

## 9. Binnenwateren

### **Voornaamste bevindingen**

Sinds 1980 is in veel landen de totale hoeveelheid water die aan de bodem wordt onttrokken, in het algemeen afgenomen. In de meeste landen is er na 1980 sprake geweest van een langzame afname van de grondwateronttrekking door de industrie. Dit is te wijten aan het feit dat er een verschuiving plaatsvindt naar industrieën die minder grote hoeveelheden water gebruiken, alsook op de groei van de dienstensector, technische verbeteringen en toegenomen hergebruik. Rond stedelijke gebieden bestaat echter nog steeds de mogelijkheid dat de vraag naar water de beschikbaarheid ervan overtreft en in de nabije toekomst kunnen watertekorten optreden. De toekomstige watervoorziening kan ook door klimaatverandering in gevaar worden gebracht.

In de Middellandse-Zeelanden komt het grootste deel van het waterverbruik voor rekening van de landbouw, met irrigatie als voornaamste gebruiksdoel. Het oppervlak dat wordt bevoeid en de hoeveelheid water die aan de bodem wordt onttrokken, is sinds 1980 gestaag toegenomen. In de Zuid-Europese landen wordt 60% van alle gewonnen water voor irrigatie gebruikt. In sommige regio's overschrijdt de hoeveelheid water die aan de bodem wordt onttrokken, de snelheid waarmee het grondwater wordt aangevuld, met als gevolg een verlaging van de grondwaterspiegel, het verdwijnen van water- en moerasgebieden en indringing van zeewater. Tot de instrumenten voor de vermindering van de toekomstige vraag naar water behoren maatregelen voor een efficiënter watergebruik, prijsbeheersing en het landbouwbeleid.

Ondanks de streefwaarden voor de waterkwaliteit die in de EU zijn vastgesteld en de aandacht die in het Milieuactieprogramma voor Midden- en Oost-Europa aan dit onderwerp wordt besteed, heeft er sinds 1989/90 geen algehele verbetering van de rivierkwaliteit plaatsgevonden. De Europese landen melden verschillende trends zonder enig samenhangend geografisch patroon. Desalniettemin is de toestand van de meest verontreinigde rivieren sinds de jaren zeventig enigszins verbeterd.

Fosfor en stikstof veroorzaken nog steeds eutrofiëring van oppervlaktewateren. Verbeteringen in de afvalwaterbehandeling en reducties in de emissies van grote industrieën die tussen 1980 en 1995 zijn gerealiseerd, hebben ertoe geleid dat de totale hoeveelheid fosfor die in rivieren wordt geloosd, in diverse landen met tussen 40% en 60% is afgenomen. De fosforconcentraties in oppervlaktewateren daalden daardoor aanzienlijk, vooral in die wateren met de voorheen hoogste concentraties. In de toekomst worden nog verdere verbeteringen verwacht, omdat vooral het herstel van meren verscheidene jaren kan duren.

Ongeveer een kwart van de stations voor het bewaken van de rivierkwaliteit registreert echter nog steeds fosforconcentraties die ongeveer tien keer hoger zijn dan in water van goede kwaliteit. Stikstof, voornamelijk afkomstig van de landbouw, is een minder groot probleem in rivieren, maar kan problemen veroorzaken wanneer het naar zee wordt afgevoerd. Ter bescherming van het zeemilieu dienen de emissies van stikstof dan ook verder te worden beperkt.

De grondwaterkwaliteit heeft te lijden onder toenemende concentraties nitraat en pesticiden afkomstig van de landbouw. De nitraatconcentraties zijn laag in Noord-Europa, maar hoog in diverse West- en Oost-Europese landen, met veelvuldige overschrijdingen van de maximaal in de EU toegestane concentraties.

Het gebruik van pesticiden in de EU daalde tussen 1985 en 1995, wat echter niet noodzakelijkerwijs hoeft te betekenen dat de effecten op het milieu zijn afgenomen, aangezien nu

andere pesticiden worden gebruikt. Voor bepaalde pesticiden overschrijden de concentraties in het grondwater veelvuldig de maximaal in de EU toegestane concentraties. Ook maken veel landen melding van een aanzienlijke verontreiniging door zware metalen, koolwaterstoffen en gechloreerde koolwaterstoffen.

Voor veel gebieden in Europa, zoals die rond de Noordzee, Oostzee, Rijn, Elbe en Donau, zijn geïntegreerde beleidsplannen voor de bescherming van de binnenwateren opgesteld. Ofschoon op dit terrein veel is bereikt, is in de toekomst een betere integratie van milieu- en economisch beleid gewenst.

De aanpak van emissies uit diffuse bronnen zal primair moeten gebeuren via het landbouwbeleid, maar dit brengt zowel in technisch als politiek opzicht nog steeds de nodige moeilijkheden met zich mee. Ofschoon hervormingen in het kader van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) van de Europese Unie worden gebruikt voor de integratie van maatregelen om de toevoer van nutriënten te verminderen, moet er meer gebeuren. Zo moet bijvoorbeeld

**beleid gericht op het braakleggen van landbouwgronden zo worden opgesteld dat het voordeel voor het milieu maximaal is.**

**De EU-richtlijnen inzake de behandeling van stedelijk afvalwater en nitraat moeten leiden tot aanzienlijke kwaliteitsverbeteringen, maar het succes van deze twee richtlijnen hangt af van de mate waarin de lidstaten kwetsbare zones aanwijzen. Het voorstel voor een kaderrichtlijn inzake water vereist geïntegreerde programma's voor beheer en verbetering. Als deze richtlijn in de hele EU op vergelijkbare wijze wordt uitgevoerd en er een verdere omschakeling plaatsvindt naar vraagbeheersing, zou deze tot duidelijke verbeteringen in de waterkwaliteit en tot een duurzaam beheer van de watervoorraden moeten leiden.**

### 9.1. Inleiding

In Europa beschikken de meeste mensen over voldoende vers, schoon water. Watervoorraden worden niettemin door veel menselijke activiteiten bedreigd en in enkele delen van het continent worden door een gebrek aan voldoende water van goede kwaliteit beperkingen opgelegd aan het welzijn en de welvaart van de mens en aan de economische ontwikkeling.

Eeuwenlang werden Europese binnenwateren gebruikt voor drinkwater, irrigatie, het lozen van afvalwater, bevissing, het opwekken van energie en transport. Binnenlandse oppervlaktewateren vormen eveneens een belangrijk deel van het Europese landschap en de van deze wateren afhankelijke ecosystemen zijn van het grootste belang voor biodiversiteit (zie hoofdstuk 8). Door een groeiende bevolking, industrialisatie, de intensivering van de landbouw, kanalisatie, de aanleg van spaarbekkens en de toename van recreatief gebruik, kwamen de Europese binnenwateren in de afgelopen jaren steeds meer onder druk te staan en doen zich steeds meer conflicten voor tussen diverse toepassingen en gebruikers. Droge periodes en overstromingen, die behoren tot de meest voorkomende natuurrampen (zie hoofdstuk 13), dragen aan de problemen bij. Het is duidelijk dat er behoefte is aan duurzaam waterbeheer.

Dit hoofdstuk verschaft gegevens en informatie over de hoeveelheid water in Europa en de kwaliteit ervan, en over de druk die erop wordt uitgeoefend. Verzuring, die de kwaliteit van rivieren en meren in grote delen van Europa sterk beïnvloedt, wordt in hoofdstuk 4 besproken. In de afgelopen 25 jaar zijn er verscheidene beleidsinitiatieven geweest om op Europees niveau waterverontreiniging te bestrijden. Sinds het *Dobris*-rapport is er enige vooruitgang geboekt betreffende het verminderen van de verontreiniging van oppervlaktewateren door industrie en huishoudens. Een aantal landen heeft bijvoorbeeld de uitstoot van fosfor met 40-60% verminderd sinds het midden van de jaren '80. De landbouw is echter in veel landen nog steeds een belangrijke bron van verontreiniging door fosfor, en ook verontreiniging door nitraat en pesticiden vormt nog steeds een probleem in heel Europa.

### 9.2. De watervoorraad

Gemiddeld wordt er in Europa voor ongeveer 3.100 km<sup>3</sup> per jaar aan zoet water afgevoerd, ofwel ongeveer 4.500 m<sup>3</sup> per inwoner per jaar voor een bevolking van 680 miljoen (EMA, 1995). Naar continentale maatstaven lijken er ruimschoots voldoende watervoorraden te zijn. Deze zijn echter zeer ongelijkmatig verdeeld, zowel voor wat betreft ruimte als tijd (Gleick, 1993), en de lokale vraag overtreft vaak de lokale beschikbaarheid,

#### **Kader 9.1. Definitie van Europese regio's**

Voor de regionale analyses in dit hoofdstuk werden de volgende groepen gehanteerd:

**Noordse landen (NO):** Finland, IJsland, Noorwegen, Zweden

**Oost-Europa (OO):** Wit-Rusland, Bulgarije, Tsjechië, Estland, Hongarije, Letland, Litouwen, Moldavië, Polen, Roemenië, Russische Federatie, Slowakije, Oekraïne

**Zuid-Europa (ZU):** Albanië, Bosnië-Herzegovina, Kroatië, Cyprus, Griekenland, Italië, Malta, Portugal, de Federatieve Republiek Joegoslavië, Slovenië, Spanje en de voormalige Joegoslavische Republiek Macedonië (FYROM)

**West-Europa (WE):** Oostenrijk, België, Denemarken, Frankrijk, Duitsland, Ierland, Liechtenstein, Luxemburg, Nederland, Zwitserland, het Verenigd Koninkrijk

waarbij in dichtbevolkte gebieden met een beperkte hoeveelheid neerslag er regelmatig sprake is van overmatig gebruik.

Europa heeft het voordeel van een relatief dicht netwerk van hydrometrische (riviermetingen) en meteorologische stations die langetermijngegevens van goede kwaliteit verschaffen (WMO, 1987; EMA-ETC/IW, 1996). De berekeningsmethoden voor de beschikbaarheid van zoet water variëren echter aanzienlijk van land tot land, hetgeen het maken van vergelijkingen bemoeilijkt. Kaart 9.1. laat, met behulp van een consistente methode om vernieuwbare zoetwatervoorraden te schatten, de grote variabiliteit in Europa zien, variërend van een jaarlijkse gemiddelde afvoer van meer dan 3.000 mm in het westen van Noorwegen tot 100 mm in grote gebieden van Oost-Europa en minder dan 25 mm in het Spaanse binnenland.

Een groot deel van Europa wordt afgewaterd door grote riviersystemen die een aantal internationale grenzen overschrijden. De totale zoetwatervoorraad van een land is het water dat dynamisch is opgeslagen in rivieren, meren, spaarbekkens en watervoerende lagen, inclusief water dat vanuit aangrenzende landen deze voorraden instroomt. Zoals figuur 9.1. laat zien, leveren grensoverschrijdende stromen een aanzienlijke bijdrage aan de totale zoetwatervoorraden (uitgedrukt per inwoner) van een aantal landen. In Hongarije, bijvoorbeeld, is 95% van de totale zoetwatervoorraad afkomstig uit aangrenzende landen. In Nederland en Slowakije bedraagt dit cijfer meer dan 80%, terwijl Duitsland, Griekenland, Luxemburg en Portugal allen voor meer dan 40% van hun voorraden afhankelijk zijn van geïmporteerd water. Alhoewel er internationale

#### **Kaart 9.1. Gemiddelde jaarlijkse afvoer in Europa**

Gemiddelde jaarlijkse afvoer

1:30 000 000

Afvoer in mm

meer dan 2 000

minder dan 50

Noordelijke IJzee

Barentsz-zee

Noorse zee

Oostzee

Noordzee

Atlantische Oceaan

Golf van Biscaje

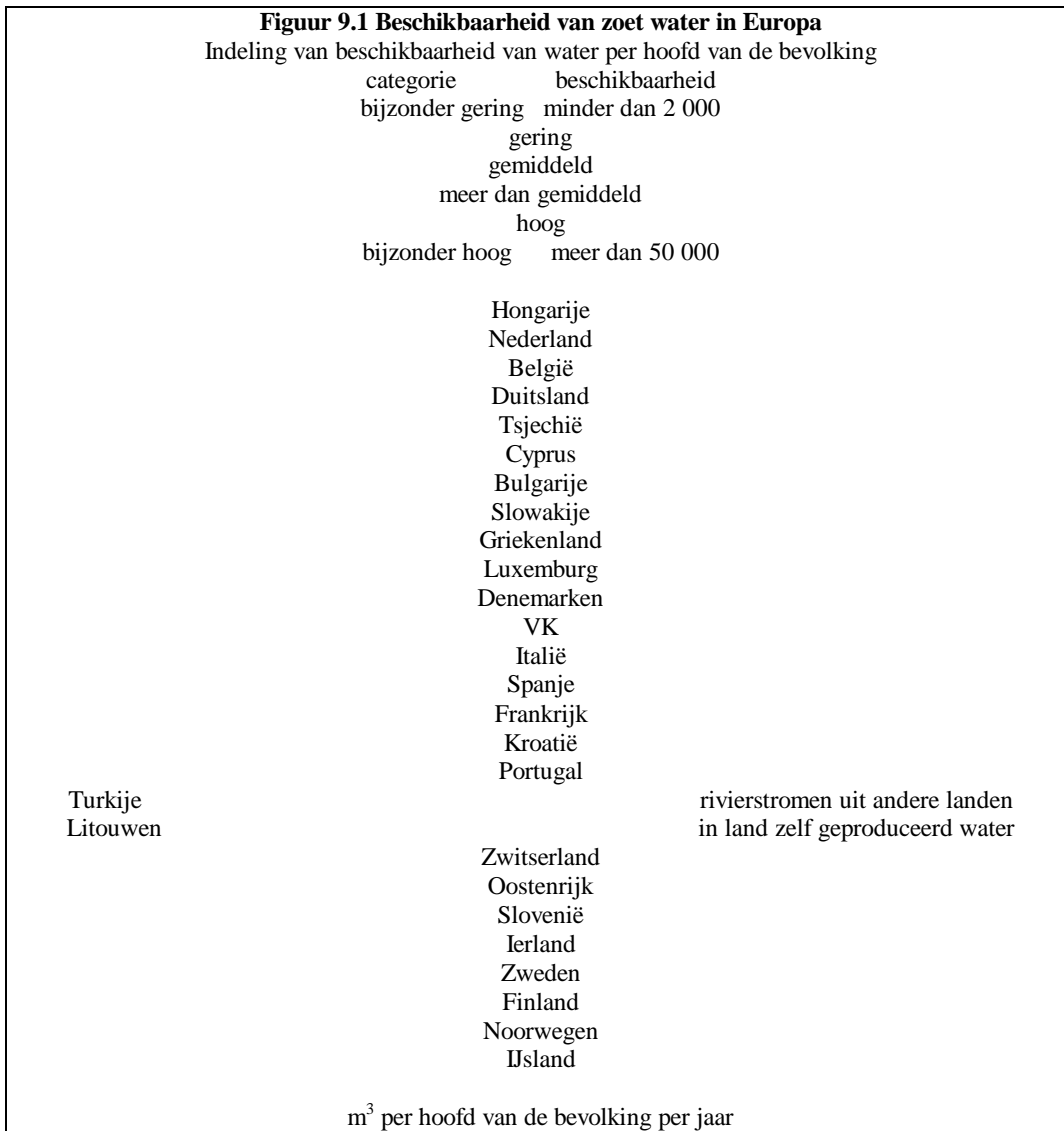
Middellandse Zee

Tyrrheense Zee

Ionische Zee

Adriatische Zee

Opmerkingen: Kaart is samengesteld met een rasterpunt dichtheid van 10 km x 10 km en geeft een gemiddelde afvoer weer, waarbij lokale details enigszins zijn afgezwakt. Op basis van meetgegevens van hydrometrische netwerken. Afvoer in niet-gemeten gebieden geschat aan de hand van een empirische vergelijking die afvoer relateert aan neerslag en potentiële verdamping (Budyko en Zubenok, 1961). Bron: Rees e.a., 1997, gebruik makend van gegevens van rivierstromen van de FRIEND-Europees Waterarchief (Gustard, 1993) en klimatologische gegevens van de vakgroep Klimaatonderzoek van de universiteit van East Anglia (Hulme e.a., 1995).



Bron: Eurostat; OESO, 1997.



Spanje  
gemiddelde (Europa)

index 1980 = 0,0  
Noordse landen

Finland  
IJsland  
Zweden  
gemiddelde (Europa)

index 1980 = 0,0  
Oost-Europa

Tsjechië  
Hongarije  
Polen  
Slowakije  
gemiddelde (Europa)

Bron: OESO, 1997; Eurostat.

overeenkomsten zijn om de kwaliteit en de hoeveelheid geïmporteerd water te reguleren (zie Tabel 9.3), is het onvermijdelijk dat er spanningen ontstaan, met name daar waar de voorraden beperkt zijn.

Volgens het globale classificatiesysteem in figuur 9.1 kan van meer dan de helft van de landen worden gezegd dat de hoeveelheid beschikbaar water per inwoner laag is. Hiertoe behoren enkele West-Europese landen (Denemarken, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk) die weinig neerslag hebben maar een hoge bevolkingsdichtheid. In Tsjechië, Polen en België is de hoeveelheid beschikbaar zoet water zeer laag. Alleen in de dunbevolkte Noordse landen met veel neerslag (zie kader 9.1) wordt de hoeveelheid beschikbaar water als hoog geclassificeerd.

Oppervlaktewater is de belangrijkste bron voor zoet water in Europa, aangezien tweederde van de landen meer dan 80% van de totale onttrekkingen aan deze bron ontlenen (OESO, 1997, en Eurostatgegevens). Het merendeel van het restant wordt onttrokken aan grondwaterbronnen, met slechts geringe bijdragen van de ontzouting van zeewater (bijvoorbeeld in Italië, Spanje en Monaco). In Cyprus en Malta is ontzouting belangrijker en verschaft zij respectievelijk 5% en 46% van de totale voorraden. In IJsland, dat uitgebreide grondwaterreserves heeft, is echter 91% van het onttrokken water grondwater.

Onttrekkingen van grondwater zijn in het algemeen van superieure kwaliteit in vergelijking met onttrekkingen van oppervlaktewater. Deze hebben minder behandeling nodig en hebben van oudsher voor een lokale bron van drinkwater gezorgd tegen de laagste kosten. In landen met voldoende grondwaterspaarbekkens (Oostenrijk, Denemarken, Portugal, IJsland en Zwitserland) wordt meer dan 75% van de openbare watervoorziening onttrokken aan het grondwater; in België (Vlaanderen), Finland, Frankrijk, Duitsland en Luxemburg is dit tussen 50% en 75% en in Noorwegen, Spanje, Zweden en het Verenigd Koninkrijk minder dan 50% (Eurostatgegevens). Grondwatervoorraden komen steeds meer onder druk te staan en er zijn tekenen dat in sommige gebieden sprake is van overmatig grondwateronttrekking (paragraaf 9.3, hiernavolgend).

**Figuur 9.3 Sectoraal watergebruik in Europa**

Portugal  
Griekenland  
Spanje  
Italië  
Frankrijk  
Duitsland  
Turkije  
Hongarije  
Nederland  
Finland  
Polen  
Noorwegen  
Oostenrijk  
Tsjechië  
Slowakije  
Zweden  
Ierland  
Denemarken  
Luxemburg  
Zwitserland  
Verenigd Koninkrijk  
IJsland

Openbare watervoorziening - kunstmatige bevoeiing - industrie (m.u.v. koeling) - electriciteitskoeling

Opmerking: Bij sommige landen is onttrekking voor koelwater voor energieopwekking in de industriële sector opgenomen Bron: OESO, 1997; Eurostat



### 9.3. Grondwateronttrekking en -gebruik

#### *Onttrekking van zoet water*

Sinds het begin van de 20e eeuw is de wereldwijde waterconsumptie met factor zeven toegenomen (Kundzewicz, 1997). Traditiegetrouw is de hoeveelheid onttrokken water gestegen om aan de toenemende vraag te kunnen blijven voldoen.

Zoals figuur 9.2 laat zien is sinds 1980 in veel Europese landen de totale hoeveelheid water die aan de bodem wordt onttrokken afgenomen, ofschoon er sprake is van grote verschillen. Deze afname is vooral sinds 1990 waargenomen en sterker in Oost-Europa dan in andere regio's. In sommige West-Europese landen kan de afname worden toegeschreven aan een algehele verschuiving in beheersstrategie: i.p.v. het aanbod te verhogen middels aanleg van spaarbekkens wordt de vraag naar water effectiever beheerd (beheer aan de vraagkant) door verlies te reduceren, water efficiënter te gebruiken en te hergebruiken. In Oost-Europa hebben de politieke omwentelingen in 1989-90 en de verandering van een gecentraliseerde naar een markteconomie een belangrijke invloed gehad op het reduceren van de vraag.

Vergelijkingen van de totale zoetwateronttrekkingen met de totale beschikbare voorraden (OESO, 1997) duiden erop dat, gezien de snelheid waarmee hun voorraden worden aangevuld, alle Europese landen potentieel voldoende voorraden hebben om aan de binnenlandse vraag te voldoen. Meer dan 60% van de onderzochte landen onttrekken minder dan eentiende van hun totale voorraad. De rest (met uitzondering van België) onttrekt minder dan eenderde van de voorraad. In België wordt 40% van de voorraad onttrokken.

#### *Zoetwatergebruik*

Figuur 9.3 laat zien dat zoetwateronttrekking in Europa voornamelijk plaatsvindt voor openbare watervoorziening, industrie, landbouw en als koelwater voor energieopwekking (OESO, 1997). Vergelijkingen op nationaal niveau zijn echter vaak gecompliceerd omdat definities van watergebruik per land verschillen.

Onder openbare watervoorziening vallen allerlei vormen van watergebruik. Huishoudelijk gebruik is in het algemeen de belangrijkste vorm en neemt in het Verenigd Koninkrijk 44% van de openbare watervoorziening voor zijn rekening, in Nederland 57% en in Hongarije 41% (ICWS, 1996). In veel West-Europese en Noordse landen is openbare watervoorziening de belangrijkste gebruikssector. In Oost- en Zuid-Europa is deze echter minder belangrijk. In de periode 1980-90 is in de meeste landen de onttrekking voor openbare watervoorziening gestaag toegenomen, hetgeen wordt veroorzaakt door een groeiende bevolking en stijgingen van de consumptie per inwoner door de verbeterde levensstandaard. Verwacht wordt dat huishoudelijk gebruik in de toekomst zal stabiliseren of zelfs afnemen door demografische trends en het gebruik van meer water efficiënte apparaten. Deze trend kan echter veranderen door de continue toename van het aantal huishoudens (zie hoofdstuk 1).

In de meeste landen wordt de vraag vanuit de landbouw voornamelijk ingegeven door irrigatie. In de Middellandse-Zeelanden is landbouw de belangrijkste gebruiker van onttrokken water en neemt in Griekenland ongeveer 80% van de totale vraag voor zijn rekening, in Italië 50%, in Turkije 70%, in Spanje 65% en in Portugal 52% (OESO, 1997). Dit wijkt sterk af van de rest van Europa, waar gemiddeld minder dan 10% van de voorraden voor irrigatie wordt gebruikt.

Figuur 9.4 laat zien dat, voor geheel Europa en in de Middellandse-Zeelanden en West-Europa, het landoppervlak dat wordt geïrrigeerd sinds 1980 gestaag is toegenomen. In Oost-Europa was er tot 1988 een snelle stijging, gevolgd door een gestage daling. In 1994 werd bijna 5% van het landoppervlak in Oost-Europese landen geïrrigeerd, ten opzichte van meer dan 8% in de Middenlandse-Zeegroep en iets meer dan 2% in de West-Europese groep. De huidige landbouwmethoden in de EU zijn uitsluitend aanbodgericht, waarbij het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) een bepalende factor is. In

Oost-Europa is de vraag naar water in de landbouw gedaald vanwege economische problemen en wijzigingen in grondbezit (ICWS, 1996).

Tussen landen bestaat er een groot verschil in industrieel watergebruik, waarbij het trekken van vergelijkingen wordt bemoeilijkt vanwege de mogelijke meerekening van koelwater. De hoeveelheid onttrokken water voor koeling is

**Figuur 9.4 Geïrrigeerde gebieden in Europa, 1980-94**

percentage van landoppervlakte

Zuid-Europa (Albanië, Griekenland, Italië, Malta, Portugal, Spanje)

Oost-Europa (Bulgarije, Tsjechië, Hongarije, Polen, Roemenië, Slowakije)

West-Europa (Oostenrijk, België, Frankrijk, Duitsland, Luxemburg, Nederland, Zwitserland, Verenigd Koninkrijk)

Noordse landen (Finland, Noorwegen, Zweden)

Bron: FAO

**Kaart 9.2 Stedelijke vraag gerelateerd aan de gemiddelde jaarlijkse afvoer**

Stedelijke vraag gerelateerd aan de gemiddelde jaarlijkse afvoer

1:20 000 000

Percentage afvoer

onbepaald

buiten onderzocht gebied

Noordelijke IJsee

Barentsz-zee

Witte zee

Noorse zee

Botnische Golf

Finse Golf

Oostzee

Kattegat

Skagerrak

Noordzee

Het Kanaal

Atlantische Oceaan

Keltische Zee

Golf van Biscaje

Straat van Gibraltar

Middellandse Zee

Golfe du Lion

Ligurische Zee

Tyrrheense Zee

Ionische Zee

Adriatische Zee

Egeïsche Zee

Zee van Kreta

Zwarte Zee

Opmerking: Kaart gebaseerd op lange termijn gemiddelde jaarlijkse afvoergegevens (kaart 9.1) in samenwerking met gegevens van Eurostat-GISCO Mate van Verstedelijking. Bron: Rees e.a., 1997.

in het algemeen veel hoger dan het water dat wordt gebruikt bij industriële processen (95% van het totale industriële watergebruik in Hongarije, bijvoorbeeld, is voor koeling). Koelwater wordt in dezelfde staat teruggeloozd, afgezien van een temperatuurstijging en een verdamping op een relatief kleine schaal. Derhalve wordt dit beschouwd als “niet-consumptief” gebruik van water.

In veel Europese landen is sinds 1980 de industriële onttrekking langzaam gedaald. Dit weerspiegelt de afname van de industriële productie over deze periode, een algemene verschuiving van industrieën die grote hoeveelheden water gebruiken, zoals de textiel-, ijzer- en staalindustrie, naar de geringere hoeveelheden water gebruikende dienstenindustrieën, en verbeteringen op het gebied van efficiënt watergebruik en toegenomen hergebruik (ICWS, 1996). In Bulgarije en Hongarije is sinds 1990 de industriële onttrekking eveneens afgenomen, dankzij een daling van de industriële productie en economische problemen.

#### ***Watertekorten***

De hierboven gepresenteerde statistieken beschrijven de voorraad- en gebruikssituatie op nationaal niveau. Dergelijke informatie verhult echter over het algemeen problemen op regionaal of lokaal niveau. De grootste vraag naar water is normaal gesproken geconcentreerd in de dichtbevolkte gebieden van grote agglomeraties. Kaart 9.2 laat zien waar



Opmerking: Kaart is samengesteld op een rasterpuntichtheid van 10 km x 10 km. Q90 afgeleid van meetgegevens en modellen. Bron: Gustard e.a., 1997.

de stedelijke vraag naar zoet water de lokale beschikbare voorraad voor de lange termijn kan overtreffen, hetgeen zich met name in Zuid-Europa en industriële centra voordoet. In deze gebieden zal niet aan de huidige vraag kunnen worden voldaan zonder lokale voorraden op te hogen door maatregelen zoals watertransporten tussen stroomgebieden en opslag in spaarbekkens. Zelfs in gebieden waar voldoende watervoorraden voor de lange termijn aanwezig zijn, kan de seizoensmatige of jaarlijkse variatie in de aanwezige voorraden soms resulteren in tekorten. Beslissingen van planners van watervoorraden zijn vaak gebaseerd op de voorraad die zij kunnen verwachten in periodes van droog weer en lage rivierstanden. Een waardevolle indicator hiervan is de 90e-percentiel stroom (Q90), die de zoetwatervoorraad vertegenwoordigt waarop voor gemiddeld 90% van de tijd kan worden gerekend. Kaart 9.3 laat de verdeling van Q90 over Europa zien en kan worden gebruikt om te bepalen welke regio's mogelijk vatbaar zijn voor seizoensmatige watertekorten. De meest opvallende regio is het Iberisch Schiereiland.

In Europa raakt men steeds meer bewust van de noodzaak om watervoorraden voor de toekomst veilig te stellen. Hoewel het analyseren van toekomstige trends speculatief is, gezien de vele vaak tegenstrijdige factoren die de vraag drijven, lijkt het aannemelijk dat de stabilisatie van wateronttrekkingen zal aanhouden, met name met betrekking tot huishoudelijk gebruik. Waterverlies vindt plaats bij distributiesystemen in alle Europese landen, variërend van omvangrijke verliezen van 50% in Moldavië en Oekraïne tot geringe verliezen van ongeveer 10% in, bijvoorbeeld, Oostenrijk en Denemarken (EMA-ETC/IW, 1998). Veel landen, met name die in Oost-Europa, voorzien industriële groei (ICWS, 1996), hoewel de toegenomen vraag naar water deels gecompenseerd zal worden door hergebruik, de ontwikkeling van water efficiënte technologie en andere conserveringsmaatregelen, zoals beheer aan de vraagkant. De vraag vanuit de landbouw zal worden beïnvloed door verhoging van de efficiëntie bij irrigatie, landbouwbeleid en prijsbeheersing. Naar alle waarschijnlijkheid zullen er nieuwe prijsstructuren en andere financiële stimulansen worden geïntroduceerd om in alle watergebruikende sectoren een hogere efficiëntie te bereiken. De schaal waarop in veel Europese landen grondwater als drinkwater wordt gebruikt, heeft ervoor gezorgd dat de waterkwaliteit sinds 1990 steeds belangrijker is geworden.

#### **9.4. De kwaliteit van grondwater**

Het grondwater van Europa wordt op een aantal manieren bedreigd en verontreinigd. Problemen zijn onder meer verontreiniging door nitraat, pesticiden, zware metalen en koolwaterstoffen, die resulteren in eutrofiëring, aantasting van andere delen van het watermilieu door gifstoffen en mogelijke gevolgen voor de volksgezondheid. Andere bronnen van verontreiniging en overmatige grondwateronttrekking kunnen eveneens aanzienlijke effecten op grondwatervoorraden hebben. Door het verlagen van de grondwaterspiegel zou in kustgebieden zout water in het grondwater kunnen binnendringen (hoofdstuk 11, paragraaf 11.5).

##### **9.4.1. Nitraat**

Kaart 9.4 laat de resultaten zien van de monitoring van nitraatconcentraties in grondwater in 17 landen. Er is gekozen voor vier concentratiecategorieën. Concentraties tot 2,3 mg N/l worden geacht de natuurlijke concentraties dicht te benaderen. De richtwaarde van 5,6 mg N/l (25 mg NO<sub>3</sub>/l) en de maximaal toelaatbare concentratie van 11,3 mg N/l (50 mg NO<sub>3</sub>/l) voor water bestemd voor menselijke consumptie, zoals neergelegd in de drinkwaterrichtlijn (80/778/EEG), bakenen twee volgende categorieën af. Verhoogde nitraatniveaus worden volledig veroorzaakt door menselijke activiteiten, met name door het gebruik van stikstofmest, hoewel lokale verontreiniging door gemeentelijke of industriële bronnen ook een belangrijke oorzaak kan zijn. Van de landen die gegevens verstrekken blijkt dat Slovenië het grondwater met de hoogste nitraatniveaus heeft: 50% van de bemonsteringslocaties laat concentraties zien van meer dan 5,6 mg N/l. In acht landen is het niveau van 5,6 mg N/l overschreden bij ongeveer 25% van de locaties; in een land (Roemenië) overschreed 35% 11,3 mg N/l.

Kaart 9.5 geeft een overzicht van de regio's in Europa waar grondwater is aangetast door hoge nitraatconcentraties.

Monitoringgegevens laten uiteenlopende trends zien voor een aantal West-Europese landen in de jaren '90 (tabel 9.1). In sommige landen lijken de nitraatconcentraties in deze korte periode niet verder te zijn gestegen, maar het is waarschijnlijk te vroeg om te concluderen dat de situatie aan het stabiliseren is.

#### ***9.4.2. Pesticiden***

In Europa zijn ongeveer 800 actieve stoffen geregistreerd voor gebruik, hoewel in de praktijk slechts een klein aantal hiervan op grote schaal wordt gebruikt. Efficiënte monitoring van pesticidenresten in het milieu is gecompliceerd en duur. Hoewel de fabrikanten bij registratie methoden voor analyse van hun stoffen verschaffen, zijn financiële middelen en analysecapaciteit in veel landen de beperkende factoren bij het produceren van gedetailleerde kwantitatieve informatie.

Veel pesticiden worden niet in grondwater aangetroffen omdat er simpelweg niet naar wordt gezocht. Wanneer eenmaal naar een pesticide wordt gezocht, wordt deze vaak aangetroffen (zie kader 9.2), hoewel de concentratie onder de maximaal toelaatbare concentratie van 0,1 µg/l kan liggen, zoals gespecificeerd in de drinkwaterrichtlijn (80/778/EEG).

De meest gebruikelijke pesticiden die in het grondwater worden aangetroffen, zijn atrazin en simazin (tabel 9.2). Van atrazin zijn concentraties hoger dan 0,1 µg/l aangetroffen bij meer dan 25% van de bemonsterde locaties in Slovenië, en bij 5% tot 25% van de locaties in Oostenrijk en in delen van Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk. Desethylatrazinniveaus hoger dan 0,1 µg/l werden aangetroffen bij 5-25% van de locaties in Oostenrijk en Duitsland en bij meer dan 25% van die in Slovenië.

Een soortgelijk beeld werd aangetroffen in een recent onderzoek met betrekking tot vier EU-landen (Isenbeck- Scröter e.a., 1997). Opnieuw werd atrazin relatief vaak aangetroffen in de monsters van alle vier landen, en wel bij 22% van de in Frankrijk genomen monsters en bij 9% van die in het Verenigd Koninkrijk. In een relatief groot deel (15%) van de in het Verenigd Koninkrijk genomen monsters werd tevens bentazon aangetroffen. Atrazin, simazin en bentazon zijn breedspectrum-herbiciden die intensief voor industriële, huishoudelijke en landbouwdoeleinden worden gebruikt. Het gebruik ervan wordt momenteel in veel landen of sterk aan banden gelegd of verboden.

#### Kaart 9.4 Nitraatconcentraties in grondwater

Nitraatconcentraties in grondwater  
1:30.000.000  
Concentratie in mg NO<sub>3</sub>/l  
in Moldavië en Roemenië  
Hongarije (4282) - aantal monsterlocaties  
geen gegevens

Noordelijke IJzee  
Barentsz-zee  
Noorse zee  
Oostzee  
Noordzee  
Atlantische Oceaan  
Golf van Biscaye  
Middellandse Zee  
Tyrreense Zee  
Ionische Zee  
Adriatische Zee  
Zwarte Zee  
Kaspische Zee

IJsland  
Noorwegen  
Zweden  
Finland  
Estland  
Letland  
Litouwen  
Russische Federatie  
Wit-Rusland  
Oekraïne  
Moldavië  
Roemenië



Bulgarije  
Macedonië  
Albanië  
Griekenland  
Turkije  
Cyprus  
Armenië  
Azerbeidzjan  
Georgië  
Malta

Denemarken  
Nederland  
België  
Luxemburg  
Duitsland  
Polen  
Tsjechië  
Slowakije  
Hongarije  
Joegoslavië  
Bosnië-Herzegovina  
Kroatië  
Slovenië  
Oostenrijk  
Italië  
Zwitserland  
Frankrijk  
Spanje  
Portugal  
Verenigd Koninkrijk  
Ierland

Bron: EMA-ETC/IW

**Kaart 9.5 Regio's met hoge nitraatconcentraties in het grondwater**

Nitraat in het grondwater

1:20 000 000

Aangetaste gebied in mg NO<sub>3</sub>/l

Kleine aangetaste gebieden gelijkelijk verdeeld in mg NO<sub>3</sub>/l  
onderzocht gebied  
geen gegevens

Noordelijke IJsee

Barentsz-zee

Witte zee

Noorse zee

Botnische Golf

Finse Golf

Oostzee

Kattegat

Skagerrak

Noordzee

Het Kanaal

Atlantische Oceaan

Keltische Zee

Golf van Biscaje

Straat van Gibraltar

Middellandse Zee

Golfe du Lion

Ligurische Zee

Tyrrheense Zee

Ionische Zee

Adriatische Zee

Egeïsche Zee

Zee van Kreta

Zwarte Zee

Opmerking: Kaart gebaseerd op kaarten verstrekt door nationale contactpunten Bron: EMA-ETC/IW



	F (1 666)	(292)	
Hexazinon	0,4 (277)	2,6* (2 234)	2

Opmerking: \* Gegevens betreffen slechts een aantal regio's van het land  
Bron: EMA-ETC/W

Zelfs wanneer slechts een klein percentage van de locaties de maximaal toelaatbare concentratie overschrijdt, kan een groot deel lagere concentraties bevatten. De maximaal toelaatbare concentratie is een operationele indicator die is vastgelegd op basis van detectielimieten van vroegere analysemethoden. Deze maatstaf geeft geen informatie over gevaren voor volksgezondheid of milieu. Met het verbeteren van analysemethoden kunnen steeds lagere concentraties pesticiden worden waargenomen. Informatie over lage concentraties kan bijdragen aan een nauwkeuriger beeld en een meer betrouwbare analyse van trends. Het voortdurende uitspoelen van pesticiden naar grondwater rechtvaardigt continue aandacht om ervoor te zorgen dat deze essentiële voorraad wordt beschermd.

### **Kader 9.2. Pesticiden in Deens grond- en oppervlaktewater**

Het Deense programma voor monitoring van het grondwater behelst routinematig onderzoek naar acht pesticiden. Bij 12% van de genomen monsters zijn één of meer pesticiden waargenomen en bij 4% hiervan is de Maximaal Aanvaardbare Concentratie (MAC) met 4% overschreden (GEUS, 1997). De stoffen die het meest werden aangetroffen, zijn atrazin, simazin, dichloorprop en mechlorprop.

Vanwege de brede geografische spreiding van pesticiden in Deens grondwater, is het meetprogramma recentelijk uitgebreid naar 105 pesticiden. Resultaten van 517 voor Denemarken representatieve monsters tonen de aanwezigheid van 35 van deze pesticiden of hun metabolieten aan, waarvan 22 de MAC overschreden in 13% van de gemeten monsters.

In vergelijking met grondwater zijn er slechts in beperkte mate gegevens beschikbaar over oppervlaktewaterverontreiniging door pesticiden. Op het Deense eiland Funen, dat een zeer intensieve landbouw heeft, hebben jaarlijkse beoordelingen van de rivierkwaliteit van ongeveer 900 locaties het bewijs geleverd dat het aantal keren dat de rivierfauna ernstig vergiftigd werd aanzienlijk was gestegen tussen 1984 en 1995.

In 1994 en 1995 werden voor nader onderzoek 84 monsters genomen in zes stroompjes met drie verschillende soorten landgebruik in hun stroomgebieden (bos, landbouw en gemengd) (Pedersen, 1996). Vijfentwintig verschillende stoffen werden gevonden in concentraties die de detectielimiet overschreden, welke voor de meeste stoffen 0,05-0,1 µg/l bedraagt. De hoogste concentraties werden aangetroffen in de lente en in de herfst, hetgeen samenvalt met het gebruik van pesticiden op de velden. In stroompjes die agrarische en gemengde stroomgebieden afwateren, waren de pesticidenniveaus hoger dan in bosstroompjes. De maximale concentratie van één enkele stof was 7 µg/l en de MAC van het totale aantal pesticiden en hun residuen van 0,5 µg/l, zoals gespecificeerd in Richtlijn 80/778/EEG van de Raad, werd overschreden bij ongeveer 35% van de monsters die in agrarische en gemengde stroomgebieden van stroompjes waren genomen.

#### **9.4.3. Andere vormen van verontreiniging**

Grondwaterverontreiniging door zware metalen is als probleem aangemerkt in 10 landen (Bulgarije, Estland, Frankrijk, Hongarije, Moldavië, Roemenië, Slowakije, Slovenië, Spanje en Zweden) van de 22 waarvan informatie werd verkregen, (EMA, 1998a). Zware metalen zijn voornamelijk het gevolg van puntbronnen, zoals stortplaatsen, mijnbouwactiviteiten en industriële lozingen (zie paragraaf 11.2 voor details over verontreinigde bodems).

In Estland, Frankrijk, Duitsland, Hongarije, Litouwen, Moldavië, Roemenië, Slowakije en het Verenigd Koninkrijk vormen koolwaterstoffen een belangrijke oorzaak van grondwaterverontreiniging. In Oostenrijk, Frankrijk, Duitsland, Hongarije, Roemenië, Slowakije, Spanje en het Verenigd Koninkrijk is dit het geval met gechloreerde koolwaterstoffen. Gechloreerde koolwaterstoffen komen op grote schaal voor in het grondwater van West-Europa, terwijl in Oost-Europa koolwaterstoffen, en met name minerale oliën, voor grote problemen zorgen. De bronnen van verontreiniging zijn grotendeels dezelfde soort puntbronnen als bij zware metalen. Ook petrochemische fabrieken en militaire terreinen zijn verantwoordelijk voor de verontreiniging van grondwater met koolwaterstoffen. In het algemeen brengen puntbronnen van verontreiniging alleen beperkte oppervlakten grondwater in gevaar.

### **9.5. De kwaliteit van rivieren en stroompjes**

#### **9.5.1. Beoordeling rivierkwaliteit**

Veel Europese landen beoordelen de kwaliteit van rivieren en rapporteren de resultaten in de vorm van classificaties. Het aantal klassen dat wordt gebruikt, het aantal gemeten parameters, de manier waarop

de berekeningen worden gemaakt en de basis van de classificatie (fysisch-chemische of biologische of natuurlijke kenmerken) kan verschillen in de diverse landen. Aangezien het Europa ontbreekt aan een geharmoniseerd monitoringprogramma, zijn gegevens van nationale beoordelingen samengebracht tot de in kader 9.3.nader omschreven vier klassen.

#### **Kader 9.3. Classificatiecriteria voor de rivierkwaliteit**

Goede kwaliteit: rivierlopen met water arm aan voedingsstoffen, lage niveaus van organisch materiaal; verzadigd met opgelost zuurstof; veel ongewervelde dieren; geschikte paaigrond voor zalmachtige vis.

Redelijke kwaliteit: rivierlopen met matige organische verontreiniging en matig voedingsgehalte; goede zuurstofcondities; rijke flora en fauna; grote vispopulatie.

Gebrekkige kwaliteit: rivierlopen met zware organische vervuiling; zuurstofconcentratie doorgaans laag, sediment plaatselijk anaëroob; incidenteel grote hoeveelheden niet van zuurstof afhankelijke organismen; kleine of geen vispopulatie; regelmatig vissterfte.

Slechte kwaliteit: rivierlopen met excessieve organische verontreiniging; langere periodes van zeer laag zuurstofgehalte of totaal zuurstofverlies; anaëroob sediment, zwaar giftige toevoer; van vis verstoken.

Opmerking: Voor Oostenrijk, België (Vlaanderen), Denemarken, Duitsland en Ierland werden biologische classificaties gebruikt om informatie te verschaffen, en voor het merendeel van de overige landen fysisch-chemische classificaties. In sommige gevallen, zoals Slowakije en Noorwegen, werd een combinatie van fysisch-chemische en microbiologische classificaties gebruikt.

Minstens 70% van de stations voor de monitoring van de rivierkwaliteit of lengten van onderzochte of geclassificeerde rivieren in Oostenrijk, Ierland, Noorwegen en het Verenigd Koninkrijk is van goede kwaliteit. In Frankrijk en Roemenië is meer dan 50% van de rivieren van goede kwaliteit, terwijl in Bosnië-Herzegovina, Duitsland, Litouwen en Slovenië meer dan 50% van de rivieren van redelijke kwaliteit is. In België, Bulgarije, Bosnië-Herzegovina, Tsjechië, Denemarken, de voormalige Joegoslavische Republiek Macedonië, Litouwen, Polen en Slowakije is meer dan 25% van de rivieren van gebrekkige of slechte kwaliteit. In Slowakije blijkt de rivierkwaliteit er het slechtst aan toe te zijn: meer dan 90% van de rivieren is als slecht geclassificeerd. Er is geen sprake van een samenhangend geografisch patroon van een verbetering of verslechtering van de rivierkwaliteit en de belangrijkste verschillen tussen nationale trends sluiten de waarneming van een duidelijke trend in de algehele situatie uit.

### 9.5.2. Organisch materiaal in rivieren

Het organisch gehalte van water wordt doorgaans gemeten als het biochemisch zuurstofverbruik (BZV) en/of het chemisch zuurstofverbruik (CZV). Deze termen, BZV en CZV, zijn niet direct vergelijkbaar; bij CZV zijn fracties van organisch materiaal dat nog niet is geoxideerd door biologische mechanismen inbegrepen.

#### Kaart 9.6 Organisch materiaal in Europese rivieren 1994-96

Gemiddelde jaarlijkse concentratie organisch materiaal in rivieren

1:30 000 000

BZV 5 in mg O<sub>2</sub>/l

Gemiddelde van jaargemiddelden

BZV 7 in mg O<sub>2</sub>/l

Gemiddelde van jaargemiddelden

CZV Cr in mg O<sub>2</sub>/l

Gemiddelde van jaargemiddelden

CZV Mn in mg O<sub>2</sub>/l

Gemiddelde van jaargemiddelden

Gemiddelde van jaargemiddelden geleverd voor 1994, 1995, 1996. Waar BZV 5 niet voorhanden is, wordt BZV 7, CZV Cr of CZV Mn vermeld.

Noordelijke IJszee

Barentsz-zee

Noorse zee

Oostzee

Noordzee

Atlantische Oceaan

Golf van Biscaje

Middellandse Zee

Tyrrheense Zee

Ionische Zee

Adriatische Zee

Zwarte Zee

Bron: EMA-ETC/IW



In onaangetaste rivieren zijn typische waarden van BZV en CZV respectievelijk minder dan 2 mg O<sub>2</sub>/l en 20 mg O<sub>2</sub>/l. In de periode 1992-96 had 35% van alle rivierstations een gemiddelde jaarlijkse BZV van minder dan 2 mg O<sub>2</sub>/l, terwijl 11% een gemiddeld CZV had van meer dan 5 mg O<sub>2</sub>/l, hetgeen duidt op aanzienlijke organische verontreiniging. In Noordse landen wordt organisch materiaal doorgaans alleen gemeten in CZV en dit is over het algemeen laag. In de rest van Europa komt een BZV van meer dan 5 mg O<sub>2</sub>/l voor, met name in rivieren die blootgesteld zijn aan intensief gebruik door mens en industrie.

Organisch materiaal in rivieren wordt voornamelijk veroorzaakt door afvalwater. Het organisch materiaal in afvalwater breekt gemakkelijk af en voor dit proces is zuurstof nodig, en zware zuurstofonttrekking kan het aquatisch leven aantasten. Bij het afbraakproces komt tevens ammonium vrij, hetgeen giftig is voor vissen wanneer dit in ammoniak wordt omgezet. De concentratie van organisch materiaal, zuurstof en ammonium is derhalve een goede indicator voor organische verontreiniging.

Sinds 1975-81 is de concentratie van organisch materiaal in Europese rivieren gedaald, met name in de meest verontreinigde rivieren (kaart 9.6). In landen waar de niveaus voorheen het hoogst waren, zijn er aanzienlijke verminderingen waargenomen, zoals in België, Bulgarije, Tsjechië, Estland, Frankrijk, de voormalige Joegoslavische Republiek Macedonië, Hongarije en Letland. Dit duidt op een verbetering in de behandeling van huishoudelijk en industrieel afvalwater. Verbeteringen van zuurstofgehalten in Europese rivieren, met name in rivieren met de slechtste zuurstofcondities, vallen samen met de verminderingen van concentraties van organisch materiaal.

Achter de algemene verbeteringen van zowel het gehalte aan organisch materiaal als aan zuurstof gaan complexe lokale patronen schuil, zoals in detail is beschreven door het EMA (EMA, 1998b). De verschillende Europese regio's (zie kader 9.1) vertonen verschillende trends, afhankelijk van hun beginstadium, zoals te zien is in figuur 9.5. In West-Europese landen nam het aantal bevindingen van slechte kwaliteit af en het aantal van goede kwaliteit nam toe. In de Noordse landen komen locaties van slechte kwaliteit nog steeds niet vaak voor. In Zuid-Europa, waar nog altijd veel rivieren van slechte kwaliteit zijn, is de situatie redelijk stabiel. De algemene situatie in Oost-Europa vertoont een soortgelijk beeld, maar het aantal locaties van slechte kwaliteit is enigszins afgenomen.

Het ammoniumgehalte van onaangetaste rivieren is normaal gesproken lager dan 0,05 mg N-NH<sub>4</sub>/l. Deze waarde wordt bij de grote meerderheid van de Europese rivierlocaties overschreden: bij 92% van de locaties is de gemiddelde jaarlijkse concentratie hoger en bij 78% van de locaties is de maximale concentratie hoger.

De tendensen van ammoniumconcentraties zijn vrijwel gelijk aan die van organisch materiaal. In West-Europese en Noordse landen (zie figuur 9.6) laten de locaties met hoge ammoniumconcentraties een verbetering zien en die met lage concentraties een verslechtering. In Zuid-Europese landen is de algemene situatie geleidelijk aan het verslechteren en in Oost-Europese landen neemt het aantal locaties van zowel goede als slechte kwaliteit af.

### 9.5.3. Voedingsstoffen in rivieren

Fosfor en stikstof in rivieren kunnen eutrofiëring veroorzaken, waarbij er een excessieve groei optreedt van kroos, fytoplankton of sessiele algen, en vervolgens zuurstofdepletie in binnen- en zeewateren.

**Figuur 9.5 Organisch materiaal in Europese rivieren; concentratieniveau stations weergegeven in percentages**

West-Europa	Noordse landen
Zuid-Europa	Oost-Europa

Aantal stations per landengroep  
Periode W - N - Z - O

percentage stations met een gemiddelde BZV van minder dan 2 mg O<sub>2</sub>/l  
percentage stations met een gemiddelde BZV van meer dan 5 mg O<sub>2</sub>/l

Bron: EMA-ETC/IW

## 194 Het milieu van Europa

Stikstofverbindingen kunnen ook direct schade toebrengen: nitraat door de kwaliteit van drinkwater aan te tasten en ammonia door zuurstof te verbruiken en omdat deze giftig is voor de waterfauna. In onaangetaste gebieden zijn de fosfor- en stikstofconcentraties laag en zijn ze voornamelijk afhankelijk van de bodem, onderliggend vast gesteente en neerslag.

### *Fosfor*

Fosfor in water wordt gemeten als totale fosfor of als opgeloste fosfor. Hoewel planten alleen fosfor in opgeloste vorm gebruiken, is de totale fosforconcentratie een goede indicatie voor de beschikbaarheid van fosfor op lange termijn. In onaangetaste rivieren zijn de totale fosforconcentraties in het algemeen lager dan 25 µg P/l. In sommige gevallen kunnen natuurlijke mineralen voor hogere gehalten zorgen. Van concentraties van meer dan 50 µg P/l wordt in het algemeen aangenomen dat deze het gevolg zijn van menselijke activiteiten; verreweg meer dan de helft van alle rivierstations overschrijdt dit niveau. Opgeloste fosforconcentraties van meer dan 100 µg P/l kunnen een verzadiging van het water veroorzaken door algen en wier die secundaire organische vervuiling veroorzaken. Informatie van ongeveer 1.000 Europese rivierlocaties laat zien dat slechts 10% van alle rivieren een gemiddelde totale fosforconcentratie heeft lager dan 50 µg P/l (EMA, 1998b).

De laagste fosforconcentraties worden in de Noordse landen aangetroffen, waar 91% van de locaties jaarlijkse gemiddelden heeft lager dan 30 µg P/l en 50% lager dan 4 µg P/l (kaart 9.7), hetgeen de voedingsstofarme bodems en gesteenten, de lage bevolkingsdichtheid en hevige regenval weerspiegelt. Hoge fosforconcentraties worden aangetroffen in een zone die zich uitstrekt van Zuid-Engeland over Midden-Europa naar Roemenië (en Oekraïne). West- en Oost-Europese landen vertonen soortgelijke distributiepatronen. De Zuid-Europese landen laten lagere waarden zien dan de Oost-Europese landen, hetgeen zou kunnen worden toegeschreven aan het rechtstreeks in zee afvoeren van afvalwater door een relatief groot deel van de Zuid-Europese bevolking.

In de perioden 1987-91 en 1992-96 zijn de fosforconcentraties in Europese rivieren in het algemeen aanzienlijk afgenomen (figuur 9.7). De jaarlijkse gemiddelden en maxima van totale fosfor en opgelost fosfor vertonen dezelfde patronen. De trend in maximale waarden suggereert echter dat zelfs op locaties die in het algemeen een verbetering te zien geven, overmatige concentraties kunnen worden opgetekend. In de jaren '90 zijn er in West-Europa en sommige landen in Oost-Europa substantiële verbeteringen waargenomen. In de Noordse landen zijn concentraties in het algemeen zeer laag. De algehele verbetering in Zuid-Europa wordt veroorzaakt door een vermindering van de emissies van fosfor, met name vanwege de verbeterde afvalwaterzuivering (figuur 9.17) en een afname van het gebruik van fosfor in schoonmaakmiddelen. De afname van de verontreiniging door puntbronnen dient echter te worden gevolgd door een afname in de agrarische bijdrage, hetgeen nu relatief steeds belangrijker wordt.

### *Nitraat*

Opgelost anorganisch stikstof, met name nitraat en ammonium, maakt het merendeel uit van de totale stikstof in rivierwater, waarbij nitraat ongeveer 80% bijdraagt (EMA, 1995). Het gemiddelde gehalte aan nitraat in ongerepte rivieren bedraagt

**Figuur 9.6 Ammonium in Europese rivieren; jaarlijkse maximale concentratieniveaus stations weergegeven in percentages**

West-Europa	Noordse landen
Zuid-Europa	Oost-Europa

Aantal stations per landengroep  
Periode W - N - Z - O  
percentage stations met een gemiddelde van minder dan 0,4 mg N-NH<sub>4</sub>/l  
percentage stations met een gemiddelde BZV van meer dan 3,1 mg N-NH<sub>4</sub>/l

Bron: EMA-ETC/IW

## 195 Binnenwateren

ongeveer 0,1 mg N/l (Meybeck, 1982), maar de stikstofgehalten van relatief minder verontreinigde Europese rivieren variëren van 0,1 mg N/l tot 0,5 mg N/l, vanwege hoge atmosferische stikstofafzettingen (EMA, 1995).

In de periode 1992-96 had 68% van de locaties in alle Europese rivieren gemiddelde jaarlijkse nitraatconcentraties hoger dan 1 mg N/l, met uitzondering van de rivieren in de Noordse landen, waar 70% van de locaties concentraties heeft lager dan 0,3 mg N/l. Bij ongeveer 15% van de locaties werden piekconcentraties waargenomen hoger dan 7,5 mg N/l. De hoogste concentraties werden aangetroffen in het noordelijk deel van West-Europa, hetgeen de intensieve landbouw in deze regio's weerspiegelt. Ook in Oost-Europa komen hoge concentraties voor, terwijl Zuid-Europa in het algemeen lagere concentraties heeft.

Nitraat wordt over het algemeen voornamelijk veroorzaakt door diffuse verontreiniging vanuit de landbouw (figuur 9.15). Uitspoeling van door de landbouw gebruikte stoffen is in hoge mate afhankelijk van neerslag. Ten gevolge van klimatologische factoren verschillen de nitraatconcentraties van jaar tot jaar en de in de jaren '90 waargenomen veranderingen weerspiegelen niet noodzakelijkerwijs de veranderingen in menselijke activiteiten.

In de periode tussen ongeveer 1970 en 1985 stegen bij 25% tot 50% van de stations de nitraatconcentraties met 1% tot 10% per jaar. Sinds de jaren 1987-91 is het aantal locaties waar de kwaliteit is

### **Kaart 9.7 Fosfor in Europese rivieren, 1994 tot 1996**

Gemiddelde jaarlijkse fosforconcentraties in rivieren

1:30 000 000

Totaal fosfor in µg P/l

Gemiddelde van jaargemiddelden

Orthofosfaat in µg P/l

Gemiddelde van jaargemiddelden

Gemiddelde van jaargemiddelden geleverd voor 1994, 1995, 1996. Waar totale fosforcijfers niet voorhanden zijn, wordt orthofosfaat vermeld.

Noordelijke IJszee  
Barentsz-zee  
Noorse zee  
Oostzee  
Noordzee  
Atlantische Oceaan  
Golf van Biscaje  
Middellandse Zee  
Tyrrheense Zee  
Ionische Zee  
Adriatische Zee  
Zwarte Zee

Bron: EMA-ETC/IW

verbeterd gelijk aan het aantal locaties waar de kwaliteit is verslechterd.

De gebruikte gegevens suggereren dat, na twee decennia van snelle stijgingen, de jaarlijkse maximale concentraties neigen naar stabilisatie of zelfs verbeteren in West-Europese rivieren. Tegelijkertijd stijgen minimumwaarden in alle Europese rivieren, inclusief de Noordse rivieren (EMA, 1995), hetgeen duidt op een mogelijke algemene achteruitgang van watervlakten die eerder van redelijke kwaliteit waren. Deze langetermijntrends worden in figuur 9.8 weergegeven.

Ondanks de algemene vermindering van organische verontreiniging en de hieruit voortvloeiende verbetering in de zuurstofcondities, blijft de toestand van veel Europese rivieren matig. Overmatige concentraties van voedingsstoffen, met name die van fosfor, is een potentieel probleem in grote en langzaam stromende rivieren. Zelfs in snelstromende rivieren duiden hoge fosforconcentraties op potentiële problemen, omdat het water wordt getransporteerd naar benedenlopen van rivieren of naar meren die meer vatbaar voor eutrofiëring kunnen zijn. Bij ongeveer 25% van de rivierlocaties zouden de fosforconcentraties moeten worden verminderd tot ongeveer 10% van de huidige concentraties, teneinde de natuurlijke waterkwaliteit te benaderen ( $< 25 \mu\text{g P/l}$ ). Stikstof zorgt bij een minderheid van de rivieren voor problemen, doordat het water niet als drinkwater kan worden gebruikt. Met betrekking tot eutrofiëring in binnenwateren is stikstof normaalgesproken minder schadelijk, maar hoge concentraties kunnen problemen veroorzaken wanneer deze worden afgevoerd naar de zeeën. Derhalve zouden verminderingen van stikstofemissies nodig zijn, om de kwaliteit van binnenwateren te waarborgen en het maritieme milieu te beschermen (zie hoofdstuk 10, paragraaf 10.2).

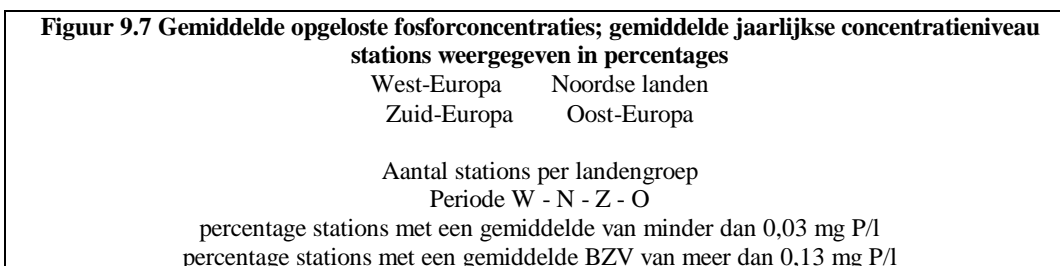
Gegevens van lange observatieperioden bij stations in de lagere getijdengrenzen van zes van Europa's grootste rivieren (figuur 9.9) bevestigen het algemene beeld van een vermindering van de totale fosfor en organisch materiaal, waarbij er geen sprake is van een duidelijke trend voor nitraat.

#### 9.6. De waterkwaliteit van natuurlijke en kunstmatige meren

De voornaamste problemen die de milieukwaliteit van Europese meren en spaarbekkens beïnvloeden, zijn verzuring vanwege atmosferische neerslag (hoofdstuk 4) en toegenomen voedingsstoffengehalten, die eutrofiëring veroorzaken.

Jarenlang was de eutrofiëring van meren in dichtbevolkte regio's bijna volledig toe te schrijven aan rioolstelsels, met een zeer kleine bijdrage van landbouw. De situatie is aan het wijzigen, aangezien verontreiniging door stedelijk afvalwater wordt verminderd en er momenteel meer aandacht wordt geschonken aan de bijdrage van de landbouw (zie tevens het gedeelte verderop over fosfor en de landbouw).

Door heel Europa zijn er grote verschillen in voedingsstoffengehalten, zoals weergegeven door fosforconcentraties (kaart 9.9). Voedingsstoffenarme meren worden voornamelijk in spaarzaam bevolkte regio's aangetroffen, zoals het noorden van Scandinavië of bergachtige gebieden zoals de Alpen, waar veel meren ver van bevolkte regio's liggen of waar hun watertoever via onaangetaste rivieren plaatsvindt. In dichtbevolkte



Opmerking: Gegevens van 25 landen.

Bron: EMA-ETC/IW



regio's, voornamelijk in West- en Midden-Europa, is een groot deel van de meren aangetast door menselijke activiteiten en derhalve zijn deze meren relatief rijk aan fosfor.

In de afgelopen decennia is de milieukwaliteit van meren in het algemeen verbeterd (figuur 9.10). Het aantal meren dat rijk is aan fosfor is gedaald, terwijl het aantal meren dat de natuurlijke kwaliteit dicht benadert (minder dan 25 µg P/l), is toegenomen.

Hoewel de kwaliteit van Europese meren langzamerhand lijkt te verbeteren, is in veel meren in grote delen van Europa de waterkwaliteit gebrekkig en ver onder de kwaliteit van water in natuurlijke meren of meren die zich in een goede ecologische staat bevinden. Om de algehele situatie te verbeteren, zou meer ondernomen moeten worden, inclusief het beschermen van meren van hoge milieukwaliteit tegen de input van fosfor veroorzaakt door de landbouw, bosbouw en slecht grondbeheer.

### 9.7. Emissietrends

De milieu verontreinigende stoffen die binnenwateren bedreigen \_ organisch materiaal dat het zuurstof in water verbruikt, voedingsstoffen die eutrofiëring veroorzaken, zware metalen, pesticiden en andere giftige stoffen \_ zijn afkomstig van een grote verscheidenheid aan menselijke activiteiten. Gemeentelijk afvalwater, rivieren die buiten hun oever treden door overtollig regenwater, de industrie en de landbouw leveren alle een aanzienlijke bijdrage. Een groot deel van de lozingen op het oppervlaktewater

#### **Kaart 9.8 Nitraat in Europese rivieren, 1994 tot 1996**

Gemiddelde jaarlijkse totale nitraatconcentratie in rivieren

Noordelijke IJzee  
Barentsz-zee  
Noorse zee  
Oostzee  
Noordzee  
Atlantische Oceaan  
Golf van Biscaje  
Middellandse Zee  
Tyrrheense Zee  
Ionische Zee  
Adriatische Zee  
Zwarte Zee

Bron: EMA-ETC/IW

is afkomstig van eenvoudig te identificeren puntbronnen, zoals waterzuiveringsinstallaties of industriële vestigingen. De landbouw is de voornaamste diffuse bron van verontreiniging voor grondwater. Sommige milieuverontreinigende stoffen komen via atmosferische neerslag in het aquatisch milieu terecht.

### 9.7.1. Fosfor

In het algemeen leveren puntbronnen, die vaak verantwoordelijk zijn voor meer dan 50% van de fosforemissies (figuur 9.11), de belangrijkste bijdrage aan fosforverontreiniging. Hiertoe behoren industriële bronnen en stedelijk afvalwater. Menselijk afval is rijk aan fosfor en stikstof, en veel in huishoudens gebruikte schoonmaakmiddelen zijn rijk aan fosfor.

In veel delen van Europa dalen de fosforemissies. Resultaten van inventarisaties van stroomgebieden van grote rivieren of van nationale emissies laten een daling zien van normaal gesproken 30% tot 60% sinds het midden van de jaren '80 (figuur 9.13). Emissies van de industriële sectoren van Denemarken en Nederland zijn met 70% tot 90% gedaald. Niettemin is in de meeste delen van Europa de door de mens veroorzaakte bijdrage aan fosforemissies in het algemeen veel hoger dan die van natuurlijke bronnen. Om eutrofiëring tegen te gaan, zouden verdere reducties van fosforemissies van diffuse en puntbronnen noodzakelijk zijn.

#### Fosfor en schoonmaakmiddelen

Schoonmaakmiddelen zijn een belangrijke bron van fosfor in gemeentelijk afvalwater. Teneinde de emissies te verminderen, is het fosforgehalte van schoonmaakmiddelen verlaagd, deels door deze te vervangen door andere stoffen. In Italië en Zwitserland is het gebruik van fosfor in schoonmaakmiddelen wettelijk verboden, en er zijn vrijwillige overeenkomsten met de schoonmaakmiddelenindustrie om in andere landen (bijvoorbeeld Duitsland, Nederland, Scandinavische landen) fosforbevattende schoonmaakmiddelen geleidelijk aan uit te bannen (EMA, 1997). In het voormalige West-Duitsland, bijvoorbeeld, is sinds 1975 de hoeveelheid fosfor in schoonmaakmiddelen met 94% verminderd. Dit soort maatregelen hebben de fosforinput van schoonmaakmiddelen in het aquatisch milieu aanzienlijk verminderd.

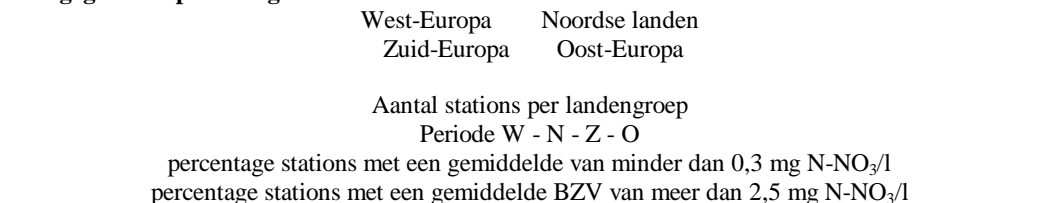
#### Fosfor en de industrie

Afzonderlijke grote industriële complexen, met name producenten van fosforhoudend kunstmest, stoten vaak fosforhoeveelheden uit die gelijk zijn aan de totale emissies van kleine landen. Ten gevolge van verbeterde technologieën en afvalwaterzuivering, daalden in de periode 1990-1996 (figuur 9.13) de emissies van dergelijke complexen aanzienlijk.

#### Fosfor en de landbouw

In veel landen is landbouw een belangrijke bron van fosforverontreiniging. Ondanks een vermindering van 42% in het gebruik van fosfaten bevattende kunstmeststoffen in de EU sinds 1972, neemt de hoeveelheid fosfor in de bodem nog steeds toe. Het overschot aan agrarisch fosfor (het verschil tussen input en output) is geschat op ongeveer 13 kg P/ha/jaar in de EU (Sibbesen & Runge-Metzger, 1995). In Nederland, België, Luxemburg, Duitsland en Denemarken zijn de overschotten het grootst. Het overschot aan fosfor vergroot de kans dat fosfor uit agrarische bodems in het aquatisch milieu terecht komt. Een andere belangrijke bron van fosforverontreiniging is het fosforverlies van boerenerven en het gieren van dierlijke mest gedurende of voor nat weer.

**Figuur 9.8 Gemiddelde jaarlijkse totale nitraatconcentraties; concentratiewaarden stations weergegeven in percentages**



Opmerking: Gegevens voor 30 landen

Bron: EMA-ETC/IW





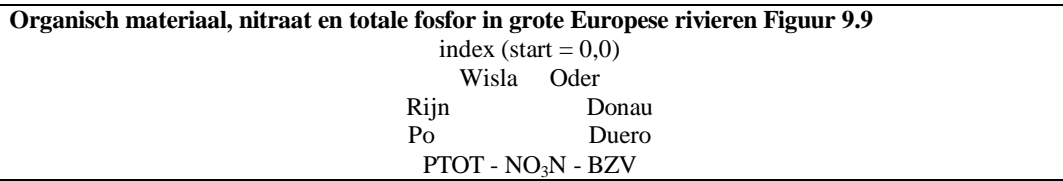
In sommige regio's kan erosie ook een belangrijke bijdrage leveren.

**9.7.2. Stikstof**

Stikstofverontreiniging wordt doorgaans voornamelijk veroorzaakt door diffuse bronnen, met name door agrarische bronnen (figuur 9.14). In de bodem verspreidt nitraat zich snel en kan het moeiteloos worden uitgespoeld naar grond- of oppervlaktewater.

Een belangrijke oorzaak van eutrofiëring van zeewater is het uitspoelen van nitraat vanuit agrarische bodems (zie paragraaf 10.2). Door de intensivering van de landbouw is het totale gebruik van stikstof in mest en kunstmest toegenomen (zie figuur 8.6). Een groot deel van de gebruikte stikstof wordt niet verwijderd met het oogsten van de gewassen; een deel hiervan ontsnapt als onschuldig N<sub>2</sub> naar de atmosfeer, maar er spoelt ook wat uit, meestal in de vorm van nitraat, naar het grond- of oppervlaktewater, en dit kan problemen in het aquatisch milieu veroorzaken.

Een belangrijke determinant van potentiële uitspoeling is de stikstofbalans, het verschil tussen de totale input (commerciële kunstmest, mest, atmosferische neerslag, stikstofbinding) en de totale output (ge oogste gewassen).



Bron: EMA-ETC/IW en Phare Topic Link

Studies inzake de stikstofbalans op agrarisch land in de EU lieten zien dat het overschot (het verschil tussen input en output) varieert van meer dan 200 kg/N/ha/jaar in Nederland tot minder dan 10 kg/N/ha/jaar in Portugal (figuur 9.15). In het algemeen leidt toenemende input tot een toenemende overschot en, potentieel, tot toenemende uitspoeling. Vele andere factoren, waaronder bodemeigenschappen, klimaat en landbouwmethoden (soort gewassen, omvang en de verwerking van mest, braaklegging, enz.) zijn ook belangrijk voor uitspoeling van stikstof.

In veel regio's leveren puntbronnen ook een substantiële bijdrage aan stikstofverontreiniging. Het toegenomen gebruik van moderne afvalwaterzuiveringstechnieken (figuur 9.17) kan de verwijdering van stikstof bevorderen, wanneer de faciliteiten hiervoor aanwezig zijn, waardoor de landbouw nog meer domineert als een belangrijke bron van stikstofverontreiniging. Voor een vermindering van stikstofverontreiniging zou een substantiële vermindering van de agrarische bijdrage nodig zijn.

#### ***Gemeentelijke afvalwaterzuivering***

Traditionele afvalwaterzuiveringsinstallaties werden hoofdzakelijk ontworpen om de hoeveelheid organisch materiaal te verminderen; het voedingsstoffengehalte werd nauwelijks beïnvloed. Moderne afvalwaterzuivering bevordert de verwijdering van voedingsstoffen sterk.

#### **Kaart 9.9 Fosforconcentraties in Europese meren en spaarbekkens**

Fosforconcentraties in meren en spaarbekkens

1:30 000 000

Concentratie in  $\mu\text{g/l}$

Letland (10) - aantal meren en spaarbekkens waar fosforconcentraties gemeten zijn

Noordelijke IJzee  
Barentsz-zee  
Noorse zee  
Oostzee  
Noordzee  
Atlantische Oceaan  
Golf van Biscaje  
Middellandse Zee  
Tyrrheense Zee  
Ionische Zee  
Adriatische Zee  
Zwarte Zee

IJsland  
Noorwegen  
Zweden  
Finland  
Estland  
Letland  
Litouwen  
Roemenië  
Bulgarije  
Denemarken  
Nederland  
België  
Luxemburg  
Duitsland  
Polen  
Hongarije  
Joegoslavië  
Slovenië  
Oostenrijk

Zwitserland  
Frankrijk  
Spanje  
Portugal  
Verenigd Koninkrijk  
Ierland

Opmerking: Aantal meren per land: A(26), BG(4), CH(22), D(~300), DK(28), EE(156), E(96), FIN(70), F(27), HU(4), IRL(18), I(7), LV(10), MK(3), NL(112), NO(401), PL(290), P(18), RO(33), S(2992), SI(4), UK(66).

Bron: EMA-ETC/IW

Tegenwoordig varieert het percentage van de bevolking waarvoor zuivering van afvalwater plaatsvindt van ongeveer 50% in Zuid- en Oost-Europa tot ongeveer 80% in Noord- en West-Europa (figuur 9.16).

Gedurende de afgelopen 10-15 jaar is de zuivering van gemeentelijk afvalwater in Europa aanzienlijk verbeterd, met name in Zuid-Europa. Een groter deel van de bevolking is aangesloten op de zuiveringsinstallaties en het zuiveringsniveau is gewijzigd. In Oost- en Zuid-Europa heeft er een duidelijke wijziging plaatsgevonden van primaire (mechanische) naar secundaire (biologische) zuivering. In West- en Noord-Europa is de introductie van tertiaire zuivering, doorgaans met verwijdering van fosfor, in de afgelopen tien jaar toegenomen.

### 9.7.3. Zware metalen en andere giftige stoffen

Al vele jaren wordt het probleem van verontreiniging door zware metalen en andere giftige stoffen onderkend (zie hoofdstuk 6).

De in de Noordse landen en in West-Europa genomen maatregelen hebben de emissies van zware metalen in binnenwateren en zeegebieden substantieel verminderd (figuur 9.17).

Pesticiden die het aquatisch milieu binnendringen, kunnen biologische leefgemeenschappen beïnvloeden en het gebruik van water als drinkwater beperken.

Tussen de Europese landen bestaan grote verschillen wat betreft het gebruik van pesticiden per ha agrarisch land. In de periode 1985-91 was het gebruik het laagst in de Noordse landen, gemiddeld in Oost-Europa en het hoogst in Zuid- en West-Europa (EMA, 1995). In Nederland werd verreweg het meest gebruikt. Het soort pesticide dat wordt gebruikt, hangt af van klimatologische omstandigheden en welke gewassen worden verbouwd. In de landen in Noord- en Midden-Europa worden hoofdzakelijk herbiciden gebruikt (zoals gemeten aan de hand van de hoeveelheid actieve ingrediënten), terwijl in de landen in Zuid- en West-Europa voornamelijk insecticiden en fungiciden worden gebruikt.

In de afgelopen tien jaar is de verkoop van pesticiden in het algemeen afgenomen (figuur 9.18). In deze periode zijn er nieuwe en meer efficiënte pesticiden ontwikkeld, die dezelfde biologische uitwerking hebben met een veel kleinere dosis pesticide. De waargenomen afname in de verkoop van pesticiden hoeft derhalve niet te duiden op minder efficiëntie op het gebied van gewasbescherming, en de invloed op het milieu kan minder zijn afgenomen dan de daling in de verkoopcijfers suggereert. Bepaalde recentelijk ontwikkelde stoffen

#### **Figuur 9.10 Veranderingen in de loop der tijd in de verdeling naar fosforklassen onder geselecteerde Europese rivieren**

Fosforconcentratie per klasse ( $\mu\text{g P/l}$ )

Opmerkingen: Teneinde een onevenredige grote invloed van Deense en Finse meren te vermijden, zijn deze gewogen met de factoren 0,25 en 0,1. Het aantal meren per land: A(3), CH(2), CZ(1), D(4), DK(20), FIN(70), F(1), HU(3), IRL(3), LT(1), LV(2), NL(2), NO(3), PO(1), S(9), SI(1).

Bron: EMA - ETC/IW

#### **Figuur 9.11 Toewijzing naar bronnen van fosforemissies**

Zweden (binnenwateren), 1986-90  
Denemarken (binnenwateren), 1995  
Duitsland, 1989-1992  
De Po-rivier, Italië, 1989  
Noors stroomgebied richting Noordzee, 1990  
Oostenrijks deel van stroomgebied Donau, 1994  
Duits deel van stroomgebied Rijn, 1985

puntbronnen - landbouw - atmosfeer - natuur

Opmerkingen: Alleen bij sommige rivieren is rekening gehouden met de atmosferische neerslag. Bij de onderste balken is het aandeel van verontreiniging door puntbronnen het hoogst.

Bron: samengesteld door EMA-ETC/IW van het verslag inzake de milieusituatie: Windolf, 1996; Zweeds EPA, 1994; Umweltbundesamt, 1994;

BMLF, 1996; Ibrekk e.a., 1991; Italiaans Ministerie van Milieubeheer, 1992.

zijn echter meer gericht op specifieke organismen en hebben derhalve minder invloed op het milieu in het algemeen.

In veel landen wordt, met name in broeikassen, bij de bestrijding van plagen steeds meer de voorkeur gegeven aan microbiologische bestanddelen, zoals bacteriën, schimmels of virussen, boven chemische stoffen. Deze methoden worden echter nog niet op grote schaal toegepast (in Denemarken is bijvoorbeeld minder dan 1% van de totale omzet van gewasbeschermende middelen microbiologisch), maar het gebruik ervan zal in de toekomst waarschijnlijk toenemen.

Verwacht wordt dat een verdere groei van de organische landbouw, waarbij wordt afgezien van alle synthetische chemische stoffen voor de bestrijding van plagen, een bijdrage zal leveren aan het verminderen van de input van pesticiden in het milieu.

### 9.8. Beleid en maatregelen om de Europese watervoorraden te beschermen en te beheren

Gedurende de afgelopen 25 jaar zijn een aantal algemene beleidsinitiatieven en maatregelen ontwikkeld om de watervoorraden in heel Europa te beschermen en beheren. Hiertoe behoren het Vijfde Milieuactieprogramma, het Donau-Actieprogramma, het Rijn-Actieprogramma en het Verdrag inzake de bescherming en het gebruik van grensoverschrijdende waterlopen en internationale meren.

Tabel 9.3 beschrijft de belangrijkste doelstellingen van deze programma's, geeft aan hoe de maatregelen aan de doelstellingen (waar gesteld) zijn gerelateerd en hoeveel vooruitgang is geboekt sinds het Dobris-rapport. Een aantal internationale overeenkomsten, actieprogramma's en conventies, met betrekking tot de Baltische Zee, de Noordzee, de Zwarte Zee en de Middellandse Zee (zie hoofdstuk 10) hebben belangrijke gevolgen voor het beheer van de rivieren die in deze zeeën uitmonden.

Zoals bij de andere gebieden besproken in dit rapport, hangt het succes van het beleid met betrekking tot binnenwateren af van een effectieve implementatie. De voorgestelde Kaderrichtlijn betreffende het waterbeleid (zie hieronder), zou, indien consistent geïmplementeerd in de gehele EU, moeten leiden tot substantiële verbeteringen van de waterkwaliteit en duurzaam beheer van de watervoorraden. Het restant van dit laatste deel behandelt een aantal specifieke initiatieven in de EU, in de landen van Midden- en Oost-Europa en in de NOS.

#### **Figuur 9.12 Wijzigingen in fosforlozingen sinds het midden van de jaren '80**

Stroomgebied Rijn (1985-1993)  
Nederland - totale emissies (1985-1993)  
Nederland - totale emissies industrie (1985-1994)  
Denemarken - industrie-emissies in rivieren (1984-1995)  
Denemarken - totale emissies in rivieren (1984-1995)  
Noorwegen - totale emissie naar Skagerrak (1985-1993)  
Verenigd Koninkrijk - totale emissies in zee (1985-1995)

Bronnen: RIVM, 1995; Miljøstyrelsen, 1996; Windolf, 1996; SFT, 1996;  
Gegevens Verenigd Koninkrijk verstrekt door WRc.

#### **Figuur 9.13 Fosforemissies van enkele grote industrieën**

Kemira  
Bayer  
Norsk Hydro  
Denmark

Opmerking: Ter vergelijking is de totale belasting door Denemarken toegevoegd  
Bronnen: WWW homepages van de ondernemingen; Windolf, 1996.

**Figuur 9.14 Toewijzing naar bronnen van stikstofemissies**

Zweeds stroomgebied richting Botnische golf 1982-1989

Götaälv, Zweden, 1982-87

Noors stroomgebied richting Noordzee, 1990

Zweden (binnenwateren), 1986-90

Oostenrijks deel van stroomgebied Donau, 1994

Duitsland, 1989-1991

Po-rivier, Italië, 1989

Nederlands deel van stroomgebied Rijn, 1989

Nederlands deel van stroomgebied Maas, 1989

Denemarken (binnenwateren), 1995

puntbronnen - landbouw - atmosfeer - natuur

Opmerking: Alleen bij sommige stroomgebieden is rekening gehouden met atmosferische neerslag

Bij de Nederlandse rivieren is de natuurlijke belasting onder landbouw opgenomen. Bij de onderste balken is het aandeel van agrarische verontreiniging het hoogst.

Bronnen: Windolf, 1996; Zweeds EPA, 1994; Umweltbundesamt, 1994;

BMLF, 1996; Ibrekk e.a., 1991; Italiaans Ministerie van

Milieubeheer, 1992; RIVM, 1992; Löfgren & Olsson, 1990.



**Beleid van de Europese Unie***a) Watergebruik*

Slechts enkele beleidsplannen van de EU zijn specifiek gericht op watergebruik. Het Communautair systeem voor de toekenning van milieukeuren (Verordening 880/92), waarvan één van de doelstellingen is om het gebruik van natuurlijke voorraden te minimaliseren, en het Actieprogramma voor geïntegreerde grondwaterbescherming en geïntegreerd grondwaterbeheer zouden echter moeten bijdragen aan het tot stand brengen van een beter evenwicht tussen gebruik en beschikbaarheid van grondwater.

Één van de doelstellingen van de voorgestelde Kaderrichtlijn betreffende het waterbeleid (COM(97) 49 def.) is ervoor te zorgen dat de prijs van water de economische kosten beter weergeeft, inclusief kosten met betrekking tot het milieu en uitputting van de voorraden, en de kosten voor het verschaffen van de benodigde diensten.

*b) Waterkwaliteit*

De drinkwaterrichtlijn (80/778/EEG) bepaalt de normen zoals beschreven in paragraaf 9.4. Beleidsplannen ter verbetering van de kwaliteit van water richt zich niet alleen op het beheersen van huishoudelijk, agrarisch en industrieel afvalwater maar tevens op het beschermen van specifieke vormen van watergebruik. Specifieke beleidsplannen en -voorstellen (in de periode 1992-1995) die zijn gericht op de belangrijkste sectoren verantwoordelijk voor waterverontreiniging, zijn:

- De Richtlijn inzake de behandeling van stedelijk afvalwater (91/271/EEG), die minimumnormen bepaalt voor de inzameling, verwerking en lozing van stedelijk afvalwater (rioolwater en industrieel afvalwater). De vereisten van deze richtlijn dienen stap voor stap te worden geïmplementeerd in de periode 1998-2005.
- De nitraatrichtlijn (91/676/EEG), die ernaar streeft de waterverontreiniging van het gebruik en de opslag van anorganische mest en kunstmest op landbouwgrond te verminderen of te voorkomen. Lidstaten dienen nitraat-gevoelige zones vast te stellen en actieprogramma's ter bescherming van deze zones te ontwikkelen en uit te voeren voor 1995. De Europese Commissie heeft recentelijk een rapport uitgebracht dat naar voren bracht dat lidstaten bij de uitvoering van de richtlijn aanzienlijk te kort schieten.
- Het voorstel voor een EU-Actieprogramma voor geïntegreerde grondwaterbescherming en geïntegreerd grondwaterbeheer (COM(96) 315 def.), goedgekeurd door de Commissie in augustus 1996, en het voorstel voor een Kaderrichtlijn betreffende het waterbeleid (COM(97) 49 def.), gepubliceerd in februari 1997, met als doel het grondwater, binnenlandse oppervlaktewateren,

**Figuur 9.15 Stikstofbalans van bodemoppervlakten voor landbouwgrond in de EU, 1993**

Nederland  
 België  
 Luxemburg  
 Denemarken  
 Italië  
 Duitsland  
 Frankrijk  
 Griekenland  
 Ierland  
 Verenigd Koninkrijk  
 Spanje  
 Portugal

input  
 output  
 kg/ha/jaar

Opmerking: Input is inclusief mest en kunstmest. Output is inclusief oogst.  
Het jaarlijkse overschot per hectare is bij de landen bovenin het diagram het grootst.  
Bron: Eurostat, 1997

**Figuur 9.16 Afvalwaterzuivering in Europese regio's tussen 1980/85 en 1990/95**  
bevolkingspercentage  
Noordse landen West-Europa Oost-Europa Zuid-Europa  
tertiair  
secundair  
primaar

Opmerking: Alleen landen met gegevens uit beide perioden zijn in de onderzoeken opgenomen, tussen haakjes het aantal landen.  
Bron: EMA-ETC/IW

riviermonden, en kustwateren en grondwater te beschermen, zullen een kader vormen voor het gehele waterbeleid. De Kaderrichtlijn betreffende het waterbeleid zou van lidstaten verlangen een programma van maatregelen samen te stellen teneinde een “goede” staat van het oppervlaktewater en grondwater te bereiken vóór eind 2010.

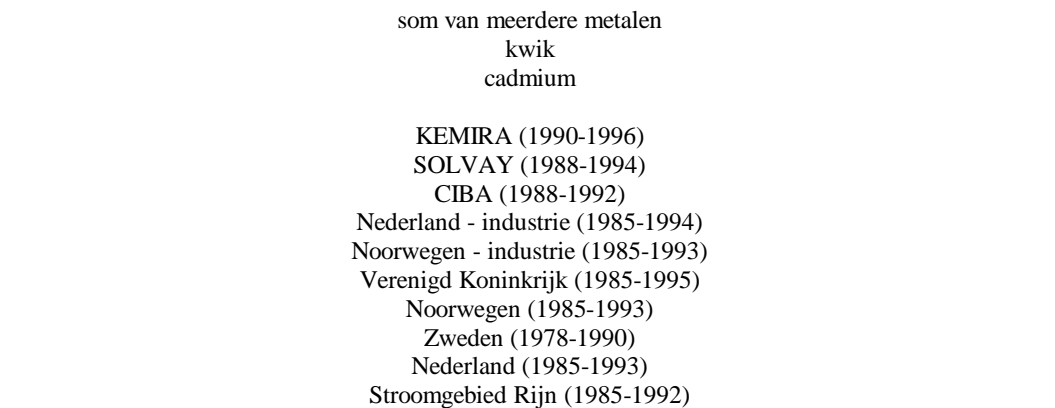
- Verwacht wordt dat recente aanpassingen van het GLB het gebruik van kunstmest en dus de waterkwaliteit zullen beïnvloeden. Evenredige verminderingen in het totale verlies van voedingsstoffen zouden echter niet bereikt kunnen worden en er zou zelfs sprake kunnen zijn van een toename, bijvoorbeeld bij nitraat dat spoelt van niet-gecultiveerde en meer intensief gecultiveerde bodems.
- Het Communautair systeem voor de toekenning van milieukeuren (zie hiervoor) zou een afname in het gebruik van fosfaat in schoonmaakmiddelen moeten stimuleren.

**De Midden- en Oost-Europese landen en de NOS**

Het Milieuactieprogramma voor Midden- en Oost-Europa (1993) bepaalde de belangrijkste problemen en stelde voor de komende tien jaar prioriteiten, die de beperkte beschikbaarheid van voorraden weerspiegelen. Het belangrijkste aandachtspunt was de schade voor de volksgezondheid veroorzaakt door slechte waterkwaliteit, inclusief de invloeden op de gezondheid veroorzaakt door nitraat in water van inadequaat onderhouden en geconstrueerde graslanden en landbouwondernemingen, onbehoorlijke toepassing van kunstmest en stedelijke septische putten.

De veranderingen in de landbouw zoals besproken in paragraaf 8.3 hebben geleid tot een aanzienlijke daling in het gebruik van agrarische chemicaliën. In Polen daalde tussen 1989 en 1992 het gebruik van kunstmest met bijna 70%. In Roemenië is sinds 1989 de input van voedingsstoffen met meer dan 50% afgenomen.

**Figuur 9.17 Verandering in emissies van zware metalen door verschillende bronnen tussen ca. 1980 en ca. 1990**



Bronnen: WWW homepages van industriële ondernemingen; IKSR, 1994; RIVM, 1995; Zweeds EPA, 1993; SFT, 1996; DoE, 1997.

**Figuur 9.18 Totale verkopen van pesticiden in EU, 1985 tot 1995**  
index 1991=0-0

Opmerking: Index gebaseerd op de hoeveelheid actieve stoffen in de pesticide. EU-landen, met uitzondering van België en Luxemburg  
 Bron: ECPA, 1996



**Tabel 9.3 Activiteitenoverzicht op het gebied van waterkwantiteit en -kwaliteit 1992 tot 1997**

Doelstellingen	Gerealiseerde activiteiten
<p><b>a) Vijfde Milieuactieprogramma van de Europese Unie</b></p>	
<p>Kwantitatieve aspecten</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwater en zoet oppervlaktewater - integratie van voorraadbeheer en duurzame gebruikscriteria in ander beleid, inclusief landbouw, grondgebruik, planning en industrie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De Commissie keurde een voorstel goed voor een Actieprogramma voor geïntegreerde grondwaterbescherming en geïntegreerd grondwaterbeheer. Het plan behandelt zowel kwalitatieve als kwantitatieve aspecten van waterbeheer. Een van de belangrijkste onderwerpen van het programma is de integratie van eisen met betrekking tot grondwaterbescherming in andere beleidsgebieden, met name gericht op het GLB en op regionaal beleid.</li> <li>• Voorstellen voor een waterrichtlijn (COM597° 49 def) om zoet water, riviermonden, kust- en grondwater te beschermen.</li> </ul>
<p>Kwalitatieve aspecten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zoet oppervlaktewater - naar een betere ecologische oppervlaktewateren kwaliteit en het beschermen van huidige hoge kwaliteit.</li> <li>• Behoeft aan een richtlijn voor het verminderen van fosfaat onderzoeken.</li> <li>• Uitwerking van specifieke emissienormen om de ontwikkeling van processen te stimuleren en normen om negatieve effecten op water te voorkomen (gebruikmakend van best beschikbare technologie en kan doelnormen)</li> <li>• Voorstellen voor progressieve beperking en vervanging van schadelijke pesticiden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorstellen voor ecologische kwaliteit van (COM593)680) opgenomen in Kaderrichtlijn betreffende het waterbeleid.</li> <li>• Revisie van de Richtlijn voor zwemwater.</li> <li>• Geen richtlijnen ontwikkeld; pogingen ter vermindering van fosfor in stedelijk afvalwater als adequaat beschouwd.</li> <li>• Richtlijn inzake geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging (IPPC) (96/61/EEG) aangenomen. Commissie overweegt hoe de Richtlijn inzake gevaarlijke stoffen het best worden gereviseerd teneinde lozingen van installaties die niet onder de IPPC-richtlijn vallen, te beheersen.</li> </ul>
<p><b>b) Internationale Overeenkomsten</b></p>	
<p><b>Donau-Actieprogramma</b></p>	
<p>Niet later dan 1997:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitwerking van Nationale Actieprogramma's voor de implementatie van het Donau-Actieplan.</li> <li>• Het aannemen van emissielimieten voor kunstmest-fabrieken, nieuwe industriële ondernemingen en vee.</li> <li>• Het stellen van nationale doelstellingen voor het verminderen van emissies ten behoeve van rivieren met hoge prioriteit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tot op heden is slechts één Nationaal Actieprogramma opgesteld.</li> <li>• Er zijn nog geen geïntegreerde beheersplannen afgerond.</li> <li>• Er heeft nog geen evaluatie van voedingsstoffenlozingen plaatsgevonden.</li> </ul>

- Evaluatie van lozingen van voedingsstoffen van de Donau in de Zwarte Zee.

Niet later dan 2005:

- Voorschriften voor de opslag, verwerking en toepassing van kunstmest.
- Milieusparende beleidshervormingen op het gebied de landbouw.
- Beste milieumethodiek voor het gebruik van kunstmest en pesticiden.
- Voltooiing en toepassing van proef- en demonstratieprojecten voor verwerking, opslag en verwijdering van dierlijke mest.
- Verbod op schoonmaakmiddelen met fosfaat.
- Investerings in prioritaire afvalwaterzuiveringsinstallaties.

#### Rijn-Actieprogramma

---

- Vermindering van 50% van totale fosfor en stikstof en andere prioritaire milieuverontreinigende stoffen, niet later dan 1995.
- 90% van de gemeenschappen moet zijn aangesloten op rioolsystemen met verdere biologische verwerking, niet later dan 2000.
- Terugkeer van hogere aquatische diersoorten die voorheen aanwezig waren, zoals de zalm, niet later dan 2000 - het "Zalm 2000"-project.
- Vermindering van 50% voor fosfor 3 jaar eerder bereikt.
- Slechts een vermindering van 20-30% van stikstof verwacht in 2000.
- Diffuse input, met name van stikstof, zeer moeilijk te bereiken, hetgeen resulteerde in het niet voldoen aan de doelstelling van een vermindering van 50%.
- Voor de helft van de stoffen geldt dat de lozingen door puntbronnen voor 1992 met 80-100% zijn verminderd.
- Kosten zullen naar verwachting hoger dan 25 miljard DM zijn en zullen de lozingen in de Noordzee verminderen.
- Vooruitgang geboekt, maar er moet nog veel gebeuren.

## Doelstellingen

## Gerealiseerde activiteiten

---

### Elbe-Actieprogramma's

---

- Eerste actieprogramma van 1992 tot 1995, gericht op substantiële vermindering van belastingen van het stroomgebied van de Elbe in de Noordzee, waardoor een bijna-natuurlijk aquatisch ecosysteem wordt bereikt, de rivier geschikt wordt gemaakt voor bevissing, recreatie, enz.
- Langetermijnactieprogramma voor 1996 en later, gericht op een verdere vermindering van verontreiniging van de Elbe.

- Duidelijke verbetering van de waterkwaliteit in de Elbe en een vermindering van de belastingen in de Noordzee.

### Verdrag inzake de bescherming en het gebruik van grensoverschrijdende waterlopen en meren

---

- Het voorkomen, beheersen en verminderen van waterverontreiniging die (waarschijnlijk) grensoverschrijdende gevolgen heeft. IJsland,
- Te verzekeren dat grensoverschrijdende wateren landen worden gebruikt met behulp van ecologisch gezond en rationeel waterbeheer, conservering van watervoorraden en milieubescherming.
- Te verzekeren dat grensoverschrijdende wateren op een redelijke en rechtvaardige manier worden gebruikt, met name gelet op hun grensoverschrijdende karakter, in het geval van activiteiten die (waarschijnlijk) grensoverschrijdende gevolgen hebben.
- Zorg te dragen voor conservering en, waar nodig, het herstel van ecosystemen.

- Maatregelen ten behoeve van het voorkomen, beheersen en verminderen van waterverontreiniging.
  - Ondertekend door 15 West-Europese landen (behalve Ierland en Liechtenstein) en 10 Midden- en Oost-Europese
- Verder hebben Kroatië en Moldavië bekrachtigd maar niet getekend.
- Verdrag werd op 6 oktober 1996 van kracht.
  - Geen informatie over voortgang beschikbaar.

### Strategisch actieplan voor het herstel en de bescherming van de Zwarte Zee (oktober 1996)

---

- Vermindering van lozingen van voedingsstoffen voorgesteld in rivieren (met name de Donau) totdat doelstellingen met betrekking tot de waterkwaliteit van de Zwarte Zee samengesteld zijn bereikt.
- Vermindering van verontreiniging door puntbronnen niet later dan 2006; eerste voortgangsrapport vereist vóór 2001.
- Elke staat aan de Zwarte Zee dient een Nationaal Strategisch Plan te ontwikkelen ter vermindering van puntbronnen.

- Niet bekend, strategie voor het hele stroomgebied (connectie met Donau-Actieprogramma).
  - Lijst met locaties van hoge prioriteit ("hot spots")
- 
- Voortgang niet bekend.

- Aanzienlijke vermindering van input van inadequaaf verwerkt rioolwater van grote stedelijke gebieden niet later dan 2006.

- Voortgang in het ontwikkelen van uitvoerige nationale studies niet bekend.

### **Verdrag van Helsinki - Gezamenlijk allesomvattend milieuactieprogramma voor de Baltische Zee (1993 tot 2012)**

---

- Het vaststellen van alle belangrijke puntbronnen van verontreiniging ("hot spots").
- Het ondernemen van acties ter verbetering (van preventieve en curatieve aard) op de "hot spots".

en Duitsland in volle gang en tevens veel bijval in de Baltische staten en Polen.

- In eerste instantie 132 "hot spots" vastgesteld, waarvan 47 prioriteitsstatus kregen voor actie; 66% in de landen met rivieren die uitmonden in de Baltische Zee.
- Voortgang onevenredig verdeeld; in Scandinavische landen, Finland

- Gedurende de periode 1991 tot 2000 zullen acties bij "hot spots" naar verwachting de lozingen van fosfor met ongeveer 40% verminderen en die van stikstof met 30%.

### **Verdrag van Helsinki - Ministeriële Verklaring 1988**

---

- Een vermindering van 50% van de totale lozingen van de voedingsstoffen, zware metalen en giftige, moeilijk afbreekbare bio-accumulatieve organische bestanddelen in de Baltische Zee niet later dan het jaar 1995.

- Hoewel sommige landen de doelstelling hebben bereikt, zal algehele vermindering van 50% niet vóór het jaar 2020 worden gerealiseerd.

- In sommige Midden- en Oost-Europese landen is de vermindering van de lozing van voedingsstoffen bereikt, voornamelijk dankzij afgenomen kunstmestgebruik en afgenomen agrarische productie, veroorzaakt door structurele veranderingen en economische problemen. Een economisch herstel zou opnieuw kunnen leiden tot een toename van de agrarische afvoer.

### **Commissie van Oslo en Parijs (OSPAR) - Ministersconferenties over de Noordzee - Conferentie van Den Haag, 1990**

---

- Het verminderen van de input van de gevaarlijkste stoffen (dioxinen, cadmium, kwik en lood) met 70% niet later dan 1995.

- Voor 1995, Esbjerg ministeriële conferentie, aanzienlijke vooruitgang geboekt in het behalen van de doelstelling voor de meest riskante stoffen.

---



### **Doelstellingen**

### **Gerealiseerde activiteiten**

- 
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Het verminderen van de input van 36 prioritaire stoffen behalen.</li><li>• met 50% niet later dan 1995.</li><li>• Het geleidelijk uitbannen van het gebruik van bepaalde groepen pesticiden.</li><li>• Het verminderen met ongeveer 50% van de input van stikstof en fosfor in gebieden die mogelijk verontreiniging kunnen veroorzaken niet later dan 1995.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Veel lidstaten verwachtten de doelstelling in 1995 te behalen.</li><li>• In 1995 waren er aanwijzingen dat in lidstaten 3 van de 16 geïdentificeerde pesticidengroepen geleidelijk aan uit de productie waren genomen.</li><li>• Van de meeste landen werd verwacht dat zij de fosforinput met 50% en de stikstofinput met 20% tot 30% zouden verminderen, niet later dan 1995.</li><li>• De algehele doelstelling voor de vermindering van input van stikstof is niet bereikt, voornamelijk omdat gebleken is dat verliezen van de landbouw moeilijker te beïnvloeden zijn dan werd verwacht en omdat aangenomen maatregelen inadequaat waren of inadequaat werden geïmplementeerd.</li></ul> |
|--|--|

### **Mediterraan Actieplan**

- 
- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Het nemen van alle juiste maatregelen om verontreiniging van de Middellandse Zee te voorkomen, te verminderen en te bestrijden.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Informatie over de voortgang niet beschikbaar of moeilijk te beoordelen.</li></ul> |
|---|--|

### **Monitoring- en evaluatieprogramma voor het arctisch gebied**

- 
- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Het verminderen en uiteindelijk elimineren van lucht- en zeeverontreiniging, zoals die van zware metalen, broeikasgassen, PCB's, DDT en gechlloreerde koolwaterstoffen.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Een Verslag over de stand van zaken van het arctisch milieu werd in 1997 gepubliceerd.</li><li>• Te vroeg om de voortgang te beoordelen.</li></ul> |
|---|--|
- 

### **Literatuuropgave**

BMLF (1996). Gewässerschutzbericht 1996. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

Budyko, M.I. en Zubenok, L.I. (1961). The determination of evaporation from the land surface. Izv. Akad. Nauk SSSR. In Ser. Geogr., No 6, p. 3-17.

DoE (1997). The Environment in your Pocket 1997. Department of the Environment, Transport and the Regions, Londen.

ECPA (1996). European Crop Protection: Trends in Volumes Sold, 1985-95. Report from the European Crop Protection Association to the European Environment Agency. ECPA, Brussel.

EMA (1995). Het milieu in Europa, het Dobris-rapport. Red.: D. Stanners & P. Bourdeau. Europees Milieuagentschap, Kopenhagen.

- EMA (1997). Environmental Agreements \_ Environmental Effectiveness. Environmental Issues series No 3, Vol. 1. 93 pages, ISBN 92-9167-052-9.
- EMA (1998a). Groundwater Quality and Quantity. Te publiceren in: EMA Environmental Monograph series. Europees Milieuagentschap, Kopenhagen.
- EMA (1998b). Effects of Excessive Anthropogenic Nutrients in European Ecosystems. Te publiceren in: EMA Environmental Monograph series. Europees Milieuagentschap, Kopenhagen.
- EMA-ETC/IW (1996). Surface Water Quantity Monitoring in Europe. EEA Topic Report No 3/1996, 72 blz., EMA, Kopenhagen, ISBN 92-9167-002-2.
- EMA-ETC/IW (1998). Sustainable Water Use in Europe: Part 1: Sectoral Use of Water. Te publiceren in: EMA Topic Report series. Europees Milieuagentschap, Kopenhagen.
- Eurostat (1997). Meetings of the Sub-group on Nitrogen Balances of the Working Group "Statistics on the Environment". Luxemburg 13-14 februari 1997.
- GEUS (1997). Grundvandsovervågning 1997. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Miljø- og Energiministeriet, 101 blz., Kopenhagen.
- Gleick, P.H. (1993). An introduction to global freshwater issues. In Water in Crisis - A Guide to the World's Fresh Water Resources. Red.: P. H. Gleick, 1993. Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security, Stockholm Environment Institute.
- Gustard, A. (red.) (1993). Flow Regimes from International Experimental and Network Data (FRIEND). In Hydrological Studies, Vol. 1. Institute of Hydrology, Wallingford, Verenigd Koninkrijk.
- Gustard, A., Rees, H.G., Croker, K.M., en Dixon, J.M. (1997). Using regional hydrol

ogy for assessing European water resources. In FRIEND 97: Regional Hydrology \_ Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management. IAHS proceedings of the 3rd International FRIEND Conference, Postojna, Slovenië.

Hulme, M., Conway, D., Jones, P.D., Jiang, T., Barrow, E. en Turney, C. (1995). Construction of a 1961-90 European climatology for climate change modelling and impact implications. In Int. Jnl. Clim., Vol. 15, p. 1333-1363.

Ibrekk, H.O., Molvær, J. & Faafeng, B. (1991). Nutrient loading to Norwegian coastal waters and its contribution to the pollution of the North Sea. In Wat. Sci. Tech., Vol. 24, p. 239-249.

IKSR (1994). Aktionsprogramm Rhein \_ Bestandsaufnahme der punktuellen Einleitungen prioritärer Stoffe 1992. Internationale Kommission zum Schutze des Rheins, Koblenz.

ICWS (1996). Long-range study on water supply and demand in Europe - Integrated Report. International Centre of Water Studies, Amsterdam, Nederland. Report 96.05 to the CEC-Forward Studies Unit.

Isenbeck-Scröter, M., Bedbur, E., Kofod, M., König, B., Schramm, T. en Mattheß (1997). Occurrence of pesticide residues in water: assessment of the current situation in selected EU countries. Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen, No 91.

Italian Ministry of the Environment (1992). Report on the state of the Environment. Rome.

Kundzewicz, Z.W. (1997). Water resources for sustainable development. In: Hydrological Sciences \_ Journal -des Sciences Hydrologiques, Vol. 42(4), p. 467-497.

Löfgren, S. en Olsson, H. (1990). Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. Report No 3692 from Naturvårdsverket, Stockholm.

Meybeck, M. (1982). Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. In American Journal of Science, Vol. 282, pp. 402-450. Miljøstyrelsen (1996). Punktkilder 1995. Orientering fra Miljøstyrelsen No 16/1996. Danish Environmental Protection Agency, Kopenhagen.

Morris, D.G. en Kronvang, B. (1994). Report of a study into the state of river and catchment boundary mapping in the EC and the feasibility of producing an EC-wide river and catchment boundary database. Report to the EEA-TF, januari 1994.

OESO (1997). OECD Environmental Data Compendium 1997. OESO, Parijs.

Pedersen, S.E. (1996). Pesticidundersøgelser i fynske vandløb 1994-1995. Tidsskrift for Landøkonomi, Vol. 183, p.122-128.

Rees, H.G., Croker, K.M., Reynard, N.S. en Gustard, A. (1997). Estimating the renewable water resource. In Estimation of renewable water resources in the European Union. Red.: H.G: Rees, en G.A. Cole, 1997. Institute of Hydrology, Wallingford, Verenigd Koninkrijk. Final Report to Eurostat (SUP-COM95, 95/5-441931EN).

RIVM (1992). National Environmental Outlook 1, 1990-2010. Nationaal Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven, Nederland.

RIVM (1995). Milieubalans 95. Nationaal Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven, Nederland.

SFT (1996). Pollution in Norway. Norwegian Pollution Control Authority, Oslo.

Shiklomanov, I.A. (1991). The World's Water Resources. In International Symposium to commemorate the 25 years of IHD/IHP. UNESCO, Parijs, 1991, p. 93-126.

Sibbesen, E. en Runge-Metzger (1995). Phosphorus balance in European agriculture - Status and policy options. In SCOPE, Vol. 54, p. 43-60.

Swedish EPA (1993). Metals and the environment. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

Swedish EPA (1994). Eutrophication of soil, fresh water and the sea. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

WMO (1987). Hydrological Referral Service INFOHYDRO Manual. WMO Operational Report No.28, WMO-No.683.

Windolf., J. (red.) (1996). Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 228 pages. Faglig rapport fra DMU nr 177, København.

Umweltbundesamt (1994). Daten zur Umwelt 1992/93. Erich Schmidt Verlag, Berlin.