

# Evaluatierapport Oestrogenen



Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Rapport Nr. 186*



In het kader van de strategie voor de reductie van emissies van microverontreinigingen uit stedelijk en industrieel afvalwater worden er voor tien stofgroepen evaluatierapporten opgesteld met als doel de wetenschappelijke en technische feiten beknopt samen te vatten en te wijzen op bestaande kennislacunes. In de evaluatierapporten wordt er tevens een brede waaier van mogelijke maatregelen voorgesteld: van maatregelen aan de bron (bijv. toelating van stoffen, gebruiksrestricties) tot technische maatregelen in centrale zuiveringsinstallaties (bijv. toepassing van een extra zuiveringsstap). In het hoofdstuk "conclusie" van de evaluatierapporten worden de efficiëntste maatregelen genoemd die in het kader van een integrale strategie van de ICBR nader zullen worden getoetst. Deze maatregelen zijn nog geen aanbevelingen van de ICBR aan de lidstaten. Alle in de concluderende hoofdstukken genoemde maatregelen zal de ICBR namelijk op een rij zetten in een overzichtsrapport om bij de definitieve beoordeling rekening te kunnen houden met mogelijke synergie-effecten van maatregelen (effect van maatregelen op verschillende stofgroepen). De ICBR zal vervolgens op basis van de definitieve beoordeling van alle maatregelen aanbevelingen voor maatregelen vaststellen voor de lidstaten

## **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 3-935324-50-2

© IKS-R-CIPR-ICBR 2011

## Evaluatierapport oestrogenen

### 1. Inleiding

Hormoonontregeling is een verzamelnaam voor uiteenlopende effecten van een groot aantal verschillende stoffen die met elkaar gemeen hebben dat ze de normale werking van het endocriene systeem veranderen. Dit kan het functioneren van (water)dieren op verschillende manieren aantasten, variërend van veranderd gedrag tot ontwikkelingsstoornissen, geslachtsverandering en onvruchtbaarheid. De momenteel bekende hormoonontregelende effecten zijn in het verleden veelal bij toeval ontdekt. Zo bleek er vervrouwelijking op te treden bij mannelijke vissen in regionale wateren nabij lozingspunten van rioolwaterzuiveringen (rwzi's). Deze oestrogene hormoonversturende werking bij vissen werd mede veroorzaakt door de natuurlijke en synthetische hormonen. Ook andere stoffen kunnen een oestrogene hormoonontregelende werking op in water levende dieren uitoefenen<sup>1</sup>. Maar de bijdrage van deze stoffen is relatief gezien veel lager dan de hormoonontregelende werking van de natuurlijke hormonen 17 $\beta$ -oestradiol en oestron uit mens en dier en het synthetisch hormoon 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol, dat wordt toegepast in de anticonceptiepill.

Om deze reden gaat dit evaluatierapport alleen in op de twee natuurlijke hormonen 17 $\beta$ -oestradiol en oestron en het synthetisch hormoon 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol.

De belangrijkste verspreidingsroute van deze drie oestrogene hormonen vindt plaats via uitscheiding uit het menselijk lichaam met de urine en feces, die via het gemeenteriool en de rwzi naar het oppervlaktewater worden afgevoerd. Een andere verspreidingsroute voor de natuurlijke hormonen is via mest van landbouwhuisdieren, dat wordt uitgereden op landbouwgronden of verder verwerkt in mestvergistingsinstallaties. De bruto-emissie van deze natuurlijke hormonen in dierlijke mest wordt in Nederland geschat op 17.000 kg per jaar<sup>2</sup>. Dit is meer dan een factor 10 groter dan de totale hoeveelheid hormonen afkomstig van de Nederlandse bevolking.

Op basis van beschikbare meetgegevens<sup>3</sup> wordt ervan uitgegaan dat rwzi-effluenten – vanwege het continue karakter van deze lozingen die rechtstreeks op oppervlaktewater plaatsvinden – een grotere rol vervullen bij de hormoonverstoring in het watermilieu dan de indirecte en niet-continue uit- en afspoeling van dierlijke mest van landbouwgronden. Het onderstaande is gebaseerd op de informatie uit het stofgegevensblad.

### 2. Probleemanalyse

In het Rijnstroomgebied kunnen relatief hoge concentraties oestrogene hormonen in het oppervlaktewater worden verwacht als gevolg van de hoge populatiedichtheid in de stedelijke gebieden en de (intensieve) veehouderij in de landbouwgebieden langs de Rijn. Van de drie oestrogene hormonen oestron, 17 $\beta$ -oestradiol en 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol zijn weinig monitoringgegevens in de hoofdstroom van de Rijn beschikbaar, maar wel meer

---

<sup>1</sup> Vethaak AD, GBJ Rijs, SM Schrap, H Ruiters, A Gerritsen and J Lahr (2002). Estrogens and xeno-estrogens in the aquatic environment of the Netherlands. Occurrence, potency and biological effects. RIZA/RIKZ-report 2002.001.

<sup>2</sup> Blok *et al.* (2000) Blok J en MAD Wösten (2000). Herkomst en lot van natuurlijke oestrogenen in het milieu. RIWA.

<sup>3</sup> Montforts *et al.* (2007). Montforts MHMM, GBJ Rijs, JA Staeb en H Schmitt (2007). Diergeneesmiddelen en natuurlijke hormonen in oppervlaktewater van gebieden met intensieve veehouderij. RIVM-rapport 601500004/2007.

gegevens van enkele regionale zijwateren<sup>4,5</sup>. In de grote wateren liggen de concentraties oestrogene hormonen doorgaans onder de detectiegrens van minder dan 1 ng/l. In de zijrivieren zijn deze wel aantoonbaar tot enkele ng/l, waarbij de gehalten in de regel toenemen naarmate het aandeel (biologisch gezuiverd) stedelijk afvalwater in het ontvangende oppervlaktewater hoger is. Het natuurlijk hormoon oestron komt het frequentst en in de hoogste concentraties in de zijwateren van de Rijn voor.

Dit beeld voor het Rijnstroomgebied komt overeen met dat van de rest van Europa. Om deze reden is bij de verdere evaluatie gebruik gemaakt van vergelijkbare beschouwingen voor de drie oestrogene hormonen in een EU-evaluatierapport uit 2002<sup>6</sup>. Ook is gebruik gemaakt van recentere gegevens<sup>7</sup>, die door de EU gebruikt worden ter voorbereiding van de beoordeling of de hormonen 17 $\beta$ -oestradiol en 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol al dan niet op de prioritair stoffenlijst van de EU-Kaderrichtlijn Water worden geplaatst. Hieruit blijkt dat er bij de in oppervlaktewater aangetoonde concentraties in de range van enkele ng/l geen sprake is van acuut toxische effecten, maar dat deze concentraties wel in de buurt van drempelwaarden liggen, waarbij specifieke (hormoonversturende) effecten kunnen optreden. Zo ligt de drempelwaarde voor de acute toxiciteit van het synthetisch hormoon 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol op circa 1 mg/l, terwijl dit voor het optreden van hormoonversturende effecten een factor miljoen lager (0,5 ng/l) is. Voor zover bekend bestaan er voor de drie genoemde hormonen in de Rijnsoeverstaten nog geen goedgekeurde milieukwaliteitsnormen. Voor de hormonen 17 $\beta$ -oestradiol en 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol worden die momenteel door de EU afgeleid. In het EU-evaluatierapport (2002) is geconcludeerd dat op basis van de gemeten blootstellingsconcentraties in het watermilieu en de NOEC (No Observed Effect Concentration)-drempelwaarden, waarbij geen hormoonversturende effecten zijn aangetoond, de aanwezigheid van de hormonen 17 $\beta$ -oestradiol, oestron en 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol in de Europese wateren een potentieel risico voor vissen vormt dat niet bij voorbaat kan worden uitgesloten.

Uit het voorgaande blijkt dat hormoonversturende effecten niet bij voorbaat zijn uit te sluiten voor vissen en andere waterorganismen in de zijrivieren van de Rijn. Dit geldt vooral voor wateren in het Rijnstroomgebied die in belangrijke mate worden beïnvloed door effluentlozingen van rwzi's.

### 3. Analyse van de emissieroutes

Tot op heden zijn de effluenten van rwzi's geïdentificeerd als de belangrijkste emissiebron voor de verspreiding van oestrogene hormonen naar het watermilieu. Lokaal kunnen concentraties in het ontvangende oppervlaktewater zo hoog zijn dat oestrogene effecten bij vissen worden aangetoond. Het aandeel rwzi-effluent in relatie tot de grootte van het ontvangend oppervlaktewater lijkt bepalend voor het optreden van deze effecten.

Via uitscheiding uit het menselijk lichaam met de urine en feces komen de oestrogene hormonen in het huishoudelijk afvalwater terecht van huishoudens, bedrijven of bij schepen (diffuus). Het afvalwater van huishoudens, die niet zijn aangesloten op het gemeentelijk riool (ca. 1-2 %), belandt ongezuiverd of na enige vorm van behandeling in het oppervlaktewater. Ook wordt het afvalwater van toiletten aan boord van schepen veelal nog ongezuiverd geloosd. Meer dan 95 % van het huishoudelijke afvalwater van huishoudens en bedrijven in het Rijnstroomgebied wordt afgevoerd via een gemeentelijk

---

<sup>4</sup> Micropoll Bafu (2009). Micropoll Datenbank BAFU (2009). Gegevensbank van de Zwitserse Dienst voor Milieu met monitoringgegevens uit heel Zwitserland.

<sup>5</sup> Adler *et al.* (2001) Adler, P., T. Steger-Hartmann, W. Kalbfuss (2001): Vorkommen natürlicher und synthetischer östrogener Steroide in Wässern des süd- und mitteldeutschen Raumes. Acta hydrochem. hydrobiol. 29 (4), 227-241.

<sup>6</sup> Johnston *et al.* (2002). Johnson I en P Harvey (2002). Study on the scientific evaluation of 12 substances in the context of endocrine disrupter priority list of actions. European Commission. WRc-NSF report: UC 6052

<sup>7</sup> EU (2010). Drafting Group on review of priority substances Ethinylestradiol EQS draft dossier dd 20/09/2010 and Beta-estradiol dd 09/04/2010.

rioolstelsel en via een rwzi gezuiverd geloosd op oppervlaktewater. Slechts een klein percentage (ca. 1-3 %) van dit stedelijk afvalwater komt via riooloverstorten direct in het oppervlaktewater terecht. De mate van verwijdering hangt af van de zuiveringscondities in een rwzi en de specifieke stofeigenschappen. Voor 17 $\beta$ -oestradiol wordt een verwijderingsrendement in een rwzi gehanteerd van 90 %, en voor oestron en 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol een verwijderingsrendement van elk 60 %. De biologische afbraak van deze hormonen in de ontvangende wateren vertoont een vergelijkbaar beeld, waarbij 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol het slechtst afbreekbaar is en 17 $\beta$ -oestradiol snel wordt omgezet in oestron en vervolgens gemineraliseerd.

De verspreidingsroute van de natuurlijke hormonen oestron en 17 $\beta$ -oestradiol naar het watermilieu vanuit de veehouderij is tot op heden nog onderbelicht en zou verder gekwantificeerd moeten worden. Zo is de bruto-excretie uit de Nederlandse veestapel vele malen groter (een factor 10) dan die afkomstig van de menselijke populatie in Nederland. Hierbij zal een (klein) deel van de mest op een indirecte wijze via uit- en afspoeling van landbouwgronden in het water terechtkomen. In gebieden met intensieve veehouderij zou dit kunnen leiden tot hoge concentraties aan natuurlijke hormonen en tot mogelijk negatieve gevolgen voor de in deze wateren levende vissen. Hierover is nog weinig bekend en de schaarse onderzoeken hiernaar hebben nog geen negatieve effecten voor het watermilieu aangetoond. Een ander patroon van lozen is hiervoor mogelijk de verklaring. In tegenstelling tot een continue aanvoer van rwzi-effluent met één lozingspunt is in de veehouderij sprake van diffuse verspreiding en een niet-continue belasting van het oppervlaktewater met natuurlijke hormonen.

Op locaties bij mestverwerkingsbedrijven waar dierlijke mest ten behoeve van energiewinning wordt vergist en het vrijkomende afvalwater wordt geloosd, vervalt dit argument.

#### **4. Mogelijke maatregelen**

Om de belasting van het oppervlaktewater met de hormonen oestron, 17 $\beta$ -oestradiol en 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol te verlagen, kunnen op verschillende niveaus, voor de natuurlijke hormonen maar ten dele, emissiereducerende maatregelen worden genomen:

- Maatregelen aan de bron;
- Publieksvoorlichting;
- Behandeling van afvalwater(deel)stromen;
- Centrale maatregelen bij rwzi's;
- Aanpassing van meetprogramma's.

Hieronder worden de potentiële maatregelen nader gepreciseerd.

##### **Maatregelen aan de bron**

- Afgifte van niet-gebruikte pillen: door niet-gebruikte anticonceptiepillen af te geven aan apotheken of als "klein chemisch afval" wordt voorkomen dat het synthetische hormoon 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol (onnodig) in het huishoudelijk afvalwater terechtkomt.
- Productinnovatie bij anticonceptie: door het toepassen van beter biologisch afbreekbare actieve bestanddelen of optimalisering van wijze/dosering van toediening van de werkzame stof kan belasting van het watermilieu met het hormoon 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol worden beperkt.
- Gebruik van mestvrije zones in landbouw: door het aanhouden van mestvrije zones op akkerranden langs oppervlaktewater bij het uitrijden van mest op landbouwgronden wordt voorkomen dat de natuurlijke hormonen afspoelen naar de wateren.
- Optimaliseren van productieproces: door het verder verbeteren van de (productie)processen bij farmaceutische bedrijven, zorgsector,

mestverwerkingsbedrijven, etc. kan worden voorkomen dat het te lozen afvalwater wordt vervuild.

## Publieksvoorlichting

In het algemeen dient de milieurelevantie als aspect te worden meegenomen bij de informatievoorziening over het gebruik van de anticonceptiepil; met name het belang van een milieubewuste afgifte van ongebruikte anticonceptiepillen.

## Behandeling van afvalwater(deel)stromen

Ongezuiverde lozingen van huishoudelijk afvalwater en van dierlijke mest kunnen een relevante bijdrage leveren aan de vracht van de oestrogene hormonen naar het lokale oppervlaktewater. Dit betreft het afvalwater van verspreid liggende bebouwing, die niet is aangesloten op een rwzi, riooloverstorten en foutieve aansluitingen van woningen op regenwaterriool, maar ook bijvoorbeeld het ongezuiverd lozen van huishoudelijk afvalwater vanaf schepen. Bij dierlijke mest betreft het het vrijkomende afvalwater bij mestvergisting en mestverwerkingsinstallaties. Voor het synthetisch hormoon 17 $\alpha$ -ethinyloestriol kan ook gedacht worden aan het afvalwater van farmaceutische bedrijven. In al deze gevallen is behandeling van de eindlozing of de deelstromen met hoge concentraties oestrogene hormonen mogelijk, met als doel de belasting met deze stoffen naar het regionale oppervlaktewater te verminderen. De mate waarin en de wijze waarop deze (deelstroom)behandeling van het afvalwater plaatsvindt, is afhankelijk van de (lokale) specifieke omstandigheden.

De volgende emissiereducerende maatregelen kunnen worden overwogen:

- Saneren van ongezuiverde lozingen van feces en urine door:
  - Agglomeraties van woningen of verspreid liggende woningen aan te sluiten op gemeenteriool en rwzi;
  - De frequentie en de omvang van riooloverstorten te verminderen;
  - Het aantal foutieve aansluitingen van woningen op regenwaterriool en de afspoeling van hondenpoep zoveel mogelijk te beperken;
  - De toiletwaterlozingen van schepen te zuiveren of aan de wal af te geven.
- Het afvalwater dat vrijkomt bij mestvergisting vergaand zuiveren of hergebruiken als nutriëntenbron voor de landbouw.
- Het toepassen van (deel)stroombehandeling van afvalwater met hoge concentraties aan oestrogene hormonen.

## Centrale maatregelen bij rwzi's

Effluenten van rwzi's zijn geïdentificeerd als één van de belangrijkste emissiebronnen voor de verspreiding van de oestrogene hormonen naar het watermilieu. In de buurt van lozingen van rwzi's en in wateren met een hoog aandeel rwzi-effluent in het bovenstroomse oppervlaktewater kunnen de concentraties oestrogene hormonen zo hoog zijn dat er mogelijk negatieve effecten voor vissen en andere waterorganismen kunnen optreden. Deze situaties zullen voornamelijk optreden in de zijrivieren van de Rijn en naar verwachting niet of zeer beperkt in de hoofdstroom van de Rijn. Het toepassen van aanvullende vergaande zuiveringstechnieken ter verwijdering van microverontreinigingen (ozon-oxidatie, gebruik van actieve kool) is een effectieve methode om de belasting van het ontvangende oppervlaktewater van de zijrivieren met oestrogene hormonen te verminderen (volledige verwijdering door deze geavanceerde maatregelen). Dit zou leiden tot een kwaliteitsverbetering van het ontvangende oppervlaktewater nabij de lozing van het rwzi-effluent en stroomafwaarts in de zijrivieren. Deze aanvullende zuiveringstechnieken hebben ook vanuit het oogpunt van voorzorg een positief effect op het drinkwater, dat wordt gewonnen uit oppervlaktewater. Dit geldt niet alleen voor wat betreft de drie in beschouwing genomen oestrogene hormonen, maar voor een breed scala aan organische microverontreinigingen uit het stedelijke waterbeheer.

## Aanpassing van meetprogramma's en beoordelingssystemen

Uit de analyse van de beschikbare informatie vloeien de volgende opmerkingen voort in verband met de vormgeving van meetprogramma's en de verdere ontwikkeling van beoordelingssystemen:

1. Het aantal meetgegevens, dat over de oestrogene hormonen oestron, 17 $\beta$ -oestradiol en 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol in de hoofdstroom van de Rijn beschikbaar is, volstaat niet voor een adequate beschrijving van de toestand.
2. Het relatieve aandeel van de bruto-excretie van de natuurlijke hormonen oestron en 17 $\beta$ -oestradiol uit de veestapel en uit de menselijke populatie in de Rijnsoeverstaten in de verontreiniging van het watermilieu is onbekend. Nader onderzoek naar de emissieroutes van deze hormonen zou daarom wenselijk zijn.
3. De detectiegrenzen van de analysemethoden voor de oestrogene hormonen liggen weliswaar laag (< 0,1-0,5 ng/l), maar liggen in de buurt van of zijn voor 17 $\alpha$ -ethinyloestradiol zelfs hoger dan de concentraties waarbij effecten op vissen zijn aangetoond.  
Om meer zekerheid te hebben over de aanwezigheid van oestrogene hormonen en eventueel nadelige ecologische effecten in de Rijn zou verdere verlaging van de detectiegrenzen gewenst zijn.
4. Ter aanvulling op chemische analysemethoden voor het meten van afzonderlijke stoffen zijn er ook (inter)nationaal gecertificeerde biologische testmethoden gewenst om negatieve effecten (van mengsels) van stoffen – in dit geval van hormonen – op het watermilieu te kunnen aantonen.
5. Er zijn geen bindende kwaliteitscriteria voor de beoordeling van de ecologische/chemische toestand en voor de bescherming van de drinkwatervoorraad. Deze zouden zo nodig moeten worden afgeleid op een daarvoor geschikt institutioneel niveau.

## 5. Conclusie

Samenvatting van maatregelen die in aanmerking komen voor verdere uitwerking en toetsing op efficiëntie:

- **Maatregelen aan de bron** in huishoudens, bedrijven en de veehouderij om zoveel mogelijk te voorkomen dat oestrogene hormonen in het watermilieu terechtkomen;
- **Decentrale maatregelen:** Saneren van ongezuiverde lozingen van feces en urine van woningen, riooloverstorten, toiletwater van schepen, etc. en het behandelen van deelstromen van bedrijfsafvalwater met hoge concentraties oestrogene hormonen of bij mestverwerking;
- **Centrale maatregelen in rwzi's:** Het in de toekomst toepassen van aanvullende vergaande zuiveringstechnieken (ozon-oxidatie, gebruik van actieve kool) om de belasting van oestrogene hormonen vanuit rwzi's te reduceren in gebieden in het Rijnstroomgebied, waarbij het aandeel rwzi-effluent substantieel is ten opzichte van de ontvangende (regionale) wateren. Dankzij deze maatregel zou tevens een vermindering van de concentraties van een brede waaier van andere microverontreinigingen uit het stedelijk afvalwater kunnen worden bereikt. De ervaringen met (pilot)installaties van deze aanvullende zuiveringstechnieken moeten worden verzameld en geëvalueerd, zodat ze bruikbaar zijn voor besluitvorming in de toekomst;
- **Verbetering van meetprogramma's en beoordelingssystemen:** Gericht op het verkrijgen van meer inzicht in de emissieroutes van de natuurlijke hormonen via de mest van landbouwhuisdieren in het Rijnstroomgebied en het verkrijgen van meer betrouwbare meetgegevens van lage concentraties oestrogene hormonen.