

ACTIEVE KOOLFILTRATIE OP AFLOOP NABEZINKTANK



RAPPORT

2010
27

ACTIEVEKOOLFILTRATIE OP AFLOOP NABEZINKTANK
DEMONSTRATIEONDERZOEK OP VIER RWZI'S

STOWA

2010

27

ISBN 978.90.5773.497.7



COLOFON

Amersfoort, 2010

UITGAVE STOWA, Amersfoort

PROJECTUITVOERING

ir. W. van Betuw, Royal Haskoning
dr. G.F. IJpelaar, Royal Haskoning
ir. A.T.W.M. Hendriks, Royal Haskoning

MET BIJDRAGE VAN

P.J. van Staveren, Logisticon Watertreatment
ing. J.C. van den Dikkenberg, Norit
ing. E.M. Foekema, Wageningen Imares

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

ing. R. van Dalen, Waterschap Veluwe
ing. J.P.H. Piron, Waterschap Rivierenland
ir. M. H.J.C. Schellekens, Waterschap Aa en Maas
ing. E. Broeders, Waterschap de Dommel
ir. P. de Been, Hoogheemraadschap van Delfland
ing. G.B.J. Rijs, Waterdienst
ing. M. Bechger, Waternet
ir. J.J.M. den Elzen, Hoogheemraadschap van Rijnland
ir. C.A. Uijterlinde, STOWA

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA rapportnummer 2010-27
ISBN 978.90.5773.497.7

TEN GELEIDE

In 2000 is de Europese Kader richtlijn Water (KRW) in werking getreden. Deze richtlijn is gericht op het verkrijgen van een goede ecologische en chemische toestand van oppervlaktewateren. Rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi) kunnen, afhankelijk van het debiet en vracht, een belangrijke bijdrage leveren aan de waterkwaliteit van oppervlaktewateren.

De STOWA heeft in de afgelopen jaren veelvuldig onderzoek uitgevoerd naar de samenstelling van het rwzi effluent en nabehandelingstechnieken voor verbetering van de waterkwaliteit. In dit onderzoek ligt de focus op de nabehandelingstechniek actievekoolfiltratie.

Gedurende een half jaar is op vier locaties een demonstratieonderzoek uitgevoerd waarbij actievekoolfiltratie direct op afloop nabezinktank is toegepast. De locaties zijn rwzi Nijmegen, Oijen, De Nieuwe Waterweg en Biest-Houtakker. Met behulp van een uitgebreid meetprogramma is de effectiviteit van actievekoolfiltratie onderzocht. Hierbij zijn chemische en biologische parameters geanalyseerd. Het onderzoek geeft inzicht in de waterkwaliteitsverbetering, bedrijfsvoeringsaspecten en economische perspectieven.

Tot slot is een stappenplan geformuleerd waarmee een waterbeheerder weloverwogen kan besluiten al dan niet actievekoolfiltratie toe te passen.

Amersfoort , 2010

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

SAMENVATTING

In dit onderzoek is de toepassing van actievekoolfiltratie op demonstratieschaal op vier locaties onderzocht, de rwzi Oijen, De Nieuwe Waterweg, Nijmegen en Biest-Houtakker. Het doel van het onderzoek is om inzicht te krijgen in de toepasbaarheid van effluentnabehandeling met actieve kool op verschillende rwzi's. Dit wordt inzichtelijk gemaakt door:

1 Waterkwaliteit

Het vaststellen van de waterkwaliteitsverbetering, waarbij getoetst wordt aan de MTR-waarde. Het gaat dan om de verwijdering van de meer algemene en doelstoffen op vier verschillende locaties. Per rwzi zijn specifieke (doel)stoffen een aandachtspunt:

- voor de rwzi De Nieuwe Waterweg zijn dat herbiciden en pesticiden met als bron de glastuinbouw;
- voor de rwzi Oijen zijn dat medicijnen en hormonen met als bron de farmaceutische industrie, ziekenhuis Oss en huishoudens;
- voor de rwzi Nijmegen is de toxiciteit aandachtspunt;
- voor de rwzi Biest-Houtakker is dat opgelost organisch fosfaat, met als bron de textielindustrie, en tevens toxiciteit, hormonen en medicijnen.

2 Technisch/financieel

Vaststellen van de technische en financiële aspecten, waarbij de exploitatiekosten zijn uitgewerkt voor een aantal doelstoffen bij de stofspecifieke verzadiging van de actieve kool van 25%, 50% en 75%. In het onderzoek is gebruik gemaakt van geregenereerde actieve kool. Voor toepassing in afvalwaterbehandeling is geregenereerde kool geschikt en kosteneffectief.

SYSTEEMBESCHRIJVING

De demonstratie-installatie betreft een drukfilter met granulaire actieve kool. De capaciteit van het filter is 24-30 m³/h. De gehanteerde contacttijd is gemiddeld 20 minuten. De looptijd van de filtratie is circa één dag en de spoeling duurt circa een half uur. Het filter wordt op druk of tijd gespoeld. Voor een effectieve spoeling is een minimale bedexpansie van 20% benodigd, welke wordt bereikt met een debiet van circa 165 m³/h.

Naast de demonstratie-installatie is op rwzi Nijmegen een pilot-installatie (1 m³/h) onderzocht op de afloop van de discontinue zandfilters. Het doel van de zandfilters is CZV verwijderen uit de afloop nabezinktank. Met de pilot-installatie wordt beproefd of er extra waterkwaliteitsverbetering kan worden bereikt door voorgeschakelde zandfiltratie toe te passen.

Vanwege de afvalwatersamenstelling en daarmee samenhangende filtreerbaarheid is een granulaire koolfractie toegepast van 8 tot 30 mesh (0,6 – 2,4 mm). Deze koolfractie is ook toegepast in het onderzoek te Maasbommel (STOWA rapport 2007-17) en Leiden Zuid-West (STOWA rapport 2009-33).

BEMONSTERING EN ANALYSES

Voor dit onderzoek is een uitgebreid monitoringsprogramma opgesteld, welke gegeven is in bijlage 1. De monsternamen zijn debietsproportioneel gedurende 24 uur. Er is op algemene waterkwaliteitsparameters zoals nutriënten, CZV en zwevende stof geanalyseerd, maar ook

specifieke parameters zoals medicijnen, hormonen en herbiciden en pesticiden. Voorafgaand aan het onderzoek is met versnelde kolomtesten een indruk verkregen van de verwijdering van een aantal stoffen gedurende 0 tot 50.000 bedvolumina. Dit komt overeen met een standtijd van 0 tot circa 2,5 jaar.

RESULTATEN

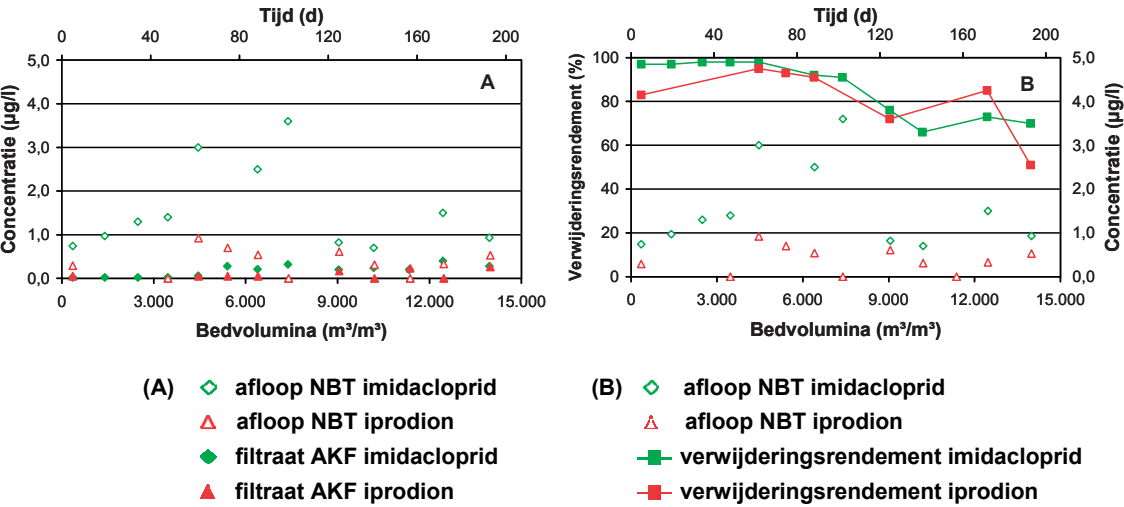
In dit onderzoeksrapport zijn voor verschillende stoffen op verschillende locaties de in- en uitgaande concentraties gemeten. Hieruit kan de verwijderingscapaciteit van het actievekoolfilter in de tijd worden afgeleid. Als voorbeeld is de verwijdering van imidacloprid (insecticide) en iprodion (fungicide) op rwzi De Nieuwe Waterweg gegeven in tabel I en figuur I.

TABEL I RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR IMIDACLOPRID EN IPRODION GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Imidacloprid	0,05	0,013 (ad hoc)	0,2 - 3,6	<0,05 - 0,4
Iprodion	0,1	0,5 (ad hoc)	0,29 - 0,92	<0,1 - 0,26

De MTR-waarde voor imidacloprid en iprodion wordt in afloop nabezinktank overschreden. De concentratie imidacloprid in filtraat actievekoolfiltratie overschrijdt de MTR-waarde indien de stof wordt gedetecteerd (rapportage grens > MTR waarde).

FIGUUR I RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het verwijderingsrendement voor imidacloprid is tot 5.000 bedvolumina meer dan 95%. Na 9.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 75%. Tussen 12.000 en 14.000 bedvolumina (ca. 180 dagen) is het rendement circa 70%. Het verwijderingsrendement voor iprodion is tot 7.000 bedvolumina meer dan 80%. Na 9.000 bedvolumina (ca. 120 dagen) is het rendement afgenomen tot circa 70%. Na 14.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 50%. De effluentconcentratie zit dan echter nog steeds onder de ad hoc MTR-waarde van 0,5 µg/l.

Het rapport geeft van vele stoffen, op bovengenoemde wijze, het gedrag weer.

CONCLUSIES VAN HET ONDERZOEK

In het onderzoek zijn drie thema's bestudeerd: de waterkwaliteitsverbetering, bedrijfsvoeringsaspecten en implementatie praktijkschaal en exploitatiekosten.

THEMA WATERKWALITEIT

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat actievekoolfiltratie een verbetering van de waterkwaliteit teweeg brengt. Hierdoor neemt de concentratie van organische microverontreinigingen, zoals herbiciden, pesticiden, hormonen en medicijnen af. Daarnaast resulteert dit in een betere "biologische" kwaliteit. Het filtraat van het actievekoolfilter heeft een lagere toxiciteit en hormonale activiteit dan het afloop van de nabezinktank. Actieve kool heeft echter een stofspecifieke verwijderingscapaciteit. Hierdoor worden sommige stoffen na verloop van tijd in mindere mate verwijderd dan andere stoffen.

- De concentratie CZV in de afloop nabezinktank heeft varieert tussen 5 - 50 mg/l. Door toepassing van actievekoolfiltratie neemt de concentratie van CZV af. Initieel is de verwijdering goed, circa 80 - 100%. Maar na ongeveer 3.000 bedvolumina (2-3 maanden) is de actieve kool nagenoeg verzadigd. De resterende CZV-verwijdering van ongeveer 0 - 20% wordt verkregen door filtratie (verwijdering zwevende stof) en microbiologische omzetting in plaats van adsorptie.
- De concentratie N-totaal in de afloop nabezinktank varieert tussen de 5 en 15 mg/l. De stikstofverwijdering in de filters is laag, circa 0 - 12%. Afhankelijk van specifieke omstandigheden treedt soms nitrificatie of denitrificatie op.
- De concentratie P-totaal in afloop nabezinktank varieert tussen de 0,6 en 2,6 mg/l. het verwijderingsrendement is voor de vier locaties niet consistent. Op De Nieuwe Waterweg en Oijen wordt P-totaal helemaal niet verwijderd. Op Biest-Houtakker en Nijmegen is de verwijdering circa 10% door filtratie.
- De concentratie opgeloste organische fosfaat in afloop nabezinktank van Biest-Houtakker varieerde tussen de 0,05 en 1,35 mg/l. Het aandeel van organisch opgelost fosfaat in het P-totaal is hoog. Het actieve kool is na circa één maand (1.900 bedvolumina) verzadigd voor het organisch opgelost fosfaat. Na verloop van tijd treedt desorptie op en is de concentratie in het filtraat actievekoolfilter hoger dan de concentratie in afloop nabezinktank.
- Zwevende stof in de afloop nabezinktank heeft een concentratie van 2 tot 10 mg/l. Het actievekoolfilter laat een wisselend beeld zien op de locaties. De verwijdering is circa 40 - 60% door filtratie.
- Zware metalen worden niet goed verwijderd door het actievekoolfilter. De metalen zijn waarschijnlijk niet complex gebonden. Op de rwzi Nijmegen wordt koper wel goed verwijderd, een relatie met de verwijdering van zwevende stof is goed mogelijk.
- De concentraties van de geneesmiddelen zijn voor de meeste stoffen circa < 0,01 - 0,2 µg/l. Stoffen die in hogere concentraties zijn gemeten, zijn metoprolol, ibuprofen, carbamazepine, coffeïne en sulfamethoxazole. De gemeten geneesmiddelen worden veelal goed verwijderd door actievekoolfiltratie. In veel gevallen nadert de concentratie in het filtraat de concentratie in afloop nabezinktank na 9.000 á 12.000 bedvolumina (ca. 130 tot 200 dagen)(verwijdering nog maar rond de 20%). Stoffen met langere standtijd zijn metoprolol, coffeïne en carbamazepine.
- De toxiciteit van de afloop nabezinktank is voor de organismen alg, microtox en daphnia niet als acuut toxisch gekarakteriseerd. De toxiciteit is in sommige gevallen als mogelijk chronisch gekarakteriseerd. Door toepassing van actievekoolfiltratie neemt over het algemeen de toxiciteit fors af. Hiermee wordt een duidelijke verbetering van de waterkwaliteit bereikt. Maar het beeld is niet consistent. In sommige gevallen is het filtraat actievekoolfilter toxischer dan afloop nabezinktank.

- De concentratie aan hormoonverstorende stoffen is niet goed vastgesteld. Op de rwzi Biest-Houtakker zijn geen hormonen gemeten in afloop nabezinktank. Op de rwzi Oijen zijn hormonen beperkt gemeten. De reden hiervoor is de verstoring van de afvalwatermatrix op de analysemethodiek. Indien hormoonverstorende stoffen zijn gemeten in afloop nabezinktank is een goede verwijdering gevonden door actievekoolfiltratie. Echter, een duidelijk beeld van verzadiging is niet vastgesteld. De bio-assay ER-calux (maat voor estrogene activiteit) geeft een wisselend beeld per locatie. Op de rwzi Oijen is de ER-Calux in de afloop nabezinktank soms erg hoog 0,05 - 2,5 mg EEQ/l. Op de overige locaties is de ER-Calux circa <0,001 - 0,005 mg EEQ/l. De verwijdering door actievekoolfiltratie is aanzienlijk, veelal > 80%. Er is echter geen consistent beeld verkregen, omdat in een aantal metingen de ER-Calux van het filtraat hoger is dan afloop nabezinktank Na circa 8.000 bedvolumina lijkt de verwijdering af te nemen. De AR-Calux (maat voor androgene activiteit) is beperkt aangetroffen boven de detectiegrens, de waargenomen verwijdering bedraagt maximaal 64%.
- De concentraties aan herbiciden en pesticiden in afloop nabezinktank variëren tussen de <0,01 en 3,6 µg/l. De concentraties op De Nieuwe Waterweg zijn veel hoger dan op Biest-Houtakker. Stoffen met hoge concentraties op De Nieuwe Waterweg zijn imidacloprid (tot 3,6 µg/l), iprodion (tot 0,92 µg/l), methiocarb (tot 1,5 µg/l), pirimicarb (tot 0,81 µg/l) en pymetrozine (tot 0,69 µg/l). De verwijdering van deze stoffen na 14.000 bedvolumina (circa 6 maanden) is respectievelijk 75, 50, 50, 10 en 60%. De gemeten herbiciden en pesticiden worden veelal goed verwijderd door het actievekoolfilter. De concentratie isoproturon neemt in het filtraat van het actievekoolfilter relatief snel toe. Er wordt nog maar 20% verwijderd bij 6.000 bedvolumina (ca 3 maanden) (De Nieuwe Waterweg) en 5.000 bedvolumina (Biest-Houtakker). Een aantal carbamaten wordt initieel goed verwijderd. Maar na circa 12.000 - 15.000 bedvolumina is de verwijdering nihil. Carbamaten zoals aldicarb-SO₂, bitertanol, chloridazon, erythromycine en imazalil laten geen duidelijk beeld zien.
- De verwijdering van E-coli is op de rwzi Nijmegen beproefd. De concentratie van E-coli in de afloop nabezinktank varieert tussen de 18.600 en 36.000 E-coli per 100 ml. In het filtraat van het actievekoolfilter wordt een lagere E-Coli hoeveelheid aangetroffen, tussen de 5.000 en 15.400 E-coli per ml. Het gemiddelde verwijderingsrendement voor E-Coli is circa 60% (logverwijdering <1).
- De standtijd van actieve kool is stofspectiefiek. In het onderzoek is geen eenduidige relatie gevonden tussen de log K_{ow} en oplosbaarheid in relatie adsorptie. De standtijd varieert veelal tussen de 5.000 tot meer dan 15.000 bedvolumina voor stoffen die (goed) verwijderd worden. Sommige stoffen zijn zeer slecht te verwijderen en kennen een standtijd < 2.000 bedvolumina (< ca 1 maand).
- De voorschakeling van een discontinu zandfilter, met als functie CZV-verwijdering, zorgt niet voor een belangrijke prestatieverhoging van het actievekoolfilter.

THEMA BEDRIJFSVOERING

- Uit het onderzoek is gebleken dat op drie van de vier locaties een spoelfrequentie van eenmaal per dag voldoende was. Op de rwzi Biest-Houtakker is het spoelprogramma geoptimaliseerd, waarbij een spoelfrequentie van eenmaal in de drie dagen ook tot een stabiele bedrijfsvoering heeft geleid.
- Het actievekoolfilter wordt door de bedrijfsvoerders niet als complex ervaren. De bediening en beheersmaatregelen zijn betrekkelijk eenvoudig. Op praktijkschaal dient het spoelprogramma en de ontluuchting geautomatiseerd te worden.

- Het energieverbruik van demonstratie-installatie is circa 0,01 - 0,03 kWh/m³. Het energieverbruik bestaat uit pompenergie, besturing en de luchtspoeling. Op basis van de huidige inzichten en rekenmethodieken is het totale energieverbruik voor de productie en levering van verse actieve kool 56 kWh/kg. Het energieverbruik van gereactiveerde actieve kool is (inclusief 10% aanvullingskool en transporten) 11 kWh/kg.

THEMA IMPLEMENTATIE PRAKTIJSCHAAL EN EXPLOITATIEKOSTEN

- De exploitatiekosten van actievekoolfiltratie zijn voor een installatie van 20.000 en 100.000 i.e. bij een standtijd van 10.000 bedvolumina respectievelijk € 7,- en €14,- per i.e. per jaar (STOWA rapport 2005-08). Door actievekoolfiltratie direct achter de nabezinktank toe te passen nemen de exploitatiekosten in vergelijking tot genoemde kosten in STOWA rapport 2005-08 met circa 40% af. De exploitatiekosten van actievekoolfiltratie voor verschillende stoffen bij een standtijd waarbij respectievelijk 25, 50 en 75% van de ingaande concentratie variëren van € 6,- per i.e. per jaar bij goed verwijderbare stoffen, zoals carbamazepine en metoprolol, bij grotere zuiveringen (100.000 i.e.) tot € 36,- per i.e. per jaar bij slecht verwijderbare stoffen, zoals isoproturon, bij kleinere zuiveringen (20.000 i.e.).

AANBEVELINGEN

Toepasbaarheid actievekoolfiltratie

Actievekoolfiltratie biedt geen complete oplossing voor het verbeteren van de kwaliteit van afloop nabezinktank. Indien op een rwzi zware metalen, N- en P-totaal dienen te worden verwijderd wordt aanbevolen om actievekoolfiltratie *niet* toe te passen. Voor de paramaters CZV en organisch opgeloste fosfaat kan actievekoolfiltratie worden ingezet. Echter zijn de standtijden laag (circa 1 - 2 maand) en als gevolg de exploitatiekosten hoog.

De technologie is met name geschikt voor de verwijdering van organische microverontreinigingen (herbiciden, pesticiden, geneesmiddelen en hormonen). Vanwege de hoge exploitatiekosten zijn er waarschijnlijk maar een paar rwzi's in Nederland waar actievekoolfiltratie een potentie heeft.

Indien een rwzi kampt met een hoge concentratie organische microverontreinigingen kan het volgende stappenplan worden doorlopen.

Stap 1 vaststellen probleem

In eerste instantie dient vastgesteld te worden in welk concentratiebereik de stof voorkomt en of hiermee de chemische en ecologische toestand van het ontvangende oppervlaktewater wordt bedreigd. Uit dit onderzoek blijkt namelijk dat de concentratie van dergelijke doelstoffen sterk kan variëren.

Stap 2 vaststellen bron

Achtereenvolgens dient te worden onderzocht welke bron en welk type (punt of diffuus) verantwoordelijk is voor de lozing van dergelijke stoffen.

Stap 3 vaststellen doelmatige aanpak

Daarna dient te worden vastgesteld welke maatregel het meest effectief en efficiënt is, een bronmaatregel of een maatregel op de rwzi. Een bronmaatregel kan zijn het niet meer, of in mindere mate, toepassen van een dergelijke stof.

Stap 3a inschatting standtijd

Indien wordt overwogen om een maatregel op de rwzi te nemen, kan met behulp van dit rapport een indruk worden verkregen van de standtijd van actievekoolfiltratie. Hierbij wordt opgemerkt dat het concentratiebereik van de microverontreiniging van de locatie enigszins overeen moet komen met de in dit rapport gemeten concentratiebereik. Als dit niet het geval is, kan met behulp van een versnelde kolomtest een grove indicatie worden verkregen van de standtijd. Let wel, dat in de praktijk wordt de standtijd hiermee enigszins overschat.

Stap 3b inschatting exploitatiekosten

Wanneer een inschatting is gemaakt van de standtijd, kunnen de exploitatiekosten van actievekoolfiltratie eenvoudig worden bepaald. De voorbehandeling van afloop nabezinktank met behulp van zandfiltratie is hierbij overbodig. De exploitatiekosten voor de verwijdering van organische microverontreinigingen nemen hierdoor in vergelijking met de exploitatiekosten genoemd in STOWA 2005-08 met circa 40% af. Op basis van de exploitatiekosten kan dan overwogen worden actievekoolfiltratie al dan niet toe te passen.

Nader onderzoek

- Het is onduidelijk waarom in sommige metingen de toxiciteit en ER-calux van het filtraat hoger is dan het afloop nabezinktank. Mogelijkerwijs wordt door desorptie van stoffen de filtraatkwaliteit soms negatief beïnvloed. Maar het zou ook een gevolg kunnen zijn van de transitie van stoffen in toxischere metabolieten. Met nader onderzoek zou vastgesteld kunnen worden welke oorzaken hieraan ten grondslag liggen.
- De exploitatiekosten van actievekoolfiltratie direct geschakeld achter de nabezinktank kunnen in bepaalde gevallen als hoog worden beschouwd. De vraag is of deze exploitatiekosten nog vergaander kunnen worden gereduceerd. Mogelijkerwijs kan de technologie in combinatie met oxidatie (ozon) worden ingezet. Hierdoor kan een breder spectrum aan organische microverontreinigingen worden verwijderd. En naar verwachting de standtijd worden verlengd. Of de gezamenlijke exploitatiekosten hierdoor afnemen, dient te worden onderzocht.

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. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

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 inventarisaties van de behoefte 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 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 033 - 460 32 00.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 2180, 3800 CD Amersfoort.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

ACTIEVEKOLFILTRATIE OP AFLOOP NABEZINKTANK

INHOUD

	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
1.1	Doelstelling	2
1.2	Organisatie van het onderzoek	2
1.3	Leeswijzer	3
2	AANPAK VAN HET ONDERZOEK	4
2.1	Onderzoeksvragen	4
2.1.1	Thema waterkwaliteit	4
2.1.2	Thema bedrijfsvoering	5
2.1.3	Thema implementatie praktijkschaal	5
2.2	Onderzoeksplanning	5
2.3	Actievekoolfilter	5
2.3.1	Dimensies demonstratie-installatie	6
2.3.2	Eigenschappen actieve kool	7
2.3.3	Spoelprogramma	8
2.3.4	Veiligheid	9
2.4	Analysemethodiek	9
2.4.1	Versnelde kolomtest	9
2.4.2	Waterschapslaboratoria	9
2.4.3	Omegam	10
2.4.4	BioDetection Systems	10
2.4.5	Imares	10
2.5	Dataverwerking	11

3	SYSTEEMBESCHRIJVINGEN	13
3.1	RWZI De Nieuwe Waterweg	13
3.2	RWZI Oijen	15
3.3	RWZI Nijmegen	17
3.4	RWZI Biest-Houtakker	18
4	RESULTATEN RWZI DE NIEUWE WATERWEG	20
4.1	Bedrijfsvoering	20
4.2	Waterkwaliteit	20
	4.2.1 Versnelde kolomtest	20
	4.2.2 Algemene waterkwaliteitsparameters demonstratieonderzoek	23
	4.2.3 Specifieke waterkwaliteitsparameters	24
	4.2.4 Spoelwateranalyse	39
5	RESULTATEN RWZI OIJEN	40
5.1	Bedrijfsvoering	40
5.2	Waterkwaliteit	40
	5.2.1 Versnelde kolomtest (ACT)	40
	5.2.2 Algemene waterkwaliteitsparameters demonstratieonderzoek	42
	5.2.3 Specifieke waterkwaliteitsparameters	43
6	RESULTATEN RWZI NIJMEGEN	55
6.1	Bedrijfsvoering	55
6.2	Waterkwaliteit	55
	6.2.1 Versnelde kolomtest	55
	6.2.2 Algemene waterkwaliteitsparameters demonstratieonderzoek	57
	6.2.3 Specifieke waterkwaliteitsparameters	58
	6.2.4 Toxiciteit aquatische organismen	63
7	RESULTATEN RWZI BIEST - HOUTAKKER	66
7.1	Bedrijfsvoering	66
	7.1.1 Looptijd filtratie en optimalisatie spoelprogramma	66
	7.1.2 Ervaringen beheer	67
7.2	Waterkwaliteit	67
	7.2.1 Versnelde kolomtest	67
	7.2.2 Algemene waterkwaliteitsparameters demonstratieonderzoek	68
	7.2.3 Specifieke waterkwaliteitsparameters	69
	7.2.4 Toxiciteit aquatische organismen	80
8	RESULTATEN PILOT RWZI NIJMEGEN	84
8.1	Bedrijfsvoering	84
	8.1.1 Looptijd filtratie	84
8.2	Waterkwaliteit	84
	8.2.1 Algemene waterkwaliteitsparameters pilotonderzoek	84
	8.2.2 Specifieke waterkwaliteitsparameters	85

9	EVALUATIE EN DISCUSSIE	90
9.1	Waterkwaliteit	90
9.1.1	Versnelde kolomtesten	90
9.1.2	Algemene waterkwaliteitsparameters – CZV, zwevende stof en nutriënten	91
9.1.3	Algemene waterkwaliteitsparameters - zware metalen	92
9.1.4	Specifieke waterkwaliteitsparameters - microverontreinigingen	93
9.1.5	Specifieke waterkwaliteitsparameters – ER-calux en AR-calux	98
9.1.6	Specifieke waterkwaliteitsparameters - toxiciteit	99
9.1.7	Beleving waterkwaliteit	100
9.1.8	Effect zandfiltratie op prestatie actievekoolfiltratie	101
9.2	Aandachtspunten voor bedrijfsvoering en implementatie	102
9.2.1	Aandachtspunten aanvoer	102
9.2.2	Aandachtspunten spoelprogramma	102
9.2.3	Aandachtspunten technische installatie	102
9.2.4	Complexiteit	103
9.2.5	Verlies van actieve kool	103
9.3	Kostenraming actievekoolfiltratie	103
9.4	Analyse actieve kool na gebruik	108
10	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	109
10.1	Conclusies	109
10.2	Aanbevelingen	112
11	LITERATUURLIJST	114
	BIJLAGEN	
1	MONITORINGSPROGRAMMA EN TOELICHTING STOFSPECIFIEKE EIGENSCHAPPEN	117
2	P&ID DEMONSTRATIE-INSTALLATIE	149
3	MSDS ACTIEVE KOOL	151
4	BEDRIJFSVOERINGSGEGEVENS RWZI DE NIEUWE WATERWEG	157
5	BEDRIJFSVOERINGSGEGEVENS RWZI OIJEN	159
6	BEDRIJFSVOERINGSGEGEVENS RWZI NIJMEGEN	161
7	BEDRIJFSVOERINGSGEGEVENS RWZI BIEST-HOUTAKKER	165

1

INLEIDING

In 2015 dienen de Nederlandse waterbeheerders de kwaliteit van het oppervlaktewater op orde te hebben volgens de Kader Richtlijn Water (KRW). Dit impliceert dat het oppervlaktewater een 'goede chemische en biologische toestand' moet hebben (KRW, 2000). De rioolwaterzuivering (rwzi) speelt als puntbron in sommige wateren een belangrijke rol in de voorkomende waterkwaliteit. Met name voor herbiciden, pesticiden, medicijnen en hormoonverstorende stoffen kan de rwzi een belangrijke bijdrage leveren aan de waterkwaliteit van het oppervlaktewater. De rwzi heeft een bepaalde verwijderingscapaciteit voor dergelijke stoffen, maar is dit genoeg? In sommige wateren zijn biologische effecten geconstateerd, bijvoorbeeld vervrouwelijking van vissen, in andere een chemisch effect (toxiciteit). Een aantal doelstoffen is gekenmerkt als prioritair, maar vooralsnog zijn er geen normen en ecologische doelen definitief vastgesteld in vergunningsvoorschriften.

De STOWA voert al jarenlang onderzoek uit naar de verwijdering van prioritaire stoffen door nageschakelde technieken (onderzoek op rwzi Maasbommel STOWA 2007-17, Varsseveld STOWA 2006-05, Leeuwarden STOWA 2007-23, Leiden Zuid-West 2009-33, Horstermeer STOWA 2009-34). Daarnaast wordt in breed verband de mogelijke bronnen en effecten onderzocht (verg(h)ulde pillen, hormoonverstoring in oppervlaktewater, KRW-factsheets).

Actievekoolfiltratie wordt beschouwd als een techniek die een belangrijke bijdrage kan leveren aan het verwijderen van doelstoffen. Een voorbehandeling met vlokingsfiltratie wordt bij de toepassing van actievekoolfiltratie meestal aanbevolen ten behoeve van een reductie in de zwevende stof en CZV belasting (STOWA 2005-28). Op Leiden Zuid-West en Maasbommel is deze technologie reeds beproefd in combinatie met zandfiltratie. Daarnaast bleek op pilotschaal dat granulaire actievekoolfiltratie direct (zonder zandfiltratie) op afloop nabezinktank eveneens een praktische toepassing is.

Dit biedt perspectieven om actievekoolfiltratie zonder voorbehandeling toe te passen voor de behandeling van communaal rwzi effluent. Daarnaast is de toepassing achter een discontinu zandfilter nog nauwelijks onderzocht. Deze 'voorbehandeling' is met name interessant omdat het koolfilter dan minder wordt belast met zwevende stof en CZV. De voorlopige hypothese is dat hiermee de loop- en standtijd van de kool kan worden verlengd. Er is echter nog weinig ervaring met betrekking tot de toepassing van deze configuratie op praktijkschaal voor communaal afvalwater. Het gaat dan met name om operationele en economische aspecten en filtraatkwaliteit gedurende een lange periode en bij verschillende rwzi's. In dit onderzoek is de toepassing van actievekoolfiltratie op demonstratieschaal op vier locaties onderzocht, de rwzi Oijen, De Nieuwe Waterweg, Nijmegen en Biest-Houtakker.

1.1 DOELSTELLING

Het doel van het onderzoek is om inzicht te krijgen in de toepasbaarheid van effluentna-behandeling met actieve kool op verschillende rwzi's. Deze toepasbaarheid wordt inzichtelijk gemaakt door:

- 1 Het vaststellen van de waterkwaliteitsverbetering, waarbij getoetst wordt aan de MTR-waarde. Het gaat dan om de verwijdering van de meer algemene en doelstoffen op vier verschillende locaties. Per rwzi zijn specifieke doelstoffen een aandachtspunt:
 - voor de rwzi De Nieuwe Waterweg zijn dat herbiciden en pesticiden met als bron de glas-tuinbouw;
 - voor de rwzi Oijen zijn dat medicijnen en hormonen met als bron de farmaceutische industrie, ziekenhuis Oss en huishoudens;
 - voor de rwzi Nijmegen is de toxiciteit een aandachtspunt;
 - voor de rwzi Biest-Houtakker is dat opgelost organisch fosfaat, met als bron textiel-industrie, en tevens toxiciteit, hormonen en medicijnen.
- 2 Vaststellen van de technische en financiële aspecten, waarbij de exploitatiekosten zijn uitgewerkt voor een aantal doelstoffen bij de stofspecifieke verzadiging van de actieve kool van 25%, 50% en 75%. In het onderzoek is gebruik gemaakt van geregenereerde actieve kool. Voor toepassing in afvalwaterbehandeling is geregenereerde kool geschikt en kosteneffectief.

1.2 ORGANISATIE VAN HET ONDERZOEK

Naast STOWA nemen de volgende partijen als probleemhouder deel aan het onderzoek:

- Hoogheemraadschap van Delfland;
- Waterschap Aa en Maas;
- Waterschap Rivierenland;
- Waterschap De Dommel;

Daarnaast is Norit de leverancier van de actieve kool en betrokken bij de uitvoering van het koolspecifieke onderzoek. Logisticon Watertreatment heeft als leverancier van demonstratie-installatie een bijdrage geleverd aan de vertaling van het onderzoeksplan naar een praktische installatie en de bedrijfsvoerders ondersteunt ten tijde van problemen. Royal Haskoning is projectmanager van het project en verzorgt daarbij de organisatie, de inhoudelijke ondersteuning en begeleiding van de demonstratie-installaties op locatie.

1.3 LEESWIJZER

De indeling van het rapport is als volgt:

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het onderzoek beschreven. Tot de aanpak van het onderzoek behoren de onderzoeksvragen, de onderzoeksplanning, beschrijving van het actievekoolfilter, uitleg over de verschillende analyses en verwerking van de data.

In hoofdstuk 3 wordt een systeembeschrijving gegeven van de vier verschillende zuiveringen waar een actievekoolfiltratie op het effluent van de nabezintank op demonstratieschaal is toegepast en de systeembeschrijving van de pilotinstallatie op het effluent van een zandfilter.

In hoofdstuk 4 tot en met 8 zullen vervolgens de resultaten van de demonstratie-installaties op de vier verschillende locaties en de pilotinstallatie behandeld worden.

In hoofdstuk 9 zal de evaluatie en discussie plaatsvinden en in hoofdstuk 10 worden de conclusies en aanbevelingen gegeven.

2

AANPAK VAN HET ONDERZOEK

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak van het onderzoek. Hierin zijn de onderzoeksvragen en planning, de demonstratie-installatie, de analyse & meetmethodiek en als laatste de methodiek van dataverwerking beschreven.

2.1 ONDERZOEKSVRAGEN

Om tot een antwoord op de in paragraaf 1.2 vermelde onderzoeksdoelstellingen te komen, is een aantal onderzoeksvragen geformuleerd in drie verschillende thema's:

- waterkwaliteit;
- bedrijfsvoering;
- implementatie praktijkschaal.

In de volgende paragrafen zijn de onderzoeksvragen per thema vermeld.

2.1.1 THEMA WATERKWALITEIT

- wat zijn de in- en uitgaande concentraties van de volgende stoffen:

Algemene parameters

- CZV, nitraat, P-totaal, zware metalen en zwevende stof (alle rwzi's);

Specifieke parameters

- toxiciteit (specifiek rwzi Nijmegen);
- medicijnen (specifiek rwzi Oijen);
- hormoonverstorende stoffen (specifiek rwzi Oijen);
- herbiciden en pesticiden (specifiek rwzi De Nieuwe Waterweg);
- organisch opgelost fosfaat (specifiek rwzi Biest-Houtakker).
- wat is het effect van verschillen in waterkwaliteit op de werking van actievekoolfiltratie?
- wat is de standtijd van de actieve kool voor de verschillende stoffen op de rwzi?
- kan de standtijd voor de verwijdering van geneesmiddelen en toxiciteit worden vergroot door toepassing van discontinue zandfiltratie?

De afloop nabezinktank (in Nijmegen ook afloop zandfilter) en het filtraat actievekoolfilter zijn bemonsterd. In bijlage 1 is het monitoringsprogramma alsmede een toelichting op specifieke stoffeigenschappen gegeven. Op alle locaties zijn de parameters ER-Calux (hormoonverstorend) en geneesmiddelen (pakket 2) gemeten om onderlinge vergelijking mogelijk te maken. De verschillende parameters worden frequent gemeten teneinde een verwijderingsrendement in relatie tot de standtijd te kunnen vaststellen. De standtijd is van essentieel belang voor de exploitatiekosten van de installatie (en de toepasbaarheid van actievekoolfiltratie voor waterbeheerders in Nederland).

2.1.2 THEMA BEDRIJFSVOERING

- welk spoelregime is effectief voor filtratie van afloop nabezinktank?
- wat is het energieverbruik van de installatie?
- wat zijn de operationele kosten?

Naast de effluentkwaliteit zullen de bedrijfsvoeringsaspecten van de demonstratie-installatie in beeld worden gebracht. Hierbij valt te denken aan de benodigde hoeveelheid manuren voor het bedrijven en onderhouden van een dergelijke installatie, de complexiteit van de bediening alsmede de storingsgevoeligheid / robuustheid van de installatie.

2.1.3 THEMA IMPLEMENTATIE PRAKTIJKSCHAAL

- wat zijn belangrijke aandachtspunten voor het ontwerp van een full-scale installatie;
- wat zijn de investerings- en exploitatiekosten voor een rwzi van 20.000 en 100.000 i.e. in relatie tot de standtijd van verschillende stoffen?

2.2 ONDERZOEKSPANNING

De onderzoeksperiode bestaat uit een vooronderzoek, onderzoek aan de demonstratie-installatie en nazorg. Het onderzoek is voorafgegaan door een denksessie met de BC-leden van lopende STOWA projecten te Horstermeer en Leiden Zuid-West. Belangrijke aandachtspunten uit de denksessie zijn:

- licht verlies van hoeveelheid kool door reactivatie;
- zware metalen worden niet volledig verwijderd door reactivatie;
- bemonstering spoelwater op bezinking en zwevende stof is gewenst;
- voorzichtigheid dient in acht te worden genomen bij RWA aanvoer en slibuitspoeling. De ervaring leert dat het koolbed kan verstoppert, effect is vermindering in de onderzoekstijd. De aanvoer zal worden gestopt bij uitspoeling van zwevende stof concentraties hoger dan 75 mg/l;
- aflaten van spoelwater gedurende spoelprogramma kan lang duren (Leiden Zuid-West). De oplossing hiervoor is het verhogen van de druk tijdens het aflaten van water.

In eerste instantie is in het laboratorium van Norit een versnelde kolomtest (Accelerated Carbon Test ACT, zie paragraaf 2.4.1) uitgevoerd. Hiermee is inzicht verkregen in adsorptie-eigenschappen van verschillende stoffen in het afloop nabezinktank. Achtereenvolgens zijn de installaties geplaatst, gevuld met kool en getest op functioneren. De bedrijfsvoerders hebben een training ondergaan over de theoretische werking en de praktijkbediening. De demonstratie-installatie heeft circa zes tot zeven maanden gefunctioneerd.

Na afronding van het demonstratieonderzoek heeft Norit de kool geanalyseerd. Het doel hiervan is om de status van de kool te bepalen ten aanzien van reactivatie. Daarnaast zijn algemene koeleigenschappen en belading met metalen bepaald.

2.3 ACTIEVEKOOLFILTER

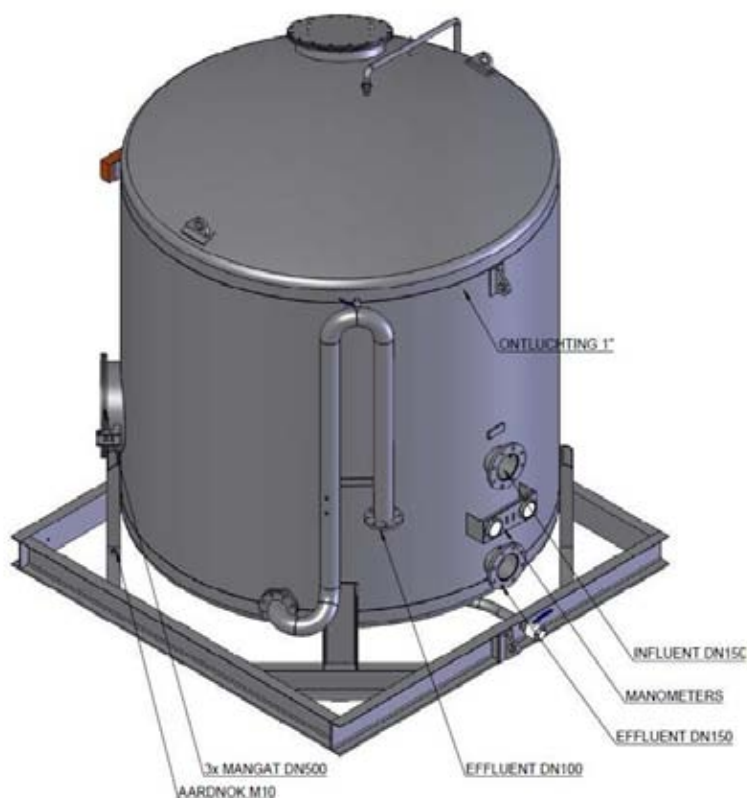
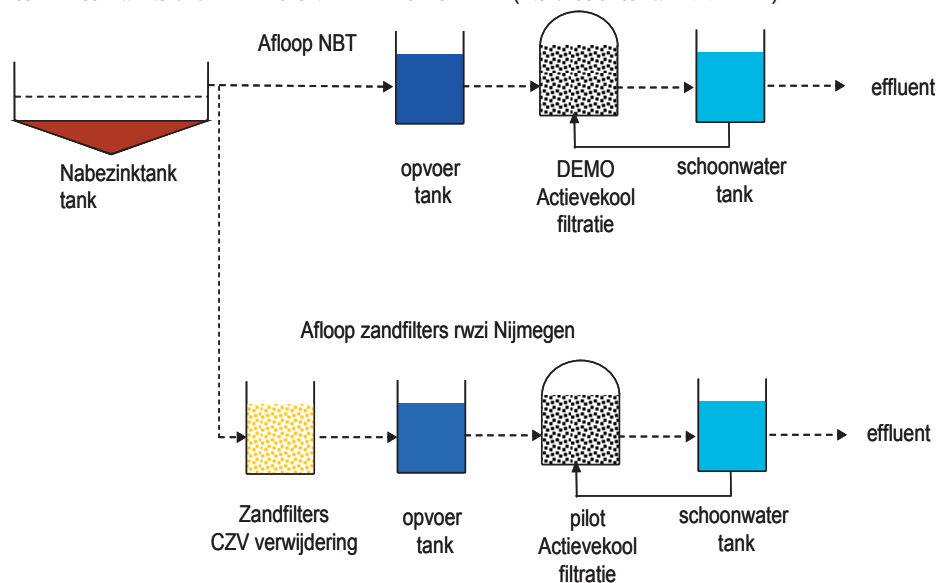
In het onderzoek is de actievekoolfilter op demonstratieschaal toegepast met een capaciteit tot 50 m³/h. Er is op alle vier de locaties slechts één type kool getest. Dit komt de onderlinge vergelijkbaarheid van de resultaten ten goede.

2.3.1 DIMENSIES DEMONSTRATIE-INSTALLATIE

De dimensies van de demonstratie- en pilotinstallatie zijn gegeven in tabel 2.1. De installatie is bedreven met een bereik van 21 - 27 m³/h, met een nominaal aanvoerdebiet van 24 m³/h. In overleg met de leverancier is afgesproken dat een maximale marge van $\pm 10\%$ van het nominale debiet is toegestaan, waarmee een gemiddelde 'Empty Bed Contact Time' (contacttijd) van 20 minuten wordt nagestreefd. De installatie heeft een diameter van 2,5 m met een maximale koolinhoud van 8 m³. De configuraties van de demonstratie- en pilotinstallatie zijn schematisch weergegeven in figuur 2.1.

FIGUUR 2.1

SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE DEMONSTRATIE- EN PILOTINSTALLATIE (BRON: LOGISTICON WATERTREATMENT)



Vanuit de effluentput of meetgoot wordt het afvalwater aangevoerd. Het filtraat van het koolfilter wordt verzameld in de spoelwaterbuffer. Vanuit deze tank kan de kool automatisch worden gespoeld indien een bepaalde druk of tijd is bereikt. De spoelpomp is toerengeregeld zodat het spoeldebiet rustig kan worden op- en teruggeregeld. Dit laatste is noodzakelijk om verlies van kool te voorkomen. Omdat de afloop van de nabezinktank direct wordt gefiltreerd, zal zwevende stof worden afgevangen. Om de zwevende stof effectief te verwijderen wordt ook een luchtspoeling geïntroduceerd. De effluentput en spoelwaterbuffer dienen tevens als innamepunt voor de monsternamen.

De pilotinstallatie op de rwzi Nijmegen is dezelfde installatie als die op de rwzi Maasbommel is bedreven. Deze installatie heeft een koolvolume van circa 0,4 m³, een debiet van 1 m³/h en een contacttijd van 24 minuten.

De P&ID van de demonstratie-installatie is gegeven in bijlage 2. In de eerste fase van het project is onderzocht met welke frequentie er gespoeld dient te worden. Achtereenvolgens is het spoelregime geoptimaliseerd op rwzi Biest-Houtakker.

In tabel 2.1 is de dimensionering en de bedrijfsvoering van de actievekoolfiltratie vermeld.

TABEL 2.1

DIMENSIONERING EN BEDRIJFSVOERING ACTIEVEKOOLFILTRATIE

Parameter	Eenheid	Waarde
Dimensionering Demo Nijmegen		
EBCT*	min	20
Volume actieve kool	m ³	8
Oppervlakte	m ²	2,1
Bedrijfsvoering		
Aanvoerdebiet bereik	m ³ /h	21 - 27
Aanvoerdebiet nominaal	m ³ /h	24
Oppervlaktebelasting	m/h	5
Terugspoeldebiet	m ³ /h	130 - 170
Bedexpansie terugspoeling	%	20 - 25
Dimensionering pilot Nijmegen		
EBCT*	min	20
Volume actieve kool	m ³	0,4
Oppervlakte	m ²	0,45
Bedrijfsvoering		
Aanvoerdebiet	m ³ /h	0,9 - 1,2
Oppervlaktebelasting	m/h	2 - 2,7
Terugspoeldebiet	m ³ /h	13
Bedexpansie terugspoeling	%	25

* EBCT (Empty Bed Contact Time) staat voor de contacttijd

2.3.2 EIGENSCHAPPEN ACTIEVE KOOL

Er zijn verschillende soorten koolfracties die voor de behandeling van drink- en afvalwater worden toegepast. Een kleinere koolfractie bezit veelal een hogere adsorptiecapaciteit, maar zal een relatief hogere filtratiedruk teweeg brengen. Het gehanteerde type actieve kool is WFD 830. Vanwege de afvalwatersamenstelling en daarmee samenhangende filtreerbaarheid is een granulaire koolfractie toegepast van 8 tot 30 mesh (0,6 – 2,4 mm). Deze koolfractie is ook toegepast in het onderzoek te Maasbommel (STOWA rapport 2007-17) en Leiden Zuid-West (STOWA rapport 2009-33). Daarnaast heeft Norit in Engeland een full-scale installatie in bedrijf genomen waarbij met deze koolfractie goede resultaten zijn behaald.

In het onderzoek is gereactiveerde actieve kool toegepast. De kool is voorheen in de levensmiddelenindustrie eenmalig toegepast voor het opwaarderen van oppervlaktewater tot proceswater.

De zuiverende werking van actievekoolfiltratie berust op verschillende principes: filtratie, adsorptie en biologische zuivering. De theoretische achtergrond is uitgebreid beschreven in STOWA (2007-17 en 2009-34).

Indien de actieve kool is verzadigd dient het te worden geregenereerd. Op basis van de huidige inzichten en rekenmethodieken is het totale energieverbruik voor de productie en levering van GAC 56 kWh/kg. In geval van thermische reactivatie is het totale energieverbruik inclusief 10% aanvullingskool en transporten 11 kWh/kg.

2.3.3 SPOELPROGRAMMA

De spoeling van het filter kan automatisch worden gestart, afhankelijk van tijd of druk, maar ook handmatig. Bij de opstart is het filter handmatig gespoeld en de spoeling nauwkeurig gevolgd. In de eerste periode van het onderzoek is het van belang dat de bedrijfsvoerders een indruk krijgen van de looptijd van het filter (tijd tot bereiken van minimale debiet), het drukverloop en het moment van spoeling. In deze periode is het spoelprogramma conservatief ingestoken waarbij een minimaal spoeldebiet ($\pm 130 \text{ m}^3/\text{h}$) is gehanteerd. Na twee maanden bleken de filters niet goed schoon te worden en is besloten om het spoelprogramma volgens periode 2 te laten verlopen. In periode 2 is de spoeltijd verlengd en het spoeldebiet verhoogd ($\pm 165 \text{ m}^3/\text{h}$).

TABEL 2.2

SPOELPROGRAMMA PERIODE 2

Parameter	Eenheid	Waarde
Stap 1 eerste spoelfase - waterstoot		
Spoelsnelheid	m/h	34
Spoeldebiet	m^3/h	165
Spoelduur	min	1,0
Volume spoelwater	m^3	2,8
Aftoeren	s	2,0
Aflaten water	min	10
Stap 2 filter gaat naar tweede spoelfase - lucht		
Spoelsnelheid	Nm/h	60
Spoeldebiet	Nm^3/h	150
Spoelduur	min	5
Volume spoellucht	m^3	12,5
Pauze	min	5
Stap 3 filter gaat naar derde spoelfase – waterspoeling		
Spoelsnelheid 1 voor 25% expansie	m/h	34
Spoeldebiet	m^3/h	165
Spoelduur	min	7
Volume spoelwater	m^3	19
Aftoeren	min	2
Totaal spoelwaterverbruik	m^3	22

De belangrijkste stappen van een spoeling zijn weergegeven in tabel 2.2. In stap 1 wordt de eventuele koekvervuiling op de top van het filterbed gebroken met een waterstoot. Na de waterstoot dient het water eerst te worden afgelaten om koolverlies bij stap 2 te voorkomen. In stap 2 wordt middels luchtinbreng en werveling het slib van de actieve kool losgemaakt/geschuurd. Achtereenvolgens wordt in stap 3 met een waterspoeling het vuil verwijderd uit het filter. De toegepaste bedexpansie bij een waterspoeling is circa 20 - 28% (afhankelijk van de watertemperatuur).

In het begin van het onderzoek is de spoelfrequentie op de locaties gelijk, eenmaal per dag. In Nijmegen en Biest-Houtakker is na verloop van tijd de spoelfrequentie verlaagd naar ongeveer eenmaal in twee dagen.

2.3.4 VEILIGHEID

Ten behoeve van de veiligheid voor opererend personeel gelden er specifieke veiligheidsvoorschriften. De verse actieve kool neemt zuurstof op uit de omliggende lucht en derhalve is het gevaarlijk om in de ketel van de filterinstallatie te werken zonder een zuurstofmasker. De Material Safety Data Sheet (MSDS) van actieve kool is in bijlage 3 gegeven.

2.4 ANALYSEMETHODIEK

In deze paragraaf is de gehanteerde analysemethodiek beschreven. De analyses zijn uitgevoerd door de betrokken waterschapslaboratoria, Omegam, BioDetection Systems (BDS) en Imares.

2.4.1 VERSNELDE KOLOMTEST

De verzadiging van de actieve kool (afname van de adsorptiecapaciteit) verschilt per doelstof. Dit wordt mede veroorzaakt door de affiniteit van de stof met kool, de aangevoerde vracht en de concurrentie met andere stoffen die adsorberen. De concurrentie van de adsorptie stoffen is afhankelijk van de afvalwaterkarakteristieken van de afloop nabezinktank. Met behulp van een versnelde kolomtest kan een indruk worden verkregen van de verzadiging van probleemstoffen in relatie tot deze afvalwaterkarakteristieken.

Het principe van de versnelde kolomtest berust op het verkorten van de contacttijd, door verhogen van de kinetiek volgens vergelijking 1. Dit gebeurt door middel van het verkleinen van de deeltjesgrootte van de kool.

$$\frac{\text{Contacttijd}_{\text{praktijk}}}{\text{Contacttijd}_{\text{versneldekolom}}} = \left[\frac{D_{50\text{praktijk}}}{D_{50\text{versneldekolom}}} \right]^{2-n} \quad \text{Vergelijking 1}$$

Volgens vergelijking 1 is de contacttijd dus direct gerelateerd aan de deeltjesgrootteverdeling, uitgedrukt als D_{50} , van de kool in het praktijkfilter, versus vergruisde kool zoals gebruikt tijdens de versnelde kolomtest. De gesimuleerde contacttijd is 20 minuten.

2.4.2 WATERSCHAPSLABORATORIA

De waterschapslaboratoria hebben de analyses voor de algemene parameters uitgevoerd. In tabel 2.3 is een overzicht gegeven van de parameters en analysemethodiek.

TABEL 2.3

ANALYSEMETHODIEK ALGEMENE PARAMETERS

Algemene parameter	Norm
CZV	NEN 6633:2006 NL
NO ₃ -N	ISO 10304-1
P _{tot}	NEN 6646
PO ₄ -P	ISO 10304-1
Zwevende stof	NEN 6499:2005 NEN-EN 872:2005 NEN 6621:1998
Zware metalen (Cd/Cr/Cu/Ni/Pb/Zn)	NEN-EN ISO 17294-1

2.4.3 OMEGAM

Door Omegam is zowel het influent als het effluent van de actievekoolfilters op de parameters die in geneesmiddelen pakket 1 en 2, hormonen, N-methylcarbamaten, inventarisatiepakket 1 en 2 voorkomen, getest. De parameters die in de verschillende pakketten voorkomen zijn met bijbehorende karakteristieken zoals rapportagegrens en meetonnauwkeurigheid terug te vinden in bijlage 1.

2.4.4 BIODETECTION SYSTEMS

Door BioDetection Systems zijn zowel de AR-Calux als de ER-Calux analyses uitgevoerd. Met de AR-Calux wordt de androgene activiteit (mannelijke hormonale potentie) gemeten, met de ER-Calux wordt de oestrogene activiteit gemeten (vrouwelijke hormonale potentie). De analysemethodiek bestaat uit een schudextractie met behulp van ethylacetaat. De extracten worden vervolgens opgelost in dimethyl-sulfoxide, waaraan bacteriën worden blootgesteld. Na 24 uur blootstelling worden de bacteriën gelyseerd en wordt er luciferase toegevoegd. Daarna wordt met behulp van een luminometer de luciferase activiteit gemeten. De gemeten luciferase activiteit is een maat voor de hoeveelheid doelstoffen.

Voor ER-Calux zijn estrogenen en pseudo-estrogenen de doelstoffen en voor de AR-Calux zijn dat de androgene hormonen. De ER en AR-Calux bioassays worden uitgevoerd volgens de ISO 17025 (RvA-L401) norm met een onzekerheid van 26%.

2.4.5 IMARES

Door Imares zijn 'Totaal Effluent Beoordelingen' (TEB's) uitgevoerd met zowel het influent als het effluent van het actievekoolfilter. Bij de TEB analyses worden de organische microverontreinigingen die in het te onderzoeken water aanwezig zijn ongeveer een factor 330 geconcentreerder gemaakt (via de XAD extractie). Hierna wordt met behulp van een verdunningsreeks van de geconcentreerde fractie een EC₅₀^f waarde voor bacteriën (microtox), algen (alg) en daphnia (daphnia) bepaald.

De betrouwbaarheid van de gerapporteerde EC₅₀ waarden is afhankelijk van een aantal factoren en wordt verder beïnvloed door het verloop van de dosis-effect curve in relatie tot de gekozen concentratiereeks. Deze is uitgedrukt als 95% betrouwbaarheidsinterval.

De XAD-procedure is vastgelegd in de werkvoorschriften van Imares en zijn officieel. De werkvoorschriften beschrijven de exacte wijze waarop de testen worden uitgevoerd. Deze werkvoorschriften zijn niet openbaar. De ISO-voorschriften waarop de werkvoorschriften gebaseerd zijn, zijn ISO 8692 (algen) en ISO 6341 (watervlooiën).

De resultaten van de biotesten zijn gerapporteerd als EC_{50}^f en als Toxic Units (TU). De EC_{50}^f is het aantal malen dat het originele effluentmonster (in theorie) geconcentreerd moet worden om 50% effect te veroorzaken in de betreffende bioassay. De Toxic Units (TU) worden berekend volgens de formule: $TU = 1/EC_{50}^f$. Hieruit volgt dat $TU < 1$ betekent dat het effluentmonster geconcentreerd moet worden om 50% effect te veroorzaken.

Rekening houdend met de variatie in de effectiviteit van de extractie methode voor verschillende stoffen die in een monster kunnen voorkomen zijn door Durant et al, 2009 de volgende grenswaarden gedefinieerd om het milieu risico van het pure effluent in te schatten:

Indicatief voor chronische effect	(iCE)	$EC_{50}^f < 20$ of $TU > 0.05$
Indicatief voor verwaarloosbaar effect	(iNE)	$EC_{50}^f > 200$ of $TU < 0.005$

2.5 DATAVERWERKING

De verkregen data zijn verwerkt in grafieken en tabellen. Indien een meetwaarde onder de rapportagegrens lag is de rapportagegrens weergegeven in de grafiek. De rapportagegrens is niet een vaste waarde. Door verstoring in de meetmatrix kan de rapportagegrens hoger uitvallen dan in situaties zonder verstoring in de meetmatrix. De grafiek met verwijderingspercentages is gebaseerd op drie uitgangspunten:

1. Indien zowel de gemeten in- als uitgaande concentraties boven de rapportagegrens lagen zijn de gemeten waarden gehanteerd om het verwijderingsrendement te bepalen.
2. Indien de gemeten in- of uitgaande concentratie onder de rapportagegrens lag en de andere gemeten concentratie boven de rapportagegrens, is voor de concentratie die onder de rapportagegrens lag de helft van de rapportagegrens gebruikt om het verwijderingsrendement te berekenen.
3. In de situaties waarbij zowel de gemeten in- als uitgaande concentratie onder de rapportagegrens lag, is geen verwijderingsrendement berekend.

De analysesresultaten zijn vergeleken met MTR-waarde of de “ad hoc” MTR-waarde. De MTR-waarde is een wetenschappelijk afgeleide waarde voor een stof, die aangeeft bij welke concentratie óf geen negatief effect te verwachten is op het milieu óf een kans van 10^{-6} op sterfte voor de mens kan worden voorspeld. De MTR-waarde is “ad hoc” indien de procedure voor vaststelling van de MTR-waarde nog niet volledig is doorlopen. Deze indicatieve waarde is gebaseerd op een versnelde wetenschappelijke procedure.

LEESWIJZER GRAFIEKEN

Bij de grafiek met in- en uitgaande concentraties moet opgemerkt worden dat in sommige gevallen de gemeten concentraties onder de rapportagegrens lagen. In dat geval is de rapportagegrens als gemeten waarde aangehouden.

Bij de grafiek met de ingaande concentratie en verwijderingsrendement is het verwijderingsrendement soms negatief. Dit negatieve rendement is niet weergegeven in de grafieken, maar daar waar sprake is van negatieve verwijderingsrendementen snijdt de lijn voor het verwijderingsrendement wel de x-as. Mogelijke oorzaken van het negatieve verwijderingsrendement zijn desorptie en de nauwkeurigheid van de meting.

Het verwijderingsrendement is een berekening op basis van de gemeten in- en uitgaande concentratie. Als gemeten concentraties in de buurt van de rapportagegrens liggen neemt de betrouwbaarheid van deze waarde af en wordt de foutmarge van deze waarden dus groter. Doordat het verwijderingsrendement een berekening op basis van deze gemeten waarden is, kan een kleine afwijking in deze waarden een groot effect hebben op het verwijderingsrendement. Indien de gemeten concentratie in de buurt van de rapportagegrens ligt is het berekende verwijderingsrendement slechts een indicatief verwijderingsrendement.

3

SYSTEEMBESCHRIJVINGEN

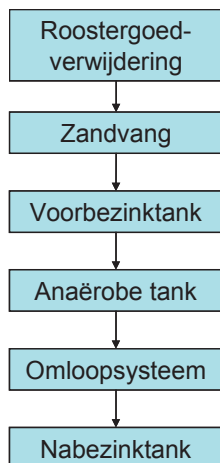
In dit hoofdstuk is de configuratie van de vier rwzi's De Nieuwe Waterweg, Oijen, Nijmegen en Biest-Houtakker beschreven. Achtereenvolgens komt de toegepaste actievekoolfiltratie techniek aanbod.

3.1 RWZI DE NIEUWE WATERWEG

De rwzi De Nieuwe Waterweg wordt beheerd door het Hoogheemraadschap van Delfland. De installatie heeft een behandelingscapaciteit van circa 99.700 i.e. (à 150 g TZV) met een DWA aanvoer van circa 1.000 m³/h. De rwzi behandelt het water van de kernen Hoek van Holland, 's-Gravenzande, Naaldwijk, Honselersdijk, Maasdijk, Groeneweg en Heenweg en loost op de Nieuwe Waterweg. De configuratie van de installatie is weergegeven in figuur 3.1.

FIGUUR 3.1

RWZI NIEUWE WATERWEG – CONFIGURATIE ZUIVERINGSINSTALLATIE



De bron van herbiciden en pesticiden is voornamelijk de glastuinbouwgebieden die zijn aangesloten op de riolering. In een meetprogramma van Hoogheemraadschap Delfland is een 26-tal prioritaire en Rijnrelevante stoffen gemeten. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de gemeten waarden voor zes van deze stoffen. In bijlage 1 is een toelichting gegeven op de herbiciden en pesticiden.

TABEL 3.1

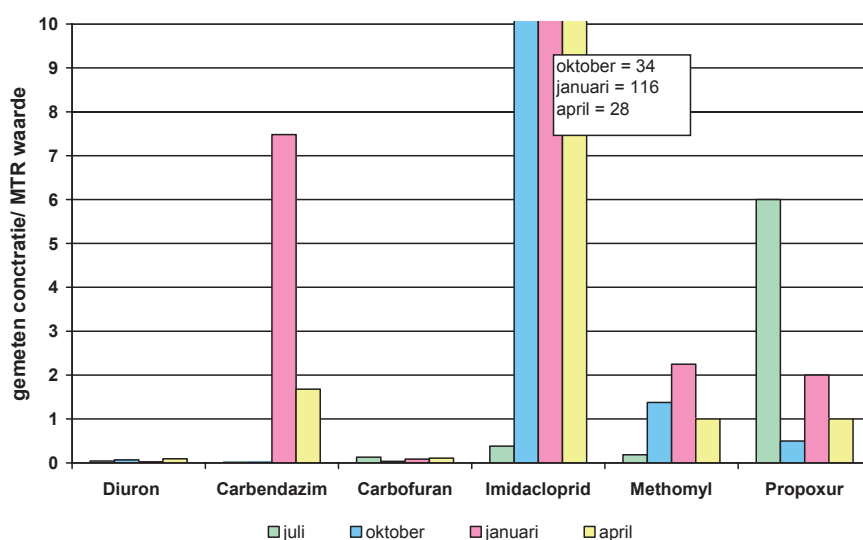
RWZI DE NIEUWE WATERWEG - GEMETEN CONCENTRATIES EFFLUENT IN 2006

Parameter	MTR (µg/l)	Juli (µg/l)	Oktober (µg/l)	Januari (µg/l)	April (µg/l)
Diuron	0,430	0,02	0,03	0,01	0,04
Carbendazim	0,500	<0,01	<0,01	3,74	0,84
Carbofuran	0,910	0,12	0,03	0,08	0,1
Imidacloprid	0,013	<0,01	0,44	1,51	0,37
Methomyl	0,080	<0,03	0,11	0,18	0,08
Propoxur	0,010	0,06	<0,01	0,02	0,01

Figuur 3.2 geeft een overzicht van de verhouding van de gemeten concentraties ten opzichte van de MTR (Maximaal Toelaatbaar Risico) waarde voor oppervlaktewater.

FIGUUR 3.2

RWZI DE NIEUWE WATERWEG – VERHOUDING GEMETEN CONCENTRATIE EN MTR EFFLUENTKWALITEIT 2007

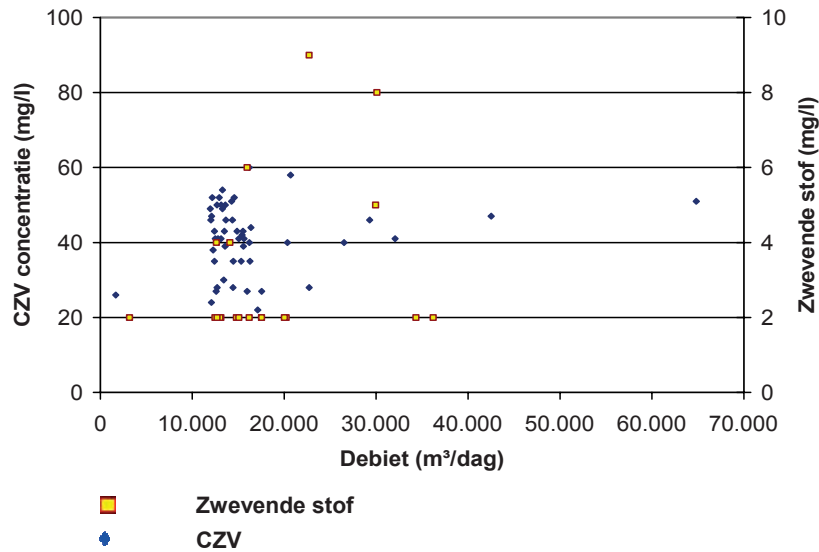


Duidelijk zichtbaar is dat het effluent overschrijdingen van de MTR kan hebben in orde-grootte van 1 tot 116 keer. Op De Nieuwe Waterweg zijn lokaal enkele glastuinbouwbedrij-ven volledig aangesloten, maar een groot aantal bedrijven deels. De gevonden niveaus aan bestrijdingsmiddelen zijn hiermee moeilijk direct te relateren aan bijvoorbeeld het aantal hectare aangesloten glastuinbouwgebied. Naar verwachting neemt in de toekomst het aantal glastuinbouwaansluitingen toe, waardoor de vracht herbiciden en pesticiden wellicht hoger wordt.

Daarnaast is in een ander meetonderzoek in 2007 gevonden dat naast imidacloprid en propoxur ook pirimicarb in hoge mate de MTR-waarden overschrijdt. Deze pesticide zal daarom ook in het onderzoek worden meegenomen.

In figuur 3.3 is de CZV en zwevende stof concentratie van het afloop nabezinktank water gegeven in de periode juni - november 2009. Met behulp van dit figuur kan een indruk worden verkregen van de CZV en zwevende stof belasting naar het actievekoolfilter. Daarnaast kan worden afgeleid of bij een groot debiet, bijvoorbeeld RWA, het CZV en zwevende stof gehalte toeneemt.

FIGUUR 3.3 RWZI DE NIEUWE WATERWEG - AFLOOP NBT IN 2009

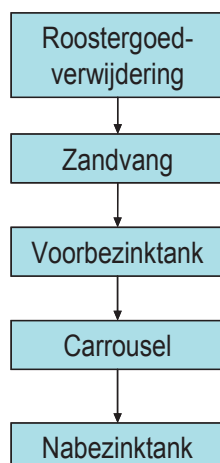


De concentratie CZV is gemiddeld 43 mg/l en varieert tussen de 20 en 60 mg/l. De gemiddelde concentratie zwevende stof (SS) is 3 mg/l. De concentratie varieert voornamelijk tussen de 2 en 9 mg/l. Er is geen verband te leggen tussen een groot debiet en een verhoogde CZV en zwevende stof concentratie in afloop nabezinktank.

3.2 RWZI OIJEN

De rwzi Oijen wordt beheerd door Waterschap Aa en Maas. De installatie behandelt het water van circa 300.000 i.e. (à 54 g BZV) met een DWA aanvoer van 2.750 m³/h en een RWA aanvoer van 12.250 m³/h. De rwzi behandelt het water van de kernen Oss, Grave, Maasdonk, Oijen en Rosmalen en loost op de Teeffelsche Wetering. Het percentage effluent ten opzichte van het ontvangende oppervlaktewater is gedurende het hele jaar circa 80%. De configuratie van de installatie is weergegeven in figuur 3.4.

FIGUUR 3.4 RWZI OIJEN – CONFIGURATIE ZUIVERINGSINSTALLATIE



HORMOONVERSTORENDE STOFFEN

De bron van medicijnen en hormoonverstorende stoffen in het influent van de rwzi zijn de huishoudens, zorginstellingen en industrie. De in het ontvangende oppervlaktewater aange- toonde hormoonconcentraties staan vermeld in tabel 3.2.

TABEL 3.2

RWZI OIJEN - MAXIMAAL AANGE TOONDE CONCENTRATIES ($\mu\text{g/L}$) VAN OESTROGENEN¹

Actieve stof	Ontvangend oppervlaktewater*	Rwzi effluent [#]
bisfenol-A	0,160	0,009
Oestron	0,022	-
17 β oestradiol	0,001	-
17- α -ethinyloestradiol	0,037	-
Oestriol	0,008	-

* gemiddelde van drie steekmonsters in de zomer, één steekmonster in het najaar

gemiddelde van twee volumeproportionele monsters in augustus en oktober

De concentraties in het oppervlaktewater liggen boven de drempelconcentraties voor hor- moonverstorende effecten (0,1 - 1 ng/l)¹. Echter, in het effluent van de rwzi Oijen is van de vijf hormoonverstorende stoffen alleen bisfenol-A gemeten met een concentratie van 9 ng/l. Hierbij dient te worden opgemerkt dat er slechts twee monsters zijn geanalyseerd van het effluent.

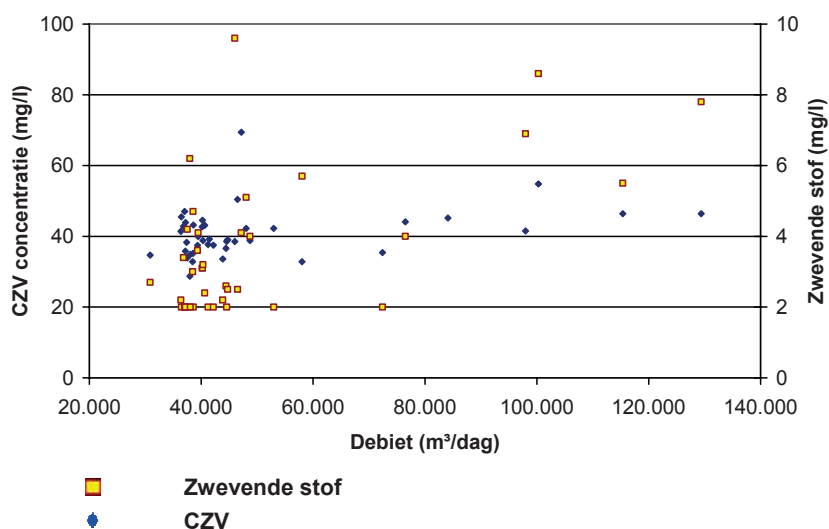
MEDICIJNENRESTEN

Daarnaast zijn in het ontvangende oppervlaktewater een verscheidenheid aan medicijnen gevonden met concentraties variërend tussen 0,06 en 1,5 $\mu\text{g/L}$. De gevonden concentraties lig- gen een factor 100 lager dan acute effectconcentraties voor waterorganismen. De β -blokkers metoprolol (1 $\mu\text{g/L}$) en sotalol (0,83 $\mu\text{g/L}$) zijn in concentraties aanwezig die tot chronische effecten kunnen leiden (Mill et al., 2005).

In figuur 3.5 is de CZV en zwevende stof (SS) concentratie van het afloop nabezinktank water gegeven in de periode januari - september 2009.

FIGUUR 3.5

RWZI OIJEN - AFLOOP NBT IN 2009



1 Monitoring geneesmiddelen en oestrogen 2005, G.M.J. van Mill, B.M. Verhoeven en G.B.J. Rijs.

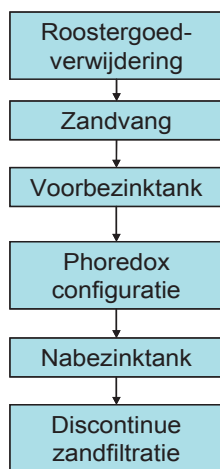
De concentratie CZV is gemiddeld 42 mg/l en varieert tussen de 25 en 60 mg/l. De gemiddelde concentratie zwevende stof is 4,6 mg/l. De concentratie varieert tussen de 2 en 14 mg/l. Er is geen verband te leggen tussen een groot debiet en een verhoogde CZV concentratie, echter de zwevende stof concentratie neemt toe bij hogere debieten.

3.3 RWZI NIJMEGEN

De rwzi Nijmegen wordt beheerd door Waterschap Rivierenland. De installatie behandelt het water van circa 400.000 i.e. (á 150 g TZV) met een DWA aanvoer van 2.500 m³/h en een RWA aanvoer van 16.000 m³/h. De rwzi loost op de Waal. De configuratie van de installatie is weer gegeven in figuur 3.6.

FIGUUR 3.6

RWZI NIJMEGEN – CONFIGURATIE ZUIVERINGSINSTALLATIE



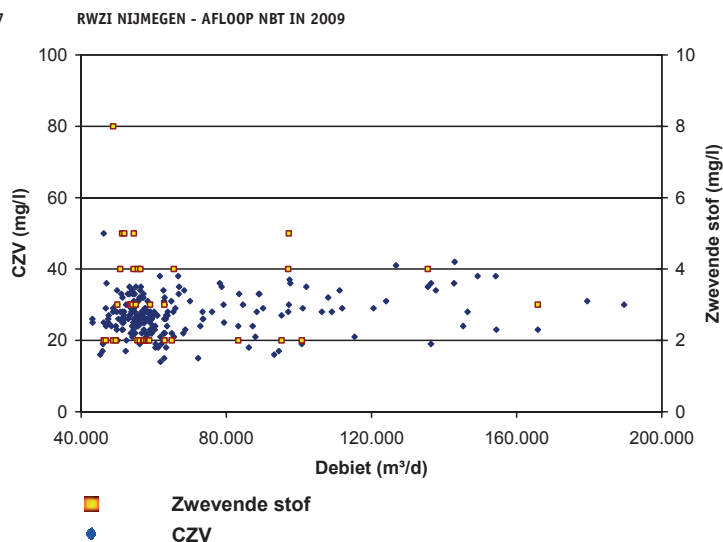
Het afvalwater van de rwzi wordt opgewarmd door warmte-uitwisseling met de afvalverbrandingsinstallatie (AVI). Het afvalwater is hierdoor 5°C hoger dan anders.

Het waterschap heeft plannen om een duurproef uit te voeren naar het lozen van effluent van de rwzi Nijmegen op binnenwater of voor hergebruik als proceswater. Uit een rapport van Waterschap Rivierenland komt naar voren dat de gehalten aan pesticiden in het effluent laag zijn. Er zijn echter wel medicijnenresten aangetroffen (met name β -blokkers). Opmerkelijk was dat het effluent zeer toxisch was voor watervlooien.

Op de rwzi Nijmegen zal de toepassing van actievekoolfiltratie direct achter de nabezinktank en achter een discontinu zandfilter worden vergeleken. De verwijdering van CZV door de zandfilters kan namelijk een langere standtijd opleveren voor de actieve kool. Uit het onderzoek moet blijken hoe beide configuraties financieel zouden uitpakken op grote schaal. De installatie achter de nabezinktank zal op demonstratieschaal worden uitgelegd (24 m³/h). De installatie achter de zandfilters op pilotschaal (1 m³/h).

In figuur 3.7 is de CZV en zwevende stof concentratie van het afloop nabezinktank water gegeven in de periode 2009.

FIGUUR 3.7



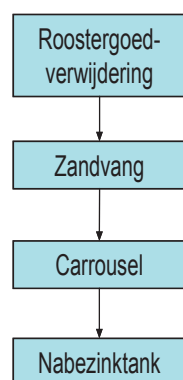
De concentratie CZV is gemiddeld 27 mg/l en varieert tussen de 15 en 40 mg/l. De gemiddelde concentratie zwevende stof is 3 mg/l. De concentratie varieert voornamelijk tussen de 2 en 5 mg/l. Er is geen verband te leggen tussen een groot debiet en een verhoogde CZV en zwevende stof concentratie.

3.4 RWZI BIEST-HOUTAKKER

De rwzi Biest-Houtakker wordt beheerd door Waterschap De Dommel. De installatie behandelt het water van circa 66.500 i.e. (á 150 g TZV) met een DWA aanvoer van 540 m³/h en een RWA aanvoer van 2.850 m³/h. De rwzi verwerkt het water van de kernen Goirle, Biest-Houtakker, Hilvarenbeek, Esbeek, Baarschot, Diessen, Haghorst, Oostelbeers en Middelbeers. De zuivering loost uiteindelijk op de Reusel. De configuratie van de installatie is weergegeven in figuur 3.8.

FIGUUR 3.8

RWZI BIEST-HOUTAKKER – CONFIGURATIE ZUIVERINGSINSTALLATIE



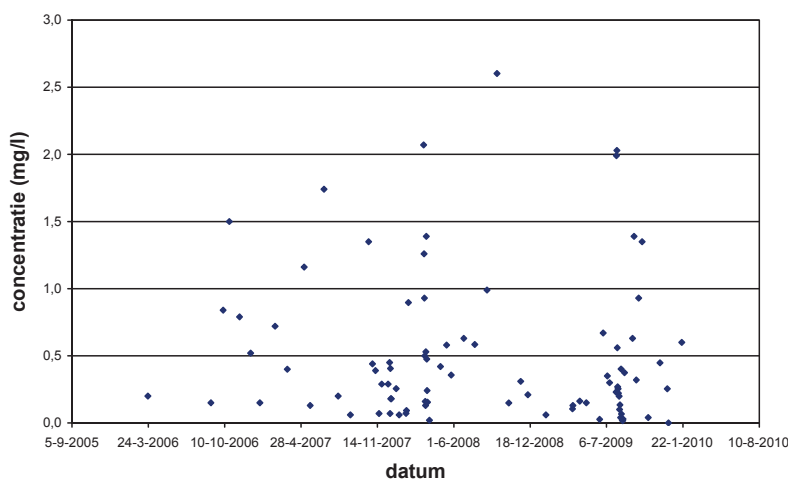
Het waterschap zal in de nabije toekomst strengere effluenteisen voor met name stikstof en fosfor hanteren.

In figuur 3.9 is de gemiddelde concentratie van opgelost organisch fosfaat in het effluent van rwzi Biest-Houtakker gegeven.

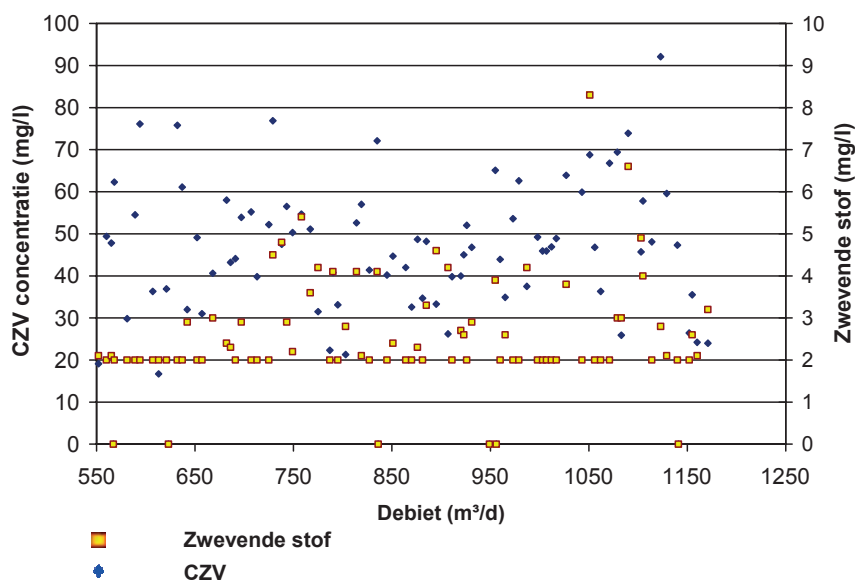
De concentratie organisch opgelost fosfaat ligt tussen de 0,15 en 2,7 mg/l. Een belangrijke bron van deze fosfaatfractie is de textielindustrie. Op basis van bekeerglasproeven is geconcludeerd dat het aandeel organisch opgelost fosfaat (gemiddeld 0,7 mg/l) met nageschakelde zandfiltratie niet leidt tot de gewenste effluentkwaliteit. Door Waterschap De Dommel zijn schudproeven uitgevoerd met een overmaat actieve kool in combinatie met coagulatie. Hierdoor ontstond de indruk dat de opgeloste organische fosfaatfractie goed te verwijderen is.

Daarnaast heeft het waterschap behoefte aan verbetering van de toxiciteit van het afvalwater en verwijdering van hormoon verstorende stoffen en medicijnen. Met de demonstratie-installatie wil het waterschap inzicht krijgen in de verwijdering in de praktijk en de exploitatiekosten van een dergelijke techniek. In figuur 3.10 is de CZV en zwevende stof concentratie van het afloop nabezinktank water gegeven in de periode 2008 en 2009.

FIGUUR 3.9 RWZI BIEST-HOUTAKKER - CONCENTRATIE ORGANISCH OPGELOSSE FOSFAAT IN EFFLUENT (AFLOOP NABEZINKTANK) VAN RWZI BIEST-HOUTAKKER VAN 2006 TOT EN MET JANUARI 2010



FIGUUR 3.10 RWZI BIEST-HOUTAKKER - AFLOOP NBT IN 2008 EN 2009



De concentratie CZV is gemiddeld 46 mg/l en varieert tussen de 20 en 90 mg/l. De gemiddelde concentratie zwevende stof (SS) is 2,7 mg/l. De concentratie varieert voornamelijk tussen de 2 en 5 mg/l. Er is geen verband te leggen tussen een groot debiet en een verhoogde CZV en zwevende stof concentratie.

4

RESULTATEN RWZI DE NIEUWE WATERWEG

4.1 BEDRIJFSVOERING

De grafieken van de bedrijfsvoeringsparameters druk, debiet en NTU zijn gegeven in bijlage 4. De troebelheid van de afloop nabezinktank is laag en varieert veelal tussen de 2 en 10 NTU. Dit vertaalt zich in een zeer geringe drukopbouw gedurende filtratie van hooguit 0,1 mbar. Het debiet neemt gedurende een filtratie wel af door vervuiling van het filterbed. Het debiet varieerde tussen 21 en 27 m³/h. De gehanteerde spoelfrequenties zijn één keer per dag en één keer in de twee dagen.

Kenmerkende problemen van de demonstratie-installatie zijn het regelmatig verstoppert van de klep in de aanvoer door vuil en algen. Dat de vervuiling van het filter invloed had op zowel de druk als het aanvoerdebiet werd als ongemakkelijk ervaren.

4.2 WATERKWALITEIT

De inzet van actievekoolfiltratie verandert de kwaliteit van het effluent. In eerste instantie komt de versnelde kolomtest aanbod, waarmee inzicht kan worden verkregen op waterkwaliteitsverandering op laboratoriumschaal. Achtereenvolgens zijn in de navolgende paragrafen de meetresultaten voor de algemene waterkwaliteitsparameters (CZV, nitraat etc.) en specifieke waterkwaliteitsparameters (herbiciden en pesticiden en hormonen) van de demonstratie-installatie beschreven.

4.2.1 VERSNELDE KOLOMTEST

De verzadiging met carbendazim, imidacloprid en methomyl is in de versnelde kolomtest beproefd. De maximale oplosbaarheden in water zijn als volgt:

- carbendazim: 29 mg/l
- imidacloprid: 610 mg/l
- methomyl: 58.000 mg/l

Deze doelstoffen vertonen een breed spectrum aan oplosbaarheid. De gedoseerde hoeveelheid van de doelstoffen is gelijk aan de concentratie in de afloop van de nabezinktank.

Tabel 4.1 toont de gedoseerde concentraties en de concentraties in het filtraat van de koolkolom in de ACT. Daarnaast is per doelstof de MTR-waarde gegeven.

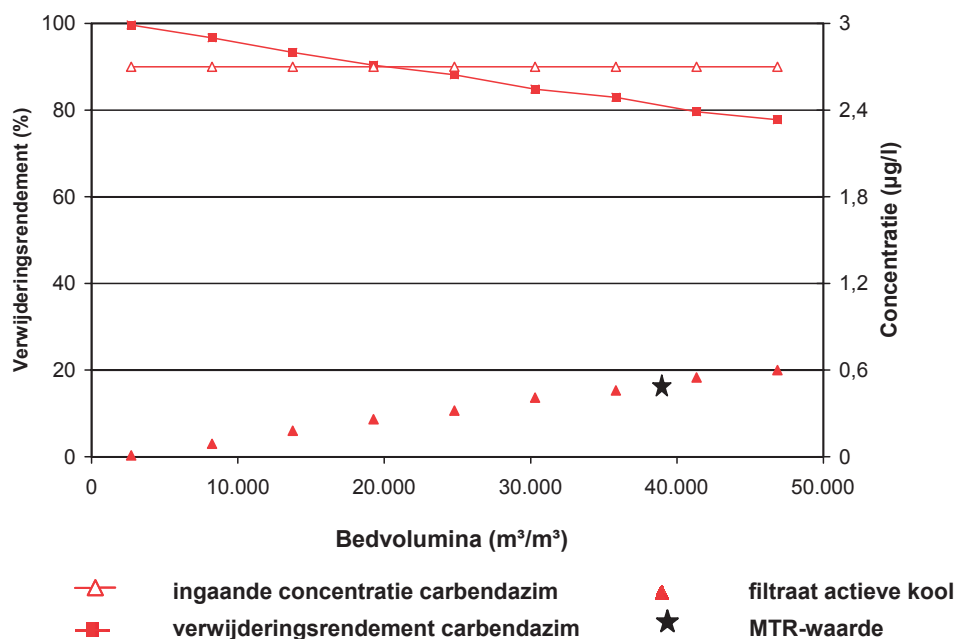
TABEL 4.1 GEDOSEERDE CONCENTRATIE (C_{in}), MTR-WAARDE EN FILTRAAT ACTIEVE KOOL (C_{uit})

Doelstof	Gedoseerde concentratie	MTR	Concentratie filtraat na 2.700 m ³ /m ³	Concentratie filtraat na 24.480 m ³ /m ³	Concentratie filtraat na 46.800 m ³ /m ³
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Carbendazim	2,70	0,500	0,01	0,32	0,60
Imidacloprid	6,50	0,013	0,14	2,40	3,80
Methomyl	0,13	0,080	0,03	0,07	0,09

Geel gemarkeerde cellen: gemeten waarden
Groen gemarkeerde cellen: 0,5 x rapportagegrens.

In figuur 4.1 zijn van carbendazim de in- en uitgaande concentraties en het verwijderingsrendement in de ACT gegeven.

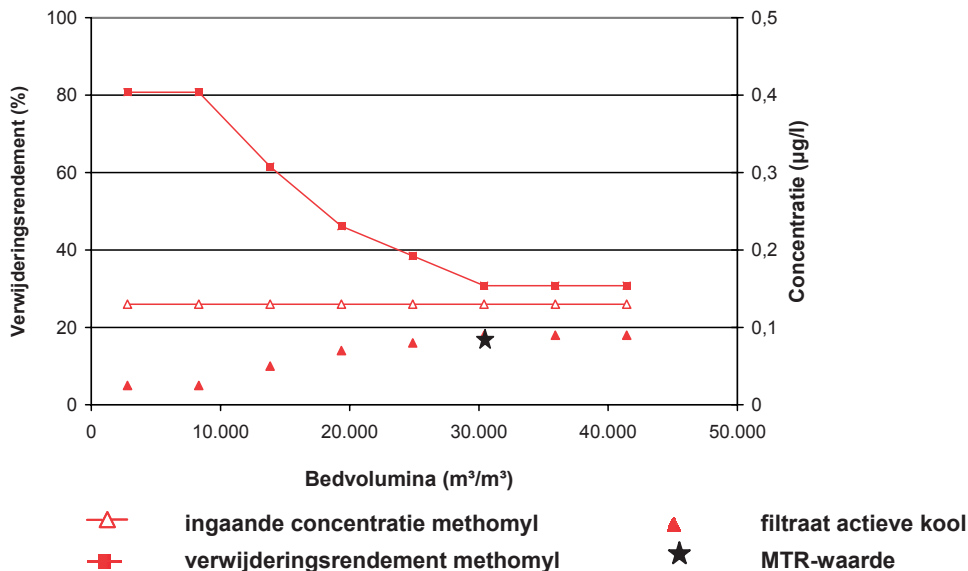
FIGUUR 4.1 RWZI DE NIEUWE WATERWEG - DOORBRAAKCURVE CARBENDAZIM OP BASIS VAN ACT



Voor carbendazim geldt dat na 10.000 bedvolumina het verwijderingsrendement 96% is. Na 47.000 bedvolumina is het verwijderingsrendement 78%. De MTR-waarde van carbendazim, die is afgebeeld met een zwarte ster, wordt overschreden na circa 38.000 bedvolumina (24 maand).

Infiguur4.2zijnvanmethomyldein-en-uitgaandecentratiesenhetverwijderingsrendement in de ACT gegeven.

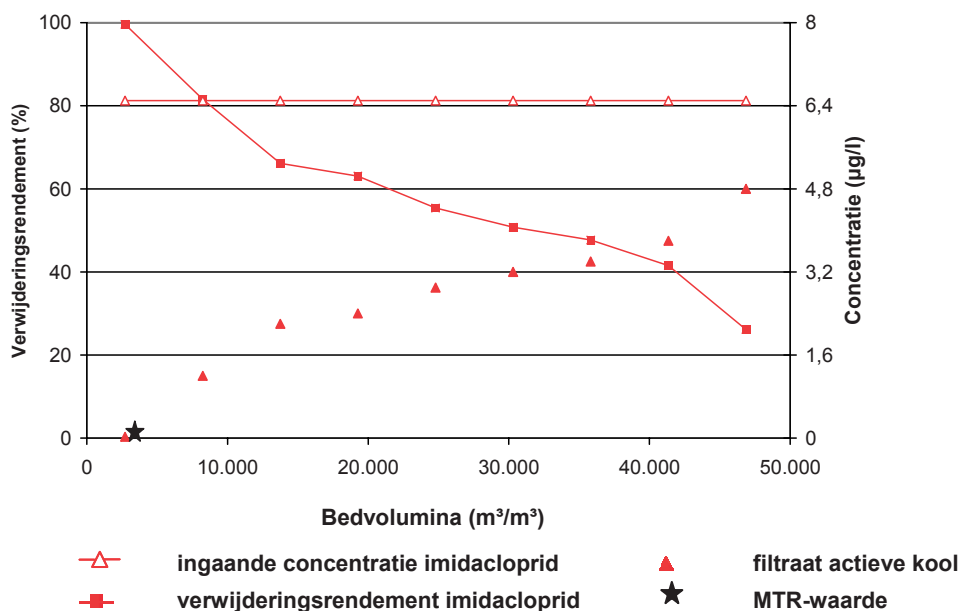
FIGUUR 4.2 RWZI DE NIEUWE WATERWEG - DOORBRAAKCURVE METHOMYL OP BASIS VAN ACT



Voor methomyl geldt dat na 10.000 bedvolumina (half jaar) het verwijderingsrendement circa 75% is. Na 42.000 bedvolumina is de verwijdering circa 70%. De filtraatkwaliteit verslechtert niet meer na circa 35.000 bedvolumina. De MTR van methomyl wordt na circa 30.000 bedvolumina overschreden (circa 18 maanden).

In figuur 4.3 zijn van imidacloprid de in- en uitgaande concentraties en het verwijderingsrendement in de ACT gegeven.

FIGUUR 4.3 RWZI DE NIEUWE WATERWEG - DOORBRAAKCURVE IMIDACLOPRID OP BASIS VAN ACT



Uit het figuur blijkt dat na 10.000 bedvolumina het verwijderingsrendement circa 75% is. Na 47.000 bedvolumina is het verwijderingsrendement circa 25%. De MTR-waarde van imidacloprid, die is afgebeeld met een zwarte ster, wordt in het begin van de metingen (na circa 4.000 bedvolumina, circa 2,5 maand) overschreden.

4.2.2 ALGEMENE WATERKWALITEITSPARAMETERS DEMONSTRATIEONDERZOEK

CZV EN NUTRIËNTEN

In tabel 4.2 zijn de gemiddelde concentraties en verwijderingsrendementen van nutriënten in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfilter gegeven.

TABEL 4.2

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - CONCENTRATIES NUTRIËNTEN

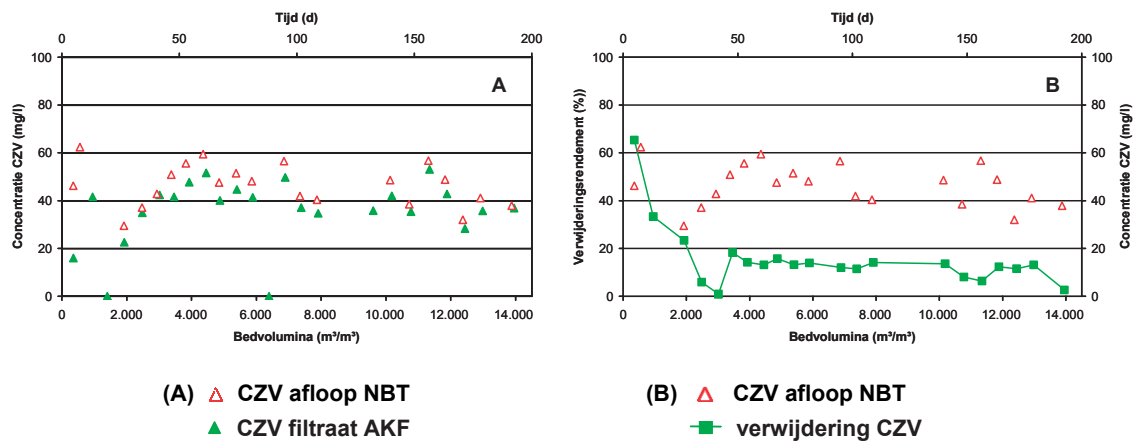
Parameter	Afloop NBT (mg/l)	Filtraat AKF (mg/l)	MTR-waarde (mg/l)	Rendement (%)
CZV	46,4	37,2	-	20
Nitraat-N	3,18	3,70	-	-15
Ammonium	0,65	0,40	-	58
N-totaal	5,39	5,39	2,2	0
Ortho-P	0,50	0,45	-	3
P-totaal	2,59	2,72	0,15	-5

In het filter wordt ammonium verwijderd met gemiddeld 58%. Het nitraatgehalte neemt echter wel toe en N-totaal blijft nagenoeg gelijk. De verwijdering van ortho-fosfaat is nihil. Het P-totaal gehalte neemt toe.

De resultaten met betrekking tot CZV verwijdering zijn weergegeven in figuur 4.4.

FIGUUR 4.4

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het filter is in dit onderzoek niet specifiek gebruikt voor de CZV verwijdering. Het CZV verloop is echter toch weergegeven, omdat CZV door actieve kool verwijderd kan worden, en dus invloed zou kunnen hebben op het verwijderingsvermogen van organische microverontreinigingen.

Het CZV gehalte in het filtraat is altijd lager dan in de afloop nabezinktank. In het begin (354 bedvolumina) wordt CZV voor 65% verwijderd. Na 1.800 bedvolumina is het rendement gedaald tot 33%. Daarna wordt een redelijk constant rendement waargenomen van circa 15%.

ZWARE METALEN

In tabel 4.3 zijn de gemiddelde concentraties aan koper, zink en nikkel gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actievekoolfilter.

TABEL 4.3

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - CONCENTRATIES ZWARE METALEN

Parameter	Afloop NBT (µg/l)	Filtraat AKF (µg/l)	MTR-waarde (µg/l)	Rendement (%)
Koper	< 5,0	< 5,0	1,5	-
Zink	68,4	52,2	9,4	24
Nikkel	11,0	9,4	5,1	15

Deze metalen worden als representatief gezien voor de overig gemeten zware metalen. Uit de tabel blijkt dat zink voor 24% wordt verwijderd en nikkel voor 15%.

4.2.3 SPECIFIEKE WATERKWALITEITSPARAMETERS

In deze paragraaf komen de locatiespecifieke stoffen aan bod. Daarnaast zijn de meetresultaten van het geneesmiddelenpakket gegeven. In de navolgende verwijderingsrendementgrafieken wordt alleen een waarde gepresenteerd als de concentratie in afloop nabezinktank boven de rapportagegrens ligt. Indien de concentratie in filtraat actievekoolfiltratie beneden de rapportagegrens valt, is de helft van de rapportagegrens gebruikt om het rendement te berekenen.

Fenylureumherbiciden

De fenylureumherbiciden chloorbromuron, chloroxuron en fenuron zijn slechts één keer gemeten in afloop nabezinktank. In het filtraat actievekoolfiltratie zijn deze stoffen niet waargenomen. Stoffen die niet aangetroffen zijn in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie zijn chloortoluron, diflubenzuron, linuron, methabenzthiazuron, metobromuron, metoxuron, monolinuron, monuron en pencycuron.

In tabel 4.4 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor diuron en isoproturon vermeld.

TABEL 4.4

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENS, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR DIURON EN ISOPROTURON GEDURENDE DE MEETPERIODE

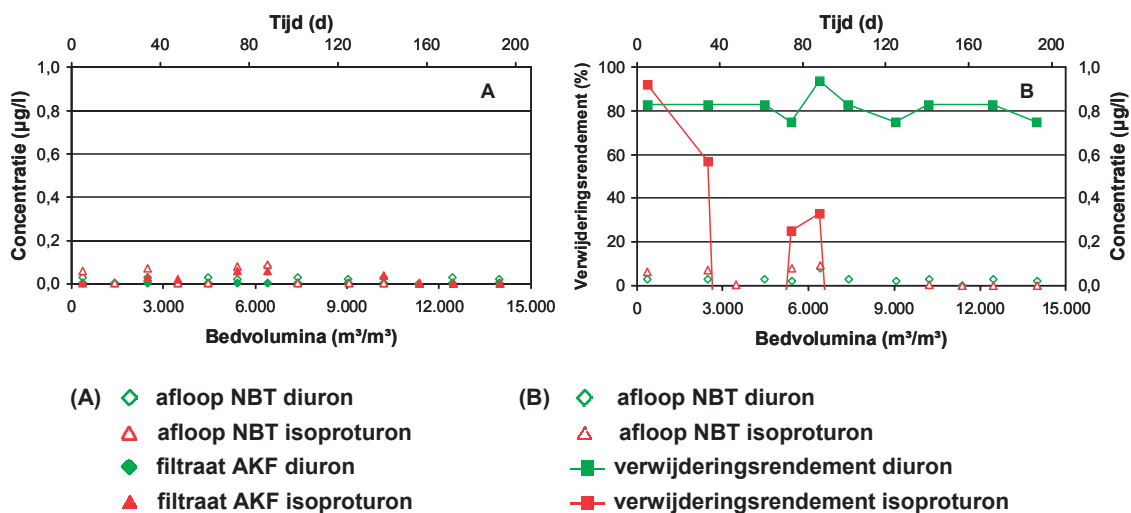
Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Diuron	0,01	0,43	<0,01 - 0,08	<0,01
Isoproturon	0,01	0,32	<0,01 - 0,09	<0,01 - 0,06

Voor beide stoffen geldt dat het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie beneden de MTR-waarde ligt.

In figuur 4.5 zijn de concentraties en het verwijderingsrendement voor beide stoffen uitgezet tegen de looptijd.

FIGUUR 4.5

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



De verwijdering van diuron is tot en met 14.000 bedvolumina (half jaar) hoog, circa 80%. Isoproturon is slechts vier keer boven de rapportagegrens gemeten. In de eerste meting is de verwijdering circa 90%. Daarna neemt het rendement af. Na circa 6.000 bedvolumina (drie maanden) is het verwijderingsrendement circa 30%. Voor isoproturon is er tussen de 3.000 en 5.000 bedvolumina en rond de 7.000 bedvolumina sprake van een negatief verwijderingsrendement (niet weergegeven in de grafiek).

In tabel 4.5 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik voor linuron vermeld.

TABEL 4.5

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR LINURON GEDURENDE DE MEETPERIODE

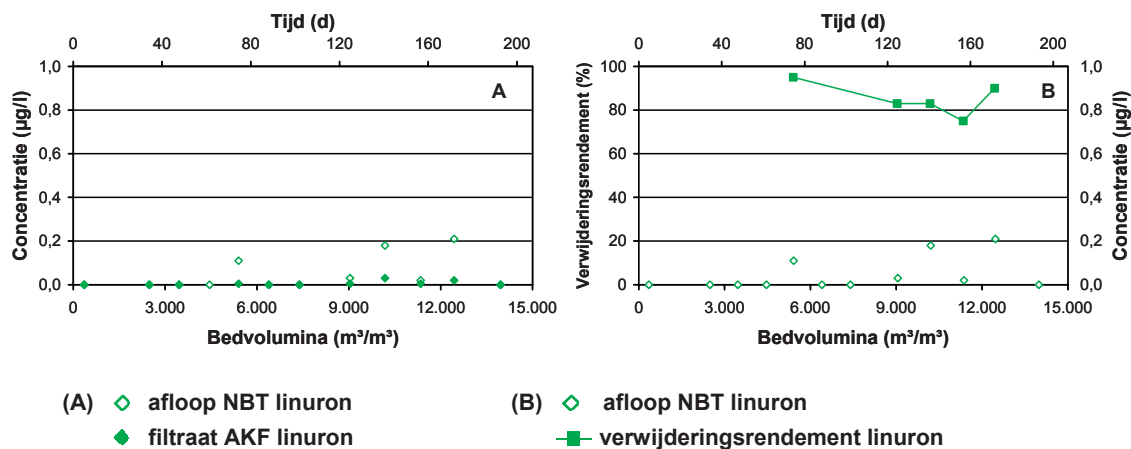
Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Linuron	0,01	0,25	<0,01 - 0,21	<0,01 - 0,03

Voor linuron geldt dat het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie beneden de MTR-waarde ligt.

In figuur 4.6 zijn de concentraties linuron en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.6

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



De actievekoolfiltratie verwijdert linuron na circa 5.000 bedvolumina met een rendement van circa 95%. Vervolgens neemt het rendement af tot beneden de 80% na 11.000 bedvolumina.

N-METHYLCARBAMATEN

De n-methylcarbamaten aldicarb, butocarboxim, butocarboxim-SO₂, oxamyl, ethiofencarb, propoxur, carbaryl, methiocarb-SO₂, azaconazole, azinfos-methyl, BAM, bifenox en bromacil zijn niet gemeten. Methomyl is slechts één keer boven de rapportagegrens gemeten in afloop nabezinktank. In het koolfiltraat is methomyl niet aangetroffen boven de rapportagegrens.

In tabel 4.6 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor methiocarb en carbofuran vermeld.

TABEL 4.6

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR METHIOCARB EN CARBOFURAN GEDURENDE DE MEETPERIODE

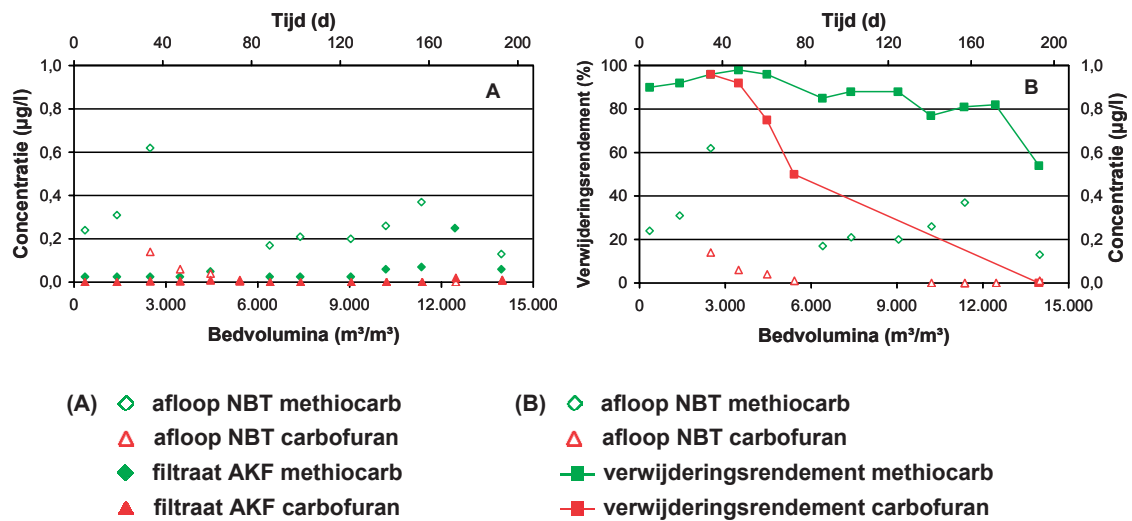
Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Methiocarb	0,01	0,016 (ad hoc)	0,13 - 1,5	<0,05 - 0,25
Carbofuran	0,01	0,91	<0,01 - 0,14	<0,01 - 0,02

De effluentconcentraties voor methiocarb liggen vaak boven de MTR-waarde, terwijl carbofuran er continu onder zit.

In figuur 4.7 zijn de concentraties methiocarb en carbofuran en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.7

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Wat opvalt, is dat de concentratie methiocarb in afloop nabezinktank de MTR-waarde enorm overschrijdt, tot maximaal 93 keer. Het verwijderingsrendement tot en met 9.000 bedvolumina is meer dan 90%. Tussen 9.000 en 12.000 bedvolumina is het rendement circa 80%. In de laatste meting, na circa 14.000 bedvolumina, is het rendement gedaald tot circa 55%.

De concentratie carbofuran in de afloop nabezinktank overschrijdt de MTR-waarde niet. Het actievekoolfilter verwijdert de stof tot aan de rapportagegrens tot een bedvolume van 3.500. In het laatste monster bij een bedvolume van circa 14.000 is het verwijderingsrendement nihil. Tussen circa 6.000 en 14.000 bedvolumina is carbofuran niet aangetroffen in afloop nabezinktank.

In tabel 4.7 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor abamectine en azoxystrobin vermeld.

TABEL 4.7

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR ABAMECTINE EN AZOXYSTROBIN GEDURENDE DE MEETPERIODE

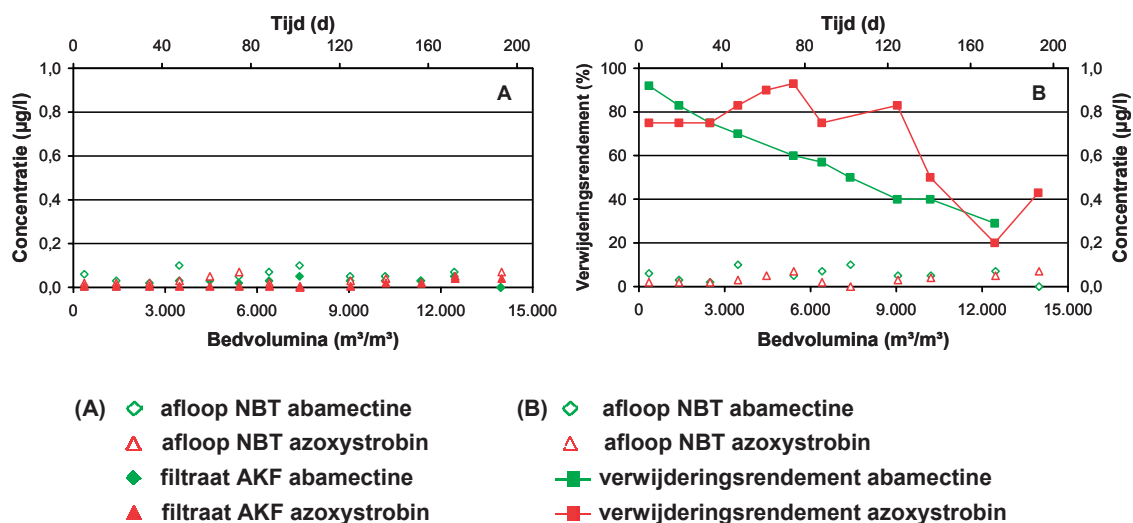
Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Abamectine	0,01	0,000049 (ad hoc)	0,02 - 0,1	<0,01 - 0,05
Azoxystrobin	0,01	0,056 (ad hoc)	0,02 - 0,07	<0,01 - 0,04

Abamectine heeft een lage ad hoc MTR-waarde die wordt overschreden door de concentraties in de afloop nabezinktank.

In figuur 4.8 zijn de concentraties van abamectine en azoxystrobin alsmede het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.8

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het filtraat heeft een abamectine concentratie beneden de rapportagegrens tot 2.500 bedvolumina. Daarna wordt in het filtraat een waarde gemeten van 0,03 µg/l, hoger dan de ad hoc MTR-waarde. Het initiële verwijderingsrendement voor abamectine is circa 90%. Het rendement neemt nagenoeg lineair af tot een rendement van 40% na 9.000 bedvolumina (vier maanden). Tussen 12.000 en 14.000 bedvolumina is het rendement nog gemiddeld 30%.

Azoxystrobin wordt in concentraties van 0,02 - 0,07 µg/l gemeten in de afloop nabezinktank. In het filtraat zijn de concentraties lager, veelal onder de rapportagegrens. Tot circa 9.000 bedvolumina is het verwijderingsrendement hoog, circa 78 - 95%. Na 10.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 50%. Tussen 12.000 en 14.000 bedvolumina is het rendement beneden de 50%. Het stijgende verwijderingsrendement van azoxystrobin bij 14.000 bedvolumina kan veroorzaakt worden doordat de gemeten filtraat concentratie in de buurt van de rapportagegrens ligt.

In tabel 4.8 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik voor aldicarb-SO₂ vermeld.

TABEL 4.8

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR ALDICARB-SO₂ GEDURENDE DE MEETPERIODE

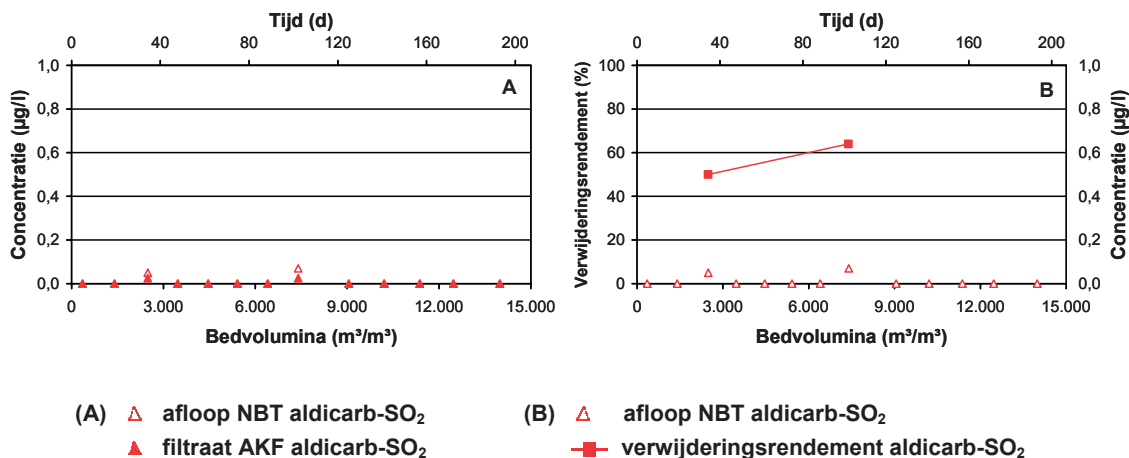
Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Aldicarb-SO ₂	0,05	0,1	<0,05 - 0,07	<0,05

Voor aldicarb-SO₂ geldt dat het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie beneden de MTR-waarde ligt.

In figuur 4.9 zijn de concentraties aldicarb-SO₂ en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.9

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Aldicarb-SO₂ is twee keer gemeten in afloop nabezinktank met een concentratie van circa 0,05 - 0,07 µg/l. Het rendement voor aldicarb-SO₂ is circa 60%.

Overige herbiciden en pesticiden

De stoffen carbetamide, carboxin, chloorsulfuron, cyproconazole, diazinon, difenoxuron, dodine, EPTC, ethofumesaat, etrimfos, flufenacet, flutolanil, fosfamidon, hexythiazox, isoxaben, kresoxim-methyl, metamitron, metribuzin, monocrotofos, nicosulfuron, nuarimol, phthalimide, quinoxifen, rimsulfuron, simazine, sulfotep, triadimenol, trifloxystrobin en vamidothion zijn niet aangetroffen in afloop nabezinktank.

Dimethenamide is slechts één keer aangetroffen in afloop nabezinktank. In filtraat actievekoolfiltratie is de concentratie altijd onder de rapportagegrens.

In tabel 4.9 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor bitertanol en carbendazim vermeld.

TABEL 4.9

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR BITERTANOL EN CARBENDAZIM GEDURENDE DE MEETPERIODE

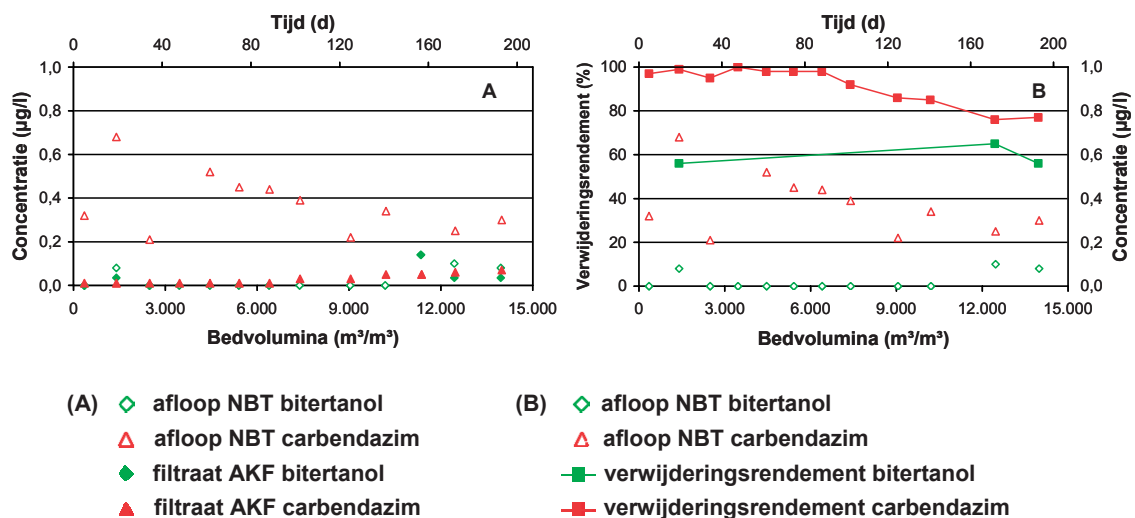
Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Bitertanol	0,07	0,31 (ad hoc)	0,08 - 0,14	<0,07 - 0,14
Carbendazim	0,02	0,5	0,05 - 2,6	<0,02 - 0,07

De concentratie aan carbendazim in afloop nabezinktank overschrijdt de MTR-waarde regelmatig. De concentratie bitertanol is beneden de MTR-waarde gemeten.

In figuur 4.10 zijn de concentraties en het verwijderingsrendement voor bitertanol en carbendazim gepresenteerd.

FIGUUR 4.10

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het verwijderingsrendement voor carbendazim is tot 7.000 bedvolumina meer dan 95%. Bij 10.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 82%. Tussen 12.000 en 14.000 bedvolumina is het rendement circa 78%. Het verwijderingsrendement voor bitertanol is bij 1.500 bedvolumina circa 58%. Tussen 12.000 en 14.000 bedvolumina is het rendement circa 60%.

In tabel 4.10 zijn de ad hoc MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor chloridazon en cyprodinil vermeld.

TABEL 4.10

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR CHLORIDAZON EN CYPRODINIL GEDURENDE DE MEETPERIODE

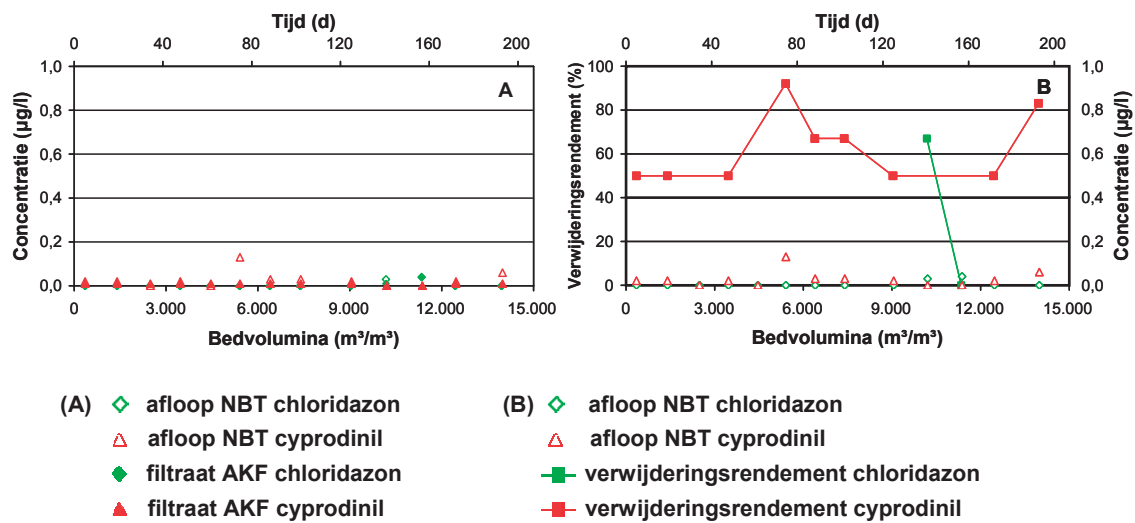
Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Chloridazon	0,01	0,00004 (ad hoc)	0,03 - 0,04	<0,01 - 0,04
Cyprodinil	0,01	0,056 (ad hoc)	0,02 - 0,13	<0,01

De concentratie chloridazon is in de afloop nabezinktank hoger dan de ad hoc MTR-waarde. De concentratie cyprodinil is éénmaal boven de ad hoc MTR-waarde gemeten.

In figuur 4.11 zijn de concentraties chloridazon en cyprodinil en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.11

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het verwijderingsrendement kon voor chloridazon in veel gevallen niet worden vastgesteld. Het verwijderingsrendement voor cyprodinil is meer dan 50%. Bij 14.000 bedvolumina is het rendement circa 82%.

In tabel 4.11 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor diethyltoluamide en DMST vermeld.

TABEL 4.11

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR DIETHYLTOLUAMIDE EN DMST GEDURENDE DE MEETPERIODE

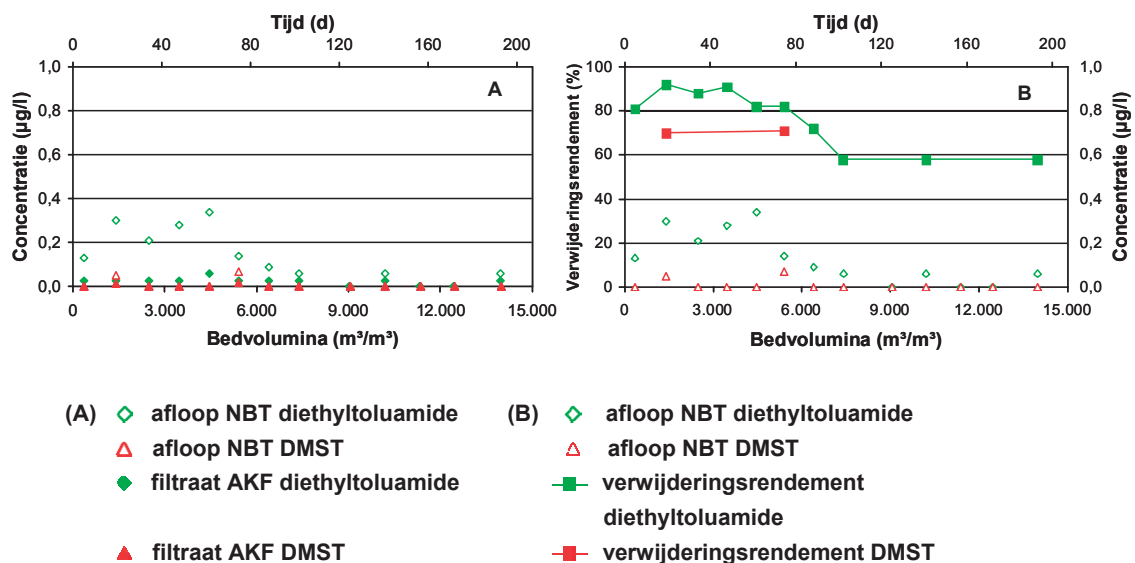
Stof	Rapportagegrens ($\mu\text{g/l}$)	MTR ($\mu\text{g/l}$)	Concentratiebereik afloop NBT ($\mu\text{g/l}$)	Concentratiebereik filtraat AKF ($\mu\text{g/l}$)
Diethyltoluamide	0,05	0,11 (ad hoc)	0,06 - 0,34	<0,05 - 0,06
DMST	0,03	-	0,05 - 0,07	<0,03

De concentratie diethyltoluamide is in de afloop nabezinktank veelal hoger dan de MTR-waarde. Voor DMST is geen MTR-waarde gevonden.

In figuur 4.12 zijn de concentraties diethyltoluamide en DMST en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.12

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het verwijderingsrendement voor diethyltoluamide is tot 5.000 bedvolumina meer dan 80%. Na 14.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 60%. Het verwijderingsrendement voor DMST is tot 5.000 bedvolumina circa 70%. In navolgende monsters is DMST niet aangetroffen en kon het verwijderingsrendement niet worden bepaald.

In tabel 4.12 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinkt-tank en filtraat actievekoolfiltratie voor fenhexamid en imazalil vermeld.

TABEL 4.12

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR FENHEXAMID EN IMAZALIL GEDURENDE DE MEETPERIODE

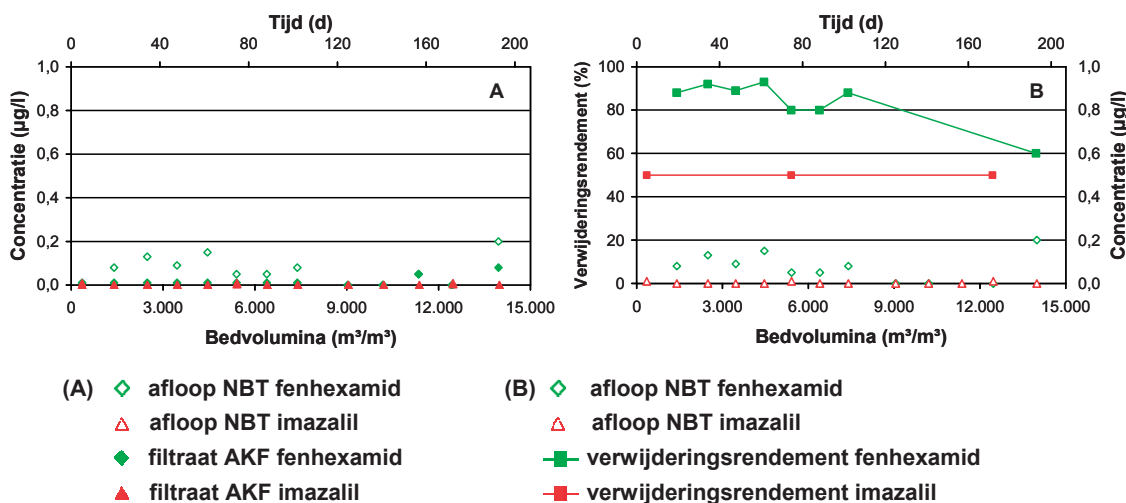
Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Fenhexamid	0,02	2,0 (ad hoc)	0,05 - 0,2	<0,02 - 0,08
Imazalil	0,01	0,87 (ad hoc)	<0,01 - 0,01	<0,01

De MTR-waarde voor fenhexamid en imazalil wordt in geen enkel monster overschreden.

In figuur 4.13 zijn de concentraties fenhexamid en imazalil en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.13

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het verwijderingsrendement voor fenhexamid is tot 7.000 bedvolumina meer dan 80%. Na 14.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot 60%. Het verwijderingsrendement voor imazalil is tot 13.000 bedvolumina circa 50%. In veel monsters is imazalil niet aangetroffen en kon het verwijderingsrendement niet worden bepaald.

In tabel 4.13 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinkt-tank en filtraat actievekoolfiltratie voor imidacloprid en iprodion vermeld.

TABEL 4.13

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR IMIDACLOPRID EN IPRDION GEDURENDE DE MEETPERIODE

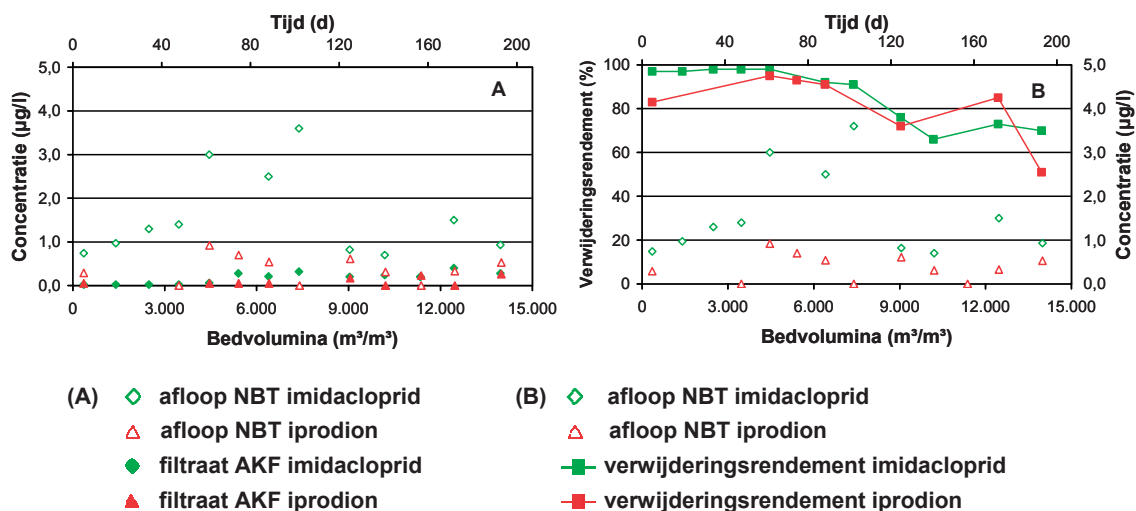
Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Imidacloprid	0,05	0,013 (ad hoc)	0,2 - 3,6	<0,05 - 0,4
Iprodion	0,1	0,5 (ad hoc)	0,29 - 0,92	<0,1 - 0,26

De MTR-waarde voor imidacloprid en iprodion wordt in afloop nabezinkt-tank overschreden. De concentratie imidacloprid in filtraat actievekoolfiltratie overschrijdt de MTR-waarde indien de stof wordt gedetecteerd.

In figuur 4.14 zijn de concentraties imidacloprid en iprodion en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.14

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het verwijderingsrendement voor imidacloprid is tot 5.000 bedvolumina meer dan 95%. Na 9.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 75%. Tussen 12.000 en 14.000 bedvolumina is het rendement circa 70%. Het verwijderingsrendement voor iprodion is tot 7.000 bedvolumina meer dan 80%. Na 9.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 70%. Na 14.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 50%. De effluentconcentratie zit dan echter nog steeds onder de ad hoc MTR-waarde van 0,5 µg/l.

In tabel 4.14 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor pirimicarb en pymetrozine vermeld.

TABEL 4.14

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR PIRIMICARB EN PYMETROZINE GEDURENDE DE MEETPERIODE

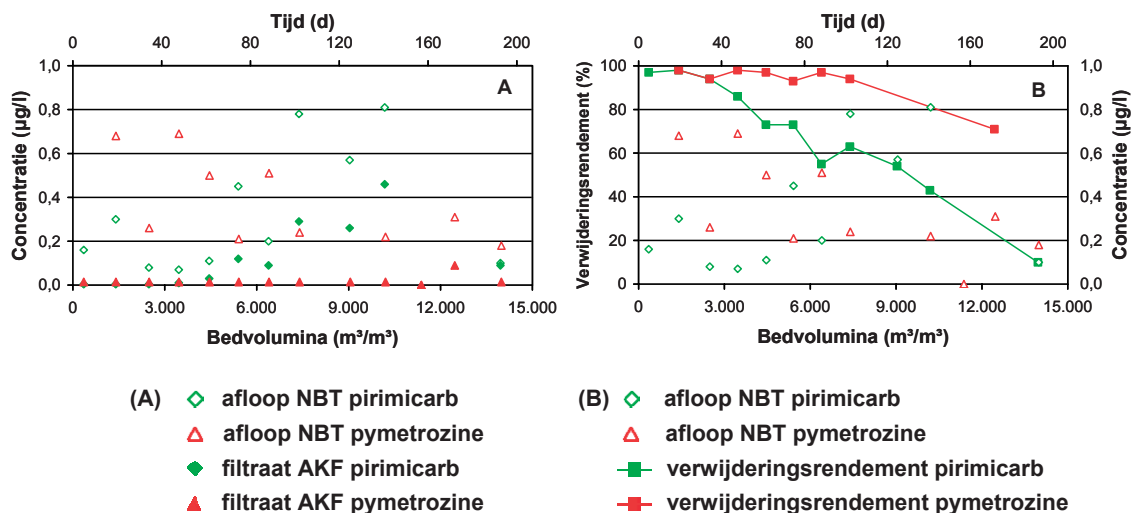
Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Pirimicarb	0,01	0,09	0,07 - 0,81	<0,01 - 0,46
Pymetrozine	0,03	0,5 (ad hoc)	0,18 - 0,69	<0,03 - 0,09

De MTR-waarde voor pirimicarb en pymetrozine wordt in afloop nabezinktank overschreden. De concentratie pirimicarb in filtraat actievekoolfiltratie overschrijdt de MTR-waarde vanaf 5.000 bedvolumina. De concentratie pymetrozine in filtraat actievekoolfiltratie overschrijdt de MTR-waarde niet.

In figuur 4.15 zijn de concentraties pirimicarb en pymetrozine en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.15

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het verwijderingsrendement voor pirimicarb is tot 1.500 bedvolumina meer dan 95%. Na 8.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 60%. Bij 14.000 bedvolumina is het rendement gedaald tot circa 10%. Het verwijderingsrendement voor pymetrozine is bij 8.000 bedvolumina meer dan 90%. Het rendement is bij 12.000 bedvolumina gedaald tot 70%.

GENEESMIDDELEN

Voor de geneesmiddelen is geen MTR-waarde gevonden.

De geneesmiddelen 17- α -ethyniloestradiol, aminoantipyr, clofibrat, cyclofosfamide, dapson, erythromycine, fenazon, fenofibrat, fenoterol, lincomycine, monensin, estrone, oleandomycine, pentoxyfilli, primidon, progesteron, propranolol, rixithromycine, spiramycine, sulfadimidine, en trimethoprim zijn niet aangetroffen. Tiamuline is maar één keer waargenomen in afloop nabezinktank, in het filtraat actievekoolfiltratie lag de waarde altijd onder de rapportagegrens.

In tabel 4.15 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor carbamazepine en coffeïne vermeld.

TABEL 4.15

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENS EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR CARBAMAZEPINE EN COFFEÏNE GEDURENDE DE MEETPERIODE

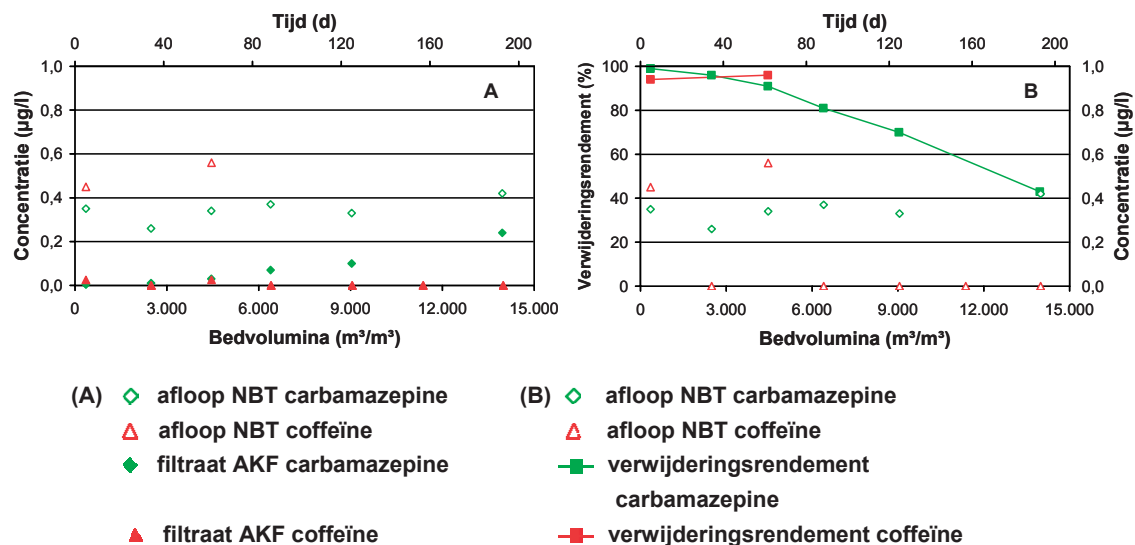
Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Carbamazepine	0,01	-	0,17 - 0,42	<0,01 - 0,24
Coffeïne	0,05	-	0,45 - 0,56	<0,05 - 0,025

- niet bekend

In figuur 4.16 zijn de concentraties carbamazepine en coffeïne en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.16

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Het initiële verwijderingsrendement voor carbamazepine is tot 1.500 bedvolumina meer dan 95%. Na 8.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 70%. Bij 14.000 bedvolumina is het rendement gedaald tot circa 40%. Het verwijderingsrendement voor coffeïne is tot 5.000 bedvolumina meer dan 90%. In navolgende monsters is coffeïne niet aangetroffen en kan het verwijderingsrendement niet worden vastgesteld.

In tabel 4.16 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor erythromycine en metoprolol vermeld.

TABEL 4.16

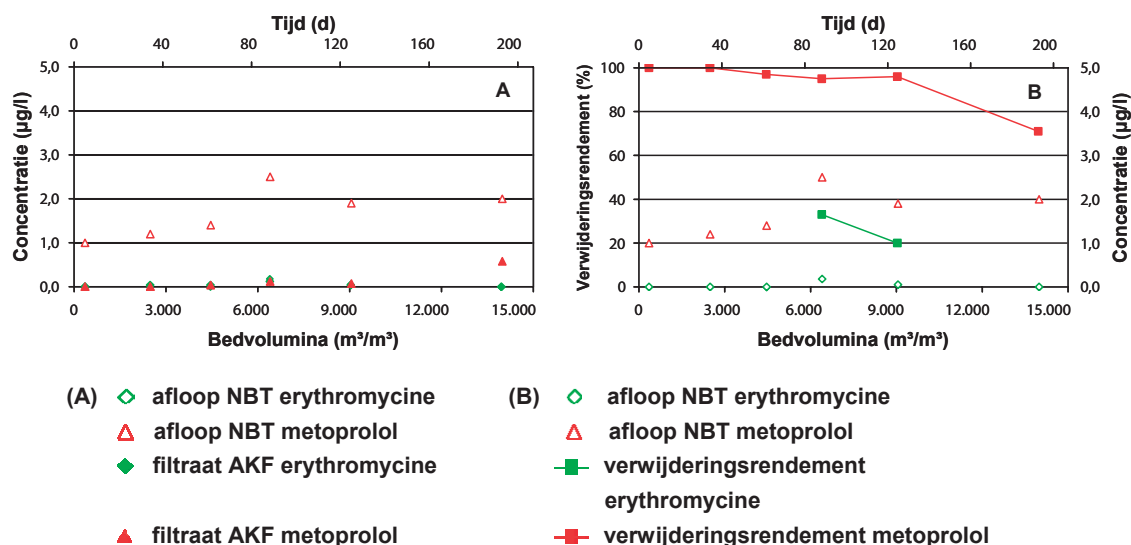
RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR ERYTHROMYCINE EN METOPROLOL GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Erythromycine	0,01	-	0,05 - 0,18	<0,01 - 0,12
Metoprolol	0,01	-	0,27 - 2,5	<0,01 - 0,58

In figuur 4.17 zijn de concentraties erythromycine en metoprolol en het verwijderingsrendement gepresenteerd.

FIGUUR 4.17

RWZI DE NIEUWE WATERWEG



Erythromycine is in de eerste 80 dagen niet aangetroffen in afloop nabezinktank.

Het verwijderingsrendement voor erythromycine is tot 7.000 bedvolumina circa 30%. Na 9.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 20%. Het verwijderingsrendement voor metoprolol is tot 9.000 bedvolumina meer dan 90%. Het rendement is na 14.000 bedvolumina afgenomen tot circa 75%.

In tabel 4.17 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor trimethoprim vermeld.

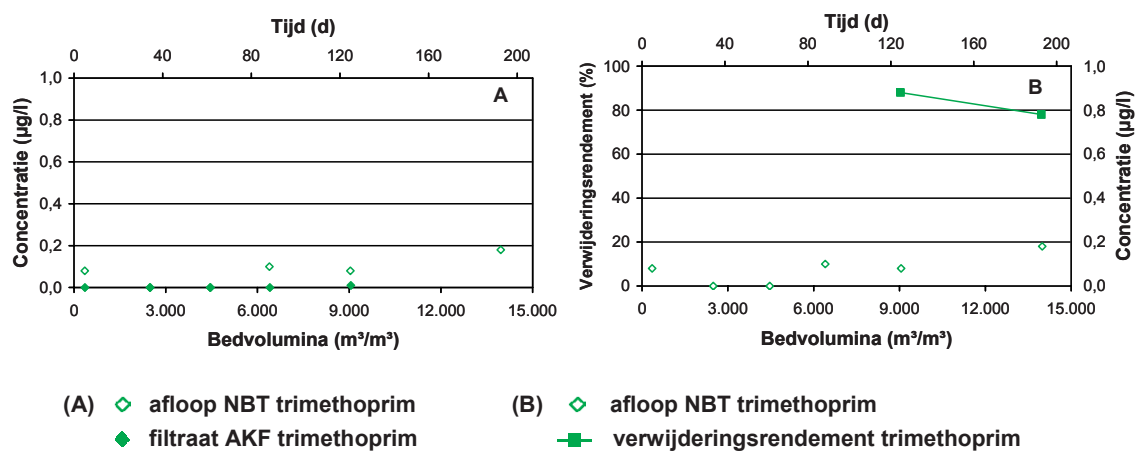
TABEL 4.17

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - RAPPORTAGEGRENSEN EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR TRIMETHOPRIM GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Trimethoprim	0,02	-	0,08 - 0,18	<0,02 - 0,04

In figuur 4.18 is de concentratie trimethoprim en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 4.18 RWZI DE NIEUWE WATERWEG

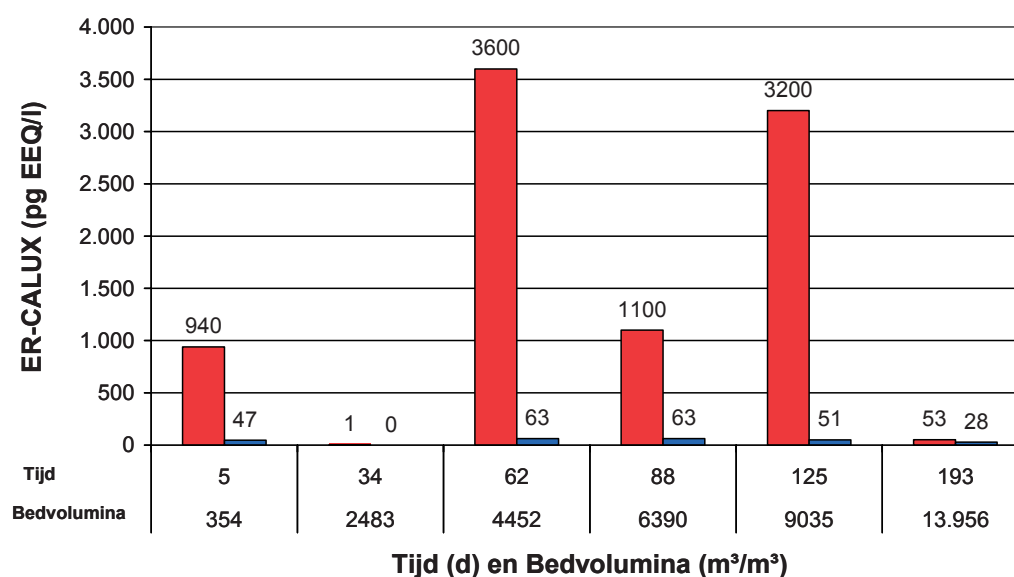


Het verwijderingsrendement voor trimethoprim is bij 9.000 bedvolumina circa 90%. Het verwijderingsrendement is na 14.000 bedvolumina nog circa 80%.

ER-CALUX

In figuur 4.19 zijn de concentraties gegeven van de ER-Calux in pg EEQ/l.

FIGUUR 4.19 RWZI DE NIEUWE WATERWEG - ER-CALUX, DE RODE BALK IS AFLOOP NBT, BLAUWE BALK IS FILTRAAT AKF



Uit de metingen blijkt dat er een grote spreiding zit in de concentraties in afloop nabezinktank tussen de 1 en 3.600 pg EEQ/l. Het actievekoolfilter verwijdert de ER-CALUX tot onder rapportagegrens en is maximaal 63 pg EEQ/l. Hieruit blijkt dat de hormoonverstorende werking aanzienlijk kan worden verlaagd. Na 9.000 bedvolumina is de verwijdering nog circa 98%.

4.2.4 SPOELWATERANALYSE

Naast de analyse van afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie is op De Nieuwe Waterweg ook het spoelwater bemonsterd en geanalyseerd (zie tabel 4.18).

TABEL 4.18

RWZI DE NIEUWE WATERWEG - KWALITEIT SPOELWATER

Datum	CZV mg O ₂ /l	P-totaal mg/l	N-totaal mg/l	Zwevende stof mg/l	Bezinksel ml/l
8-dec	46	3,6	6,6	84	4,5
14-dec	48	3,1	6,2	100	15
15-dec	44	2,2	8,0	200	19
17-dec	51	2,3	7,1	40	NB

NB: niet bepaald

Dit was goed mogelijk, omdat alleen op deze locatie naast een spoelwatertank ook een spoelwateropvangtank aanwezig was. Het doel van deze meting was om een indruk te krijgen van de mogelijke extra belasting van de hoofdzuivering door het lozen van spoelwater. In tabel 4.18 is de kwaliteit van het spoelwater gegeven. De concentratie CZV en N-totaal komen overeen met de afloop nabezinktank. De concentratie P-totaal is enigszins hoger dan afloop nabezinktank. Het spoelwater heeft goede bezinkeigenschappen en het bezinksel is maximaal 19 ml/l.

5

RESULTATEN RWZI OIJEN

In dit hoofdstuk worden de behaalde resultaten op de rwzi Oijen per thema gepresenteerd.

5.1 BEDRIJFSVOERING

In deze paragraaf wordt de bedrijfsvoering van het filter op rwzi Oijen beschreven. In bijlage 5 zijn de data van druk, debiet en NTU gegeven per maand. Op de rwzi Oijen deden zich veel storingen voor. In de eerste paar weken functioneerde de frequentieomvormer van de spoelpomp niet. Hierdoor kon het filter niet gespoeld worden en nam de druk steeds meer toe. Na twee weken zonder spoeling kon er niet meer gefiltreerd worden.

Vervolgens werd het filter belast met algen vanuit de afloop nabezinktank en spoelwaterbuffertank. Door stilstand van de installatie onstond algengroei in de spoelwaterbuffertank. Het filter is daarna een aantal malen flink gespoeld en de buffertank gereinigd. Daarna is een zeil over de spoelwaterbuffertank geplaatst om algengroei te voorkomen.

De looptijd van de filtratie is ingesteld op 24 uur. De troebelheid van de afloop nabezinktank is laag en varieert veelal tussen de 5 en 12 NTU. Dit vertaalt zich in een geringe drukopbouw gedurende filtratie van 0,1 - 0,2 mbar. Gedurende een filtratiecyclus neemt het aanvoerdebiet sterk af, waardoor geen langere looptijd is gehanteerd.

5.2 WATERKWALITEIT

De inzet van actievekoolfiltratie verandert de kwaliteit van het effluent. In eerste instantie komt de versnelde kolomtest aanbod, waarmee inzicht kan worden verkregen op waterkwaliteitsverandering op laboratoriumschaal. Achtereenvolgens zijn in de navolgende paragrafen de meetresultaten voor de algemene waterkwaliteitsparameters (CZV, nitraat, etc.) en specifieke waterkwaliteitsparameters (medicijnen en hormonen) van de demonstratie-installatie beschreven.

5.2.1 VERSNELDE KOLOMTEST (ACT)

In onderstaande tabel zijn de doelstoffen van rwzi Oijen gegeven. Uit ervaring is gebleken dat bisfenol-A weinig stabiel is in water. Hierdoor is bisfenol-A ongeschikt om mee te nemen in de versnelde kolomtest. Van de groep hormonen is er ervaring met 17 α -ethyniloestradiol (EE2). Uit praktische overweging is daarnaast gekozen voor metoprolol (geneesmiddel).

De verzadiging van EE2 en metoprolol is in de versnelde kolomtest beproefd, zie tabel 5.1. De maximale oplosbaarheden in water zijn als volgt:

- 17 α -ethyniloestradiol, 11,3 mg/l;
- Metoprolol, $\geq$ 20.000 mg/l.

De gekozen doelstoffen representeren een hydrofobe en een meer hydrofiële stof, respectievelijk metoprolol en 17 α -ethinyloestradiol.

TABEL 5.1 GEDOSEERDE CONCENTRATIE (CIN), MTR-WAARDE EN FILTRAAT (CUIT)

Doelstof	Gedoseerde concentratie ($\mu\text{g/l}$)	MTR ($\mu\text{g/l}$)	Concentratie na 3.500 m ³ /m ³ ($\mu\text{g/l}$)	Concentratie na 31.000 m ³ /m ³ ($\mu\text{g/l}$)	Concentratie na 58.500 m ³ /m ³ ($\mu\text{g/l}$)
17 α ethinyloestradiol (EE2)	0,1	-	NB	NB	NB
Metoprolol tartraat	1,8	-	0,03	0,76	1,0

Geel gemarkeerde cellen: gemeten waarden

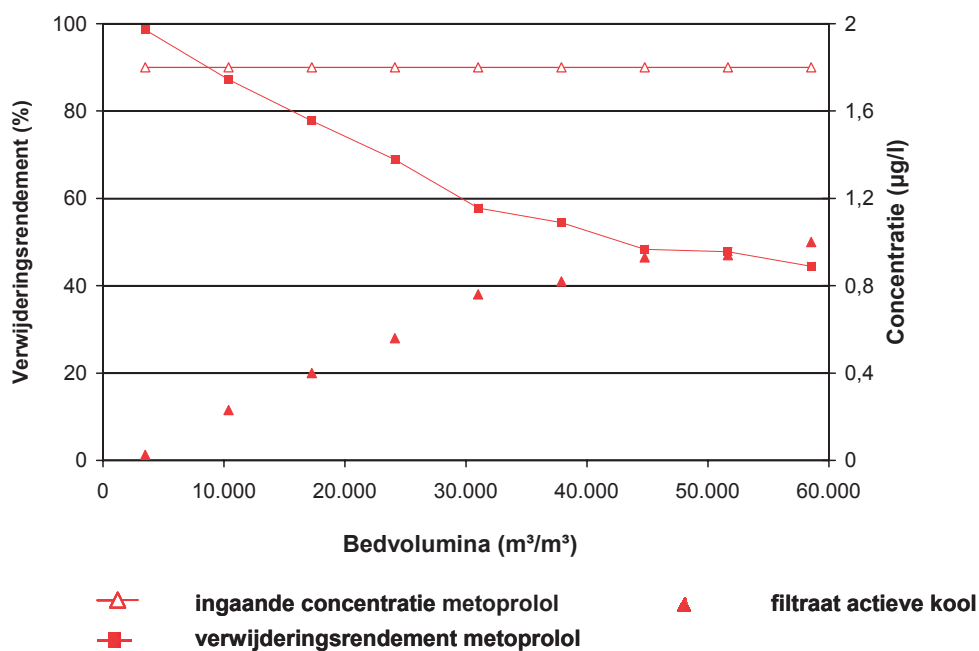
Groen gemarkeerde cellen: 0,5 x rapportage grens.

NB: niet bepaald

Helaas zijn de testen met EE2 mislukt. Het is volgens Norit niet goed gelukt om de EE2 op te lossen. De ingaande concentratie in de blanco test was namelijk al beneden de rapportagegrens.

In figuur 5.1 is de doorbraakcurve alsmede de in- en uitgaande concentratie voor metoprolol gegeven, op basis van de versnelde kolomtest.

FIGUUR 5.1 RWZI OIJEN - DOORBRAAKCURVE METOPROLOL OP BASIS VAN ACT



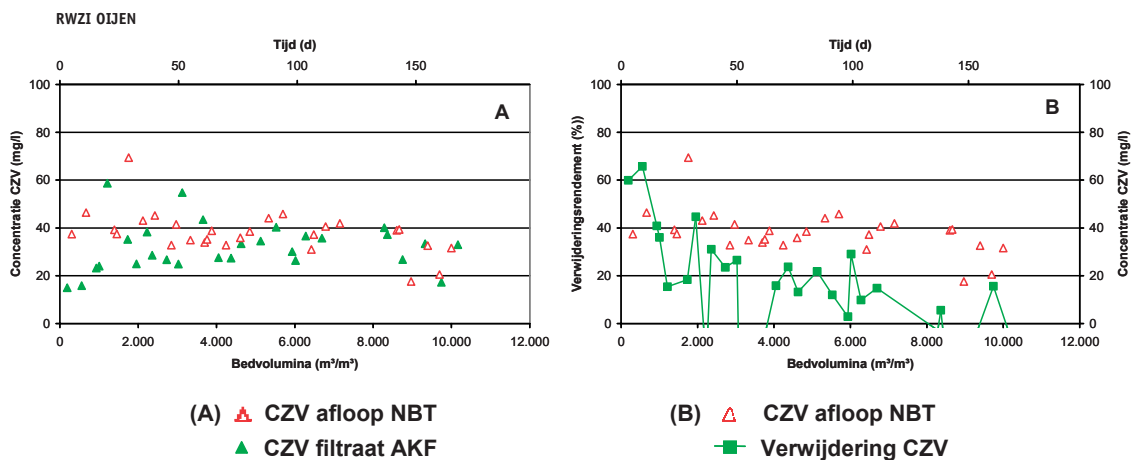
Voor metoprolol geldt dat na 10.000 bedvolumina het verwijderingsrendement circa 86% is. Na 58.500 bedvolumina is het rendement afgenomen tot 45%.

5.2.2 ALGEMENE WATERKWALITEITSPARAMETERS DEMONSTRATIEONDERZOEK

CZV EN NUTRIËNTEN

In figuur 5.2 zijn de resultaten met betrekking tot CZV verwijdering weergegeven.

FIGUUR 5.2



Het CZV gehalte in het filtraat is tot twee maanden bedrijfsvoering lager dan in de afloop nabezinktank. In het begin (354 bedvolumina) wordt CZV voor 60% verwijderd, echter na verloop van tijd neemt dit af tot circa 2%. Daarnaast is de uitgaande CZV soms hoger dan de ingaande concentratie, mogelijk door uitspoeling van zwevende stof. De gemiddelde verwijdering gedurende de zeven maanden is 14%.

In tabel 5.2 zijn de concentraties nutriënten in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfilter gegeven.

TABEL 5.2

RWZI OIJEN - CONCENTRATIES NUTRIËNTEN EN ZWEVENDE STOF

Parameter	Afloop NBT (mg/l)	Filtraat AKF (mg/l)	MTR-waarde (mg/l)	Rendement (%)
CZV	37,3	31,7	-	15
Nitraat-N	2,5	1,2	-	52
Ammonium	2,8	3,5	-	-25
N-totaal	5,3	4,7	2,2	11
Ortho-P	0,9	0,9	-	0
P-totaal	1,1	1,1	0,15	0
Zwevende stof	4,0	2,5	-	38

In het filter wordt ammonium niet verwijderd. Nitraat wordt met gemiddeld 55% gereduceerd. Er bevindt zich waarschijnlijk denitrificerende biomassa op het filter. De N-totaal neemt met circa 14% af. P-totaal en ortho-fosfaat worden niet verwijderd. Zwevende stof wordt met gemiddeld 35% verwijderd.

Zware metalen

In tabel 5.3 zijn de gemiddelde concentraties aan koper, zink en nikkel gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actievekoolfilter.

TABEL 5.3

RWZI OIJEN - CONCENTRATIES ZWARE METALEN

Parameter	Afloop NBT (µg/l)	Filtraat AKF (µg/l)	MTR-waarde (µg/l)	Rendement (%)
Koper	2,4	5,2	1,5	-117
Zink	55,3	45,0	9,4	19
Nikkel	2,7	3,1	5,1	-15

Deze metalen worden als representatief gezien voor de overig gemeten zware metalen.

Uit de tabel blijkt dat koper voor een negatief verwijderingsrendement van 117% heeft, zink voor 19% wordt verwijderd en nikkel een negatief verwijderingsrendement van 15% heeft.

5.2.3 SPECIFIEKE WATERKWALITEITSPARAMETERS

De locatiespecifieke waterkwaliteitsparameters zijn voor rwzi Oijen hormonen en geneesmiddelen.

HORMONEN

In de volgende grafieken en tabellen zijn de concentraties aan hormonen gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actievekoolfilter en het verwijderingsrendement. Uit de metingen blijkt dat nagenoeg geen hormonen worden gedetecteerd. De rapportagegrens van 17 α -ethynylestradiol neemt wel soms toe, maar dit komt door verstoring in de analysematrix. Dit kan wel en niet duiden op een verhoogde concentratie. In het monster van de afloop nabezinktank is wel het hormoon estradiol aangetroffen met een concentratie van 0,03 µg/l. In tabel 5.4 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor 17 α -ethynylestradiol en 17 β -estradiol vermeld (er is geen MTR-waarde voor beide stoffen gevonden).

TABEL 5.4

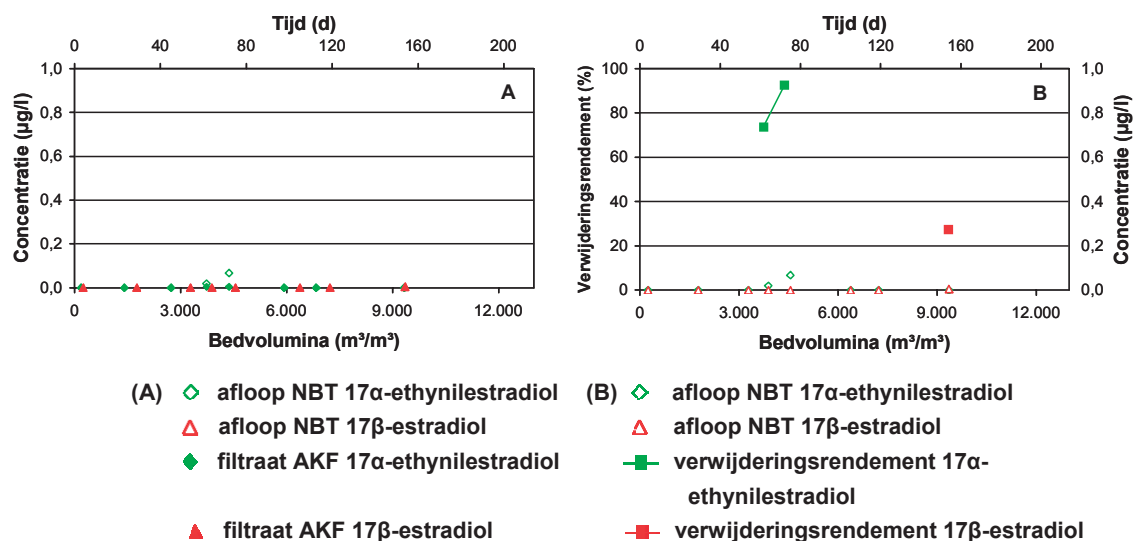
RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENS EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR 17 α -ETHYNYLESTRADIOL EN 17 β -ESTRADIOL GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
17 α -ethynylestradiol	0,01	-	0,019 - 0,067	<0,01 - 0,0048
17 β estradiol	0,05	-	0,0062 - 0,0062	0,005 - <0,01

In figuur 5.3 zijn de concentraties 17 α -ethynilestradiol en 17 β -estradiol en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.3

RWZI OIJEN



Het verwijderingsrendement van het actievekoolfilter bedraagt voor 17 α -ethynilestradiol bij 4.000 en 5.000 bedvolumina respectievelijk 75 en 90%. 17 β -estradiol is één keer gemeten waarbij het verwijderingsrendement 30% bedroeg bij 9.300 bedvolumina.

In tabel 5.5 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinkt-tank en filtraat actievekoolfiltratie voor bisfenol-A en estriol vermeld.

TABEL 5.5

RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR BISFENOL-A EN ESTRIOL GEDURENDE DE MEETPERIODE

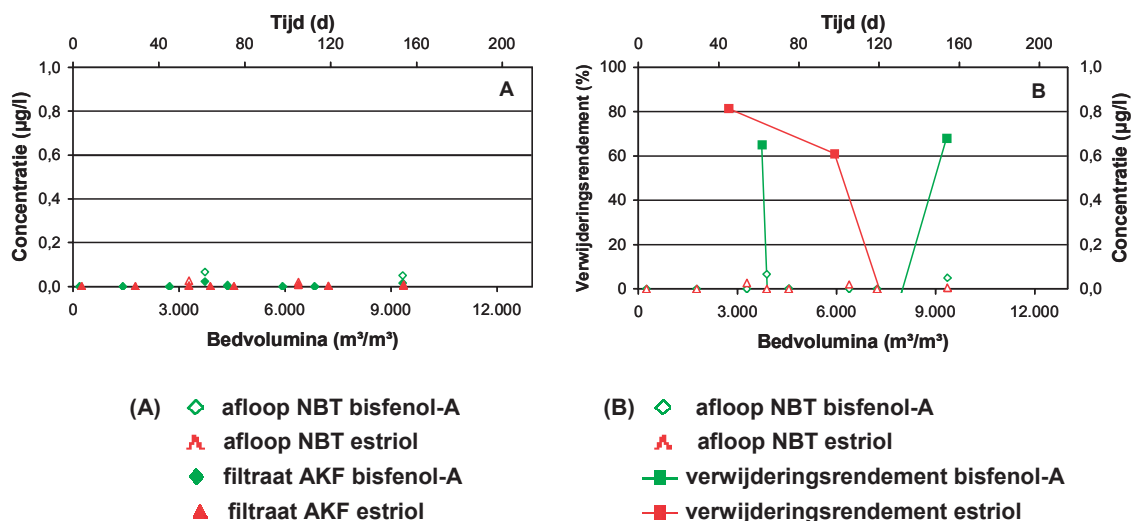
Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Bisfenol-A	0,001	64 (ad hoc)	0,002 - 0,066	0,0057 - 0,023
Estriol	0,001	-	0,0046 - 0,027	0,0017 - 0,0088

Voor estriol is geen MTR-waarde gevonden. De concentratie in afloop nabezinkt-tank is lager dan de MTR-waarde.

In figuur 5.4 zijn de concentraties bisfenol-A en estriol en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.4

RWZI OIJEN



Het verwijderingsrendement bedraagt voor bisfenol-A bij circa 8.900 bedvolumina circa 70%, terwijl bij 4.400 bedvolumina er sprake was van een negatief verwijderingsrendement. Het verwijderingsrendement voor estriol bedraagt bij 2.800 bedvolumina circa 80%. Na 6.000 bedvolumina is het rendement gedaald tot 60% en bij 8.700 bedvolumina is het verwijderingsrendement negatief (niet weergegeven).

In tabel 5.6 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor estron vermeld.

TABEL 5.6

RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR ESTRON GEDURENDE DE MEETPERIODE

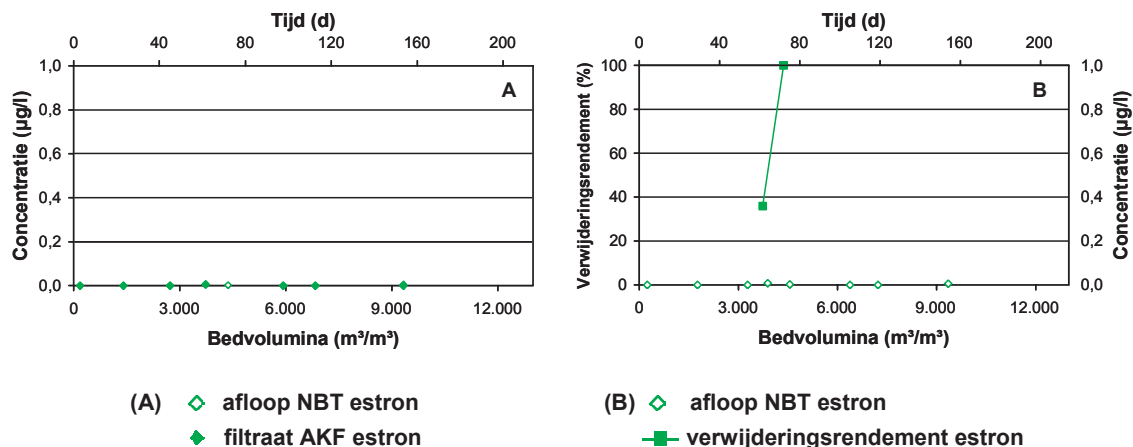
Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
estron	0,001	0,322 (ad hoc)	0,0022 - 0,0078	<0,001

De MTR-waarde voor estron wordt in geen enkel monster overschreden.

In figuur 5.5 zijn de concentraties estron in het effluent van de nabezinktank en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.5

RWZI OIJEN



Het verwijderingsrendement bedraagt voor estron bij circa 3.500 bedvolumina ongeveer 35% en bij 4.500 bedvolumina 100%. De fluctuatie wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de gemeten concentraties tegen de rapportagegrens aanzitten, waardoor de meetnauwkeurigheid kan afnemen.

OCTYL- EN NONYLFENOLEN

Omdat de ER-calux van afloop nabezinktank op rwzi Oijen erg hoog is, ontstond de wens om te achterhalen welke hormoonverstorende stoffen hierin een belangrijke bijdrage hadden. Naast humane hormoonverstorende stoffen hebben sommige industriële detergents eveneens een hormoonverstorende potentie. Daarom is aanvullend geanalyseerd op octyl- en nonylfenolen. Voor de som van nonylfenolen, nonylfenol mono-ethoxylaate, nonylfenol di-ethoxylaate, en 4-n-nonylfenol is de concentratie in afloop nabezinktank als filtraat actievekoolfilter lager dan de rapportage grens.

De stof 4-para-nonylfenol is in afloop nabezinktank eenmalig gemeten met een concentratie <0,41 µg/l, terwijl in filtraat actievekoolfilter de gemeten concentratie 0,62 µg/l was. De stof para-tert-octylfenol is in afloop nabezinktank gemeten met een concentratie van 0,67 - 1,1 µg/l. Het verwijderingsrendement van het actievekoolfilter is circa 17 - 40%.

GENEESMIDDELEN

In de volgende grafieken zijn de concentratie aan geneesmiddelen van de afloop nabezinktank en filtraat van het actievekoolfilter en het bijbehorende verwijderingsrendement gegeven. Voor de meeste geneesmiddelen is geen MTR-waarde gevonden. De geneesmiddelen 4-dimethylaminoantipyrine, chloramphenicol, clofibraat, cloxacilline, cyclofosamide, dapson, dicloxacilline, fenazon, fenofibraat, fenoprofen, fenoterol, indomethacine, ketoprofen, lincomycine, monensin, oleandomycine, oxacilline, pentoxyfilline, primidon, progesteron, propranolol, roxithromycine, spiramycine, sulfadimidine, tiamuline, tolfenaminezuur en trimethoprim zijn niet aangetroffen.

In tabel 5.7 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor carbamazepine en clofibrinezuur vermeld.

TABEL 5.7

RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR CARBAMAZEPINE EN CLOFIBRINEZUUR GEDURENDE DE MEETPERIODE

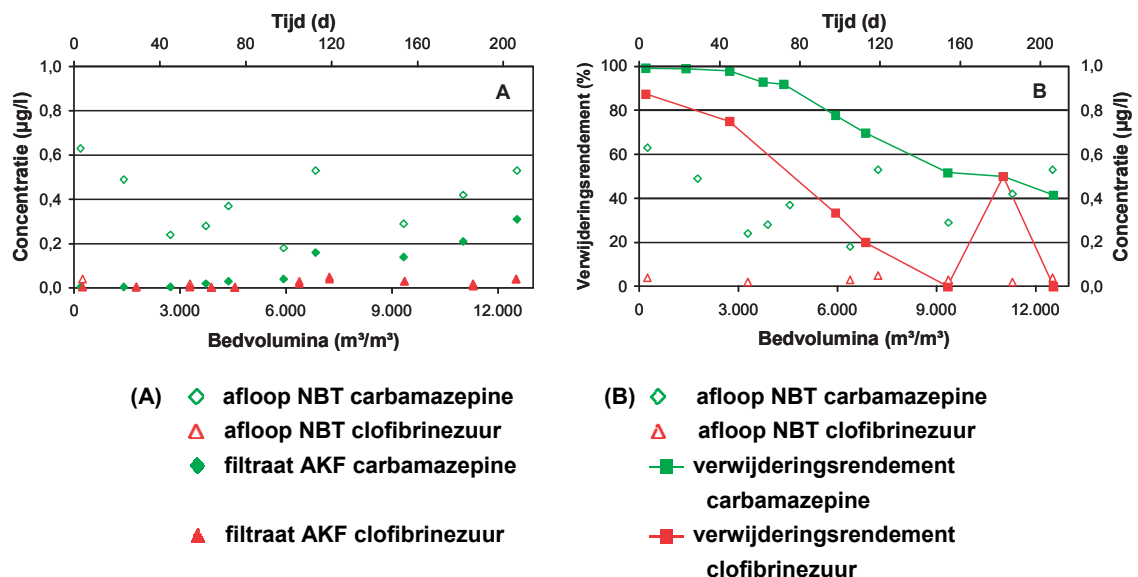
Stof	Rapportagegrens ($\mu\text{g/l}$)	MTR ($\mu\text{g/l}$)	Concentratiebereik afloop NBT ($\mu\text{g/l}$)	Concentratiebereik filtraat AKF ($\mu\text{g/l}$)
Carbamazepine	0,01	-	0,18 - 0,63	<0,01 - 0,21
Clofibrinezuur	0,01	29 (ad hoc)	<0,01 - 0,05	<0,01 - 0,04

De concentratie clofibrinezuur in afloop nabezinktank overschrijdt de MTR-waarde niet. Voor carbamazepine is geen MTR-waarde gevonden.

In figuur 5.6 zijn de concentraties carbamazepine en clofibrinezuur en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.6

RWZI OIJEN



Het verwijderingsrendement voor carbamazepine is tot 4.500 bedvolumina meer dan 90%. Na ruim 9.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 50%. Het initiële verwijderingsrendement voor clofibrinezuur is circa 90%. Het verwijderingsrendement neemt af gedurende de tijd tot 30% bij 6.000 bedvolumina en 0% bij 9.300 bedvolumina. Tenslotte stijgt het rendement ineens tot 50% bij ruim 11.000 bedvolumina, waarna het bij ruim 12.500 bedvolumina weer daalt naar 0%. De gemeten concentraties van clofibrinezuur liggen vanaf de 9.000 bedvolumina dicht bij de rapportage grens, hetgeen de meetnauwkeurigheid kan beïnvloeden.

In tabel 5.8 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor coffeïne en diclofenac vermeld.

TABEL 5.8

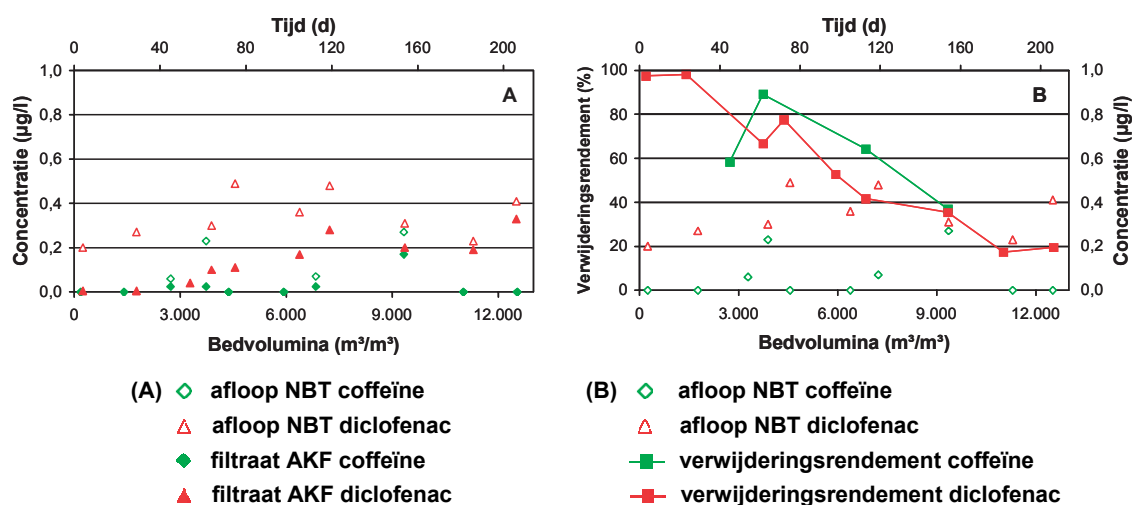
RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENSEN EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR COFFEÏNE EN DICLOFENAC GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Coffeïne	0,05	-	<0,05 - 0,27	<0,05 - 0,17
Diclofenac	0,01	-	0,2 - 0,49	<0,01 - 0,28

In figuur 5.7 zijn de concentraties coffeïne en diclofenac en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.7

RWZI OIJEN



Het initiële verwijderingsrendement voor coffeïne is 80%. Vervolgens daalt het rendement tot circa 40% na 9.300 bedvolumina. Het initiële verwijderingsrendement voor diclofenac is circa 98% tot 1.500 bedvolumina. Het verwijderingsrendement neemt daarna af gedurende de tijd tot 50% bij 6.000 bedvolumina en 20% bij 12.500 bedvolumina.

In tabel 5.9 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor erythromycine en gemfibrozil vermeld.

TABEL 5.9

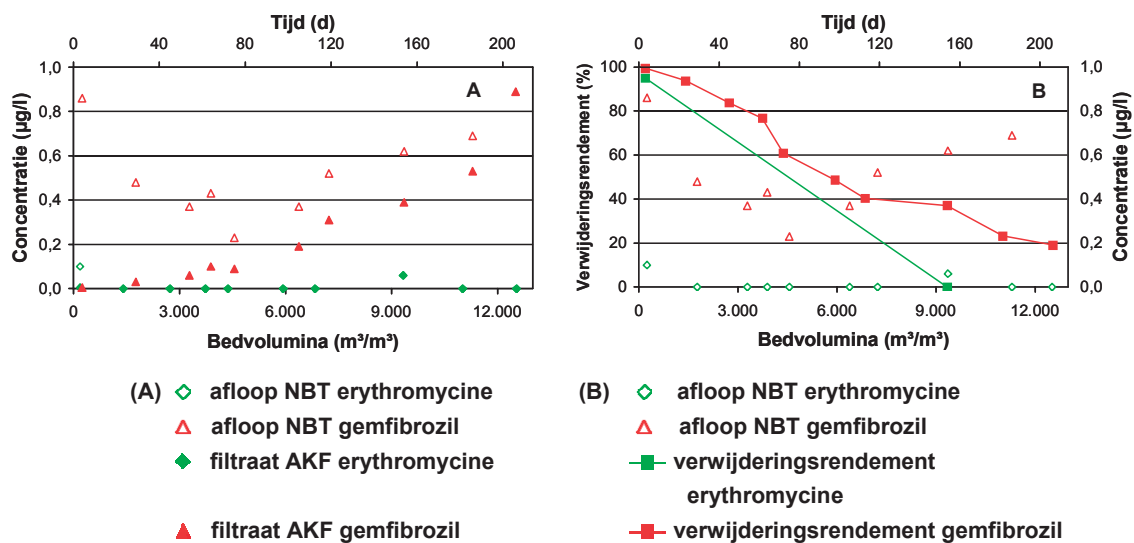
RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENSEN EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR ERYTHROMYCINE EN GEMFIBROZIL GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Erythromycine	0,01	-	<0,01 - 0,1	<0,01 - 0,06
Gemfibrozil	0,01	-	0,23 - 0,86	<0,01 - 0,53

In figuur 5.8 zijn de concentraties erythromycine en gemfibrozil en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.8

RWZI OIJEN



Het initiële verwijderingsrendement voor erythromycine is 98%. Na 9.300 bedvolumina is het rendement afgenomen tot 0%. Het initiële verwijderingsrendement voor gemfibrozil is circa 100%. Het verwijderingsrendement neemt daarna af gedurende de tijd tot 50% bij 6.000 bedvolumina en circa 20% bij 12.500 bedvolumina

In tabel 5.10 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor ibuprofen en metoprolol vermeld.

TABEL 5.10

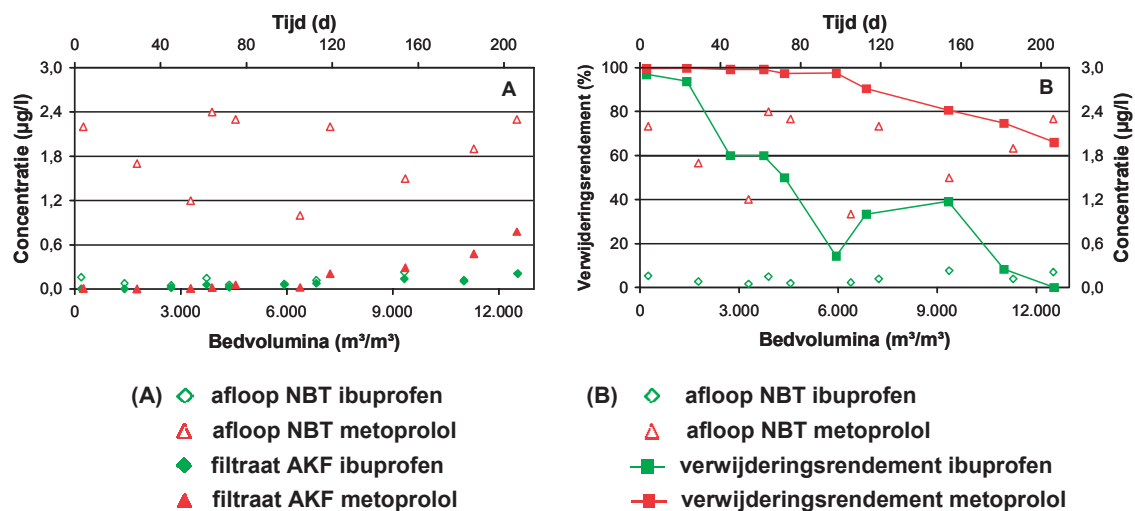
RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENSEN EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR IBUPROFEN EN METOPROLOL GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Ibuprofen	0,01	-	0,05 - 0,23	<0,01 - 0,14
Metoprolol	0,01	-	1 - 2,4	<0,01 - 0,48

In figuur 5.9 zijn de concentraties ibuprofen en metoprolol en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.9

RWZI OIJEN



Het verwijderingsrendement voor metoprolol is tot 6.000 bedvolumina nagenoeg 100%. Na 10.500 bedvolumina is het rendement afgenomen tot circa 78%. Het initiële verwijderingsrendement voor ibuprofen is circa 95%. Het verwijderingsrendement neemt af gedurende de tijd tot 60% bij 4.500 bedvolumina, 10% bij 11.000 bedvolumina en 0% bij 12.500 bedvolumina.

In tabel 5.11 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor nafcilline en naproxen vermeld.

TABEL 5.11

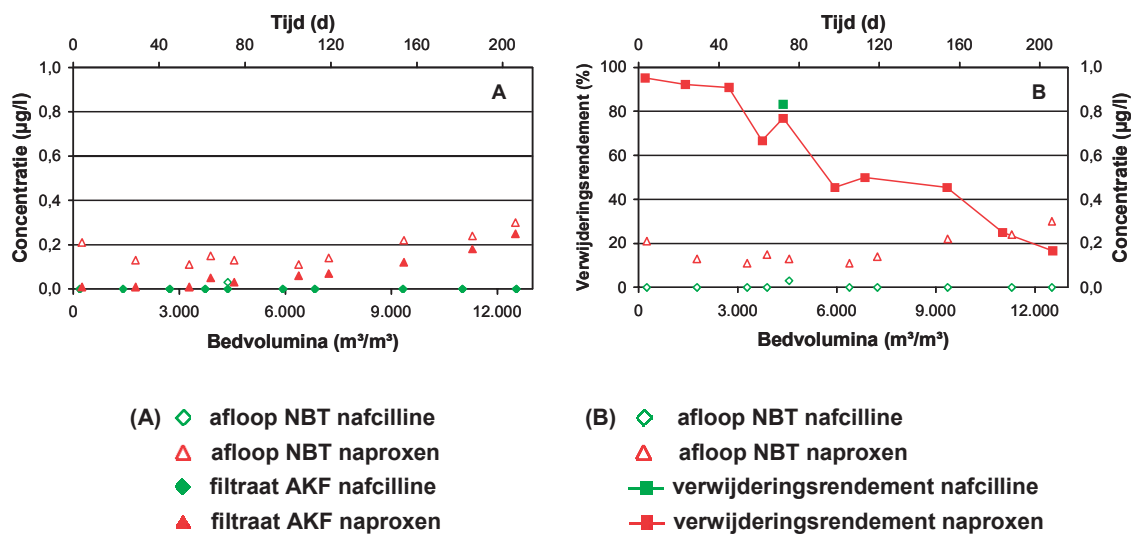
RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENSEN EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR NAFICILLINE EN NAPROXEN GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Nafcilline	0,01	-	<0,01 - 0,03	<0,02
Naproxen	0,02	-	0,11 - 0,22	0,01 - 0,18

In figuur 5.10 zijn de concentraties nafcilline en naproxen en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.10

RWZI OIJEN



Het verwijderingsrendement voor nafcilline kon niet bepaald worden. Het initiële verwijderingsrendement voor naproxen is circa 95% tot 3.000 bedvolumina. Het verwijderingsrendement neemt af gedurende de tijd tot 45% bij 6.000 bedvolumina, 25% bij 11.000 bedvolumina en 20% bij 12.500 bedvolumina.

In tabel 5.12 zijn de rapportagegrens, het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor sulfamethoxazol en trimethoprim vermeld.

TABEL 5.12

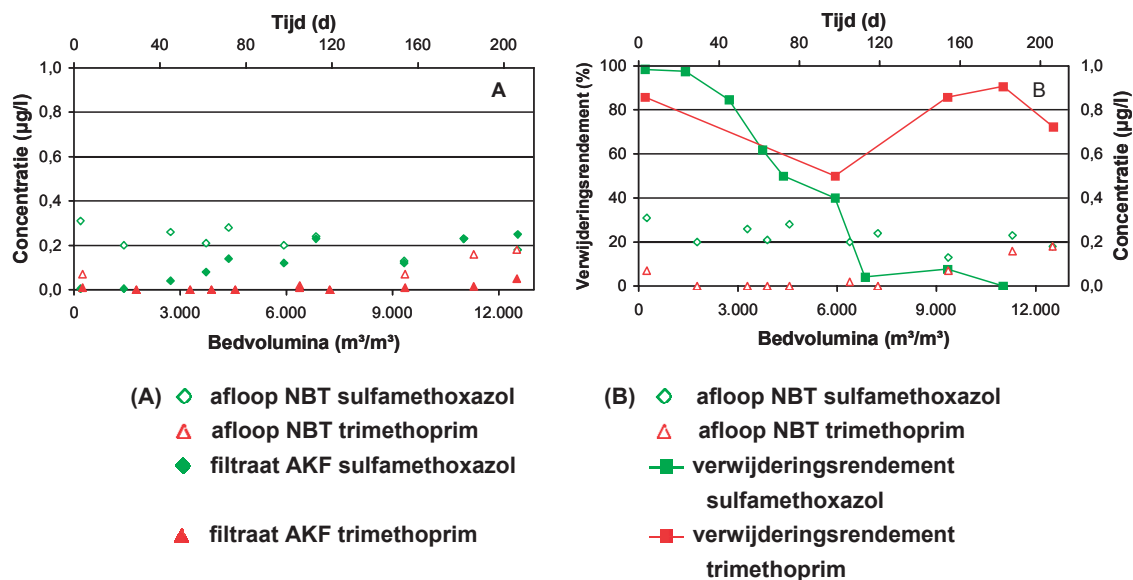
RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENSEN EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR SULFAMETHOXAZOL EN TRIMETHOPRIM GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Sulfamethoxazol	0,01	-	0,13 - 0,31	<0,01 - 0,23
Trimethoprim	0,02	-	<0,02 - 0,07	<0,02 - <0,03

In figuur 5.11 zijn de concentraties sulfamethoxazol en trimethoprim en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.11

RWZI OIJEN



Het initiële verwijderingsrendement voor sulfamethoxazol is circa 98% tot 1.500 bedvolumina. Het verwijderingsrendement neemt af gedurende de tijd tot 40% bij 6.000 bedvolumina en 0% vanaf 11.000 bedvolumina. Het initiële verwijderingsrendement voor trimethoprim bedraagt circa 85% en dit blijft ongeveer zo gedurende de meetperiode. Bij 6.000 bedvolumina is het rendement circa 50%. Na 11.000 bedvolumina is het rendement gestegen tot circa 85%, waarna het bij 12.500 bedvolumina daalt tot 70%. De gemeten concentraties trimethoprim waren gedurende het hele onderzoek in de buurt van de rapportagegrens, hetgeen tot dit beeld kan leiden.

In tabel 5.13 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor bezafibraat vermeld.

TABEL 5.13

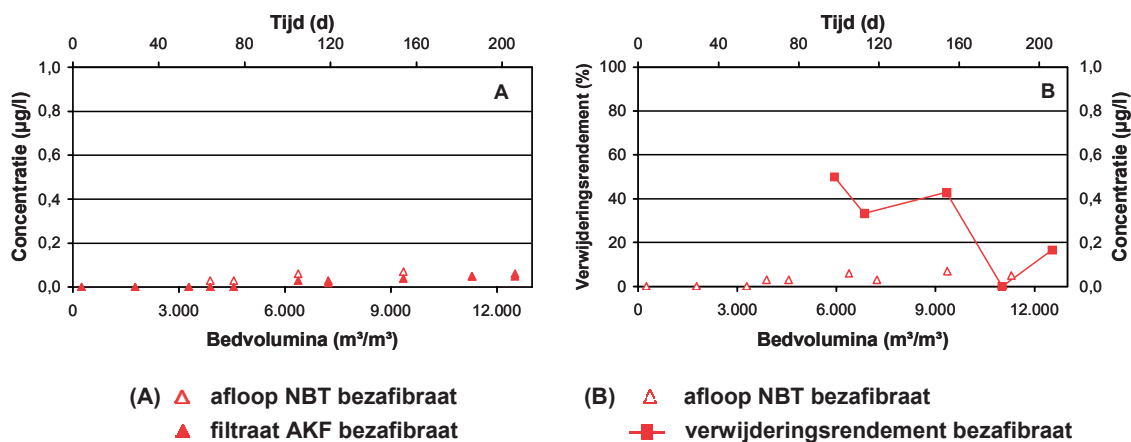
RWZI OIJEN - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR BEZAFIBRAAT GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
bezafibraat	0,01	-	0,03 - 0,07	<0,02 - 0,05

In figuur 5.12 zijn de concentraties bezafibraat in het effluent van de nabezinktank en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 5.12

RWZI OIJEN



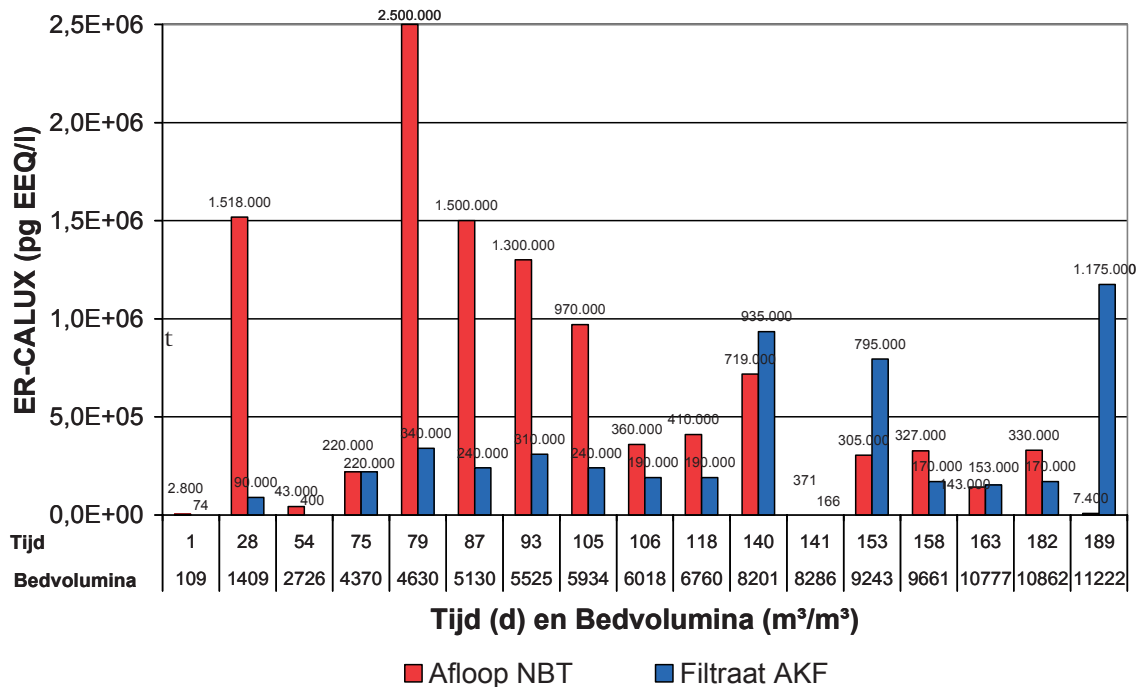
Het verwijderingsrendement voor bezafibraat bij 6.000 bedvolumina circa 50%. Na 9.300 bedvolumina is het rendement gedaald tot 40%. De trend is dat het rendement vanaf dat moment daald, echter niet consistent.

ER-CALUX

In figuur 5.13 zijn de concentraties gegeven van de ER-Calux in pg EEQ/l.

FIGUUR 5.13

RWZI OIJEN - CONCENTRATIES ER-CALUX



Bij 109 en 141 bedvolumina lijkt er niets gemeten te zijn. De gemeten waarden zijn echter te klein om in dit staafdiagram zichtbaar te zijn bij de hier gehanteerde schaalverdeling.

Uit de metingen blijkt dat er een grote spreiding zit in de concentraties. De concentraties in de afloop nabezinktank zijn hoog, tot circa 2,5 mg EEQ/l. De afloop nabezinktank kan dus een belangrijke hormoonverstorende werking in het oppervlaktewater hebben. Het filtraat van de koolfilter bevatte bij die piek 0,09 mg EEQ/l. Het verwijderingsrendement van de actievekoolfilter bedraagt 75 - 99% in de periode tot 6.000 bedvolumina. Hieruit blijkt dat de hormoonverstorende werking van het te lozen water aanzienlijk kan worden verlaagd door toepassing van actievekoolfiltratie.

Na 8.000 bedvolumina (circa vijf maanden) wordt er een afwisseling waargenomen tussen adsorptie en desorptie. In het monster van 8.286 bedvolumina zijn dermate lage concentraties waargenomen dat deze niet zichtbaar zijn.

6

RESULTATEN RWZI NIJMEGEN

In dit hoofdstuk worden de behaalde resultaten op de rwzi Nijmegen per thema gepresenteerd.

6.1 BEDRIJFSVOERING

In deze paragraaf wordt de bedrijfsvoering van het filter op rwzi Nijmegen beschreven. In bijlage 6 zijn de data van druk, debiet en NTU gegeven per maand. Er doen zich weinig storingen voor. Vanaf 16 juli was de spoelpomp een paar dagen buiten werking. Het filter had veel last van verstoppingen van de aanvoerklep, waardoor het debiet regelmatig op een lagere waarde terugkwam na een spoeling.

De looptijd van de filtratie is ingesteld op 24 uur. De troebelheid van de afloop nabezinktank is laag en varieert veelal tussen de 1 en 3 NTU. Dit vertaalt zich in een geringe drukopbouw gedurende filtratie van 0,22 - 0,4 mbar. Gedurende een filtratiecyclus neemt het aanvoerdebiet sterk af, waardoor geen langere looptijd wordt gehanteerd.

De belangrijkste problemen van de demonstratie-installatie zijn het verstopping van de toevoerpomp en daarmee het regelen van het debiet en contacttijd. Kenmerkende aandachtspunten voor de toepassing op kleine schaal zijn bevrozing van de spoelpomp en het verwijderen van actieve kool.

6.2 WATERKWALITEIT

De inzet van actievekoolfiltratie verandert de kwaliteit van het effluent. In eerste instantie komt de versnelde kolomtest aan bod, waarmee inzicht kan worden verkregen op waterkwaliteitsverandering op laboratoriumschaal. Vervolgens zijn in de navolgende paragrafen de meetresultaten voor de algemene waterkwaliteitsparameters (CZV, nitraat etc.) en specifieke waterkwaliteitsparameters (medicijnen en hormonen) van de demonstratie-installatie beschreven.

6.2.1 VERSNELDE KOLONTEST

Doelstof op rwzi Nijmegen is de toxiciteit die wordt vastgesteld met de TEB-meting.

De analysemethodiek is echter niet geschikt voor kolomtesten, waardoor is gekozen voor een alternatieve doelparameter. Hierbij is gekozen voor dezelfde doelstoffen als voor rwzi Oijen: metoprolol en EE2. Door uit te gaan van dezelfde stoffen kan eveneens een goed beeld worden verkregen van het verschil in verzadiging tussen de verschillen in afloop nabezinktank.

TABEL 6.1 RWZI NIJMEGEN - GEDOSEERDE CONCENTRATIE (CIN), MTR-WAARDE EN FILTRAAT (CUIT)

Doelstof	Gedoseerde concentratie	MTR	Concentratie na 6.000 m ³ /m ³	Concentratie na 30.300 m ³ /m ³	Concentratie na 54.600 m ³ /m ³
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
17α ethinyloestradiol (EE2)	0,1	-	NB	NB	NB
Metoprolol tartraat	3,3	-	0,005	0,23	0,54

Geel gemarkeerde cellen:

Groen gemarkeerde cellen:

NB: niet bepaald

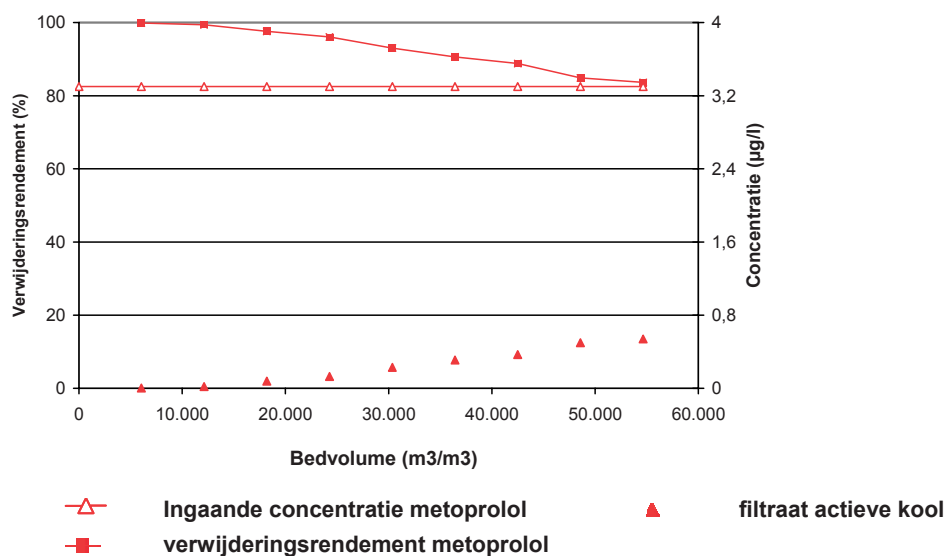
gemeten waarden

0,5 x rapportage grens.

De versnelde kolomtest met EE2 is mislukt. Het is waarschijnlijk niet goed gelukt om de EE2 op te lossen. De ingaande concentratie in de blanco test was namelijk al beneden de rapportagegrens.

In figuur 6.1 is de doorbraakcurve alsmede de in- en uitgaande concentratie voor metoprolol gegeven, op basis van de versnelde kolomtest.

FIGUUR 6.1 RWZI NIJMEGEN - DOORBRAAKCURVE OP BASIS VAN ACT



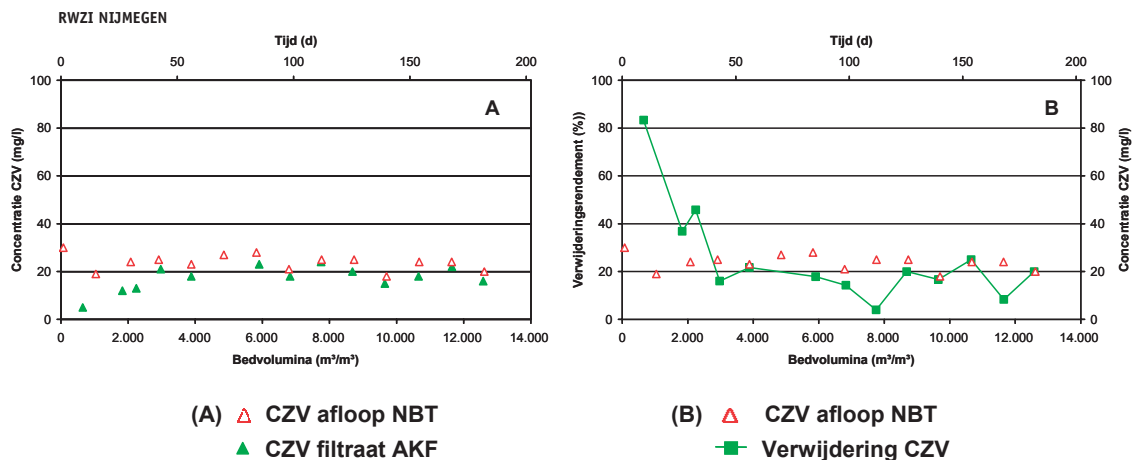
Voor metoprolol geldt dat na 30.000 bedvolumina de verzadiging slechts 7% is. Na 54.600 bedvolumina is het verwijderingsrendement 84%.

6.2.2 ALGEMENE WATERKWALITEITSPARAMETERS DEMONSTRATIEONDERZOEK

CZV en nutriënten

In figuur 6.2 zijn de resultaten met betrekking tot CZV verwijdering weergegeven.

FIGUUR 6.2



Het CZV gehalte van het filtraat is lager dan in de afloop nabezinktank tot twee maanden bedrijfsvoering. In het begin (650 bedvolumina) is CZV voor 80% verwijderd waarbij de concentratie afneemt van 20-30 mg/l naar < 5 mg/l. Echter na verloop van tijd neemt de concentratie in filtraat actievekoolfilter toe en daalt het verwijderingsrendement tot circa 20%. De gemiddelde verwijdering gedurende de zeven maanden is 27%.

In tabel 6.2 zijn de concentraties van nutriënten in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfilter gegeven.

TABEL 6.2

RWZI NIJMEGEN - CONCENTRATIES CZV, NUTRIËNTEN EN ZWEVENDE STOF

Parameter	Afloop NBT (mg/l)	Filtraat AKF (mg/l)	MTR-waarde (mg/l)	Rendement (%)
CZV	23,8	17,3	-	27
Nitraat-N	9,0	5,7	-	37
Ortho-P	0,59	0,54	-	9
P-totaal	0,8	0,7	0,15	15
Org opgeloste P	0,14	0,08	-	47
Zwevende stof	2,6	1,0	-	62

De gemiddelde nitraatconcentratie in afloop nabezinktank bedraagt 9 mg/l. De gemiddelde nitraatconcentratie in het filtraat van het actievekoolfilter bedraagt circa 5,7 mg/l. Nitraat wordt met gemiddeld 37% verwijderd. Er bevindt zich waarschijnlijk denitrificerende biomassa op het filter. De gemiddelde P-totaal concentratie in afloop nabezinktank is 0,8 mg/l. De gemiddelde concentratie in filtraat actievekoolfilter bedraagt circa 0,7 mg/l. Organisch opgelost P werd voor 47% verwijderd. En zwevende stof werd verwijderd tot beneden de rapportagegrens van 2 mg/l met een rendement van 62%.

ZWARE METALEN

In tabel 6.3 zijn de gemiddelde concentraties aan koper, zink en nikkel gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van de actievekoolfilter.

TABEL 6.3

RWZI NIJMEGEN - CONCENTRATIES ZWARE METALEN

Parameter	Afloop NBT (µg/l)	Filtraat AKF (µg/l)	MTR-waarde (µg/l)	Rendement (%)
Koper	2,3	0,5	1,5	78
Zink	27,8	24,4	9,4	12
Nikkel	6,5	6,3	5,1	4

Deze metalen worden als representatief gezien voor de overig gemeten zware metalen. Uit de tabel blijkt dat koper voor bijna 78% wordt verwijderd, zink voor 12% en nikkel maar voor 4%.

6.2.3 SPECIFIEKE WATERKWALITEITSPARAMETERS

De locatiespecifieke waterkwaliteitsparameters zijn voor rwzi Nijmegen geneesmiddelen en toxiciteit.

GENEESMIDDELEN

Voor de geneesmiddelen zijn geen MTR-waarde gevonden.

De geneesmiddelen 17- α -ethyniloestradiol, aminoantipyr, clofibraat, cyclofosfamide dapson, erythromycine, fenazon, fenofibraat, fenoterol, lincomycine, monensin, estrone, oleandomycine, pentoxifylli, primidon, progesteron, rixithromycine, spiramycine, sulfadimidin, en trimethoprim zijn niet waargenomen. Tiamuline is maar één keer gemeten in afloop nabezinktank, in het filtraat actievekoolfiltratie lag de waarde altijd onder de rapportagegrens.

In tabel 6.4 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor carbamazepine en coffeïne vermeld.

TABEL 6.4

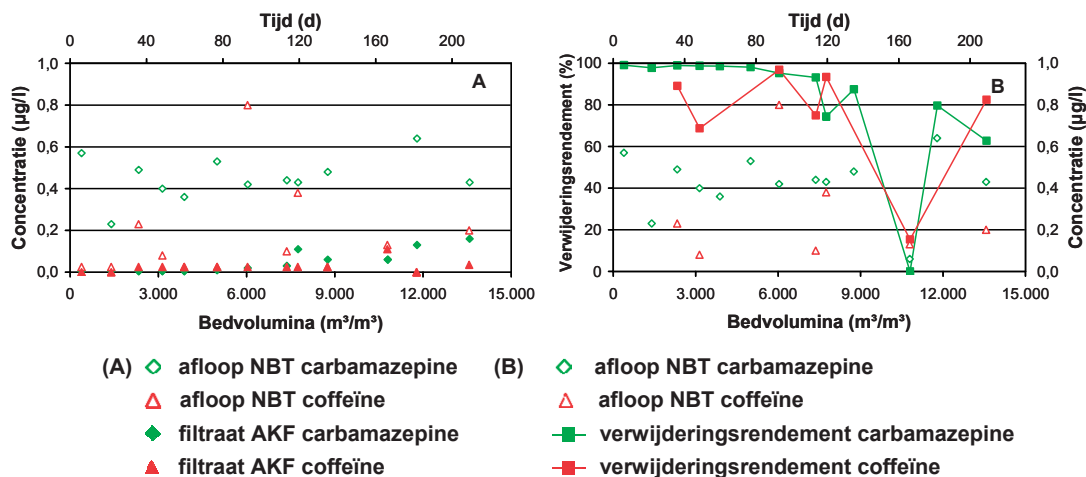
RWZI NIJMEGEN - RAPPORTAGEGREN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR CARBAMAZEPINE EN COFFEÏNE GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Carbamazepine	0,01	-	0,06 - 0,64	<0,01 - 0,46
Coffeïne	0,05	-	<0,05 - 0,8	<0,05 - 0,11

In figuur 6.3 zijn de concentraties carbamazepine en coffeïne en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 6.3

RWZI NIJMEGEN



Carbamazepine wordt in de afloop nabezinktank gemeten in het concentratiebereik van 0,06 en 0,64 µg/l. In het filtraat van de actievekoolfilter is de concentratie onder de rapportagegrens tot ongeveer 3.900 bedvolumina. Na 6.000 bedvolumina wordt carbamazepine nog verwijderd met een rendement van 95%. Bij 11.000 bedvolumina is de verwijdering nihil. Daarna neemt het rendement weer toe tot 60% na 14.000 bedvolumina.

De concentratie coffeïne in afloop nabezinktank varieert tussen de <0,05 - 0,8 µg/l. De actievekoolfilter verwijdert coffeïne tot een concentratie onder de rapportagegrens van 0,05 µg/l tot circa 10.000 bedvolumina met een rendement tussen de 70 en 90%. Bij 11.000 bedvolumina is het rendement opeens 10%. Daarna neemt het rendement weer toe tot 80% na 14.000 bedvolumina.

Deze 'dip' in verwijderingsrendement kan veroorzaakt worden doordat de gemeten ingaande concentraties carbamazepine en coffeïne in de buurt van de rapportage grens waren. Een andere verklaring kan er op dit moment niet gegeven worden.

In tabel 6.5 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor erythromycine en metoprolol vermeld.

TABEL 6.5

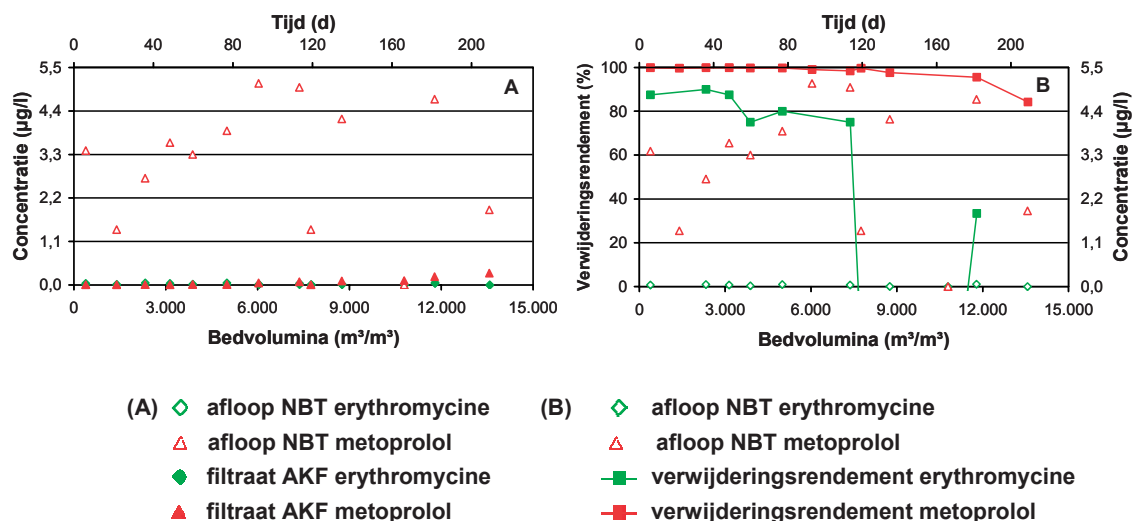
RWZI NIJMEGEN - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR ERYTHROMYCINE EN METOPROLOL GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Erythromycine	0,01	-	<0,01 - 0,06	<0,01 - 0,04
Metoprolol	0,01	-	1,4 - 5,1	<0,01 - 4,5

De concentratie erythromycine in afloop nabezinktank varieert tussen de <0,01 en 0,06 µg/l. De concentratie metoprolol in afloop nabezinktank varieert tussen de 1,4 en 5,1 µg/l. In figuur 6.4 zijn de concentraties erythromycine en metoprolol en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 6.4

RWZI NIJMEGEN



De actievekoolfilter verwijdert tot 7.800 bedvolumina erythromycine tot beneden de rapportagegrens, met een rendement van ongeveer 80%. Na 11.900 bedvolumina is het rendement circa 35%. Voor het negatieve verwijderingsrendement bij ongeveer 9.000 bedvolumina is nog geen verklaring gevonden.

De actievekoolfilter verwijdert metoprolol tot een concentratie van 0,05 µg/l na 6.200 bedvolumina met een rendement van 99%. Na 14.000 bedvolumina is het rendement meer dan 80%.

In tabel 6.6 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor propranolol en trimethoprim vermeld.

TABEL 6.6

RWZI NIJMEGEN - RAPPORTAGEGREN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR PROPANOLOL EN TRIMETHOPRIM GEDURENDE DE MEETPERIODE

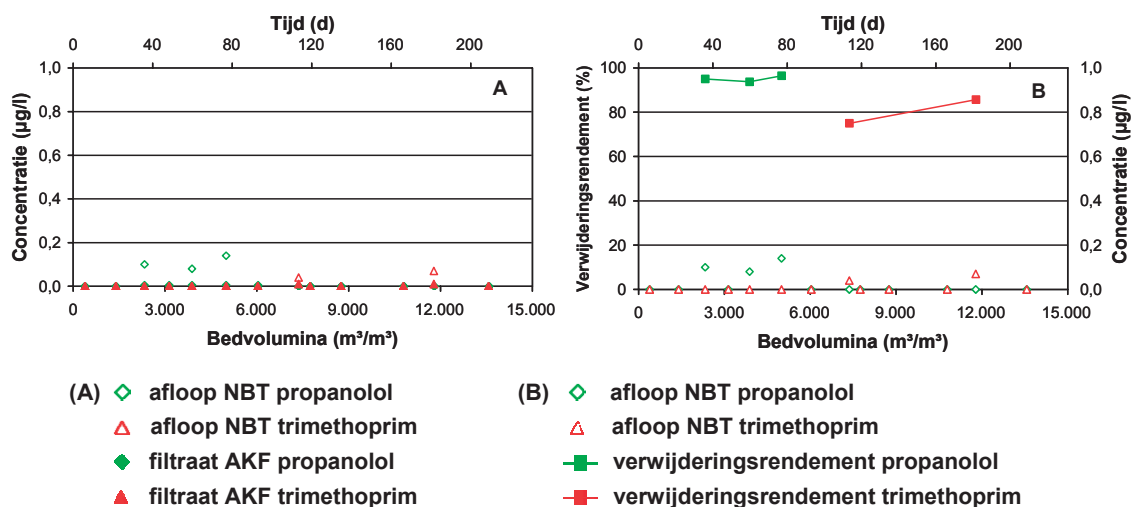
Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Propanolol	0,01	-	<0,01 - 0,14	<0,01
Trimethoprim	0,02	-	<0,02 - 0,07	<0,02 - 0,02

Propanolol wordt gemeten in afloop nabezinktank in concentraties tussen de < 0,01 en 0,14 µg/l. De concentratie trimethoprim in afloop nabezinktank varieert tussen de < 0,02 en 0,07 µg/l.

In figuur 6.5 zijn de concentraties propanolol en trimethoprim en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 6.5

RWZI NIJMEGEN



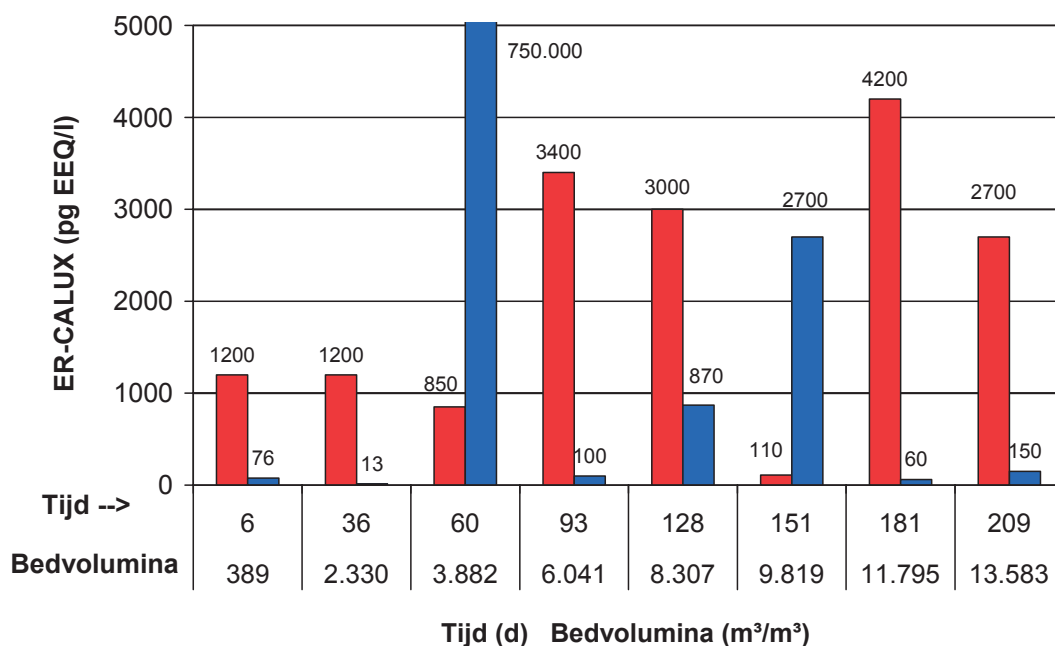
De actievekoolfilter verwijdert propanolol tot beneden de rapportagegrens met een verwijderingsrendement van circa 95%. De actievekoolfilter verwijdert trimethoprim tot een concentratie van 0,02 µg/l na 12.000 bedvolumina met een verwijderingsrendement van circa 75%.

ER-CALUX

In figuur 6.6 zijn de gemeten ER-Calux concentraties gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actievekoolfilter.

FIGUUR 6.6

RWZI NIJMEGEN - CONCENTRATIES ER-CALUX, RODE BALK IS CONCENTRATIE ER CALUX IN AFLOOP NBT EN BLAUWE BALK IS CONCENTRATIE IN FILTRAAT AKF

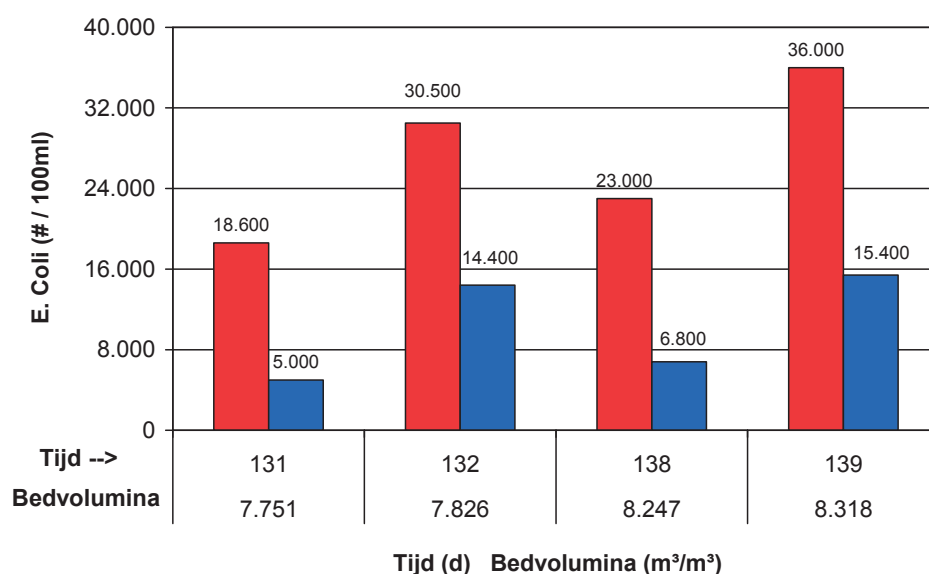


In twee van de acht monsters is in de afloop nabezinktank een lagere concentratie gemeten dan in het filtraat actiefekoolfiltratie. Door het laboratorium is bestudeerd of de monsters waren verwisseld, maar dit was niet het geval. Uit de overige metingen blijkt dat het filtraat actiefekoolfiltratie een veel lagere ER-Calux bezit dan afloop nabezinktank (< rapportagegrens). Het verwijderingsrendement is hoog en varieert tussen de 70 en 99%. Na 13.600 bedvolumina is het verwijderingsrendement nog 95%.

E-COLI

In figuur 6.7 zijn de gemeten E-Coli concentraties gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actiefekoolfilter.

FIGUUR 6.7 RWZI NIJMEGEN - CONCENTRATIES E-COLI, RODE BALK IS CONCENTRATIE E-COLI IN AFLOOP NBT EN BLAUWE BALK IS CONCENTRATIE IN FILTRAAT AKF



De concentratie van E-coli in de afloop nabezinktank varieert tussen de 18.600 en 36.000 E-coli per 100 ml. In het filtraat van de actiefekoolfilter wordt een lagere E-Coli hoeveelheid aangetroffen, tussen de 5.000 en 15.400 E-coli per ml. Het gemiddelde verwijderingsrendement voor E-Coli is circa 60%. In termen van desinfectie is de log verwijdering < 1. De norm voor E-coli in het oppervlaktewater is < 2.000 Kolonie Vormende Eenheden (KVE) per 100 ml en de norm voor zwemwater is < 1.000 KVE/100 ml (Besluit waterkwaliteitseisen en monitoring water 2009; Zwemwaterrichtlijn 2006).

6.2.4 TOXICITEIT AQUATISCHE ORGANISMEN

In deze paragraaf zijn de resultaten van de Totaal Effluent Beoordeling analyses gegeven om de toxiciteit voor aquatische organismen vast te stellen. Met behulp van deze testen kan worden aangetoond in hoeverre de afloop nabezinktank al dan niet toxischer wordt na behandeling met actievekoolfiltratie. Daarnaast kunnen de resultaten worden vergeleken met gemeten waarden in oppervlaktewater. Er zijn drie indicator organismen gebruikt om de toxiciteit vast te stellen: alg, Microtox (bacterie), en Daphnia (watervlooi).

MICROTOX

In tabel 6.7 zijn de resultaten van de toxiciteit voor Microtox gepresenteerd. De monsters zijn per bedvolume (afgeleide van tijd) geclusterd.

TABEL 6.7 RWZI NIJMEGEN - OVERZICHT VAN DE RESULTATEN VAN DE MICROTOX BASIC TEST. IN DE WITTE RIJEN IS HET AFLOOP NABEZINKTANK GEGEVEN, IN DE GRIJZE RIJEN HET FILTRAAT AKF DEMO EN IN DE BLAUWE RIJ DE WAARDE IN HET MAAS-WAAL KANAAL

Microtox Bed Vol. m ³ /m ³	Monster	Resultaten gebaseerd op concentratiefactor			Resultaten uitgedrukt als Toxic Units		
		5 min EC ₅₀ ^f	15 min EC ₅₀ ^f	30 min EC ₅₀ ^f	5 min TU	15 min TU	30 min TU
830	Afloop NBT	65,4	45,5	40,7	0,015	0,022	0,025
	Filtraat AKF DEMO	110	84,1	66,8	0,009	0,012	0,015
3.400	Afloop NBT	68,4	59,9	62,4	0,015	0,017	0,016
	Filtraat AKF DEMO	33,5	27,8	28,4	0,030	0,036	0,035
6.100	Afloop NBT	34,2	28,0	29,6	0,029	0,036	0,034
	Filtraat AKF DEMO	135	122	116	0,007	0,008	0,009
6.700	Afloop NBT	>133	>133	>133	<0,008	<0,008	<0,008
	Filtraat AKF DEMO	98,9	77,7	62,7	0,010	0,013	0,016
13.650	Afloop NBT	57,2	43,3	40,0	0,017	0,023	0,025
	Filtraat AKF DEMO	90,0	78,7	83,0	0,011	0,013	0,012
	A-watergang	44,0	37,2	37,4	0,023	0,027	0,027
	A-watergang	46,8	37,1	37,5	0,021	0,027	0,027

Geen van de monsters (afloop NBT, filtraat AKF) heeft een toxiciteit die indicatief is voor een chronisch en acuut effect. Er is dan ook geen risico op optreden van acute effecten. Daarentegen is gevonden dat de waterkwaliteit van alle monsters geen verwaarloosbaar effect vertoont, maar is over het algemeen beter dan de waterkwaliteit van het oppervlaktewater.

Uit de resultaten kan niet eenduidig worden geconcludeerd dat het filtraat actievekoolfiltratie minder toxisch is in vergelijking met het afloop nabezinktank. Na 830 bedvolumina is het filtraat actievekoolfiltratie minder toxisch (lagere toxic units) in vergelijking tot afloop nabezinktank. Echter na 3.400 bedvolumina is het afloop nabezinktank minder toxisch dan het filtraat actievekoolfiltratie. In het monster na 6.100 bedvolumina heeft het filtraat weer een lagere toxiciteit. Het is dan ook niet mogelijk om een verzadiging van de actieve kool met toxiciteit in de tijd te definiëren.

De waterkwaliteit in de A-watergang, waarop mogelijk kan worden geloosd, is op twee momenten op toxiciteit onderzocht. Ook dit water heeft geen toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. In de meeste monsters van het afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie is een lagere toxiciteit waargenomen dan in de A-watergang. Het afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie hebben slechts in één monster een hogere toxiciteit waarde

dan waargenomen in de watergang. Lozing van zowel het filtraat actiefekoolfiltratie als de afloop nabezinktank op deze watergang zal op basis van toxiciteit voor Microtox dan ook geen probleem opleveren.

ALG

In tabel 6.8 zijn de resultaten van de toxiciteit voor algen gepresenteerd. De monsters zijn per bedvolume (afgeleide van tijd) geclusterd.

TABEL 6.8 RWZI NIJMEGEN - OVERZICHT VAN DE RESULTATEN VAN DE ALGENGROEI REMMINGTEST. IN DE WITTE RIJEN IS HET AFLOOP NBT GEGEVEN, IN DE GRIJZE RIJEN HET FILTRAAT AKF DEMO EN IN DE BLAUWE RIJ DE WAARDE IN HET MAAS-WAAL KANAAL

Alg	Bed Volume m ³ /m ³	Monster	Resultaten gebaseerd op concentratiefactor		Resultaten uitgedrukt als Toxic Units	
			48 uur EC ₅₀ ^f	72 uur EC ₅₀ ^f	48 uur TU	72 uur TU
830		Afloop NBT	181,4	128,7	0,006	0,008
		Filtraat AKF DEMO	>310,6	>310,6	<0,003	<0,003
3.400		Afloop NBT	279,0	296,6	0,004	0,003
		Filtraat AKF DEMO	80,0	72,5	0,012	0,014
6.100		Afloop NBT	98,3	89,8	0,01	0,011
		Filtraat AKF DEMO	186,4	223,8	0,005	0,004
6.700		Afloop NBT	238,2	233,6	0,004	0,004
		Filtraat AKF DEMO	224,4	277,5	0,004	0,004
13.650		Afloop NBT	121,3	121,1	0,008	0,008
		Filtraat AKF DEMO	144,2	147,3	0,007	0,007
-	-	A-watergang	70,7	118,6	0,014	0,008
-	-	A-watergang	117,7	127,4	0,008	0,008

Geen van de monsters (afloop NBT, filtraat AKF) heeft een toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. Er is dan ook geen risico op optreden van acute effecten. De waterkwaliteit van afloop nabezinktank heeft geen verwaarloosbaar effect. Het filtraat actiefekoolfiltratie heeft in drie van de vijf monsters een verwaarloosbaar effect.

Het filtraat actiefekoolfiltratie heeft op één monster na een lagere toxiciteit dan de afloop nabezinktank. Uit de resultaten valt daarom niet eenduidig te concluderen dat het filtraat actiefekoolfiltratie minder toxisch is in vergelijking met het afloop nabezinktank. Het is dan ook niet mogelijk om een verzadiging van de actieve kool met toxiciteit in de tijd te definiëren.

De waterkwaliteit in de A-watergang heeft geen toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. In vergelijking tot afloop nabezinktank is het water gelijk of minder toxisch.

Het filtraat actiefekoolfiltratie heeft een lagere toxiciteit dan waargenomen in de A-watergang. Lozing van afloop nabezinktank kan een nadelig effect hebben voor alg en in het oppervlaktewater. Lozing van het filtraat actiefekoolfiltratie zal geen nadelig effect hebben voor algen in het oppervlaktewater.

DAPHNIA

In tabel 6.9 zijn de resultaten van de toxiciteit voor daphnia gepresenteerd. De monsters zijn per bedvolume (afgeleide van tijd) geclusterd.

TABEL 6.9 RWZI NIJMEGEN - OVERZICHT VAN DE RESULTATEN VAN DE IMMOBILITEITEST MET *DAPHNIA MAGNA*. IN DE WITTE RIJEN IS HET AFLOOP NBT GEGEVEN, IN DE GRIJZE RIJEN HET FILTRAAT AKF DEMO EN IN DE BLAUWE RIJ DE WAARDE IN HET MAAS-WAAL KANAAL

Daphnia		Resultaten gebaseerd op concentratiefactor		Resultaten uitgedrukt als Toxic Units	
Bed volume		24 uur	48 uur	24 uur	48 uur
m ³ /m ³	Monster	EC ₅₀ ^t	EC ₅₀ ^t	TU	TU
830	Afloop NBT	118,7	101,8	0,008	0,010#
	Filtraat AKF DEMO	33,2	165,0	0,03	0,006#
2.274	Afloop NBT	<32,4	<32,4	>0,030	>0,030#
	Filtraat AKF DEMO	52,4	75,9	0,019	0,013#
3.400	Afloop NBT	141,3	120,4	0,007	0,008
	Filtraat AKF DEMO	127,6	100,6	0,008	0,01
6.100	Afloop NBT	211,4	76,5	0,005	0,013
	Filtraat AKF DEMO	316,5	83,9	0,003	0,012
6.700	Afloop NBT	317,8	170,8	0,003	0,006
	Filtraat AKF DEMO	720,2	109,7	0,001	0,009
9.750	Afloop NBT	118,0	35,3	0,008	0,028
	Filtraat AKF DEMO	452,7	92,9	0,002	0,011
11.800	Afloop NBT	322,6	101,0	0,003	0,01
	Filtraat AKF DEMO	319,5	93,0	0,003	0,011
13.650	Afloop NBT	80,8	23,0	0,012	0,044
	Filtraat AKF DEMO	82,1	56,2	0,012	0,018
-	A-watergang	79,3	42,3	0,013	0,024
-	A-watergang	96,1	76,4	0,01	0,013

Resultaten minder betrouwbaar, te gevoelig voor referentie toxicant

Geen van de monsters (afloop NBT, filtraat AKF) heeft een toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. Er is dan ook geen risico op optreden van acute effecten. De waterkwaliteit van afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie vertoont in de meeste gevallen geen verwaarloosbaar effect.

Het filtraat actievekoolfiltratie is in vijf van de zestien metingen minder toxisch dan het afloop nabezinktank. Het is dan ook niet mogelijk om een verzadiging van de actieve kool met toxiciteit in de tijd te definiëren.

De waterkwaliteit in de A-watergang heeft geen toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. Het afloop nabezinktank heeft in twee van de acht metingen een hogere toxiciteit dan de hoogste meetwaarde in de A-watergang. Het filtraat actievekoolfiltratie heeft op één meting na een lagere toxiciteit dan waargenomen in de A-watergang.

7

RESULTATEN RWZI BIEST - HOUTAKKER

In dit hoofdstuk worden de behaalde resultaten op de rwzi Biest-Houtakker per thema gepresenteerd.

7.1 BEDRIJFSVOERING

Van 1 juni tot en met 8 augustus werd in Biest-Houtakker met een variabel debiet gewerkt. Echter vanwege lage aanvoer in de nachtelijke uren en in het weekend liep het te behandelen debiet soms terug naar 0 m³/h. De installatie viel toen vaak in storing en verstoorde het filtratieproces. Daarnaast werd veel lucht in het systeem gebracht ten tijde van lage aanvoer. Hierdoor nam de druk binnen een dag extreem snel toe tot 0,5 à 0,8 bar.

Het waterschap heeft in deze onstabiele situatie circa drie tot vijf dagen per week de installatie gecontroleerd. De aanvoerconstructie werd een aantal keer aangepast, echter bleef het gewenste resultaat uit. Door deze onwenselijke situatie is besloten om een extra buffer in de aanvoer op te nemen en het filter op een constant debiet (24 m³/h) te voeden. Deze situatie is wezenlijk anders, waarbij de contacttijd ook constant wordt gehouden. De problemen waren daarmee voor het leeuwendeel opgelost en de druk nam tijdens de filtratiecyclus niet meer zo snel toe. In bijlage 7 zijn de bedrijfsvoeringsparameters druk, debiet en NTU uitgezet in de tijd.

7.1.1 LOOPTIJD FILTRATIE EN OPTIMALISATIE SPOELPROGRAMMA

Op Biest-Houtakker is in vergelijking met de andere locaties extra onderzoek uitgevoerd naar de bedrijfsvoering. De looptijd van het filter kon geoptimaliseerd worden toen het filter op een constant aanvoerdebiet ging draaien. Hierbij werd de looptijd na een bepaalde periode (aantal filtratiecycli) verlengd. In tabel 7.1 zijn de waarden voor de druk net voor een spoeling (einddruk) gegeven bij de verschillende looptijden van 24, 36 en 48 uur. Daarnaast is het gemiddelde van de einddrukken gegeven.

TABEL 7.1 RWZI BIEST-HOUTAKKER - OPTIMALISATIE LOOPTIJD EN DRUK NET VOOR SPOELING, BIJ VAST TOEVOERDEBIET VAN 24 M³/H

Periode dagen	Aantal cycli -	Looptijd uur	Maximale druk mbar	Minimale druk mbar	Gemiddelde druk mbar	Energie verbruik kWh/m ³
8 aug. – 17 aug.	9	24	880 ⁽⁴⁾	380	490	0,017
17 aug. – 25 aug.	5	36	510	430	480	0,018
25 aug. – 17 sep.	7	48	620	470	550	0,026
17 sep. – 5 okt.	10	60	670	510	595	0,019
5 okt. – 5 nov.	2 ⁽¹⁾	72	750	700	725	0,017
5 nov. – 7 dec.	11 ⁽²⁾	48 ⁽³⁾	470	350	395	0,017

(1) Installatie heeft problemen met aanvoer ondervonden (tussen 16-10 en 19-10 heeft de installatie geen bruikbare data opgeleverd).

(2) 2 cycli niet opgenomen i.v.m. verhoogde druk vanwege vervuiling. Deze geven geen representatief beeld.

(3) Spoelcyclus zonder luchtspoeling

(4) De maximale druk bij de looptijd van 24 uur geeft een vertekend beeld, omdat in deze periode het debiet soms nog meer dan 24 m³/h bedroeg, omdat de frequentieomvormer (FO) nog niet helemaal een constant aanvoerdebiet regelde.

De druktoename is bij langere looptijden hoger. Echter bij een looptijd van 48 uur is de maximale druk nog niet onacceptabel hoog. De maximale druk kan gesteld worden op 0,8-1 bar.

De volgende bijzonderheden zijn bij de instellingen geconstateerd:

- het energieverbruik neemt toe van 0,17 naar 0,26 kWh/m³ wanneer de looptijd van de filtratiecyclus wordt verlengd van 24 naar 48 uur. Bij een verdere verlenging van de filtratiecyclus naar 72 neemt het energieverbruik af naar 0,17 kWh/m³;
- spoeling zonder lucht heeft geen negatieve uitwerking op de effectiviteit van de spoeling. Door zonder lucht te spoelen neemt het energieverbruik beduidend af. De energetisch ongunstigste 48 uur durende spoelcyclus is hiermee gelijk aan de energetisch gunstigste spoelcycli van 24 en 72 uur;
- er is niet of nauwelijks gevarieerd met de kwantiteit van het spoelwater;
- er is nauwelijks gevarieerd met het spoeldebiet. Het debiet is enkele weken na aanvang van de proef verhoogd van 130 m³/h naar 170 m³/h. Het vermoeden bestond dat het actieve kool niet voldoende schoon gespoeld werd.
- er is niet gevarieerd met de aflat tijd (na de 1^e waterspoeling en voor de luchtspoeling).

7.1.2 ERVARINGEN BEHEER

BEDRIJFSVOERING DEMONSTRATIE-INSTALLATIE

- in Biest-Houtakker gaf het geringe aanvoerdebiet met name problemen voor de aanvoer-pomp;
- algen en andere soorten vervuiling (plastic, bladeren etc.) gaven problemen bij de kleppen en de aanvoerpomp;
- een frequentieregeling op de aanvoer is onmisbaar om het proces goed te kunnen sturen en optimaliseren;
- door problemen met luchtinslag in het filter is soms een vertekenend beeld in druk en debiet verkregen. Er zat enkel een handkatige ontluchter op het filter, geen automatische ontluchting;
- algengroei in de spoelwaterbuffer kan mede oorzaak zijn van de vervuiling van het filterbed.

7.2 WATERKWALITEIT

In deze paragraaf staat de waterkwaliteit centraal. De concentratie van algemene waterkwaliteitsparameters (CZV, nitraat etc.) en specifieke waterkwaliteitsparameters (geneesmiddelen) is in deze paragraaf gegeven voor afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfilter.

7.2.1 VERSNELDE KOLOMTEST

In de periode dat het monster is genomen voor de versnelde kolomtest is geen hoge concentratie organisch opgelost fosfaat aangetroffen in de afloop nabezinktank. Er zijn dan ook geen versnelde kolomtesten uitgevoerd. Uit de eerste resultaten van de demonstratie-installatie blijkt dat organisch opgelost fosfaat na één maand nagenoeg niet meer verwijderd wordt. Op basis van dit resultaat is besloten om de ACT niet meer uit te voeren.

7.2.2 ALGEMENE WATERKWALITEITSPARAMETERS DEMONSTRATIEONDERZOEK

CZV, STIKSTOF EN ZWEVENDE STOF

In tabel 7.2 zijn de concentraties van nutriënten en zwevende stof in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfilter gegeven.

TABEL 7.2

RWZI BIEST-HOUTAKKER - CONCENTRATIES CZV EN NUTRIËNTEN

Parameter	Afloop NBT (mg/l)	Filtraat AKF (mg/l)	MTR-waarde (mg/l)	Rendement (%)
CZV	37,4	29,8	-	20
Nitraat-N	2,8	4,4	-	-57
Ammonium	1,7	1,3	-	26
N-totaal	7,6	6,9	2,2	9
Ortho-P	0,17	0,16	-	10
P-totaal	0,6	0,5	0,15	14
Org opgeloste P	0,29	0,30	-	-5
Org opgeloste N	1,3	1,1	-	15
Zwevende stof	3,2	2,0	-	38

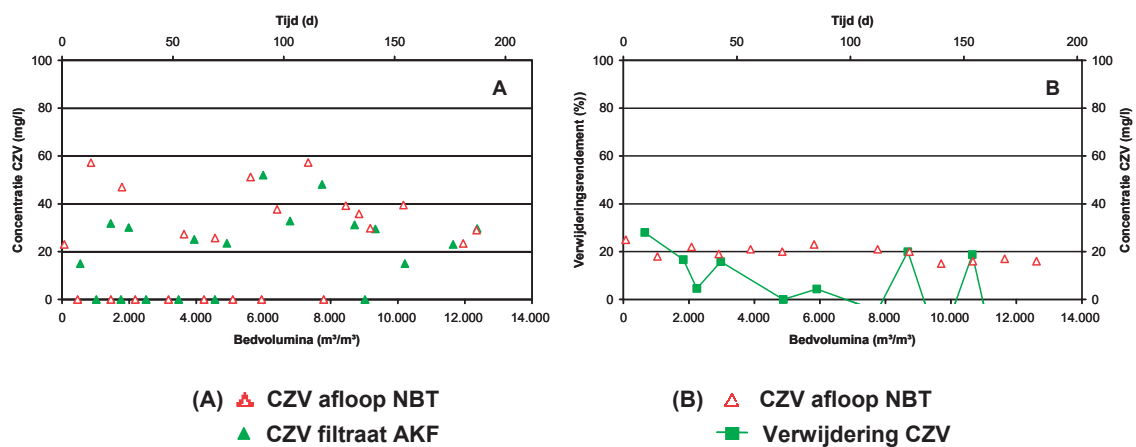
In het filter wordt de concentratie ammonium en organisch N verlaagd tot respectievelijk 1,3 en 1,1 mg/l. De initiële verwijdering van het organische N is hoog, echter na verloop van tijd neemt de verwijdering af. De N-totaal concentratie in filtraat actievekoolfiltratie is gelijk aan afloop nabezinktank. De concentratie nitraat in filtraat actievekoolfiltratie is hoger dan in afloop nabezinktank.

Het zwevende stof wordt verwijderd met circa 38%. Het actievekoolfilter wist de hoogst gemeten concentratie in de afloop van de nabezinktank van 14 mg/l te verlagen naar 8,4 mg/l. Dit komt overeen met een verwijdering van 40%, maar geeft aan dat er wel zwevende stof kan doorslaan.

In figuur 7.1 is het CZV verloop in afloop NBT, filtraat AKF en verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 7.1

RWZI BIEST-HOUTAKKER



Het CZV gehalte in het filtraat is altijd lager dan in de afloop nabezinktank. In het begin (540 bedvolumina) wordt CZV voor 35% verwijderd, echter na 4.900 bedvolumina is dit echter al gedaald tot ongeveer 0%. Het gemiddelde rendement voor CZV gedurende de zeven maanden bedraagt 20%.

ZWARE METALEN

In tabel 7.3 zijn de gemiddelde concentraties aan koper, zink en nikkel gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actievekoolfilter.

TABEL 7.3

RWZI BIEST-HOUTAKKER - CONCENTRATIES ZWARE METALEN

Parameter	Afloop NBT	Filtraat AKF	MTR-waarde	Rendement
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(%)
Koper	2,0	2,6	1,5	-33
Zink	NB	10,4	9,4	-
Nikkel	1,6	1,6	5,1	-3

NB: niet bepaald

Deze metalen worden als representatief gezien voor de overig gemeten zware metalen. Uit de tabel blijkt dat koper en nikkel niet verwijderd worden.

7.2.3 SPECIFIEKE WATERKWALITEITSPARAMETERS

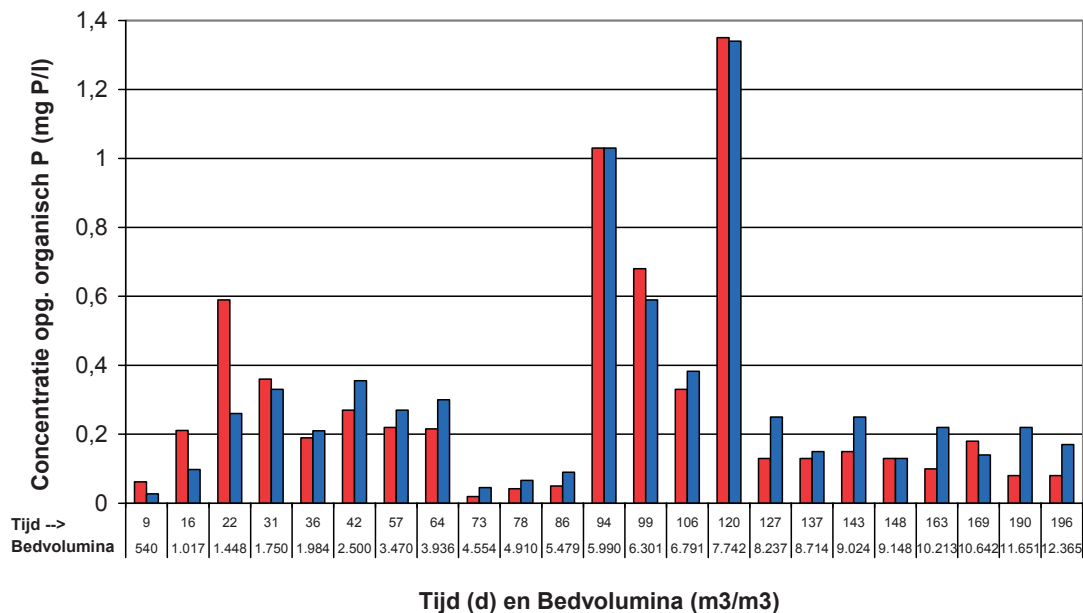
Voor de rwzi Biest-Houtakker zijn de specifieke waterkwaliteitsparameters organisch opgelost P, geneesmiddelen en hormonen. Daarnaast worden ook herbiciden en pesticiden gemeten.

ORGANISCH OPGELOST P

In figuur 7.2 is het verloop van organisch opgelost P afgebeeld. De concentratie in afloop nabezinktank varieert tussen de 0,05 en 1,35 mg/l.

FIGUUR 7.2

RWZI BIEST-HOUTAKKER - CONCENTRATIES P IN VERSCHILLENDE VORMEN, RODE BALK IS AFLOOP NBT EN BLAUWE BALK IS FILTRAAT AKF



Opmerkelijk is dat ook het organisch opgelost P in de afloop van de nabezinktank lager is dan verwacht. Dit wordt verklaard door een lagere aanvoer in het influent, omdat vastgesteld is dat bepaalde industriële bedrijven de productie hebben verminderd. In het figuur is duidelijk te zien dat na één maand bedrijf het organisch opgeloste P zich niet meer bindt aan het actieve kool. Na verloop van tijd heeft het filtraat actievekoolfiltratie een hogere concentratie dan afloop nabezinktank. Dit duidt op nalevering / desorptie van organisch opgelost fosfaat

FENYLUREUMHERBICIDEN

In deze paragraaf is de verwijdering van fenylureumherbiciden beschreven. Van de fenylureumherbiciden zijn maar twee metingen verricht.

In tabel 7.4 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor isoproturon en diuron vermeld.

TABEL 7.4

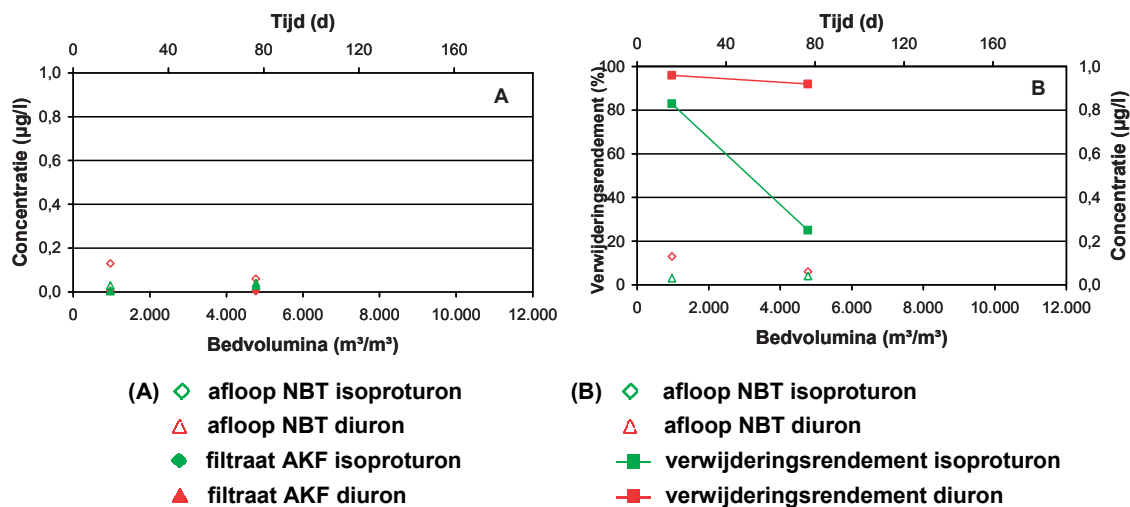
RWZI BIEST-HOUTAKKER - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR ISOPROTURON EN DIURON GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Isoproturon	0,01	0,32	0,03 - 0,04	<0,01 - 0,03
diuron	0,01	0,43	0,06 - 0,13	<0,01

In figuur 7.3 zijn de concentraties isoproturon en diuron en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 7.3

RWZI BIEST-HOUTAKKER



De verwijdering van diuron is tot en met 4.800 bedvolumina (drie maanden) hoog, circa 90 - 95%. Het initiële rendement voor isoproturon is 80%. Daarna neemt het rendement af, na circa 4.800 bedvolumina (drie maanden) is het verwijderingsrendement circa 25%.

In tabel 7.5 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor linuron en pencycuron vermeld.

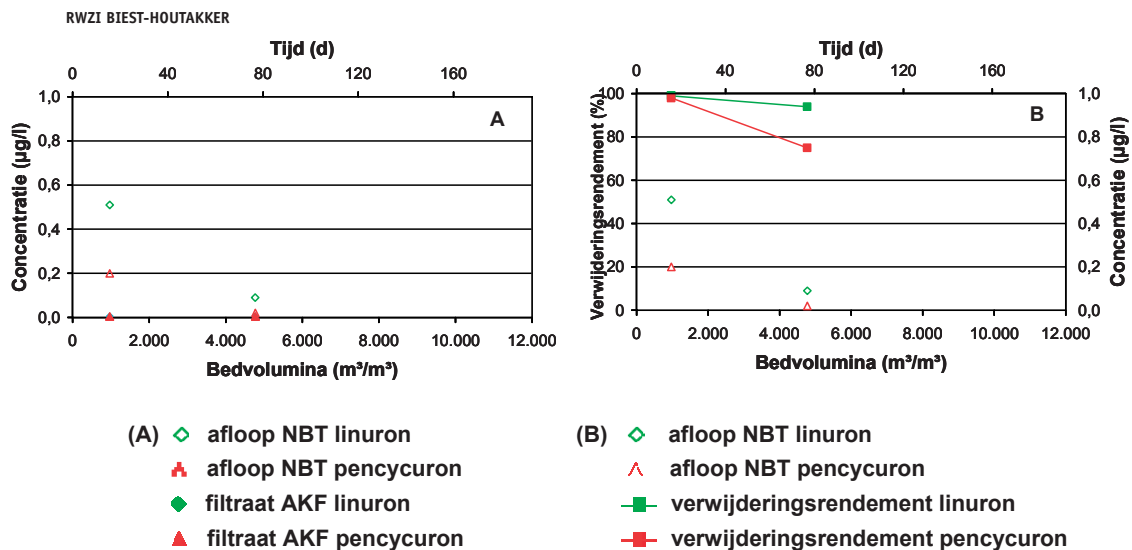
TABEL 7.5

RWZI BIEST-HOUTAKKER - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR LINURON EN PENCYCURON GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Linuron	0,01	0,25	0,09 - 0,51	<0,01
Pencycuron	0,01	2,70 (ad hoc)	0,02 - 0,2	<0,01

In figuur 7.4 zijn de concentraties linuron en pencycuron en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 7.4



De verwijdering van linuron is tot en met 4.800 bedvolumina (drie maanden) hoog, circa 90 - 95%. Het initiële rendement voor pencycuron is bijna 100%. Daarna neemt het rendement af, na circa 4.800 bedvolumina (drie maanden) is het verwijderingsrendement circa 75%.

N-METHYLCARBAMATEN

Uit de metingen blijkt dat van de n-methylcarbamaten, alleen azoxystrobin wordt gemeten. Azoxystrobin wordt in een concentratie van 0,02 µg/l gemeten in de afloop nabezinktank. In het filtraat zijn de concentraties onder de rapportagegrens. Voor de n-methylcarbamaten zijn twee metingen verricht.

HERBICIDEN EN PESTICIDEN, DIVERS

Stoffen die maar één keer gemeten zijn in afloop nabezinktank (met MTR-waarde tussen haakjes) zijn carbendazim (0,5 µg/l), cyprodinil (nb), propanolol (nb), imazalil (nb), metamitron (10 µg/l), erythromycine (nb) en pirimicarb (0,09 µg/l). Van al deze stoffen was de waarde in het filtraat van het actievekoolfiltratie onder de rapportagegrens.

In tabel 7.6 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor dimethenamide en DEET vermeld.

TABEL 7.6

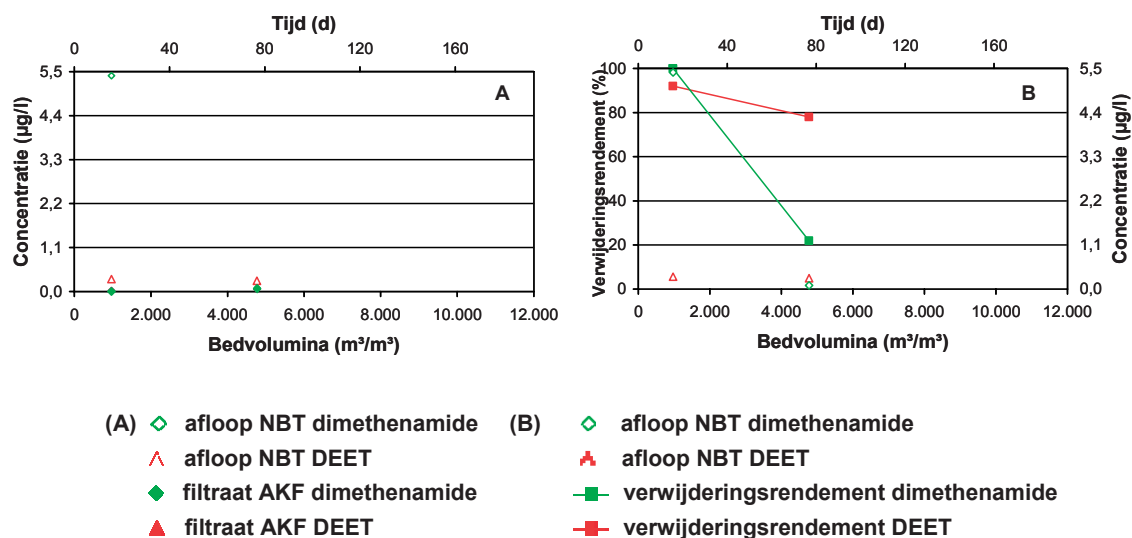
RWZI BIEST-HOUTAKKER - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR DIMETHENAMIDE EN DEET
GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Dimethenamide	0,01	2 (ad hoc)	0,09 - 5,4	<0,01 - 0,07
DEET	0,05	0,11 (ad hoc)	0,27 - 0,31	<0,05 - 0,06

In figuur 7.5 zijn de concentraties dimethenamide en DEET en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 7.5

RWZI BIEST-HOUTAKKER



De verwijdering van DEET is tot en met 4.800 bedvolumina (drie maanden) hoog circa 80%. Het initiële verwijderingsrendement voor dimethenamide is bijna 100%. Daarna neemt het rendement af, na circa 4.800 bedvolumina (drie maanden) is het verwijderingsrendement circa 20%.

In tabel 7.7 zijn de MTR, de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor ethofumesaat en bezafibraat vermeld.

TABEL 7.7

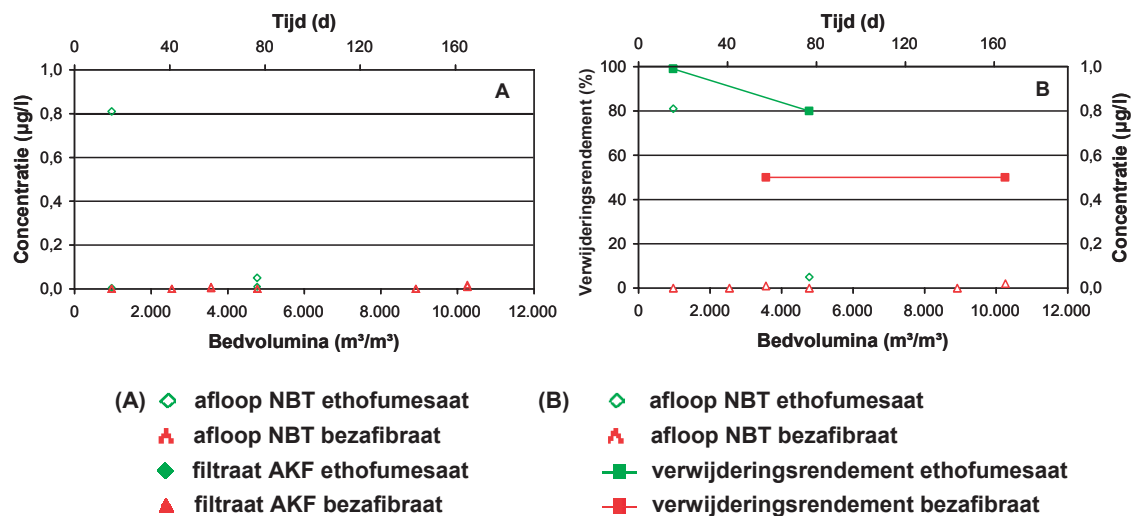
RWZI BIEST-HOUTAKKER - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR ETHOFUMESAAT EN BEZAFIBRAAT GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Ethofumesaat	0,01	6,4 (ad hoc)	0,05 - 0,81	<0,01 - 0,01
Bezafibraat	0,01	-	<0,01 - 0,02	<0,01 - 0,01

In figuur 7.6 zijn de concentraties ethofumesaat en bezafibraat en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 7.6

RWZI BIEST-HOUTAKKER



De verwijdering van bezafibraat is tot en met 10.000 bedvolumina (half jaar) circa 50%. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat zowel de gemeten in- als uitgaande concentraties in de buurt van de rapportage grens liggen. Het initiële verwijderingsrendement voor dime-thenamide is bijna 100%. Daarna neemt het rendement af, na circa 4.800 bedvolumina (drie maanden) is het verwijderingsrendement circa 80%.

HORMONEN

In alle monsters is voor de hormonen die opgenomen zijn in het analysepakket geen concentratie waargenomen boven de detectiegrens.

GENEESMIDDELEN

In de volgende grafieken zijn de concentraties aan geneesmiddelen gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actievekoolfilter en het bijbehorende verwijderingsrendement. Voor de meeste geneesmiddelen is geen MTR-waarde gevonden. Uit de metingen blijkt dat de geneesmiddelen 4-dimethylaminoantipyrine, chloramphenicol, clofibraat, cloxacilline, cyclofosfamide, dapson, dicloxacilline, fenazon, fenofibraat, fenoprofen, fenoterol, indomethacine, lincomycine, monensin, oleandomycine, oxacilline, pentoxifylline, primidon, progesteron, propranolol, roxithromycine, spiramycine, sulfadimidine, tiamuline, tolfenaminezuur en trimethoprim niet zijn aangetroffen.

In tabel 7.8 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor sulfamethoxazol en ibuprofen vermeld.

TABEL 7.8

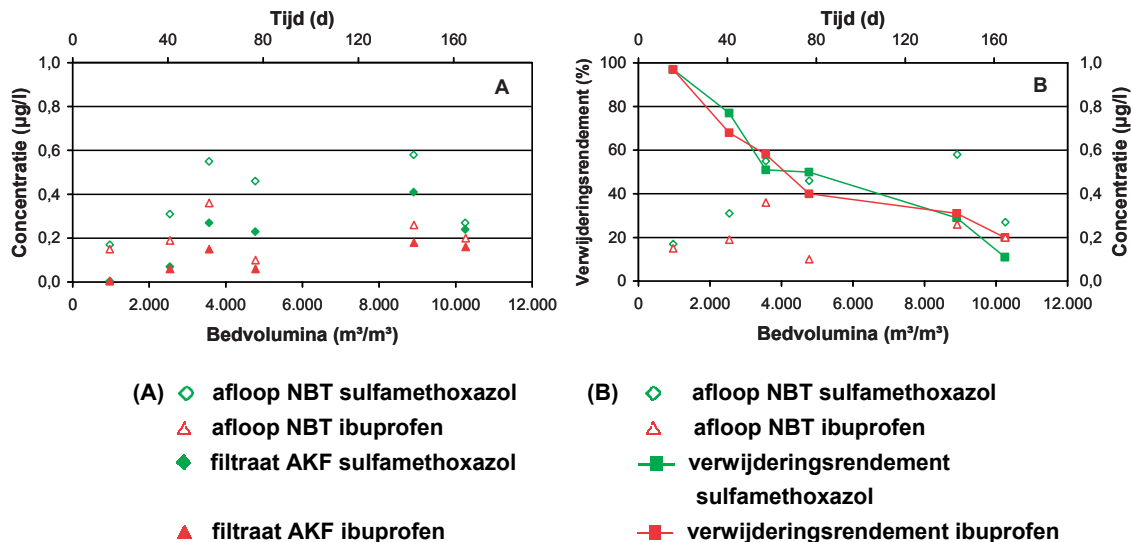
RWZI BIEST-HOUTAKKER - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR ETHOFUMESAAT EN BEZAFIBRAAT GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Sulfamethoxazol	0,01	-	0,17 - 0,58	<0,01 - 0,41
Ibuprofen	0,01	-	0,1 - 0,36	<0,01 - 0,18

Sulfamethoxazol wordt in de afloop nabezinktank gemeten in het concentratiebereik van 0,17 en 0,58 µg/l. De concentratie ibuprofen in afloop nabezinktank varieert tussen de 0,1 - 3,6 µg/l. In figuur 7.7 zijn de concentraties sulfamethoxazol en ibuprofen en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 7.7

RWZI BIEST-HOUTAKKER



In het filtraat van het actievekoolfilter wordt voor sulfamethoxazol onder de rapportagegrens gemeten tot ongeveer 1.400 bedvolumina. Hierbij hoort een verwijderingsrendement van nagenoeg 100%. Na 4.800 bedvolumina wordt sulfamethoxazol nog verwijderd met een rendement van 50%. Bij 10.200 bedvolumina is het rendement gedaald tot 10%.

Het actievekoolfilter verwijdert aan het begin ibuprofen met nagenoeg 100% tot een concentratie onder de rapportagegrens. Na 4.800 bedvolumina wordt ibuprofen nog verwijderd met een rendement van 40%. Bij 10.200 bedvolumina is het rendement gedaald tot 20%.

In tabel 7.9 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor gemfibrozil en diclofenac vermeld.

TABEL 7.9

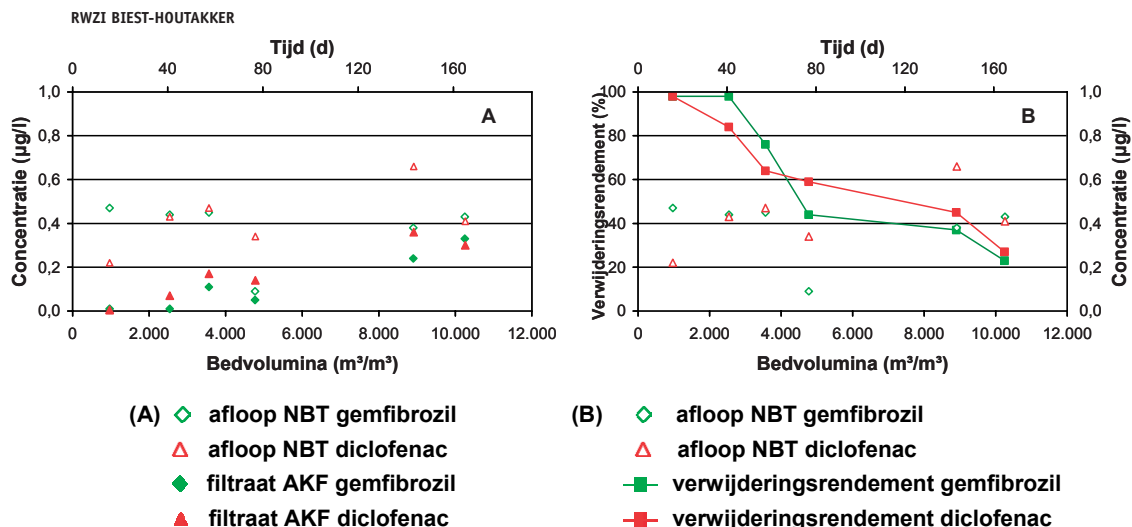
RWZI BIEST-HOUTAKKER - RAPPORTAGEGRENSEN EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR GEMFIBROZIL EN DICLOFENAC GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Gemfibrozil	0,01	-	0,09 - 0,47	0,01 - 0,33
Diclofenac	0,01	-	0,22 - 0,66	<0,01 - 0,36

Gemfibrozil wordt in de afloop nabezinktank gemeten in het concentratiebereik van 0,09 en 0,47 µg/l. De concentratie diclofenac in afloop nabezinktank varieert tussen de 0,22 - 0,66 µg/l.

In figuur 7.8 zijn de concentraties gemfibrozil en diclofenac en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 7.8



In het filtraat van het actievekoolfilter wordt voor beide stoffen onder de rapportagegrens gemeten tot ongeveer 1.400 bedvolumina. Hierbij hoort een verwijderingsrendement van nagenoeg 100%. Na 4.800 bedvolumina wordt gemfibrozil nog verwijderd met een rendement van 45%. Bij 10.200 bedvolumina is het rendement gedaald tot 20%.

De initiële verwijdering (800 bedvolumina) van diclofenac is nagenoeg volledig. Na 4.800 bedvolumina wordt diclofenac nog verwijderd met een rendement van 60%. Bij 10.200 bedvolumina is het rendement gedaald tot 25%.

In tabel 7.10 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor coffeïne en naproxen vermeld.

TABEL 7.10

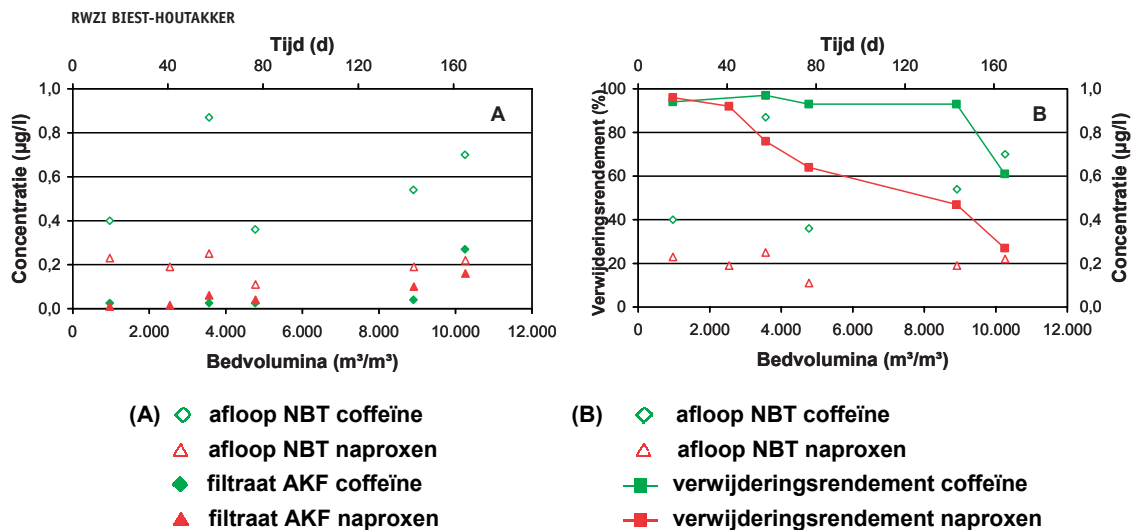
RWZI BIEST-HOUTAKKER - RAPPORTAGEGRENS EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR COFFEÏNE EN NAPROXEN
GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Coffeïne	0,05	-	0,36 - 0,87	<0,05 - 0,27
Naproxen	0,02	-	0,11 - 0,25	<0,02 - 0,16

Coffeïne wordt in de afloop nabezinktank gemeten in het concentratiebereik van 0,36 en 0,87 µg/l. De concentratie naproxen in afloop nabezinktank varieert tussen de 0,11 - 0,25 µg/l.

In figuur 7.9 zijn de concentraties coffeïne en naproxen en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 7.9



De initiële verwijdering (800 bedvolumina) van coffeïne en naproxen is nagenoeg volledig. Coffeïne wordt tot 9.300 bedvolumina voor ongeveer 95% verwijderd, waarna het verwijderingsrendement bij 10.200 bedvolumina gedaald is naar 60%. Het verwijderingsrendement voor naproxen daalt vanaf het begin en is bij 10.200 bedvolumina nog maar 25%.

In tabel 7.11 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor metoprolol en carbamazepine vermeld.

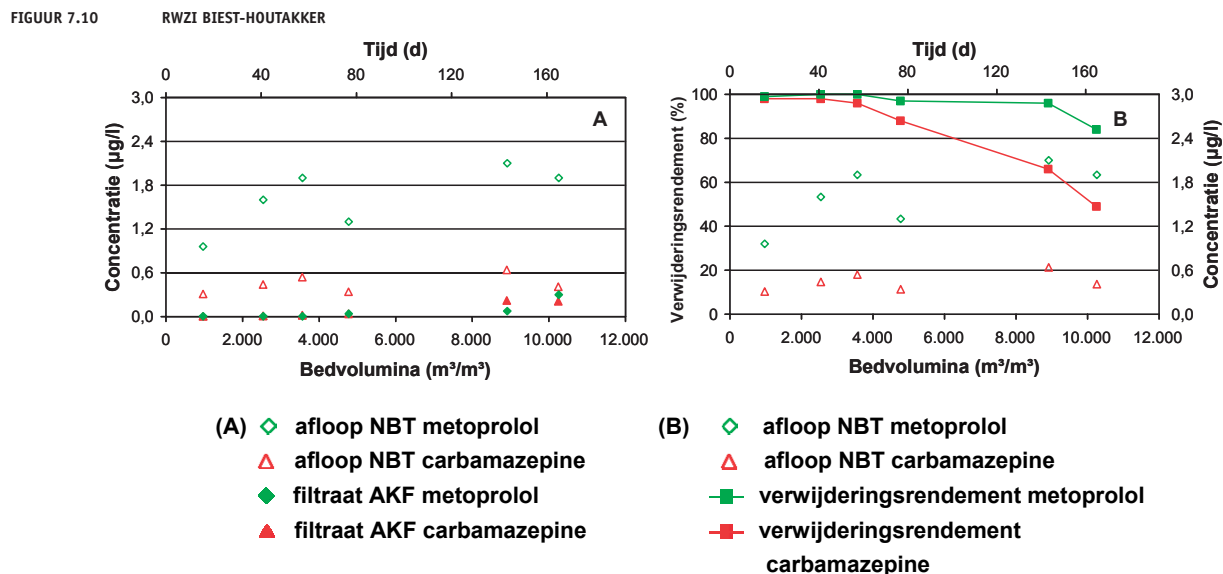
TABEL 7.11

RWZI BIEST-HOUTAKKER - RAPPORTAGEGRENSEN EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR METOPROLOL EN CARBAMAZEPINE GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens (µg/l)	MTR (µg/l)	Concentratiebereik afloop NBT (µg/l)	Concentratiebereik filtraat AKF (µg/l)
Metoprolol	0,01	-	0,96 - 2,1	<0,01 - 0,3
Carbamazepine	0,01	-	0,31 - 0,64	<0,01 - 0,22

Metoprolol wordt in de afloop nabezinktank gemeten in het concentratiebereik van 0,96 en 2,1 µg/l. De concentratie carbamazepine in afloop nabezinktank varieert tussen de 0,31 - 0,64 µg/l.

In figuur 7.10 zijn de concentraties metoprolol en carbamazepine en het verwijderingsrendement weergegeven.



In het filtraat van het actievekoolfilter wordt voor metoprolol onder de rapportagegrens gemeten tot ongeveer 9.000 bedvolumina. Hierbij hoort een verwijderingsrendement van ongeveer 98%. Na 10.200 bedvolumina neemt de verwijdering af tot 85%. Carbamazepine wordt tot 4.800 bedvolumina tot beneden de detectiegrens verwijderd. Na circa 9.000 bedvolumina is het rendement afgenomen tot 70%. Bij 10.200 bedvolumina is rendement gedaald tot 50%.

In tabel 7.12 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie voor trimethoprim en ketoprofen vermeld.

TABEL 7.12 RWZI BIEST-HOUTAKKER - RAPPORTAGEGRENS EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR METOPROLOL EN CARBAMAZEPINE GEDURENDE DE MEETPERIODE

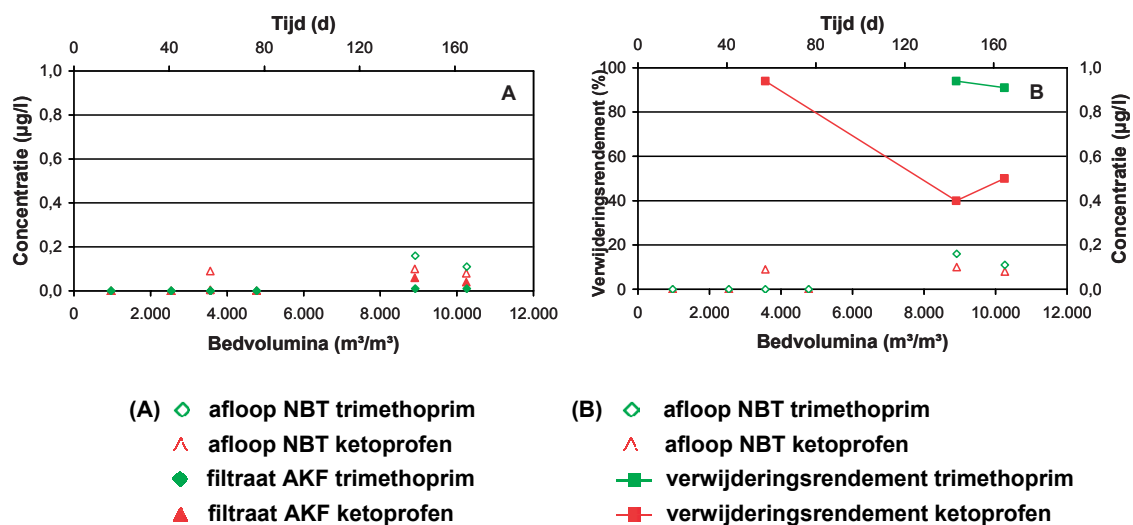
Stof	Rapportagegrens	MTR	Concentratiebereik afloop NBT	Concentratiebereik filtraat AKF
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
Trimethoprim	0,02	-	0,11 - 0,16	<0,02
Ketoprofen	0,01	-	0,08 - 0,1	<0,01 - 0,06

Trimethoprim wordt in de afloop nabezinktank gemeten in het concentratiebereik van 0,11 en 0,16 µg/l. De concentratie ketoprofen in afloop nabezinktank varieert tussen de 0,08 - 0,1 µg/l.

In figuur 7.11 zijn de concentraties trimethoprim en ketoprofen en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 7.11

RWZI BIEST-HOUTAKKER



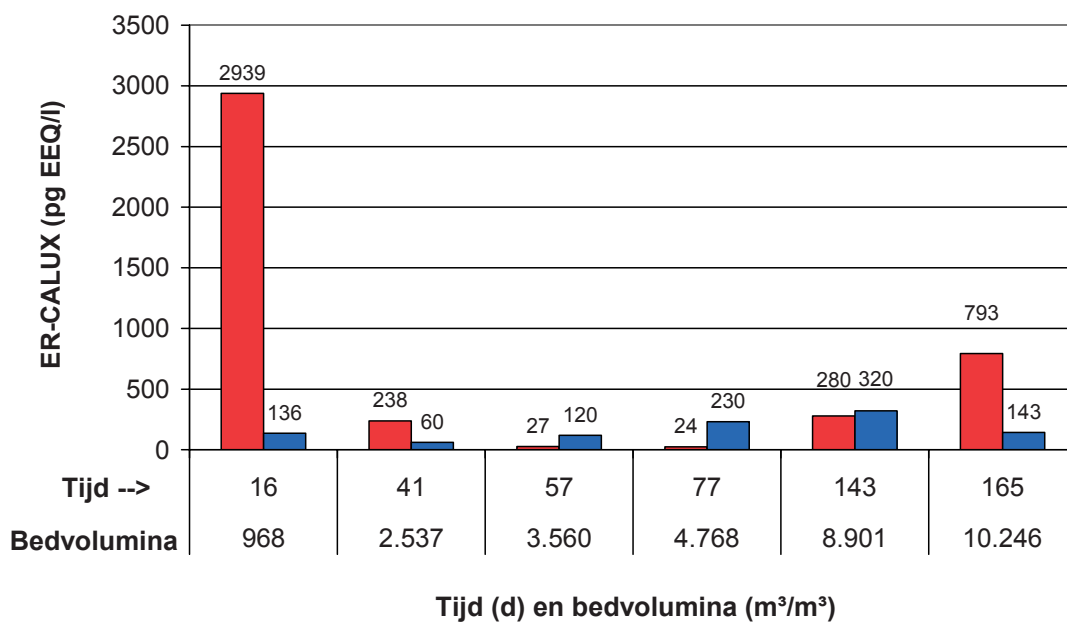
Het actievekoolfilter verwijdert beide stoffen tot beneden de rapportagegrens. Ketoprofen worden voor circa 40 - 50% verwijderd tussen de 9.000 en 10.000 bedvolumina. Trimethoprim wordt voor circa 90% verwijderd na 10.000 bedvolumina.

ER-CALUX

In figuur 7.12 zijn de concentraties aan ER-Calux gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actievekoolfilter.

FIGUUR 7.12

RWZI BIEST - HOUTAKKER - CONCENTRATIES ER-CALUX, RODE BALK IS CONCENTRATIE ER CALUX IN AFLOOP NBT EN BLAUWE BALK IS CONCENTRATIE IN FILTRAAT AKF



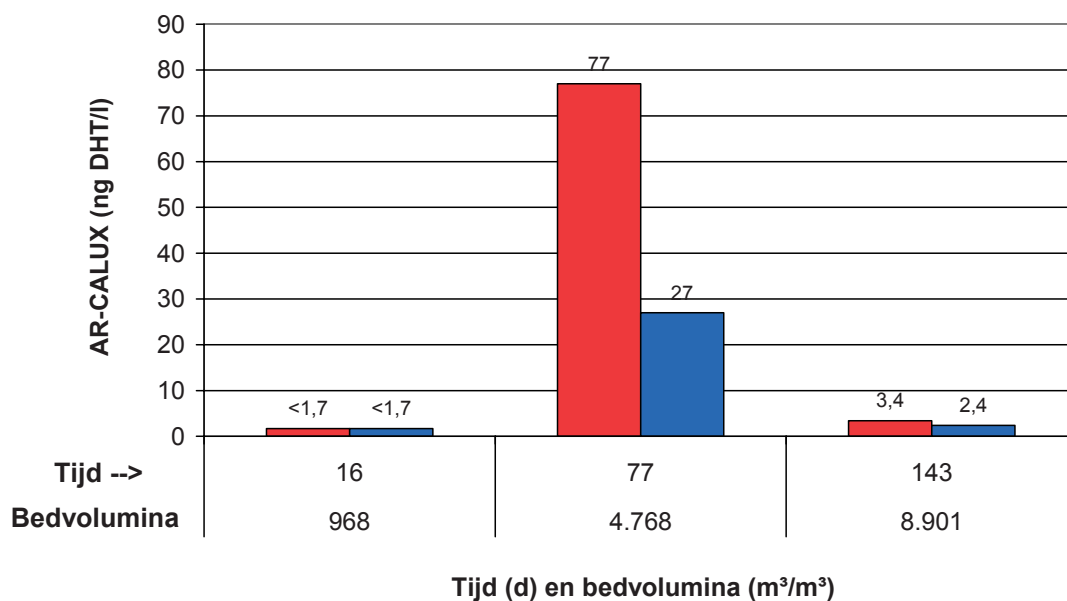
De afloop nabezinktank van Biest-Houtakker bevat relatief lage concentraties hormoon-verstorende stoffen (in EEQ/l). Tot circa 2.500 bedvolumina wordt ER-Calux verwijderd. Daarna is de ER-Calux in het filtraat hoger dan in de afloop nabezinktank.

AR-CALUX

In figuur 7.13 zijn de concentraties aan AR-Calux gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actievekoolfilter.

FIGUUR 7.13

RWZI BIEST-HOUTAKKER - CONCENTRATIES AR-CALUX, RODE BALK IS CONCENTRATIE AR CALUX IN AFLOOP NBT EN BLAUWE BALK IS CONCENTRATIE IN FILTRAAT AKF



AR-Calux wordt in de afloop van de nabezinktank eenmaal gemeten tot een concentratie van 77 ng DHT/l. Het actievekoolfilter verwijdert na 5.000 bedvolumina de AR-calux tot beneden de 27 ng DHT/l (zie figuur 10.12).

7.2.4 TOXICITEIT AQUATISCHE ORGANISMEN

In deze paragraaf zijn de resultaten van de Totaal Effluent Beoordeling analyses gegeven om de toxiciteit voor aquatische organismen vast te stellen. Met behulp van deze testen kan worden aangetoond in hoeverre de afloop nabezinktank al dan niet toxischer wordt na behandeling met actievekoolfiltratie. Er zijn drie indicator organismen gebruikt om de toxiciteit vast te stellen: alg, Microtox (bacterie), en Daphnia (watervlooi).

MICROTOX

In tabel 7.13 zijn de resultaten van de toxiciteit voor Microtox gepresenteerd. De monsters zijn per bedvolume (afgeleide van tijd) geclusterd.

TABEL 7.13 RWZI BIEST-HOUTAKKER - OVERZICHT VAN DE RESULTATEN VAN DE MICROTOX BASIC TEST. IN DE WITTE RIJEN IS HET AFLOOP NABEZINKTANK GEGEVEN EN IN DE GRIJZE RIJEN HET FILTRAAT AKF DEMO

Microtox Bed Vol. m ³ /m ³	Monster	Resultaten gebaseerd op concentratiefactor			Resultaten uitgedrukt als Toxic Units		
		5 min	15 min	30 min	5 min	15 min	30 min
		EC ₅₀ ^r	EC ₅₀ ^r	EC ₅₀ ^r	TU	TU	TU
900	Afloop NBT	28,9	24,1	22,4	0,035	0,041	0,045
	Filtraat AKF DEMO	140,7	115,0	123,0	0,007	0,009	0,008
1.900	Afloop NBT	23,4	20,6	19,4	0,043	0,048	0,052
	Filtraat AKF DEMO	110,7	89,5	83,9	0,009	0,011	0,012
3.900	Afloop NBT	36,0	29,2	28,1	0,028	0,034	0,036
	Filtraat AKF DEMO	63,4	53,5	64,2	0,016	0,019	0,016
5.400	Afloop NBT	57,6	40,4	35,4	0,017	0,025	0,028
	Filtraat AKF DEMO	19,8	15,5	15,4	0,050	0,064	0,065
6.300	Afloop NBT	37,1	29,0	24,4	0,027	0,034	0,041
	Filtraat AKF DEMO	108,5	88,8	89,3	0,009	0,011	0,011
10.560	Afloop NBT	51,6	38,1	29,1	0,019	0,026	0,034
	Filtraat AKF DEMO	110,6	77,0	57,8	0,009	0,013	0,017
12.370	Afloop NBT	58,0	45,7	39,6	0,017	0,022	0,025
	Filtraat AKF DEMO	44,4	40,2	35,5	0,023	0,025	0,028

Het afloop nabezinktank heeft bij 1.900 bedvolumina een toxiciteit die indicatief is voor een chronisch en acuut effect. De overige monsters van afloop nabezinktank hebben geen verwaarloosbaar effect. Het filtraat actievekoolfiltratie heeft bij 5.400 bedvolumina een toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. De overige monsters van filtraat actievekoolfiltratie hebben geen verwaarloosbaar effect.

Uit de resultaten kan niet eenduidig worden geconcludeerd dat het filtraat actievekoolfiltratie minder toxisch is in vergelijking met het afloop nabezinktank. In de monsters van 5.400 en 12.370 bedvolumina is het filtraat actievekoolfiltratie toxischer dan afloop nabezinktank. Een mogelijke verklaring hiervoor zou zijn dat de monsters eventueel zijn verwisseld. Het is dan ook niet mogelijk om een verzadiging van de actieve kool met toxiciteit in de tijd te definiëren.

ALG

In tabel 7.14 zijn de resultaten van de toxiciteit voor algen gepresenteerd. De monsters zijn per bedvolume (afgeleide van tijd) geclusterd.

TABEL 7.14 RWZI BIEST-HOUTAKKER - OVERZICHT VAN DE RESULTATEN VAN DE ALGENGROEI REMMINGTEST. IN DE WITTE RIJEN IS HET AFLOOP NBT GEGEVEN EN IN DE GRIJZE RIJEN HET FILTRAAT AKF DEMO

Alg	Bed Volume m ³ /m ³	Monster	Resultaten gebaseerd op concentratiefactor		Resultaten uitgedrukt als Toxic Units	
			48 uur EC ₅₀ ^r	72 uur EC ₅₀ ^r	48 uur TU	72 uur TU
900		Afloop NBT	30,9	30,9	0,032	0,032
		Filtraat AKF DEMO	262,1	306,8	0,004	0,003
1.900		Afloop NBT	65,0	38,3	0,015	0,026
		Filtraat AKF DEMO	185,7	198,9	0,005	0,005
3.900		Afloop NBT	45,5	47,8	0,022	0,021
		Filtraat AKF DEMO	160,2	170,9	0,006	0,006
5.400		Afloop NBT	166,2	166,2	0,006	0,006
		Filtraat AKF DEMO	38,5	37,0	0,026	0,027
6.300		Afloop NBT	60,7	57,6	0,016	0,017
		Filtraat AKF DEMO	143,0	147,1	0,007	0,007
10.560		Afloop NBT	122,0	115,6	0,008	0,009
		Filtraat AKF DEMO	130,0	131,6	0,008	0,008
12.370		Afloop NBT	59,1	54,5	0,017	0,018
		Filtraat AKF DEMO	127,9	127,0	0,008	0,008

Geen van de monsters (afloop NBT, filtraat AKF) heeft een toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. Er is dan ook geen risico op optreden van acute effecten. De waterkwaliteit van afloop nabezinktank heeft geen verwaarloosbaar effect. Het filtraat actievekoolfiltratie heeft in twee van de zeven monsters een verwaarloosbaar effect.

Het filtraat actievekoolfiltratie heeft op één monster na een lagere toxiciteit dan de afloop nabezinktank. Het is dan ook niet mogelijk om een verzadiging van de actieve kool met toxiciteit in de tijd te definiëren.

DAPHNIA

In tabel 7.15 zijn de resultaten van de toxiciteit voor Daphnia gepresenteerd. De monsters zijn per bedvolume (afgeleide van tijd) geclusterd.

TABEL 7.15 RWZI BIEST-HOUTAKKER - OVERZICHT VAN DE RESULTATEN VAN DE IMMOBILITEITSTEST MET *DAPHNIA MAGNA*, IN DE WITTE RIJEN IS HET AFLOOP NBT GEGEVEN EN IN DE GRIJZE RIJEN HET FILTRAAT AKF DEMO

Daphnia		Resultaten gebaseerd op concentratiefactor		Resultaten uitgedrukt als Toxic Units	
Bed volume		24 uur	48 uur	24 uur	48 uur
m ³ /m ³	Monster	EC ₅₀	EC ₅₀	TU	TU
900	Afloop NBT	<33,0	<33,0	>0,030	>0,030#
	Filtraat AKF DEMO	661,8	518,15	0,002	0,002#
1.900	Afloop NBT	<33,2	<33,2	>0,030	>0,030#
	Filtraat AKF DEMO	214,8	189,6	0,005	0,005#
3.900	Afloop NBT	61,0	59,1	0,016	0,017
	Filtraat AKF DEMO	184,9	170,4	0,005	0,006
5.400	Afloop NBT	326,3	101,1	0,003	0,010
	Filtraat AKF DEMO	116,6	43,3	0,009	0,023
6.300	Afloop NBT	162,5	57,6	0,006	0,017
	Filtraat AKF DEMO	347,0	115,6	0,003	0,009
10.560	Afloop NBT	153,0	66,9	0,007	0,015
	Filtraat AKF DEMO	312,3	336,7	0,003	0,003
12.370	Afloop NBT	171,6	64,2	0,006	0,016
	Filtraat AKF DEMO	340,6	86,1	0,003	0,012

Resultaten minder betrouwbaar, te gevoelig voor referentie toxicant

De monsters van afloop nabezinktank bij 900 en 1.900 bedvolumina hebben een EC₅₀ < 33. Het is echter niet vastgesteld of er een chronisch effect kan optreden. De overige monsters (afloop NBT, filtraat AKF) hebben geen toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. Er is dan ook geen risico op optreden van acute effecten. De waterkwaliteit van afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie vertoont in de meeste gevallen geen verwaarloosbaar effect.

Het filtraat actievekoolfiltratie is in vijf van de zeven metingen minder toxisch dan het afloop nabezinktank. Het is dan ook niet mogelijk om een verzadiging van de actieve kool met toxiciteit in de tijd te definiëren.

8

RESULTATEN PILOT RWZI NIJMEGEN

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het de pilotinstallatie op afloop zandfilter te Nijmegen beschreven.

8.1 BEDRIJFSVOERING

8.1.1 LOOPTIJD FILTRATIE

De troebelheid van de afloop zandfilter is laag en varieert veelal tussen de 1 en 3 NTU. Dit vertaalt zich in een geringe drukopbouw gedurende filtratie van 0,15 - 0,35 bar. Het debiet varieert tussen de 0,75 en 1,2 m³/h. De drukopbouw en het debiet zijn weergegeven in bijlage 6.

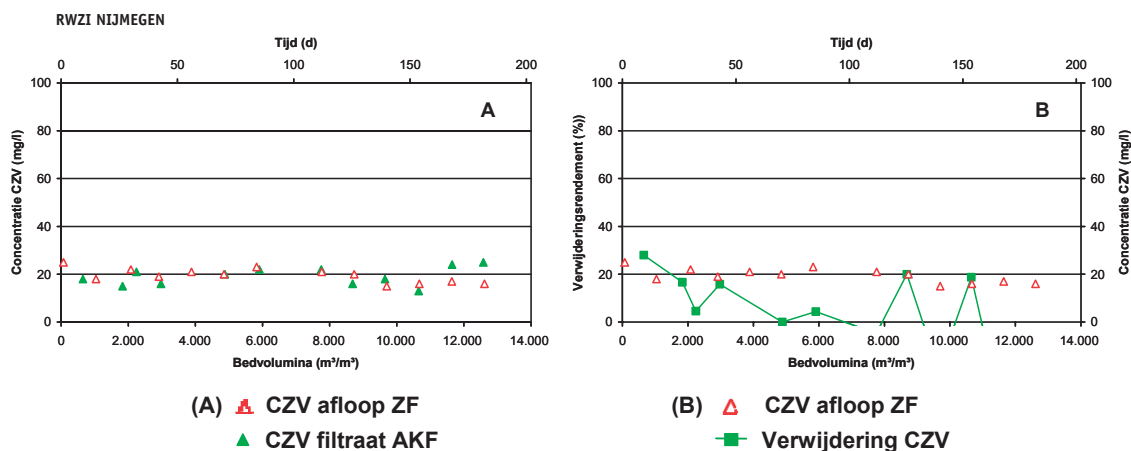
8.2 WATERKWALITEIT

8.2.1 ALGEMENE WATERKWALITEITSPARAMETERS PILOTONDERZOEK

CZV, stikstof en zwevende stof

In figuur 8.1 zijn de resultaten met betrekking tot CZV verwijdering weergegeven.

FIGUUR 8.1



Het CZV gehalte in het filtraat is tot circa 2.000 bedvolumina (ongeveer twee maanden) bedrijfsvoering lager dan in de afloop zandfilter. Echter daarna wordt CZV niet meer verwijderd. Vanaf 10.000 bedvolumina is de CZV in het filtraat hoger dan in het afloop zandfilter. Er treedt dan nalevering op. Het gemiddelde rendement voor CZV gedurende de zeven maanden bedraagt 2%.

In figuur 8.1 en tabel 8.1 is het verloop van de CZV en de concentraties van stikstof en zwevende stof in afloop zandfilter en filtraat actiefekoolfilter gegeven.

TABEL 8.1 RWZI NIJMEGEN - CONCENTRATIES CZV, NUTRIËNTEN EN ZWEVENDE STOF

Parameter	Afloop ZF (mg/l)	Filtraat AKF (mg/l)	MTR-waarde (mg/l)	Rendement (%)
CZV	19,5	19,2	-	2
Nitraat-N	8,2	7,3	-	11
Ortho-P	0,34	0,34	-	2
P-totaal	0,5	0,4	0,15	9
Org opgeloste P	0,0	0,1	-	-27
Zwevende stof	1,0	1,0	-	0

In het filter wordt nitraat voor 11% verwijderd. P-totaal wordt met 9% verwijderd. Het ingaande zwevende stof gehalte is meestal al lager dan de rapportagegrens en er wordt dan ook geen verwijdering gemeten.

ZWARE METALEN

In tabel 8.2 zijn de gemiddelde concentraties aan koper, zink en nikkel gegeven van de afloop nabezinktank en filtraat van het actiefekoolfilter.

TABEL 8.2 RWZI NIJMEGEN - CONCENTRATIES ZWARE METALEN AFLOOP ZANDFILTER (ZF) EN ACTIEVEKOLFILTRATIE (AKF)

Parameter	afloop ZF (µg/l)	filtraat AKF (µg/l)	MTR-waarde (µg/l)	Rendement (%)
Koper	2,3	1,1	1,5	52
Zink	27	32	9,4	-19
Nikkel	7	7	5,1	0

Uit de tabel blijkt dat koper gemiddeld met 52% wordt verwijderd. Zink en nikkel worden niet verwijderd.

8.2.2 SPECIFIEKE WATERKWALITEITSPARAMETERS

De locatiespecifieke waterkwaliteitsparameters zijn voor rwzi Nijmegen geneesmiddelen en toxiciteit.

GENEESMIDDELEN

Voor de geneesmiddelen is geen MTR-waarde gevonden.

De geneesmiddelen 17- α -ethyniloestradiol, aminoantipyr, clofibrat, cyclofosfamide, dapson, fenazon, fenofibrat, fenoterol, lincomycine, monensin, estrone, oleandomycine, pentoxifylli, primidon, progesteron, propranolol, rixithromycine, spiramycine, sulfadimidine, tiamuline en trimethoprim zijn niet waargenomen. Coffeine en erythromycine zijn beide maar één keer gemeten in afloop zandfilter, in het filtraat actiefekoolfiltratie lag de waarde altijd onder of tegen de rapportagegrens.

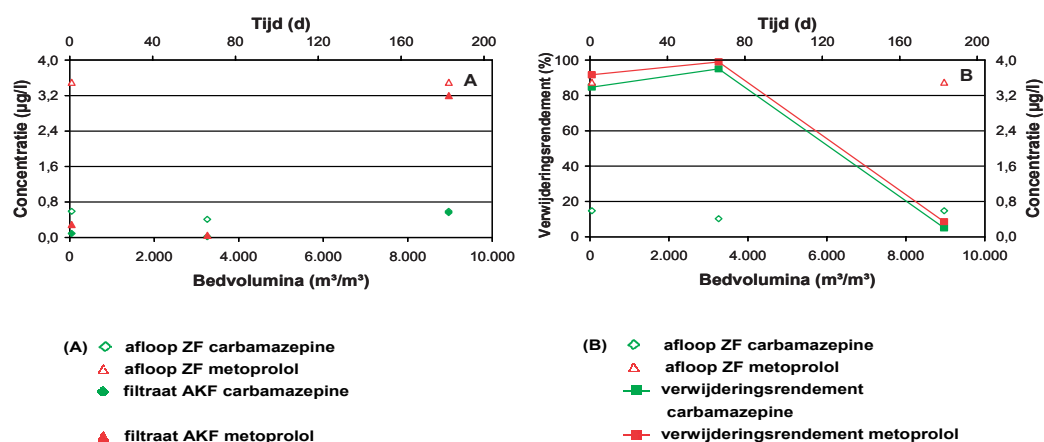
In tabel 8.3 zijn de rapportagegrens en het concentratiebereik in afloop zandfilter en filtraat actiefekoolfiltratie voor carbamazepine en metoprolol vermeld.

TABEL 8.3 RWZI NIJMEGEN - RAPPORTAGEGRENSEN, MTR EN CONCENTRATIEBEREIK AFLOOP ZANDFILTER EN FILTRAAT AKF VOOR CARBAMAZEPINE EN METOPROLOL GEDURENDE DE MEETPERIODE

Stof	Rapportagegrens ($\mu\text{g/l}$)	MTR ($\mu\text{g/l}$)	Concentratiebereik afloop Zandfilter ($\mu\text{g/l}$)	Concentratiebereik filtraat AKF ($\mu\text{g/l}$)
Carbamazepine	0,01	-	0,41 - 0,59	0,02 - 0,56
Metoprolol	0,01	-	3,5 - 4,8	0,05 - 0,32

In figuur 8.2 zijn de concentraties carbamazepine en metoprolol en het verwijderingsrendement weergegeven.

FIGUUR 8.2 RWZI NIJMEGEN



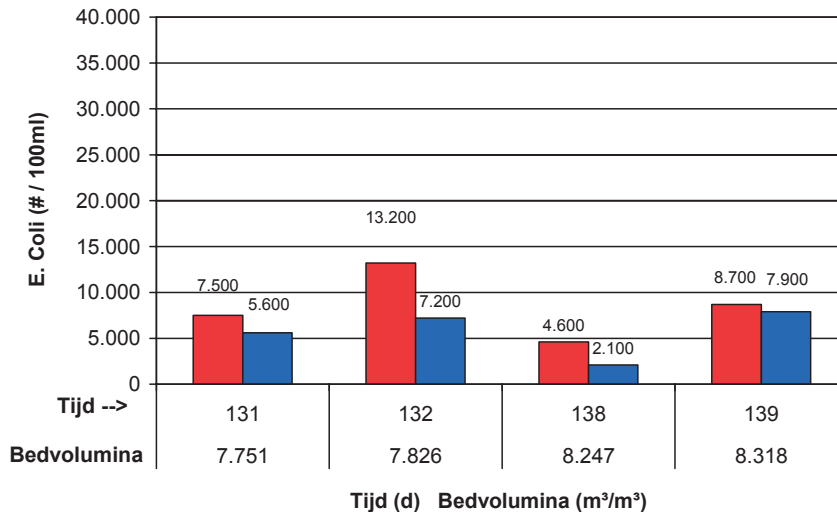
Carbamazepine wordt in de afloop zandfilter gemeten in het concentratiebereik van 0,41 - 0,59 $\mu\text{g/l}$. In het filtraat van het actiefekoolfilter wordt onder de rapportagegrens gemeten tot ongeveer 3.600 bedvolumina. Na 9.000 bedvolumina wordt carbamazepine nog maar verwijderd met een rendement van ongeveer 10%.

De concentratie metoprolol in afloop zandfilter varieert tussen de 3,5 - 4,8 $\mu\text{g/l}$. Het actiefekoolfilter verwijdert metoprolol tot circa 3.600 bedvolumina met een rendement tussen de 80 en 100%. Bij 9.000 bedvolumina is het rendement gedaald naar 10%.

E-COLI

In figuur 8.3 zijn de gemeten E-Coli concentraties gegeven van de afloop zandfilter en filtraat van het actievekoolfilter.

FIGUUR 8.3 RWZI NIJMEGEN - CONCENTRATIES E-COLI, RODE BALK IS CONCENTRATIE E-COLI IN AFLOOP ZF EN BLAUWE BALK IS CONCENTRATIE IN FILTRAAT AKF PILOT



De concentratie van E-coli in de afloop zandfiltratie varieert tussen de 4.600 en 13.200 E-coli per 100 ml. In het filtraat van het actievekoolfilter wordt een lagere E-Coli hoeveelheid aangetroffen, tussen de 2.100 en 7.900 E-coli per ml. Het gemiddelde verwijderingsrendement voor E-Coli is circa 34%.

Zandfilter

De afloop nabezinktank wordt eveneens behandeld door een zandfilter met als functie CZV verwijdering. Zowel het influent als het effluent van het zandfilter zijn geanalyseerd op geneesmiddelen.

De geneesmiddelen 17- α -ethyniloestradiol, aminoantipyr, clofibraat, cyclofosfamide, dapson, fenazon, fenofibraat, fenoterol, lincomycine, monensin, estrone, oleandomycine, pentoxifylli, primidon, progesteron, propranolol, rixithromycine, spiramycine, sulfadimidine, tiamuline en trimethoprim zijn niet waargenomen. Coffeïne en erythromycine zijn beide maar één keer betrouwbaar gemeten in zowel het influent als effluent van het zandfilter.

Carbamazepine en metoprolol zijn meerdere keren gemeten in het influent en effluent van het zandfilter. Het zandfilter laat geen duidelijk beeld zien met betrekking tot verwijdering van carbamazepine en metoprolol. In sommige gevallen verwijdert het zandfilter een gedeelte van het binnenkomende carbamazepine en metoprolol, in andere gevallen geeft het zandfilter extra carbamazepine en metoprolol af.

Toxiciteit aquatische organismen

In deze paragraaf zijn de resultaten van de Totaal Effluent Beoordeling analyses gegeven om de toxiciteit voor aquatische organismen vast te stellen. Met behulp van deze testen kan worden aangetoond in hoeverre de afloop zandfilter al dan niet toxischer wordt na behandeling met actievekoolfiltratie.

Daarnaast kunnen de resultaten worden vergeleken met gemeten waarden in oppervlaktewater. Er zijn drie indicator organismen gebruikt om de toxiciteit vast te stellen: alg, Microtox (bacterie), en Daphnia (watervlooi).

MICROTOX

In tabel 8.4 zijn de resultaten van de toxiciteit voor Microtox gepresenteerd.

TABEL 8.4 RWZI NIJMEGEN - OVERZICHT VAN DE RESULTATEN VAN DE MICROTOX BASIC TEST. IN DE WITTE RIJEN IS HET AFLOOP ZANDFILTER GEGEVEN, IN DE GRIJZE RIJEN HET FILTRAAT AKF PILOT EN IN DE BLAUWE RIJ DE WAARDE IN HET MAAS-WAAL KANAAL

Microtox		Resultaten gebaseerd op concentratiefactor			Resultaten uitgedrukt als Toxic Units		
Bed Vol	Monster	5 min	15 min	30 min	5 min	15 min	30 min
m ³ /m ³		EC ₅₀ ^f	EC ₅₀ ^f	EC ₅₀ ^f	TU	TU	TU
6.589	Afloop ZF	60,5	49,1	43,6	0,017	0,020	0,023
	Filtraat AKF PILOT	46,6	32,4	26,6	0,021	0,031	0,038
	A-watgang	44,0	37,2	37,4	0,023	0,027	0,027
	A-watgang	46,8	37,1	37,5	0,021	0,027	0,027

Geen van de monsters (afloop ZF, filtraat AKF pilot) heeft een toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. Er is dan ook geen risico op optreden van acute effecten. Echter het filtraat actievekoolfiltratie pilot heeft een hogere toxiciteit dan het afloop zandfilter en de waarde in de A-watgang. Het afloop ZF heeft een lagere toxiciteit dan de A-watgang.

ALG

In tabel 8.5 zijn de resultaten van de toxiciteit voor algen gepresenteerd.

TABEL 8.5 RWZI NIJMEGEN - OVERZICHT VAN DE RESULTATEN VAN DE ALGENGROEI REMMINGTEST. IN DE WITTE RIJEN IS HET AFLOOP ZANDFILTER GEGEVEN, IN DE GRIJZE RIJEN HET FILTRAAT AKF PILOT EN IN DE BLAUWE RIJ DE WAARDE IN HET MAAS-WAAL KANAAL

Alg		Resultaten gebaseerd op concentratiefactor		Resultaten uitgedrukt als Toxic Units	
Bed Volume		48 uur	72 uur	48 uur	72 uur
m ³ /m ³	Monster	EC ₅₀ ^f	EC ₅₀ ^f	TU	TU
3.256	Afloop ZF	81,5	76,7	0,012	0,013
	Filtraat AKF PILOT	62,1	63,4	0,016	0,016
	A-watgang	70,7	118,6	0,014	0,008
	A-watgang	117,7	127,4	0,008	0,008

Geen van de monsters (afloop ZF, filtraat AKF pilot) heeft een toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. Er is dan ook geen risico op optreden van acute effecten. Het filtraat actievekoolfiltratie pilot heeft een hogere toxiciteit dan het afloop zandfilter en de waarde in de A-watgang. Het afloop ZF heeft eveneens een hogere toxiciteit dan de A-watgang.

DAPHNIA

In tabel 8.6 zijn de resultaten van de toxiciteit voor Daphnia gepresenteerd.

TABEL 8.6 RWZI NIJMEGEN - OVERZICHT VAN DE RESULTATEN VAN DE ALGENGROEI REMMINGTEST. IN DE WITTE RIJEN IS HET AFLOOP ZANDFILTER GEGEVEN, IN DE GRIJZE RIJEN HET FILTRAAT AKF PILOT EN IN DE BLAUWE RIJ DE WAARDE IN HET MAAS-WAAL KANAAL

Daphnia		Resultaten gebaseerd op concentratiefactor		Resultaten uitgedrukt als Toxic Units	
Bed volume		24 uur	48 uur	24 uur	48 uur
m ³ /m ³	Monster	EC ₅₀ ^f	EC ₅₀ ^f	TU	TU
391	Afloop ZF	155,3	109,0	0,006	0,009#
	Filtraat AKF PILOT	59,7	58,9	0,017	0,017#
1.757	Afloop ZF	33,0	29,7	0,03	0,034
	Filtraat AKF PILOT	24,7	20,6	0,04	0,049
3.256	Afloop ZF	134,9	56,4	0,007	0,018
	Filtraat AKF PILOT	66,0	34,2	0,015	0,029
-	A-watgang	79,28	42,3	0,013	0,024
-	A-watgang	96,06	76,4	0,01	0,013

Resultaten minder betrouwbaar, te gevoelig voor referentie toxicant

Geen van de monsters (afloop ZF, filtraat AKF pilot) heeft een toxiciteit die indicatief is voor een chronisch effect. Er is dan ook geen risico op optreden van acute effecten. Het filtraat actievekoolfiltratie pilot heeft in alle drie de metingen een hogere toxiciteit dan het afloop zandfilter en de waarde in de A-watgang. Het afloop ZF heeft soms een hogere toxiciteit dan de A-watgang, maar soms ook een lagere toxiciteit.

9

EVALUATIE EN DISCUSSIE

De Kaderrichtlijn Water (KRW) stelt dat het oppervlaktewater in 2015 van ‘goede chemische en biologische kwaliteit’ moet zijn. Ondanks dat normen hiervoor nog niet zijn vastgesteld, zijn waterbeheerders geïnteresseerd in een verkenning naar de mogelijkheden om het rwzi-effluent verder te behandelen. De aandacht gaat hierbij uit naar chemische stoffen zoals nutriënten en organische microverontreinigingen waaronder bestrijdingsmiddelen, geneesmiddelen en hormoonverstorende stoffen. De biologische waterkwaliteit wordt gekarakteriseerd met behulp van bioassays.

Dit onderzoek is gericht op de toepasbaarheid van actievekoolfiltratie (AKF) voor nabehandeling van de afloop nabezinktank. Het onderzoek is op demonstratieschaal (circa 20 - 30 m³/h) en op pilotschaal (circa 1 m³/h) uitgevoerd. Het onderzoek is gedurende zeven maanden uitgevoerd op de locaties De Nieuwe Waterweg (Hoogheemraadschap van Delfland), Oijen (Waterschap Aa en Maas), Nijmegen (Waterschap Rivierenland) en Biest-Houtakker (Waterschap De Dommel). De effecten van zandfiltratie voorafgaand aan actievekoolfiltratie is beproefd op rwzi Nijmegen.

Doel van het onderzoek is het vaststellen van:

- de effectiviteit en efficiëntie van actievekoolfiltratie voor verbetering van de waterkwaliteit van rwzi-effluent gericht op locatiespecifieke microverontreinigingen (doelstoffen);
- de technische en financiële aspecten voor toepassing van actievekoolfiltratie in een full-scale installatie.

9.1 WATERKWALITEIT

9.1.1 VERSNELDE KOLOMTESTEN

De versnelde kolomtesten geven een indicatie van de verwijdering van bepaalde doelstoffen als functie van de standtijd (aantal bedvolumina). De uitvoering is zodanig van opzet dat in korte tijd een doorbraakcurve wordt verkregen van doelstoffen in de afloop nabezinktank.

Voor rwzi De Nieuwe Waterweg zijn doorbraakcurven bepaald van carbendazim, methomyl en imidacloprid. Na circa 40.000 bedvolumina (circa anderhalf - twee jaar) is het indicatieve verwijderingsrendement van deze stoffen respectievelijk >80%, 30% en 25%. De waarde die aan deze rendementen kan worden toegekend, hangt sterk af van de eisen die aan de aanwezigheid van deze stoffen in het rwzi-effluent worden gesteld. In geval de MTR-waarde het regeneratiemoment van de actieve kool bepaalt, blijkt dat de kool voor carbendazim (MTR = 0,5 µg/l) na circa 38.000 bedvolumina moet worden geregenereerd. Voor methomyl en imidacloprid is dat na circa 25.000 resp. 5.000 bedvolumina. Vanwege de lage MTR-waarde voor imidacloprid (0,013 µg/l) – deze waarde ligt net boven de detectiegrens van de analysemethode – én de matige verwijdering van deze stof door actieve kool, mag imidacloprid als een probleemstof worden aangemerkt.

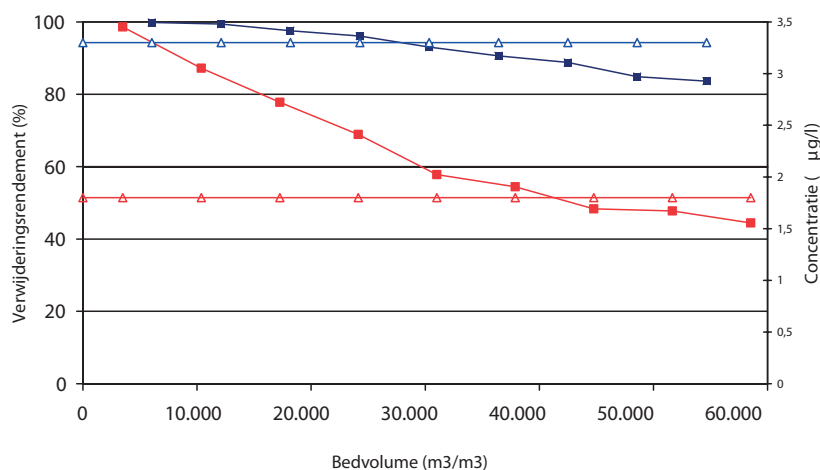
De versnelde kolomtest voor rwzi Oijen en rwzi Nijmegen zijn uitgevoerd met het geneesmiddel metoprolol. De toegepaste concentraties in afloop nabezinktank zijn 1,8 µg/l voor rwzi Oijen en 3,3 µg/l voor rwzi Nijmegen. In figuur 9.1 is de vergelijking van de doorbraakcurves voor beide locaties gegeven. Ondanks de tweemaal hogere toegevoegde vracht aan metoprolol voor rwzi Nijmegen is de standtijd langer dan voor rwzi Oijen.

De verklaring hiervoor zit waarschijnlijk in de mate waarin andere stoffen met de doelstoffen concurreren om de adsorptieplaatsen op de kool. De gemiddelde concentratie CZV is in afloop NBT op rwzi Oijen is ongeveer 1,5 maal hoger dan op rwzi Nijmegen. Bovendien blijkt CZV in het afloop NBT van rwzi Oijen door actievekoolfiltratie minder vergaand te worden verwijderd (zie tabel 9.1). De lagere concentratie CZV in afloop nabezinktank en de hogere verwijdering tijdens actievekoolfiltratie in het effluent van rwzi Nijmegen kan het gevolg zijn van de significant hogere watertemperatuur waardoor chemische en biologische processen sneller verlopen. Op rwzi Nijmegen is de temperatuur in de winter niet lager dan 15°C.

FIGUUR 9.1

DOORBRAAKCURVE VOOR METOPROLOL OP BASIS VAN ACT IN HET EFFLUENT VAN RWZI OIJEN EN NIJMEGEN.

INGAANDE CONCENTRATIE NIJMEGEN (△) EN OIJEN (△), VERWIJDERINGSRENDEMENT NIJMEGEN (■) EN OIJEN (■).



9.1.2 ALGEMENE WATERKWALITEITSPARAMETERS – CZV, ZWEVENDE STOF EN NUTRIËNTEN

In tabel 9.1 is een overzicht gegeven van de gemiddelde concentratie van de algemene parameters in afloop nabezinkt en filtraat actieve kool. In alle filters is het CZV initieel goed verwijderd. Na circa één à twee maanden (circa 3.000 bedvolumina) slaat CZV door en is het rendement afgenomen tot circa 20%. De verwijdering van CZV wordt dan waarschijnlijk gerealiseerd door filtratie en microbiologische omzetting in plaats van adsorptie. De verwijdering van CZV door filtratie is niet waargenomen in de pilot op afloop zandfilter, waarschijnlijk omdat filtreerbare CZV in het zandfilter achterblijft.

Organische stof, waaronder CZV, heeft een storend effect op de verwijdering van microverontreinigingen door preferent te adsorberen, waardoor de adsorptiecapaciteit wordt ingenomen en de standtijd wordt verkort (Hopman et al).

Zwevende stof wordt door het actievekoolfilter goed verwijderd. De concentratie in afloop nabezinktank is op de meeste rwzi relatief laag, tussen de 3 en 8 mg/l. Het actievekoolfilter verwijderde de zwevende stof tot een concentratie van 1-2 mg/l. De verwijdering van zwevende stof is nagenoeg vergelijkbaar met die van discontinue zandfilters.

Het blijkt dat actievekoolfiltratie niet de geschikte techniek is voor verlaging van N- en P-totaal. Beide parameters zijn tot maximaal 15% verwijderd, door filtratie van aan zwevende stof gebonden P en N. Op de rwzi De Nieuwe Waterweg en rwzi Biest-Houtakker vindt nitrificatie in de koolfilters plaats (16% resp. 57% toename in nitraat). Daarentegen neemt de nitraatconcentratie af in de koolfilters op de rwzi van Oijen en Nijmegen. De verwijdering van organische opgeloste P op rwzi Biest-Houtakker is initieel goed, maar na circa 1 maand treedt volledige verzadiging op.

TABEL 9.1 GEMIDDELDE CONCENTRATIES ALGEMENE WATERKWALITEITSPARAMETERS IN AFLOOP NABEZINKTANK EN FILTRAAT ACTIEVEKOOLFILTER VOOR DE RWZI DE NIEUWE WATERWEG, OIJEN, NIJMEGEN EN BIEST-HOUTAKKER GEDURENDE 7 MAANDEN

Parameter	Afloop NBT (mg/l)	Filtraat AKF (mg/l)	Verwijderingsrendement (%)
CZV			
De Nieuwe Waterweg	46,3	39,3	15
Oijen	36,8	31,6	14
Nijmegen	23,8	17,4	27
Biest-Houtakker	37,4	29,8	20
Zwevende Stof			
Oijen	4	2,5	37
Nijmegen	2,6	1,0	62
Biest-Houtakker	3,2	2,0	38
N-totaal			
De Nieuwe Waterweg	5,4	5,4	-
Oijen	5,3	4,7	12
Biest-Houtakker	7,6	6,9	9
P-totaal			
De Nieuwe Waterweg	2,6	2,7	-
Oijen	1,1	1,1	-
Nijmegen	0,8	0,7	12
Biest-Houtakker	0,6	0,5	15

9.1.3 ALGEMENE WATERKWALITEITSPARAMETERS - ZWARE METALEN

De onderzoeksresultaten tonen aan dat zware metalen zoals bijvoorbeeld nikkel en zink nauwelijks tot niet worden verwijderd met actieve kool. Koper vormt hierop alleen op rwzi Nijmegen een uitzondering. Op rwzi Nijmegen is voor koper een gemiddeld verwijderingsrendement behaald van 80%, bij vergelijkbare afloop NBT concentraties ten opzichte van andere rwzi.

Deze resultaten stemmen overeen met de resultaten van het onderzoek op rwzi Horstermeer (STOWA 2009-34), awzi Leiden Zuid-West (STOWA 2009-33) en rwzi Maasbommel (STOWA 2007-17).

TABEL 9.2

VERGELIJKING VERWIJDERINGSRENDEMENTEN ZWARE METALEN DOOR ACTIEVE KOOL OP NIJMEGEN, HORSTERMEER, LEIDEN ZUID-WEST EN MAASBOMMEL

	Nijmegen	Horstermeer	Leiden Zuid-West	Maasbommel
	%	%	%	%
Koper	0 - 80	0 - 53	0 - 20	66
Nikkel	0	0 - 20	0 - 20	66
Zink	0	0 - 30	0 - 20	0 - 20

9.1.4 SPECIFIEKE WATERKWALITEITSPARAMETERS - MICROVERONTREINIGINGEN

VERWIJDERING MICROVERONTREINIGINGEN DEMONSTRATIE-INSTALLATIE

De verwijderingsrendementen per stof per rwzi staan weergegeven in de tabellen 9.3. t/m 9.5. De rendementen zijn berekend uitgaande van sterk fluctuerende concentraties van de stoffen in het afloop nabezinktank water. Hierdoor kunnen onnauwkeurigheden in de gegeven rendementen zitten. Waar bekend zijn ook de MTR-waarde van de stoffen gegeven en is vermeld bij welk aantal bedvolumina de MTR-waarde is overschreden. De standtijd kan door de fluctuerende concentraties niet per stof worden uitgedrukt.

TABEL 9.3

VERWIJDERINGSRENDEMENT (%) EN CONCENTRAIES FILTRAAT VAN FENYLUREUMHERBICIDEN AAN EINDE MEETPERIODE. CONCENTRATIES IN ROOD ZIJN GEMETEN WAARDE DIE MTR-WAARDEE OVERSCHRIJDEN. DATA IN CELLEN GEMARKEERD MET * ZIJN GEBASEERD OP MINDER DAN HET MAXIMAAL AANTAL BEDVOLUMINA. - = NIET GEMETEN, BV = BEDVOLUMINA

Doelstof	MTR-waarde	Nieuwe Waterweg (14.500 BV, 190 d.)		Biest-Houtakker (10.500 BV, 165 d.)	
		verwijderings rendement	concentratie filtraat	verwijderings rendement	concentratie filtraat
	(µg/l)	(%)	(µg/l)	(%)	(µg/l)
Abamectine	0,000049	0 - 40	<0,06	-	-
Aldicarb-SO ₂	0,1	60 - 80	<0,05	-	-
Azoxystrobine	0,056	0 - 40	<0,05	-	-
Bitertanol	0,31	60 - 80	<0,15	-	-
Carbendazim	0,5	80 - 100	<0,08	-	-
Carbofuran	0,91	40 - 60	<0,03	-	-
Chloridazon	0,00004	0 - 40	<0,05	-	-
Cyprodinil	0,056	80 - 100	<0,01	-	-
Diethyltoluamide	0,05	60 - 80	<0,07	-	-
Diuron	0,43	60 - 80	<0,01	80 - 100 *	<0,01
DMST	-	60 - 80	<0,03	-	-
Fenhexamid	2,0	60 - 80	<0,09	-	-
Imazalil	0,87	40 - 60	<0,01	-	-
Imidacloprid	0,013	60 - 80	<0,41	-	-
Iprodion	0,5	40 - 60	<0,27	-	-
Isoproturon	0,32	0 - 40	<0,07	0 - 40 *	<0,04
Linuron	0,25	80 - 100	<0,04	80 - 100 *	<0,52
Methiocarb	0,016	40 - 60	<0,26	-	-
Pencycuron	2,70	-	-	60 - 80 *	<0,21
Pirimicarb	0,09	0 - 40	<0,47	-	-
Pymetrozine	0,5	60 - 80	<0,10	-	-

Actieve kool verwijdert de meeste fenylureumherbiciden voor meer dan 60% op De Nieuwe Waterweg gedurende een standtijd van 14.500 bedvolumina (190 dagen). Het rendement van 60% is voor onder meer isoproturon, abamectine, azoxystrobine en pirimicarb al na respectievelijk circa 35, 75, 100 en 130 dagen bereikt.

De concentraties in het filtraat van abamectine, chloridazon, diethyltoluamide, imidacloprid, methiocarb, linuron en pirimicarb zijn na verloop van tijd hoger dan de MTR-waarde. Actieve kool levert een belangrijke extra verwijdering van deze stoffen, maar is indien aan de MTR-waarde dient te worden voldaan, niet voldoende. Het wordt aanbevolen om stoffen met dergelijk lage MTR-waarde niet meer te gebruiken (toevoegen aan zwarte stoffenlijst).

Het verwijderingsrendement van diuron, isoproturon en linuron is voor rwzi Biest-Houtakker vergelijkbaar met die van De Nieuwe Waterweg.

TABEL 9.4

VERWIJDERINGSRENDEMENT (%) EN CONCENTRATIES N-METHYLCARBAMATEN VOOR BIEST-HOUTAKKER AAN EINDE MEETPERIODE. DATA IN CELLEN GEMARKEERD MET * ZIJN MINDER BETROUWBAAR VANWEGE INFLUENTCONCENTRATIES C_{in} DIE OP OF ROND DE DETECTIEGRENSEN LIGGEN. DATA IN CELLEN GEMARKEERD MET * ZIJN GEBASEERD OP MINDER DAN HET MAXIMAAL AANTAL BEDVOLUMINA. (BV = BEDVOLUMINA)

Doelstof	MTR-waarde ($\mu\text{g/l}$)	Biest-Houtakker (10.500 BV, 165 d.)	
		verwijderings rendement	concentratie filtraat
		(%)	($\mu\text{g/l}$)
DEET	0,11	60 – 80 *	<0,07
Dimethenamide	2	0 – 40 [†] *	<0,08
Ethofumesaat	6,4	80 – 100 *	<0,02

De verwijdering van de n-methylcarbamaten in het effluent van rwzi Biest-Houtakker varieert sterk per gemeten doelstof van 0 - 40% voor dimethenamide tot 80 - 100% voor ethofumesaat. De concentraties in het filtraat variëren van <0,01 tot 0,07 $\mu\text{g/l}$.

TABEL 9.5

VERWIJDERINGSRENDEMENT (%) EN CONCENTRATIES GENEESMIDDELEN PER RWZI AAN EINDE MEETPERIODE

Doelstof	Nieuwe Waterweg (14.500 BV, 190 d.)		Oijen (12.500 BV, 210 d)		Nijmegen (13.500 BV, 210 d.)		Biest-Houtakker (10.500 BV, 165 d.)	
	(%)	(µg/l)	(%)	(µg/l)	(%)	(µg/l)	(%)	(µg/l)
Carbamazepine	40 - 60	<0,25	0 - 40	<0,23	60 - 80	<0,47	40 - 60	<0,23
Clofibrinezuur	-	-	0 - 40	<0,05	-	-	-	-
Coffeïne	80 - 100	<0,03	0 - 40	<0,18	80 - 100	<0,12	60 - 80	<0,28
Diclofenac	-	-	0 - 40	<0,29	-	-	0 - 40	<0,37
Erythromycine	0 - 40	<0,13	0 - 40	<0,07	0 - 40	<0,05	-	-
Gemfibrozil	-	-	0 - 40	<0,54	-	-	0 - 40	<0,34
Ibuprofen	-	-	0 - 40	<0,15	-	-	0 - 40	<0,19
Ketoprofen	-	-	-	-	-	-	40 - 60	<0,07
Metoprolol	60 - 80	<0,59	60 - 80	<0,49	80 - 100	<4,6	80 - 100	<0,31
Nafcilline	-	-	-	-	-	-	-	-
Naproxen	-	-	0 - 40	<0,03	-	-	0 - 20	<0,17
Propanolol	-	-	-	-	80 - 100	<0,01	-	-
Sulfamethoxazole	-	-	0 - 40	<0,25	-	-	0 - 40	<0,42
Trimethoprim	60 - 80	<0,05	60 - 80	<0,04	80 - 100	<0,03	80 - 100	<0,02

Het rendement van verwijdering van geneesmiddelen in het afloop nabezinktank van de onderzochte rwzi varieert sterk per geneesmiddel, maar het beeld is bij alle rwzi wel vrij consistent. Metoprolol, coffeïne, trimethoprim en propanolol worden in de meeste gevallen goed verwijderd over de gemeten periode. Erythromycine, diclofenac, gemfibrozil, ibuprofen, naproxen en sulfamethoxazole daarentegen breken al snel door. Op rwzi Oijen zijn lagere rendementen gehaald in vergelijking tot op de andere rwzi's. Vergelijkbare resultaten zijn behaald bij de productie van drinkwater.

De hormoonverstorende stoffen zijn op de rwzi Oijen in beperkte mate gedetecteerd. Het verwijderingsrendement van het actievekoolfilter bedraagt voor 17 α -ethynilestradiol bij 4.000 en 5.000 bedvolumina respectievelijk 75 en 90%. 17 β -estradiol is één keer gemeten waarbij het verwijderingsrendement 30% bedroeg bij 9.300 bedvolumina. Bisfenol-A is bij circa 8.900 bedvolumina met circa 70% verwijderd. Het verwijderingsrendement voor estriol bedraagt na 6.000 bedvolumina 60%. Het verwijderingsrendement bedraagt voor estron bij circa 3.500 bedvolumina ongeveer 35% en bij 4.500 bedvolumina 100%.

KRW LIJST EN LOG KOW

Tabel 9.6 toont welke van de in dit project onderzochte doelstoffen op de KRW-lijst staan en op welke rwzi deze zijn onderzocht. Deze tabel geeft tevens aan welke doelstoffen op alle locaties geanalyseerd werden. Deze zogenaamde indicatorstoffen bieden de mogelijkheid om de prestatie van actievekoolfiltratie te meten aan de hand van de effluentkwaliteit en condities per rwzi.

TABEL 9.6 VERWIJDERINGSRENDEMENT VAN DE STOFFEN (%) DIE OP ALLE LOCATIES ZIJN ONDERZOCHT (ORANJE CELLEN) EN OP DE KRW-LIJST (BLAUWE CELLEN) VOORKOMEN

Doelstof	Log K_{ow} *	Oplosbaarheid in water (mg/l)	Nieuwe Waterweg (14.500 BV)	Oijen (12.500 BV)	Nijmegen (13.500 BV)	Biest-Houtakker (10.500 BV)
Diuron	2,75	42	75			~ 90
Isoproturon	2,44	70	< 20			< 40
Chloridazon	0,76	3,6	< 20			
Carbamazepine	2,25	17,7	45	40	~ 60	50
Erythromycine	2,48	0,5	~20	0	< 40	
Ibuprofen	3,79	41,0		< 20		20
Sulfamethoxazole	0,48	3,9		< 20		< 20
17 α -ethinylestradiol	3,94	82,0		80		
Bisfenol-A	-	niet oplosbaar		70		
Estron	3,43	146,8		35 - 100		
Metoprolol	1,69	4,7	70	65	85	85
Coffeïne	0,16	2,6	95 (4.500)	0	~ 80	60
Trimethoprim	0,73	2,3	~ 80	70	85 (12.000)	90

* Let op: de Log K_{ow} is gehaald uit de Easypro stoffendatabase gebruikt. In andere bronnen kan een ander log K_{ow} worden vermeld.

De waarde voor de log K_{ow} is een indicatie voor de affiniteit van de stof voor de waterfase (hydrofiel, log K_{ow} > 1) of voor de organische fase (hydrofoob, log K_{ow} < 1). De relatie tussen log K_{ow} en oplosbaarheid in water is niet sluitend, maar in het algemeen geldt wel dat hoge oplosbaarheden overeenkomen met hoge log K_{ow} waarden.

Op basis van wateroplosbaarheid en log K_{ow} zou het verwijderingsrendement van actieve kool voor estron, 17 α -ethinylestradiol, isoproturon, diuron en ibuprofen matig tot slecht moeten zijn. Isoproturon (< 40%) en ibuprofen ($\leq$ 20%) worden inderdaad slecht verwijderd, maar het rendement voor diuron (75 - 90%) is goed. Een verwijdering van > 75% is gevonden voor de verwijdering van diuron op het effluent van rwzi Leiden Zuid-West.

De concentraties van estron en 17 α -ethinylestradiol in afloop nabezinktank (rwzi Oijen) lagen net boven de rapportagegrens waardoor het verwijderingsrendement onvoldoende nauwkeurig kon worden vastgesteld.

Vanwege de lage wateroplosbaarheid en lage K_{ow} zou het verwijderingsrendement van actieve kool voor erythromycine, coffeïne, trimethoprim en chloridazon hoog moeten zijn. Dit gaat op voor coffeïne, trimethoprim en chloridazon. Echter, erythromycine (antibioticum) werd op twee locaties (rwzi De Nieuwe Waterweg en rwzi Nijmegen) slecht verwijderd (0 - 40% na circa 200 dagen standtijd).

Erythromycine (KRW) blijkt in alle demonstratie-installaties matig tot slecht te worden verwijderd. Concentraties in afloop NBT variëren van < 0,01 – 0,18 μ g/l en zijn daarmee veel lager dan voor carbamazepine. Evenals van carbamazepine is voor erythromycine geen MTR-waarde bekend. In tegenstelling tot de andere stoffen blijkt erythromycine de relatie tussen wateroplosbaarheid en log K_{ow} niet te volgen.

Chloridazon is alleen op locatie De Nieuwe Waterweg onderzocht, maar staat op de KRW-lijst én heeft een zeer lage MTR-waarde (0,00004 µg/l). Deze MTR-waarde is veel lager dan de detectiegrens van 0,01 µg/l. Met gemeten concentraties in de afloop nabezinktank tot circa 0,04 µg/l is de concentratie ruim duizendmaal hoger dan de MTR-waarde. Op basis van twee meetwaarden in het effluent van het koolfilter op rwzi De Nieuwe Waterweg (max. 0,04 µg/l) blijkt chloridazon tijdens actievekoolfiltratie slecht te worden verwijderd. De kans is daarmee zeer groot dat de concentratie in de afloop nabezinktank en in het effluent van actievekoolfiltratie de MTR-norm ruimschoots overschrijden. Dat betekent dat de MTR-waarde als norm per definitie wordt overschreden als chloridazon in het water wordt aangetroffen. Hoe de waterschappen hiermee om dienen te gaan, kan op dit moment niet worden aangegeven, maar het roept wel vragen op. Het advies is om deze stof in de zwarte lijst op te nemen.

Sulfamethoxazole en metoprolol zijn qua wateroplosbaarheid vergelijkbaar (3,9 vs 4,7 mg/l). Dit geldt echter niet voor de log K_{ow} -waarde (0,48 vs. 1,69). Belangrijker is het grote verschil in verwijderingsrendement. Het verwijderingsrendement voor sulfamethoxazole is < 20% voor de rwzi Oijen en rwzi Biest-Houtakker (gemiddeld 50% op rwzi Leiden Zuid-west), terwijl metoprolol op alle locaties > 70% werd verwijderd aan het einde van de meetperiode (zeven maanden). Op rwzi Leiden Zuid-West bedroeg de gemiddelde verwijdering van metoprolol 75 – 88% na filtratie met actieve kool.

Concentraties van de KRW geprioriteerde doelstof carbamazepine in het afloop nabezinktank variëren van circa 0,4 µg/l tot circa 0,65 µg/l (De Nieuwe Waterweg, Oijen, Nijmegen). Uitschieter is Biest-Houtakker met concentraties tot 2,2 µg/l. Inzet van actievekoolfiltratie leidt tot gemiddeld 50% verwijdering van carbamazepine. Aangezien van carbamazepine geen MTR-waarde bekend is, kan niet worden vastgesteld of de concentratie aan carbamazepine afdoende met actievekoolfiltratie wordt verlaagd.

VERWIJDERINGSRENDEMENT DEMONSTRATIE-INSTALLATIE VERSUS VERSNELDE KOLOMTEST

Tabel 9.7 toont de verwijderingsrendementen voor carbendazim, imidacloprid en methomyl (rwzi De Nieuwe waterweg) en metoprolol (rwzi Oijen en rwzi Nijmegen) zoals gemeten in de praktijkproef en tijdens de versnelde kolomtest.

TABEL 9.7 VERWIJDERINGSRENDEMENT (%) GEMETEN IN DE DEMONSTRATIE-INSTALLATIE (DEMO) EN IN DE VERSNELDE KOLOM TEST (ACT)

Doelstof	De Nieuwe Waterweg (14.500 BV)		Oijen (12.500 BV)		Nijmegen (13.500 BV)	
	ACT	DEMO	ACT	DEMO	ACT	DEMO
Carbendazim	> 90	~ 80	–	–	–	–
Imidacloprid	65	70	–	–	–	–
Methomyl	60	–	–	–	–	–
Metoprolol	–	–	85	65	98	85

De verwijdering van carbendazim in het effluent van rwzi De Nieuwe Waterweg bedraagt na een standtijd van 14.500 bedvolumina in de demonstratie-installaties circa 80%. De resultaten van de ACT gaven een rendement van circa 90% aan voor carbendazim bij een gelijk aantal bedvolumina. Van imidacloprid wordt circa 70% verwijderd na 14.500 bedvolumina, terwijl in de ACT circa 65% werd gemeten.

De resultaten van de ACT voor de verwijdering van metoprolol in het effluent van rwzi Nijmegen is met 98% zeer hoog (13.500 bedvolumina). Bij een standtijd van 13.500 bedvolumina wordt in de demonstratie-installatie een verwijdering van circa 85% gemeten. In de ACT van Oijen wordt metoprolol bij 12.500 bedvolumina met 85% verwijderd. In de demonstratie-installatie bedraagt het rendement bij dat bedvolumina slechts 65%.

Na vergelijking met de resultaten van de demonstratie-installatie blijkt dat de ACT de werking van actievekoolfiltratie licht overschat. Naast een verschil in schaalgrootte spelen hier ook verschillen in testcondities (vrijwel constante condities in laboratorium voor ACT versus praktijkcondities voor de demonstratie installatie) en het verschil in influentconcentratie van de doelstoffen een rol. Tijdens de ACT werden de stoffen op een constant concentratieniveau gedoseerd, terwijl de influentconcentraties sterk fluctueerde tijdens de demonstratie-installatie.

9.1.5 SPECIFIEKE WATERKWALITEITSPARAMETERS – ER-CALUX EN AR-CALUX

ER-CALUX

Tijdens de onderzoeksperiode zijn grote verschillen gemeten in de waarde voor de ER-calux in de afloop nabezinktank. Hierdoor loopt de belasting van de koolfilters met hormoonverstorende stoffen sterk uiteen. Tabel 9.8 toont de concentraties van de ER-calux in afloop nabezinktank en het filtraat van de demonstratie-installaties. De drempelconcentratie van de ER-Calux waarbij menselijke risico's optreden bedraagt 7.000 pg EEQ/l. Uit de tabel blijkt dat deze concentratie in het afloop nabezinktank van de rwzi Oijen met een factor 10 - 350 keer wordt overschreden.

TABEL 9.8 ER-CALUX IN AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF OP DE RWZI DE NIEUWE WATERWEG, OIJEN, NIJMEGEN EN BIEST-HOUTAKKER. BIJ RWZI TUSSEN HAAKJES HET AANTAL MEETPUNTEN

Rwzi	ER-calux afloop NBT min – max (gem.) (pg EEQ/l)	ER-calux filtraat AKF min – max (gem.) (pg EEQ/l)	Verwijderingsrendement ER-calux (%)
De Nieuwe Waterweg (6)	1 – 3.600 (1.482)	0 – 63 (32)	> 95% tot 10.000 BV 47% bij 14.000 BV
Oijen (17)	371 – 2,5E6 (0,54E6)	74 – 1,5E6 (0,39E6) ¹	< 0 – 95%
Nijmegen (8)	110 – 4.200 (2083)	13 – 870 (212) ²	70 – 98%
Biest-Houtakker (6)	24 – 2.939 (716)	60 – 320 (168) ³	< 0 – 95%

¹ Bij vier van de 17 meetresultaten was de ER-calux van het filtraat AKF hoger dan ER-calux in afloop NBT.

² Meetresultaten waarvan de ER-calux in het filtraat AKF 50 – 100 maal hoger was dan in afloop NBT zijn niet meegenomen

³ Bij drie van de zes meetresultaten was de ER-calux van het filtraat AKF hoger dan ER-calux in afloop NBT.

Uit de meetresultaten met de demonstratie-installatie op rwzi De Nieuwe Waterweg blijkt dat de waarde voor de ER-calux effectief met actievekoolfiltratie wordt verlaagd. Echter, in de demonstratie-installaties op rwzi Nijmegen en rwzi Biest-Houtakker blijkt meerdere malen dat de ER-calux in het filtraat AKF hoger was dan in het ingaande water. Opvallend daarbij is dat na één of meerdere naleveringen weer verwijdering tot > 80% werd gemeten.

Uit de resultaten mag worden opgemaakt dat actievekoolfiltratie in staat is om de ER-calux vergaand te verlagen. De prestatie van het koolfilter hangt daarbij sterk af van de vracht (concentratie maal tijd) waarin de hormoonverstorende stoffen worden aangeboden. Nalevering vond op de demonstratie-installaties van de rwzi Oijen en rwzi Nijmegen plaats na respectievelijk circa 8.000 en 10.000 bedvolumina (5 - 6 maanden). Nalevering door de demonstratie-

installatie op locatie Biest-Houtakker vond plaats na circa 3.500 bedvolumina. Gedurende meetperiode heeft geen nalevering plaatsgevonden in de demonstratie-installatie op rwzi De Nieuwe Waterweg.

AR-CALUX

Tijdens de onderzoeksperiode is alleen met de demonstratie-installatie op rwzi Biest-Houtakker bemonsterd op AR-calux. Tabel 9.9 toont de concentraties van de AR-calux in afloop nabezinktank en het filtraat van de demonstratie-installatie.

TABEL 9.9 AR-CALUX IN AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF VOOR RWZI BIEST-HOUTAKKER. BIJ RWZI TUSSEN HAAKJES HET AANTAL MEETPUNTEN

Rwzi	AR-calux afloop NBT	AR-calux filtraat AKF	Verwijderingsrendement
	min – max (gem.) (ng DHT/L)	min – max (gem.) (ng DHT/L)	AR-calux (%)
Biest-Houtakker (6)	< 1,7 – 77 (14)	< 1,7 – 27 (5)	33 – 64

Van de zes analyseresultaten bleek de waarde voor de AR-calux vier maal onder de detectiegrens te liggen. Voor de andere resultaten werd een verwijderingsrendement van maximaal 64% gemeten. Stoffen die een sterke bijdrage aan de AR-calux leveren zijn dihydrotestosteron, testosteron en androstenedion. Deze stoffen karakteriseren zich door een hoge androgene activiteit.

9.1.6 SPECIFIEKE WATERKWALITEITSPARAMETERS - TOXICITEIT

Toxiciteitstesten op basis van de bioassays microtox, algen groeiremming en *Daphnia magna* acute immobiliteit werden uitgevoerd op afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie in de demonstratie-installatie op de rwzi Nijmegen en rwzi Biest-Houtakker. Tabel 9.10 geeft een overzicht van de resultaten aan het eind van de meetperiode. De toxic unit gradaties voor een bepaald effect zijn:

- verwaarloosbaar effect TU < 0,005
- niet verwaarloosbaar effect TU > 0,005
- chronisch effect TU > 0,05
- acuut effect TU > 0,5

TABEL 9.10 TOXICITEIT AFLOOP NBT EN FILTRAAT AKF OP NIJMEGEN EN BIEST-HOUTAKKER NA ZEVEN MAANDEN ONDERZOEK

Rwzi	Microtox Toxic Units				Alg Toxic Units				Daphnia Toxic Units			
	Blootstellingstijd				Blootstellingstijd				Blootstellingstijd			
	5 min		30 min		48 uur		72 uur		24 uur		48 uur	
	NBT	AKF	NBT	AKF	NBT	AKF	NBT	AKF	NBT	AKF	NBT	AKF
Nijmegen (13.650 BV)	0,017	0,011	0,025	0,012	0,008	0,007	0,008	0,007	0,012	0,012	0,044	0,018
Biest-Houtakker (12.370 BV)	0,017	0,023	0,025	0,028	0,017	0,008	0,018	0,008	0,006	0,003	0,016	0,012

Toxic Units (TU) = 1 / EC₁₅₀

BACTERIETEST (MICROTOX)

Een verwaarloosbaar risico op een toxisch effect ($TU < 0,005$) is in geen van de geanalyseerde monsters vastgesteld. Twee monsters van Biest-Houtakker geven een indicatie voor chronische toxiciteit gevonden, 1.900 en bij 5.400 bedvolumina. Bij 5.400 bedvolumina is de gemeten waarde in het filtraat AKF ruim tweemaal zo hoog als in afloop NBT. Ook aan het einde van de meetperiode op rwzi Biest-Houtakker (12.370 bedvolumina) is de waarde voor de toxic units bij alle blootstellingstijden hoger in het filtraat AKF dan in afloop NBT.

ALGEN GROEI REMMINGSTEST

Bij zes van de geanalyseerde monsters (tweemaal afloop NBT, viermaal filtraat AKF) is geen indicatie voor chronische effecten geconstateerd. Echter het risico voor een toxisch effect is niet verwaarloosbaar. De lozing van afloop nabezinktank kan een nadelig effect hebben voor algen in het oppervlaktewater. Toepassing van actievekoolfiltratie zal het effect verminderen.

DAPHNIA MAGNA ACUTE IMMOBILITEITSTEST

In totaal werden 39 monsters van afloop NBT en filtraat AKF genomen op de rwzi van Nijmegen en Biest-Houtakker. Bij 12 monsters (24 uur blootstellingstijd) en vier monsters (48 uur blootstelling) werd geen indicatie voor chronische toxiciteit gemeten ($EC_{50} > 20$, $TU < 0,005$). In geen van de monsters werd een indicatie voor chronische toxiciteit gevonden ($EC_{50} < 20$, $TU > 0,05$).

EVALUATIE TOXICITEITSTESTEN

Volgens de methode van Durand et al. (2009) is er een risico op optreden van chronische effecten indien voor één van de bioassays geldt: $EC_{50} < 20$ of $TU > 0,05$. In een aantal gevallen bij een verschillend aantal bedvolumina bleken de resultaten van de toxiciteitsmetingen in het filtraat AKF hoger te zijn dan in de afloop NBT. Bij 5.400 bedvolumina op rwzi Biest-Houtakker was dit het geval voor alle meetresultaten voor alle bioassays. Voor één van deze monsters (Microtox) betekende dit een indicatie van chronische toxiciteit.

9.1.7 BELEVING WATERKWALITEIT

Naast de chemische waterkwaliteit speelt de beleving van de kleur van het water ook een rol. Op de rwzi Oijen is met foto's het verschil in kleur tussen afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfiltratie vastgelegd in de tijd (na 2.670 en 9.500 bedvolumina). In figuur 8.12 zijn van links naar rechts watermonsters te zien van influent, afloop voorbezinktank (VBT), afloop nabezinktank, filtraat actievekoolfilter en ter vergelijking drinkwater. De kleur van deze monsters wordt van links naar rechts steeds helderder. De donkerste kleur is van het influent en de meest heldere van het drinkwater. Het afloop nabezinktankwater heeft een wat gelige kleur door humuszuren en organische stof. Door filtratie van afloop nabezinktank over actieve kool worden componenten die de kleur geven aan het water verwijderd. Het filtraat van het actievekoolfilter heeft dan ook een meer heldere kleur dan het afloop nabezinktank. Het filtraat actievekoolfilter is nog niet zo helder als drinkwater.

In figuur 9.3 waarin geen monster van afloop voorbezinktank is afgebeeld, is te zien dat na 9.500 bedvolumina het verschil in kleur tussen afloop nabezinktank en filtraat actievekoolfilter moeilijker te zien is in vergelijking met de verschillen na 2.670 bedvolumina.

FIGUUR 9.2

KLEUR VAN HET WATER, VAN LINKS NAAR RECHTS: INFLUENT, AFLOOP VBT, AFLOOP NBT, FILTRAAT AKF EN DRINKWATER OP RWZI OIJEN NA BEHANDELING VAN 2.670 BEDVOLUMINA



FIGUUR 9.3

KLEUR VAN HET WATER, VAN LINKS NAAR RECHTS: INFLUENT, AFLOOP NBT, FILTRAAT AKF EN DRINKWATER OP RWZI OIJEN NA BEHANDELING VAN 9.500 BEDVOLUMINA



9.1.8 EFFECT ZANDFILTRATIE OP PRESTATIE ACTIEVEKOOLFILTRATIE

In de testopzet op rwzi Nijmegen was parallel een pilot met een capaciteit van 1 m³/h geplaatst met een voorgeschakeld zandfilter. Tabel 9.11 toont de resultaten van de demonstratie-installatie en de pilotinstallatie inclusief zandfiltratie.

TABEL 9.11

VERGELIJKING AKF MET/ZONDER ZANDFILTRATIE

	CZV (% gemiddeld)	ZS (% gemiddeld)	Carbamazepine (% einde looptijd)	Metoprolol (% einde looptijd)	E-Coli (% gemiddeld)
DEMO	27	62	60 (14.000 BV)	>80 (13.500 BV)	63
ZF	20	62	< 20	< 20	68
Pilot	2	0	< 20 (9.000 BV)	<20 (9.000 BV)	34

Uit de resultaten blijkt dat de pilot na voorgeschakelde zandfiltratie op alle waterkwaliteitsparameters veel slechter presteert dan de demonstratie-installatie. Metoprolol werd in alle demonstratie-installaties > 80% verwijderd aan het einde van de looptijd. Met de ZF-AKF bedraagt de verwijdering van metoprolol < 20%. Ook de resultaten van de TEB-analyses laten dit beeld zien. In alle monsters geeft het filtraat van de pilot een hogere toxiciteit dan het afloop zandfilter.

CZV, zwevende stof en E-coli worden wél significant verwijderd door de voorgeschakelde zandfiltratie. Op basis van deze resultaten mag worden verwacht dat zandfiltratie een positief effect heeft op de prestatie van actievekoolfiltratie. Echter, de resultaten van dit onderzoek bevestigen dit niet.

9.2 AANDACHTSPUNTEN VOOR BEDRIJFSVOERING EN IMPLEMENTATIE

In het onderzoek is ervaring opgedaan met de toepassing van actievekoolfiltratie direct op afloop nabezinktank. Hierbij zijn door de beheerders een aantal aanbevelingen met betrekking tot de bedrijfsvoersaspecten gedaan.

9.2.1 AANDACHTSPUNTEN AANVOER

- Aanvoerproblemen, zoals geconstateerd op rwzi Biest-Houtakker, zullen bij een full-scale installatie niet tot problemen leiden, indien er gepompt wordt vanuit bijvoorbeeld een effluëntkelder. Bij een full-scale situatie zullen er beveiligingen (zoals zeven, voorfiltratie), danwel meer geschikte pompen gebruikt moeten worden om vervuiling van het filterbed door grove delen te voorkomen.
- In een full-scale installatie dient het aanvoer debiet gelijkmatig te worden verdeeld over de filter, waarbij een minimale contacttijd dient te worden gehanteerd. Hierdoor zijn de omstandigheden voor de adsorptie van stoffen optimaal. Gedurende een spoelperiode kan de contacttijd tijdelijk worden verlaagd.

9.2.2 AANDACHTSPUNTEN SPOELPROGRAMMA

- Het spoelwaterprogramma kan bij een constanter debiet verder worden geoptimaliseerd. De benodigde spoelfrequentie zal naar verwachting verlaagd kunnen worden naar één-maal in twee tot drie dagen.
- Algen groei in de spoelwaterbuffer is eenvoudig te voorkomen door de buffer af te dekken buffer of door het water elders vandaan te pompen waardoor er geen buffer nodig zal zijn.
- Het hoge vuilspoelwater debiet kan een knelpunt zijn voor directe terugvoer van spoelwater bij RWA. Een vuilspoelwaterbuffer kan hiervoor uitkomst bieden.
- In vergelijking tot actief slib zijn de bezinkeigenschappen van het spoelwater goed. Hieruit mag geconcludeerd worden dat het spoelwaterslib in de nabezinktank kan worden afgevangen. Het spoelwater kan dus, qua kwaliteit, zonder problemen in de hoofdzuivering worden teruggevoerd.

9.2.3 AANDACHTSPUNTEN TECHNISCHE INSTALLATIE

- De verwachte inspanning voor beheer is circa een halve dag per week ten behoeve van inspectie, onderhoud en monsternamen.
- De ontluchting is essentieel voor een goede bedrijfsvoering van het drukfilter. De ervaring leert dat de filtratieweerstand voor enorm toeneemt indien er lucht ophoopt in het filterbed. De ontluchting dient geautomatiseerd te worden in een full-scale toepassing om optimale filtratieomstandigheden te behouden.
- Voor de spoeling met lucht is een blower toegepast die handmatig diende te worden ontwaterd. Het is wenselijk om de ontwatering te automatiseren.
- Er dienen voorzieningen voor geluidsoverlast van de compressor te worden opgenomen.
- Het actievekoolfilter dient eenvoudig gevuld en geleegd te kunnen worden om een snelle opstart mogelijk te maken. Dit kan door een *aftappunt voor het actieve kool aan te brengen boven de doppenbodem, waardoor het actieve kool eruit gedrukt kan worden.*

- Bij vorst moest het pomphuis van de spoelpomp steeds ontwaterd worden. Bij een full-scale installatie zullen deze binnen geplaatst worden, waardoor er geen rekening met vorst gehouden hoeft te worden.

9.2.4 COMPLEXITEIT

Het systeem is door de beheerders van de rwzi Oijen, De Nieuwe Waterweg en Nijmegen niet als complex ervaren. De bedrijfsvoering te Biest-Houtakker was met name in het begin uitdagend vanwege de aanvoersituatie in Biest-Houtakker. Vaak had het met ontluchting, slechte aanvoer of vervuiling achter een klep te maken. Dit kon meteen vanuit de procesvariabelen op het display opgemaakt worden. Concluderend kan gesteld worden dat met name het oplossen van de aanvoerproblemen in Biest-Houtakker vrij complex was. De bedrijfsvoering van het actievekoolfilter is niet als complex ervaren.

9.2.5 VERLIES VAN ACTIEVE KOOL

Tijdens de bedrijfsvoering van de demonstratie-installaties is geconstateerd dat het niveau van de actieve kool in het filter is gedaald. In het begin van het onderzoek en nagenoeg op het einde is dit verlies gemeten. Het gemiddelde verlies van actieve kool bedroeg circa 12%. Het uitspoelen van de actieve kool wordt naar verwachting veroorzaakt door het spoelproces. Het actieve kool bed wordt dan geëxpandeerd, waardoor er kool met het vuile spoelwater kan worden afgevoerd. Op rwzi De Nieuwe Waterweg zijn in de vuilwaterbuffer actieve kooldeeltjes aangetroffen. Het verlies van kool tijdens een spoeling kan worden veroorzaakt doordat lucht het bezinkproces kan verstoren.

Verlies van actieve kool zal in een full-scale installatie in mindere mate optreden. Het spoelprogramma is dan vergaander geautomatiseerd. Door druk en niveaumetingen kan de uitspoeling van actieve kool worden voorkomen. In de kostenraming is het verlies van actieve kool daarom ook niet meegenomen. Eventueel kan in een full-scale toepassing een vuilspoelwatertank worden opgenomen, waarin de uitgespoelde actieve kool kan bezinken. Het bezonken actieve kool kan in principe worden hergebruikt.

9.3 KOSTENRAMING ACTIEVEKOOLFILTRATIE

De investeringskosten van de actievekoolfiltratie zijn bepaald met kostenkengetallen zoals gehanteerd in STOWA rapport KRW Verkenning rwzi. De kosten zijn bepaald voor een rwzi met een capaciteit van 20.000 i.e. en een capaciteit van 100.000 i.e. Het jaardebiet van deze installaties is respectievelijk 1.460.000 en 7.300.000 m³/j. De installatie is ontworpen om 1,5 x DWA te kunnen behandelen. De investeringskosten voor de installaties zijn respectievelijk € 1.480.000,- en € 2.680.000,- Een indruk van een full-scale installatie is gegeven in figuur 9.4.

FIGUUR 9.4

FOTO'S VAN FULL-SCALE INSTALLATIE IN AANBOUW OP RWZI SWINDON (UK), BRON NORIT ACTIVATED CARBON



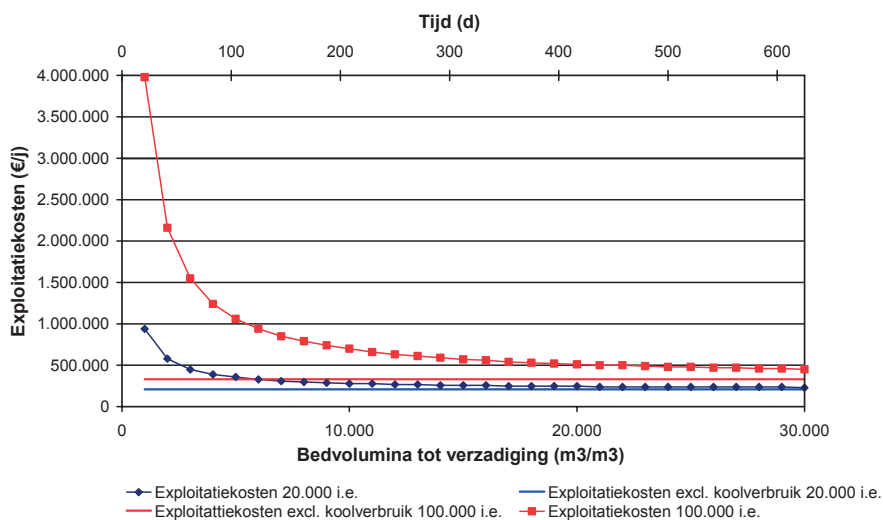
De gehanteerde uitgangspunten voor het omrekenen naar exploitatiekosten zijn:

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| • rentepercentage | 6% |
| • afschrijvingsmethodiek | annuïtair |
| • afschrijvingstermijnen | |
| • Civiel | 30 jaar |
| • Mechanisch/elektrisch | 15 jaar |
| • onderhoud | 1% van civiele investering |
| • onderhoud | 3% van M/E investering |
| • personeel | 50.000 € per mensjaar |
| • personeelgebruik | 1/10 FTE voor rwzi van 20.000 i.e. |
| • energieverbruik | 0,01 kWh/m ³ |
| • energie | 0,12 €/kWh |
| • kooltype | geregenereerde kool |
| • kool prijs | € 500/m ³ |
| • contacttijd | > 20 min |

Het gemeten energieverbruik van de demonstratie-installatie op rwzi Biest-Houtakker bedraagt circa 0,01 - 0,03 kWh/m³. In een full-scale installatie zal de configuratie van het systeem (opvoerhoogte, aantal pompfasen) sterk bepalend zijn voor het energieverbruik en waarschijnlijk energetischer kunnen worden ingericht. Daarom is van de laagste meetwaarde uitgegaan in de berekening van de exploitatiekosten.

In figuur 9.5 is het verloop afgebeeld van de exploitatiekosten versus het moment van verzadiging uitgedrukt in bedvolumina (m³/m³) en de tijd (d). Hieruit blijkt dat de exploitatiekosten aanzienlijk dalen indien er een hoog aantal bedvolumina, meer dan 10.000 m³/m³ (208 dagen), kan worden bereikt. De exploitatiekosten bij 10.000 bedvolumina m³/m³ bedragen voor 20.000 en 100.000 i.e. respectievelijk € 363.000 en € 705.000 per jaar.

FIGUUR 9.5 EXPLOITATIEKOSTEN ACTIEVEKOOLFILTRATIE OP INSTALLATIE VAN 20.000 EN 100.000 I.E.

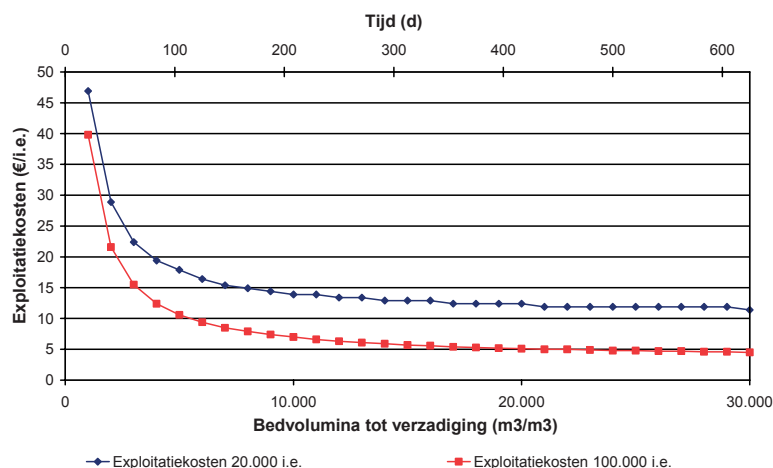


De exploitatiekosten zijn in figuur 9.6 ook uitgedrukt in € per i.e. De exploitatiekosten bij 10.000 bedvolumina m³/m³ bedragen voor 20.000 en 100.000 i.e. respectievelijk € 14,- en € 17,- per i.e. per jaar. In zijn algemeenheid zijn de exploitatiekosten voor het zuiveren van afvalwater zonder nabehandeling installatie circa € 25 - 30 per i.e. De zuiveringslasten nemen door toepassing van actievekoolfiltratie direct achter de nabezinktank met 47 - 56% (20.000 i.e.) en met 23 - 28% (100.000 i.e.) toe indien bij 10.000 bedvolumina wordt gerege-nereerd.

Uit het onderzoek is gebleken dat voorbehandeling van afloop nabezinktank met behulp van vlokingsfiltratie niet noodzakelijk is. Actievekoolfiltratie kan eenvoudig direct achter de nabezinktank worden toegepast. De exploitatiekosten voor de verwijdering van organische microverontreinigingen nemen hierdoor in vergelijking met de exploitatiekosten genoemd in STOWA 2005-08 met circa 40% af (waarbij actievekoolfiltratie in combinatie met zandfiltratie is beschreven).

FIGUUR 9.6

EXPLOITATIEKOSTEN PER I.E. VAN ACTIEVEKOOLFILTRATIE OP INSTALLATIE VAN 20.000 EN 100.000 I.E.



RESULTATEN DEMONSTRATIEONDERZOEK IN RELATIE TOT DE EXPLOITATIEKOSTEN

Momenteel is niet bekend op basis van welk criterium het actieve kool dient te worden gere-geneereerd. Het kan zijn dat slechts één locatiespecifieke stof bepalend is, maar er kan ook worden gekeken naar de verwijdering van een groep stoffen. Daarnaast zijn er voor veel stof-fen nog geen normen voor het effluent van een rwzi opgesteld. Indien in de toekomst de door-slag van één stof bepalend is, dient het moment van doorslag (overschrijding van de norm) vastgesteld te worden. Om meer grip te krijgen op deze onzekerheden zijn voor verschillende microverontreinigingen de standtijd bepaald indien 25, 50 en 75% van de ingaande concen-tratie wordt verwijderd.

In tabel 9.12, 9.13 en 9.14 zijn per locatie de exploitatiekosten per i.e. gepresenteerd voor het verwijderen van de microverontreinigingen. De exploitatiekosten voor de verwijdering van carbamazepine op de rwzi De Nieuwe Waterweg bedragen 5, 6 en 8 €/i.e. (rwzi van 100.000 i.e.) bij een standtijd waarbij respectievelijk 25, 50 en 75% van de ingaande concentratie wordt verwijderd. De exploitatiekosten voor de verwijdering van metoprolol op Biest-Houtakker bedragen circa 6, 6 en 7 €/i.e. (rwzi van 100.000 i.e.). De hoogste exploitatiekosten worden gemaakt indien de verwijdering van isoproturon de standtijd bepaald.

TABEL 9.12 EXPLOITATIEKOSTEN (€/I.E.J) INDIEN REGENERATIE PLAATSVINDT ALS 25% VAN INGAANDE CONCENTRATIE WORDT VERWIJDERD
(SCHAALGROOTTE 20.000 EN 100.000 I.E.)

	De Nieuwe Waterweg		Oijen		Nijmegen		Biest-Houtakker	
	20.000	100.000	20.000	100.000	20.000	100.000	20.000	100.000
Diuron	-	-	-	-	-	-	-	-
Isoproturon	25	17	-	-	-	-	18	11
Chloridazon	14	7	-	-	-	-	-	-
Carbamazepine	13	5	13	6	12	5	13	6
Erythromycine	15	8	16	9	13	6	-	-
Ibuprofen	-	-	14	7	-	-	14	7
Sulfamethoxazole	-	-	16	9	-	-	14	7
Metoprolol	12	5	12	5	12	5	13	6
Coffeïne	-	-	14	7	-	-	14	6

TABEL 9.13 EXPLOITATIEKOSTEN (€/I.E.J) INDIEN REGENERATIE PLAATSVINDT ALS 50% VAN INGAANDE CONCENTRATIE WORDT VERWIJDERD
(SCHAALGROOTTE 20.000 EN 100.000 I.E.)

	De Nieuwe Waterweg		Oijen		Nijmegen		Biest-Houtakker	
	20.000	100.000	20.000	100.000	20.000	100.000	20.000	100.000
Diuron	-	-	-	-	-	-	-	-
Isoproturon	25	17	-	-	-	-	23	16
Chloridazon	14	7	-	-	-	-	-	-
Carbamazepine	13	6	14	7	13	6	14	7
Erythromycine	-	-	19	11	14	7	-	-
Ibuprofen	-	-	19	11	-	-	20	12
Sulfamethoxazole	-	-	20	12	-	-	21	13
Metoprolol	12	5	13	6	12	5	13	6
Coffeïne	-	-	15	8	-	-	14	7

TABEL 9.14 EXPLOITATIEKOSTEN (€/I.E.J) INDIEN REGENERATIE PLAATSVINDT ALS 75% VAN INGAANDE CONCENTRATIE WORDT VERWIJDERD
(SCHAALGROOTTE 20.000 EN 100.000 I.E.)

	De Nieuwe Waterweg		Oijen		Nijmegen		Biest-Houtakker	
	20.000	100.000	20.000	100.000	20.000	100.000	20.000	100.000
Diuron	13	6	-	-	-	-	-	-
Isoproturon	36	28	-	-	-	-	42	34
Chloridazon	14	7	-	-	-	-	-	-
Carbamazepine	15	8	16	9	13	6	16	9
Erythromycine	-	-	26	18	15	8	-	-
Ibuprofen	-	-	29	22	-	-	29	22
Sulfamethoxazole	-	-	23	16	-	-	26	19
Metoprolol	13	6	14	7	13	6	14	7
Coffeïne	-	-	17	10	13	6	14	7

9.4 ANALYSE ACTIEVE KOOL NA GEBRUIK

De gebruikte actieve kool is na zeven maanden door Norit onderzocht. Hierbij zijn tussen de verschillende locaties geen noemenswaardige verschillen aangetoond. In zijn algemeenheid kan uit de analyse worden geconstateerd dat:

- het actieve kool nog niet volledig verzadigd is;
- de kwaliteit van de actieve kool geschikt is voor regeneratie;
- het aandeel geadsorbeerde metaalionen (Fe, Mg, Zn, Ca, Al, Na, Cd, K) is niet abnormaal en niet problematisch voor regeneratie;
- de uniformiteit van de deeltjesgrootteverdeling aan het einde van de proefperiode overeen komt met de uniformiteit van de geleverde kool aan het begin. Een mogelijke conclusie kan zijn dat de actieve kool niet wordt beschadigd door afschuifspanningen en schuureffecten in het filter bed.

Echter is gedurende de proef een bepaalde hoeveelheid van de actieve kool uitgespoeld. De verdeling van de uitgespoelde actieve kool is niet bepaald, waardoor niet gesteld kan worden of de uitgespoelde fractie bestond uit relatief kleine deeltjes die gevormd zijn door afschuifspanningen en schuureffecten.

FIGUUR 9.7

VULLEN VAN ACTIEVEKOOLFILTERS IN FULL-SCALE TOEPASSING, BRON NORIT ACTIVATED CARBON



10

CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

10.1 CONCLUSIES

THEMA WATERKWALITEIT:

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat actievekoolfiltratie een verbetering van de waterkwaliteit teweeg brengt. Hierdoor neemt de concentratie van organische microverontreinigingen, zoals herbiciden, pesticiden, hormonen en medicijnen af. Daarnaast resulteert dit in een betere “biologische” kwaliteit. Het filtraat van het actievekoolfilter heeft een lagere toxiciteit en hormonale activiteit dan het afloop van de nabezinktank. Actieve kool heeft echter een stofspecifieke verwijderingscapaciteit. Hierdoor worden sommige stoffen na verloop van tijd in mindere mate verwijderd dan andere stoffen.

- De concentratie CZV in de afloop nabezinktank heeft een bereik van 5 - 50 mg/l. Door toepassing van actievekoolfiltratie neemt de concentratie van CZV af. Initieel is de verwijdering goed, circa 80 - 100%. Maar na ongeveer 3.000 bedvolumina (2-3 maanden) is de actieve kool nagenoeg verzadigd. De resterende CZV verwijdering van ongeveer 0 - 20% wordt verkregen door filtratie (verwijdering zwevende stof) en microbiologische omzetting in plaats van adsorptie.
- De concentratie N-totaal in de afloop nabezinktank varieert tussen de 5 en 15 mg/l. De stikstofverwijdering in de filters is laag, circa 0 - 12%. Afhankelijk van specifieke omstandigheden treedt soms nitrificatie of denitrificatie op.
- De concentratie P-totaal in afloop nabezinktank varieert tussen de 0,6 en 2,6 mg/l. het verwijderingsrendement is voor de vier locaties niet consistent. Op De Nieuwe Waterweg en Oijen wordt P-totaal helemaal niet verwijderd. Op Biest-Houtakker en Nijmegen is de verwijdering circa 10% door filtratie.
- De concentratie opgeloste organische fosfaat in afloop nabezinktank van Biest-Houtakker varieerde tussen de 0,05 en 1,35 mg/l. Het aandeel van organische opgeloste fosfaat in het P-totaal is hoog. Het actieve kool is na circa één maand (1.900 bedvolumina) verzadigd voor het organisch opgeloste fosfaat. Na verloop van tijd treedt desorptie op en is de concentratie in het filtraat actievekoolfilter hoger dan de concentratie in afloop nabezinktank.
- Zwevende stof in de afloop nabezinktank heeft een concentratie van 2 tot 10 mg/l. Het actievekoolfilter laat een wisselend beeld zien op de locaties. De verwijdering is circa 40 - 60% door filtratie.

- Zware metalen worden niet goed verwijderd door het actievekoolfilter. De metalen zijn waarschijnlijk niet complex gebonden. Op de rwzi Nijmegen wordt koper wel goed verwijderd, een relatie met de verwijdering van zwevende stof is goed mogelijk.
- De concentraties van de geneesmiddelen zijn voor de meeste stoffen circa $< 0,01 - 0,2 \mu\text{g/l}$. Stoffen die in hogere concentraties zijn gemeten, zijn metoprolol, ibuprofen, carbamazepine, coffeïne en sulfamethoxazole. De gemeten geneesmiddelen worden veelal goed verwijderd door actievekoolfiltratie. In veel gevallen nadert de concentratie in het filtraat de concentratie in afloop nabezinktank na 9.000 á 12.000 BV verzadigd (verwijdering nog maar rond de 20%). Stoffen met langere standtijd zijn metoprolol, coffeïne en carbamazepine.
- De toxiciteit van de afloop nabezinktank is voor de organismen alg, microtox en daphnia niet als acuut toxisch gekarakteriseerd. De toxiciteit is in sommige gevallen als mogelijk chronisch gekarakteriseerd. Door toepassing van actievekoolfiltratie neemt over het algemeen de toxiciteit fors af. Hiermee wordt een duidelijke verbetering van de waterkwaliteit bereikt. Maar het beeld is niet consistent. In sommige gevallen is het filtraat actievekoolfilter toxischer dan afloop nabezinktank.
- De concentratie aan hormoonverstorende stoffen is niet goed vastgesteld. Op de rwzi Biest-Houtakker zijn geen hormonen gemeten in afloop nabezinktank. Op de rwzi Oijen zijn hormonen beperkt gemeten. De reden hiervoor is de verstoring van de afvalwatermatrix op de analysemethodiek. Indien hormoonverstorende stoffen zijn gemeten in afloop nabezinktank is een goede verwijdering gevonden door actievekoolfiltratie. Echter een duidelijk beeld van verzadiging is niet vastgesteld. De bioassay ER-calux (maat voor estrogene activiteit) geeft een wisselend beeld per locatie.

Op de rwzi Oijen is de ER-Calux in afloop nabezinktank soms erg hoog $0,05 - 2,5 \text{ mg EEQ/l}$. Op de overige locaties is de ER-Calux circa $< 0,001 - 0,005 \text{ mg EEQ/l}$. De verwijdering door actievekoolfiltratie is aanzienlijk, veelal $> 80\%$. Er is echter geen consistent beeld verkregen, omdat in een aantal metingen de ER-Calux van het filtraat hoger is dan afloop nabezinktank. Na circa 8.000 bedvolumina lijkt de verwijdering af te nemen.

De AR-Calux (maat voor androgene activiteit) is beperkt aangetroffen boven de detectiegrens, de waargenomen verwijdering bedraagt maximaal 64%.

- De concentraties aan herbiciden en pesticiden in afloop nabezinktank variëren tussen de $< 0,01$ en $3,6 \mu\text{g/l}$. De concentraties op De Nieuwe Waterweg zijn veel hoger dan op Biest-Houtakker. Stoffen met hoge concentraties op De Nieuwe Waterweg zijn imidacloprid (tot $3,6 \mu\text{g/l}$), iprodion (tot $0,92 \mu\text{g/l}$), methiocarb (tot $1,5 \mu\text{g/l}$), pirimicarb (tot $0,81 \mu\text{g/l}$) en pymetrozine (tot $0,69 \mu\text{g/l}$). De verwijdering van deze stoffen na 14.000 bedvolumina (circa 6 maanden) is respectievelijk 75, 50, 50, 10 en 60%. De gemeten herbiciden en pesticiden worden veelal goed verwijderd door het actievekoolfilter.

De concentratie isoproturon neemt in filtraat van het actievekoolfilter relatief snel toe. Er wordt nog maar 20% verwijderd bij 6.000 bedvolumina (De Nieuwe Waterweg) en 5.000 bedvolumina (Biest-Houtakker). Een aantal carbamaten wordt initieel goed verwijderd. Maar na circa 12.000 - 15.000 bedvolumina is de verwijdering nihil. Carbamaten zoals aldicarb SO_2 , bitertanol, chloridazon, erythromycine en imazalil laten geen duidelijk beeld zien.

- De verwijdering van E-coli is op de rwzi Nijmegen beproefd. De concentratie van E-coli in de afloop nabezinktank varieert tussen de 18.600 en 36.000 E-coli per 100 ml. In het filtraat van het actievekoolfilter wordt een lagere E-Coli hoeveelheid aangetroffen, tussen de 5.000 en 15.400 E-coli per ml. Het gemiddelde verwijderingsrendement voor E-Coli is circa 60% (logverwijdering <1).
- De standtijd van actieve kool is stofspecifiek. In het onderzoek is geen eenduidige relatie gevonden tussen de log Kow en oplosbaarheid in relatie tot adsorptie. De standtijd varieert veelal tussen de 5.000 tot meer dan 15.000 bedvolumina voor stoffen die (goed) verwijderd worden. Sommige stoffen zijn zeer slecht te verwijderen en kennen een standtijd < 2.000 bedvolumina.
- De voorschakeling van een discontinu zandfilter, met als functie CZV-verwijdering, zorgt niet voor een belangrijke prestatieverhoging van het actievekoolfilter.

THEMA BEDRIJFSVOERING:

- Uit het onderzoek is gebleken dat op drie van de vier locaties een spoelfrequentie van eenmaal per dag voldoende was. Op de rwzi Biest-Houtakker is het spoelprogramma geoptimaliseerd, waarbij een spoelfrequentie van eenmaal in de drie dagen ook tot een stabiele bedrijfsvoering heeft geleid.
- Het actievekoolfilter wordt door de bedrijfsvoerders niet als complex ervaren. De bediening en beheersmaatregelen zijn betrekkelijk eenvoudig. Op praktijkschaal dient het spoelprogramma en de ontluchting geautomatiseerd te worden.
- Het energieverbruik van demonstratie-installatie is circa 0,01 - 0,03 kWh/m³. Het energieverbruik bestaat uit pompenergie, besturing en de luchtspoeling. Op basis van de huidige inzichten en rekenmethodieken is het totale energieverbruik voor de productie en levering van verse actieve kool 56 kWh/kg. Het energieverbruik van gereactiveerde actieve kool is (inclusief 10% aanvullingskool en transporten) 11 kWh/kg.

THEMA IMPLEMENTATIE PRAKTIJSCHAAL EN EXPLOITATIEKOSTEN:

- De exploitatiekosten van actievekoolfiltratie zijn voor een installatie van 20.000 en 100.000 i.e. bij een standtijd van 10.000 bedvolumina respectievelijk € 7,- en €14,- per i.e. per jaar (STOWA rapport 2005-08). Door actievekoolfiltratie direct achter de nabezinktank toe te passen nemen de exploitatiekosten in vergelijking tot genoemde kosten in STOWA rapport 2005-08 met circa 40% af.
- De exploitatiekosten van actievekoolfiltratie voor verschillende stoffen bij een standtijd waarbij respectievelijk 25, 50 en 75% van de ingaande concentratie variëren van € 6,- per i.e. per jaar bij goed verwijderbare stoffen, zoals carbamazepine en metoprolol, bij grotere zuiveringen (100.000 i.e.) tot € 36,- per i.e. per jaar bij slecht verwijderbare stoffen, zoals isoproturon, bij kleinere zuiveringen (20.000 i.e.).

10.2 AANBEVELINGEN

TOEPASBAARHEID ACTIEVEKOOLFILTRATIE

Actievekoolfiltratie biedt geen complete oplossing voor het verbeteren van de kwaliteit van afloop nabezinktank. Indien op een rwzi zware metalen, N- en P-totaal dienen te worden verwijderd wordt aanbevolen om actievekoolfiltratie niet toe te passen. Voor de paramaters CZV en organisch opgeloste fosfaat kan actievekoolfiltratie worden ingezet. Echter zijn de standtijden laag (circa 1 - 2 maand) en als gevolg de exploitatiekosten hoog.

De technologie is met name geschikt voor de verwijdering van organische microverontreinigingen (herbiciden, pesticiden, geneesmiddelen en hormonen). Vanwege de hoge exploitatiekosten zijn er waarschijnlijk maar een paar rwzi's in Nederland waar actievekoolfiltratie een potentie heeft.

Indien een rwzi kampt met een hoge concentratie organische microverontreinigingen kan het volgende stappenplan worden doorlopen.

Stap 1 vaststellen probleem

In eerste instantie dient vastgesteld te worden in welke concentratiebereik de stof voorkomt en of hiermee de chemische en ecologische toestand van het ontvangende oppervlaktewater wordt bedreigd. Uit dit onderzoek blijkt namelijk dat de concentratie van dergelijke doelstoffen sterk kan variëren.

Stap 2 vaststellen bron

Achtereenvolgens dient te worden onderzocht welke bron en welk type (punt of diffuus) verantwoordelijk is voor de lozing van dergelijke stoffen.

Stap 3 vaststellen doelmatige aanpak

Daarna dient te worden vastgesteld welke maatregel het meest effectief en efficiënt is, een bronmaatregel of een maatregel op de rwzi. Een bronmaatregel kan zijn het niet meer of in mindere mate toepassen van een dergelijke stof.

Stap 3a inschatting standtijd

Indien wordt overwogen om een maatregel op de rwzi te nemen, kan met behulp van onder andere dit rapport een indruk worden verkregen van de standtijd van actievekoolfiltratie. Hierbij wordt opgemerkt dat het concentratiebereik van de microverontreiniging van de locatie enigszins overeen moet komen met de in dit rapport gemeten concentratiebereik. Als dit niet het geval is, kan met behulp van een versnelde kolomtest een grove indicatie worden verkregen van de standtijd. Let wel, in de praktijk wordt de standtijd hiermee enigszins overschat.

Stap 3b inschatting exploitatiekosten

Wanneer een inschatting is gemaakt van de standtijd, kunnen de exploitatiekosten van actievekoolfiltratie eenvoudig worden bepaald. De voorbehandeling van afloop nabezinktank met behulp van zandfiltratie is hierbij overbodig. De exploitatiekosten voor de verwijdering van organische microverontreinigingen nemen hierdoor in vergelijking met de exploitatiekosten genoemd in STOWA 2005-08 met circa 40% af. Op basis van de exploitatiekosten kan dan overwogen worden actievekoolfiltratie al dan niet toe te passen.

Nader onderzoek

- Het is onduidelijk waarom in sommige metingen de toxiciteit en ER-calux van het filtraat hoger is dan het afloop nabezinktank. Mogelijkerwijs wordt door desorptie van stoffen de filtraatkwaliteit soms negatief beïnvloed. Maar het zou ook een gevolg kunnen zijn van de transitie van stoffen in toxischere metabolieten. Met nader onderzoek zou vastgesteld kunnen worden welke oorzaken hieraan ten grondslag liggen.
- De exploitatiekosten van actievekoolfiltratie direct geschakeld achter de nabezinktank kunnen in bepaalde gevallen als hoog worden beschouwd. De vraag is of deze exploitatiekosten nog vergaander kunnen worden gereduceerd. Mogelijkerwijs kan de technologie in combinatie met oxidatie (ozon) worden ingezet. Hierdoor kan een breder spectrum aan organische microverontreinigingen worden verwijderd. En naar verwachting de standtijd worden verlengd. Of de gezamenlijke exploitatiekosten hierdoor afnemen dient te worden onderzocht.

11

LITERATUURLIJST

De gehanteerde literatuur is in onderstaande lijst opgenomen:

Besluit kwaliteitseisen en monitoring water (2009)

Blaise, C. & Vassuer, P. (2005) *Algal microplate toxicity test*. In: C. Blaise & J.F. Férards (eds.). Small-scale Freshwater Toxicity Investigations. Vol. 1 pp. 137-179.

Dikkenberg, J. van den. *Norit Activated Carbon develops new technology to meet the EU's 5th Water Framework Directive*.

Durand, A.M., Rotteveel, S., Collombon, M.T., Grinten, E. van der, Maas, J.L., Verweij, W. (2009) *Toxicity measurements in concentrated water samples. Evaluation and validation*. RIVM rapport 607013010/2009

Emke, E., Popovic, S., Puijker, L.M., Volz, J. (2007) *New pesticides – An analytical survey*.

Haverkamp, S., Jansen, H., Quist, W., Bijl, M. (2004) *Glastuinbouwrapportage – Gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater van het Hoogheemraadschap van Delfland 2001 – 2004*.

Heijman S.G.J., W.G. Siegers, R. Hopman, Relatief doorbraakmoment: een snelle indicatie van de adsorptie-eigenschappen van bestrijdingsmiddelen bij actieve-koolfiltratie, H2O, no. 23, 1998, p.40.

J. de Jonge, E.F. Beerendonk, G.F. Ijpelaar, *Behandeling met UV/H2O2 van effluent rwzi*, H2O, no. 2, 2010. p. 36.

Langeveld, J. & Betuw, W van (2006) OAS De Groote Lucht variantenstudie glastuinbouw, 9R9763.A0/R0003/Nijm.

Leendertse, P.C. & Boland, D. (2002) *Drinkwater en 'niet relevante' metaboliëten van bestrijdingsmiddelen*. Vereniging van Waterbedrijven in Nederland. Vewin rapport 2002/01/4217

Mill, G. van, Scheepens, M., Walet, P. (2004) *Monitoring AMvB Open Teelt en Veehouderij 2003 - Een monitoringsonderzoek ten noordoosten van Boekel naar de effecten van de AMvB Open Teelt en Veehouderij op de Zijpsche Molenloop*. Waterschap Aa en Maas.

Mill, M.J. van, Verhoeven, B.M., Rijs, G.B.J. (2005) Monitoring geneesmiddelen en oestrogenen 2005. RIZA

Peterson, H.G., Nyholm, N., Ruecker, N. (2005) *Algal microplate toxicity test suitable for heavy metals*. In: C. Blaise & J.F. Férards (eds.). Small-scale Freshwater Toxicity Investigations. Vol. 1 pp. 243-270.

Richtlijn 2006/135/EG van de Commissie van 11 december 2006

Schuttelaar & Partners (2005) *Schone bronnen, Nu en in de Toekomst – Uitvoeringsprogramma carbendazim*. Den Haag, 20 oktober 2005

Tennekes, H. (2009) *Insecticiden en de bijensterfte*. Presentatie universiteit Leiden, 11 juni 2009.

Verkoelen, M. (2004) *Evaluatie uitvoering lozingenbesluit open teelt en veehouderij door Waterschappen periode 2000-2003*. Notitie afdeling handhaving, 9 pp.

Verkoelen, M. (2004) *Notitie Voortgangsrapportage Project Actief Randenbeheer Brabant 2002 – 2005*. Afdeling Handhaving

Verschueren, K. *Handbook of environmental data on organic chemicals*, fourth edition.

Waterschap De Aa, Waterschap De Maaskant, GTD Oost-Brabant, Hoff Advies. (2004) *Project Tuinbouw & Waterkwaliteit - Eindrapportage 2000 t/m 2003*.

Waterschap Aa en Maas (2003) *Project tuinbouw en waterkwaliteit – Index Stoplichtenkaart*

Waterschap Aa en Maas (2004) *Project tuinbouw en waterkwaliteit – Resultaten 2000-2003*.

Zwemwaterrichtlijn (2006) *RICHTLIJN 2006/7/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD* van 15 februari 2006

STOWA RAPPORTEN

Derksen, A. & Weeren, B.J. van (2009) *Nieuwe stoffen in ons water. Wat weten we ervan? Wat moeten we ermee? Wat doen we ermee?* STOWA rapport 2009-07. STOWA, Utrecht, 12 pp.

Lahr, J. & Lange, M. de (2009) *Hormoonverstoring in oppervlaktewater; Waargenomen en veronderstelde effecten in de natuur*. STOWA rapport 2009-38. STOWA, Utrecht, 27 pp.

Kruit, J., van Betuw, W., Piron, J.P.H., Segers, J.G. (2007) *Praktijkonderzoek nabehandelingstechnieken – Effluentnabehandeling op de RWZI Maasbommel* STOWA rapport 2007-17. STOWA, Utrecht, 83pp.

Terwisscha van Scheltinga, S.C., van den Berg van Saparoeva, F.H., van Nieuwenhuijzen, A.F., den Elzen, J.J.M., Malsch, A., Wijk, R., Dijkma, W. (2009) *Verkenning actief-kooladsorptie en geavanceerde oxidatietechnieken – nageschakelde zuiveringstechnieken op de AWZI Leiden Zuid-West*. STOWA rapport 2009-33. STOWA, Utrecht, 147 pp.

Menkveld, H.W.H., Scherrenberg, S.M., Zijlstra, W., Postma, P., te Kloeze, A.M., de Dansschutter, J., van den Dikkenberg, J. (2009) *Pilotonderzoek RWZI Horstermeer – 1-STEP filter als effluentpolishingstechniek*. STOWA rapport 2009-34. STOWA, Utrecht, 143 pp.

De Jong, P., Kramer, J.F., Slotema, W.F., Third, K.A. (2005) *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*. STOWA rapport 2005-28. STOWA, Utrecht, 115 pp.

Petri, C.P., Derksen, A., Brouwer, H., de Bruin, L.M.M., Borger, A., Temmink, H., Remy, M., Geilvoet, S.P., Keijmel, Bentem, A.G.N., van den Berge, A.J.P., Nijman, N., Verkuijlen, J., Schyns, P.F.T., Durieux, F., Bach, S. (2006). *Onderzoek MBR Varsseveld*. STOWA rapport 2006-05. STOWA, Utrecht, 99 pp.

Gerbens, S. Bonnema, M., van der Werf, B., Schurer, J., Groendijk, L., de Vries, H., Sayed, S., Wolthek, N., Bult, B., Keegstra, R., van der Kooi, Keimpe, Groen, J.R., Brouwer, A., Bouw, J., Kieviet, T. (2007). *Ervaringen met een nageschakelde MBR op RWZI Leeuwarden*. STOWA rapport 2007-23. STOWA, Utrecht, 95 pp.

INTERNETSITES – NOVEMBER 2009

<http://www.helpdeskwater.nl>

<http://en.wikipedia.org/>

<http://nl.wikipedia.org/>

<http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/cyprodinil.pdf>

http://www.ctb.agro.nl/ctb_files/10319.doc

<http://www.kiesbeter.nl>

<http://www.fk.cvz.nl/default.asp?soort=preparaattekst&naam=gemfibrozil>

<http://www.apotheek.nl/>

<http://www.ewg.org/tapwater/contaminants/contaminant.php?contamcode=2024>

<http://www.agris.be/zeneca/nl/natuur.htm>

<http://chemicalland21.com/lifescience/agro/BITERTANOL.htm>

<http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/pymetrozine.pdf>

http://www.ctb.agro.nl/ctb_files/12551.doc

BIJLAGE 1

MONITORINGSPROGRAMMA EN TOELICHTING STOFSPECIFIEKE EIGENSCHAPPEN

MONITORINGSPROGRAMMA ALGEMENE EN SPECIFIEKE PARAMETERS

Parameter		Frequentie
<i>Algemene parameters</i>		
CZV		1x per 2 weken
NO ₃ -N		1x per 4 weken
Zwevende stof		1x per 4 weken
Zware Metalen		1x per 4 weken
<i>Specifieke parameters</i>		
Locatie	Parameter	Frequentie
Nieuwe Waterweg	Pakket 2	13x per 7 maand
	Inventarisatiepakket 1	13x per 7 maand
	N-methylcarbamat	13x per 7 maand
	ER-Calux	7x per 7 maand
	Geneesmiddelpakket 2*	7x per 7 maand
Nijmegen	TEB - Daphnia	8x per 7 maand
	TEB - Alg	5x per 7 maand
	TEB - Microtox	5x per 7 maand
	Geneesmiddelpakket 2*	13x per 7 maand
	ER-Calux	8x per 7 maand
Oijen	E-coli	4 x in het onderzoek
	Hormonen	8x per 7 maand
	Geneesmiddelpakket 1*	10x per 7 maand
	Geneesmiddelpakket 2*	10x per 7 maand
	ER-Calux	17x per 7 maand
Biest-Houtakker	Kleur	2x per 7 maand
	Pakket 2	2x per 7 maand
	Inventarisatiepakket 1	2x per 7 maand
	Totaal fosfaat	1x per week
	Totaal opgelost fosfaat	1x per week
	Ortho-fosfaat	1x per week
	TEB - Daphnia	7x per 7 maand
	TEB - Alg	7x per 7 maand
	TEB - Microtox	7x per 7 maand
	Geneesmiddelpakket 1*	6x per 7 maand
	Geneesmiddelpakket 2*	6x per 7 maand
	N-methylcarbamat	2x per 7 maand
	Hormonen	2x per 7 maand
	AR-Calux [#]	3x per 7 maand
	ER-Calux [^]	6x per 7 maand
	Norganisch	1x per week

* Geneesmiddelpakket 1 en 2 staan voor twee pakketten met een breed scala aan geneesmiddelen;

[^] De ER-Calux wordt overal gemeten om de hormoonverstorende activiteit te bepalen. Dit wordt uitgedrukt in 17 β -oestradiol equivalenten (EEQ/l). Calux (Chemically Activated Luciferase eXpression) is een op een cellijn gebaseerde screeningsmethode (bioassay);

[#] De AR in AR-CALUX staat voor androgen receptor en wordt gemeten in DHT per liter. DHT staat voor Dihydrotestosteron.

PRK-LCMS3W – GENEESMIDDELENPAKKET 2

GENEESMIDDELEN IN WATER

Analysekaracteristieken:

Analyse	Geneesmiddelen in water
Techniek	HPLC en MS detectie
Beginsel	Watermonsters worden geconcentreerd met behulp van een vaste stof extractie. Het extract wordt geconcentreerd waarna een deel wordt geanalyseerd met behulp van vloeistof-chromatografie met massaselectieve detectie.
Accreditatie	Ja, sinds 2003
Verbindingen	Carbamazepine, clofibraat, cafeïne, cyclofosfamide, erythromycine, fenazon, fenofibraat, fenoterol, metoprolol, pentoxifylline, primidon, propranolol, 17- α -ethynyl-estradiol, 4-dimethyl-amino-antipyrine, dapson, estrone, lincomycine, monensin, oleandomycine, progesterone, roxithromycine, spiramycine, sulfadimidine, tiamulin, trimethoprim
Aantoonbaarheidsgrens	0,001 – 0,02 $\mu\text{g/L}$ (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Rapportagegrens	0,01 – 0,50 $\mu\text{g/L}$ (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Uitgebreide onzekerheid volgens NEN 7779	10 – 80% (afhankelijk van verbinding)

PRK – LCMS4W – GENEESMIDDELEN PAKKET 1

GENEESMIDDELEN IN WATER

Analysekaracteristieken:

Analyse	Geneesmiddelen in water
Techniek	HPLC en MS detectie
Beginsel	Watermonsters worden geconcentreerd met behulp van een vaste stof extractie. Het extract wordt geconcentreerd waarna een deel wordt geanalyseerd met behulp van vloeistof-chromatografie met massaselectieve detectie.
Accreditatie	Ja, sinds 2003
Verbindingen	Bezafibraat, bisfenol-A, chloramphenicol, clofibrinezuur, cloxacilline, diclofenac, dicloxacilline, fenoprofen, gemfibrozil, ibuprofen, indomethacine, ketoprofen, nafcilline, naproxen, oxacilline, penicilline, silfamethoxazol, tolfenaminezuur
Aantoonbaarheidsgrens	0,001 – 0,02 $\mu\text{g/L}$ (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Rapportagegrens	0,01 – 0,50 $\mu\text{g/L}$ (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Uitgebreide onzekerheid volgens NEN 7779	15 – 80% (afhankelijk van verbinding)

PRK – LCMS1W – INVENTARISATIEPAKKET 1

BESTRIJDINGSMIDDELEN MET BEHULP VAN HPLC-ES + MS IN WATER

Analysekaracteristieken:

Analyse	Bestrijdingsmiddelen met behulp van HPLC-ES + MS in water
Techniek	HPLC en MS detectie
Beginsel	Watermonsters worden geconcentreerd met behulp van een vaste stof extractie. Het extract wordt geconcentreerd waarna een deel wordt geanalyseerd met behulp van vloeistof-chromatografie met massaselectieve detectie.
Accreditatie	Ja, sinds 1999
Verbindingen	Fenuron, monuron, methabenzthiazuron, chloortoluron, monolinuron, metobromuron, linuron, chloroxuron, chloorbromuron, diflubenzuron, pencycuron, abamectine, imidacloprid, carbendazim, bromacil, isoproturon, carbofuran, chloridazon, diuron, metoxuron, dodine, iprodion, metamitron, propoxur, ethofumesaat, nuarimol, flutolanil, triadimenol, imazalil, bitertanol.
Aantoonbaarheidsgrens	0,001 – 0,03 µg/l (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Rapportagegrens	0,01 – 0,10 µg/l (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Uitgebreide onzekerheid volgens NEN 7779	10 – 55% (afhankelijk van verbinding)

PRK – MS04SIM – PAKKET 2

BESTRIJDINGSMIDDELEN IN WATER

Analysekaracteristieken:

Analyse	Bestrijdingsmiddelen in water
Techniek	GC en MS detectie
Beginsel	Het watermonster wordt geëxtraheerd met vloeistof – vloeistof extractie. Het extract wordt geconcentreerd waarna een deel wordt geanalyseerd met behulp van een gaschromatograaf met een massaselectieve detector.
Accreditatie	Nee
Verbindingen	Diethyltoluamide (DEET), tecnazeen, cycloaat, trifluralin, benfluralin, solfotep, desethylterbutylazine, cadusafos, diallaat, thiometon, dicloran, atraton, prometon, terbumeton, pentachloornitrobenzeen, trietazine, propetamfos, terbufos, sebutylazine, diclofenthion, dimethachlor, fenchloorfos, prometryn, butralin, pirimofos-ethyl, penidmethalin, isofenfos, butachlor, napropamide, iodofenfos, profenofos, methoprotryn, oxadixyl, ethion, tetrasul, carbofenthion, hexazinon, piperonyl-butoxide, phosmet, methoxychlor, bifenox, fenothrin, furathiocarb, tetradifon, phosalone.
Aantoonbaarheidsgrens	0,002 – 0,01 µg/l (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Rapportagegrens	0,01 – 0,05 µg/l (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Uitgebreide onzekerheid volgens NEN 7779	± 35% (afhankelijk van verbinding en/of matrix)

PRK – LCTQ5W – HORMONEN

ESTROGENEN MET BEHULP VAN HPLC-ES + MSMS IN WATER

Analysekaracteristieken:

Analyse	Estrogenen met behulp van HPLC-ES + MSMS in water
Techniek	HPLC en MSMS detectie
Beginsel	Watermonsters worden geconcentreerd met behulp van een vaste fase extractie. Het extract wordt geconcentreerd waarna een deel wordt geanalyseerd met behulp van een vloeistof-chromatografie met massaselectie detectie.
Accreditatie	Nee
Verbindingen	Estriol, bisfenol-A, Estron, 17 α - estradiol, 17 β - estradiol, 17 α - ethynylestradiol (EE2)
Meetbereik	0,001 – 1 μ g/l, te verhogen door monsterverdunning
Aantoonbaarheidsgrens	0,001 – 0,05 μ g/l (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Rapportagegrens	0,001 – 0,05 μ g/l (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Uitgebreide onzekerheid volgens NEN 7779	25 - 55% (afhankelijk van verbinding en/of matrix)

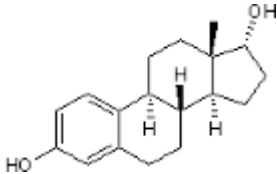
PRK – PRK-NMC_LCMS – N-METHYLCARBAMATEN

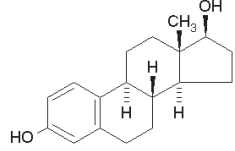
BEPALING VAN N-METHYLCARBAMATEN MET BEHULP VAN HPLC+ES + MS IN WATER

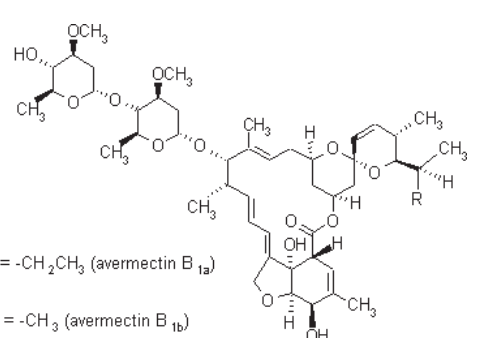
Analysekaracteristieken:

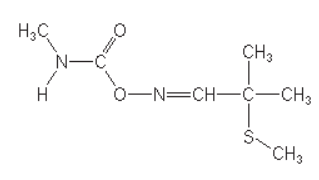
Analyse	Bepaling van N-methylcarbamaten met behulp van HPLC+ES + MS in water
Techniek	HPLC – MS
Beginsel	Watermonsters worden geconcentreerd met behulp van vaste stof extractie. Het extract wordt geanalyseerd met behulp van een hogedruk vloeistofchromatograaf en een massaselectieve detectie.
Accreditatie	Ja, sinds 2004
Verbindingen	Butocarboximsulfoxide, butocarboxim, aldicarbsulfon, aldicarbsulfoxide, aldicarb, oxamyl, methomyl, methiocarb, methiocarbsulfon, ethiofencarb, carbaryl, propoxur, carbofuran
Aantoonbaarheidsgrens	0,003 – 0,012 μ g/l (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Rapportagegrens	< 0,05 μ g/l (afhankelijk van verbinding en/of matrix)
Uitgebreide onzekerheid volgens NEN 7779	10 - 75% (afhankelijk van verbinding)

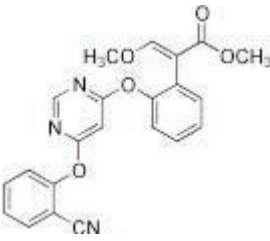
Specifieke stoffeigenschappen

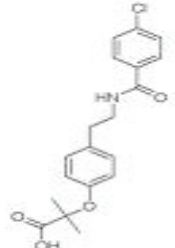
Naam	17-alfa-ethinylestradiol
Casnummer	57-91-0
Molecuulstructuur	C ₁₈ H ₂₄ O ₂
Molecuulmassa	272,42 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	81,97 mg/l
Log Kow	3,94
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	500 ng/l
Functie	Hormoon
Toepassing	-

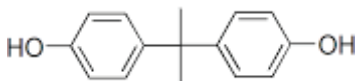
Naam	17b-estradiol
Casnummer	50-28-2
Molecuulstructuur	C ₁₈ H ₂₄ O ₂
Molecuulmassa	272,4 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	81,97 mg/l
Log Kow	3,94
MTR	143 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Natuurlijk hormoon
Toepassing	-

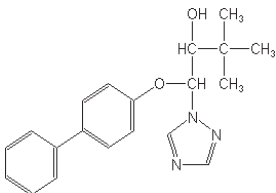
Naam	Abamectine
Casnummer	71751-41-2
Molecuulstructuur	C ₄₈ H ₇₂ O ₁₄
Molecuulmassa	873,2 g/mol
Structuurformule	 (i) R = -CH₂CH₃ (avermectin B_{1a}) (ii) R = -CH₃ (avermectin B_{1b})
Oplosbaarheid	0,0003504 mg/l
Log Kow	4,48
MTR	0,04 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Insecticide
Toepassing	Abamectine wordt gebruikt als middel tegen insecten en mijten op onder meer sla, tomaten, citrusvruchten en ander fruit, groenten en siergewassen. Het bestrijdt onder meer tripsen, mineervliegen en spintmijten. Abamectine wordt ook toegepast voor de teelt van hennep.

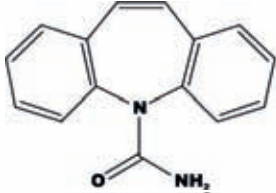
Naam	Aldicarb
Casnummer	116-06-3
Molecuulstructuur	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₂ S
Molecuulmassa	190,29 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	5.312 mg/l
Log Kow	1,36
MTR	100 ng/l
Rapportage grens	50 ng/l
Functie	Insecticide
Toepassing	Aldicarb wordt ingezet voor de bestrijding van parasitaire nematoden

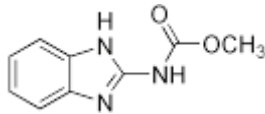
Naam	Azoxystrobine
Casnummer	131860-33-8
Molecuulstructuur	C ₂₂ H ₁₇ N ₃ O ₅
Molecuulmassa	403 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	11.61 mg/l
Log Kow	1,58
MTR	56 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Breed spectrum fungicide
Toepassing	Azoxystrobine wordt als breed spectrum fungicide tegen schimmelziekten. Toepassing in de groente- en fruitteelt.

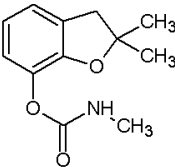
Naam	Bezafibraat
Casnummer	41859-67-0
Molecuulstructuur	C ₁₉ H ₂₀ ClN ₂ O ₄
Molecuulmassa	361,85 g/mol
Structuurformule	
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Bezafibraat verlaagt het vetgehalte en heeft een gunstige invloed op de vorm waarin cholesterol zich in het bloed bevindt.
Toepassing	Artsen schrijven het voor bij een te hoog vetgehalte in het bloed of een combinatie van een te hoog vet- en een te hoog cholesterolgehalte.

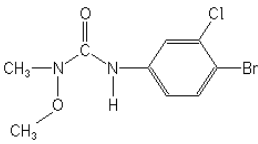
Naam	Bisfenol-A
Synoniem	4,4'-isopropylidenediphenol
Casnummer	80-05-7
Molecuulstructuur	C ₁₅ H ₁₆ O ₂
Molecuulmassa	228,31 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	Niet oplosbaar
Log Kow	N.v.t.
MTR	64.000 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	1 ng/l
Functie	Chemische grondstof, endocrene disruptor
Toepassing	Grondstof voor velerlei producten zoals bijvoorbeeld cd's, dvd's, epoxyharsen

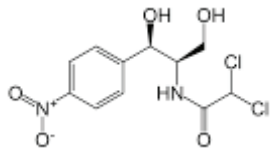
Naam	Bitertanol
Synoniem	Beta-([1,1'-biphenyl]-4-yloxy)-alpha-tert-gutyl-1H-1,2,4-triazol
Casnummer	55179-31-2
Molecuulstructuur	C ₂₀ H ₂₃ N ₃ O ₂
Molecuulmassa	337,3 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	6,685 mg/l
Log Kow	4,07
MTR	310 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	70 ng/l
Functie	Breed spectrum fungicide
Toepassing	Toepassing als gewasbeschermingsmiddel tegen voornamelijk schimmels in de groente- en fruitteelt.

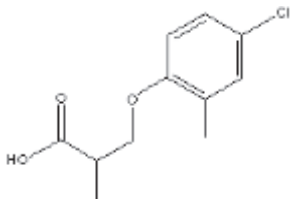
Naam	Carbamazepine
Casnummer	298-46-4
Molecuulstructuur	C ₁₅ H ₁₂ N ₂ O
Molecuulmassa	236,26 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	17,66 mg/l
Log Kow	2,25
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Carbamazepine beïnvloedt de informatieoverdracht via de zenuwen in de hersenen. Het wordt toegepast bij verschillende aandoeningen [anti-epilepticum].
Toepassing	Artsen schrijven het voor bij epilepsie, zenuwpijn, diabetes insipidus, manie en alcoholontwenning.

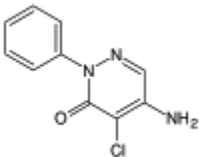
Naam	Carbendazim
Casnummer	10605-21-7
Molecuulstructuur	C ₉ H ₉ N ₃ O ₂
Molecuulmassa	191,21 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	2.441 mg/l
Log Kow	1,55
MTR	500 ng/l
Rapportage grens	20 ng/l
Functie	Fungicide
Toepassing	Carbendazim heeft een toelating voor meerdere teelten onder glas. Onder andere: aardbeien, in de niet-grondgebonden teelt onder glas, aubergines, courgettes, meloenen en tomaten, in de niet-grondgebonden teelt onder glas en bloemisterijgewassen Carbendazim wordt ook Toepassing in verf (afweren van schimmels) en als conserveringsmiddel in metselwerk: "Zowel binnens- als buitenshuis toe te passen verf voor dekkend te schilderen nieuwe of reeds eerder geschilderde oppervlakken. De te behandelen oppervlakken moeten droog en schoon zijn. Zo nodig de oppervlakken reinigen, bijvoorbeeld met warm sodawater. Daarna afspoelen. Voor het bestrijden van eventueel nog achtergebleven sporen van schimmels dient men het oppervlak te behandelen met een voor dit doel toegelaten middel."

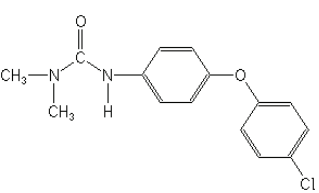
Naam	Carbofuran
Casnummer	1563-66-2
Molecuulstructuur	C ₁₂ H ₁₅ N ₃ O
Molecuulmassa	221,28 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	0,5 mg/l
Log Kow	5
MTR	910 ng/l
Rapportage grens	50 ng/l
Functie	Insecticide
Toepassing	Carbofuran is een van rechtswege toegelaten middel, de besluitvorming hiervan vindt plaats door besluitvorming in de EU. "Toepassing is uitsluitend toegestaan als insectenbestrijdingsmiddel door middel van een gewasbehandeling in de teelten onder glas van bloemisterijgewassen, boomkwekerijgewassen en vaste planten en door middel van een grondbehandeling in de teelt onder glas in potten of containers van boomkwekerijgewassen, potplanten en vaste planten."

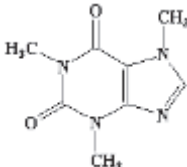
Naam	Chloorbromuron
Casnummer	13360-45-7
Molecuulstructuur	C ₉ H ₁₀ BrClN ₂ O ₂
Molecuulmassa	293,57 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	30,75 mg/l
Log Kow	3,15
MTR	1.700 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	antibioticum
Toepassing	-

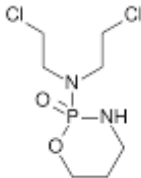
Naam	Chloramphenicol
Casnummer	56-75-7
Molecuulstructuur	C ₁₁ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O ₅
Molecuulmassa	323,15 m/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	388,5 mg/l
Log Kow	0,92
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Breed spectrum antibioticum
Toepassing	Ter bestrijding van zowel gram-positieve als gram-negatieve bacteriën.

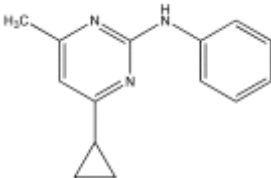
Naam	Clofibrinezuur
Synoniem	2-(p-chlorophenoxy)-2-methylpropionic acid
Casnummer	882-09-7
Molecuulstructuur	C ₁₀ H ₁₁ ClO ₃
Molecuulmassa	214,66 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	582,5 mg/l
Log Kow	2,84
MTR	29.000 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Metaboliet
Toepassing	-

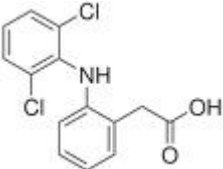
Naam	Chloridazon
Casnummer	1698-60-8
Molecuulstructuur	C ₁₀ H ₈ ClN ₃ O
Molecuulmassa	221,66 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	3,585 mg/l
Log Kow	0,76
MTR	73.000 ng/l
Rapportage grens	20 ng/l
Functie	Herbicide
Toepassing	-

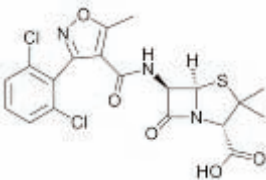
Naam	Chloroxuron
Casnummer	1982-47-4
Molecuulstructuur	C ₁₅ H ₁₅ ClN ₂ O ₂
Molecuulmassa	290,77 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	9,617 mg/l
Log Kow	4,08
MTR	120 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Herbicide
Toepassing	-

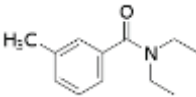
Naam	Coffeïne
Synoniem	Caffeine
Casnummer	58-08-2
Molecuulstructuur	C ₈ H ₁₀ N ₄ O ₂
Molecuulmassa	194,22 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	2.632 mg/l
Log Kow	0,16
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	50 ng/l
Functie	Mogelijk pijnstillend effect
Toepassing	Coffeïne wordt in combinatie met paracetamol toegepast. Caffeïne heeft een mogelijk pijnstillend effect en een opwekkend effect

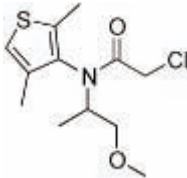
Naam	Cyclofosfamide
Casnummer	50-18-0
Molecuulstructuur	C ₇ H ₁₅ Cl ₂ N ₂ O ₂ P
Molecuulmassa	261,11 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	5.943 mg/l
Log Kow	0,97
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Cyclofosfamide is een kankerremmende stof (cytostaticum). Het onderdrukt ook het afweersysteem.
Toepassing	Artsen schrijven Cyclofosfamide voor als chemotherapie bij bepaalde vormen van kanker, zoals bloedkanker (lymfeklierkanker, leukemie en de ziekte van Kahler), borstkanker, eierstokkanker, longkanker, botkanker en kanker in het zenuwstelsel. Cyclofosfamide onderdrukt ook het afweersysteem. Cyclofosfamide wordt daarom toegepast bij bepaalde ziekten waarbij de afweer tegen de eigen lichaamscellen is gericht. Voorbeelden zijn bepaalde nierziekten, lupus erythematoses, hemolytische anemie (een vorm van bloedarmoede), transplantaties om afweerreacties te voorkomen en bepaalde huidaandoeningen die het gevolg zijn van allergie.

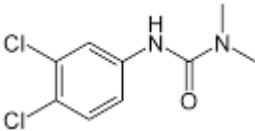
Naam	Cyprodinil
Synoniem	4-cyclopropyl-6-methyl-N-fenylpyrimidin-2-amine
Casnummer	121552-61-2
Molecuulstructuur	C ₁₄ H ₁₅ N ₃
Molecuulmassa	225,13
Structuurformule	
Oplosbaarheid	13 mg/l
Log Kow	4,0
MTR	410 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	20 ng/l
Functie	Fungicide
Toepassing	Cyprodinil wordt toegepast als fungicide in de groente- en fruitteelt om plantenziekten te beheersen.

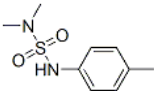
Naam	Diclofenac
Casnummer	15307-86-5
Molecuulstructuur	C ₁₄ H ₁₁ Cl ₂ N ₂ O ₂
Molecuulmassa	296,16 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	4,518 mg/l
Log Kow	4,02
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Diclofenac behoort tot de groep geneesmiddelen die ontstekingsremmende pijnstillers worden genoemd. Ook kom je ze tegen onder de naam NSAID's. Het werkt pijnstillend, ontstekingsremmend en koortsverlagend. Diclofenac gaat de ontsteking tegen, hierdoor verminderen de roodheid, zwelling en pijn. Diclofenac heeft als belangrijkste bijwerking irritatie en soms beschadiging van de maag. Mensen met een zwakke maag hebben hier snel last van.
Toepassing	Artsen schrijven deze combinatie voor bij gewrichtspijn, reumatoïde artritis en artrose.

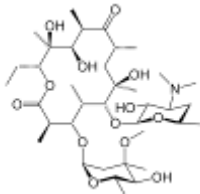
Naam	Dicloxacillin
Casnummer	3116-76-5
Molecuulstructuur	C ₁₉ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₅ S
Molecuulmassa	470,33 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	3,625 mg/l
Log Kow	3,86
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Antibioticum
Toepassing	Dicloxacillin wordt toegepast ter bestrijding van infectie met gram-positieve bacteriën.

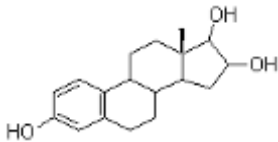
Naam	Diethyltoluamide [DEET]
Synoniem	N,N-diethyl-m-toluamide
Casnummer	134-62-3
Molecuulstructuur	C ₁₂ H ₁₇ NO
Molecuulmassa	191,27 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	666 mg/l
Log Kow	2,26
MTR	110 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	50 ng/l
Functie	Insecticide
Toepassing	DEET houdt insecten, zoals bijvoorbeeld muggen, teken, stekende vliegen, en vlooiën, op afstand.

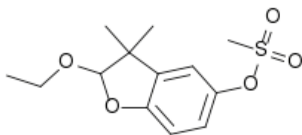
Naam	Dimethenamide
Synoniem	
Casnummer	87674-68-8
Molecuulstructuur	C ₁₂ H ₁₈ ClNO ₂ S
Molecuulmassa	275,79 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	-
Log Kow	-
MTR	2.000 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Herbicide
Toepassing	-

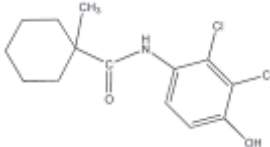
Naam	Diuron
Synoniem	3-(3,4-dichlorofenyl)-1,1-dimethylurea
Casnummer	330-54-1
Molecuulstructuur	C ₉ H ₁₀ Cl ₂ N ₂ O
Molecuulmassa	233,1 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	42 mg/l
Log Kow	2,75
MTR	430 ng/l
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Herbicide
Toepassing	Diuron is een onkruidbestrijdingsmiddel met een lange nawerking. Diuron wordt vooral als een totaalherbicide toegepast.

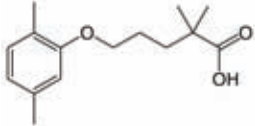
Naam	DMST
Synoniem	N,N-dimethyl-N'-p-tolylsulphamide
Casnummer	66840-71-9
Molecuulstructuur	C9H14N2O2S
Molecuulmassa	214,28 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	-
Log Kow	-
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	30 ng/l
Functie	Metabooliet
Toepassing	-

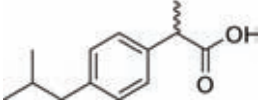
Naam	Erythromycine
Casnummer	114-07-8
Molecuulstructuur	C37H67N013
Molecuulmassa	734,05 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	0,5168 mg/l
Log Kow	2,48
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Erythromycine is een antibioticum behorend tot de groep der macroliden. Het heeft een breed werkingsspectrum tegen vele Gram-positieve microorganismen.
Toepassing	Erythromycine wordt toegepast bij de behandeling van luchtweginfecties, met name bij mensen die overgevoelig zijn voor penicillines. Daarnaast kunnen atypische pneumonieën, huidinfecties en Campylobacter gastro-enteritis met erythromycine behandeld worden.

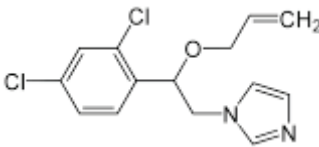
Naam	Estriol
Synoniem	Oestriol
Casnummer	50-27-1
Molecuulstructuur	C ₁₈ H ₂₄ O ₃
Molecuulmassa	288,42 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	440,8 mg/l
Log Kow	2,81
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	1 ng/l
Functie	Vrouwelijk hormoon
Toepassing	Artsen schrijven estriol voor bij overgangsklachten en blaasontsteking.

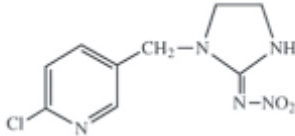
Naam	Ethofumesaat
Synoniem	2-ethoxy-2,3-dihydro-3,3-dimethylbenzofuran-5-yl methanesulfonaat
Casnummer	26225-79-6
Molecuulstructuur	C ₁₃ H ₁₈ O ₅ S
Molecuulmassa	286,3 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	110 mg/l
Log Kow	-
MTR	6.400 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Herbicide
Toepassing	Het gebruik van ethofumesaat is uitsluitend toegestaan als onkruidbestrijdingsmiddel in de teelt van suiker- en voederbieten en in de zaadteelt van engels en italiaans raaigras,

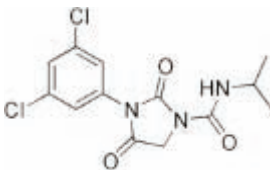
Naam	Fenhexamid
Synoniem	N,N-dimethyl-N'-p-tolylsulphamide
Casnummer	126833-17-8
Molecuulstructuur	C ₁₄ H ₁₇ Cl ₂ N ₂ O
Molecuulmassa	301,06 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	24 mg/l
Log Kow	2,2-3,6
MTR	2.000 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	20 ng/l
Functie	Fungicide
Toepassing	-

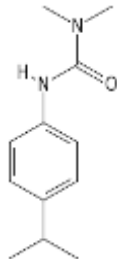
Naam	Gemfibrozil
Casnummer	25812-30-0
Molecuulstructuur	C ₁₅ H ₂₂ O ₃
Molecuulmassa	250,37 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	1.900 mg/l
Log Kow	Niet bekend
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Gemfibrozil is een fibraat. Deze verlaagt de triglyceriden-, LDL-, VLDL- en totaal cholesterolspiegels en verhoogt de HDL-spiegel. Het werkingsmechanisme is nog niet volledig bekend. Belangrijke effecten zijn: remming van de productie van VLDL-triglyceride en verhoging van de afbraak van VLDL-triglyceride door stimulatie van de activiteit van lipoproteïne lipase.
Toepassing	Voorgeschreven door arts

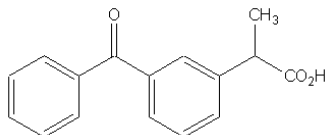
Naam	Ibuprofen
Casnummer	15687-27-1
Molecuulstructuur	C ₁₃ H ₁₈ O ₂
Molecuulmassa	206,31 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	41,05 mg/l
Log Kow	3,79
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Ibuprofen behoort tot de groep geneesmiddelen die ontstekingsremmende pijnstillers of NSAID's worden genoemd. Ibuprofen werkt pijnstillend, ontstekingsremmend en koortsverlagend.
Toepassing	Ibuprofen wordt toegepast bij pijn (inclusief tandpijn, hoofdpijn, menstruatiepijn), spier- en gewrichtsontstekingen, zoals artritis, spit (lumbago), koorts en reuma.

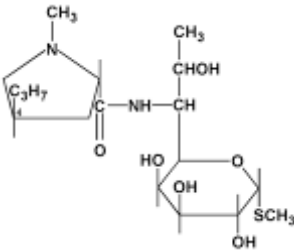
Naam	Imazalil
Synoniem	1-[2-(allyloxy)-2-(2,4-dichlorophenyl)ethyl]-1H-imidazole
Casnummer	35554-44-0
Molecuulstructuur	C ₁₄ H ₁₄ Cl ₂ N ₂ O
Molecuulmassa	297,2 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	6,97 mg/l
Log Kow	4,1
MTR	870 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Fungicide
Toepassing	Imazalil wordt in de landbouw gebruikt om pootaardappelen of zaaigoed van granen te beschermen tegen schimmels. Ook wordt het tegen o.a. echte meeldauw gespoten bij teelt onder glas van onder meer tomaten, meloenen, komkommer, augurk of sierplanten. Imazalil wordt ook gebruikt om aardappelen, citrusvruchten en andere vruchten na de oogst tegen schimmels te beschermen. In de diergeneeskunde is de stof bekend als enilconazool, en wordt gebruikt voor de behandeling van huidschimmels bij honden, paarden en runderen.

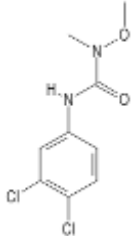
Naam	Imidacloprid
Synoniem	N,N-dimethyl-N'-p-tolylsulphamide
Casnummer	138261-41-3
Molecuulstructuur	C ₉ H ₁₀ ClN ₅ O ₃
Molecuulmassa	271,05 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	510 mg/l
Log Kow	0,51
MTR	13 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	50 ng/l
Functie	Insecticide
Toepassing	Imidacloprid is een insecticide en heeft een toelating voor meerdere teelten onder glas (o.a. paprika, tomaat en bloemisterijgewassen in de volle grond).

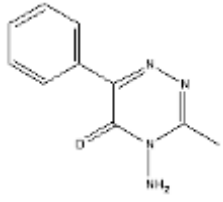
Naam	Iprodion
Synoniem	3-(3,5-dichlorophenyl)-2,4-dioxo-N-isopropylimidazolidine-1-
Casnummer	36734-19-7
Molecuulstructuur	C ₁₃ H ₁₃ Cl ₂ N ₃ O ₃
Molecuulmassa	330,19 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	22,34 mg/l
Log Kow	2,85
MTR	500 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	100 ng/l
Functie	Iprodion is een fungicide wat de kieming van sporen remt en de groei van de zwamvlok (mycelium) blokkeert.
Toepassing	Iprodion wordt toegepast voor de bestrijding van grauwe schimmel, monilia-rot, Sclerotinia (sclerotienrot) en andere schimmelziekten bij een groot aantal teelten: groenten, fruit, sierbomen en -planten, gazons en grasvelden.

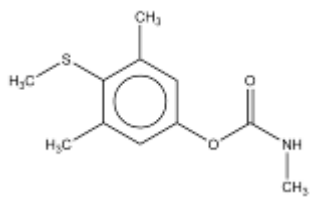
Naam	Isoproturon
Synoniem	3-(4-isopropylfenyl)-1,1-dimethylurea
Casnummer	34123-59-6
Molecuulstructuur	C ₁₂ H ₁₈ N ₂ O
Molecuulmassa	206,29 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	70 mg/l
Log Kow	2,44
MTR	320 ng/l
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	[selectief] Herbicide
Toepassing	Isoproturon wordt ingezet bij de teelt van granen. Isoproturon is effectief tegen éénjarige grassen, waaronder duist, en andere soorten zoals herik, kamille, klaproos en muur.

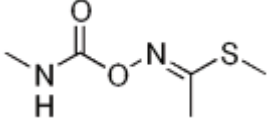
Naam	Ketoprofen
Casnummer	22071-15-4
Molecuulstructuur	C ₁₆ H ₁₄ O ₃
Molecuulmassa	254,3 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	120,4 mg/l
Log Kow	3
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Pijnstiller met ontstekingsremmende werking.
Toepassing	Ketoprofen wordt toegepast bij acute pijn (bijvoorbeeld ontstekingen van spieren en pezen, hevige menstruatiepijn, pijnlijke ontstekingen na een operatie) alsook bij chronische (gewrichts-)ontstekingen zoals reuma en artrose.

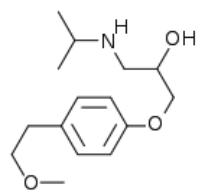
Naam	Lincomycine
Casnummer	154-21-2
Molecuulstructuur	C ₁₈ H ₃₄ N ₂ O ₆ S
Molecuulmassa	406,6 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	927,3 mg/l
Log Kow	0,29
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	antibioticum
Toepassing	-

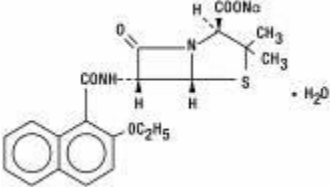
Naam	Linuron
Synoniem	(3-(3,4-dichlorofenyl)-1-methoxy-1-methylurea)
Casnummer	330-55-2
Molecuulstructuur	C ₉ H ₁₀ Cl ₂ N ₂ O ₂
Molecuulmassa	249,11 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	81 mg/l
Log Kow	3,18
MTR	250 ng/l
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Herbicide
Toepassing	Linuron wordt in vele verschillende teelten toegepast voor de bestrijding van éénjarige tweezaadlobbige onkruiden.

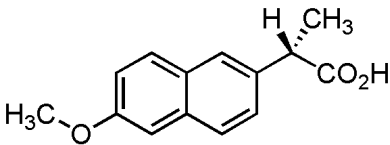
Naam	Metamitron
Synoniem	4-amino-3-methyl-6-phenyl-1,2,4-triazin-5-one
Casnummer	41394-05-2
Molecuulstructuur	C ₁₀ H ₁₀ N ₄ O
Molecuulmassa	202,24 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	8.334 mg/l
Log Kow	1,44
MTR	10.000 ng/l
Rapportage grens	20 ng/l
Functie	Herbicide
Toepassing	Metamitron wordt als herbicide voornamelijk in de groenteteelt ingezet. Het is werkzaam tegen éénjarige onkruiden.

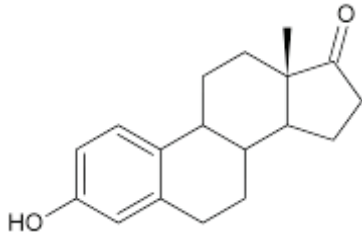
Naam	Methiocarb
Synoniem	Mercaptodimethur
Casnummer	2032-65-7
Molecuulstructuur	C ₁₁ H ₁₅ N ₂ O ₂ S
Molecuulmassa	225,33 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	103,5 mg/l
Log Kow	2,87
MTR	16 ng/l (ad hoc)
Meetgrens	50 ng/l
Functie	Insecticide
Toepassing	Methiocarb is een insecticide wat ingezet wordt ter bestrijding van slakken.

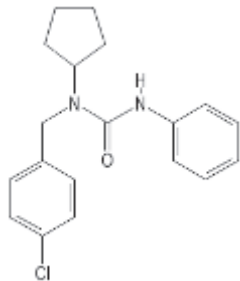
Naam	Methomyl
Casnummer	16752-77-5
Molecuulstructuur	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₂ S
Molecuulmassa	162,23 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	20.550 mg/l
Log Kow	0,61
MTR	80 ng/l
Rapportage grens	50 ng/l
Functie	Insecticide
Toepassing	Methomyl is toegelaten voor meerdere teelten onder glas (onder andere: bloemen, aubergines, courgettes, komkommers, tomaten en paprika's) ter bestrijding van bijvoorbeeld witte vlieg, mineervlieg en bladluizen.

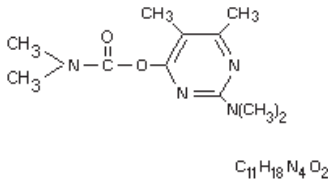
Naam	Metoprolol
Casnummer	3730-58-6
Molecuulstructuur	C ₁₅ H ₂₅ N ₃ O ₃
Molecuulmassa	267,36 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	4.777 mg/l
Log Kow	1,69
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Metoprolol behoort tot de bètablokkers. Het verlaagt de bloeddruk, vertraagt de hartslag en vermindert de zuurstofbehoefte van het hart.
Toepassing	Artsen schrijven het voor bij hoge bloeddruk, angina pectoris (hartkramp), hartritmestoornissen, migraine, te snelle schildklierwerking, hartfalen en hartinfarct.

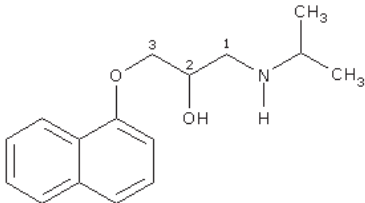
Naam	Nafcilline
Casnummer	147-52-4
Molecuulstructuur	C ₂₁ H ₂₂ N ₂ O ₅ S
Molecuulmassa	414,51 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	1.447 mg/l
Log Kow	3,79
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Antibioticum
Toepassing	-

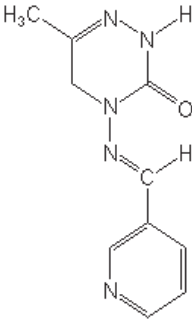
Naam	Naproxen
Casnummer	22204-53-1
Molecuulstructuur	C ₁₄ H ₁₄ O ₃
Molecuulmassa	230,28 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	144,9 mg/l
Log Kow	3,1
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	20 ng/l
Functie	Naproxen behoort tot de groep geneesmiddelen die ontstekingsremmende pijnstillers of NSAID's worden genoemd. Naproxen werkt pijnstillend, ontstekingsremmend en koortsverlagend.
Toepassing	Naproxen wordt onder andere gebruikt bij gewrichtspijn, reumatoïde artritis en artrose.

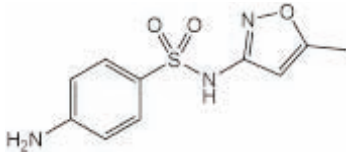
Naam	Oestron
Casnummer	53-16-7
Molecuulstructuur	C ₁₈ H ₂₂ O ₂
Molecuulmassa	270,4 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	146,8 mg/l
Log Kow	3,43
MTR	322 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	1 ng/l
Functie	Vrouwelijk hormoon
Toepassing	Oestron is belangrijk voor de gezondheid vanwege de omzetting tot estrone sulfaat.

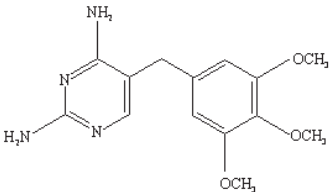
Naam	Pencycuron
Synoniem	1-(4-chloorbenzyl)-1-cyclopentyl-3-fenylureum
Casnummer	66063-05-6
Molecuulstructuur	C ₁₉ H ₂₁ ClN ₂ O
Molecuulmassa	328,8 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	0,3 mg/l
Log Kow	4,68
MTR	2.700 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Fungicide
Toepassing	Pencycuron wordt hoofdzakelijk toegepast tegen lakschurft (<i>Rhizoctonia solani</i>) bij aardappelen. Pencycuron is een preventief en langdurig werkend middel en kan al tijdens de winter op aardappelpootgoed versproeid worden. Het is ook werkzaam tegen <i>Rhizoctonia</i> -ziekte en <i>Pellicularia</i> -schimmels bij rijst, suikerbieten of groenten. Het remt de mitose en de celdeling van de schimmels.

Naam	Primicarb
Casnummer	23103-98-2
Molecuulstructuur	C ₁₁ H ₁₈ N ₄ O ₂
Molecuulmassa	238,33 g/mol
Structuurformule	 C₁₁H₁₈N₄O₂
Oplosbaarheid	969,4 mg/l
Log Kow	1,4
MTR	90 ng/l
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Insecticide
Toepassing	Pirimicarb is een pesticide dat specifiek werkt op bladluizen en roofvijanden spaart. De MTR-waarde van deze stof is zeer laag 90 ng/l. De stof is echter wel toegestaan voor een breed scala van tuin- en landbouwgewassen waaronder aardappelen, maïs, suikerbieten etc.

Naam	Propanolol
Casnummer	318-98-9
Molecuulstructuur	C ₁₆ H ₂₁ N ₀₂ .HCL
Molecuulmassa	295,84 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	50.000 mg/l
Log Kow	-
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Hart- en vaatmiddel
Toepassing	-

Naam	Pymetrozine
Synoniem	(-4,5-dihydro-6-methyl-4-(3-pyridylmethylneamino)-1,2,4-triazin-3(2H)-one
Casnummer	123312-89-0
Molecuulstructuur	C ₁₀ H ₁₁ N ₅ O
Molecuulmassa	217,22 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	290 mg/l
Log Kow	-0,18
MTR	500 ng/l (ad hoc)
Rapportage grens	30 ng/l
Functie	Insecticide
Toepassing	Pymetrozine wordt in de groente- en fruitteelt ter bestrijding van insecten ingezet. Precieze werking nog niet bekend.

Naam	Sulfamethoxazol
Synoniem	
Casnummer	723-46-6
Molecuulstructuur	C ₁₀ H ₁₁ N ₃ O ₃ S
Molecuulmassa	253,3 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	3.942 mg/l
Log Kow	0,48
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	10 ng/l
Functie	Antibioticum
Toepassing	In combinatie met Trimethoprim is sulfamethoxazol zeer effectief tegen bacteriële infecties .

Naam	Trimethoprim
Casnummer	738-70-5
Molecuulstructuur	C ₁₄ H ₁₈ N ₄ O ₃
Molecuulmassa	290,36 g/mol
Structuurformule	
Oplosbaarheid	2.334 mg/l
Log Kow	0,73
MTR	Niet bekend
Rapportage grens	20 ng/l
Functie	Antibioticum
Toepassing	Artsen schrijven trimethoprim voor bij infecties met bacteriën, zoals blaasontsteking en luchtweginfecties (zoals longontsteking en acute bronchitis).

BIJLAGE 2

P&ID DEMONSTRATIE-INSTALLATIE

BIJLAGE 3

MSDS ACTIEVE KOOL



NORIT Material Safety Datasheet

Electronic Version

1. Product identification and producer/ supplier

Product name	
Main application	Adsorbent
Producer/ supplier	NORIT Nederland B.V. Nijverheidsweg Noord 72 P.O. box 105 3800 AC Amersfoort The Netherlands Tel. + (31) 33 4648911 Fax. + (31) 33 4617429 www.norit-carbon.com

2. Composition

Chemical name	Activated carbon
Chemical formula	
CAS number	7440-44-0
EINECS number	231-153-3
Harmonized Customs Code	3802 10 00
Ingredients	

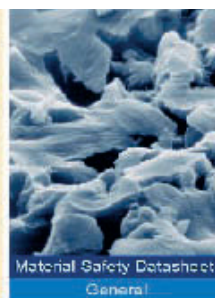
3. Hazards identification

Occupational Exposure Standard	10 mg/Nm ³ 8 h Time Weight Average (there is no OES for activated carbon; the given value is applicable as a Nuisance Dust Limit)
--------------------------------	---

4. First-aid measures

Medical attention	Not immediately required
Inhalation	Fresh air, rest
Skin contact	Take off contaminated clothes, rinse the skin with water and soap
Eyes	Immediately flush with copious amounts of water (remove contact lenses, provided that it can be done easily) Obtain medical attention if irritation persists
Ingestion	Wash mouth and give two glasses of water to drink

The Purification Company



Material Safety Datasheet
General

Document No.

Revision Date

23 May 2006

Version

2

NORIT Nederland B.V.
Nijverheidsweg-Noord 72
P.O. Box 105
3800 AC Amersfoort
The Netherlands

T: +31.(0)33.4648911

F: +31.(0)33.4617429

I: www.norit.com

E: sales@norit.com



PM 76618



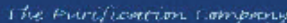
IMS 84298



1 of 1



5. Fire-fighting measures	
Prevention	Keep away from sources of heat or naked flames
Extinguish	Spray-jet of water
	Avoid stirring up dust clouds
	Under certain conditions, carbon dust/air mixtures can produce an explosive atmosphere
6. Accidental release measures	
Personal precautions	See 8, Measures for personal protection
Instructions for removal	See 13, Disposal considerations
7. Handling and storage	
Storage	Keep separated from oxidizing substances, unsaturated oils, metal salts, sources of direct heat or naked flames Store dry
Handling	Wet activated carbon depletes oxygen from air and, therefore, dangerously low levels of oxygen may be encountered. Whenever workers enter a vessel containing activated carbon, the vessel's oxygen content should be determined and work procedures for potentially low oxygen areas be followed. Appropriate protective equipment should be worn. Avoid stirring up dust clouds
8. Exposure controls / personal protection	
Inhalation	Local exhaust ventilation system or breathing protection (filtertype P2)
Skin	Gloves
Eyes	A pair of goggles
9. Physical and chemical properties	
Appearance	Black granules
Odour	None
Boiling point	N.a.
Vapour pressure	0
Solubility	Insoluble in water and organic solvents
pH	N.a.
Bulk density	200 – 600 kg/m ³ (see datasheet)
Ignition Temperature ASTM D3466 - 76	> 350 °C
UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria (33.3.1.3.3.)	No dangerous self-heating when tested in a 100 mm cube at 140 °C
10. Stability and reactivity	
Stability	Stable under normal conditions
Dangerous decomposition products	Carbon dioxide and carbon monoxide

	
11. Toxicological information	
Inhalation	This product is not regarded as a harmful product
Ingestion	A once intake of 50 grams gives no side-effects
Eyes	Irritation is possible, no side-effects known
Skin contact	No detrimental effects are known. It is not taken up by the skin
LD ₅₀	Not registered
12. Ecological information	
BOD	1 to 2 mg O ₂ / gram carbon
COD	2000 mg O ₂ / gram carbon
Biodegradability	Non biodegradable
Fish toxicity	Non toxic, LD ₅₀ not applicable; all fish survive during test period of 96 hours in 100 g/l suspension.
13. Disposal considerations	
Removal of product	Vacuum up spilled product and flush remaining product with plenty of water (additional personal protection articles: see 8)
14. Transport information	
Land (rail/road) RID/ADR RID/ADR, class, enumeration figure	Not classified
Inland waterway transport (ADNR) ADNR, class, item	Not classified
Sea (IMDG) IMDG class	Not classified
Air (ICAO/IATA) ICAO/IATA class	Not classified
 	
3 of 4	



15. Regulatory information

Labeling according to guideline 67/548/EC and 1999/45/EC	Not registered
Danger symbols	
R(isk) sentences	
S(safety) sentences	

16. Other information

This product is not a dangerous product or substance	Guideline 67/548/EC and 1999/45/EC
--	------------------------------------

Warning for gas phase applications

High concentrations of contaminants in the gas stream can cause a considerable amount of adsorption heat, which may result in spontaneous carbon bed fires or hot spots.
Under certain circumstances some chemical compounds may, in contact with activated carbon, oxidize, decompose or polymerize. This may result in potentially combustible conditions. This warning is the translation of the Dutch original. In the event of a conflict of interpretation the Dutch version shall be decisive.

Material safety data sheet according to guideline 2001/58/EC

Revision summary:

Rev 02: Minor lay-out changes, website address, double registration numbers removed section 2, advice to avoid dust clouds section 5/7 and added information regarding dust/air mixtures in section 5.

NORIT Nederland B.V. believes that the information contained in this Material Safety Data Sheet is accurate as of the date first mentioned in this data sheet. NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR ANY OTHER WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED, IS MADE AS CONCERNS THE INFORMATION PROVIDED. The information provided in this data sheet relates only to the specific product designated therein and may not be valid where such product is used in combination with any other materials or in any process. Further, since the conditions and methods of use of the product and information referred to in this data sheet are beyond the control of NORIT Nederland B.V., NORIT Nederland B.V. expressly disclaims any and all liability as to any results obtained or arising from any use of the product or such information. The health and safety precautions contained herein may not be adequate for all eventualities therefore it is the user's obligation to evaluate and use this product safely and to comply with all applicable laws and regulations.
No statement made shall be construed as a permission or recommendation for the use of any product in a manner that might infringe existing patents.

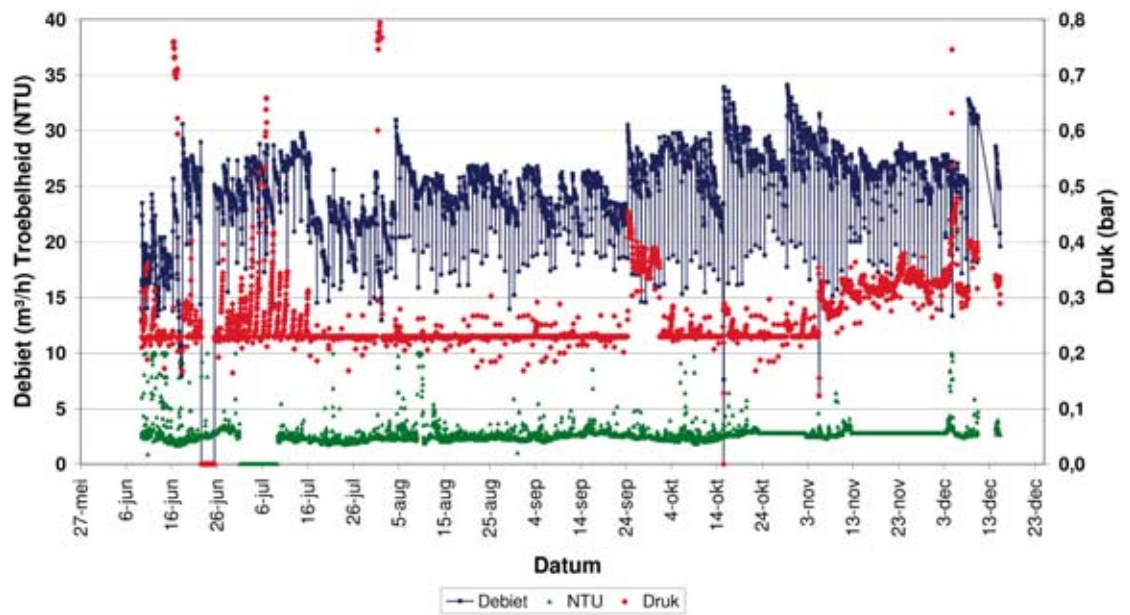
The Purification Company



4 of 4

BIJLAGE 4

BEDRIJFSVOERINGSGEGEVENS RWZI DE NIEUWE WATERWEG

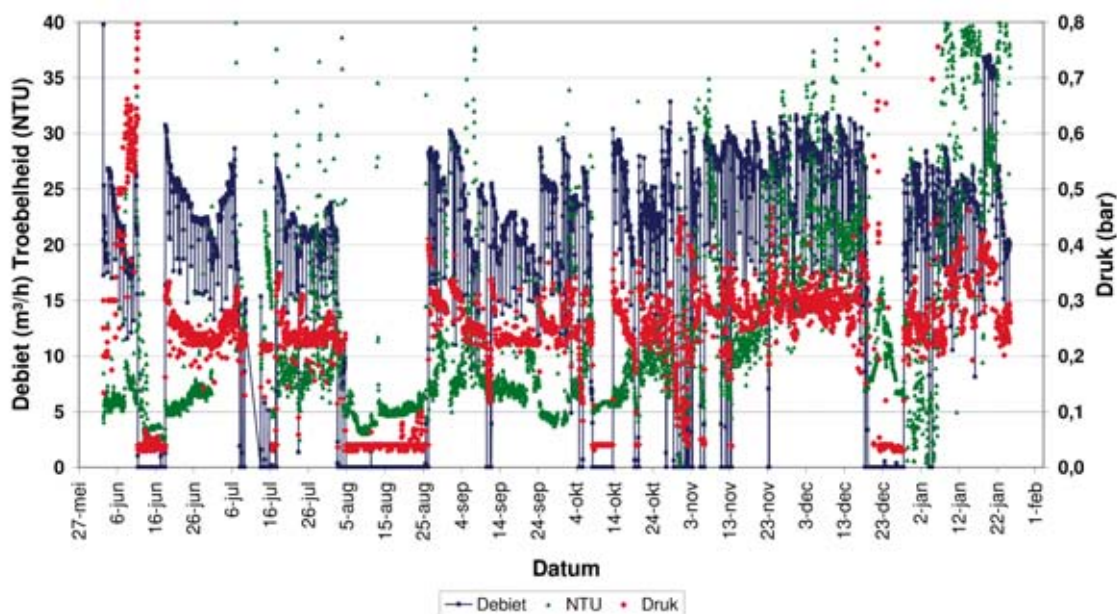


Gedurende de meetperiode van begin juni 2009 tot eind december 2009 zijn er geen grote storingen geweest.

De troebelheid is gedurende de hele meetperiode vrij constant met 3 NTU. De druk is tot aan begin november redelijk constant met ongeveer 0,23 bar met op eind september een piek naar bijna 0,4 bar. Vanaf begin november stijgt de druk naar 0,35 á 0,4 bar. Het debiet varieert gedurende de meetperiode tussen de 18 en 30 m³/h.

BIJLAGE 5

BEDRIJFSVOERINGSGEGEVENS RWZI OIJEN



Gedurende de meetperiode van begin juni 2009 tot eind januari 2010 zijn er de volgende storingen geweest:

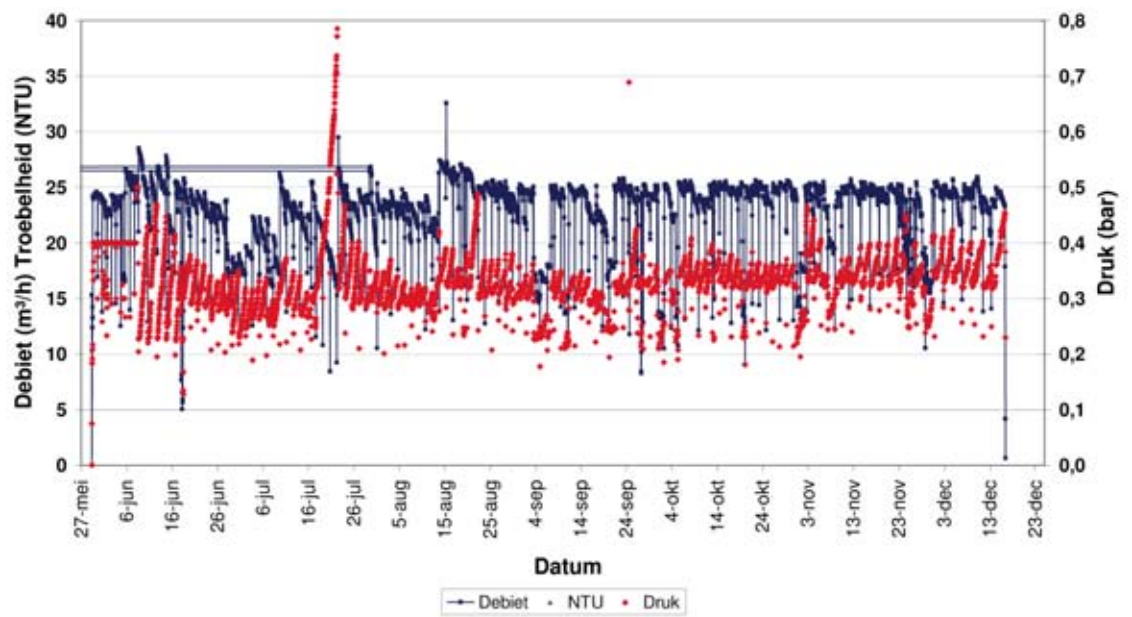
- Van 20 mei tot 2 juni heeft de installatie niet gedraaid in verband met een kapotte frequentie omvormer
- 11 t/m 18 juni stilstand van de installatie in verband met een algenprobleem
- 17 juli een niet werkende spoelpomp
- 3 t/m 31 augustus een niet functionerend display
- 22 t/m 29 december in verband met een kapot gevroren pomphuis

Gedurende de meetperiode loopt de druk geleidelijk op van 0,25 naar 0,3 bar, stijgt de troebelheid van 5 á 10 NTU naar ruim 25 NTU. Het debiet varieert tussen de 15 en 30 m³/h gedurende de meetperiode.

BIJLAGE 6

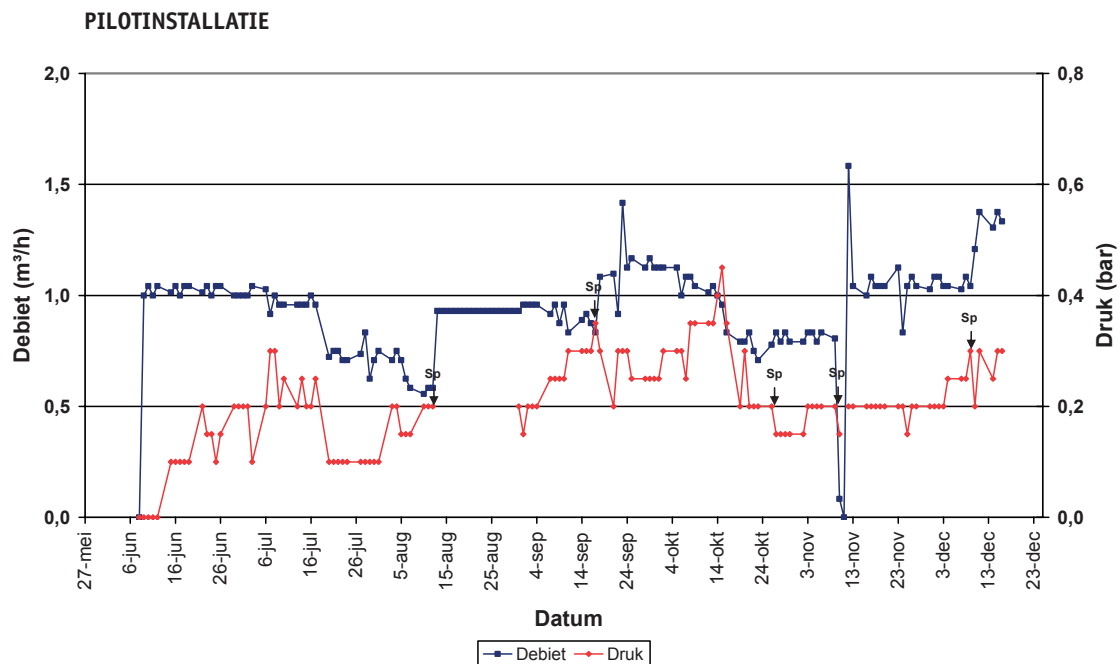
BEDRIJFSVOERINGSGEGEVENS RWZI NIJMEGEN

DEMONSTRATIE-INSTALLATIE



Gedurende de meetperiode van begin juni 2009 tot eind december 2009 zijn er geen grote storingen geweest.

Gedurende de meetperiode loopt de druk geleidelijk op van 0,25 á 0,35 naar 0,3 á 0,4 bar. Het debiet varieert tussen de 15 en 25 m³/h gedurende de meetperiode en is zeer constant in het verloop.

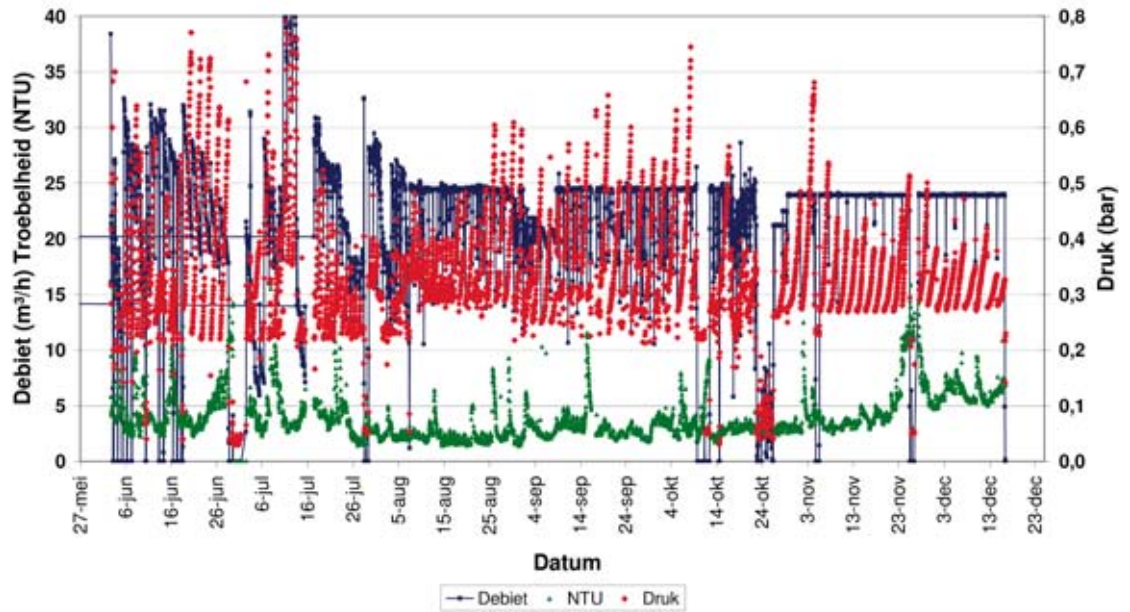


Gedurende de meetperiode van begin juni 2009 tot eind december 2009 zijn er geen grote storingen geweest. De punten aangegeven met "SP" zijn spoelmomenten.

Gedurende de meetperiode loopt de druk geleidelijk op van 0,1 á 0,3 naar 0,2 á 0,4 bar. Het debiet varieert tussen de 0,5 en 1,5 m³/h gedurende de meetperiode en is redelijk constant in het verloop.

BIJLAGE 7

BEDRIJFSVOERINGSGEGEVENS RWZI BIEST-HOUTAKKER



Gedurende de meetperiode van begin juni 2009 tot eind december 2009 zijn er geen grote storingen geweest.

Van het begin van de meetperiode tot begin augustus fluctueert zowel de druk als de troebelheid veel. Begin augustus is er een frequentie omvormer op de toevoer pomp geplaatst. Hierdoor wordt het toevoerdebiet constant op 25 m³/h gehouden (zoals te zien is in bovenstaand figuur). De druk varieert vanaf begin augustus tot het einde van de meetperiode tussen de 0,28 en 0,5 bar. De troebelheid loopt in december iets op van ongeveer 3 naar 7 NTU.