

Ecotoxicologisch en chemisch onderzoek RWZI Aarle Rixtel (Helmond) en rivier de Aa

RIZA rapport 2000.022

ISBN 9036953170

Auteurs Rijkswaterstaat/RIZA:

Drs. R.P.M. Berbee, A. Naber, L. Kerkum,
A. Espeldoorn, H. Maas, Drs. M. Tonkes
Waterschap de Aa

Ing. E. Matla, H.P. Ooms, M. Scheepens
Gemeenschappelijke Technologische Dienst
Oost-Brabant:
H. v.d. Loo

RIZA

Lelystad, juli 2000

05522

e ex.

gttd
Gemeenschappelijke
Technologische Dienst
Oost-Brabant

WATERSCHAP
De Aa



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling



Rijkswaterstaat/RIZA
Rijksinstituut voor
Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling
Documentatie
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Ecotoxicologisch en chemisch onderzoek RWZI Aarle Rixtel (Helmond) en rivier de Aa

RIZA rapport 2000.022

ISBN 9036953170

Auteurs Rijkswaterstaat/RIZA:

Drs. R.P.M. Berbee, A. Naber, L. Kerkum,
A. Espeldoorn, H. Maas, Drs. M. Tonkes

Waterschap de Aa:

Ing. E. Matla, H.P. Ooms, M. Scheepens

Gemeenschappelijke Technologische Dienst
Oost-Brabant:

H. v.d. Loo

RIZA

Lelystad, juli 2000



gemeenschappelijke
technologische dienst
Oost-Brabant



Bezoekersadres:
RIZA
Smedinghuis
Zuiderwagenplein 2
8224 AD

Postadres:
RIZA
Postbus 17
8200AA Lelystad

Telefoon 0320 298411
Fax 0320 249218

Internet www.riza.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting 5

Summary 9

Terminologie 13

1 Inleiding 15

2 Lozingssituatie 19

3 Uitgevoerde analyses en bepalingen 21

3.1 Bemonstering 21

3.1.1 Textielbedrijf 22

3.1.2 Bemonstering rwzi en oppervlaktewater 22

3.2 Bioassays 22

3.3 Chemische bepalingen 23

4 Resultaten 25

4.1 Bioassays 25

4.1.1 Acute toxiciteit effluent textielbedrijf 26

4.1.2 Acute toxiciteit influent rwzi 27

4.1.3 Aandeel textielbedrijf in de toxiciteit van het rwzi-influent 29

4.1.4 Overige metingen 30

4.2 Chemische metingen 32

4.2.1 Resultaten 32

4.2.2 Balansberekeningen 35

5 Evaluatie 37

5.1 Bioassays 37

5.2 Chemische metingen 38

5.3 Geen effect in bioassays toch overschrijding MTR-waarden 39

5.4 Geven de beschikbare chemische en biologische resultaten
het volledige beeld van de lozingssituatie Aarle Rixtel? 41

6 Conclusies en aanbevelingen 43

6.1 T.a.v. het ontvangend oppervlaktewater (de Aa) 43

6.2 T.a.v. de rwzi en het onderzochte textielbedrijf 44

6.3 Samenvattende conclusies lozingssituatie Aarle Rixtel 44

7 Referenties 47

Bijlagen in separaat rapport

1 Projectplan: Ecotoxicologisch onderzoek in de Aa en rwzi Aarle Rixtel

2 Gegevens rwzi Aarle Rixtel

3 Chemische bepalingsmethoden

4 Resultaten toxiciteitstesten

5 Resultaten chemische analyses

6 Resultaten Lumistoxmetingen (1997)

7 Massabalansen van zware metalen

8 Resultaten Omega-analyse

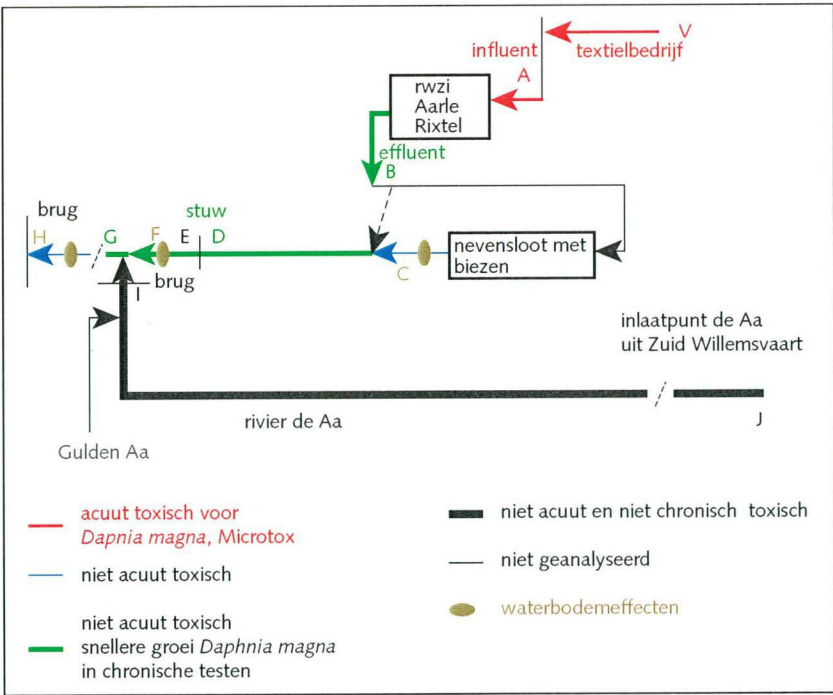
Samenvatting

Door het RIZA, Waterschap de Aa en de GTD Oost-Brabant is een onderzoek uitgevoerd in het afvalwater van de rioolwaterzuiveringsinrichting Aarle Rixtel (rwzi) en het ontvangend oppervlaktewater (rivier de Aa). In de rwzi wordt het afvalwater van Helmond en omstreken behandeld. Een van de grootste lozingen van kleurstoffen uit de Nederlandse textielindustrie vindt op deze zuivering plaats.

Belangrijke aanleiding voor dit onderzoek vormde het gegeven dat in 1997 bij oriënterend onderzoek herhaalde malen toxiciteit in het influent en effluent van de zuivering was waargenomen. Voor zowel waterschap de Aa als het RIZA is nader inzicht in de oorzaken van de effluenttoxiciteit belangrijk. Daarnaast leende deze situatie zich voor een studie naar de relatie tussen toxiciteit in een effluent en de resulterende toxiciteit in het oppervlaktewater. In CIW-kader bestaat behoefte aan nader inzicht in dergelijke emissie-immissie relaties.

Het in- en effluent, en het ontvangend oppervlaktewater is daarom in maart en mei 1999 uitgebreid onderzocht door middel van acute toxiciteitstesten met Microtox® (lichtgevende bacterie) en *Daphnia magna* (watervlo). Daarnaast zijn enkele chronische toxiciteitstesten en genotoxiciteitstesten uitgevoerd. Ook is het sediment van de waterbodemp op verschillende plaatsen bemonsterd en aan toxiciteitstesten onderworpen (o.m. poriewater). In het effluent en het ontvangend oppervlaktewater zijn verder een aantal chemische parameters bepaald (metalen, nutriënten, enz.). Ook het afvalwater van het eerder genoemde textielbedrijf werd bij het onderzoek betrokken.

Onderstaande figuur geeft een beeld van de lozingssituatie en de resultaten van het onderzoek naar toxiciteit.



Het influent van de rwzi blijkt acuut toxisch te zijn bij testen met Microtox en *Daphnia magna*. Het afvalwater van het textielbedrijf geeft hetzelfde beeld. Uit oriënterende berekeningen blijkt dat het textielbedrijf voor Microtox meestal 10% bijdraagt aan de totale op de rwzi aangevoerde toxiciteit. Ook in het weekend, wanneer het textielbedrijf stil ligt en nauwelijks loost, blijkt het influent van de rwzi toxisch te zijn. Het influent is ook éénmaal onderzocht op genotoxiciteit. Het water bleek niet genotoxisch te zijn.

Na de zuivering is er in het effluent (lokatie B; 24 monsters) en in het water van de bemonsteringslokalities (C t/m J; elk 7 monsters) geen sprake van acute toxiciteit voor Microtox en *Daphnia magna*. De rwzi is klaarblijkelijk in staat om de aangetroffen acute toxiciteit voor deze organismen weg te nemen. Één effluentmonster is onderzocht op mogelijk aanwezige genotoxische effecten. Die bleken net als bij het influent niet op te treden.

Er zijn op enkele effluentmonsters en op een watermonster van locatie D, G en I ook chronische toxiciteitstesten uitgevoerd met *Daphnia magna* en zebravis (zogenaamde ELS-test). In de effluentsloot en na het samenstromen daarvan met de Aa op locatie G bleek sprake van een stimulatieeffect op de reproductie van daphnia's. Vermoedelijk leiden de aanwezige voedingsstoffen tot versnelde voortplanting. In het toestromende water van de Aa bij locatie I trad dit effect niet op. Lokatie I ligt bovenstrooms van de uitmonding van de effluentsloot.

Toxiciteitsonderzoek in het sediment gaf meer effecten te zien. Op locatie C was er sprake van acute toxiciteit voor Microtox in het poriewater uit het sediment. Ook de zebravis (ELS) gaf hier een toxiciteitsrespons te zien. Op locatie F was sprake van ernstige kaakafwijkingen bij muggenlarven. Ook bleken er in vergelijking tot gezonde referentiegebieden relatief weinig soorten muggenlarven aanwezig. Op locatie H was er sprake van een duidelijke toxiciteit voor Microtox in het poriewater uit het sediment.

Uit de resultaten van de eveneens uitgevoerde chemische metingen blijkt dat in het oppervlaktewater van de Aa sprake is van een beïnvloeding door de rwzi. Voor de metalen zink en koper, maar ook voor ammonium-N blijkt dat er sprake is van overschrijding van MTR-waarden op de locatie na volledige menging (H). Voor ammonium-N is het moment van meten ook belangrijk. De relatief lage temperaturen tijdens het eerste deel van het meetprogramma (maart 1999) hadden duidelijk verhoogde gehalten van ammonium-N in de Aa tot gevolg. Bij de hogere temperaturen tijdens het tweede deel van het meetprogramma (mei 1999) werden veel lagere gehalten waargenomen.

Het lijkt vreemd dat de toxiciteitsmetingen in het oppervlaktewater geen toxische respons gaven, maar dat er wel sprake is van overschrijding van MTR-waarden voor sommige stoffen. Voor de metalen die de MTR overschrijden, is daarom onderzocht welke organismen juist wel een respons zullen geven en welke niet. Uit deze analyse uitgevoerd met het RIZA-programma Omega blijkt dat bij de gemeten opgeloste metaalgehalten voor Microtox en *Daphnia magna* inderdaad geen effecten kunnen worden verwacht. Bij vervolgonderzoek dient vooraf nog beter met de gevoeligheid van de toetsorganismen rekening te worden gehouden.

Is er nu wel of niet sprake van een milieubezwaarlijke lozing uit de rwzi?
Ten opzichte van de situatie in 1997 blijkt dat de effluenttoxiciteit gemeten met Microtox duidelijk is verbeterd. Ook bij acute toxiciteitstesten met

Daphnia magna in effluentmonsters waren er geen relevante effecten. De zuivering werkt nu klaarblijkelijk heel gunstig door op de geconstateerde toxiciteit in het influent voor *Microtox* en *Daphnia magna*. De in de afgelopen jaren doorgevoerde technische verbeteringen op de zuivering hebben mogelijk tot de verbetering van de effluentkwaliteit geleid.

Toch mag hieruit niet geconcludeerd worden dat er van milieubezwaarlijkheid geen sprake is. In het waterbodemsediment is duidelijk sprake van een aantal problemen. Bij de metingen in de waterfase is overeenkomstig de onderzoeksopzet slechts een beperkt aantal chronische toxiciteits- en genotoxiciteitstesten uitgevoerd. Onderzoek naar de effecten van hormoonbeïnvloedende en mogelijk aanwezige persistente en accumulerende chemische stoffen is evenmin verricht. Achteraf redenerend had ook gebruik van andere toetsorganismen in deze lozingssituatie onderzoekstechnisch gezien voordelen kunnen hebben (zie ook de aanbevelingen).

Dit onderzoek vormde de eerste fase van het onderzoek. In de tweede fase zou identificatie van de oorzaken van acute toxiciteit centraal staan. Omdat er geen acute toxiciteit in het effluent werd waargenomen wordt afgezien van deze identificatiefase.

Vervolgonderzoek zal zich het beste kunnen richten op de effecten in de waterbodem. Ook is het wenselijk om vaker genotoxiciteit te meten en chronische bioassays toe te passen. Ook andere milieubezwaarlijkheidsparameters zullen daarbij in beeld kunnen komen (persistentie, bioaccumulatie en hormonale effecten).

Summary

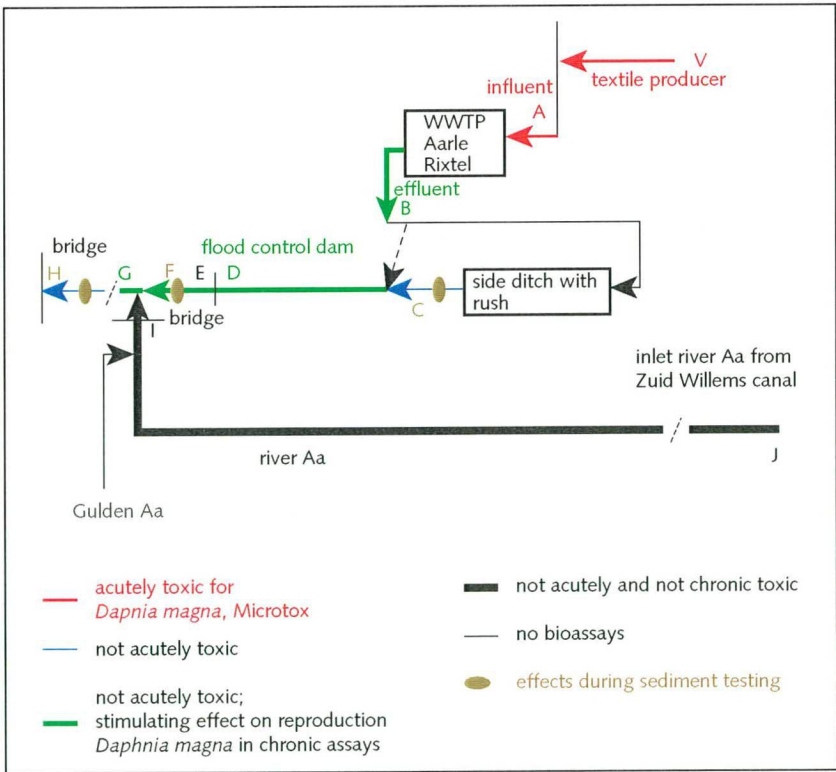
The Dutch Institute of Inland Water Management and Waste Water Treatment RIZA, the Waterboard the Aa and GTD-Oost Brabant, studied the toxicity of the effluent of the waste water treatment plant (WWTP) Aarle Rixtel as well as the toxicity of the receiving water system, the small river Aa. Industrial and municipal waste water from the city of Helmond and surroundings, including one of the largest discharges of (reactive) textile dyes, is biologically treated in this WWTP.

In 1997 an exploratory study showed that both the influent and the effluent of the WWTP were toxic. Waterboard the Aa and RIZA were interested to find out which compounds attributed to this toxicity.

In addition, this toxicity gave rise to concern towards the impact of this discharge on the receiving water system, for that the discharge contributes nearly 30% of the flow of the river Aa.

In March and May of 1999 the influent, effluent as well as the river itself were thoroughly studied by means of acute toxicity tests with *Microtox*-bacteria and the water flea *Daphnia magna*. Chemical analyses was carried out as well. Furthermore, some chronic and genotoxicity tests were performed. At different places in the receiving water system, sediment was collected and tested with bioassays as well. Untreated waste water from the textile company was also studied.

The figure below gives an overview of the results of all bioassays.



The waste water of the textile company as well as the influent of the treatment plant appears to be acutely toxic in the Microtox and *Daphnia magna* assay. Calculations indicated that the textile company is responsible for approximately 10% of the total toxic load of the WWTP. The influent of the WWTP did not show a genotoxic response in the Umu-C-test.

The WWTP effluent (B; 24 samples) and the surface water of sampling sites C-J (each 7 samples) were not acutely toxic for Microtox-bacteria and *Daphnia magna*, showing that the waste water treatment removes the acute toxicity effectively. Just like the influent the effluent was not genotoxic.

Some chronic toxicity tests, i.e. chronic *Daphnia magna*-test and zebrafish early-life-stage test (ELS), were performed on effluent and water samples from sampling site D,G and I. In the effluent B, the effluent ditch (D) and directly after flowing together with the river Aa (G) there was only a stimulating effect on *Daphnia magna* reproduction. Remaining nutrients present in the effluent may be responsible for this phenomenon, for that the stimulating effect was not observed in the upstream part of river Aa.

Toxicity testing in the sediment showed more effects. Pore water from sediment from the effluent ditch at sampling site C showed acute toxicity for Microtox and zebra fish (ELS-test). In the effluent ditch at sampling site F investigation of the mosquito larvae population revealed severe jaw deformities. Furthermore, in comparison to healthy reference areas a low number of species of mosquito larvae were found. Investigation of the pore water from sampling site H - one kilometre from the immision point - showed acute toxicity in the Microtox test.

A large number of chemical substances were analysed at the various sampling sites. The results indicated that the WWTP effluent significantly influences the chemical quality of the river Aa especially for zinc, ammonia and to some extent for copper. At sampling site H water quality standards for zinc, copper, nickel and ammonia were exceeded. Especially for ammonia the time of measurement is of great relevance. The higher temperatures in the second part of the project in May lead to a clear drop of the ammonia concentrations caused by enhanced nitrification processes.

There is a contradiction between the very limited response during toxicity testing in the water phase and the exceeding of the water quality standard for the soluble metals zinc, copper and nickel. The reason behind this contradiction was tracked by means of a specific computer programme. This programme (Omega) enables a single comparison between the sensitivity of aquatic organisms based on literature data and the observed concentration of specific pollutants. This comparison made clear that at the soluble metal concentration at H no effects can be expected for the Microtox and *Daphnia magna* tests applied in the current study. For future programmes it is clear that a thorough selection of suited test organisms is needed.

Is there an environmental problem at this treatment plant?

The current situation suggests that the situation has improved since the exploratory study in 1997 for there were hardly any toxic effects measured in the effluent. Process improvements at the WWTP probably has contributed to this positive development. The WWTP obviously deals very effectively with the delivered influent toxicity.

However, the results of this study shows that there are a number of toxicity problems observed in the sediment from the effluent ditch and river Aa. Furthermore, it should be kept in mind that only a rather limited number of

chronic and genotoxicity tests were performed and that no attention was paid to possible estrogenic effects, and persistent and bioaccumulating substances. In view of the Omega analyses selection of other test organisms *might have affected the final outcome of this project.*

Originally a second phase of this project, aimed at identification of toxic substances, was planned. This second phase is cancelled based on the observed limited toxicity.

In future programmes the causes behind the effects observed in the sediment is of importance and it is advisable to pay more attention to other environmental parameters i.e. persistence, bioaccumulation and estrogenic effects.

Terminologie

Acute toxiciteit	korte termijn effect op organismen	Hormonale effecten	effecten van bepaalde stoffen die tot verandering geslachtskenmerken leiden internationale
Aq	aqueous; in water opgelost; hier fractie <0.45 µm	ISO	organisatie voor standaardisatie van werkschriften
Bioaccumulatie	in vet van organismen ophopende stoffen	Lasa	merknaam van testmethode van de firma Dr. Lange
Bioassay	biologische bepaling	Lumistox®	zie onder Microtox (vergelijkbaar; alleen andere merknaam)
BZV	biologisch zuurstof verbruik	Microtox®	meet lichtremming van licht uitzendende bacteriën (Vibrio fischeri)
Chironomiden	muggenlarven	MTR	maximum toelaatbaar risiconiveau; 95 % van de aanwezige soorten wordt daarbij beschermd.
Chronische toxiciteit	lange termijn effecten op organismen	NEN-EN-ISO	<ul style="list-style-type: none"> - Nederlands normalisatie instituut - Europese norm - International organisation for standardisation
CIW	commissie integraal waterbeheer	Persistent	slecht afbrekende stoffen
CZV	chemisch zuurstof verbruik	Poriewater	water door centrifugeren of filtratie uit waterbodem afgescheiden
<i>Daphnia magna</i>	watervlo	RWZI	rioolwaterzuiveringsinrichting
EC ₂₀ of EC ₅₀	die concentratie van een stof, of een volumepercentage (afval)water dat tot een bepaald percentage effect aanleiding geeft	S.s.	suspended solids; zwevend stof
ELS-test	early life stage test; meet effect in eerste levensstadia (eitjes; larfjes)	Zebravis	3 cm groot visje (Brachidanio rerio)
Genotoxiciteit	aantasten van erfelijk materiaal door bepaalde stoffen	Zwalijs	zwarte lijst stoffen onderzoek in Brabant

1 Inleiding

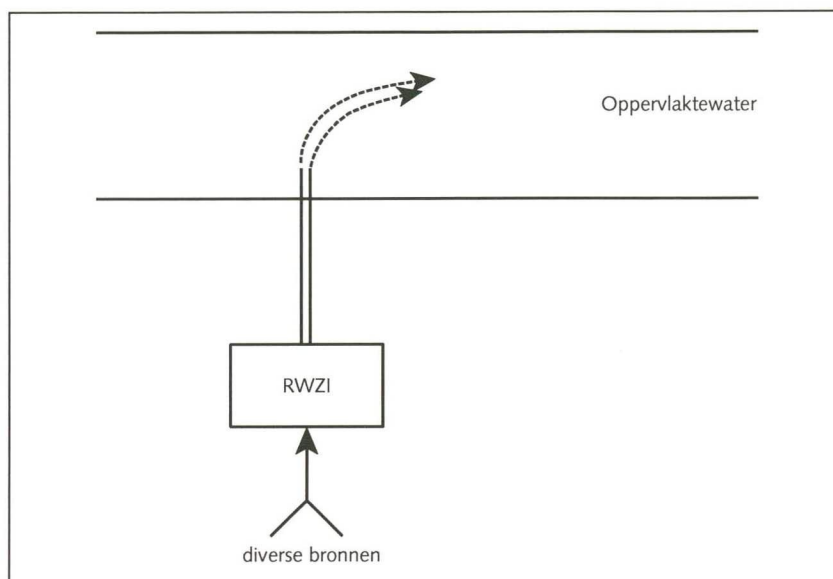
De communale rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi) bij Aarle Rixtel zuivert het afvalwater van Helmond en omstreken. Het effluent van deze zuivering komt in de rivier de Aa terecht en draagt in aanzienlijke mate bij aan het debiet van deze watergang. In de afgelopen jaren is in de Aa een hermeanderingsproject uitgevoerd. De Aa is in dit gebied een zogenaamde 'ingerichte ecologische verbindingszone'. Op deze rwzi vindt een van de grootste lozingen van kleurstoffen uit de Nederlandse textielindustrie plaats.

In het verleden is het influent en effluent van deze rwzi herhaalde malen onderzocht. Gedacht kan worden aan bijvoorbeeld het Zwalijs-2 onderzoek [Somers, 1994]. Hieruit kwam naar voren dat in de jaren 1991 en 1992 in het influent van de zuivering geregeld een zeer groot aantal zwarte lijststoffen aanwezig was (37 stoffen). Uit onderzoek van het waterschap in juni/aug. 1997 kwam naar voren dat zowel het influent als effluent van de rwzi acuut toxische eigenschappen blijkt te hebben. Een kort vervolgonderzoek van het RIZA in het najaar van 1997 wees eveneens in die richting. De gegevens van het Zwalijs-2 onderzoek en de toxiciteitsresultaten van het RIZA-onderzoek zijn daarop door het RIZA nader geanalyseerd [Berbee, 1999]. Hieruit bleek dat slechts 20% van de toxiciteit van het influent kon worden verklaard op basis van de bekende gehalten aan zware metalen en organische microverontreinigingen (zie ook bijlage 1). Andere stoffen, zoals de eerder genoemde kleurstoffen, zullen mede verantwoordelijk kunnen zijn voor de waargenomen toxiciteit.

Nader inzicht in de oorzaak van de toxiciteit vormt een belangrijk aandachtspunt voor het waterschap. Lopend onderzoek van het RIZA sluit hier naadloos op aan. Het RIZA is namelijk bezig met het testen en ontwikkelen van methoden voor het uitrafelen van oorzaken van toxiciteit. Daarbij wordt een zogenaamde toxiciteit identificatie methode getest die in de V.S. regelmatig wordt gebruikt (TIE; toxicity identification evaluation). Deze methode lijkt aantrekkelijk om in het geval van het toxische water van het effluent van rwzi Aarle Rixtel toe te passen. Zijn bijvoorbeeld de geloosde kleurstoffen verantwoordelijk voor de toxiciteit? Voor het lozingenbeleid van het waterschap is dit natuurlijk belangrijk. Een andere vraag is of de maatregelen die in de tussentijd zijn genomen hebben geleid tot een verdere verbetering van de kwaliteit van het effluent.

De lozingssituatie van de rwzi Aarle Rixtel is verder interessant voor het leggen van zogenaamde emissie-immissie relaties. In CIW kader wordt op dit moment namelijk bekeken of de kwaliteit van oppervlaktewater na ontvangst van een lozing in sterkere mate dan nu moet worden betrokken in het toekomstige lozingenbeleid (zie ook figuur 1).

Figuur 1
Emissie-immissie relaties.



Zoals bekend kunnen lozingen van restverontreinigingen uit bijvoorbeeld een rwzi een nadelig effect hebben op de kwaliteit van het oppervlaktewater. Indien voor bepaalde stoffen waterkwaliteitsnormen worden overschreden kunnen aanvullende maatregelen nodig zijn. Dit kan door maatregelen te treffen bij de rwzi of bij de diverse bronnen die samen het influent vormen. Waterkwaliteitsnormen worden sneller overschreden bij lozingen op kleine wateren dan op grote wateren. De lozingssituatie Aarle Rixtel, een grote lozing op een relatief klein oppervlaktewater, is een goede testcase hoe emissie-immissie relaties in de praktijk doorwerken. Dit kan door het uitvoeren van theoretische berekeningen. Door echter metingen naar stoffen te doen in het effluent en het oppervlaktewater wordt het beeld duidelijk hoe een emissie-immissie relatie in de praktijk doorwerkt. Binnen CIW-VI was er vooral behoefte aan inzicht in de emissie-immissie relaties voor de parameter toxiciteit. Door na te gaan of de toxiciteit van het effluent van de rwzi meetbaar doorwerkt in het oppervlaktewater kan dit inzicht worden verkregen.

Om verschillende redenen bestond er dus behoefte voor het uitvoeren van een onderzoek op deze lokatie. Dit onderzoek is uitgevoerd in nauwe samenwerking tussen het RIZA, Waterschap de Aa en de GTD (Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost Brabant).

De volgende vragen stonden daarbij centraal?

- Hebben de sinds 1997 in de industrie doorgevoerde saneringsmaatregelen geleid tot verbetering van de situatie?
- Is er nog steeds sprake van toxiciteit in het afvalwater?
- Hoe werkt een emissie-immissie aanpak in de praktijk door (zowel voor chemische parameters als de parameter toxiciteit)?
- Is het mogelijk om de oorzaak van de toxiciteit in het effluent te traceren?

Voor het onderzoek is een projectplan opgesteld [Berbee, 1999]. Dit plan omvatte een drietal fasen.

fase 1 (basisonderzoek):

Is het afvalwater van het effluent van de rwzi inderdaad geregeld toxisch?

-
- is er toxiciteit meetbaar in rivier de Aa (acuut of chronisch)?
 - is het mogelijk een relatie te leggen tussen toxiciteit van het effluent en toxiciteit gemeten in het oppervlaktewater?

fase 2 (identificatieonderzoek):

Is het mogelijk de oorzaken van de toxiciteit in het effluent vast te stellen?
Meer concreet: is er een relatie met de lozingen van kleurstoffen vanuit de textielindustrie?

fase 3 (diepgaand toxicologisch veldonderzoek):

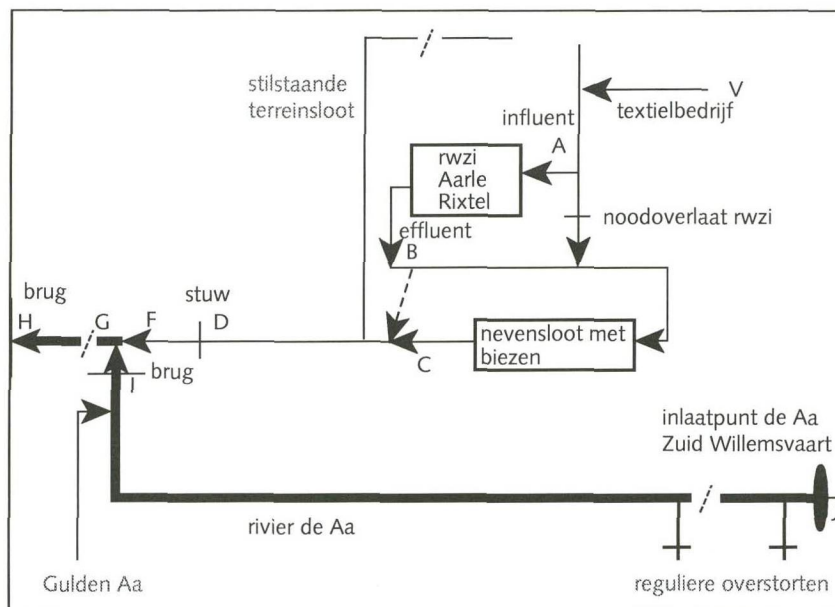
Indien het effluent inderdaad regelmatig toxisch is, dan is het zinvol diepgaander te gaan kijken naar de invloed daarvan op de Aa (invloed op de levensgemeenschappen in het oppervlaktewater en de waterbodem).

In het projectplan zijn de achtergronden en de opzet van het onderzoek in detail beschreven (zie bijlage 1) [Berbee, 1999]. De resultaten van de eerste fase zijn in dit rapport beschreven.

2 Lozingsituatie

In onderstaande figuur is een schets opgenomen van de lozingsituatie. De plaats van de letters in deze figuur geven aan waar tijdens het onderzoek water- of sedimentmonsters zijn genomen.

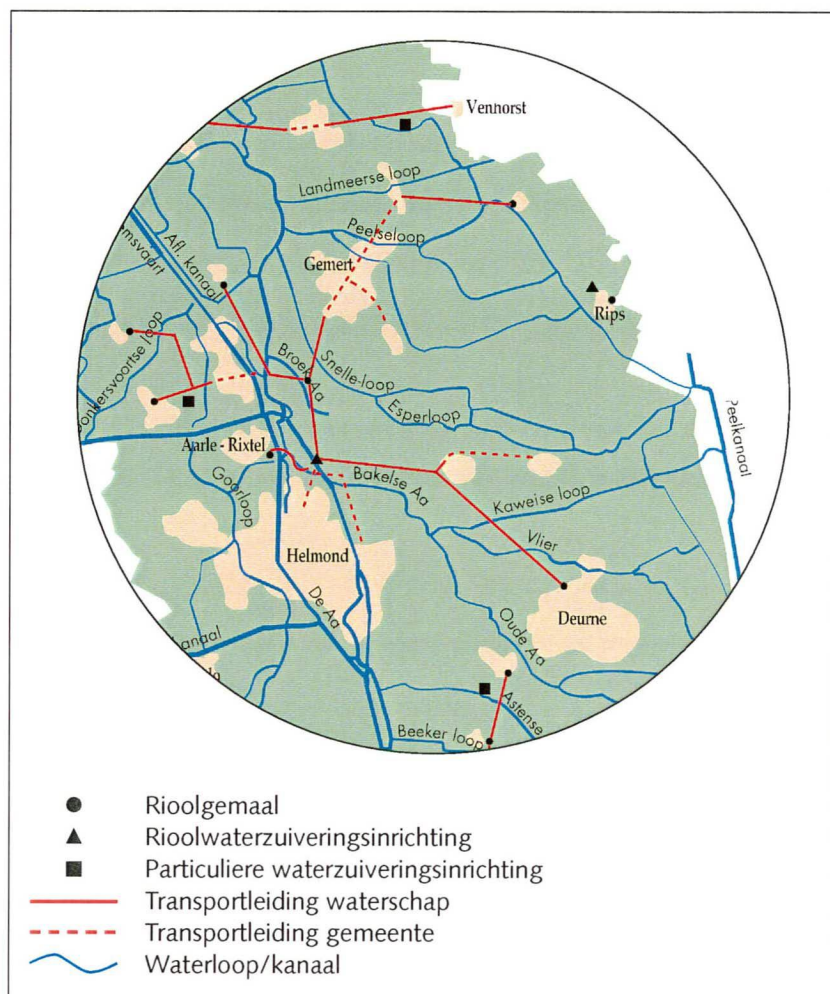
Figuur 2
Situatie lozing rwzi Aarle Rixtel / de Aa.



Het afvalwater afkomstig van huishoudens en bedrijven (stroom A), waaronder ook het afvalwater van het textielbedrijf (V) wordt behandeld in de rwzi. Het gezuiverde effluent (B) wordt normaliter door een nevensloot met biezen geleid waarbij een nareiniging plaats vindt. Bij hoge debieten ($>60.000 \text{ m}^3/\text{dag}$) wordt het water slechts gedeeltelijk door de nevensloot met biezen geleid en gaat het overige deel via een bypass rechtstreeks naar de effluentsloot. Via de effluentsloot (achtereenvolgens lokatie C, D, en F) komt het water uit de rwzi tussen G en F in de Aa terecht. De Aa bestaat in dit traject voor het grootste deel uit water uit de Zuid-Willemsvaart dat bij J wordt ingelaten. Na ongeveer 1 km komt de volledig gemengde stroom bij H aan. Punt E was in het oorspronkelijke plan opgenomen. Om praktische redenen is hier echter afgezien van bemonstering.

De rwzi bij Aarle Rixtel behandelt het water van Helmond en omgeving. In bijlage 2 is een gedetailleerde beschrijving opgenomen van de belasting van deze installatie [v.d. Loo, 1999]. De situatie ter plekke is 'vrij geïsoleerd' en wordt niet of nauwelijks beïnvloed door andere emissiebronnen (landbouw en overige kleine lozingen). Het uiteindelijke debiet van de Aa bij punt H wordt in sterke mate bepaald door het aandeel van de zuiveringsinstallatie. Tijdens het onderzoek zijn de nooduitlaat van de rwzi (drempelwaarde $2.500 \text{ m}^3/\text{hr.}$) en de reguliere overstorten op de Aa niet opengestaan. Er is niet erg veel verschil tussen de aanvoer op de rwzi in het weekend en die gedurende de werkweek. Dit komt door de vrij lange aanvoerleidingen (doorstroomtijd vanaf Deurne ca. 36 uur).

Figuur 3
Behandelingsgebied van rwzi Aarle
Rixtel.



Enkele technische gegevens:

rwzi:

laag belaste eentraps actief slib installatie (aeratie tanks met oppervlakte-beluchters);
slibbelasting 0.1 kg BZV/kg droge stof;
belasting (traceerbaar): 217.000 i.e. (152.000 inwoner-i.e., 65.000 industrie-i.e.);
daadwerkelijk gemeten 263.000 i.e.;
droog weer afvoer 45.000 m³/dag;
nat weer afvoer 47.000-127.000 m³/dag; periode maart/mei 1999 [Ooms, 1999];
lozing textiel bedrijf 6.000-8.000 m³/dag [opgave textielbedrijf, 1999].

rivier de Aa:

inlaat vanuit de Zuid Willemsvaart bij J: 89.000-116.000 m³/dag; periode maart/mei 1999 [Matla, 1999];
Gulden Aa bij inlaatpunt 'de Vries': 13.800 m³/dag [Matla, 1999].

3 Uitgevoerde analyses en bepalingen

In onderstaande tabel zijn de uitgevoerde analyses en bepalingen op de watermonsters van de verschillende monsterlokaties vermeld. De lettercodes zijn terug te vinden in figuur 1.

Tabel 1
overzicht van de verschillende bepalingen.

lokatie	monster ^a	bepalingen:						
		chemie ^b	Microtox	daphnia ac.	daphnia chr.	zebravis ELS	muggen-larven chr.	genotox.
textielbedrijf V	v	+	+	+				
influent A	v	+	+	+				
influent A	s	+	+	+				+
effluent B	v	+	+	+	+	+		
effluent B	s	+	+	+				+
voor mengpunt rwzi/biezenveld C	s		+	+				
voor mengpunt rwzi/effluent biezenveld C	pw/sed.	+	+		+	+	+	
voor stuw D	s	+	+	+	+	+		
voor immissiepunt bij F	sed.						+/veldinv.	
voor immissiepunt bij F	s	+	+					
effluentsloot na samenkomst met Aa G	s	+	+					
de Aa ca. 1 km na opmenging met effluentsloot H ^d	s	+	+	+				
Aa voor immissiepunt I	s	+	+	+	+	+		
innamepunt Aa/Zuid Willemsvaart J	s	+	+	+				

a v: 24 hr. debietproportioneel verzamelmonster; s: steekmonster; sed. sediment; pw: poriewater uit sediment
b chemische parameters
totale pakket (niet in alle monsters gemeten): s.s., pH, CZV, BZV5, NH₄⁺, Nkj, NO₂⁻, NO₃⁻, NO₂⁻/NO₃⁻, PO4-P, tot. P, O₂, Cl⁻, Cu tot., Cu (aq), Cr tot., Cr (aq), Pb tot., Pb (aq), Cd tot., Cd (aq), Ni tot., Ni (aq), Zn tot., Zn (aq), S²⁻
c een tiental extrabepalingen is met Lumistox uitgevoerd (vergelijkbaar met Microtox)
d in separaat RIZA-onderzoek is nog een aantal additionele bioassays uitgevoerd

3.1 Bemonstering

Deze heeft plaatsgevonden in drie perioden. De eerste bemonsteringsronde was in de periode 8 maart 1999 tot en met 31 maart 1999. De tweede ronde was in de periode van 27 mei tot en met 1 juni 1999. Deze tweedeling hing samen met de mogelijkheid dat in de tweede periode andere lozingen een sterkere invloed zouden hebben. Daarbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld een intensiever bestrijdingsmiddelengebruik op verhardingen in de lente, maar ook verschillen in waterafvoer van het verharde oppervlak. Aanvullend op deze bemonsteringsrondes is in opdracht van het waterschap de Aa door Tauw onderzoek naar de acute toxiciteit van het effluent (B) verricht in de periode 22 juni tot en met 20 september 1999 (debietproportionele monsters).

Neerslag kan een sterke invloed hebben op het debiet van de rwzi. De momenten van bemonstering waren zo gekozen dat extreme invloed van neerslag werd vermeden. De resultaten zijn bij benadering representatief voor de droog weer situatie.

3.1.1 Textielbedrijf

Het bedrijf heeft zelf met eigen bemonsteringsapparatuur op dezelfde momenten als de rwzi debietproportionele monsters genomen (24 hr.; gekoeld bewaard). De monsters zijn door het bedrijf op de zuivering afgegeven voor de biologische testen. Door het bedrijf is alleen door de weeks bemonsterd. In het weekend is er geen sprake van een relevante lozing. Een aantal chemische analyses op de watermonsters is door het bedrijf zelf uitgevoerd.

Opgemerkt moet worden dat de doorstroomtijd door het riool van bedrijf tot rwzi slechts enkele uren bedraagt.

3.1.2 Bemonstering rwzi en oppervlaktewater

Het personeel van de zuivering heeft met de debietproportionele apparatuur 24 uren monsters genomen van het influent en effluent van de zuivering. De monsters werden gekoeld bewaard (4 °C) en daarna zo snel mogelijk ingevroren.

Indien op een bepaalde dag steekmonsters werden genomen van afvalwaterwater en oppervlaktewater, dan werden in de 24 uur daarvoor debietproportionele monsters genomen van het influent en het effluent. Er kon bij de bemonstering geen rekening worden gehouden met de verblijftijd van het water in de zuivering. Deze is namelijk niet constant.

Het bemonsteringsschema zat zo in elkaar dat representatieve monsters beschikbaar kwamen voor zowel de situatie 'door de weeks' als in het weekend (bemonstering op maandag).

Het RIZA en Waterschap de Aa hebben samen de steekmonsters genomen van het influent en effluent van de rwzi, en het oppervlaktewater.

3.2 Bioassays

Microtox screening testen in de watermonsters zijn door het RIZA op de bemonsteringsdag in het laboratorium van de rwzi uitgevoerd. De overige testen (Microtox verdunningsreeksen, Daphnia-testen e.d.) zijn later uitgevoerd op het RIZA laboratorium in Lelystad. In opdracht van RIZA is door AquaSense de dichtheid van muggenlarven in één waterbodemmonster bepaald en is onderzocht of er sprake is van afwijkingen aan de kaakstructuur (lokatie F).

De keuze van Microtox en daphnia was gebaseerd op het gegeven dat deze testen vrij standaard worden ingezet bij de biologische beoordeling van effluenten. Een andere reden was dat bij eerder oriënterend onderzoek van het waterschap met lichtgevende bacteriën effecten waren geconstateerd.

Bij de uitvoering van de Microtox-testen is het voorschrift NEN-EN-ISO 11348-3 gevolgd [Nederlands Normalisatie Instituut, 1999]. Bij de acute daphnia-testen en de chronisch subletale ELS test met zebravis is gewerkt volgens ISO-methoden [International Organisation for Standardisation, 1996 en 1997]. De bereiding van poriewater, en de chronische testen met daphnia's en muggenlarven zijn uitgevoerd volgens een interne RIZA-methode [Maas, 1993]. Acute toxiciteitstesten door Tauw zijn uitgevoerd met Lumistox. Deze test is vergelijkbaar met Microtox. Daarbij werd eveneens methode NEN-EN-ISO 11348-3 gehanteerd [Nederlands Normalisatie Instituut, 1999].

3.3 Chemische bepalingen

De gehanteerde chemische bepalingsmethoden zijn vermeld in bijlage 3.
De meeste chemische bepalingen werden op de bemonsteringsdag zelf uitgevoerd.

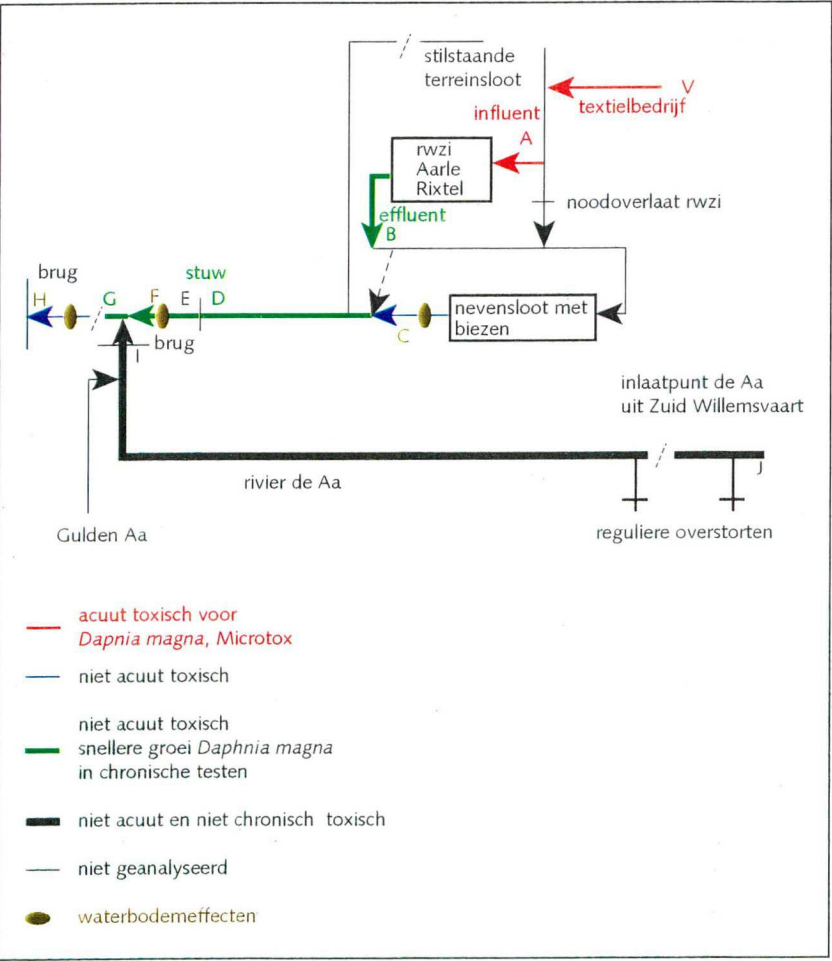
4 Resultaten

In dit hoofdstuk wordt in paragraaf 4.1 uitgebreid ingegaan op de resultaten van de toxiciteitstesten. In 4.2 wordt ingegaan op de resultaten van de chemische bepalingen. De samenhang tussen de resultaten van de toxiciteitstesten en de chemische testen komt in hoofdstuk 5 aan de orde.

4.1 Bioassays

In onderstaande figuur zijn de resultaten van de bioassays samengevat. Alle resultaten van de afzonderlijke testen zijn terug te vinden in bijlage 4.

Figuur 4
Resultaten acute en chronische toxiciteitstesten.



Uit figuur 4 blijkt dat alleen het effluent van het textielbedrijf en het influent van de rwzi een effect te zien gaf in de acute toxiciteitstesten met Microtox en *Daphnia magna*. In veertien effluentmonsters van de rwzi, maar ook op diverse lokaties in het oppervlaktewater (elk 7 monsters) was geen acut toxisch effect te bespeuren met deze twee testen. In een aanvullend onderzoek met Lumistox (vergelijkbaar met Microtox) in tien effluentmonsters

van de rwzi werd evenmin toxiciteit aangetroffen. Slechts één monster gaf een geringe toxische respons te zien. In de chronische testen met *Daphnia magna* was er in het rwzi-effluent, de effluentsloot bij D en na het immissiepunt bij G sprake van 'stimulatie'. Dit houdt een sterkere vermenigvuldiging van daphnia's in. Op de overige lokaties (I, J en H) werden dergelijke effecten niet waargenomen. Op lokatie C en H werden bij testen met poriewater uit het sediment wel effecten gevonden. Op de verschillende situaties dat effecten werden waargenomen wordt nu meer gedetailleerd ingegaan. De resultaten van een aantal minder gebruikelijke testen worden ook apart besproken.

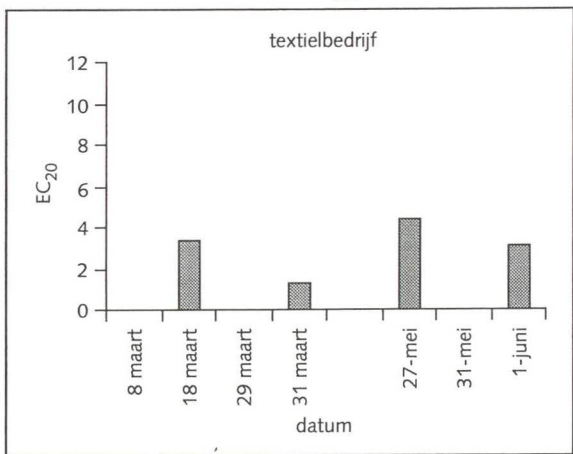
4.1.1 Acute toxiciteit effluent textielbedrijf

4.1.1.1 Microtox

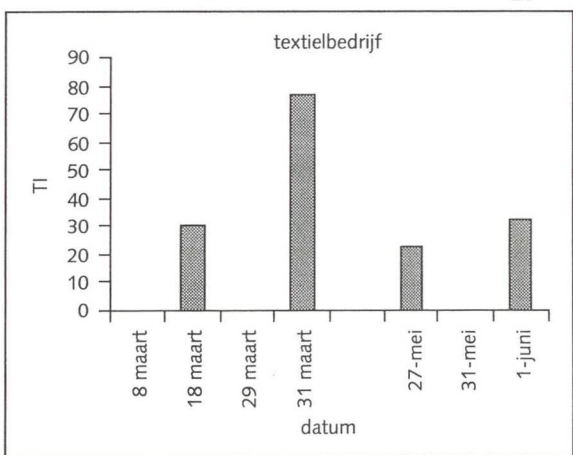
Dit effluent gaf toxische effecten te zien voor Microtox. Aan alle randvoorwaarden bij de test werd voldaan met uitzondering van de pH. Deze bedroeg 10.1-10.2, terwijl de test vereist dat deze tussen 5 en 9 ligt. Voor het kunnen uitvoeren van de toxiciteitstesten is de pH daarom teruggebracht tot 7. De resultaten, uitgedrukt als EC₂₀ (vol.%) bij 15 min., zijn vermeld in figuur 5a. In figuur 5b zijn dezelfde data vermeld, alleen zijn ze dan uitgedrukt als toxiciteitsindex (definitie: TI = 100/EC₂₀). Deze kunnen als volgt worden gelezen: 'hoe hoger de toxiciteitsindex des te giftiger het water'.

De resultaten geven aan dat er sprake is van 'sterk acuut toxisch' afvalwater. Deze benaming geldt wanneer de gemeten waarde tussen de 1 en 10 vol.% ligt. Voor de inschaling van het toxiciteitsniveau wordt gerefereerd aan de voorlopige handreiking toxiciteitstesten [Rijkswaterstaat FWVO, 1997]. De in figuur 5a aangegeven waarden komen overeen met eerdere metingen in het afvalwater in juli 1997 [Novem, 1998]. De EC₂₀ waarden bedroegen toen 5 en 5.6 vol.%.

Figuur 5a
Resultaten van de toxiciteitstesten (EC₂₀ vol.% bij 15 min.).



Figuur 5b
Dezelfde resultaten uitgedrukt als toxiciteitsindex (100/EC₂₀).



4.1.1.2 *Daphnia magna*

De acute toxiciteitstesten met *Daphnia magna* gaven in drie gevallen in de 100 % screeningtesten de maximale sterfte te zien (zie tabel 2). Daarbij worden de testen uitgevoerd in onverdund water. Er bleek bij de testen sprake van een duidelijke overschrijding van de randvoorwaarde voor geleidbaarheid en in beperkte mate voor pH (grensgeval). Het is daarom niet duidelijk of het effect te wijten is aan overschrijding van de randvoorwaarden of door aanwezige toxische stoffen.

Tabel 2

Screening acute toxiciteit in verzamelmonsters effluent textielbedrijf^{a,b}.

datum	sterfte organismen %	randvoorwaarden					
		pH 5.5-10	O ₂ >3 mg/l	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻ < 20 mg/l	NH ₄ < 50 mg/l (20 °C; pH 8.0) ^a	Geleidbaarheid <860 µS/m
18-03-99	100	10.2	8	n.b.	11.3	6.9	2080
27-05-99	100	10.2	7.9	12.7	5.5	6.9	1669
01-06-99	100	10.1	8.4	n.b.	2.9	7.9	1510

a gehalten bepaald met een cuvettest (Lasa natchemische bepaling)
b overschrijdingen van de randvoorwaarden zijn cursief aangegeven

Na de screeningtesten zijn twee verdunningstesten ingezet en is de LC₅₀ (48 hr.) bepaald (zie tabel 3). Tijdens het uitvoeren van deze testen bleek het zuurstofgehalte soms veel lager te liggen dan in het oorspronkelijke verzamelmonster. Er bleek een daling te zijn opgetreden van het zuurstofgehalte van ca. 8 tot beneden de 1 mg/l. Mogelijk komt dit door het weg-reageren van opgeloste zuurstof door biologische afbraak van aanwezige stoffen. Het lage zuurstofgehalte is waarschijnlijk van groter belang dan de overschrijding van de geleidbaarheid.

Tabel 3

Acute testen Daphnia magna in verzamelmonsters effluent textielbedrijf (verdunningsreeks)^{a,c}.

datum	LC ₅₀ 48 hr. % vol.	randvoorwaarden				
		pH 5.5-10	O ₂ >3 mg/l	NO ₂ ⁻ < 20 mg/l	NH ₄ < 50 mg/l (20 °C; pH 8.0) ^b	Geleidbaarheid <860 µS/m
27-05-99	75	7.8-9.5	0.5	0	6.9	1532
01-06-99	75	7.8-9.5	0.22	0	7.9	1435

a vooraf pH naar 7 bijgesteld
b gehalten bepaald met een cuvettest (Lasa; natchemische bepaling)
c overschrijdingen van de randvoorwaarden zijn cursief aangegeven

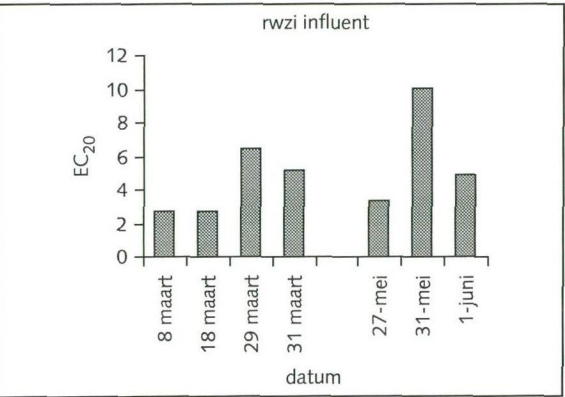
4.1.2 Acute toxiciteit influent rwzi

4.1.2.1 Microtox

De resultaten van de testen in de influentmonsters met Microtox (EC₂₀; 15 min.) wijzen in de meeste gevallen op een 'sterke acute toxiciteit'. De resultaten zijn samengevat in onderstaande figuren. De gemeten toxiciteit tijdens dit onderzoek ligt opvallend genoeg wat hoger dan bij eerdere bepalingen in dit afvalwater (zie bijlage 6) [Tauw, juli 1997].

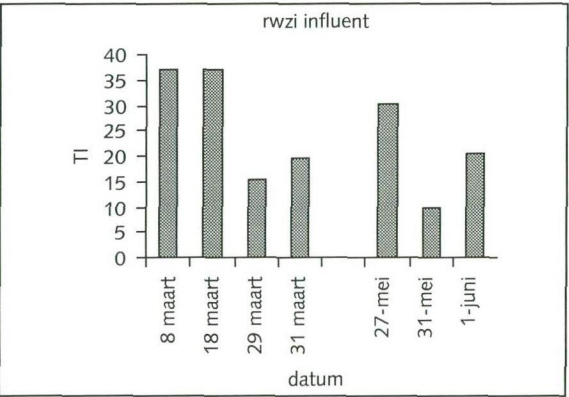
Figuur 6a

Resultaten van de toxiciteitstesten (EC₂₀ vol.% 15 min.).



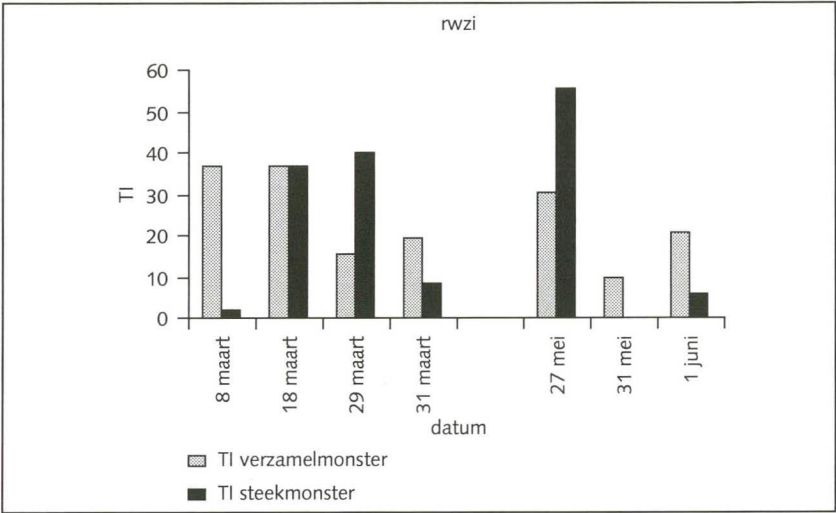
Figuur 6b

Dezelfde resultaten uitgedrukt als toxiciteitsindex (100/EC₂₀).



Tijdens het onderzoek zijn debietproportionele monsters en steekmonsters genomen. Figuur 7 laat zien dat er grote verschillen kunnen zijn tussen steek- en debietproportionele monsters. De toxiciteit van de verzamelmonsters kunnen hoger, maar ook lager liggen. Een eenduidige lijn is hier niet in te herkennen. Er lijkt sprake van een 'normale verdeling' (Gauss-verdeling) te zijn.

Figuur 7
Verschil in resultaten van Microtox-testen tussen verzamel- en steekmonsters.



Debietproportionele monsters geven een beter gespreid, meer gemiddeld beeld van een lozing. Echte pieklozingen worden in dit soort monsters afgevlakt. Bij steekmonsters speelt de 'toevalsfactor' een grote rol. Er kan juist in een piek gemonsterd worden of juist helemaal niet. Om die reden hebben debietproportionele monsters vaak een voorkeur boven steekmonsters. De resultaten van deze meetserie laten het verwachte beeld zien.

De meetdagen 8 maart, 29 maart en 31 mei zijn bemonsteringen in het weekend geweest. De resultaten laten echter nauwelijks verschil zien met de metingen gedurende de werkweek. Dit komt overeen met resultaten van de meetreeks met Lumistox in 1997.

4.1.2.2 *Daphnia magna*

De testen met *Daphnia magna* geven in de meeste gevallen duidelijke effecten te zien in de screeningtesten (zie tabel 4). Hierbij zijn de testen uitgevoerd in onverdund water. Dit geldt voor zowel de verzamel- als de steekmonsters. Na de screeningtesten zijn voor verschillende data verdunningstesten ingezet en is de LC₅₀ (48 hr.) bepaald (tabel 5). Net als bij de testen in het afvalwater van het textielbedrijf werd ook nu niet aan de randvoorwaarden voldaan. Er was in veel gevallen sprake van een sterke overschrijding van de randvoorwaarde voor geleidbaarheid. Verder bleek het zuurstofgehalte bij het uitvoeren van de verdunningstesten sterk te zijn teruggelopen. Ook het ammoniumgehalte blijkt in veel gevallen problematisch te zijn. Doorleiden van lucht blijkt tot een lagere toxiciteit te leiden. Dit bleek bij het monster van 31 maart. Daarbij kan echter ook een deel van de aanwezige NH₃ zijn vervluchtigd.

Tabel 4

Screening acute toxiciteit *Daphnia magna* in verzamel- en steekmonsters influent rwzi^{a,b}.

datum	sterfte organismen %	randvoorwaarden			
		pH 5.5-10	O ₂ >3 mg/l	NH ₄ < 50 mg/l (20 °C; pH 8.0) ^c	Geleidbaarheid <860 µS/m
08-03-99 v	88	7.6	0.2	34.6	1016
18-03-99 v	100	8.7	1.3	62.3	1450
29-03-99 v	76	7-8.4	0.2	63.2	1063
31-03-99 v	100	7.4-7.9	0.1	27.6	1376
31-05-99 v	100	6.5-8.1	0.7 ^c	31.6	1020
01-06-99 v	0	7.1-7.8	1.4	30.2	1004
08-03-99 s	0	7.3	5.6	15.5	581
18-03-99 s	100	9.1	1.1	30.9	1788
29-03-99 s	76	7.4-8.4	0.9	60	1082
31-03-99 s	100	7.3-8.6	0.3 ^d	40	1063
27-05-99 s	100	7.4-8.1	0.5	60	1263
31-05-99 s	0	6.7-7.0	3.6	15	1354
01-06-99 s	52	7.1-8.1	0.4	60 ^e	1219

a v verzamelmonster; s steekmonster; [NO₂⁻] = 0 mg N/l (randvoorwaarde <20 mg/l)

b overschrijdingen van randvoorwaarden zijn cursief aangegeven

c gehalten bepaald met een cuvettest (Lasa natchemische bepaling)

d na beluchting vermindert de sterfte

e met indicatiestrookjes van Merck bepaald

Tabel 5

Acute testen *Daphnia magna* in verzamelmonsters influent rwzi (verdu-ningsreeks)^a.

datum	LC ₅₀ 48 hr. % vol.	pH 5.5-10	randvoorwaarden:		
			O ₂ >3 mg/l	NH ₄ < 50 mg/l (20 °C; pH 8.0) ^b	Geleidbaarheid <860 µS/m
29-03-99 v	18	7-8.4	0.2	63.2	1063
31-03-99 v	75	7.4-7.9	0.1	27.6	1376
31-05-99 v	61	6.5-8.1	0.7 ^c	31.6	1020
01-06-99 v	>100	7.1-7.8	1.4	30.2	1004
29-03-99 s	95	7.4-8.4	0.9	60	1082
31-03-99 s	75	7.3-8.6	0.3 ^c	40	1063
27-05-99 s	42	7.4-8.1	0.5	60	1263
31-05-99 s	>100	6.7-7.0	3.6	15	1354
01-06-99 s	99	7.1-8.1	0.4	60 ^d	1219

a v verzamelmonster; s steekmonster

b gehalten bepaald met een cuvettest (Lasa natchemische bepaling)

c na beluchting vermindert de sterfte

d met detectiestrookjes van Merck bepaald

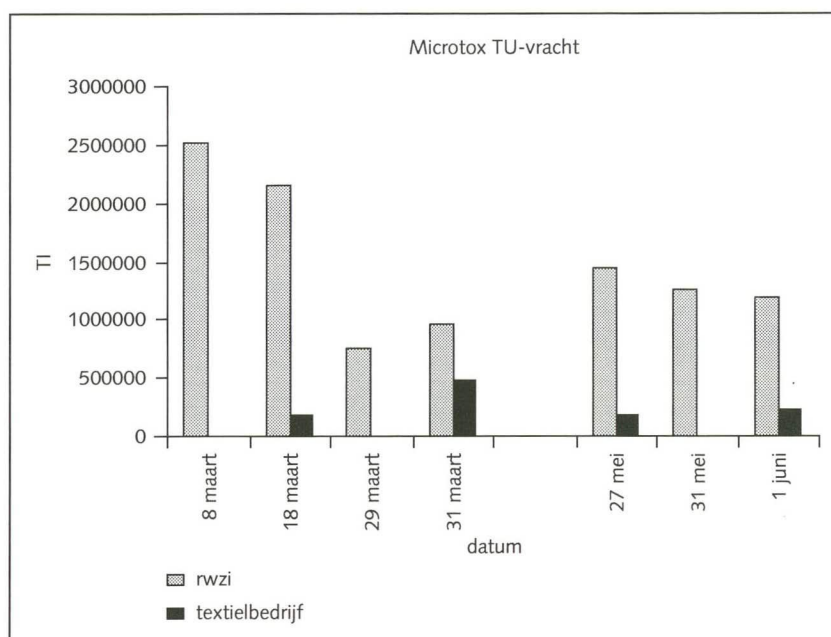
4.1.2.3 Genotoxiciteit influent

Monsters van het influent en effluent van rwzi Aarle Rixtel zijn ook onderzocht in een specifiek RIZA programma dat gericht is op methodie-kontwikkeling voor genotoxiciteit. Bij dit programma wordt gekeken of stoffen in afvalwater leiden tot veranderingen in het DNA (mutaties) of beschadiging van het DNA zelf. Het steekmonster van 29 maart 1999 van het influent is daartoe door de universiteit van Berlijn onderzocht met de Umu C-test. Voor een nadere toelichting op deze test wordt verwezen naar de rapportage van de Maagd [1999]. Het betreffende monster bleek niet genotoxisch te zijn.

4.1.3 Aandeel textielbedrijf aan de toxiciteit van het rwzi-influent

De resultaten van de Microtox-testen geven de mogelijkheid om een schat-ting te maken van het aandeel van het bedrijf aan de toxiciteit van het influent van de rwzi. Dit kan door de toxiciteitsindex van de afvalwater-monsters (TI = 100/EC₂₀ vol. %) te vermenigvuldigen met het debiet van de betreffende stroom. Door dit voor het afvalwater van het bedrijf te doen en voor het influent van de rwzi wordt een vergelijking van toxiciteits-vrachten mogelijk. Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar de publicatie van Chen [1997]. De resultaten van deze berekeningen zijn op-genomen in figuur 8.

Figuur 8
Aandeel textielbedrijf aan de toxiciteit van het influent voor Microtox.



Uit deze grafiek wordt duidelijk dat het textielbedrijf meestal een bijdrage heeft van rond de 10% aan de toxiciteit van het influent voor Microtox, en een keer een uitschieter tot 50%. Bij deze vergelijking hoort echter als kanttekening dat is aangenomen dat de stoffen aanwezig in het afvalwater van het textielbedrijf, en die aanwezig in andere communale lozingen op gelijke wijze doorwerken in de uiteindelijke toxiciteit. Er mag bij het toepassen van toxiciteitsvrachten uiteraard geen sprake zijn van onderling versterkende of uitdovende effecten van de aanwezige stoffen op de toxiciteit. Een zuivere vergelijking is eigenlijk alleen mogelijk door ook rioolwater te testen, maar dan net voor de lozing van het textielbedrijf. Door de moeilijke uitvoerbaarheid is dit achterwege gebleven.

Als mogelijke oorzaak van de toxiciteit van het influent werd verondersteld dat sulfide verantwoordelijk zou kunnen zijn. Om die reden zijn influent-monsters door Tauw onderzocht op sulfide. Het gehalte blijkt in de range van <0.1-2.6 mg S²⁻/l te liggen (mediaan 0.3 mg/l). De toxiciteit van natriumsulfide is ook getest. Boven de 60 mg S²⁻/l is daarbij geen effect op Microtox gevonden. Uit deze resultaten kan worden afgeleid dat sulfide niet de oorzaak is van de toxiciteit van het afvalwater. Verder onderzoek naar de oorzaken van toxiciteit van het influent is achterwege gebleven.

Omdat bij de influentmonsters voor *Daphnia magna* niet werd voldaan aan de randvoorwaarden voor de testen is hier van vrachtberekeningen afgezien.

4.1.4 Overige metingen

4.1.4.1 Effluent rwzi

In effluentmonsters (lokatie B) gaven testen met zebravis-ELS (chronisch/sublethaal) in twee monsters geen effecten te zien. In een van die monsters gaf een chronische test met *Daphnia* mogelijk een stimulatieeffect te zien. Dit betekent dat de voortplanting van daphnia's werd gestimuleerd. Uit een Umu-test op één monster bleek dat er geen sprake is van genotoxiciteit in het effluent (zie ook par. 4.1.2.3).

4.1.4.2 Lokatie C (na biezenveld)

Op lokatie C werden wel effecten waargenomen in de waterbodem. Het poriewater gaf toxische effecten te zien bij testen met Microtox en chronische testen met Daphnia en zebravis (ELS-test) (zie tabel 6). De effecten voor Daphnia en zebravis zijn mogelijk aan de waargenomen ammoniumgehalten te wijten. Microtox is echter niet gevoelig voor dergelijke ammoniumgehalten.

Tabel 6

Toxiciteitstesten poriewater lokatie C (na biezenveld).

monsterdatum	Microtox EC ₂₀ % vol.			Daphnia chronisch % vol.	Zebravis Els chronisch % vol.	NH ₄ -N ^a mg/l
	5 min.	15 min.	30 min.			
29 maart	32	> 45	>45	100	81	10-30
31 mei	17	15	7	56	45	30-60

a bepaald met Merck-strookjes

4.1.4.3 Lokatie F (effluentsloot net voor immissiepunt)

Op lokatie F is onderzoek naar effecten op muggenlarven uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn samengevat in tabel 7 en 8. De waargenomen effecten in relatie tot groeivertraging en sterfte (tabel 7) bleken mee te vallen. De dichtheid van het aantal aanwezige muggenlarven was bijzonder hoog (6.000 exemplaren/m²). De normale waarde in een gezond gebied ligt meestal rond de 1.500. Het aantal soorten dat aanwezig was (slechts 3) is erg laag. Het percentage muggenlarven met afwijking aan het mentum (kaak) bleek verder hoog te liggen (tabel 8). Hier is duidelijk sprake van een slechte situatie.

Tabel 7

Effecten op muggenlarven (Chironomus) door sediment afkomstig van lokatie F (voor immissiepunt).

monsterdatum	sterfte %	Chironomus	drooggewicht %	beoordeling effect
		groeivertraging %		
29 maart	10	19	0.37	gering
31 mei	25	25	0.59	gering

Tabel 8

Kaakafwijkingen bij muggenlarven (Chironomus) op lokatie F.

soort	aantal onderzocht	% met afwijking	beoordeling effect
riparius	80	26	ernstig
annularis	14	50	ernstig
psectrotangpus varius	1	n.b.	-

4.1.4.4 Metingen Lokatie G

Op het punt direct na samenvloeien van rivier de Aa en het water afkomstig van de rwzi (na het immissiepunt dus) is ook één keer een chronische test uitgevoerd met daphnia's. De resultaten van deze meting gaven geen ernstige gevolgen te zien. Integendeel, er werd een stimulatie van de voortplanting van daphnia's geconstateerd.

4.1.4.5 Metingen Lokatie H

In tabel 9 zijn de resultaten samengevat naar de effecten van sediment van lokatie H. Op deze lokatie is het water van de Aa reeds geruime tijd in contact geweest met water uit de effluentsloot van de rwzi. De resultaten in deze tabel komen uit een apart onderzoek van het RIZA dat door Aqua-sense is uitgevoerd [de Vries, 1999]. Uit deze tabel volgt dat bij acute testen met Microtox alleen in het poriewater een duidelijk effect werd aangetoond.

Tabel 9
Resultaten bioassays sediment lokatie H
[de Vries, 1999].

organisme	effect	interpretatie
Microtox poriewater	EC ₂₀ (15 min) 4.4 % vol.	sterk acuut toxisch
Microtox solid phase	850 TI op basis van EC ₅₀	acceptabel
Rotokit (raderdierkje)	LC ₅₀ >100 % vol.	acceptabel
Thamnotoxkit F (kreeftachtige)	LC ₅₀ >100 % vol.	acceptabel
<i>Daphnia magna</i> (chronisch)	NOEC reproductie 100 % vol. LC ₅₀ > 100 % vol.	acceptabel
<i>Chironomus riparius</i> (chronisch)	sterfte 2 % % larven in stadium L2 of L3 of dood 6 %	acceptabel

4.1.4.5 Metingen Lokatie I en J

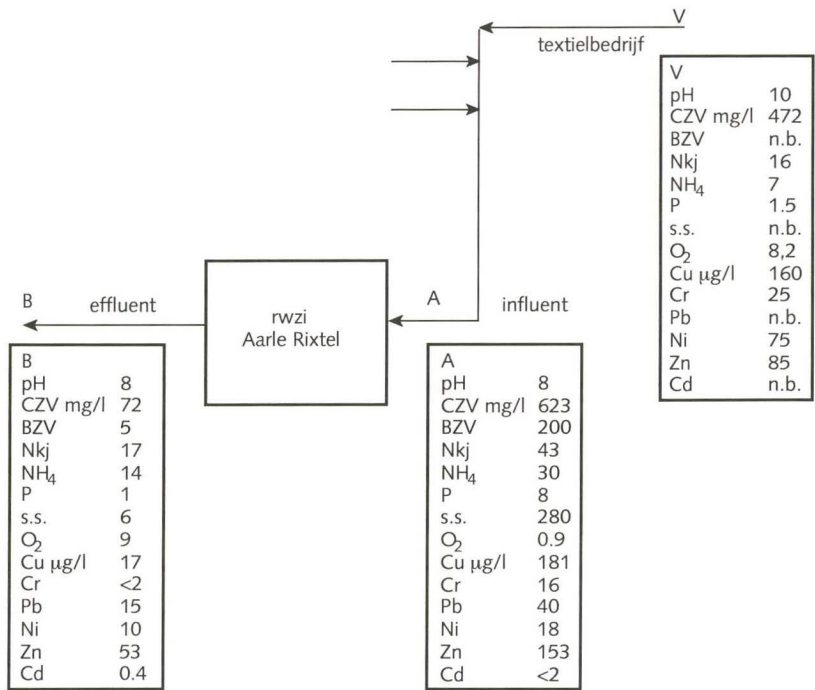
Acute toxiciteitstesten met Microtox en *Daphnia magna* met oppervlaktewater van de lokatie I (de Aa voor het immissiepunt met de effluent-sloot) en J (ingenomen water uit de Zuid Willemsvaart) gaven geen effecten te zien. Een chronische test met zebravissen (ELS-test) met water van lokatie J gaf evenmin effecten te zien.

4.2 Chemische metingen

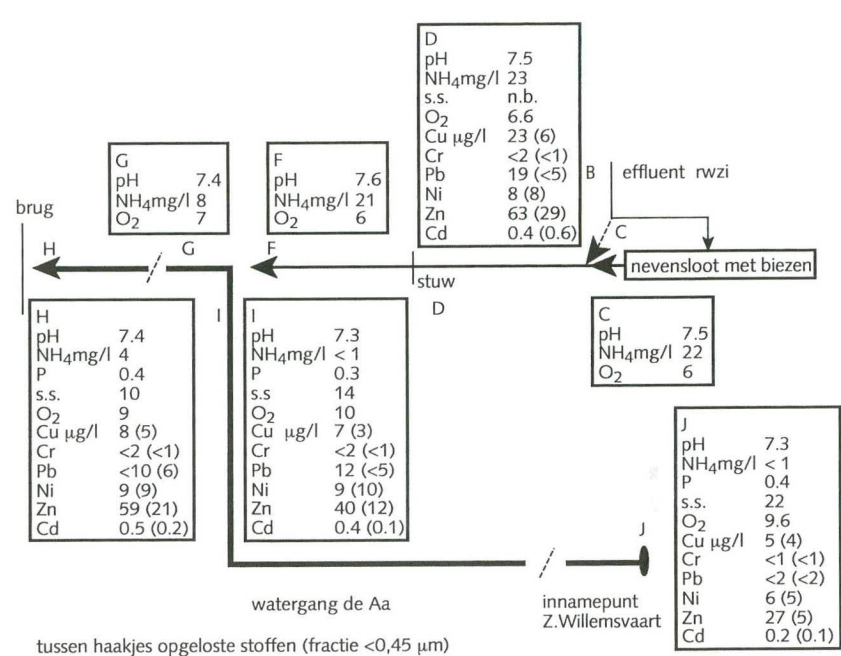
4.2.1 Resultaten

Zware metalen en een aantal macroparameters (NH₄⁺, zwevend stof e.d.) zijn tijdens dit onderzoek geanalyseerd in watermonsters van verschillende lokaties (zie bijlage 5). Deze gegevens kunnen op twee manieren worden bekeken: via vergelijking van gehalten en via massabalansen. Omdat er sprake is van een groot aantal monsterlokaties, variatie in debieten, geanalyseerde stoffen en monsters van verschillende data is het lastig om bij de vergelijking van de concentraties alle resultaten separaat te bespreken. Daarom zijn de mediane concentraties berekend. Bij een mediaan vallen de grootste uitschieters er uit, zowel naar boven als naar beneden. Wanneer het gemiddelde en mediaan goed overeenkomen, dan geeft de mediaan een behoorlijk goede indruk. Voor veel stoffen was dit het geval. De resultaten van de monsterlokaties bij de rwzi staan in figuur 9 en voor het oppervlaktewater in figuur 10.

Figuur 9
Gemeten concentraties (mediaan) in de
watermonsters van rwzi Aarle Rixtel.



Figuur 10
Gemeten concentraties (mediaan) in
rivier de Aa (omgeving rwzi Aarle
Rixtel).



Figuren als 9 en 10 zijn handig om na te gaan hoe lozingen ‘gemiddeld’ doorwerken in de chemische samenstelling van het oppervlaktewater. Wanneer we bijvoorbeeld kijken naar de mediane zinkgehalten dan ontstaat het volgende beeld. Het totaal gehalte aan zink voor het immissiepunt bij I bedraagt 40 µg/l, het water komend van de rwzi na de nevensloot met biezen (D) bedraagt 63 µg/l en in het uiteindelijke water bij H 59 µg/l. Dit is dus een aanwijzing dat zink afkomstig van de rwzi invloed heeft op de zinkvracht van de Aa. Voor de verschillende stoffen kan zo de bijdrage van de zuivering worden bekeken.

De mediane gehalten kunnen ook worden vergeleken met de streef- en MTR-waarden voor oppervlaktewater uit de Vierde Nota waterhuishouding [Min. Verkeer en Waterstaat, 1998]¹. De resultaten hiervan zijn samengevat in tabel 10. Voor een aantal metalen ligt de mediane waarde boven de

Tabel 10
Vergelijking mediane concentraties op
de lokatie H; en toetsing aan de streef-
waarde en MTR.

stof	streefwaarde ^a	MTR-waarde ^a	gehalte in oppervlaktewater bij H >streefwaarde	gehalte in oppervlaktewater bij H > MTR-waarde	invloed van rwzi
NH ₄ -N(mg/l)	-	0.02	ja	ja	merkbaar
Cu tot. (µg/l)	1.1	3.8	ja	ja	merkbaar
Cu aq.	0.5	1.5	ja	ja	merkbaar
Pb tot.	5.3	220	nee	nee	
Pb aq.	0.3	11	ja	nee	merkbaar
Ni tot.	4.1	6.3	ja	ja	
Ni aq.	3.3	5.1	ja	ja	
Zn tot.	12	40	ja	ja	duidelijk
Zn aq.	2.9	9.4	ja	ja	duidelijk
Cd tot	0.4	2.0	ja	nee	
Cd aq.	0.08	0.4	ja	nee	

a Normen uit de Vierde Nota Waterhuishouding

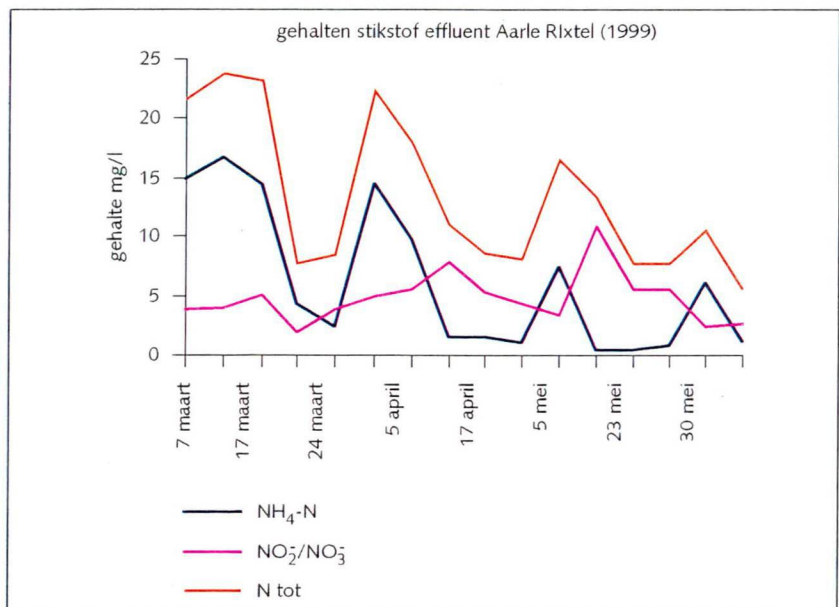
1 Bij vergelijking met de MTR-waarden hoort in feite getoetst te worden aan de 90 percentiel waarde. Hier is gekozen voor toetsing aan de mediaan (50 percentiel waarde). Omdat het hier een beperkte dataset betreft geeft de toetsing aan de mediaan een betrouwbaarder beeld. Voor de volledigheid is in bijlage 5 een soortgelijke figuur als 9 en 10 opgenomen. Daarin zijn de 90 percentiel waarden terug te vinden

streef- en MTR-waarde. Bij vergelijking van de meetcijfers op de verschillende lokaties is er voor sommige metalen en ammonium-N een invloed merkbaar van de rwzi op de kwaliteit van de Aa.

Voor ammonium-N zien we in het oppervlaktewater op lokatie H overschrijding van de MTR-waarde. Er is ook sprake van duidelijke invloed van de rwzi. Er moet echter worden opgemerkt dat wanneer het gehalte per datum wordt bekeken die van ammonium in de laatste meetperiode (mei 1999) veel lager liggen dan in de eerste meetperiode (maart 1999). De hogere temperaturen in het effluent en het oppervlaktewater spelen daarbij duidelijk een rol. Ook een calamiteuze lozing van nutriënten tijdens de eerste meetperiode kan van invloed zijn geweest op de ammoniumgehalten.

In figuur 11 staat het verloop van de gehalten van verschillende stikstofverbindingen in het effluent van de rwzi (lokatie B). Daaronder staat ook het jaargemiddelde beeld vermeld dat we normaliter bij Nederlandse rwzi's aantreffen [CBS, 1999].

Figuur 11
Gehalten stikstofverbindingen.



Gemiddelde gehalten over de meetperiode op lokatie B

NO₂/NO₃-N: 4.9 mg/l

N tot: 13 mg/l (rendement over meetperiode 63%)

NH₄-N: 6.1 mg/l (jaargemiddeld alle Nederlandse rwzi's: 5.4 mg/l; mediaan 3 mg/l)

Het verloop van de N-totaal gehalten geeft aan dat de gehalten sterk kunnen variëren, maar dat er in de meetperiode van maart tot mei duidelijk sprake is van een daling. De nitriet- en nitraatgehalten stijgen iets en de ammonium-gehalten geven een dalende trend aan. Wanneer we de onder de tabel vermelde gegevens voor ammonium met de overige rwzi's in Nederland vergelijken dan blijkt dat er sprake is van een relatief wat hoge waarde. Het gemiddelde komt namelijk goed overeen, maar de mediane concentratie in Nederland ligt duidelijk lager. Hierbij moet worden opgemerkt dat de temperatuur van het rioolwater tijdens deze meetserie aan de lage kant lag waardoor de gemiddelde ammonium-N gehalten hoger kunnen uitkomen.

In de Aa treedt zo nu en dan overschrijding van de MTR-waarde voor ammonium. Dit is niet zo verrassend. Het verdunningseffect van de lozing na menging met de Aa is erg beperkt. Dit komt door het grote aandeel van het debiet van de rwzi in het uiteindelijke debiet van de Aa op lokatie H. Samen met de erg lage MTR-waarden van ammonium-N (0.02 mg/l) leidt dit heel gemakkelijk tot overschrijdingen.

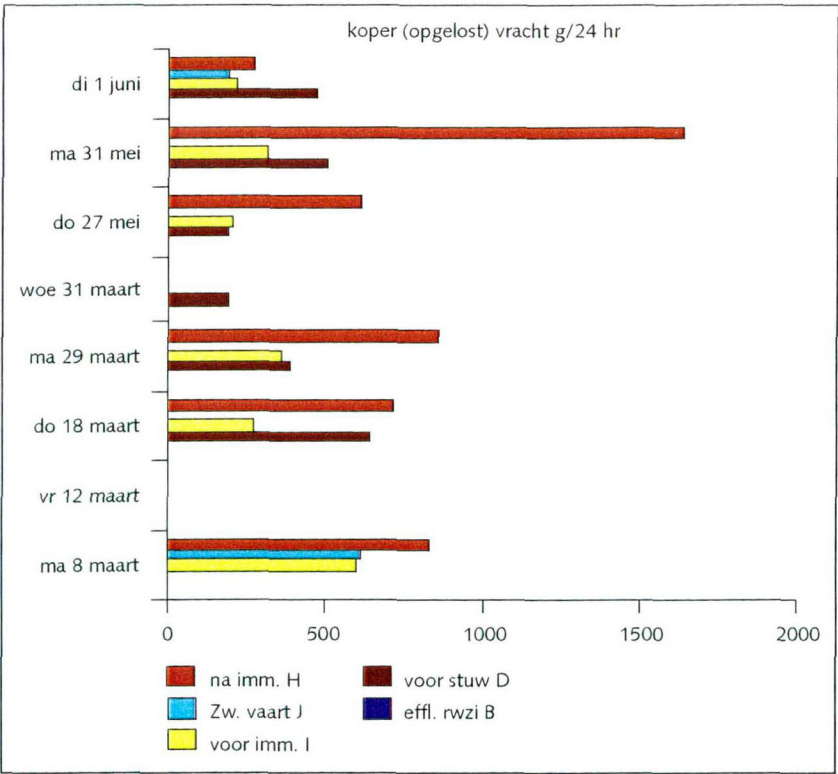
Gedurende het eerste deel van meetprogramma (maart 1999) was er sprake van een zwaardere belasting van de rwzi door illegale lozing van concentraten van nutriënten voor substraatteelt. In die periode werden ook toxiciteitsmetingen uitgevoerd. Alhoewel er duidelijk sprake was van een grotere nutriëntenaanvoer op de rwzi leidde dit niet tot een verhoogde mate van toxiciteit in het effluent.

4.2.2 Balansberekeningen

In tabel 10 is indicatief weergegeven of de rwzi merkbare invloed heeft op de gehalten in het ontvangend oppervlaktewater. Massabalansen kunnen dit beeld verduidelijken. De resultaten van de chemische analyses per datum zijn daartoe gecombineerd met de debieten op de verschillende monsterpunten. De gegevens over de debieten zijn door waterschap De Aa verstrekt. Uit de stofgehalten en debieten zijn vrachten berekend. Daarbij is aangenomen dat de stoffen zich conservatief gedragen. Vervolgens kan er worden gecontroleerd of er sprake is van sluitende balansen. Dit kan door de vracht bij de verschillende lozingspunten komend vanaf de rwzi (D t/m F) te combineren met de vrachten net voor het immissiepunt (I) en deze te vergelijken met de uiteindelijke massastroom van de Aa bij H. Zie voor de lokaties figuur 1. Opgemerkt moet worden dat niet op alle monsterlokaties alle stoffen zijn gemeten.

Aan de hand van figuur 12 wordt nu een tweetal voorbeelden nader toegelicht.

Figuur 12
Vrachten van koper op de verschillende lokaties.



Op 29 maart is er sprake van een goede balans tussen de opgeloste vracht bij H en de toeleverende stromen bij I (komend uit de richting van de Zuid Willemsvaart) en D (komend van de rwzi). Op 1 juni daarentegen is er absoluut geen sprake van een sluitende balans. Bij H komt minder opgelost koper langs dan bij D en I samen. Dit kan komen door onnauwkeurigheden in de gemeten concentraties en of de debieten. Er kan echter ook koper zijn neergeslagen in het traject van G naar H. Gelet op de vrij hoge stroomsnelheid van de Aa en het gegeven dat we hier over opgelost koper praten, is dit minder waarschijnlijk.

Voor elke bemonsteringsdag en de gemeten chemische stoffen is nagegaan of er sprake is van een sluitende balans. Er is gebleken dat in ongeveer 60% van de situaties voor de zware metalen sprake is van een redelijk tot goede balans tussen aangevoerde metalen via de Aa en de rwzi, en de uiteindelijke afvoer van metalen. Bij de opgeloste metalen lag dit getal 10% hoger. Dat dit percentage voor opgeloste metalen hoger ligt komt waarschijnlijk doordat er bij opgeloste metalen een minder groot deel in de waterbodem terecht komt. In bijlage 7 wordt nader op de massabalansen en de betrouwbaarheid hiervan ingegaan.

Het toepassen van massabalansen geeft ook inzicht of de bijdrage van de rwzi relevant is ten opzichte van de basisbelasting van de Aa afkomstig uit de Zuid Willemsvaart. In tabel 11 is dit op kwalitatieve wijze weergegeven. Een kwantitatieve wijze van weergeven is niet verantwoord door de soms beperkte betrouwbaarheid van de balansen.

Tabel 11
Bijdrage van de rwzi t.o.v. basislast van de Aa.

stof	relevantie rwzi t.o.v. basislast van de Aa	stof	relevantie rwzi t.o.v. de basislast van de Aa
Zn totaal	vergelijkbaar	Zn opgelost	groter
Cu "	groter	Cu "	groter
Cr ^a "	?	Cr ^a "	?
Ni "	kleiner	Ni "	kleiner
Pb "	vergelijkbaar	Pb "	kleiner
Cd "	vergelijkbaar	Cd "	groter
ammonium N	groter		

a vrachtvergelijking onbetrouwbaar (zie bijlage 7)

5 Evaluatie

5.1 Bioassays

De acute toxiciteitstesten met Microtox en *Daphnia magna* op het afvalwater van het textielbedrijf en het influent van de rwzi geven duidelijk acuut toxische effecten te zien. Voor de Microtox liggen de resultaten goed in lijn met eerdere metingen door het textielbedrijf aan haar eigen afvalwater. De metingen uit dit onderzoek met Microtox aan het influent van de rwzi geven een hogere toxiciteit te zien dan bij eerdere metingen door Tauw in 1997. Interpretatie van de resultaten van de daphnia-testen in het bedrijfsafvalwater en de rwzi werd bemoeilijkt door overschrijding van de randvoorwaarden van de testen (O_2 , geleidbaarheid, NH_4-N). Met name het lage zuurstofgehalte lijkt bij deze testen het meest relevant te zijn geweest.

Uit oriënterende berekeningen blijkt dat voor Microtox het aandeel van het textielbedrijf aan de toxiciteitsvracht die op de zuivering aankomt, relatief beperkt is (meestal rond 10%). Het is onduidelijk welke andere stoffen/lozingen de resterende 90% toxiciteit van het influent mede bepalen. Sulfide werd als mogelijke oorzaak gezien, maar viel af doordat deze stof nauwelijks toxisch blijkt te zijn voor Microtox. Wellicht zijn elementair zwavel, detergents of andere stoffen verantwoordelijk. Ammoniak is in ieder geval niet de oorzaak omdat de gehalten ruimschoots binnen de randvoorwaarden voor Microtox-testen liggen. Het valt verder op dat er niet veel verschillen zijn tussen de metingen in het weekend en door de weeks. Dit verschil wordt juist verwacht wanneer het aandeel van het textielbedrijf heel belangrijk zou zijn. Het bedrijf loost namelijk nauwelijks water in het weekend.

Het effluent blijkt in tegenstelling tot eerdere metingen niet acuut toxisch te zijn voor Microtox en Lumistox, maar evenmin voor *Daphnia magna*. De zuiveringsinstallatie blijkt dus goed in staat tot het behandelen/afvangen van de aangevoerde acuut toxische stoffen. Het is dus ook goed te begrijpen dat er geen acuut toxische effecten zijn gevonden in de watermonsters uit rivier de Aa. Een van de doelstellingen van het onderzoek 'het leggen van emissie-immissierelaties voor toxiciteit' kon daardoor niet worden gerealiseerd.

Chronische testen (*Daphnia magna* en zebravis/ELS-test) in effluentmonsters van de rwzi gaven evenmin problemen te zien. Resultaten en van de daphniatesten wezen in de richting van een stimulatieeffect. Daarbij is er sprake van een sterkere reproductie van de daphnia's. Wellicht hangt dit samen met de concentratie aan beschikbare nutriënten. Één effluent- en één influentmonster van de rwzi zijn met een Umu C-test onderzocht op genotoxiciteit en gaven geen effect te zien.

In een oppervlaktewatermonster in de effluentsloot (lokatie D) en direct na samenkomst van de effluentsloot en de Aa (lokatie G) is eenmalig een chronische test gedaan met *Daphnia magna*. Ook hier was sprake van stimulatieeffecten. Wellicht hangt dit net als in de effluentmonsters samen met de relatief hoge nutriëntengehalten in rivier de Aa. Eerder onderzoek van het Waterschap naar de aanwezig waterplanten- en macrofauna

samenstelling in de Aa wees overigens ook in de richting van vrij voedselrijk water [Berbee, 1999].

Het onderzoek in poriewater van het sediment van de effluentsloot en de Aa gaf op een tweetal plaatsen acuut toxische effecten te zien met Microtox. Dit betrof de effluentsloot na het biezenveld (lokatie C) en na volledige menging van de effluentsloot met de Aa (lokatie H). Veldonderzoek aan muggenlarven in het sediment van de effluentsloot op locatie F (net voor samenvloeien met de Aa) gaf ernstige kaakafwijkingen te zien. De resultaten van de testen met sediment uit waterbodemporiewater laten dus zien dat de sterkste toxische effecten juist daar worden gevonden, duidelijk meer dan in het oppervlaktewater. De oorzaak hiervan is niet opgehelderd. Op locatie C kunnen vroegere lozingen van de rwzi hieraan hebben bijgedragen. Tijdens de hermeandering van de Aa hebben op die plaats wel graafwerkzaamheden plaatsgevonden, maar is sanering achterwege gebleven.

Samenvattend moet worden geconstateerd dat het effluent van de rwzi geen acuut toxische eigenschappen lijkt te hebben voor *Daphnia Magna* en Microtox. De zuivering lijkt de acuut toxische stoffen vrij goed te verwijderen. Ook de chronische testen en de test op genotoxiciteit wijzen niet op problemen, alhoewel hierbij de kanttekening moet worden gemaakt dat het aantal uitgevoerde testen vrij klein was. Het is daarom aan te raden om het effluent van de rwzi en één of meerdere locaties in de Aa gedurende langere tijd te controleren op chronische toxiciteit.

Belangrijkste toxische effecten werden aangetoond in de waterbodem (sediment en poriewater). Er heeft welliswaar een hermeanderingsproject in de Aa plaatsgevonden, maar de waterbodem is daarbij niet gesaneerd. De waterbodem lijkt op basis van de toxiciteitsresultaten dus een duidelijker aandachtspunt te moeten zijn dan het oppervlaktewater. Een screening van de waterbodem op meer plaatsen is daarom ook aan te raden.

5.2 Chemische metingen

De resultaten van dit onderzoek laten zien dat in het oppervlaktewater voor bepaalde stoffen de berekende mediane concentraties boven de MTR-waarden uit de Vierde Nota Waterhuishouding liggen (NH₄-N, Cu, Ni en Zn). Uit de resultaten van massabalansen voor een aantal stoffen en het verloop van de concentraties in het onderzochte oppervlaktewater blijkt dat de rwzi een relevante bijdrage levert aan de ‘gemiddelde’ waterkwaliteit van de Aa (zie tabel 12).

Tabel 12	stof	overschrijding MTR	relevantie rwzi
Relevantie rwzi voor lokale kwaliteit van de Aa.
	NH ₄ -N	ja	ja
	Cu	ja	merkbaar
	Ni	ja	nee
	Zn	ja	merkbaar

De stoffen Cu en Zn zijn bekende verontreinigingen die zeer veel voorkomen in effluenten van rwzi's [Wagemaker, 1999]. Bekende koperbron zijn natuurlijk de drinkwaterleidingen en voor zink de corrosie van bijvoorbeeld dakgoten. Nikkel komt van nature veel voor in de bodem van dit gebied. De hier geconstateerde verhoogde waarden voor nikkel zijn dus niet verrassend. Ammonium-N is natuurlijk een hele bekende stof in rwzi's. Dat

juist de bekende 'rwzi'-stoffen nu naar voren komen is eigenlijk niet verrassend. Het debiet van de zuivering is immers heel groot t.o.v. het ontvangend oppervlaktewater. Dit probleem speelt echter bij de meeste communale installaties die lozen op relatief klein oppervlaktewater.

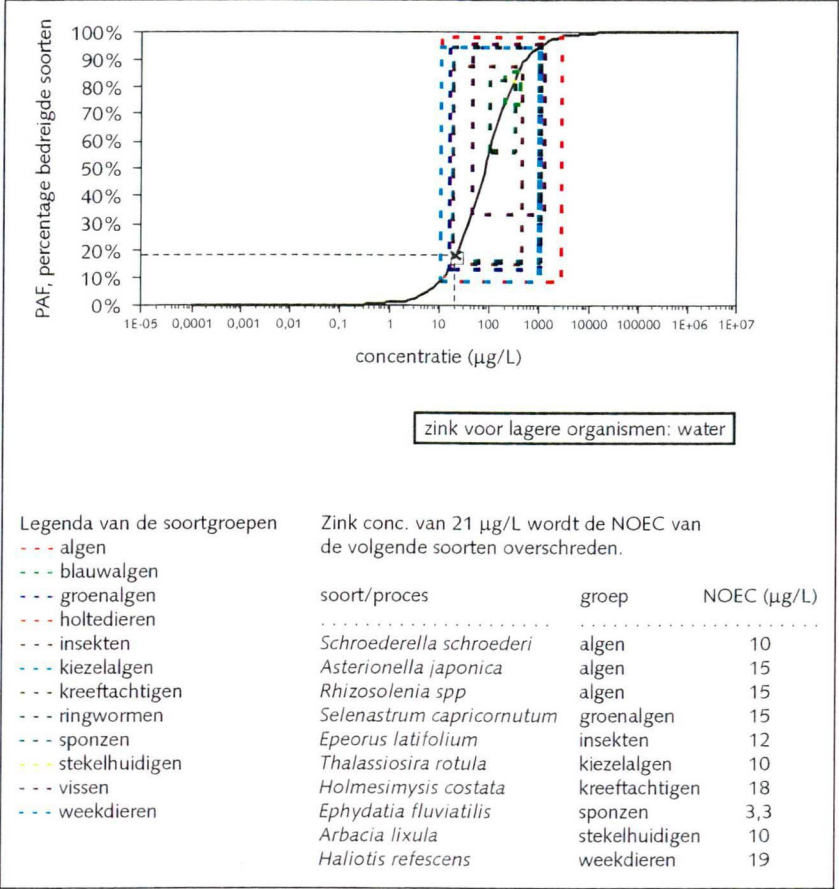
Als gekeken wordt naar het nationale waterkwaliteitsbeleid zoals verwoord in de Derde en Vierde Nota Waterhuishouding en de huidige emissie-immissie discussies in CIW-VI kader dan zien we dat in geval van overschrijdingen van MTR-waarden aanvullende maatregelen vereist zijn. Ook de nieuwste inzichten van de CIW-subwerkgroep emissie-immissie veranderen dit niet [CIW, 2000]. In dit geval betekenen de resultaten voor zware metalen dus dat het zinvol is om te kijken naar additionele maatregelen bij de bron, een hoger rendement van de zuivering realiseren of verplaatsing van de lozing.

5.3 Geen effect in bioassays toch overschrijding MTR-waarden

De meeste bioassays op effluentmonsters en watermonsters uit de Aa geven nauwelijks effect te zien. Wel zien we voor een aantal stoffen duidelijk overschrijding van MTR-waarden (Cu, Ni, Zn en $\text{NH}_4\text{-N}$). Om die reden worden effecten dus juist wel verwacht. Klaarblijkelijk zijn de in dit onderzoek gebruikte organismen (bacterie *Vibrio fischeri*, *Daphnia magna* en zebravis) niet gevoelig bij de concentraties van de MTR-overschrijdende stoffen. Om dit inzichtelijker te maken dient naar de basis van de MTR-benadering te worden gekeken.

Bij het gehalte overeenkomend met de MTR-waarde wordt 95% van de mogelijk aanwezige soorten beschermd. Klaarblijkelijk (vermoedelijk) behoren *Vibrio fischeri*, *Daphnia magna* en de zebravis tot de beschermde soorten. Door het RIZA is met het programma Omega nagegaan welke soorten vermoedelijk wel gevoelig zijn voor de aangetroffen metaalconcentraties in de Aa. Daarbij is gekeken naar de opgeloste metaalconcentraties op lokatie H (figuur 10). Lokatie H is gekozen omdat juist daar sprake is van een volledige menging van de effluentsloot met de Aa. Alle resultaten van de Omega-analyses zijn terug te vinden in bijlage 8. Een voorbeeld voor Zn is opgenomen in figuur 13. Effecten van nutriënten, speciatie (complexvorming) op de toxiciteit van de metalen en onderlinge beïnvloeding van metalen zijn daarbij buiten beschouwing gebleven. In de legenda onder figuur 13 is een korte uitleg gegeven van het werkingsprincipe van Omega. Uit figuur 13 en bijlage 8 blijkt dat in ieder geval voor de aangetroffen concentraties koper en zink een behoorlijk aantal organismen in theorie gevoelig behoort te zijn. Indien de toxiciteitstesten met deze organismen zouden zijn uitgevoerd in plaats van *Daphnia* en vis dan zouden sterkere effecten kunnen worden verwacht.

Figuur 13
Resultaten Omega-analyse voor opgelost zink na volledige menging van de Aa en het rwzi-effluent (H).



De grafiek geeft het percentage bedreigde soorten weer als functie van de concentratie zink. De rechthoekige blokken geven de grenzen aan waarbinnen alle literatuurdata voor de verschillende organismen liggen. Deze gegevens vormen de basis voor het vaststellen van de MTR. Uit de literatuurdata is een risicocurve berekend. De MTR-waarde komt uiteindelijk overeen met die concentratie waarbij 95% van de organismen beschermd wordt. Bij het mediane gehalte op het bemonsteringspunt H (21 mg/l; zie figuur 10) blijkt dat 18% van de soorten wordt bedreigd. De daaronder lijst geeft aan welke organismen niet beschermd worden. Het gemeten zinkgehalte zou op die organismen bij veldtesten effect behoren te hebben.

De resultaten van de analyses met het Omega-model zijn tegelijkertijd richtinggevend welke organismen in aanmerking kunnen komen bij vervolgonderzoek (zie tabel 13). Daarbij zijn criteria als 'zoetwater organisme' maar ook 'bruikbaarheid in praktische testen' meegenomen.

Tabel 13
Mogelijk geschikte organismen bij vervolgonderzoek.

MTR overschrijdende stof	bacterie	algen	kreeftachtige	vis
Zn		Selenastrum capricornutum		
Cu			Daphnia pulex	Brachydanio rerio
Ni	Pseudomonas putida			

Uit deze tabel blijkt dat anderssoortige organismen op alle vier de trofisch niveau's bij vervolgonderzoek in aanmerking kunnen komen. Drie van de vier organismen in tabel 13 zijn in dit onderzoek niet gebruikt. Brachydanio

erio is wel ingezet (zebravis/ELS-test), maar gaf geen effecten te zien. Interactie met zwevend stof en andere aanwezige microverontreinigingen is hier waarschijnlijk voor verantwoordelijk.

5.4 Geven de beschikbare chemische en biologische resultaten het volledige beeld van de lozingssituatie Aarle Rixtel?

Voor de onderzochte chemische en biologische parameters (acute toxiciteit voor de onderzochte organismen) heeft het onderzoek een behoorlijk grondig beeld opgeleverd. Maar het beeld is zeker niet volledig sluitend. Naar de aanwezigheid van kleurstoffen in het effluent en de Aa heeft bijvoorbeeld geen onderzoek plaatsgevonden. Het onderzoek naar chronische en genotoxiciteit is erg beperkt van opzet geweest. Andere milieubezwaarlijkheidsonderzoek zoals bioaccumulatie, persistentie (relevant voor kleurstoffen?) en onderzoek naar hormonale effecten van stoffen is niet uitgevoerd. Kortom de conclusie 'er zijn geen problemen met milieubezwaarlijkheid bij deze zuivering' voert duidelijk te ver. Ten opzichte van de eerder toxiciteitsonderzoek met Lumistox lijkt de situatie echter wel verbeterd te zijn. Veranderingen in de geloosde stoffen en een beter functioneren van de zuivering zullen hier vermoedelijk aan hebben bijgedragen. Verder vormen de effecten in de waterbodem een duidelijk aandachtspunt.

6 Conclusies en aanbevelingen

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies en aanbevelingen worden getrokken. Deze zijn verdeeld in een onderdeel dat betrekking heeft op rivier de Aa zelf, de rwzi en het onderzochte textielbedrijf. Tenslotte worden er enkele algemene conclusies getrokken t.a.v. de gehele lozingssituatie Aarle Rixtel.

6.1 T.a.v. het ontvangend oppervlaktewater (de Aa)

1. Tijdens het onderzoek zijn in watermonster uit de Aa geen acuut toxische effecten waargenomen voor Microtox en *Daphnia magna*. Bij een beperkt aantal chronische testen met *Daphnia magna* en zebravis (ELS-test) werden evenmin effecten gevonden. Bij de chronische testen met *Daphnia magna* werd een stimulatieeffect geconstateerd (sterkere reproductie). Mogelijke oorzaak hiervan zijn de aanwezige nutriënten.
Omdat het aantal chronische testen beperkt was is het raadzaam om bij mogelijk vervolgonderzoek meer chronische toxiciteitstesten uit te voeren.
2. In poriewater uit sediment van de effluentsloot en in de Aa na het lozingspunt van de rwzi zijn effecten waargenomen met Microtox. Tevens werden in de effluentsloot kaakafwijkingen gevonden bij onderzoek aan muggenlarven. Het aantal aanwezige soorten was ook erg laag.
In vervolgonderzoek is het aan te bevelen om de oorzaak van de toxiciteit van het poriewater nader te bekijken.
3. Uit chemische metingen is gebleken dat voor koper, zink, nikkel en ammonium-N geregeld overschrijding van de MTR-waarden (maximaal toelaatbaar risico) na het lozingspunt optreedt. Voor zink, ammonium-N en in iets mindere mate voor koper draagt de rwzi bij aan de totale verontreinigingsvracht van de Aa. Het relatief grote aandeel van de rwzi aan het debiet van de Aa is daarbij zeker relevant.
Het is raadzaam om de mate van overschrijding in de gaten te houden door in de toekomst wat frequenter metingen naar deze stoffen te verrichten. Ook kan worden overwogen of de uitworp van deze stoffen verder kan worden beperkt.
4. Geconstateerd wordt dat er geregeld overschrijding van MTR-waarden in het oppervlaktewater optreedt (koper, zink en ammonium-N), maar dat bij de gebruikte organismen geen toxische effecten worden gesignaleerd. Andere organismen dan die hier gebruikt zijn hadden mogelijk wel effecten te zien gegeven. Dit is gebleken na toetsing van de gehalten aan zware metalen met het RIZA-model Omega. De resultaten hiervan zijn ook richtinggevend welke organismen in de toekomst in aanmerking zouden kunnen komen bij onderzoek in het veld. *Als organismen kwamen naar voren Pseudomonas putida (bacterie), Selenastrum capricornutum (alg), Daphnia pulex (vlokreeftje) en Brachydanio rerio (zebravis). Deze laatste is wat twijfelachtig omdat zebravis/ELS test al in dit onderzoek is gebruikt en niet veel effecten te zien gaf (alleen in poriewater uit het bodemsediment).*

6.2 T.a.v. de rwzi en het onderzochte textielbedrijf

1. In tegenstelling tot onderzoek dat in 1997 is verricht blijkt dat het *effluent* van de rwzi niet acuut toxisch is bij testen met Microtox en Lumistox. Ook zijn er geen effecten aangetoond bij acute en chronische testen met *Daphnia magna*, en chronische testen met zebravis (ELS). Het aantal uitgevoerde chronische testen was echter beperkt. Lozingen van nutriëntrijke concentraten voor de substraatteelt hebben tijdens dit onderzoek geen aanwijsbare invloed gehad op de acute toxiciteit van de rwzi. Onderzoek naar mogelijke genotoxiciteit in één monster met de zogenaamde Umu-C test gaf evenmin effecten te zien. In de afgelopen jaren heeft de lozings-situatie zich klaarblijkelijk door maatregelen bij o.m. de zuivering verbeterd.
Bij mogelijk vervolgonderzoek is het raadzaam i.p.v. acute toxiciteits-testen meer gebruik te maken van chronische testen.
2. Het *influent* van de rwzi blijkt acuut toxisch te zijn in Microtoxtesten en acute toxiciteitstesten met *Daphnia magna*. De effecten op *Daphnia magna* zijn vermoedelijk te wijten aan de lage zuurstofconcentratie in het water, te hoge gehalten aan ammonium-stikstof en overschrijding van de randvoorwaarde voor geleidbaarheid. Ten aanzien van de aangetroffen toxiciteit blijkt het niet mogelijk een relatie te leggen met de dag waarop geloosd wordt. Er is geen verschil tussen toxiciteit gemeten in het weekend en door de weeks. De influenttoxiciteit bleek overigens tijdens dit onderzoek wat sterker te zijn dan tijdens de metingen in 1997. Genotoxiciteitsonderzoek aan één influentmonster gaf net als bij het effluent geen effecten te zien.
Nader onderzoek naar de oorzaken van de toxiciteit van het influent kan worden overwogen.
3. Tijdens het onderzoek is gebleken dat de zuiveringsinstallatie de acute toxiciteit voor Microtox en *Daphnia magna* volledig wegneemt.
4. Het afvalwater van het *textielbedrijf* blijkt acuut toxisch te zijn in Microtox-testen en in testen met *Daphnia magna*. De acute toxiciteit voor *Daphnia magna* is vermoedelijk te wijten aan de lage zuurstofgehalten in het afvalwater van het textielbedrijf.
5. Uit oriënterende berekeningen blijkt dat het aandeel van het textielbedrijf aan de totale toxiciteitsvracht van het influent van de rwzi voor Microtox ca. 10% bedraagt (één uitschieter tot 50%). Vermoedelijk dragen andere lozingen dus voor een aanzienlijk deel bij aan de toxiciteit van het influent. Deze constatering komt overeen met het gegeven dat er niet veel verschil is tussen de toxiciteit van monsters in het weekend en die gedurende de werkweek. Het textielbedrijf loost overigens in het weekend geen proceswater.

6.3 Samenvattende conclusies lozingssituatie Aarle Rixtel

1. Dit onderzoek heeft het inzicht in de lozingssituatie van rwzi Aarle Rixtel duidelijk verbeterd. Dit geldt vooral voor de metingen van *acute toxiciteit* voor Microtox en *Daphnia magna*. De metingen in zowel het effluent als het water in de Aa zelf gaven nauwelijks effecten te zien.
2. De conclusie dat milieuhygiënisch alles op orde is kan niet worden getrokken. De uitgevoerde chronische toxiciteitstesten gaven weliswaar

niet veel effect te zien, maar het aantal uitgevoerde testen was erg beperkt. Ditzelfde geldt voor de metingen van genotoxiciteit. Testen voor mogelijke hormonale effecten van het afvalwater en naar de aanwezigheid van persistente en bioaccumulerende stoffen zijn achterwege gebleven. Metingen van mogelijk aanwezige kleurstoffen in het effluent en oppervlaktewater zijn evenmin uitgevoerd. Ook de geconstateerde toxiciteit in het sediment van de waterbodem is een punt van aandacht.

3. Voor het uitvoeren van identificatieonderzoek naar oorzaken van toxiciteit moet sprake zijn van een aanzienlijke acute toxiciteit in het effluent. Omdat dit niet het geval is wordt afgezien van het uitvoeren van toxiciteitsidentificatie-onderzoek in het effluent.

7 Referenties

Berbee, R.P.M. *Projectplan: Ecotoxicologisch onderzoek in de Aa en rwzi Aarle Rixtel*, Rijkswaterstaat/RIZA, Lelystad, 17 februari 1999.

Centraal Bureau voor de Statistiek, Waterkwaliteitsbeheer, Deel B Zuivering van afvalwater 1997, Voorburg/Heerlen 1999.

Chen, C., Huang, J., Chen, S., 1997, *Assesment of the microbial toxicity test and its application for industrial waste waters*, Water Science and Technology, 30, pag. 375-382.

CIW (Commissie Integraal Waterbeheer), Werkgroep emissie-immisie, *Prioritering van bronnen en de immissietoets*, concept april 2000.

International Organization for Standardization, 1996 ISO 6341. Water quality - Determination of the inhibition of the immobility of *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) - Acute toxicity test., Genève, Switzerland.

International Organization for Standardization, 1997, ISO/DIS 12890 Water quality - Determination of embryonal-larval toxicity to freshwater fish - semistatic method, (met een aantal aanpassingen met name op de testduur - 8 dagen i.p.v. 13), Genève, Switzerland.

Loo, H. van der Memo: karakterisering influent rwzi Aarle-Rixtel, GTD, Boxtel, 1 maart 1999.

Maagd, G.J. de, 1999 *Genotoxiciteit als effectparameter binnen Totaal-Effluentbeoordeling* RIZA werkdokument nr.: 99.110x.

Maas, J.L., Guchte C. van de en Kerkum F.C.M., 1993 Methodebeschrijvingen voor de beoordeling van verontreinigde waterbodems volgens de TRIADE benadering. Methodebeschrijvingen voor enkele bioassays, bio-accumulatiemetingen en veldstudies; Chronische testen met daphnia's en chironomiden op sediment. RIZA, nota 93.027, Lelystad.

Matla, E., opgave debieten de Aa en Gulden Aa, e-mail waterschap de Aa 24 juni 1999.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Waterkader, Vierde nota waterhuishouding, regeringsbeslissing, Den Haag, december 1998.

Nederlands Normalisatie-instituut, (1999) NEN-EN-ISO 11348-3. Water - Bepaling van het remmend effect van watermonsters op de emissie van licht door *Vibrio fischeri* (Proef met luminescerende bacteriën) - Deel 3: Methode met gebruik van gevriesdroogde bacteriën (ISO 11348-3:1998), Delft.

Novem, 1998 *Ozonisatie van kleurhoudend afvalwater Vlisco BV; Pilot-onderzoek afbraak kleurstoffen en toxiciteit*, Novem projectnr. 351160/2810, Utrecht.

Ooms, H.P. Debietgegevens over de tijd dat de rwzi is bemonsterd is t.b.v. ecotoxicologisch onderzoek, fax rwzi Aarle Rixtel aan RIZA d.d. 23 juni 1999.

Rijkswaterstaat FWVO, 1997 *Voorlopige handreiking toepassing acute toxiciteitstesten*, FWVO nota 97.03, Leeuwarden.

Somers, J.B.M., Loo, H van der, Schotel, F.M. *Zwarte lijststoffen in communaal afvalwater in Noord-Brabant (Zwalijs-2)*, gemeenschappelijke publicatie Hoogheemraadschap West Brabant, GTD-Oost-Brabant, Waterschap de Aa, de Dommel en de Maaskant, en RWS/RIZA, oktober 1994.

Tauw; *rapportage Lumistox onderzoek influent en effluent rwzi Aarle Rixtel*, juli 1997.

Textielbedrijf (anoniem), persoonlijke communicatie, fax. d.d. 10 juni 1999 aan RIZA.

Vries, S. de, Onderzoek naar onbekende stoffen in sediment, Aquasense rapport, Amsterdam 26 maart 1999.

Wagemaker, F. , Gommers, P., Rienks, J. (1999) *'Gezuiverde' cijfers over zuiveren*, RIZA-rapport 99.018, Lelystad.





C 2184