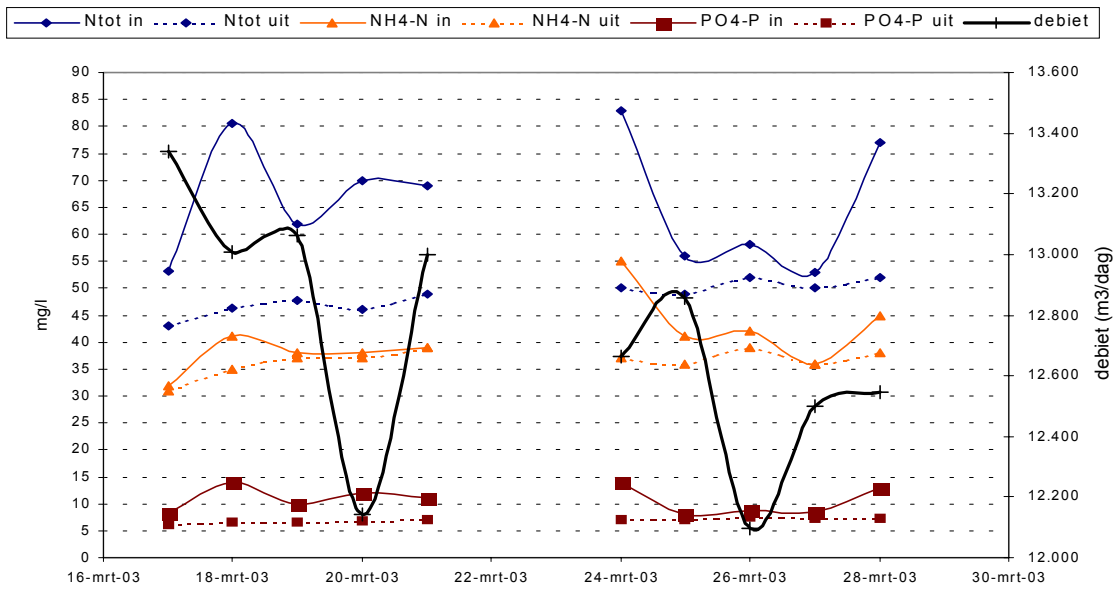
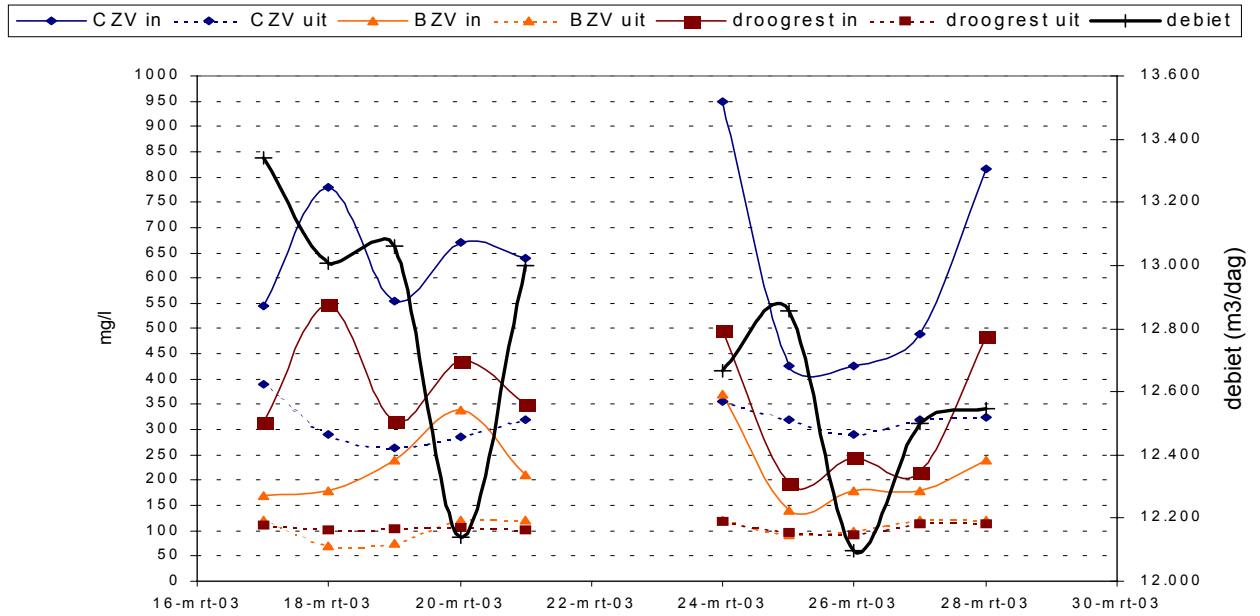
In deze paragraaf zijn de resultaten van de flocculatietesten en biodegradeerbaarheids-testen van de rwzi Amstelveen weergegeven. De resultaten van de afvalwatermonsters van rwzi Amstelveen zijn gepresenteerd in de grafieken van Afbeelding 8.34. In deze grafieken is, ter vergelijking, ruw afvalwater aangeduid als dosering -2 mg PE/100 NTU/l.

AFBEELDING 8.35 RESULTATEN VAN DE AFVALWATERMONSTERS VAN RWZI (LINKS 20-03-2003, RECHTS 27-03-2003)



PRAKTIJKMETING VOORBEZINKTANK RWZI VENRAY

AFBEELDING 8.36 TRENDS VAN WATERKwalITEITSPARAMETERS OVER DE VOORBEZINKTANK VAN DE RWZI VENRAY



BIJLAGE IV

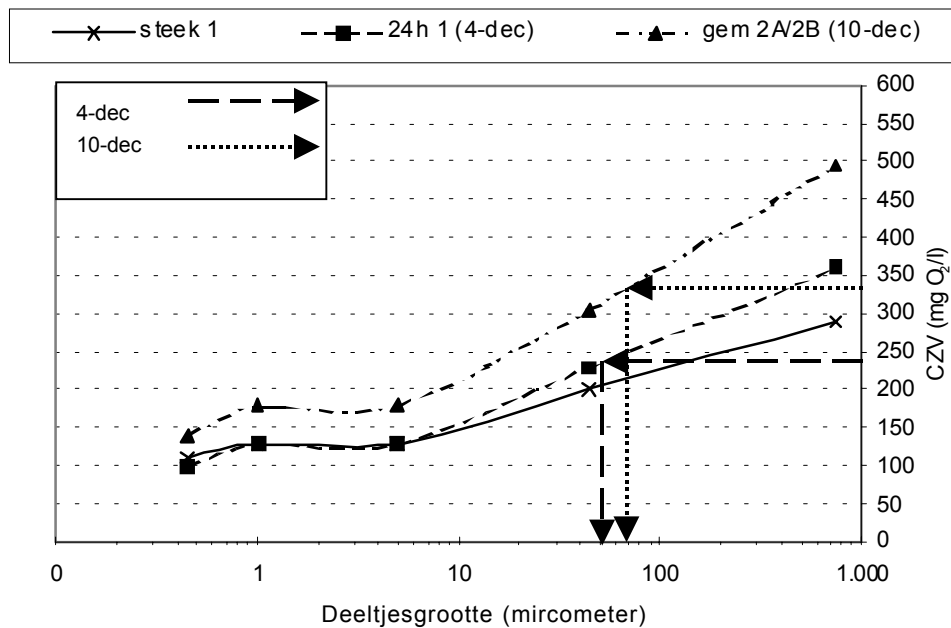
BEPALING VAN DE MAATGEVENDE WATER-
KWALITEITSPARAMETER VOOR VERTALING
VAN DE WERKING VAN DE VOORBEZINKTANK
NAAR DEELTJESGROOTTE M.B.V. GEGEVENS
KRALINGSEVEER

De werking van de voorbezinktank van Kralingseveer kan beoordeeld worden op basis van de gegevens van de resultaten van de meetcampagne van 2/12/02 t/m 13/12/02. En op basis van de jaarresultaten van 2002. De resultaten van de waterkwaliteitsanalyses worden per waterkwaliteitsparameter vertaald naar deeltjesgrootte. Dit wordt gedaan met de volgende parameters; CZV, BZV, P-totaal en N-kjeldahl.

WERKING VOORBEZINKTANK EN VERTALING NAAR DEELTJESGROOTTE OP BASIS VAN CZV

Het CZV-gehalte in het effluent van de voorbezinktank was op 4 en 10 december respectievelijk 240, 330 mg/l. Het CZV-gehalte in het influent op die twee meetdagen bevatte resp. 270, 350 mg/l. In Afbeelding 8.36 worden de effluentwaarden vertaald naar deeltjesgrootte. De voorbezinktank verwijdert op 4 en 10 december respectievelijk tot 50 en 70 micrometer.

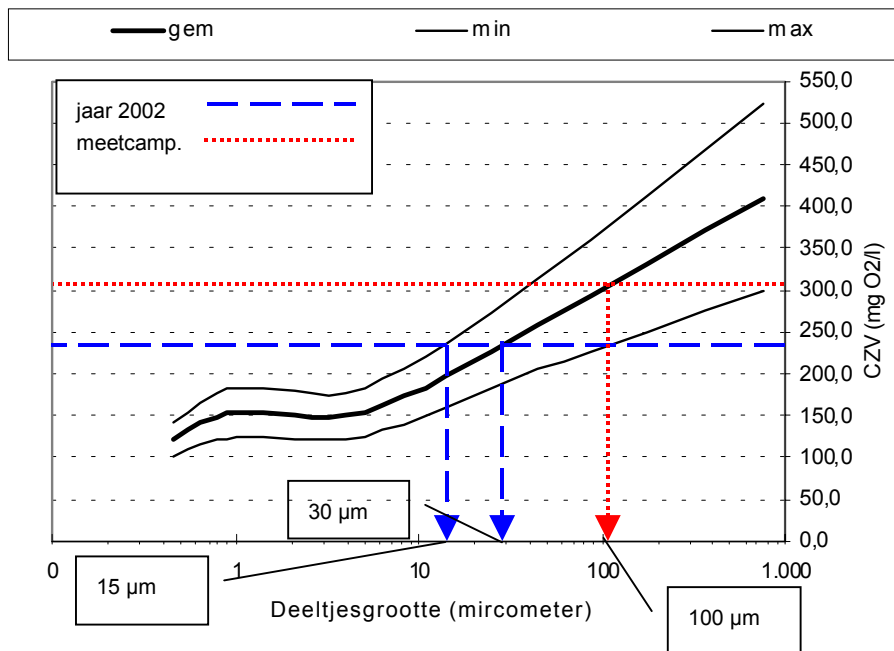
AFBEELDING 8.37 RELATIE "CZV - DEELTJESGROOTTE" FRACTIONERING KRALINGSEVEER



Volgens de jaarresultaten van 2002 is het gehalte CZV in het effluent van de voorbezinktank gemiddeld 234 mg/l. Gemiddeld in het jaar 2002 zat er in het influent 359 mg/l. Om het jaargemiddelde CZV-gehalte terug te vertalen naar deeltjesgrootte zijn van de grafiek "relatie CZV - deeltjesgrootte" de 4 trendlijnen gemiddeld en is de standaard deviatie bepaald. Volgens Afbeelding 8.36 verwijdert de voorbezinktank gemiddeld over het jaar 2002 tot 30 μm met een spreiding van 15 μm tot 100 μm . De resultaten van de twee meetdagen vallen binnen deze spreiding.

Hetzelfde is gedaan voor de gemiddelde waarden van de meetcampagne (2-12 t/m 13-12). Deze gemiddelden zijn bepaald zonder uitschieters. Gemiddeld zat er in het effluent van de voorbezinktank een CZV-gehalte van 315 mg/l, bij een CZV-gehalte van 380 in het influent van de voorbezinktank. Volgens Afbeelding 8.37 verwijdert de voorbezinktank tot een deeltjesgrootte van 100 μm .

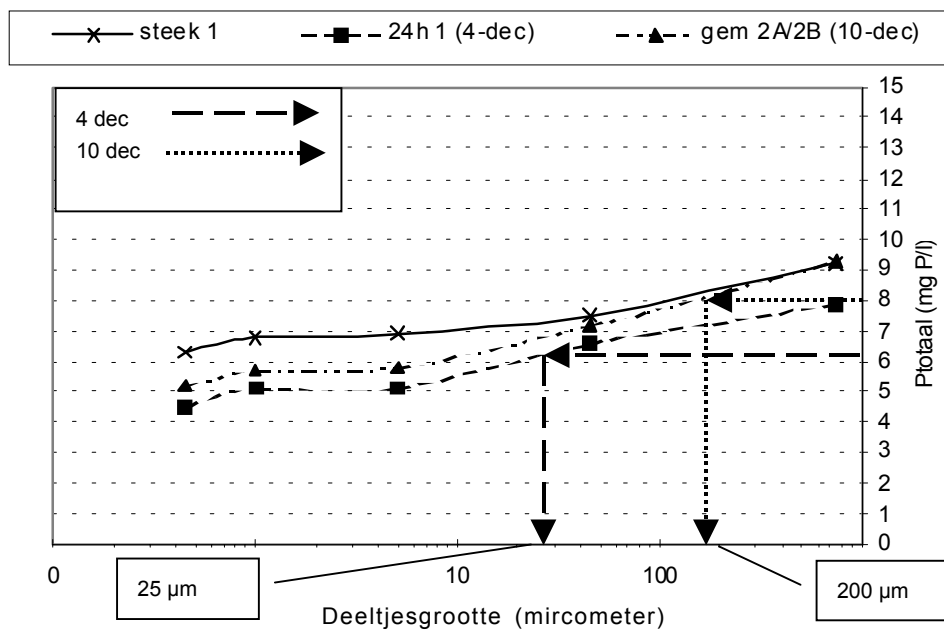
AFBEELDING 8.38 RELATIE "CZV - DEELTJESGROOTTE" HET GEMIDDELDE + STANDAARDDEVIATIE VAN DE FRACTIONERINGS DAGEN



WERKING VOORBEZINKTANK EN VERTALING NAAR DEELTJESGROOTTE OP BASIS VAN P-TOTAAL

Het totaal P-gehalte in het effluent van de voorbezinktank was op 4 en 10 december respectievelijk 6,2 en 8 mg/l. Het P-totaal in het influent was op die meetdagen resp. 6,9 en 6 mg/l. In Afbeelding 8.38 worden de effluentwaarden vertaald naar deeltjesgrootte. De voorbezinktank verwijdert op 4 en 10 december respectievelijk tot 25 en 200 micrometer.

AFBEELDING 8.39 RELATIE "P-TOTAAL - DEELTJESGROOTTE" FRACTIONERING KRALINGSEVEER

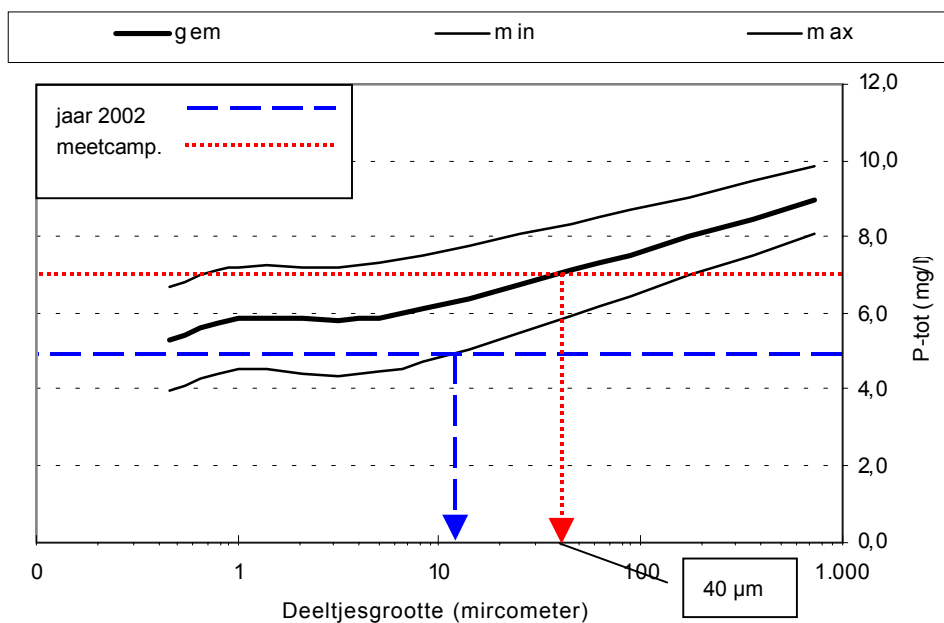


Volgens de jaarresultaten van 2002 is het gehalte P-totaal in het effluent van de voorbezinktank gemiddeld 4,9 mg/l. In het influent zat er gemiddeld in het jaar 2002, 5 mg/l. Om het jaargemiddelde P-totaalgehalte terug te vertalen naar deeltjesgrootte zijn, van de grafiek "relatie P-totaal – deeltjesgrootte" de 4 trendlijnen gemiddeld en is de standaard deviatie bepaald.

Volgens Afbeelding 8.39 is het niet mogelijk om met een gemiddelde relatie P-totaal – deeltjesgrootte de jaarresultaten van P-totaal in 2002 te vertalen naar deeltjesgrootte. De resultaten van de twee meetdagen vallen buiten het gemiddelde.

Hetzelfde is gedaan voor de gemiddelde waarden van de meetcampagne (2-12 t/m 13-12). Deze gemiddelden zijn bepaald zonder uitschieters. Deze gemiddelden zijn bepaald zonder uitschieters. Gemiddeld zat er in het effluent van de voorbezinktank een P-totaalgehalte van 7,3 mg/l, bij een P-totaalgehalte van 6,8 in het influent van de voorbezinktank. Volgens Afbeelding 8.39 verwijderd de voorbezinktank tot een deeltjesgrootte van 40 μm . Dit valt wel binnen de waarden van de twee fractioneringsdagen, maar de spreiding tussen de fractioneringsdagen is zo groot dat dit te verwachten was.

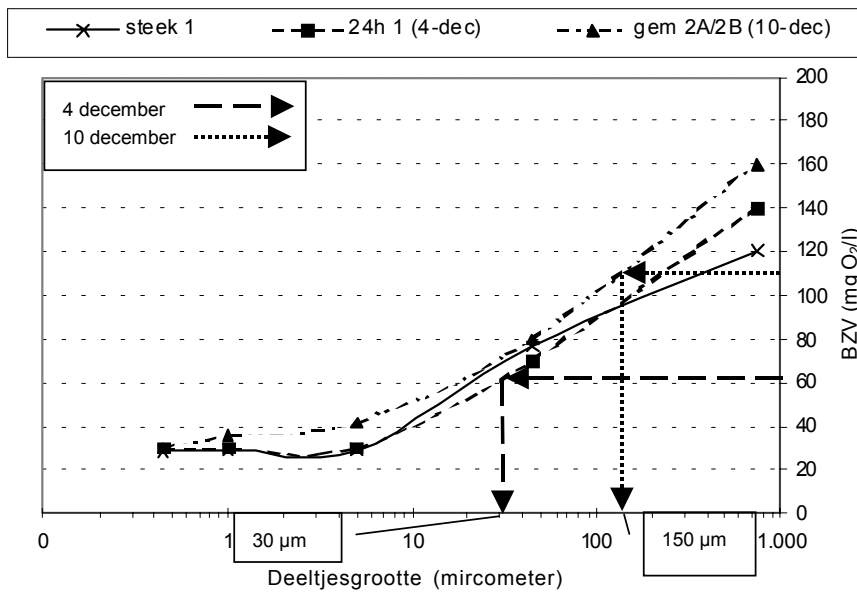
AFBEELDING 8.40 RELATIE "P-TOTAAL – DEELTJESGROOTTE" HET GEMIDDELTE + STANDAARDDEVIATIE VAN DE FRACTIONERINGSDAGEN



WERKING VOORBEZINKTANK EN VERTALING NAAR DEELTJESGROOTTE OP BASIS VAN BZV

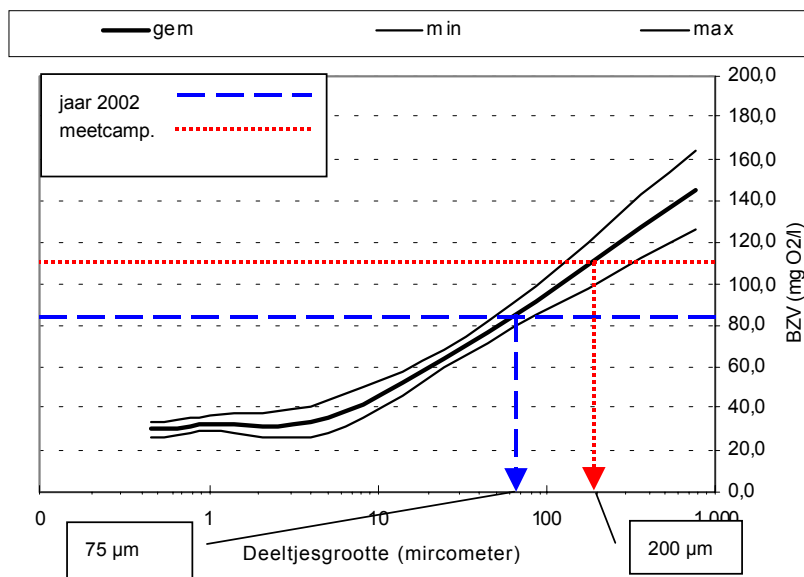
Het BZV-gehalte in het effluent van de voorbezinktank was op 4 en 10 december respectievelijk 61, 110 mg/l. In het influent was het BZV-gehalte op deze meetdagen resp. 100 en 120 mg/l. In Afbeelding 8.40 worden de effluentwaarden vertaald naar deeltjesgrootte. De voorbezinktank verwijderd op 4 en 10 december respectievelijk tot 30 en 150 micrometer.

AFBEELDING 8.41 RELATIE "BZV - DEELTJESGROOTTE" FRACTIONERING KRALINGSEVEER



Volgens de jaarresultaten van 2002 is het gehalte BZV in het effluent van de voorbezinktank gemiddeld 84 mg/l. Gemiddeld zat er in het jaar 2002, 131 mg/l BZV in het influent. Om het jaargemiddelde BZV-gehalte terug te vertalen naar deeltjesgrootte zijn van de grafiek "relatie BZV - deeltjesgrootte" de 4 trendlijnen gemiddeld en is de standaard deviatie bepaald. Volgens Afbeelding 8.40 verwijderd de voorbezinktank gemiddeld over het jaar 2002 tot 75 µm met een spreiding van 50 µm tot 90 µm. De resultaten van de twee meetdagen vallen buiten deze spreiding. Hetzelfde is gedaan voor de gemiddelde waarden van de meetcampagne (2-12 t/m 13-12). Deze gemiddelden zijn bepaald zonder uitschieters. Gemiddeld zat er in het effluent van de voorbezinktank een BZV-gehalte van 110 mg/l, bij een BZV-gehalte van 130 in het influent van de voorbezinktank. Afbeelding 8.41 verwijderd de voorbezinktank tot een gemiddelde deeltjesgrootte van 200 µm. Dit komt niet overeen met een van de fractioneringsdagen.

AFBEELDING 8.42 RELATIE "BZV - DEELTJESGROOTTE" HET GEMIDDELTE + STANDAARDDEVIATIE VAN DE FRACTIONERINGSDAGEN



WERKING VOORBEZINKTANK EN VERTALING NAAR DEELTJESGROOTTE OP BASIS VAN N-KJELDAHL

Net als bij P-totaal is het bij N-Kjeldahl niet mogelijk om met een gemiddelde relatie "N-Kjeldahl – deeltjesgrootte" de jaarresultaten van N-Kjeldahl in 2002 te vertalen naar deeltjesgrootte. De resultaten van de twee meetdagen corresponderen ook niet met het gemiddelde en de standaard deviatie.

CONCLUSIE

In Tabel 8.16 en Tabel 8.17 zijn de interpretaties van de voorgaande grafieken samengevat. Voor de vertaling naar deeltjesgrootte zijn niet alle waterkwaliteitsparameters geschikt. P-totaal en N-Kjeldahl geven een te grote spreiding op de twee meetdagen 4 en 10 december. Ook correspondeert het jaargemiddelde van 2002 niet met de twee meetdagen. Voor BZV geldt dat de spreiding van de twee meetdagen niet binnen de spreiding van de meetcampagne en het jaargemiddelde valt. De resultaten van de twee meetdagen van het CZV-gehalte vallen binnen de spreiding van de meetcampagne en het jaargemiddelde. CZV is op basis hiervan een maatgevende parameter voor de vertaling naar deeltjesgrootte. Voor de overige RWZI's wordt alleen op basis van CZV naar deeltjesgrootte vertaald.

TABEL 8.16 INFLUENT VOORBEZINKTANK

data	CZV (mg/l)	P-tot (mg/l)	BZV (mg/l)
04-12	270	6,9	100
10-12	350	6	120
2002	359	5	132
meetcampagne	380	6.8	130

TABEL 8.17 EFFLUENT VOORBEZINKTANK

data	CZV (mg/l)	deeltjes grootte (μ m)	P-tot (mg/l)	deeltjes grootte (μ m)	BZV (mg/l)	deeltjes grootte (μ m)
04-12	240	40	6,2	25	61	30
10-12	330	80	8	400	110	150
2002	234	30	4,9	----	84	50-90
meetcampagne	315	100	7,3	40	110	200