



Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

**Strategie inzake
microverontreinigingen
Integrale beoordeling van
microverontreinigingen
en maatregelen ter reductie van
emissies uit stedelijk en industrieel
afvalwater**

Rapport Nr. 203



Colofon

Uitgegeven door de

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, 56068 Koblenz, Duitsland

Postbus 20 02 53, 56002 Koblenz, Duitsland

Telefoon: +49-(0)261-94252-0, fax +49-(0)261-94252-52

E-mail: sekretariat@iksr.de

www.iksr.org

ISBN 3-941994-31-X

© IKSР-CIPR-ICBR 2012

Strategie inzake microverontreinigingen

Integrale beoordeling van microverontreinigingen en maatregelen ter reductie van emissies uit stedelijk en industrieel afvalwater

1. Inleiding

1. Tijdens de veertiende Rijnministersconferentie op 18 oktober 2007 heeft de ICBR onder andere de opdracht gekregen om een gemeenschappelijke en uitgebreide strategie uit te werken ter reductie en ter voorkoming van de lozing van microverontreinigingen afkomstig van de waterafvoer uit verstedelijkte gebieden en andere (diffuse) bronnen op de Rijn en zijn zijrivieren door verbetering van de kennis over emissies, het ecotoxicologische gedrag van de stoffen in het milieu en geschikte zuiveringsmethodes.

2. Tijdens de Plenaire Vergadering in juli 2010 te Mainz heeft de ICBR het eerste resultaat van de werkzaamheden vastgesteld, te weten het rapport "Strategie inzake microverontreinigingen – strategie voor stedelijk en industrieel afvalwater"¹. In de strategie wordt getracht de problemen en kennislacunes weer te geven en aanbevelingen voor maatregelen ter verbetering van de situatie voor te stellen. De strategie heeft het volgende doel:

"Stoffen in het Rijnwater dienen noch afzonderlijk, noch in onderlinge interactie nadelige effecten te hebben op de levensgemeenschappen van planten, dieren en micro-organismen en de waterkwaliteit dient zodanig te zijn dat drinkwaterwinning mogelijk is met eenvoudige, natuurlijke zuiveringsmethodes.

Dit betekent dat verontreiniging moet worden voorkomen door lozingen, emissies en verliezen van microverontreinigingen met negatieve effecten te reduceren met het uiteindelijke doel om concentraties te bereiken nabij de achtergrondwaarden voor natuurlijk voorkomende stoffen en nabij nul voor synthetische stoffen."

3. In afvalwater worden tegenwoordig de meest uiteenlopende stoffen aangetroffen, gaande van huishoudelijke chemicaliën via cosmetica tot geneesmiddelen, die in conventionele mechanisch-biologische afvalwaterzuiveringsinstallaties onvoldoende worden afgebroken of tegengehouden. Dankzij moderne analysemethodes kan een groot aantal stoffen als microverontreiniging worden gedetecteerd in het water. Een milieutoxicologische beoordeling is voor individuele stoffen deels, voor de som van de afzonderlijke stoffen niet mogelijk. Sommige microverontreinigingen kunnen nadelige effecten hebben op de levensgemeenschap in de Rijn of op de drinkwaterwinning en de drinkwaterkwaliteit.

4. Uit het grote scala aan mogelijke stoffen zijn op basis van expert judgement tien stofgroepen geselecteerd², waarvoor aan de hand van zogenaamde indicatorstoffen een analyse is uitgevoerd van de geconsumeerde of gebruikte hoeveelheid, de emissieroutes naar het water en de gemeten hoeveelheid in het oppervlakte-, grond- en drinkwater. De resultaten van deze analyse zijn aangevuld met informatie over bestaande en voorgestelde kwaliteitscriteria en potentiële maatregelen en samengevat in evaluatierapporten³. Op basis van deze gegevens zijn uit de hele waaier van maatregelen

¹ ICBR 2010 - Strategie voor stedelijk en industrieel afvalwater, ICBR-rapport 181

² Röntgencontrastmiddelen, humane geneesmiddelen, diergeneesmiddelen, biociden/antioxidanten, pesticiden, industriële chemicaliën, complexvormers, oestrogenen, schoonmaak- en afwasmiddelen, cosmetica/geurstoffen.

³ Op het openbare deel van de website van de ICBR (www.iksr.org) zijn op dit moment de volgende evaluatierapporten gepubliceerd:

ICBR 2010 – Evaluatierapport humane geneesmiddelen, ICBR-rapport 182

ICBR 2010 – Evaluatierapport biociden en corrosiewerende middelen, ICBR-rapport 183

aan de bron (bijv. toelating van stoffen, gebruiksrestricties) tot technische maatregelen in centrale zuiveringsinstallaties per stofgroep de mogelijke maatregelen ter vermindering van de emissie naar het water vastgesteld.

5. In het onderhavige syntheserapport worden de mogelijke maatregelen uit de evaluatierapporten getoetst op synergie-effecten; dit zijn dus maatregelen die een effect resulteren op meerdere stofgroepen. Op basis hiervan worden er aanbevelingen voor maatregelen voorgesteld ter voorkoming en ter reductie van de verontreiniging van het watermilieu en het drinkwater door verschillende (drink)waterrelevante stoffen.

6. Als aanvulling daarop zal er een strategie ter voorkoming en reductie van microverontreinigingen uit zogenaamde diffuse bronnen worden uitgewerkt, die vergelijkbaar is met de strategie voor stedelijk en industrieel afvalwater. Daarbij zal ook aandacht worden gegeven aan stoffen die deels via rwzi-effluent, deels via andere emissieroutes op het water worden geloosd.

2. Relevantie van de stoffen

7. De Rijn is een van de drukst gebruikte rivieren ter wereld. In zijn stroomgebied wonen ca. 58 miljoen mensen. De bevolkingsdichtheid bedraagt gemiddeld zo'n 290 inwoners/km², maar aan de Duitse Nederrijn is dit cijfer heel wat hoger, te weten 680 inwoners/km². Ongeveer 96% van de bevolking in het Rijnstroomgebied is aangesloten op een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi), waarin het rioolwater van stedelijke gebieden wordt gezuiverd. Hiermee leveren rwzi's een aanzienlijke bijdrage aan de waterafvoer in de Rijn. In laagwaterperioden kan het aandeel biologisch gezuiverd afvalwater oplopen tot 20% of meer. Met name in de zijrivieren van de Rijn in dichtbevolkte gebieden kan het aandeel rwzi-effluent in rivierafvoer hoog zijn. Bovendien zal als gevolg van de klimaatverandering de Rijnafvoer in de winter toe- en in de zomer afnemen⁴ (wat het aandeel stedelijk afvalwater in de zomer verhoogt); hiermee zet een tendens door die zich de vorige eeuw al aftekende.

8. Een aanzienlijk deel van de totale chemische productie in de wereld vindt plaats in het Rijnstroomgebied, maar veel industriebedrijven beschikken over een eigen afvalwaterzuiveringsinstallatie. Verdere gebruiksfuncties van het Rijnstroomgebied zijn bruinkoolwinning in dagbouw en onttrekking van water. Het onttrokken water wordt ingezet als koelwater, gebruikt voor de opwekking van elektriciteit in waterkrachtcentrales, de irrigatie van landbouwgronden en de drinkwaterbereiding voor 30 miljoen mensen. De Rijn is daarenboven ook een belangrijke vaarweg.

9. Als gevolg van de grote druk van de gebruiksfuncties geraakte de Rijn zwaar verontreinigd. Door internationale verdragen, bijvoorbeeld in het kader van de ICBR, kon de chemische waterkwaliteit en ook de biologische toestand van de Rijn de afgelopen decennia fors worden verbeterd. Nu vormen onder andere microverontreinigingen een uitdaging voor de waterbescherming. Veel microverontreinigingen worden in de huidige rwzi's niet of slechts gedeeltelijk verwijderd uit het afvalwater en komen bijgevolg in het water terecht.

10. Met betrekking tot de waterkwaliteit (huidige toestand) kan in relatie tot microverontreinigingen het volgende worden gezegd:

ICBR 2011 – Evaluatierapport oestrogenen, ICBR-rapport 186

ICBR 2011 – Evaluatierapport röntgencontrastmiddelen, ICBR-rapport 187

ICBR 2011 – Evaluatierapport geurstoffen, ICBR-rapport 194

ICBR 2012 – Evaluatierapport complexvormers, ICBR-rapport 196

ICBR 2013 – Evaluatierapport industriële chemicaliën, ICBR-rapport 201

⁴ Studie naar scenario's voor het afvoerregime van de Rijn, ICBR-rapport 188

- a. In de Rijn zelf, maar ook en vooral in de zijrivieren met een hoog aandeel afvalwater komen vaak bepaalde vertegenwoordigers voor van de stofgroepen
- o humane geneesmiddelen
 - o biociden
 - o corrosiewerende middelen
 - o jodiumhoudende röntgencontrastmiddelen
 - o oestrogenen
 - o complexvormers
 - o verdere industriële chemicaliën, zoals vlamvertragers en geperfluoreerde tensiden
- b. Stoffen die slecht afbreekbaar zijn, vertonen daarenboven in de benedenloop van de Rijn (Rijndelta) relatief hoge concentraties. Voorbeelden hiervan zijn bepaalde vertegenwoordigers van de stofgroepen
- o humane geneesmiddelen
 - o corrosiewerende middelen
 - o jodiumhoudende röntgencontrastmiddelen
 - o complexvormers, met uitzondering van DTPA (diethyleentriaminepenta-azijnzuur)
 - o verdere industriële chemicaliën, zoals geperfluoreerde tensiden
11. Bij de afzonderlijke stofgroepen wordt het volgende waargenomen:
- a. Actieve bestanddelen van geneesmiddelen worden overal in het Rijnstroomgebied aangetroffen. De concentraties zijn het hoogst in de benedenloop van de Rijn en in zijrivieren met een hoog aandeel gemeentelijk afvalwater. De hoogste individuele meetwaarden overschrijden de voorstellen voor milieukwaliteitsnormen⁵. Bindende MKN's zijn er op dit moment niet. Actieve bestanddelen van geneesmiddelen komen voor in het ruwwater van drinkwaterzuiveringsinstallaties en soms ook in het drinkwater, vooral als dit wordt gewonnen uit oeverfiltraat.
- b. Biociden en corrosiewerende middelen worden in het Rijnstroomgebied in sterk variërende concentraties aangetroffen. De biocidegehalten kunnen in de orde van grootte van ecotoxicologisch relevante waarden liggen. Bindende KRW-MKN's zijn er niet. Bij biociden en corrosiewerende middelen is geconstateerd dat de gegevensbasis niet altijd voldoet en dat er sprake is van complexe emissiepatronen.
- c. Voor oestrogenen zijn er maar weinig meetgegevens uit de hoofdstroom van de Rijn. In de Rijn en zijn grote zijrivieren liggen de meetwaarden doorgaans onder de bepalingsgrens van minder dan 1 ng/l; in andere zijrivieren bedragen de meetwaarden enkele ng/l. De drempelwaarde waarboven hormoonverstorende effecten optreden, is evenwel nog lager⁵. De huidige voorstellen voor MKN's voor oestrogenen⁶ liggen onder de mogelijke analytische bepalingsgrenzen.
- d. Röntgencontrastmiddelen worden ontwikkeld als biologisch inactieve stoffen. Als gevolg van hun polariteit en stabiliteit worden ze soms aangetroffen in het drinkwater. Er zijn geen ecotoxicologisch relevante gegevens om MKN's af te leiden. In de benedenloop van de Rijn en in zijrivieren die worden gebruikt voor de drinkwaterwinning worden er concentraties van röntgencontrastmiddelen en hun metabolieten gemeten die hoger zijn dan

⁵ European Commission 2002: Study on the scientific evaluation of 12 substances in the context of endocrine disrupter priority list of actions; report: UC 6052. Johnson I and P Harvey (2002).

⁶ European Commission 2012; Proposal for a „DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL“ amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy (http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/pdf/com_2011_876.pdf)

IAWR⁷- en GOW-waarden⁸ (in dit geval gaat het om algemene voorzorgswaarden voor de drinkwaterwinning; specifieke GOW-waarden voor röntgencontrastmiddelen bestaan op dit moment niet).

- e. Complexvormers vormen een aandachtspunt voor de drinkwatervoorziening, omdat ze met de gebruikelijke zuiveringsmethoden niet kunnen worden verwijderd. De totale emissie van EDTA in het Rijnstroomgebied is de afgelopen twee decennia aanzienlijk verminderd. De laatste jaren zijn er in de Rijn en de grote zijrivieren nog concentraties gemeten van meerdere µg/l; de concentraties nemen toe in de loop van de Rijn, waarbij de IAWR-waarde voor complexvormers van 5 µg/l veelal overschreden werd. De bij levenslange blootstelling toxicologisch toelaatbare concentraties in het drinkwater en de drempelwaarden waarboven een ecotoxicologisch effect wordt waargenomen, liggen duidelijk boven de gemeten EDTA-concentraties.
- f. De synthetische geurstoffen HHCB (galaxolide) en AHTN (tonalide), die een hoge vetoplosbaarheid tonen, slecht biologisch afbreekbaar zijn en sterk bioaccumuleren, worden in de Rijn aangetroffen, maar liggen onder de getalswaarden waarop nadelige effecten op aquatische organismen worden verwacht. Ook de IAWR-waarde van 1 µg/l wordt niet overschreden. Voor geen van beide stoffen zijn er milieukwaliteitsnormen.
- g. Bij de industriële chemicaliën is het volgende vastgesteld:
 - (i) Diglyme overschrijdt de maatgevende IAWR-streefwaarde van 1,0 µg/l in de hoofdstroom van de Rijn bij tijdelijke piekbelastingen als gevolg van afzonderlijke gebeurtenissen in bedrijven.
 - (ii) Voor de stoffen TCEP en TCPP bestaat er een IAWR-streefwaarde van 0,1 µg/l, die in de hoofdstroom van de Rijn wordt overschreden. Ook in enkele zijrivieren van de Rijn worden er voor TCPP overschrijdingen van de IAWR-waarde gemeten. Een overschrijding van PNEC-waarden is niet vastgesteld. Er bestaan nog geen juridisch bindende MKN's voor deze stofgroep.
 - (iii) De in de Rijn en zijn zijrivieren gemeten concentraties van de geperfluoreerde tenside PFOS overschrijden het voorstel van de Europese Commissie voor een JG-MKN vaak duidelijk. De IAWR-waarde van 0,1 µg/l wordt in afzonderlijke gevallen overschreden.
 - (iv) De vlamvertragers TCPP, TCEP en TBEP en de stof PFOS kunnen worden aangetoond in oeverfiltraat van de hoofdstroom van de Rijn of zijn zijrivieren. Bij TCPP en TBEP liggen de in oeverfiltraat gemeten waarden boven de IAWR-streefwaarden.

⁷ Streefwaarden voor antropogene natuurvreemde stoffen van het Internationaal Samenwerkingsverband van Waterleidingbedrijven in het Rijnstroomgebied – IAWR (zie [Donau-, Maas- en Rijnmemorandum 2008](#)):

- stoffen met uitwerkingen op biologische systemen: per stof 0,1 µg/l, tenzij toxicologische inzichten een lagere waarde vereisen;
- biologisch moeilijk afbreekbare stoffen zonder bekende uitwerking: per stof 1,0 µg/l;
- synthetische complexvormers: per stof 5,0 µg/l.

Oppervlaktewater dat voldoet aan deze streefwaarden maakt het in de regel mogelijk om drinkwater uitsluitend met behulp van eenvoudige zuiveringstechnieken te produceren.

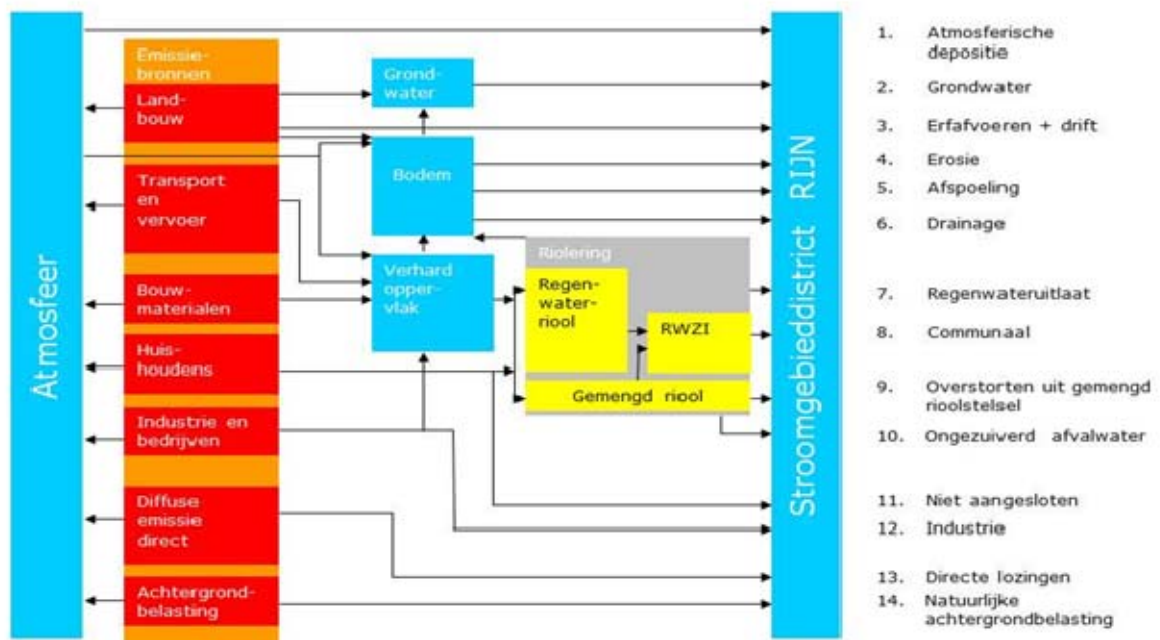
⁸ De GOW (oriënteringswaarde voor de gezondheid) is een Duitse, preventieve waarde voor contrastmiddelen in drinkwater en drinkwaterbronnen, d.w.z. wateren waaruit ruwwater voor de drinkwaterproductie wordt gewonnen. Het gaat hierbij om een algemene preventieve waarde voor stoffen waarvan is aangetoond dat ze niet gentoxisch zijn en waarvoor gegevens over de orale toxiciteit, de immunotoxiciteit en de potentiële teratogeniteit geen aanleiding geven tot een lagere waarde dan 1 µg/l (GOW₄) (vgl. UBA, 2003). De waarde geldt als zodanig ook voor componenten van sommen van stoffen met een gelijktijdig, vergelijkbaar effect.

12. Samenvattend kan het volgende worden gesteld:

- a. De verzamelde meetgegevens voor de in het onderhavige rapport bekeken microverontreinigingen in het Rijnstroomgebied verschillen sterk per stof en regio. Bij de genoemde stofgroepen liggen de hoogste individuele waarden die in de hoofdstroom en de grote zijrivieren van de Rijn zijn gemeten boven voorstellen voor milieukwaliteitsnormen of beoordelingscriteria die zijn afgeleid volgens de regels van de KRW.
- b. Voor nagenoeg geen van (de indicatorstoffen van) de behandelde stofgroepen bestaan er vastgestelde milieukwaliteitsnormen op nationaal of Europees niveau. In de benedenloop van de Rijn en in een aantal zijrivieren worden soms de preventieve waarden voor de drinkwaterwinning overschreden. De hoogste individuele waarden in oppervlaktewater worden gemeten in wateren met een hoog aandeel afvalwater, wat betekent dat zeker in (kleinere) nevenwateren met een hoog aandeel afvalwater ecologische of ecotoxicologische effecten van bepaalde stoffen niet a priori kunnen worden uitgesloten.
- c. In ruwwater van drinkwaterleidingbedrijven en deels ook in drinkwater worden vooral polaire, moeilijk afbreekbare stoffen aangetroffen. Deze stoffen zorgen er onder andere in de Duitse Nederrijn en de Rijndelta voor dat drinkwater produceren uit Rijnwater meer inspanning kost.

3. Analyse van de emissieroutes en -bronnen

13. Uitgaande van de aangetroffen concentraties in het Rijnstroomgebied zijn met behulp van onderstaand schema de belangrijkste emissieroutes en bronnen van de stofgroepen geanalyseerd.



14. Uit deze analyse (van de concentraties en vrachten) blijkt dat voor een groot aantal van de in beschouwing genomen stoffen het gemeentelijk afvalwater (emissieroute 8) de relevante, bepalende emissieroute is met als belangrijkste bronnen huishoudens, industrie en bedrijven. Voor complexvormers geldt dat naast deze emissieroute ook de rechtstreekse lozingen vanuit de industrie (emissieroute 12) van belang zijn. Voor biociden (mecoprop) en enkele oestrogenen kan de landbouw een relevante bron zijn.

4. Integrale beoordeling van alle maatregelen

15. De volgende types van maatregelen, die in de evaluatierapporten zijn beschreven, kunnen worden onderscheiden (voor details over de punten a. tot c. zie bijlage):

- a. **Maatregelen aan de bron** (toelating, beperking van het gebruik van stoffen, productieprocessen, voorschriften omtrent de verwijdering);
- b. **Decentrale maatregelen** (behandeling van afvalwater in deelstromen bij bedrijven);
- c. **Centrale maatregelen in rwzi's** (toepassing van geavanceerde methodes voor de verwijdering van microverontreinigingen uit afvalwater);
- d. **Aanpassing van monitorings- en beoordelingssystemen** (aanvulling van monitoringssystemen en meetprogramma's, rekening houden met nieuwe stoffen bij de beoordeling van de ecologische toestand van de wateren, afleiding van kwaliteitscriteria);
- e. **Publieksvoorlichting** (over de milieu- en drinkwaterrelevantie en de aanbevolen veranderingen in het gebruik en de verwijdering van stoffen).

16. De reductiemaatregelen zijn beoordeeld aan de hand van de analyse van de emissieroutes uitgaande van de immissie. Hierbij zijn de types van maatregelen tegen elkaar afgewogen.

Maatregelen aan de bron

17. Een uitgebreidere beoordeling en medeneming van de mogelijke milieueffecten van de onderzochte stoffen bij hun toelating kan op langere termijn bijdragen aan de reductie van de verontreiniging van het water met microverontreinigingen.

18. Maatregelen aan de bron zijn vooral zinvol bij de productie in de industrie en het gebruik van producten in industrie, bedrijven en huishoudens, maar leiden op korte termijn slechts bij een beperkt aantal stoffen tot een duidelijke reductie van de emissie.

Decentrale maatregelen

19. Decentrale maatregelen kunnen zinvol zijn als afzonderlijke bedrijven verantwoordelijk zijn voor een substantieel deel van bepaalde microverontreinigingen in het water, ook als deze stoffen worden geloosd via een rwzi, maar daar niet of onvoldoende worden verwijderd.

Centrale maatregelen

20. Centrale maatregelen in de vorm van het toepassen van geavanceerde zuiveringsmethodes (bijv. ozon-oxidatie, toepassing van actieve kool) voor de verwijdering van microverontreinigingen kunnen het rendement van rwzi's voor een breed spectrum van stoffen substantieel verhogen. Verlaging van de concentraties microverontreinigingen in het oppervlaktewater is het grootst daar waar het (biologisch gezuiverde) rwzi-effluent een substantieel aandeel vormt in het ontvangende water.

Monitorings- en beoordelingssystemen

21. Voor veel microverontreinigingen in het Rijnstroomgebied is er een groot aantal meetgegevens verzameld in de monitoringprogramma's van de ICBR, de IAWR en de Rijnsoeverstaten.

22. De omvang van de verzamelde gegevens verschilt sterk per stof en regio. Daarom kon de relevantie van de verschillende emissieroutes slechts gedeeltelijk of, in het geval van de biociden en de corrosiewerende middelen, helemaal niet kwantitatief worden ingeschat (zie hoofdstuk 3).

Publieksvoorlichting

23. Om mogelijke emissies van microverontreinigingen naar het water te voorkomen of te verminderen, moet het brede publiek worden voorgelicht over (i) de relevantie van consumentenproducten voor het milieu en het drinkwater, (ii) het correcte gebruik van deze producten, (iii) de mogelijkheden voor milieuvriendelijke verwijdering of inzameling, (iv) milieuvriendelijke alternatieven en (v) milieulabels.

24. Met hetzelfde doel voor ogen moet het vakpubliek worden voorgelicht over (i) de mogelijkheden voor recycling, (ii) milieuvriendelijke verwijdering van afvalproducten die microverontreinigingen bevatten en (iii) bestaande milieulabels.

5. Conclusies

25. Hoewel de omvang van de verzamelde meetgegevens voor de in het onderhavige rapport bekeken microverontreinigingen in het Rijnstroomgebied sterk verschilt per stof en regio, kunnen toch de onderstaande conclusies worden getrokken.

26. In het Rijnwater komen stoffen uit alle behandelde stofgroepen voor; zowel in de hoofdstroom als de zijrivieren worden ze aangetroffen in meetbare concentraties. Relatief hoge concentraties worden gemeten in de benedenloop van de Rijn of in wateren met een hoog aandeel gezuiverd afvalwater. Dit geldt in het bijzonder voor de stofgroepen humane geneesmiddelen, biociden en corrosiewerende middelen en röntgencontrastmiddelen.

27. Voor nagenoeg geen van (de indicatorstoffen van) de behandelde stofgroepen bestaan er vastgestelde milieukwaliteitsnormen op nationaal, Rijnstroomgebieds- en Europees niveau.

28. In ruwwater van drinkwaterleidingbedrijven en deels ook in drinkwater worden vooral polaire, moeilijk afbreekbare stoffen aangetroffen.

29. De belangrijkste emissieroute voor microverontreinigingen naar het oppervlaktewater is het rwzi-effluent. Afvalwater uit huishoudens en bedrijven en van verhard oppervlak afstromend regenwater vanuit stedelijke gebieden komt via het gemeentelijk rioolstelsel in rwzi's terecht.

30. Met het oog op de doelstelling van de strategie inzake microverontreinigingen moeten de emissies van microverontreinigingen naar het water in de volle breedte worden gereduceerd.

31. Emissies zouden met het onderstaande spectrum van maatregelen kunnen worden gereduceerd:

- a. Maatregelen aan de bron kunnen vooral zinvol zijn bij de productie in de industrie en het gebruik van producten in bedrijven en huishoudens. Ze kunnen tot een duidelijke emissiereductie leiden, maar zijn slechts op een beperkt aantal microverontreinigingen toepasbaar.
- b. Decentrale maatregelen bij bedrijven kunnen de lozingen van probleemstoffen verder reduceren door het optimaliseren van de procesbeheersing en het toepassen van geschikte zuiveringsmethodes voor de behandeling van deelstromen of te lozen afvalwater.
- c. Centrale maatregelen bij rwzi's in de vorm van verdergaande zuiveringstechnieken (bijv. ozon-oxidatie, toepassing van actieve kool) kunnen een breed spectrum van microverontreinigingen verwijderen, waarbij het zuiveringsrendement per (stof)groep verschillend kan uitvallen.

- d. Gerichte voorlichting van het brede publiek en het vakpubliek over bijvoorbeeld de relevantie van consumentenproducten voor het milieu en het drinkwater of over mogelijkheden voor recycling kan mogelijke emissies van microverontreinigingen naar het water mee helpen voorkomen of reduceren.
32. Door periodieke actualisering/herziening van bestaande meetprogramma's moeten lacunes in de kennis over het voorkomen van de betreffende stoffen in het water worden aangevuld.
33. De kennis over emissieroutes moet worden uitgebreid door middel van stofbalansen en modelberekeningen.
34. Op basis van de voorliggende conclusies zal de ICBR aanbevelingen voor maatregelen formuleren.

Mogelijke maatregelen

De in hoofdstuk 4 onder a. tot c. genoemde types van maatregelen worden hieronder nader beschreven.

a. Maatregelen aan de bron (toelating, beperking van het gebruik van stoffen, productieprocessen, voorschriften omtrent de verwijdering):

Bij de toelating van stoffen op de markt kan worden gedacht aan een uitgebreidere beoordeling van milieueffecten. Daarnaast zijn ontwikkeling, test en toepassing van substituten met beter biologisch afbreekbare werkzame bestanddelen van belang.

Specifieke maatregelen aan de bron:

- humane geneesmiddelen: uitgifte van kleinere verpakkingen en het verbeteren van de inzameling van medicijnresten;
- röntgencontrastmiddelen: opvang van urine en het opzetten van centrale inzamelpunten voor de verdere verwerking hiervan;
- geurstoffen: meer consumentenproducten als wasmiddelen en cosmetica voorzien van milieulabels, waarin toepassing van milieubezwaarlijke geurstoffen is uitgesloten;
- nonylfenol: het invoeren van producten met problematische inhoudsstoffen verbieden (bijv. textiel dat is behandeld met NPOE's), toepassingsrestricties of vervanging door milieuvriendelijkere stoffen.

b. Decentrale maatregelen bij producerende en verwerkende bedrijven (optimalisatie van productieprocessen, behandeling van afvalwater al dan niet in deelstromen):

Minimalisatie van de emissie van stoffen is mogelijk door:

- het optimaliseren van het productieproces;
- het verder ontwikkelen en toepassen van de stand van de techniek / de beste beschikbare technieken (BBT, BEP);
- het gebruiken van milieuvriendelijkere bereidingen;
- het vervangen van milieubezwaarlijke stoffen door milieuvriendelijkere alternatieven;
- het behandelen van het afvalwater, al dan niet in deelstromen;
- het verder ontwikkelen van geschikte afvalwaterzuiveringsmethoden.

Specifieke decentrale maatregelen:

- Van bijzonder belang in het afvalwater van ziekenhuizen zijn röntgencontrastmiddelen, omdat deze middelen nagenoeg uitsluitend worden toegediend in ziekenhuizen en radiologische centra en doorgaans binnen 24 uur weer worden uitgescheiden door de patiënt.

Mogelijke maatregelen voor de minimalisering van de emissie van röntgencontrastmiddelen zijn de gescheiden opvang van urine en de

daaropvolgende centrale behandeling, verbranding of verwijdering met het afval. In beginsel kunnen deze maatregelen ook van toepassing zijn voor geneesmiddelen.

Soms kan ook de behandeling van het toiletwater (van de hele instelling of alleen deelstromen uit specifieke afdelingen) een geschikte maatregel zijn;

- oestrogenen: het behandelen van deelstromen van bedrijfsafvalwater met hoge concentraties oestrogenen of bij mestverwerking;
- complexvormers: het toepassen van (geavanceerde) zuiveringsmethoden ter verwijdering van moeilijk afbreekbare complexvormers. Of en met welke methode afvalwater doeltreffend kan worden behandeld, is afhankelijk van pH, temperatuur, concentraties en andere stoffen in het afvalwater.

- c. **Centrale – aanvullende – maatregelen op rwzi's** zijn in principe een mogelijkheid om microverontreinigingen in het afvalwater te verminderen.

Uit onderzoek en eerste ervaringen op rwzi's blijkt dat met de toepassing van actiefkooladsorptie of ozon-oxidatie een brede waaier van microverontreinigingen in het rwzi-effluent kan worden gereduceerd. De verwijderingspercentages die daarbij worden bereikt, verschillen per stof. Een aanzienlijke verbetering van het zuiveringsrendement wordt verkregen voor geneesmiddelen, biociden, oestrogenen, geurstoffen en vlamvertragers. Een aantal stoffen, zoals röntgencontrastmiddelen of bepaalde geneesmiddelen en complexvormers, wordt echter ook met deze zuiveringsmethoden niet of in zeer beperkte mate tegengehouden.