

RePub Cover Page

May 14, 2007



RePub handle: <http://hdl.handle.net/1765/1832> holds various files of the EUR dissertation by J.A. van Ast [1]

References

- [1] J.A. van Ast. *Interactief watermanagement in grensoverschrijdende riviersystemen*. Utrecht, Eburon, 2000. H2 Maatschappelijke behoeften en riviersystemen.

Hoofdstuk 2

Maatschappelijke behoeften en riviersystemen

2.1 Inleiding

Waterbeheer heeft te maken met een omvangrijk aantal factoren, dat zich bevindt in geheel verschillende aandachtsvelden. Het is in de praktijk niet haalbaar alle factoren die een rol spelen gelijkelijk mee te laten wegen in de besluitvorming. Daarvoor hangt waterbeheer te veel met "alles" samen. Het is echter wel mogelijk, en voor een rationele afweging ook noodzakelijk, om inzicht te krijgen in de belangrijkste processen die zich voordoen in de relatie tussen de mens en het (water)milieu. Dit speelt zich af in de respectievelijke onderzoeksvelden één en twee van de aandachtsveldenmatrix. Eerst komt het sociaalwetenschappelijke aandachtsveld aan de orde: het gebruik dat de mens maakt van de functies van een riviersysteem. Na dit veld komt het natuurwetenschappelijke aandachtsveld aan de orde: het met de rivier verbonden watersysteem. Het gaat dan vooral om de gevolgen voor het functioneren van riviersystemen die het resultaat zijn van menselijke activiteiten. Veld één gaat niet toevallig vooraf aan veld twee; het zijn menselijke activiteiten die de oorzaak zijn van de effecten in natuurlijke systemen. Dit hoofdstuk beperkt zich tot de verschijnselen die zich in beide velden afspelen. De vraag of zich hier problemen voordoen die (eventueel) van een oplossing moeten worden voorzien komt in lijn met het zoekraam waterbeheer in de volgende hoofdstukken aan de orde.

Maatschappelijke betekenis van riviersystemen

2.2.1 Algemeen

Menselijke activiteiten veroorzaken veranderingen in rivieren en de ecosystemen die daarmee zijn verbonden. Dit eerste aandachtsveld bestrijkt de maatschappelijke oorzaken van deze veranderingen. In de kern gaat het in veld één om de aard en omvang van menselijke activiteiten, in economische termen om de wijze van produktie, consumptie en distributie. Hiervoor bepalend zijn met name de bevolkingsomvang, de industrialisatiegraad, de technologische ontwikkeling, het normen- en waardenpatroon en de organisatie en structuur van de samenleving. Deze clusters van factoren zijn ook onderling weer nauw met elkaar verbonden.

Alvorens dieper in te gaan op deze maatschappelijke activiteiten met achterliggende oorzaken, komt eerst de betekenis die riviersystemen hebben voor de mens aan de orde. In zijn algemeenheid kunnen aan het milieu (en ook aan het compartiment water) drie hoofdbetekeningen worden onderscheiden:

1. levensvoorwaarde;
2. intrinsieke waarde;
3. gebruiksmiddel.

Vooreer deze betekeningen afzonderlijk aan de orde te stellen, dient in ogenschouw te worden genomen dat het totaalsysteem beter in staat is in alle betekeningen tegelijk te voorzien. Afsplitsing van één functie, kan als gevolg van systeemeffecten zeer negatief uitwerken op de andere.

2.2.2 Levensvoorwaarde

Het is moeilijk voor te stellen hoe het leven eruit zou zien zonder dat riviersystemen bestonden. Rivieren bevatten water dat geldt als een primaire conditie voor het leven van alle organismen, en dus ook voor de mens. Rivieren voeren overtollig water af, zodat het land bewoonbaar is en de rivier een functie

hoofdstuk twee

heeft bij het bereiken van veiligheid.

Verder wordt een deel van de organismen door de mens genuttigd en houdt het riviersysteem dus onder omstandigheden leven in stand. De aanwezigheid van giftige stoffen in het riviersysteem kan het leven van de mens bedreigen. Hierbij zij opgemerkt dat voor andere organismen, vooral die waarvoor de rivier als enige biotoop geldt, de betekenis als levensvoorwaarde veel sterker opgang doet.

In termen van belangen kan deze betekenis worden beschouwd als "belang van de eerste orde". Het gaat immers om *essentiële zaken die de randvoorwaarden voor het bestaan vormen. Bij belangen van de tweede orde gaat het om het creëren van maatschappelijk gewenste omstandigheden of het verdelen van water* [Huisman, 1995: 51]. In de eerste betekenis maakt het riviersysteem deel uit van de levensondersteunende processen van de aarde.

2.2.3 Intrinsieke waarde

In strikte zin duidt de toevoeging "intrinsiek" op hetgeen in het object zelf schuilt, los van de waarde die de mens eraan toekent. Een dergelijke betekenis van het milieu wordt niet door de mens toegekend, maar bevindt zich in de aard van het milieu. Daar staat echter tegenover dat toch steeds het oordeel van de mens bepalend is voor de vraag of deze waarde ook werkelijk wordt erkend (zo ook Zweers [1989; 1991: 331 e.v.]). Ook hier is dus een subjectieve waardering van de mens bepalend voor de praktische betekenis.

In een meer pragmatische omschrijving van het begrip, geniet het milieu naar ethische maatstaven een waarde die los staat van de praktische gebruikswaarde. Zo heeft de aanwezigheid van walvissen in de wereldzeeën voor veel mensen een belangrijke waarde, ook als aan die aanwezigheid voor henzelf geen direct nut kan worden ontleend. In een ander verband bestaat een soortgelijke gehechtheid aan bijvoorbeeld historische monumenten of erfstukken¹. Ook de religieuze waarde die water of bepaalde watersystemen hebben (denk aan de Ganges voor het Hindu-geloof) wordt hier onder de intrinsieke waarde gerekend.

Een begrip dat hier dicht tegen aan ligt, is de *belevingswaarde* [Zonderwijk, 1995: 6]. Het begrip "esthetische waarde", affiniteit op grond van gevoelsmatige waardering, bevindt zich op het overgangsgedebied met de betekenis gebruiksmiddel omdat het genieten van schoonheid kan worden beschouwd als

1 Ook bij planten en dieren wordt veelal een intrinsieke waarde aangenomen. Daarnaast kunnen ze betekenis hebben als gebruiksmiddel. Als levensvoorwaarde betreft het vooral het niveau van ecologische systemen, daar afzonderlijke dier- en plantsoorten veelal een vervangbare functie hebben bij het in stand houden van het ecosysteem waarvan zij deel uitmaken.

liter per dag zijn [RIVM, 1988]. In 1992 blijkt evenwel de grens van 130 liter al ruimschoots overschreden [RIVM, 1995]³. De toename aan waterverbruikende huishoudelijke bezigheden als douchen, automatisch vaatwassen, de auto wassen en de tuin besproeien zijn de belangrijkste oorzaken. Niettemin werd in de jaren negentig door waterbesparingstechnieken, net als in veel andere rijke landen, een daling in het watergebruik gerealiseerd. In de ontwikkelingslanden is dit niet het geval, terwijl het watergebruik op veel plaatsen vaak al hoger is dan in Nederland, ook in gebieden met waterschaarste. De oorzaken hiervoor zijn vooral gelegen in het gebrek aan onderhoud van het leidingnet en het ontbreken van een reële prijsstelling⁴.

Een deel van het leidingwater wordt als produktiewater afgenomen door bedrijven. In de industrie wordt voor de bedrijfsvoering veel gebruik gemaakt van rivierwater. Het betreft hier een kleine twintig procent van het totale jaarlijkse wereldwatergebruik. In 1990 werd in Nederland 1200 miljoen m³ rivierwater voor industriële processen onttrokken [Middelkoop e.a., 1998: 47]. Afgezien van koelwater is voor de meeste industriële doeleinden de kwaliteit van het water van groot belang, zoals bijvoorbeeld in de voedings- en genot-smiddelenindustrie.

De in kwantiteit meest omvangrijke waterverbruiker is de landbouw; ongeveer 65 procent van alle onttrokken water in de wereld wordt gebruikt als sproei- en irrigatiewater [Postel, 1996: 7]. In de jaren zestig en zeventig groeide het geïrrigeerde landoppervlak met twee tot vier procent per jaar. Nu de meest geschikte gebieden zijn gecultiveerd, is de groei teruggelopen tot minder dan jaarlijks één procent⁵ [Postel, 1993: 57]. Volgens Falkenmark & Biswas [1995: 382] is water (en niet grond) een limiterende factor voor een verdere significante uitbreiding van de landbouw. Gemiddeld vraagt de productie van één ton graan ongeveer duizend ton water. In drogere gebieden (het Zuid-

3 In 1999 werd ongeveer 128 liter per persoon per dag gebruikt. Achttien Ribbe [1999: 23] geeft als cijfers in voor 1992: 138,1 lpp/pd, voor 1995: 134,1 en voor 1998: 127,9. Volgens V&W [1997: 23] heeft in Nederland een stabilisatie in watergebruik plaatsgevonden op 134 liter per persoon per dag. De toekomst zal moeten uitwijzen of deze trendbreuk, die samenviel met een waterbesparingscampagne en de invoering van de grondwaterheffing, ook blijvend is. Niet onbelangrijk is hierbij dat in deze cijfers niet wordt aangegeven in hoeverre sprake is van verplaatsing naar waterverbruik buitenshuis (werk, sport, restaurant).

4 Door verschillende bronnen werd het drinkwaterverbruik in de voormalige Sovjet Unie geschat op tussen de 200 en 400 liter per persoon per dag [Van Ast, 1990; 444]. Onder meer door plaatselijk extreme koude (Siberië) leiden de beperkingen die de vorst stelt aan reparatie van leidingbreuken tot veel lekkages.

5 Per hoofd van de bevolking is de hoeveelheid geïrrigeerd gebied sinds 1979 afgenomen met 7 procent [Postel, 1996], vooral als gevolg van verzilting moeten gronden vaak weer aan irrigatie onttrokken worden.

Westen van de Verenigde Staten, Zuidelijk Afrika, het Midden-Oosten) wordt voor irrigatiedoeleinden vaak zoveel water aan het riviersysteem onttrokken en over het land verspreid, dat de rivier regelmatig opdroogt. Omdat veel landbouwgewassen uiteindelijk ten behoeve van menselijk gebruik worden aangewend, is de waterkwaliteit van belang. Bovendien kan een verkeerde samenstelling van het water leiden tot een verlaagde gewasproductie, zowel in de irrigatielandbouw en de glastuinbouw als na beregening van onbevloede gebieden.

Verder wordt een klein deel van het oppervlaktewater rechtstreeks gebruikt als drenkwater in de veeteelt. Het spreekt vanzelf dat de kwaliteit van dit water voor de dieren van levensbelang is.

Een volgende vorm van gebruik van water die kwaliteitsgevoelig is, heeft betrekking op de oogst van voedingsprodukten uit het watersysteem; de aquaproductie. Het kan daarbij gaan om twee typen: oogst uit natuurlijke systemen, zoals de traditionele visserij en produkten uit aquacultures, zoals kweekzalm of garnalen. Bij het tweede type worden delen van het watersysteem afgeschermd, waarbinnen kweek en produktie worden geïntensiveerd⁶. Bij oogst uit het systeem zelf wordt in een aantal gevallen getracht de opbrengst te verhogen door speciale maatregelen als het uitzetten van visbroed en mosselzaad. De produktie vindt echter binnen het watersysteem plaats. Met name vissen, schelpdieren, garnalen en in mindere mate oeverplanten, zijn van belang. Voor zowel de groei van de dieren als de consumptie door mensen is een minimale waterkwaliteit vereist.

Een volgende kwaliteitsgevoelige gebruiksfunctie heeft betrekking op het gebruik van het watersysteem als medium voor recreatie-activiteiten. Voorbeelden zijn zwemmen, vissen en varen of het anderzijds benutten van het watersysteem uit toeristisch oogpunt. Naast de kwaliteit speelt de esthetische waarde van watersystemen hierbij een belangrijke rol.

Ook wordt ophoogmateriaal (zand en slib) uit watersystemen onttrokken. Dit wordt onder meer toegepast bij het bouwrijp maken van terreinen en het verhogen van dijken of geluidswallen. Uiteraard hangt de kwaliteitsgevoeligheid sterk af van de gebruiksfunctie waarvoor het wordt onttrokken. Criteria die hierbij een rol spelen, zijn de mogelijke uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater, de mogelijke verbouw van consumptiegewassen en bijvoorbeeld de mate waarin dieren of kinderen (door inslikken) direct in contact met de grond kunnen komen.

Dezelfde criteria spelen een rol bij het opbrengen van sediment ter ophoging van landbouwgronden of met de bedoeling de vruchtbaarheid van de bodem te

⁶ Het gaat hier om veeteelt met waterdieren. De traditionele visserij kan worden gezien als een vorm van extensieve veeteelt, terwijl de aquacultures kunnen worden gerekend tot de intensieve bio-industrie.

verhogen. In het verlengde hiervan ligt het gebruik van doorgaans droge onderdelen van watersystemen, zoals dijken en uiterwaarden voor agrarische doeleinden.

Het water en de oevers van het riviersysteem worden ook gebruikt om erop te wonen. Veel huizen zijn gebouwd langs oevers en dijken en in de uiterwaarden van rivieren. Daarnaast zijn woonboten in waterrijke stedelijke gebieden een vertrouwd verschijnsel. Verder wonen beroepsschippers vaak op hun schip.

Een voor Nederland naar gebruikt volume rivierwater zeer belangrijke functie betreft de verziltingsbestrijding. In rond zeeniveau gelegen gebieden bepaalt de hoeveelheid water die door de rivier stroomt hoeveel chloriden opdringen vanuit zee. Zo wordt in Nederland tenminste 1.500 m³ zoet water per seconde gebruikt om te voorkomen dat zout water met het getij de Nieuwe Waterweg opkomt. Ook beïnvloedt het waterpeil de grondwaterstand, wat weer medebepalend is voor de vraag hoeveel zout grondwater via kwel de oppervlakte kan bereiken. Ook verdunning en doorspoeling vindt plaats met behulp van rivierwater.

Behalve bij verzilting wordt water ook aangevoerd voor de waterkwaliteitsverbetering bij hoge concentraties van andere stoffen in het oppervlaktewater, zoals giftige stoffen⁷ of nutriënten. In Nederland wordt in het bijzonder veel water aangewend om eutrofiëring te voorkomen. Overmatige algengroei (of drijfplanten), worden via doorspoeling met rivierwater naar elders afgevoerd. Vooral de recreatie en de natuur profiteren, maar ook landbouw, industrie en drinkwatervoorziening kunnen hierbij gebaat zijn.

Bij de meeste van de genoemde gebruiksfuncties vindt concurrentie plaats met het riviersysteem als habitat voor planten en dieren⁸. Omdat organismen deel uitmaken van het watersysteem, zijn zij sterk afhankelijk van de kwaliteit daarvan.

De aanvoer van water tenslotte heeft een belangrijke betekenis voor het peilbeheer in kleinere wateren. Doorspoeling met rivierwater is reeds genoemd, en verder wordt water aangevoerd tegen verdroging, ten behoeve van het handhaven van de grondwaterstand (onder meer tegen het verrotten van heipalen) en voor de bestrijding van ziekten die kunnen optreden in stilstaand water,

7 In geval van acute verontreiniging, zoals een ongeluk waardoor giftige stoffen (met inbegrip van radioactieve) in het water terecht komen, wordt het water eveneens zo snel mogelijk naar zee afgevoerd.

8 Het gaat hier om planten en dieren die "gebruikt worden" door de mens. Zij vervullen dus een functie als voedsel of hebben een recreatieve of esthetische waarde. De organismen aan welke geen enkel gebruik is verbonden, worden in onderling verband met andere organismen ook wel als ecologische of natuurfunctie aangeduid. Hier worden ze tot de intrinsieke waarde van het milieu gerekend.

zoals botulisme en verschillende tropische ziekten⁹. Sommige bodems, zoals veengronden krijgen te maken met extra oxidatie en inklinking als de grondwaterstand daalt. Op zichzelf is de aanvoer van water ten behoeve van peilhandhaving niet kwaliteitsafhankelijk. Maar de grote invloed op diverse andere functies betekent dat in de praktijk alleen water met een voldoende kwaliteit kan worden aangevoerd.

2.2.4.3 Kwaliteitsongevoelige gebruiksfuncties

De tweede categorie van gebruiksfuncties waarvoor riviersystemen worden aangewend, betreft die waarbij de kwaliteit van het water geen of een ondergeschikte rol speelt.

Voorop staat het gebruik van rivieren als afvoersysteem voor water en ijs. Rivieren die hierin niet effectief voorzien, veroorzaken overstromingen en worden daardoor levensbedreigend voor landgebonden organismen. Daarmee bepaalt de afvoerfunctie mede de veiligheid van de mens¹⁰.

Riviersystemen vormen ook een belangrijk transportnetwerk. Van nature worden naast sediment allerlei organismen getransporteerd via het medium water. Al van oudsher maakt de mens hier gebruik van door het stroomafwaarts drijvend verplaatsen van hout. Verder maakt het water scheepvaart mogelijk, zeker indien rivieren voldoende diepgang en niet te veel stroming hebben. Waar deze voorwaarden van nature niet aanwezig zijn, worden ze vaak aangebracht door middel van regulatie, normalisatie en kanalisatie. Dit kan betekenen dat stuwen, sluizen, strekdammen en bekadingen worden aangebracht en dat baggerwerkzaamheden worden ondernomen. Vervoer per schip is, gerelateerd aan andere vervoersmodaliteiten, dan wel niet snel maar heeft wel de laagste kosten per vervoerde eenheid. Dit hangt vooral samen met de grote hoeveelheid goederen die per individueel schip kunnen worden getransporteerd en de geringe energie die daarmee gemoeid gaat. Ook kan een riviersysteem worden gebruikt voor een andere vorm van transport, zoals de toepassing als landingsbaan voor watervliegtuigen en het eenvoudig afzinken van buisleidingen en kabels. Door de buis kunnen vloeibare, gasvormige en vaste substanties worden vervoerd. Kabels worden gehanteerd voor het vervoer van elektriciteit en informatie. Tenslotte zijn oevergronden en dijken van watersystemen vanwege hun fysieke verschijningsvorm (weinig

9 Ook in stilstaand brak water in Nederland kwamen bepaalde minder ernstige vormen van malaria voor.

10 In zekere zin is ook hier de kwaliteit van belang, daar bijvoorbeeld een overmaat aan nutriënten kan bevorderen dat waterplanten zodanig gaan groeien dat ze de afvoerfunctie gaan belemmeren. Berucht in tropische gebieden is de waterhyacinth, in Nederland heeft de Amerikaanse waternavel inmiddels op kleine schaal vergelijkbare gevolgen te zien gegeven.

hoogteverschillen) veelvuldig toegepast als drager van weg- en railtransport.

Bij de opwekking van elektriciteit spelen riviersystemen eveneens een rol. Grosso modo geldt daarbij dat de combinatie van debiet en verval correspondeert met de mate van potentiële opwekking van elektriciteit. Zelfs in de toch langzaam stromende Rijnakken van Nederland blijkt elektriciteitsopwekking rendabel¹¹. Als echter op een bepaalde plaats wordt besloten tot de opwekking van elektriciteit, betekent dat ter plekke een grondige aanpassing van de morfologie van de rivier. Doordat in de praktijk een stuw wordt gecreëerd om verval te concentreren, wordt een kunstmatige waterval gecreëerd¹². Zo wordt het riviersysteem als het ware in de breedte verticaal doorsneden, met als gevolg dat het dichtst bijzijnde bovenstroomse deel wordt omgevormd tot een meer. De energie die uit het systeem wordt gehaald gaat ten koste van de natuurlijke dynamiek en de transportfunctie (zowel van het water als van sediment en organismen).

In een andere vorm heeft rivierwater eveneens betekenis voor de elektriciteitsopwekking. Bij de koeling van elektriciteitscentrales wordt op grote schaal gebruik gemaakt van oppervlaktewater. Koelwater wordt ook toegepast bij veel industriële processen. Dit is, met het gebruik als transportas, de belangrijkste reden dat industriegebieden vaak aan rivieren zijn gelegen. De kwaliteit van het water is in zekere mate van belang, omdat grote voedselrijkdom kan resulteren in plantengroei die de waterinlaat doet verstopen.

Voor de winning van delfstoffen heeft de rivier betekenis als leverancier van stenen, grind, zand en klei. Stenen worden in de bouw en de oeverbeschoeiing gebruikt. Grind wordt vooral toegepast als vulmateriaal van beton, als dakbedekking en als materiaal voor oppervlakteverharding. Zand wordt voor cement gebruikt en van klei worden stenen en keramiek gebakken. In tegenstelling tot de eerdergenoemde toepassing van zand en slib voor bodemophoging zijn de kwaliteitseisen hier minder hoog, vanwege de geringere kans op uitspoeling uit de van de delfstoffen vervaardigde materialen.

De laatste van de hier genoemde functies heeft zonder twijfel de meeste invloed op de eerdergenoemde kwaliteitsgevoelige functies: de rioolfunctie. Ook van nature heeft een rivier het vermogen een ophoping van stoffen te verspreiden en te reinigen. Door de mens wordt deze eigenschap intensief gebruikt voor de afvoer van allerlei vormen van afval¹³. Stromend water leent

11 Er bestaan in de Lek twee waterkrachtcentrales, bij de stuwen van Maurik en van Hagestein.

12 Ook hier kan de waterkwaliteit een rol spelen, als nutriënten leiden tot uitbundige plantengroei die de inlaten voor het water van elektriciteitscentrales verstopt doet raken.

13 Afval bestaat uit stoffen of materialen die op een bepaald tijdstip en plaats geen economische waarde hebben. De variatie aan stoffen en

zich bij uitstek voor het dumpen van afvalstoffen, omdat het betreffende stoffen snel naar elders afvoert en uit het zicht doet verdwijnen. Bovendien is het zelfreinigend vermogen door de hogere zuurstofopnamecapaciteit van stromend water relatief groot, zodat afval voor zover dat biologisch is af te breken relatief gemakkelijk onschadelijk wordt gemaakt.

Het voorgaande biedt een overzicht van de functies die door riviersystemen worden vervuld. Het blijkt dat maar weinig functies kunnen worden vervuld bij een slechte waterkwaliteit. De vraag die in het vervolg aan de orde komt is het waarom van de functies, ofwel voor welke maatschappelijke processen worden ze uitgeoefend.

2.3 Maatschappelijke processen

De mate waarin op de verschillende functies van riviersystemen een beroep wordt gedaan, hangt nauw samen met de activiteiten van de mens. Binnen deze maatschappelijke processen kan een aantal factorenclusters worden onderscheiden. In vervolg op het veldenschema van hoofdstuk één is in het onderstaande een invulling gegeven door Bibo e.a. [1981].

materialen die zich in rivierwater bevinden is groot en dit gemengde karakter versterkt de negatieve waarde die afval vertegenwoordigt in het economisch verkeer.

maatschappij - riviersysteem

Veld I

```

maatschappelijke processen als oorzaak van ##
milieubelasting                                ##
                                                ##
      16444444444444444444444444444447      ##
+)))))M demografische      5      ##
* +))M      ontwikkeling      K)),      ##
* * 9444444444444444444444444444448 *      ##
* * 2644444444444444444444444444447 *      ##
/))3))M opleidingsniveau 5 *      ##
* +)3))M milieu en natuur K), *      ##
* * * 9444444444444444444444444444448 * *      ##
* * .))))))), * *      ##
* * * * * * *      ##
* * 3644444444N444444444444444444444N4N47      ##
* * 5 gebruiksfuncties; 5      ##
* * 5 voor kwaliteit gevoelige en K)),      ##
* * 5 voor kwaliteit ongevoelige 5 *      ##
* * 944444L444L44444444444L444444448 *      ##
* * +)))))2))3)))))- *      ##
* * * * beïnvloeding*      ##
* * * 4644444444N4444444444444444444447 *      ##
* * * 5 preferenties gedrag K))-      ##
/)33))M * * K)))))##
* * * 5 .))) ethiek ))))- 5      ##
* * * 94444444444444444444444444444448      ##
* * * * * * *      ##
* * .)))), +)))))L)))))##
* * 5644N44444444N44;4444444N4444447      ##
* * 5 consumptie 5 productie K)))))##
* .))M distributie K),      ##
* 9444444L4444444=4444444L4444448 *      ##
* * * * * * *      ##
* * * * technologie *      ##
* * * * * * *      ##
* 6444444N4444444444444444444444N4444447 *      ##
* 65 organisatie en structuur van5 *      ##
.)))))M de samenleving (het institu-K)-      ##
5 tionele kader, zowel natio- 5      ##
5 naal als internationaal) 5      ##
944444444444444L4444444444444448      ##
* * * * * * *      ##
#####
##

```

Figuur 2.2; Veld 1 van de aandachtsveldenmatrix (naar Bibo e.a. [1981, blz. 20]).

De verschillende factorenclusters van dit (sociaalwetenschappelijke) aandachtsveld zijn van groot belang voor de processen die zich afspelen in het tweede (natuurwetenschappelijke) aandachtsveld.

hoofdstuk twee

Een globale invulling van de zes bovengenoemde factorenclusters ziet er als volgt uit.

1. demografie; ontwikkelingen in aantallen mensen met bepaalde sociaal-economische kenmerken.

De hoeveelheid mensen op de wereld correleert sterk met de waargenomen effecten in het milieu. Verwachtingen spreken van meer dan 8 miljard wereldburgers in 2025; een stijging die waarschijnlijk pas aan het eind van de volgende eeuw zal stabiliseren rond 13 miljard [UNFPA in: Van Nederpelt, 1993: 123]. De spiraal van bevolkingsgroei en verarming is na Malthus [1798] in verschillende varianten beschreven, met als bekendste de rapporten aan de Club van Rome van Meadows e.a. [1972, 1992]. King & Schneider [1992: 62] wijzen op migratiestromen die zich vanwege tekorten aan natuurlijke hulpbronnen voordoen van arme naar rijke gebieden. In algemene zin geldt dat hoe groter de aantallen van de menselijke soort worden, hoe minder ruimte er overblijft voor andere, niet met de mens verbonden, organismen¹⁴. Als gevolg van het toenemend gebruik van water voor menselijke gebruiksfuncties, blijft er minder over voor andere levensvormen. Reijnders [1989: 24] stelt: *Een naar gangbare maatstaven redelijke kwaliteit van het bestaan in een strict genomen "sustainable" industriële samenleving zal dan ook, zo vermoed ik, nopen tot een aanzienlijke vermindering van de bevolkingsomvang, juist ook in geïndustrialiseerde landen.*

Empirische gegevens wijzen uit dat zich een patroon voordoet in demografische ontwikkeling. In de pré-agrarische samenleving houden een hoog geboortecijfer en een even hoog sterftcijfer een tamelijk stabiele bevolkingsomvang in stand. In de transitie via landbouw en industrie naar een moderne samenleving daalt eerst het sterftcijfer, zonder dat het geboortecijfer meedaalt. Een exponentiële groei van de bevolking is het gevolg. Pas in de (post) industriële samenleving zakt ook het geboortecijfer, vooral wanneer ook de leefomstandigheden van vrouwen verbeteren [Van Nederpelt, 123 e.v.]. Opnieuw ontstaat een evenwichtssituatie maar nu met zowel lage geboorte- als sterftcijfers. De demografische transitie die zich heeft voorgedaan gaat doorgaans samen met een transitie in ecologische zin. Er heeft een overgang plaatsgevonden van een situatie waarin het milieu een overvloed te zien gaf aan grondstoffen en ruimte, naar een situatie van overexploitatie van natuurlijke hulpbronnen. De milieugebruiksruimte¹⁵, "de carrying capacity", is dan

14 Dit geldt uiteraard niet voor huisdieren, kamerplanten en cultuurvolgers als bijvoorbeeld straatgras, rat en huismus. Ook de in de landbouw gebruikte organismen doen het vanuit een evolutieperspectief gezien erg goed. In de bio-industrie nemen de aantallen dieren sterk toe, in weerwil van een afnemende leefruimte.

15 Dit van Opschoor [1987] afkomstige begrip, dat doelt op de mogelijkheden van benutting van de biosfeer als geheel, komt in het volgende

geconsumeerd. Veel industriële landen, waaronder Nederland, compenseren hun tekorten met grootschalige invoer uit landen die zich nog voor de transitie bevinden. De verwachting dat een betere economische positie voor ontwikkelingslanden de bevolkingsgroei zal remmen, leidt er aldus niet toe dat de mondiale milieugebruiksruimte daardoor in stand kan blijven. Eerder zal op wereldschaal de demografische valkuil ("demographic trap") opengaan, een situatie van catastrofale tekorten die optreden als de bevolkingsomvang boven de maximale draagkracht van het natuurlijk systeem uitkomt.

2. kennis; het opleidingsniveau in het algemeen en in het bijzonder met betrekking tot de onderwerpen die verband houden met ecologisch bewustzijn; milieu, natuur en water.

In algemene zin is wereldwijd een toename aan scholing waarneembaar. Voor wat betreft de mate van milieuvriendelijkheid van menselijk gedrag zijn de gevolgen hiervan onzeker. Keuzen voor milieuvriendelijk gedrag zijn slechts in beperkte mate afhankelijk van milieubewustzijn. Milieubewustzijn op zijn beurt is beperkt afhankelijk van de aanwezigheid van milieukennis. *Slechts in die gevallen waarin mensen graag willen, maar niet weten hoe, kan kennis tot gedragsverandering leiden* [Nelissen & Kok, 1991: 304]. Dit betreft echter alleen de instrumentele kennis, als voorwaarde voor een bepaald gedrag. Daarnaast bestaat een dieper niveau van kennis die betrekking heeft op de achtergronden van verschijnselen. Juist voor deze reflexieve kennis vormt een hoog educatieniveau een vruchtbare voedingsbodem voor gedragsaanpassingen in een "watersysteemvriendelijke" richting.

Aan de andere kant betekent een hogere opleiding vaak ook dat meer economische activiteiten worden ondernomen, die met extra milieubelasting gepaard gaan. Voor wat betreft de wijze van overheidssturing kan worden verwacht dat een betere opleiding een stimulans zal betekenen voor verder toenemende participatie van burgers in de besluitvorming over collectieve vraagstukken (zo ook Van Rooy & De Jong [1995]).

3. functies; in het voorgaande is uitgebreid stilgestaan bij de vele functies die het watersysteem vervult voor de maatschappij.

Voor wat betreft het onderscheid naar kwaliteitsgevoeligheid is het opmerkelijk dat drinkwater ook vaak wordt gebruikt voor functies zoals waswater en water om het toilet mee te spoelen. Dit zijn functies voor welke met een veel lagere kwaliteit genoeg kan worden genomen. Door via een tweede leiding voor deze activiteiten ook "huishoudwater" aan te bieden is een efficiëntere, goedkopere en minder verspillende toedeling van het beschikbare water mogelijk. Het technische ontwerp dient overigens wel te garanderen dat niet abusievelijk huishoudwater in het drinkwaternet terecht komt.

hoofdstuk nader aan de orde.

hoofdstuk twee

52

4. sociaal-psychologisch systeem; preferenties, gedrag, ethiek.

Gedragskeuzes worden op grond van een groot aantal factoren gemaakt. Belangrijk zijn daarbij culturele en persoonlijke preferenties en ethische overwegingen. Momenteel ontbreekt in de verschillende normen- en waardenpatronen die de samenleving domineren, een algemene norm die verspilling als een zonde doet ervaren. De ethiek die "de milieubeweging" propageert, gaat hiervan uit. Vermeersch [1990; 34] pleit in dit verband voor een "toekomstethiek" die is gebaseerd op verantwoordelijkheid ten opzichte van het nageslacht. Omdat deze ethiek uitgaat van de drijfveer eigenbelang, kan het een eerste stap zijn naar een algemene ecologische ethiek (eco-ethiek), die is gegrond op overwegingen op macroniveau. Verder acht hij het niet moeilijk de Samaritaanse toekomstethiek van duurzaamheid, die zich richt op latere generaties, uit te bouwen tot een volwaardige milieu-ethiek. *Het groot belang van deze milieu-ethiek ligt in de motivering die ze kan verschaffen om met inzichten en maatregelen in te stemmen die anders vanwege onze sterke conditionering door de consumptiementaliteit, heel moeilijk zouden worden aanvaard* [Vermeersch, 1990, 35]. Van verschillende kanten komt steun voor de ontwikkeling van een waterethiek [Falkenmark & Biswas, 1995: 385; Wessel, 1996: 21; Dieperink, 1997: 345; Saeijs & Teeuwen, 1999: 13; Van Hall, 1997], als onderdeel van een eveneens vereiste milieu-ethiek¹⁶, vooral omdat dit een belangrijke motivering voor gedragsaanpassing zou kunnen opleveren [Glasbergen, 1994: 27, Gleick, 1998: 33]. Dyer [1997: 22] gaat in dit verband uit van *environmental security as an universal value*. Volgens Albeda [1992] komt de milieu-ethiek, analoog aan de geschiedenis van de sociale ethiek, langzaam tot ontwikkeling. Het gevolg hiervan is dat ethische overwegingen in toenemende mate druk gaan uitoefenen op de wijze en omvang van het gebruik van watersystemen.

Ook op een andere wijze kunnen ethische aspecten van belang zijn. Fukuyama [1995: 17] wijst op de essentiële rol die "vertrouwen in niet-verwante medemensen" heeft voor het vermogen te concurreren, en voor het welzijn van een natie. Dit diepgewortelde culturele element kan worden beschouwd als het sociale kapitaal van een samenleving. Toepassing van deze opvattingen op het niveau van nationale staten, betekent een ethiek van onderling vertrouwen, die een gunstige uitwerking zal hebben op de gezamenlijke aanpak van problemen.

5. economisch systeem; de aard van economische kernactiviteiten productie, consumptie en distributie bepaalt de mate waarin gebruik wordt gemaakt van watersystemen¹⁷.

16 Voor een introductie in de sterk verschillende opvattingen over milieu-ethiek: Elliot, ed. [1995] en Armstrong & Botzler [1993].

17 De filosofie die aan het economisch systeem ten grondslag ligt, kan van grote invloed zijn. Zo heeft de stelling van Marx dat water als eerste levensbehoefte vrij ter beschikking moet staan in de voormalige communistische landen tot grote verspilling geleid [Van Ast, 1990: 444]

Het watergebruik op wereldschaal stijgt ongeveer drie keer zo snel als de bevolking groeit [Falkenmark & Biswas, 1995; Veltrop 1996: 403]. Meer nog dan de demografische variabelen zijn het aldus deze economische eenheden die de directe oorzaak zijn van de belasting op water en milieu. Evenals het aantal mensen is ook het aantal economische activiteiten per persoon sinds de industriële revolutie in toenemende mate stijgende. Veel industriële processen vergen koelwater, waswater en proceswater. Daarbij moet wel worden aangetekend dat ongeveer negen procent van het totale industriële gebruik (dus inclusief koelwater) ook wordt geconsumeerd [Postel e.a., 1996: 787]. Het overige wordt in min of meer verontreinigde staat weer terug in het watersysteem geloosd en kan dus worden hergebruikt.

Saeijs & Van Berkel [1994: 1] geven een illustratie van de watervraag van enkele productieprocessen.

Productieproces	Aantal gebruikte liters water per ton produkt
Staal	4 300 ¹⁸
Leer	50 000
Papier	100 000
Kamgaren kleding	2 700 000
Redelijke hap eten	300 000

Figuur 2.3; zoetwatergebruik bij produktie van een aantal goederen en van voedsel [Saeijs & Van Berkel, 1994].

Op basis van een dergelijke vergelijking kan voor iedere kilo produkt het aantal liters water dat de produktie heeft gekost worden berekend. In navolging van Allan [1994] noemt Savenije [1998] dit de hoeveelheid "virtueel water"¹⁹. Met dit begrip wordt een produkt uitgedrukt in de hoeveelheid water die voor zijn produktie nodig is²⁰. Veel hoogproductieve landbouwvariëteiten uit de "groene

18 Gleick [1998: 20] geeft aan dat een ton staal in 1930 werd geproduceerd met 60 tot 100 ton water, vandaag de dag is dat gereduceerd tot onder de 6 ton.

19 Naast virtueel water bestaat "blauw water" dat betrekking heeft op vloeibaar zoet water zoals dat in vloeibare vorm aanwezig is. Wit water is opgeslagen in ijs en sneeuw, water dat zich bevindt in de wortelzone van de bodem (vocht dat nodig is voor de plantengroei), wordt wel "groen" water genoemd [Falkenmark & Biswas, 1995].

20 Doorgaans wordt ervan uitgegaan dat een kilo graan tenminste 1.000 liter water nodig heeft gehad. De hoeveelheid virtueel water van een kilo rijst bevindt zich tussen de 1 en 2 m³ water en een kilowattuur energie vraagt 4 m³ water [Savenije & Van der Zaag, 1998: 61].

revolutie" vergen per kilo opbrengst relatief veel water. Volgens een schatting van McCaffrey [1995] wordt ongeveer één derde van alle voedsel op de wereld geteeld op geïrrigeerde landbouwgronden. Als gevolg van verdamping of wegspoeling bereikt echter ruim tweederde van het irrigatiewater nooit de gewassen.

De voorspellingen voor zowel de omvang van produktie als die voor consumptie en distributie wijzen grofweg op een -hoogstens minder snel- doorzetten van de stijgende trends [Tyler Miller, 1992: 2 e.v.; Cunningham & Saigo, 1990: 104 e.v.]. King & Schneider [1992: 52] schatten dat in de noordelijke landen de consumptie van grondstoffen en energie in de loop van deze eeuw ongeveer zijn verveertigvoudigd. De voorspelde groei in consumptie- en produktiewaardes bedraagt in de meeste westerse landen tussen twee en zes procent per jaar [RIVM, 1988, 1995]. En hoewel nieuwe materialen een afname mogelijk maken van het aantal grondstoffen per produkt (dematerialisatie), haalt de produktiegroei dit ruimschoots in: zowel gebruik van grondstoffen, als van energie en water blijven naar verwachting de eerste decennia stijgen [RIVM, 1988, 1995: 14]. In het bijzonder het exponentiële karakter van deze groei baart de navolgers van de Club van Rome zorgen²¹. Dat de in 1972 door Meadows e.a. [1972] voorspelde groei van het milieubederf niet is uitgekomen, lijkt vooral samen te hangen met het bewustzijn dat de voorspellingen hebben opgeroepen. Weliswaar met vertraging, gaan in de jaren na het eerste rapport aan de club van Rome de trends niettemin nog steeds in dezelfde richting verder [Meadows e.a., 1992]. De "groene Kuznets-curve" voorspelt dat na een periode van toename aan milieugevolgen een afname zal volgen op basis van de mogelijkheden die de gerealiseerde inkomensstijging biedt. Het optreden hiervan is evenwel niet overtuigend aangetoond. Heintz & Verbruggen [1997: 6] stellen dat slechts voor een select aantal milieuproblemen sprake is van verbeteringen die samenhangen met economische groei, terwijl de belangrijkste variabele voor de verbeterde milieukwaliteit een intensivering van het beleid blijkt te zijn. Om deze reden zal *de aantrekkelijke suggestie dat milieudegradatie "vanzelf" wordt opgelost als economische groei gestimuleerd wordt niet opgaan* [Heintz & Verbruggen, 1997: 7]

Een voor de hand liggende conclusie om de toenemende invloed op het milieu tegen te gaan is dan ook gelegen in het afremmen van de groei van de economie. Economen die krimp, of negatieve economische groei niet als een probleem ervaren [Huetting, 1974], hebben echter nooit veel navolging genoten.

21 De metafoor van de groeiende waterlelie is zeer illustratief voor de werking van exponentiële groei. In een afgesloten vijver heerst exponentiële groei; elke dag verdubbelt het aantal waterlelies. Toch duurt het een lange tijd alvorens de drijvende bladeren een substantieel deel van het wateroppervlak hebben bedekt. In de laatste dag echter zijn de gevolgen van verdubbeling zeer ingrijpend. Van een situatie waarin er nog weinig aan de hand lijkt omdat de helft nog bestaat uit open water, groeit de vijver in één dag volledig dicht.

In de "economie van het genoeg" [Goudzwaard, 1974; Goudzwaard en De Lange, 1986] zou de traditionele groei zich slechts in de arme landen mogen voordoen, terwijl inwoners van de rijke landen zich tot kwalitatieve ontwikkeling dienen te beperken. Maar zelfs auteurs die slechts willen uitgaan van ecologische grenzen, het regeneratievermogen van de natuur [Opschoor, 1987], krijgen in de praktijk weinig voeten aan de grond. Op wereldschaal wordt economische groei in navolging van de Commissie Brundtland [WCED, 1987] eerder als stimulans dan als belemmering gezien voor oplossingsrichtingen. In de gebruikelijke definities van economische groei is deze gebaseerd op verwerving van materiële goederen. Hiertegenover staat de "steady state economy" [Daly, 1972], die uitgaat van een gedematerialiseerde economische groei. Volgens Daly [1995] is een "sustainable growth" bij de traditionele wijze van groeiberekening absoluut onmogelijk, daar groei steeds een extra beslag op het milieu legt. Het Nederlandse beleid richt zich daarom op "ontkoppeling", scheiding van de verknochtheid van economische groei aan materie. De groei dient zich meer inhoudelijk voor te doen, in te vullen via grootheden als diensten, kennis en cultuur. Extremere standpunten gaan uit van innerlijke groei; ontwikkeling die spiritueel van aard is en volledig los staat van ieder materieel bezit.

Hafkamp [1995: 3] ziet de tegenstelling tussen economische groei en duurzame ontwikkeling in de mate waarin intergenerationele verdeling plaatsvindt. In de huidige economische wetenschappen is economische groei verbonden met maximalisatie van behoeftebevrediging voor de huidige generatie, terwijl deze zich binnen duurzame ontwikkeling richt op minimalisatie van beperkingen voor toekomstige generaties. Het veranderproces naar een duurzame samenleving is in zijn visie inmiddels begonnen, hoewel dat met veel turbulentie en terugval gepaard gaat. Ondanks de tegenkrachten zijn de denkbeelden die voortborduren op het huidige westerse economisch denken, met zijn streven naar een "gezonde" economische groei van drie procent, nog sterk dominant [Hafkamp, 1995: 20].

Daarom zullen oplossingsrichtingen die uitgaan van het huidige economische systeem, met Brundtland [WCED, 1987] als belangrijkste vertegenwoordiger, naar verwachting ook in de toekomst de trend zetten. Een uiting hiervan is het vertalen van allerlei processen naar concurrentie op een vrije markt. Deze economische dominantie zal leiden tot een efficiëntere, meer rationale omgang met natuurlijke hulpbronnen. Ook overheidssturing zal op rendement worden getoetst, wat betekent dat burgers waar voor hun (belasting)geld willen hebben. Volgens Van Rooy & De Jong [1995: 66] zal dit een stimulans inhouden voor het meer betrekken van burgers bij de besluitvorming: *Het groeiende denken in termen van rendementen zal organisaties nopen tot gezamenlijke, interactieve planvorming.*

Een belangrijke interferentie bij de blokken vier (menselijk gedrag), vijf (economisch systeem) en zes (institutionele arrangementen) is de technologie. Technische ontwikkelingen hebben de samenleving zeer ingrijpend gewijzigd.

hoofdstuk twee

De technologie is een belangrijke bron van verstoring van de meeste riviersystemen op de wereld. Aan de andere kant biedt ze ook oplossingen, zo is bijvoorbeeld technologie in de vorm van zuiveringsinstallaties verantwoordelijk voor de vooruitgang in de waterkwaliteit die in sommige gebieden te zien is. Zonder bijvoorbeeld rioolzuiveringsinstallaties of drinkwaterzuiveringstechnologie zou de huidige populatieomvang in veel gemoderniseerde landen praktisch onmogelijk zijn. Zelfs is verbeterde zuiveringstechnologie in staat gebleken de verhoogde behoefte aan schoon water te compenseren via reiniging van ernstig vervuild water. In een aantal gevallen worden kwaliteitseisen geformuleerd op basis van de verwachte mogelijkheden van technologische innovaties. Milieutechnologie loopt niettemin veelvuldig achter de feiten aan, doordat ontwikkeling pas plaatsvindt op het moment dat economisch profijtelijke technologie op grote schaal wordt ingevoerd.

6. institutioneel kader; de wijze waarop de samenleving is gestructureerd speelt een essentiële rol bij de mogelijkheden gedrag en watersysteem te sturen.

Een aantal direct door het gezag (lees: de overheid) te beïnvloeden variabelen kunnen bijdragen aan adequate sturing. Daarbij moet worden gedacht aan het vormgeven met behulp van een regelstelsel van de bestuurlijke organisatie, het beleidsproces en de financiële middelen. Het is in dit cluster, de bestuurlijke en organisatorische factoren, waarvan in dit onderzoek de aanzet tot veranderingen zal moeten komen.

Van Rooy & De Jong [1995: 65] verwachten op dit terrein een verdere versterking van het reguleringskader, vooral op het terrein van de ruimtelijke ordening. De afnemende gebruiksruimte van het milieu zal het toenemen van regelgeving noodzakelijk maken. Ook zal een verdere diversificatie in financieringsstelsels het aantal regels en bijbehorende organisaties doen vergroten. Door de nadelen die te veel regulering met zich meebrengt, blijft tegelijk een continue strijd bestaan tegen de uitdijende regelgeving. In de tijd van een terugtrekkende overheid wordt overheidsingrijpen en het daarmee verband houdende institutionele kader beperkt tot het strikt noodzakelijke.

De grote aantallen betrokken instanties kunnen ook een belemmerende werking hebben op de uitvoering van geïntegreerd beleid²². Voor het waterbeheer van Nederland spreekt Van Rooy [1995a:292] van *3 ministeries met de eraan gerelateerde directies en instituten, 12 provincies, 88 waterschappen, 633 gemeenten en 37 waterleidingbedrijven (peildatum 1 januari*

22 De kwantiteit aan organisaties is op zichzelf niet bepalend voor de effectiviteit. Dat hangt meer af van het succes waarmee coördinatie of coöperatie plaatsvindt. Een geringer aantal organisaties kan gepaard gaan met grotere interne coördinatieproblemen, zodat het functioneren eveneens wordt gecompliceerd. Wel geeft het huidige aantal betrokken instanties een goed inzicht in het gigantische aandachtsgebied waarop waterbeheer betrekking heeft.

1995). Voorts zijn er nog enige duizenden belangenorganisaties bij betrokken. Hij gaat dan nog voorbij aan alle juridische instanties die zich buigen over conflicten over wateraangelegenheden en de verschillende internationale organisaties die van invloed zijn. Een soortgelijke exercitie voor Vlaanderen laat voor 1994 zien dat 6 departementen met buitenafdelingen, administraties en raden (van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap) zijn betrokken bij het waterbeheer alsmede 5 provincies, 106 polders en wateringens, 15 openbare instellingen, 25 waterbedrijven en een veelvoud aan belangenorganisaties [Van Ast & Korver, 1994]. Gemeentes, die slechts zijdelings betrokken zijn bij waterbeheer in Vlaanderen, zijn hier nog niet bij gerekend.

Voordat nationaal gezien schaalvergroting werd doorgevoerd vielen de meeste van bovengenoemde cijfers nog hoger uit dan nu. Maar hoewel supranationale regelgeving (zoals richtlijnen van de EU) in horizontale zin vereenvoudiging kan bewerkstelligen door clustering van organisaties, betekent het verticaal gezien een verdere uitbreiding van bestuurslagen. Tussen 1909 en 1989 steeg het aantal bestaande transnationale lichamen van 176 naar 4624 [McGrew 1992: 8]. Deze tendens lijkt nog niet geëindigd; met de toenemende interdependentie op allerlei maatschappelijke terreinen, stijgt het aantal transnationale organisaties ongekend.

De institutionele explosie doet zich vooral voor met betrekking tot milieuge-relateerde onderwerpen. De aanjager hiervan is de schaal van de mondiale milieuproblematiek, die qua plaats en tijd niet aansluit op het huidige politieke stelsel. King & Schneider [1991: 125] pleiten in dit verband voor de invoering van een deskundigenlichaam dat op wereldschaal in het milieuvraagstuk moet adviseren.

Voor de samenleving als geheel en het waterbeheer in het bijzonder, kan een aantal dominante veranderingen worden ondergebracht bij de hypothese van "modernisering". Dit begrip heeft betrekking op het intensieve westerse maatschappijtype, dat in hoge mate wordt gestuurd op basis van financiële criteria. Voor een uitgebreide beschrijving van dit proces en de nadelige gevolgen die het met zich meebrengt, kan worden verwezen naar Manders & Goldsmith [1996]. Berger e.a. [1975: 90] onderscheiden op twee niveaus "dragers" van de opvattingen van de moderne mens, die ten grondslag liggen aan de moderniseringsprocessen. Als primaire dragers gelden:

1. de technologische produktiewijze (evenzeer van economische als sociale instituties);
2. de bureaucratisch georganiseerde staat.

De primaire dragers zijn in historisch opzicht de basis geweest voor een veelvoud aan sociale en culturele processen, die langzamerhand ook een zelfstandige werking krijgen. Bij deze secundaire dragers gaat het om:

- verstedelijking; waardoor de gebieden rond grote steden urbaniseren en het platteland ontvolkt;
- een "gemobiliseerde" stratificatie; sociale mobiliteit komt in de plaats van een

hoofdstuk twee

statische maatschappij van klassen, kasten of standen;
- de privésfeer als sleutelcontext voor het persoonlijke leven; de individualisering leidt onder meer tot verkleining van huishoudens en toename van ruimteclaims;
- de bijzondere instituties voor wetenschappelijke en technische innovatie; ze lijken als taak te hebben inhoud te geven aan een vernieuwingsideologie; - massa-educatie; en in verband hiermee massamedia.

Ook andere vormen van "massalisering" van consumptiewijzen vallen onder modernisering, zoals massa-educatie, -recreatie, -sport, -communicatie en -verkoop. Dit is mede het gevolg van de technologische produktiewijze, de eerste primaire drager. Deze leidt verder onder meer tot schaalvergroting en industrialisering van produktiewijzen, die zich inmiddels ook in de landbouw voordoet. Er past een ingenieursmentaliteit bij die is gebaseerd op efficiëntie en die uitgaat van maakbaarheid, calculeerbaarheid en planbaarheid. Dit leidt weer tot economische integratie, internationalisering en dynamiek in de ruimtelijke mobiliteit.

Bij de tweede primaire drager, de bureaucratistische staat, hebben sinds deze indeling aan het begin van de jaren zeventig werd gemaakt, enige belangrijke ontwikkelingen voorgedaan. Zo is sprake van een afname van de invloed van overheidsorganen door horizontalisering, democratisering, informalisering, deregulering en uitbreiding van marktwerking (liberalisering en privatisering). Verder bestaan gelijkere verhoudingen tussen overheid en burgers, door een toenemende mondigheid van burgers en specialistische kennis van niet-gouvernementele organisaties die onder meer in relatie staat tot de steeds complexere sturing. Hierdoor ontstaat een netwerkmaatschappij, waar samenwerking en kennis door de informatietechnologie wordt mogelijk gemaakt en waarin overheden zijn geworden tot bemiddelaars van maatschappelijke groepen.

Vanwege de machtsaccumulerende krachten die in het bijzonder de financiële en technologische gerichtheid met zich meebrengt, kan de op bovengenoemde processen geënte, agressieve cultuur momenteel op wereldschaal domineren. Het bijpassend mens- en maatschappijbeeld is optimistisch en progressief, maar brengt het gevaar met zich mee van eenzijdig nastreven van materiële consumptie, zonder daarbij de gevolgen voor de lange termijn te betrekken (economisme en utilitarisme)²³. In de praktijk zijn de vruchten overigens slechts bereikbaar voor elites van de menselijke soort, zonder dat aandacht wordt besteed aan de effecten voor minder bedeelden²⁴ (of andere soorten).

23 Financiële optimalisatie kan leiden tot veronachtzaming van het milieu doordat het ongedaan maken van de negatieve gevolgen van verontreiniging en afval als kostenposten worden gezien die een negatieve invloed hebben op de concurrentiepositie.

24 Castells [1996] voorziet dat de toenemende economische integratie zal resulteren in een sterke sociale desintegratie en fragmentarisering op wereldschaal. Overheden verliezen hun soevereiniteit en hun mogelijkheden

Gezamenlijk geven moderniseringsprocessen door hun doelstelling de samenleving een richting waarin een milieucrisis onvermijdelijk is, aldus Van der Wal [1997]. Oplossingsrichtingen die noodzakelijk zijn vanuit overwegingen van eigen belang (Hardin [1968]), collectief belang (Brundtland [1987]) of ethiek (King & Schneider [1991]) zullen dan ook niet voorbij kunnen gaan aan groot-schalige maatschappelijke en sociale transformatie. Daarbij zal welzijn niet langer gezocht kunnen worden in doelstellingen met inherente milieuverstoring.

Van bijzonder belang voor het beheer van grensoverschrijdende riviersystemen is de tendens tot steeds verdergaande internationalisering. De CLTM [1990: 618] spreekt zelfs over een *internationaliseringstrendbreuk*, om het proces van toenemende interdependentie te duiden, dat zich op vele terreinen aan het voltrekken is. Deze toenemende vervlechting van het mondiale sociaal-economisch systeem, zal voor het waterbeheer belangrijke gevolgen hebben (zo ook UvW, [1998: 9 e.v.]). Voor Nederland dient in eerste instantie te worden gedacht aan de Europeanisering van het beleid. In elk geval wordt de waarde van nationale grenzen en de invloed van nationale overheden gereduceerd. Hoewel het institutionaliseringsproces dat hieraan verbonden is, met forse horten en stoten gepaard gaat, kan worden verwacht dat de hoofdrichting er voorlopig één is van intensivering van de internationale samenwerking²⁵. Daarbij is ook de internationalisering van communicatiestromen in het voor waterbeheer zo essentieel geachte onderzoek van groot belang. Dit betreft niet alleen de bij het waterbeheer betrokken instanties, maar ook de wetenschappelijke onderzoekscentra. Grensoverschrijdend beheer van watersystemen zal hierdoor worden gestimuleerd. Zo komt Wessel [1992: 7] tot een mega-trend in het bestuur, *towards the control of an ever increasing network, both in the fields of the users and in the fields of water management*.

Hogenboom [1998] spreekt liever van "transnationalisering", omdat (1) niet alleen statelijke factoren een rol spelen maar ook bijvoorbeeld NGO's en (2) internationalisering niet overal op de wereld aanwezig is en er zich sterke regionale zwaartepunten ontwikkelen. Mede in verband met het eerste argument van Hogenboom [1998] wordt voor de toenemende interdependentie en integratie op wereldschaal vaak het begrip globalisering gebruikt. Het tweede argument betreft een proces van lokalisering en economische specialisatie (met uitsluiting van andere gebieden, aldus Castells [1996]) dat veelal wordt aangeduid met als regionalisering. De uitkomst van deze trends is steeds dezelfde: deterritorialisering.

Net als globalisering en internationalisering leidt regionalisering tot minder

de economie te sturen. De netwerkeconomie is een systeem met een geheel eigen dynamiek dat kan leiden tot het "uitschakelen" van hele regio's, die zich zowel in rijke als arme landen kunnen bevinden.

25 Ook is verdere integratie van wetgeving binnen Nederland te verwachten. Steekhoudende argumenten tegen de invoering van één Integrale Waterwet, zijn niet voor handen.

hoofdstuk twee

60

invloed van staatsgrenzen. Zo kan internationalisering tegelijk optreden met lokale zelfbeschikking van groepen mensen aan verschillende zijden van een nationale grens. Dit kan worden beschouwd als een direct gevolg van een grotere mondigheid van de bevolking en de horizontalisering van de verhouding tussen burger en overheid. Van Rooy & De Jong [1995] verwachten in dit verband dat *het gebiedsgericht denken terrein zal winnen. Als consequentie zullen de algemeen geldende eisen aan watersystemen plaats moeten maken voor specifieke eisen, gerelateerd aan lokale omstandigheden en gebiedsgerichte doelstellingen.*

Wellicht dat langs de weg van het "natuurlijke" systeem als uitgangspunt van beheer enig tegenwicht kan worden geboden aan een verschijnsel dat "artificialisering" zou kunnen worden genoemd. Steeds verder dringt de invloed van de mens door in de natuur. Het duidelijkste voorbeeld is de sterke uitbreiding van de ruimte die de mens zich toeëigent. Maar ook hebben moderniseringsprocessen hun weg naar het natuurlijk systeem reeds gevonden, zoals het (re)introduceren van biologische soorten en het werken met fokprogramma's in natuurgebieden. Dit leidt tot wat men zou kunnen noemen de-naturering of "vermenselijking van de natuur"²⁶.

Het eerste aandachtsveld afsluitend, kan worden geconstateerd dat een groot aantal maatschappelijke processen van invloed is op de veranderingen in riviersystemen. In het volgende wordt nader aandacht besteed aan deze veranderingen, bij de bespreking van het natuurwetenschappelijke aandachtsveld.

2.4 Het riviersysteem

2.4.1 Algemeen

²⁶ Aan de andere kant levert het natuurlijke systeem ook bouwstenen op voor maatschappelijke concepten, getuige bijvoorbeeld het begrip "industriële ecologie". Dit houdt grofweg in dat ook in het geheel aan productieprocessen meer in termen van kringlopen wordt gedacht.

Inzicht in hetgeen zich binnen natuurlijke systemen afspeelt is essentieel voor het voeren van adequaat waterbeheer. In het navolgende wordt eerst een verkenning gemaakt van de relevante factoren van aandachtsveld twee. Zij bepalen de processen die zich in en rond het water voordoen. In dit door de natuurwetenschappen bestudeerde terrein wordt de focus gericht op het watersysteemtype waarop dit onderzoek zich richt; het riviersysteem.

De aanwezigheid van zoet water is het gevolg van de hydrologische kringloop van verdamping en neerslag van watermoleculen. De verschijningsvorm van een zekere hoeveelheid water die wordt afgevoerd naar een laagste punt, wordt algemeen aangeduid met het begrip **rivier**. Hoewel rivieren ondergronds kunnen stromen, wordt het meeste rivierwater over het aardoppervlak getransporteerd.

Het stelsel van fysische, chemische en biologische factoren dat aan een bepaalde verschijningsvorm van vloeibaar water is verbonden, kan op een hoger niveau worden gekarakteriseerd met de term "watersysteem". Deze aanduiding benadrukt de samenhang die tussen de factoren bestaat. Het wordt in de Notitie "Omgaan met Water" omschreven als een *geografisch afgebakend, samenhangend en functionerend geheel van oppervlaktewater, grondwater, onderwaterbodem, oevers, technische infrastructuur, met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen. De grenzen van een dergelijk watersysteem worden in de eerste plaats bepaald op grond van morfologische, ecologische en functionele samenhang* [V&W, 1986: 35]. De laatste zin benadrukt dat niet de door de mens ingestelde bestuurlijke grenzen bepalend zijn. In de derde nota waterhuishouding van Nederland [V&W, 1989: 12] wordt bovenstaande definitie verder ingekort tot *een kader dat wordt gevormd door het waterhuishoudkundige systeem met zijn relevante omgeving, waarvan de begrenzing mede afhankelijk is van de functionele samenhangen waarop men de aandacht richt*. Deze inkorting doet geen recht aan het belang van de levensvormen die in onderlinge verbondenheid in stand worden gehouden. Een ecosysteem met een diversiteit aan levensvormen is in het algemeen beter in staat de verschillende functies naast elkaar te vervullen. Een definitie van een **watersysteem** kan nu als volgt luiden: "een stelsel van aan water gebonden fysische, chemische en biologische factoren die in samenhang een ecosysteem in stand houden". Het zelfregulerende karakter van natuurlijke ("spontane") systemen komt hierin beter naar voren dan in de eerdere definities. Nog verder samenvattend kan worden volstaan met "een aan water gebonden ecosysteem"²⁷.

27 Dit is dus inclusief de aan het systeem verbonden delen van water, bodem, lucht en organismen. Ook bijvoorbeeld zijrivieren, grondwater en begroeiing van de winterbedding maken integraal onderdeel uit van het riviersysteem. Dit is een ruimer begrip dan Wessel [1997: 219] hanteert: *a river system consists of a main stream and a number of tributaries and distributaries*.

Er bestaan verschillende typen watersystemen. Indien het watersysteem is gebonden aan stromend zoet water, kan gesproken worden van een **riviersysteem** ("river system"). Het gaat dan om "een stelsel van waterlopen dat het water in een zeker gebied afvoert, met de daaraan gebonden fysische, chemische en biologische factoren". In de kern is dit een "aan een stelsel van waterlopen gebonden ecosysteem", maar deze laatste definitie doet onvoldoende blijken dat het begrip watersysteem bedoeld is om het object van de waterbeheerder inzichtelijk te maken (en bijvoorbeeld niet om een nieuw begrip in de ecologie te introduceren).

Het begrip "ecosysteem" is een aanduiding van het milieu op een bepaald systeemniveau. Op het hoogste niveau, de biosfeer, valt de gehele planeet onder het totale ecosysteem aarde. Op een lager niveau kunnen klimaat- en/of bodemgebonden eenheden worden afgebakend; de ecosystemen²⁸. Op een nog lager niveau worden milieucompartimenten onderscheiden: water, bodem, lucht en organismen. Als nog een systeemniveau wordt afgedaald, zien we fysische, chemische en biologische factoren²⁹.

28 Ecosystemen zijn open systemen die verder kunnen worden verdeeld in macro- en microsystemen, en alles wat daar tussen zit.

29 Cunningham & Saigo [1992: 16] onderscheiden 13 niveau's in de organisatorische hiërarchie van de biologische wetenschappen. Van macro naar microniveau zijn dat biosfeer, ecosystemen, levensgemeenschappen, populaties, soorten, organismen, orgaansystemen, organen, weefsels, cellen, moleculen, atomen en subatomaire deeltjes. Ecosystemen bevatten echter naast biologische ook chemische en fysische factoren.

Schematisch zijn de systeemnivo's als volgt weer te geven:

6444444444444444444444447		
5	het	5
5	ecosysteem	5
5	aarde	5
9444444444444444444444448		
6444444444444444444444447		
5	organismen	5
5	in hun	5
5	omgeving	5
9444444444444444444444448		
6444444444444444444444447		
5	lucht	5
5	organismen	5
5	water bodem	5
9444444444444444444444448		
6444444444444444444444447		
5	fysische, chemi-	5
5	sche en biologi-	5
5	sche componenten	5
9444444444444444444444448		

vierde nivo;
planeet

derde nivo;
ecosystemen

tweede nivo;
milieucompartimenten

eerste nivo;
factoren

Figuur 2.4; vier niveau's van het natuurlijke systeem

Vaak wordt getracht met behulp van gegevens van het eerste systeemniveau te voorspellen hoe het natuurlijke systeem zich op hogere niveau's manifesteert. De relaties tussen de verschillende factoren kunnen echter zodanig zijn, dat ze gevolgen hebben die extrapolatie vanuit lagere niveaus niet voorziet. De beste resultaten van een effectanalyse van menselijke ingrepen in het watersysteem worden daarom verkregen op een zo hoog mogelijk systeemniveau. Aanvullend kan inzicht in de factoren op het laagste systeemniveau een analyse verhelderen.

2.4.2 Fysische factoren

Fysische factoren zijn in hoge mate bepalend voor de chemische en biologische factoren. De fysische factoren kunnen worden verdeeld in drie hoofdcategorieën:

- hydrologie; het stromingspatroon van het water,
- geologie; de vaste materie waarover het water zich een weg baant,
- klimatologie; de weersinvloeden die op het water van invloed zijn.

Hydrologie en geologie komen samen in het begrip **stroomgebied**³⁰. Het is het

³⁰ Naast deze natuurwetenschappelijke dimensie, het watersysteem, heeft een stroomgebied een maatschappelijke dimensie: de samenleving die zich

volledige grondgebied waarvan het afstromende water door één waterloop wordt afgevoerd [CHO, 1986: 67]³¹. De plaats waar een waterdeeltje zijn weg vindt als geen verdamping of infiltratie in de bodem plaatsvindt, bepaalt aldus in welk stroomgebied het terecht kwam. "Watershed" is het Engelse begrip voor stroomgebied dat hiermee overeenstemt, maar meestal wordt gehanteerd op het niveau van de sub-stroomgebieden³². Een beter synoniem is het hydrologische begrip "river basin", *a geographically delineated area that is drained by a river system*³³, aldus Wessel [1997: 219]. "Water catchment area", een geologisch begrip, is vergelijkbaar, maar verwijst primair naar het grondgebied dat het water ten behoeve van de rivier opvangt [Odum, 1983: 61]. Staat dus bij het riviersysteem het watergerelateerde ecosysteem centraal, bij "catchment-area" valt de nadruk op de bodem en bij "river basin" op het water.

In verband met de mogelijke implicaties voor het beheer van het land, gaat het verdrag van de Verenigde Naties over grensoverschrijdend waterbeheer uit van de aanduiding "watercourse". Een waterloop heeft slechts betrekking op watervoorkomens die in het stroomgebied aanwezig zijn. Het is *a system of surface waters and groundwaters constituting by virtue of their physical relationship a unitary whole and normally flowing into a common terminus* [UN, 1997, art. 2a]. Het gebruik van de term "Riversystem" door Dynesius & Nilsson [1994: 753] sluit hierbij aan³⁴. Zij verstaan hieronder *the entire networks of*

in betreffend hydrologisch afgebakend gebied ontwikkelt.

31 De EU [1999: art. 2 lid 7] definieert een stroomgebied als: *het gebied van waaruit al het over het oppervlak lopende water een opeenvolging van stromen, rivieren en eventueel meren volgt, tot aan een enkele riviermond, een estuarium of een delta, en zo in zee uitmondt.*

32 Volgens de World Bank [1993: 7] kan een watershed worden beschouwd als *area drained by a river or stream system.*

33 Een "river basin" is *"the area of land drained by a river and its branches, or tributaries"* [Teclaff, 1996: 360], of *"the area within which waters of natural origin (rain, groundwater flow, melting of snow and ice) feed a given river"* [UN, 1978: 1]. In de definitie van de Wereldbank is het *a geographical area determined by the watershed limits of a system of water, including surface and underground water flowing into a common terminus* [World Bank, 1993: 6]. Deze omschrijving suggereert dat ook landgebruik op het grondgebied waarover de rivier stroomt tot de competentie van rivierbeheerders zou moeten worden gerekend. Volgens Teclaff [1996: 379] wees de ILC om deze reden het "river basin concept" af, en koos voor een ecosystembenadering; *the term "ecosystem" could be construed very narrowly as applying only to the stream and the contents of its water.*

34 De overgang tussen een riviersysteem en grondwater- en landsystemen is vloeiend. De verbondenheid is zo groot dat een waterdeeltje zowel deel kan uitmaken van een riviersysteem als van een land- of grondwatersysteem

maatschappij - riviersysteem

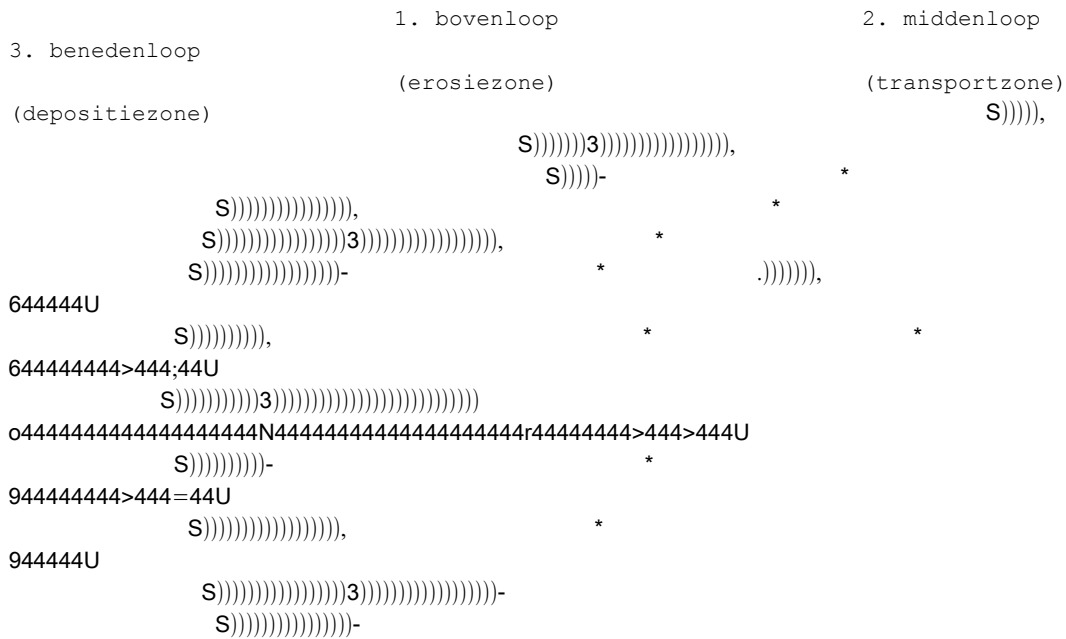
*stream and river channels interconnected by surface freshwater, from the headwaters to the sea*³⁵. Wessel [1996: 16] noemt een riviersysteem de ruggegraat van het stroomgebied, maar beter lijkt het te spreken van het *skelet* van het stroomgebied, met de rivier als ruggegraat. In tegenstelling tot de meeromvattende betekenis van het begrip riviersysteem in deze studie, hanteren beiden de term dus in een zuiver hydrologische betekenis. De term "rivierstroomgebied" kan vervolgens worden vergeleken met die van het eerdergenoemde "river basin": het geografische gebied dat wordt afgewaterd door een riviersysteem". Volgens Wessel [1997: 219] wordt de delta vaak niet tot het riviersysteem gerekend, vanwege de grote invloed die de zee hier heeft. Niettemin watert ook een deltagebied af via de rivier, zodat dit gebied er nadrukkelijk moet worden bijgerekend.

In het algemeen wordt als indicator van de grootte van een rivier de lengte van bron tot monding (de ruggengraat) genomen. Omdat de lengte van de hoofdrivier op zichzelf niets hoeft te zeggen over de lengte van de zijrivieren of over de hoeveelheid water die wordt afgevoerd, is de waarde van deze indicator gering. Maar vrijwel overal ontbreken de getotaliseerde gegevens van het oppervlakte aan water, dus inclusief zijrivieren, of zelfs van het aantal kilometer waterlopen. Wellicht dat de beste indicator voor de grootte van een rivier kan worden afgemeten aan het aantal vierkante kilometers stroomgebied, maar ook deze indicator wordt gerelativeerd, omdat de hoeveelheid afgevoerd water sterk verschilt met het klimaat.

In grote lijnen hebben riviersystemen in hydrologisch opzicht een overeenkomstige opbouw in met de hoogteverschillen samenhangende zones. De meeste rivieren ontstaan in berggebieden. In de bovenloop woelt de stroming bodemmateriaal los, zodat wordt geproken van de erosiezone. Vervolgens passeert dit stroomafwaarts de middenloop via de transportzone. In het vlakke land dat zich vaak bevindt rondom de monding (de delta), bezinkt veel van het vaste materiaal, waardoor de benedenloop ook wel de depositiezone wordt genoemd. Bij kleine waterlopen die zich dicht bij zee bevinden, ontbreekt deze opbouw.

De opbouw van grote riviersystemen ziet er als volgt uit.

35 Ook de verdragen betreffende de Schelde en de Maas spreken over een riviersysteem; het is de rivier zelf (van bron tot monding) *alsmede alle daarop al dan niet rechtstreeks afwaterende waterlopen en kanalen op het grondgebied van de verdragssluitende partijen*. Stroomgebied is *het gebied dat afwatert op de rivier of haar zijrivieren* (Verdragen inz. de bescherming van de Maas en van de Schelde, Trb 1994,149: art 1, a-c).



Figuur 2.5; schematische opbouw riviersysteem

Deze hoofdopbouw vertaalt zich ook in de plaatselijke hydrologie. De hooggelegen kleine wateraanvoerende stroompjes bevatten als gevolg van het sterke verval snelstromend water dat een geheel andere verschijningsvorm heeft dan de traag stromende wateren die zich stroomafwaarts bevinden. Hoe groter het laaggelegen gebied met een klein verval aan de monding is, hoe dieper de getijdewerking vanuit zee landinwaarts kan opdringen³⁶.

De meeste stroomgebieden wateren af in een met de oceanen verbonden zee; of in één punt (het lozingspunt) of in een delta. Czaia [1983: 186 e.v.] geeft een uitgebreide typering van riviermondingen. Een deel van de rivieren op de wereld mondt uit in afgesloten zeeën of meren. Daar verdampt het water of zakt het in de bodem. Ook komt het voor dat rivieren in de bodem eindigen. Soms droogt de rivier op als gevolg van verdamping en infiltratie voordat reservoirvorming of verdere afstroming naar zee kan plaatsvinden³⁷.

36 Naast deze horizontale opbouw van een rivier (die overigens samenhangt met verticale geologische verschillen) is op één plaats van de rivier meestal sprake van een verticale gelaagdheid van rivierwater.

37 De rivieren die door Nederland stromen monden alle uit in kustzeeën die in verbinding staan met de (Atlantische) Oceaan. Een voorbeeld van een rivier die door infiltratie en verdamping eindigt is de Okavangorivier, waarvan de delta zich bevindt in de Kalahari woestijn (te Botswana).

De grenzen van een stroomgebied worden ook wel aangeduid als de "waterscheiding"³⁸. Wessel [1996: 16] geeft een sterk op het kwaliteitsbeheer toegevoerd omschrijving van een stroomgebied: *het totale gebied, waarvan de via grond- en oppervlaktewater aangevoerde afvalprodukten de kwaliteit van het ontvangende rivier- en/of afwateringssysteem kunnen beïnvloeden*.

De geologische gesteldheid van de bodem bepaalt eveneens een groot deel van de verschijningsvorm van de rivier. Doorlatend materiaal kan ertoe leiden dat het water in de grond zakt en ondergronds zijn weg vervolgt. Soms kan dit water weer bovenkomen in zogenaamde kwelgebieden of bronnen. Hard bodemmateriaal dwingt de rivier een omweg te maken en los materiaal veroorzaakt meandering, waarbij in binnenbochten bodemmateriaal wordt afgezet dat in buitenbochten wordt uitgeschuurd. Mede met de bodemgesteldheid samenhangende plantengroei kan het water opstuwten en daardoor de stroom verleggen.

Ook klimatologische omstandigheden (als zon en wind) hebben grote invloed op de verschijningsvorm van de rivier. De hoeveelheden neerslag en verdamping bepalen de hoeveelheid water. Indien de temperatuur aanleiding geeft tot ijsvorming zijn belangrijke effecten te verwachten op de morfologie en hydrologie. De aanwezigheid van ijs kan rivieren verstopen en de bedding vervormen. Een ander effect is te zien in de zuurstof opname capaciteit, die omgekeerd evenredig is aan de temperatuur. De temperatuur en de verdeling hiervan over het seizoen zijn in hoge mate bepalend voor de functies die een rivier kan uitoefenen. Belangrijke fysische eigenschappen van het water zijn het gehalte aan vaste deeltjes, de stroomsnelheid en de temperatuur, die zowel horizontaal als verticaal verschillen vertonen.

2.4.3 Chemische factoren

In rivierwater komen veel verschillende stoffen in vaste en opgeloste vorm voor. De bodemgesteldheid is de belangrijkste natuurlijke factor voor de chemische samenstelling van het water, zoals bijvoorbeeld de zuurgraad en de hardheid van het water. In bepaalde gevallen kunnen rivieren van nature voor flora en fauna schadelijke gehalten aan chemische stoffen vervoeren, bijvoorbeeld indien zij door ertshoudende gebieden stromen. De verschillende chemische

38 Stroomgebiedsgrenzen kunnen in de verticale dimensie verschillen doordat grondwaterstromen op verschillende dieptes in stromingsrichting kunnen variëren. Ook kunnen, zeker in perioden van hoge waterniveau's, stroomgebieden samenvloeien, of kan de ene rivier de andere opnemen [Teclaff, 1996: 360]. Dat het niet eenvoudig is een stroomgebied juridisch te definiëren illustreert Del Castillo La Borde [1996: 264] aan de afbakening van de Zuidamerikaanse Rio de la Plata. McCaffrey, [1996: 303 e.v.] beschrijft de moeizame procedure bij de voorbereiding van het VN-verdrag over de definitie van een "international watercourse".

stoffen die van nature in het water zijn opgelost, zij van invloed op de biologische functies die een rivier heeft en ook niet-giftige stoffen kunnen veel invloed hebben, zoals bijvoorbeeld nutriënten.

Aan de monding in zee is bij veel rivieren een overgangsgebied in zoutgehalte aanwezig, de lengte gradiënt. Indien deze overgangszone een zekere omvang heeft, wordt ze estuarium genoemd. Als gevolg van de periodieke afwezigheid van stroming vanwege de getijdewerking, bezinkt hier veel slib. Daarbij speelt ook de invloed van zout op de opgeloste deeltjes een rol. Omdat estuaria sedimentatiegebieden zijn hebben zij te maken hebben met accumulatie van chemische stoffen. Veel verbindingen hebben namelijk een sterke neiging om zich fysisch te hechten aan de zwevende deeltjes in het water die hier uitzakken.

2.4.4 Biologische factoren

Aan rivieren gebonden watersystemen spelen een sleutelfactor in de regulering en het onderhoud van biodiversiteit in landschappen. Dynesius & Nilsson [1994: 753] stellen; *They have a fundamental role in the movement of organisms and dead matter, being the most important natural corridors through the landscape. Ecologists now view rivers both as systems with their own characteristics and as mediators of communication in several dimensions. Ecological interactions can be apprehended in both directions between the river and the receiving sea, the main river channel and its tributaries, the river's source and mouth, the river and its terrestrial surroundings, the river and the atmosphere, and even the river and the hyporheic water (that is, water moving underground).*

De variëteit in biologische soorten in een riviersysteem is niet constant. Verschillen zijn aanwezig in tijd en ruimte (zowel in de lengte, de breedte als de diepte). Zo zijn rivieren in de lengterichting vaak in te delen op grond van hun karakteristieke vispopulatie: de forelzone in de bovenloop, de barbeelzone in de middenloop en de karperachtigenzone in de benedenloop. De hoge aantallen organismen in de meeste rivieren en vooral in estuaria wordt onder meer veroorzaakt door de constante vracht nutriënten die wordt aangevoerd. Dit wordt in estuaria nog versterkt door een hoog niveau aan detritus (dood organisch materiaal), dat onder andere het gevolg is van de overgang van zoet naar zout water. Bovendien is hier meestal een grote verscheidenheid in morfologie aanwezig, met veel ondiep water, omstandigheden die ideaal zijn voor jonge vissen en organismen die hun voedsel uit het water filteren. Estuaria, waar zoet en zout water elkaar ontmoeten, worden dan ook wel de "kraamkamers van de zee" genoemd. De concentratie aan levensvormen die zich in de overgangsgebieden tussen zoet en zout water voordoet, is zeer gebaat bij een geleidelijke overgang in zoutgradiënt. Een abrupte overgang beperkt de mogelijkheden voor een uitgebreide levensgemeenschap.

Een tweede reden voor de relatief hoge biologische activiteit in rivieren is te vinden in wat Dynesius & Nilsson [1994: 753] de corridor noemen; de verbindingsgang tussen verschillende ecotopen³⁹. Meest tot de verbeelding sprekende voorbeeld van een organisme dat gebruik maakt van de corridor-functie is de zalm. Deze migrerende vissen maken gebruik van de bovenstroom van rivieren in hun eerste levensfase. Na een stadium in zee komen ze naar hun geboortegronden terug om te paaien⁴⁰. Dit leidt gedurende bepaalde perioden van het jaar tot een veel hoger aantal dieren dan louter op grond van het voedselaanbod mag worden verwacht.

Hoge concentraties aan levensvormen zijn ook vaak te vinden in de overgangsgebieden van land en water. Rivieren zijn van belang voor de voortplanting van amfibieën en vormen, zeker in drogere klimaten, een belangrijke bron van drinkwater voor landdieren. Veel dieren houden zich dientengevolge regelmatig aan de oevers op. Andere redenen voor concentratie van landfauna zijn de aanwezigheid van voedsel op droogvallende gedeelten van de bedding, vochtige graasgronden aan de oevers en de betekenis als landschappelijk obstakel voor verdere trek over land.

2.4.5 Processen binnen het riviersysteem

De fysische, chemische en biologische factoren gezamenlijk bepalen de wijze waarop een riviersysteem zich ontwikkelt. Primaire factoren als temperatuur, bodemsoort, verval, neerslag, zoutgehalte, zuurgraad, hardheid en aanwezige biologische soorten bepalen secundaire factoren als gelaagdheid van het water, steilheid van de oevers, sedimentatie, organisch materiaal en andere organismen. Kenmerkend voor de meeste riviersystemen is daarbij de hoge mate van dynamiek. Grote variaties in wateraanvoer en stroomsnelheid zijn in dit verband de belangrijkste aspecten, voor estuaria aangevuld met de getijdewerking. De omvang van de biodiversiteit hangt vooral samen met de totale verscheidenheid tussen en binnen de typen watersysteem. Tegelijk is een constante aanvoer van organische stoffen een vereiste voor een hoge omvang van de biomassa, in geval van estuaria aangevuld met een geleidelijke overgang in zoutgehalte.

39 Een ecotoop is een begrip uit het Nederlandse milieubeleid; ruimtelijk begrensde ecologische eenheden met een karakteristieke homogeniteit in een natuur- of cultuurlandschap. Ecotopen of biogeografische eenheden moeten op beperkte afstand van elkaar zijn gelegen om genetische uitwisseling van soorten mogelijk te maken. In het natuurbeleid wordt in dit verband van het "stepping stones-concept" gesproken.

40 De zalm is een anadrome trekvis, in tegenstelling tot katadrome trekvissoorten die in zee paaien en vervolgens rivieren opzwellen voor hun volwassen levensstadium (zoals de paling).

De morfologische en biologische diversiteit loopt in de meeste riviersystemen in de wereld terug. In algemene zin kan tevens een trend worden waargenomen van zeldzame naar algemene en van langlevende naar kortlevende soorten. Deze convergentie in biologische soorten doet zich op wereldschaal voor en kan daarom worden aangeduid als "ecologische globalisering". Voor wat betreft riviersystemen moet hierbij worden aangetekend dat in een aantal rijkere landen het dieptepunt in de jaren zeventig werd bereikt. Inmiddels is een verandering van de waterkwaliteit is opgetreden, die weer tot een gedeeltelijk herstel van de biodiversiteit heeft geleid.

2.5 Relatie mens-riviersysteem

2.5.1 Beïnvloeding riviersysteem

2.5.1.1 Algemeen

Na eerst de maatschappij (veld één) en vervolgens het riviersysteem (veld twee) te hebben besproken komt nu de relatie tussen beide aan de orde. Deze relatie is wederkerig. Aan de ene kant beïnvloedt de mens het watersysteem zodanig dat veranderingen optreden in het watersysteem. Aan de andere kant wijzigen de veranderingen de betekenis die het watersysteem voor de mens heeft. De betekenis van een watersysteem voor de mens wordt bepaald door het geheel aan fysische, chemische en biologische eigenschappen. Op uiteenlopende wijzen beïnvloedt de mens het functioneren van riviersystemen. Drie hoofdtypen van beïnvloeding van het natuurlijk systeem kunnen worden onderscheiden: (1) iets toevoegen, (2) iets onttrekken en (3) iets veranderen aan de structuur van het systeem (zonder dat daarbij sprake is van onttrekken of toevoegen)⁴¹.

41 Dit hoofdstuk beperkt zich tot de objectieve velden uit de aandachtsveldenmatrix. De beïnvloeding door de mens leidt tot verschijnselen in het watersysteem. Als deze verschijnselen door grote groepen mensen worden gepercipieerd als een ongewenst verlies aan betekenis van het watersysteem, is sprake van een probleem. Dan is sprake

2.5.1.2 Toevoeging

De eerste categorie toevoeging die waarschijnlijk tot veranderingen in het functioneren van watersystemen zal leiden betreft stoffen die in de lucht worden gebracht. De toename van de concentraties kooldioxyde, methaan, distikstofoxyde, ozon en CFK's (chloorfluorkoolwaterstoffen en daaraan verwante stoffen)⁴², leiden tot een versterking van het broeikas-effect [Crutzen, 1996]⁴³. De gemiddelde temperatuur op aarde loopt hierdoor nog sneller op dan deze op grond van natuurlijke oorzaken toch al doet [Houghton e.a., 1995]. Schattingen over de gerealiseerde temperatuurstijging in de twintigste eeuw lopen uiteen van 0,3 tot 0,6 graden Celsius en mede hierdoor is in de laatste eeuw de zeespiegel tussen de 10 tot 25 centimeter omhoog gekomen [Gleick, 1998: 139].

De toekomstige gemiddelde temperatuurstijging op aarde is moeilijk te voorspellen. De meeste schattingen bevinden zich tussen de 1 tot 3 graden aan het einde van de 21-ste eeuw. De verwachtingen over een hierdoor stijgende zeespiegel zijn nog meer onzeker. Ook bestaat onzekerheid over de gevolgen die de klimaatsveranderingen hebben voor riviersystemen. Met betrekking tot West-Europa wordt verwacht dat de hoeveelheid neerslag in droge perioden vermindert en dat zich in natte tijden hogere piekafvoeren zullen voordoen

van verstoring van de relatie mens-milieu, waar bij "toevoeging" sprake is van verontreiniging, bij "onttrekking" van uitputting en bij "structuurverandering" van aantasting.

42 CO₂ wordt ongeveer voor de helft verantwoordelijk geacht voor de temperatuurstijging. De concentratie van dit gas is van de pré-industriële 280 parts per million in 1994 gestegen tot 358. De methaanconcentratie (CH₄), ongeveer voor een kwart verantwoordelijk, ging in dezelfde periode van 700 parts per billion naar 1720 [Gleick, 1998: 139].

43 Over het bestaan van een broeikas-effect kan geen twijfel bestaan. Een aantal stoffen heeft de eigenschap warmte te absorberen. Zonder bijvoorbeeld CO₂ in de atmosfeer zou de aarde te koud zijn voor de meeste levensvormen. Over de mate waarin de toename van deze stoffen de oorzaak zal zijn voor extra stijging van de gemiddelde temperatuur bestaat evenwel geen overeenstemming. Zo wordt aangevoerd dat sprake is van een oplopende temperatuur op aarde door de aanwezigheid van zonnevlekken. Daar staat echter tegenover dat de huidige klimaatverandering vele malen sneller gaat dan iedere uit het verleden bekende temperatuurswijziging. Bovendien bestaat geen enkele aanleiding te veronderstellen dat de CO₂-moleculen hun warmtevasthoudende eigenschappen zouden hebben verloren, nu het CO₂-gehalte in de onderste delen van de atmosfeer zich heeft verdubbeld.

[Kwadijk, 1993]⁴⁴. Ook andere hydrologische gevolgen worden verwacht, onder meer betreffende evapotranspiratie, bodemvochtigheid, neerslag, sneeuwsmelt en stormfrequentie [Gleick, 1998: 139 e.v.].

De mens voegt ook direct allerlei stoffen en materialen toe aan watersystemen. Toevoeging aan het milieu kan het meest eenvoudig worden bekeken op het systeemniveau der fysische, chemische en biologische componenten. Dan blijkt dat vooral de chemische verbindingen die aan water worden toegevoegd van grote invloed zijn. Ook toegevoegd afval, bijvoorbeeld bodemsoorten (zand, klei, ertsrestanten) of zelfs water, blijken in de eerste plaats een chemisch karakter te hebben. Over de invloed die de rond 60.000 stoffen die de mens produceert heeft, bestaat nog veel onzekerheid. Naar schatting is van 10.000 stoffen iets bekend over hun toxiciteit voor mensen, terwijl maar van een kleine fractie iets bekend is over hun toxiciteit voor ecosystemen [Van Stralen e.a., 1991]. Ook als effecten op individuele organismen verwaarloosbaar lijken, kunnen aanzienlijke veranderingen op ecosysteemniveau optreden. Vooral dynamische evenwichten tussen organismen of gevoeligheden in een bepaald ontwikkelingsstadium van hun levenscyclus zijn bepalend voor het functioneren het totale ecosysteem.

Op grond van het type effect op (onderdelen van) watersystemen kunnen de belangrijkste vormen van toevoeging aan het watersysteem in tien groepen worden verdeeld.

1. Zuurstofverbruikende stoffen.

De zuurstofverbruikende stoffen zijn vaak organische stoffen afkomstig van industriële en huishoudelijke bronnen ("rioolafval"). De meeste komen van nature in beperkte hoeveelheden in water voor. Een bepaalde categorie organismen is in staat dergelijke stoffen onder verbruik van zuurstof te mineraliseren, de reductanten. Zo kan een zekere toevoeging van dit soort stoffen door het watersysteem worden verwerkt, zonder dat grote veranderingen optreden. Indien de toevoer een bepaalde limiet overschrijdt wordt zoveel zuurstof gebruikt dat een anaëroob ecosysteem ontstaat. Dit bestaat bijna uitsluitend uit micro-organismen en is herkenbaar aan inktzwart water.

44 De mogelijke versterkte zeespiegelstijging en verandering van zee-stromingen [RIVM, 1991: 147] zijn eveneens van invloed op de neerslagpatronen.

2. Nutriënten.

De belangrijkste nutriënten zijn nitraten en fosfaten. Ook dit zijn stoffen die van nature in watersystemen voorkomen en ook hier geldt dat pas bij overschrijding van een zekere limiet, de beïnvloeding substantieel wordt⁴⁵. Nutriënten leiden vooral in niet of langzaam stromende wateren tot veranderingen in de waterflora en daardoor vervolgens ook in de waterfauna. Bij toenemende doses is eerst een toename in diverse aantallen organismen te constateren, die het gevolg is van de grotere hoeveelheid beschikbare voeding. Meestal profiteren algemene soorten hier meer van dan zeldzame. Bij nog verdere toename van de dosis kan de verhoogde bioproductie ertoe leiden dat het systeem niet meer in staat is alle gestorven organismen aëroob af te breken⁴⁶. Zo kan een monoflora van algen bij sterfte als gevolg van andere oorzaken (bijvoorbeeld lichtgebrek aan het einde van de zomerperiode) leiden tot een sterke zuurstofreductie. Als hierdoor nog meer sterfte van organismen plaatsvindt, ontstaat een spiraal met een anaëroob systeem als uiteindelijk resultaat.

3. Pesticiden.

Met pesticiden of bestrijdingsmiddelen wordt beoogd schadelijke organismen te doden, waardoor ze per definitie in zekere mate giftig zijn. Sommige zijn dodelijker voor waterdieren dan voor de landdieren voor welke ze bedoeld zijn. Het meest bekend zijn de acute effecten, minder bekend zijn de effecten op een langere termijn en de minste kennis bestaat over de gevolgen op het niveau van een ecosysteem. Moderne bestrijdingsmiddelen zijn sneller afbreekbaar dan oudere middelen, waardoor ze zich minder snel ophopen in organismen. Bronnen van pesticiden zijn lastig te traceren, zo komt meer dan de helft van de middelen voor het grootste deel via de neerslag in het Nederlandse oppervlaktewater terecht.

4. Organische microverbindingen.

De grote groep van uiteenlopende stoffen als dioxines, PAK's, MAK's, PCB's⁴⁷ en diverse andere stoffen zijn alle in meer of mindere mate schadelijk voor mens en dier. Ze zijn vooral bekend geworden omdat ze accumuleren in de voedselketen, waardoor het vaak lang duurt voordat hun toxische eigenschappen aan het licht komen.

5. Zware metalen.

Kwik, koper, cadmium, lood, arseen, chroom, nikkel en zink zijn zware metalen

45 De aanwezigheid van een zekere hoeveelheid van zowel fosfaat of nitraat (en kalium, licht en diverse sporenelementen) is een voorwaarde voor groei. Bij ontbreken van slechts één van deze stoffen, zal uitbundige plantengroei niet kunnen optreden.

46 In feite doet zich hier hetzelfde proces voor als bij de aanvoer van zuurstofbindende stoffen.

47 PAK's en MAK's betekent respectievelijk Polycyclische en Monocyclische Aromatische Koolwatersoffen; PCB's zijn Poly Chloor Bifenylen.

die in industriële samenlevingen op grote schaal worden geloosd. In opgeloste vorm zijn zware metalen bij een hoge concentratie acuut dodelijk voor waterorganismen. Daarnaast hebben zij bij een lagere concentratie chronische effecten. Ze kunnen gedurende lange tijd in het systeem aanwezig zijn omdat zij zich hechten aan zwevend slib. Ook treden effecten op het land op als gevolg van het gebruik van rivierslib als bodemverbeterend of -verhogend materiaal.

6. Minerale olie

Ook stook- of smeerolie is in veel rivierwater in een concentratie aanwezig, die invloed heeft op onderdelen van het ecosysteem. Vaak bevinden zich in deze olie nog diverse andere giftige stoffen. Drijvende olie kan de zuurstofopname aan het wateroppervlak verhinderen en heeft de eigenschap de oppervlaktespanning van het water te breken, wat zijn weerslag heeft op diverse typen waterorganismen die hiervan afhankelijk zijn.

7. Radio-actieve stoffen

De aanwezigheid van radio-actieve stoffen⁴⁸ in rivierwater is sterk gebonden aan de aanwezigheid van kerncentrales die koelwater gebruiken. Ook kernproeven en het ongeluk met de kerncentrale van Tsjernobyl hebben wereldwijd tot een tijdelijke verhoging van straling geleid. De gevolgen, die zich in het bijzonder voordoen bij de gezondheid van organismen, treden vooral op lange termijn op.

8. Chloriden

In oppervlaktewater komen als gevolg van uitspoeling uit de bodem van nature opgeloste chloriden voor. Daarom ook kan irrigatie met zoet water bij hoge verdampingsniveaus gemakkelijk leiden tot verzilting van de bodem. Verder treden bij de monding van veel rivieren vanuit zee zouten binnen als gevolg van de getijdenwerking. Tenslotte wordt verzilting van zoet water veroorzaakt door antropogene zouttoevoeging (vooral door industrie en mijnbouw) en door kwel van zout grondwater. Chloriden hebben een remmende invloed op de groei van de meeste riviergebonden planten en dieren. Verder hebben ze een corroderende invloed op metalen, zoals bijvoorbeeld waterleidingen. Landbouw en ecosysteem worden zodoende zowel direct als indirect beïnvloed door verzilting.

48 Radioactiviteit heeft betrekking op de staat waarin de atoomstructuur van een chemische stof verkeert. Van afbraak is bij radio-actieve stoffen daarom geen sprake. Slechts de tijd kan er voor zorgen dat het atoom weer in een evenwichtspositie terugkeert. Deze tijd, uit te drukken in halfwaardetijd, varieert per stof aanzienlijk (van enige dagen tot vele duizenden jaren). In sommige gebieden is de natuurlijke achtergrondwaarde door radio-actieve stoffen in de bodem zodanig dat concentraties met een zekere invloed in het water voorkomen.

9. Reinigingsmiddelen

Reinigingsmiddelen of detergentia worden gebruikt om de wasfunctie van water te verbeteren. Door toevoeging van oppervlakte actieve stoffen of tensiden wordt de oplossende werking van water verhoogd. Na toevoeging van bijvoorbeeld zeep is water ook in staat vet en olie op te lossen, doordat de oppervlaktetenspanning van het water wordt gereduceerd. Aan reinigingsmiddelen zijn vaak bleekmiddelen, wasverzachters, glansmiddelen, anti-klontermiddelen, ontkalkers, parfums en enzymen toegevoegd. Ieder van deze stoffen heeft vanaf een bepaalde dosis invloed op organismen.

10. Warmte

Omdat veel rivierwater wordt gebruikt voor het koelen van industriële installaties en elektriciteitscentrales, hebben veel rivieren te maken met een zekere opwarming. Hierdoor ontstaat een verschuiving in de soorten organismen die in het water voorkomen. Een ander effect is dat het aantal ijsdagen op de rivieren Rijn en Maas sterk is gedaald.

Algemeen

In het algemeen kan worden vastgesteld dat een bepaalde mate van antropogene lozingen geen substantiële wijzigingen in het watersysteem hoeft te veroorzaken. Als echter systeemlimieten worden overschreden, kan het "dubbeltje-over-zijn-kant-effect" optreden: het dubbeltje valt niet meer terug in zijn oorspronkelijke ligging, maar slaat om. Er ontstaat een situatie van hysteresis, waarbij het systeem over de grens heen is, en niet meer vanuit zichzelf zal terugkeren in de uitgangssituatie. Het systeem heeft zijn veerkracht verloren.

Een goed voorbeeld is een proces in Nederlandse meren, dat wel met "verbraseming" wordt aangeduid. Het kenmerkt zich door, als gevolg van overvloedige aanwezigheid van zweefalgen, zeer troebel water waarin zich een groot aantal kleine brasems ophoudt. Oorspronkelijk wordt dit proces op gang gebracht door de aanwezigheid van een hoge concentratie nutriënten. Maar als de aanvoer hiervan grondig wordt teruggebracht, zelfs tot onder het oorspronkelijke niveau, verhinderen allerlei mechanismen⁴⁹ dat het watersysteem zich weer in de oude staat herstelt. Pas na het wegvangen van de brasems en het uitzetten van de roofvis snoek bestaat de kans dat het troebele

49 Enige mechanismen zijn dat brasem watervlooien opeet, zodat die laatste niet meer in staat zijn zweefalgen uit het water te filteren. Verder kunnen de algen groeien omdat er geen hogere waterplanten zijn die voedsel en licht kunnen wegnemen of stoffen uitstoten die de groei van algen tegengaan (allellopatie). Brasem woelt de in de bodem wortelende waterplanten los en maakt daarbij tegelijk het water troebel, waardoor ondergedoken waterplanten niet kunnen groeien en snoeken verdwijnen. Deze laatste vis zou jonge brasem kunnen eten maar kan nu door het troebele water zijn prooi niet zien. Verder komen door bodemwoeling nog meer voedingstoffen in het water terecht.

water verdwijnt en het geëutrofeerde systeem terugkeert in de oude staat.

2.5.1.3 Onttrekking

Als water vanuit het riviersysteem in bodem of grondwater terecht komt, wordt de hydrologische kringloop verlengd, daar dit water er veel langer over zal doen alvorens het de zee bereikt. Als daarentegen verdamping naar de lucht (eventueel via organismen) plaatsvindt, verkort het de kringloop, omdat het transport naar zee wordt overgeslagen en het water direct weer naar de lucht wordt gevoerd. Als neerslag kan het eventueel weer bijdragen aan de hoeveelheid water in de rivier. Naast deze onttrekkingen van water worden delfstoffen als grind, zand en klei aan het riviersysteem onttrokken. De effecten uiten zich in een veranderende morfologie en een blijvend verdwijnen van materiaal uit het riviersysteem. Een derde vorm van onttrekking is te vinden in de oogst van fauna, met name vis, uit riviersystemen. Met de toenemende bevolkingsdichtheid en de steeds betere vistechnieken zijn voor consumptie geschikte vissoorten bloot komen te staan aan intensieve visserij.

Postel e.a. [1996: 786] schatten de jaarlijkse *runoff* op aarde, de afstroom na verdamping, op 40.700 km^{3,50}. Omdat een deel wordt afgevoerd in onbevolkte gebieden of tijdens overstromingen, komt niet alle water ook in aanmerking voor menselijk gebruik. Het gedeelte van de afstroom dat wel in aanmerking komt, de "accessible runoff" betreft een hoeveelheid van ongeveer 12.500 km^{3,51}. Bij een mondiale wateronttrekking in 1990 van 4.430 km³ wordt dus ongeveer 35 procent van de beschikbare hoeveelheid rivierwater door de mens gebruikt. Voor doeleinden ten behoeve van het riviersysteem, zoals scheepvaart, visserij en bestrijding van verzilting en verontreiniging wordt ook nog 19 procent (2.350 km³) van het water gebruikt⁵². Als de twee gebruiksvormen worden opgeteld, blijkt dat ongeveer 54 % (6.780 km³) van de tijdelijk geografisch bereikbare afstroom van 12.500 km³ wordt gebruikt. Verwacht wordt dat dit percentage in 2025 zal stijgen tot 70 % van de bereikbare afstroom.

50 Saeijs [1995: 11] gaat uit van 45.000 km³, Gleick [1993: 375] van 40.000 km³. Stikker spreekt over een "renewable supply" in rivieren en bodem gezamenlijk van ongeveer 93.000 km³.

51 De schattingen variëren volgens Stikker [1998: 47] tussen de 9.000 en 14.000 km³.

52 Daarnaast wordt ook een deel van de totale verdamping van neerslag op het land veroorzaakt door menselijke gebruiksfuncties (irrigatie, landbouw etc.). De naar schatting 18.200 km³ die hiermee gemoeid gaan, betreft ongeveer 26 procent van de totale evapotranspiratie van 69.600 km³. Verdamping en afvoer van rivieren samen zijn gelijk aan de totale neerslag op land: 110.300 km³ per jaar. Van dit *life support system* is in totaal ongeveer 23 procent door mensen in gebruik [Postel e.a. [1996: 786].

Het aantal onttrokken liters water per hoofd van de bevolking neemt op wereldschaal jaarlijks verder toe, maar is in het Westen, bijvoorbeeld in de Verenigde Staten na een piek in 1980, juist afgenomen [Gleick, 1998: 12]. Vooral de besparingsprogramma's in de industrie hebben veel effect gehad⁵³. De ont koppeling tussen economische groei en watergebruik die hier heeft plaatsgevonden, leidde er onder meer toe dat de voorspellingen over stijgend waterverbruik vaak veel hoger uitkwamen dan werd gerealiseerd (zie hiervoor Gleick, 1998: 14]. De verminderde wateronttrekkingen per hoofd van de bevolking in een aantal rijke landen worden niettemin ruimschoots gecompenseerd door de bevolkingsgroei op wereldschaal.

Naast de consumptieve toepassingen van het water is de verbetering van de afvoer een belangrijke oorzaak voor de teruglopende hoeveelheid water in riviersystemen. Als gevolg van drainage, oppervlakteverharding en ontbossing stroomt de neerslag snel naar de rivier af. Na een kortdurende piek in het debiet treedt vervolgens een periode aan met een laag waterpeil. De constante aanvoer uit watervasthoudende vegetatie of bodem neemt af. Verder hebben grondwateronttrekkingen de aanwezige kwelstromen in omvang laten afnemen. Op de lange termijn kunnen klimaatsveranderingen eveneens tot perioden leiden met minder neerslag en vermindert de constante afvoer van water uit de sneeuwvelden van hooggebergtes⁵⁴.

De belangrijkste oorzaken van de wereldwijde verdrogingstrend bij riviersystemen kunnen samenvattend als volgt worden onderscheiden.

1. grondwateronttrekking en irrigatie in de landbouw;
2. peilregulatie grondwater en ontbreken voorraadbeheer van bodemwater;
3. ontbossing en toename verhard (urban/industriële) oppervlakte;
4. oppompen grondwater bij mijnbouw en woningbouw;
5. consumptie van drink- en industriewater;
6. klimaatveranderingen.

Voor organismen uit riviergebonden ecosystemen is niet alleen een minimale hoeveelheid water nodig⁵⁵, het is ook noodzakelijk dat de waterstand wisselend

53 De wateronttrekkingen in de VS ten behoeve van irrigatie en de koeling van elektriciteitscentrales is in 1995 met ongeveer 10 % gedaald, sinds hun piek in de jaren tachtig; industriële wateronttrekkingen met ongeveer 40%. Alleen de vraag naar leidingwater ("urban use") is gestegen, met ongeveer 10 %. In totaal wordt per hoofd van de Amerikaanse bevolking ten opzichte van het maximum 20 % minder water onttrokken [Gleick, 1998: 10]. Ook in Japan daalde het industrieel watergebruik vanaf de jaren zeventig met meer dan 25 %, terwijl wel een aanzienlijk hoger produktieniveau werd bereikt.

54 Klimaatveranderingen kunnen ook tot een toename van de neerslag leiden, zoals de laatste jaren bij de rivieren die op de Kaspische Zee afwateren het geval is.

55 Er bestaan verschillende manieren om de ondergrens te bepalen. Legge [1996] noemt *het Colorado River system*, hierbij wordt ervan uitgegaan dat

is. De dynamiek in het systeem is noodzakelijk voor organismen die een periode nodig hebben met ondiep water voor hun voortplanting. Ook groeit bijvoorbeeld jonge vis op in ondiepe wateren, omdat hier de meeste schuilplaatsen en voedsel te vinden zijn. Ook diverse oeverplanten wortelen of kiemen slechts op bodem die periodiek onder water komt te staan.

2.5.1.4 Structuurverandering

In veel riviersystemen heeft de mens grondige aanpassingen in de natuurlijke structuur doorgevoerd. Meest ingrijpend is de constructie van dammen. De opslagcapaciteit van alle dammen op de wereld betreft ongeveer 5.500 km³ [Postel e.a., 1996: 786]. Saeijs [1995: 31] schat het aantal grote dammen in de wereld op ongeveer 40.000⁵⁶. Dit aantal is volgens Dynesius & Nilsson [1994: 753] tussen 1950 en 1986 verzevenvoudigd. Zij berekenden ook dat 77 % van de 139 grootste riviersystemen van Noord-Amerika en Europa (inclusief de voormalige Sovjet-Unie), sterk of gemiddeld is veranderd. Dit strookt met de bevindingen van Gleick [1998: 70], dat in de Verenigde Staten 60 % van de gemiddelde jaarlijkse afstroom wordt opgeslagen in stuwweren. Naast elektriciteitsopwekking wordt met het plaatsen van dammen in rivieren beoogd een voorraad drink-, industrie- en landbouwwater te creëren. Ook zijn het tegengaan van overstromingen en het faciliteren van de scheepvaart vaak een reden om dammen aan te leggen.

De steeds dieper stekende schepen vragen ook om "normalisatie" van de rivier: aanpassing aan de normen die de scheepvaart oplegt. Hiertoe behoort naast diepgang onder meer dat de breedte van de rivier zodanig is dat voldoende manoeuvreerruimte overblijft. Verder dienen obstakels en bochten te worden verwijderd. Dit versnelt het tempo waarmee schepen de rivier kunnen bevaren en het bevordert de veiligheid. Veel drukbevaren rivieren zijn gekanaliseerd; een voor de scheepvaart ideale structuur houdt een rechtlijnige, gelijkvormige watergang in met een constante diepte en een steile oever. Deze scheepvaartfaciliteiten hebben als nevenresultaat dat veel organismen verdwijnen, die

ongeveer 35 % van de maandelijkse run off het minimum is voor een gezond functionerend watersysteem en de *Montana method*, die voorschrijft dat tenminste tien procent van het gemiddeld debiet beschikbaar moet blijven om in elk geval een arm, of "minimum" ecosysteem te kunnen laten voortbestaan. Rond zestig procent van de gemiddelde hoeveelheid water is nodig voor een *excellent or outstanding habitat for most aquatic life forms, during their primary periods of growth and for the majority of recreational uses* [Tennant, 1976].

⁵⁶ Dynesius & Nilsson [1994: 753] schatten het aantal grote dammen op 39.000, Postel [1996: 27] rond 38.000, waarvan 85 % is gebouwd in de laatste 35 jaar. Het gaat om dammen hoger dan 15 meter vanaf de basis. Wel neemt de groei af. In de Verenigde Staten zijn er van de tien grootste dammen negen voor 1970 gebouwd.

maatschappij - riviersysteem

in de dynamiek van het riviersysteem hun leefgebied hebben.

Structuurbeïnvloeding wordt versterkt door zeespiegelstijging en landdaling. Een hoger waterpeil betekent dat meer en grotere waterkeringen moeten worden aangelegd. De landdaling in Nederland heeft evenals de zeespiegelstijging een natuurlijke en maatschappelijke oorzaak. Het geschiedt als gevolg van processen in de aardkorst, maar wordt plaatselijk aanzienlijk versterkt door aardgaswinning en door ontwatering van een aantal bodemtypen (met name veen) die daardoor inklinken en oxyderen. Verder geldt voor de meeste delta's van grote rivieren dat zij zinken als gevolg van het gewicht van de door de rivier gebrachte sedimenten. Diezelfde sedimenten zorgen er in de natuurlijke situatie voor dat de landdaling wordt gecompenseerd. In bedijkte deltagebieden wordt dit ophogende proces uitgesloten zodat een spiraal van voortdurende bodemdaling resulteert.

2.5.2 Verandering betekenis riviersysteem

De veranderingen die watersystemen ondergaan als gevolg van de invloed van de mens, hebben hun weerslag op de verschillende betekenissen die water heeft voor diezelfde mens. Voor wat betreft de betekenis levensvoorwaarde, blijkt vooralsnog dat de beïnvloeding slechts in uitzonderlijke gevallen substantieel is. Voor de toekomst geldt wel dat vooral als gevolg van de groei van de wereldbevolking de vraag en het aanbod van zoet water steeds verder uit elkaar komen te liggen.

Naast de intrinsieke waarde die de uit riviersystemen verdwijnende organismen individueel hebben, kan ook aan een hoog niveau van biodiversiteit een bijzondere eigen waarde worden toegekend. In het algemeen is het niet eenvoudig te spreken over meer of minder intrinsieke waarde. Toch kan in dit verband wel verschil worden gemaakt tussen eenvoudige en meer complexe levensvormen. Dat de afweging hierbij vooral gevoelsmatig is, doet daar op zichzelf niets aan af. Op grond van deze opvatting kan worden geconstateerd dat de wereldwijde nivellering van de soortenrijkdom een duidelijk verminderde intrinsieke waarde van riviersystemen met zich meebrengt.

In de derde betekenis die riviersystemen voor de mens hebben, gebruiksmiddel, is de verandering in betekenis meer helder. Met name de chemische samenstelling van het water levert complicaties op bij consumptieve toepassingen van rivierwater (kwaliteitsgevoelige functies als drinkwater, landbouw, visserij, aquaproductie etc.). Functies die relatief ongevoelig zijn voor de waterkwaliteit hebben vooral te kampen met de gevolgen van onttrekking en structuurverandering van watersystemen. Bovendien leidt de vermindering in biologische diversiteit mogelijk tot onvoorziene effecten bij de instandhouding van het levensondersteunende potentieel.

Op grond van het voorgaande kan dus worden vastgesteld dat menselijke

hoofdstuk twee

activiteiten aanleiding geven tot een aanzienlijke reductie van betekenissen van watersystemen. Niet ieder effect in het natuurlijk systeem is evenwel ongewenst. Daarvoor is het nodig dat grote groepen mensen een door maatschappelijke processen veroorzaakt betekenisverlies als een probleem percipiëren. Pas dan zal het betreffende verschijnsel als een probleem worden erkend waarvoor beleidsoplossingen worden ontwikkeld. Het is deze probleempceptie, het derde veld van het zoekraam waterbeheer, die in het volgende hoofdstuk aan de orde komt.

