

## **Introductie**

Het waterbeheer of 'watermanagement' omvat al die activiteiten die nodig zijn voor een veilige afvoer van water, sediment en ijs wat door de rivieren wordt aangevoerd. Daarnaast moet er voldoende schoon oppervlakte en grondwater zijn voor een gezonde leefomgeving voor plant, dier en mens.

De zorg voor een veilig en vlot transport van goederen over water (scheepvaart) en het voorkomen van kust erosie (kustbeheer) is ook onderdeel van het watermanagement. Watermanagement en ruimtegebruik zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Ze beïnvloeden elkaar en moeten in nauwe samenhang met elkaar worden ontwikkeld en gerealiseerd.

Het watermanagement heeft in de loop van de eeuwen talrijke ontwikkelingen meegemaakt. Eeuwenlang was de strategie gericht op landwinning en werden riviersystemen ingrijpend veranderd ten behoeve van scheepvaart en waterkracht. Een veerkrachtig, dynamisch stroomgebied werd geleidelijk aan getransformeerd tot een onstabiel en statisch watersysteem met hoge onderhoud -en beheerskosten en hogere veiligheidsrisico's. De rivier werd heel lang gezien en behandeld als een gebruiksobject.

Respectievelijk in de jaren zeventig en negentig van de vorige eeuw werd het belang van een goed ecologisch functionerend en hydrologisch veerkrachtig systeem erkend. Het modern water management neemt economische, sociaal-maatschappelijke en ecologische belangen gelijkwaardig mee in de beleidsbeslissingen en beschouwt elke afweging vanuit de context van het totale stroomgebied. Het modern watermanagement heeft als uitgangspunt duurzaamheid voor de lange termijn en niet het korte termijn gewin.

In de hierna volgende beknopte introductie over watermanagement wordt aandacht besteed aan het begrip watercyclus en het Hollandse watermanagement.

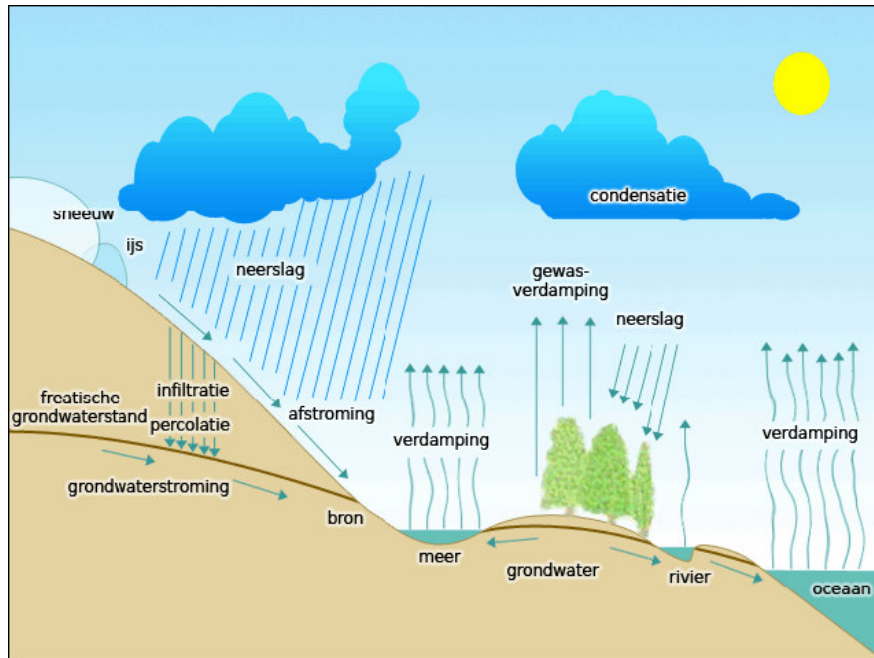
Op de volgende pagina's volgt een beknopte introductie over watermanagement.

Na de introductie volgt een overzicht van de catalogi.

Afgesloten wordt met informatie over opleidingsinstellingen en onderzoeksinstellingen.

## De watercyclus

Vrijwel iedereen heeft wel eens van de "watercyclus" gehoord. Zo'n 2/3 van al het water op aarde bevindt zich in de zeeën en oceanen. De zeeën en oceanen zijn dan ook de belangrijkste bron van waterdamp wat boven in de atmosfeer tot wolken condenseert. Het water keert weer terug naar de aarde in vloeibare (regen) of vaste vorm (sneeuw en hagel). Daar komt het terecht in een stroomgebied wat het water via rivieren weer afvoert naar zee. Afhankelijk van de ondergrond, en de hellingshoek (het verhang) neemt de rivier een vorm aan. Soms zijn het vele kleine stroompjes naast elkaar die regelmatig van plaats veranderen (wevende rivier) of is de rivier een brede stroom die door het landschap kronkelt (meanderende rivier). Uiteindelijk mondt de rivier in zee uit (het estuarium).



Tijdens de afvoer van land naar zee gaat het water allerlei interacties aan met de ondergrond. Deels zakt het water in de ondergrond waar het zeer langzaam richting zee beweegt. Het oppervlakte water erodeert de bodem en zet het geërodeerde materiaal als riviersediment weer op een andere plaats weer af. De beken en rivieren "knedden" zo als het ware het landschap (hydromorfodynamiek). Het hele stroomgebied, van de bergen tot aan de delta waarin de rivier in zee uitmondt, bestaat uit een aaneenschakeling van allerlei specifieke milieus, die wisselen in vochtgehalte, overstromingsfrequentie, voedingsstoffen etc. Het is deze veelzijdigheid in milieutypen die er voor zorgt dat er langs beken en rivieren een grote biodiversiteit kan ontstaan.

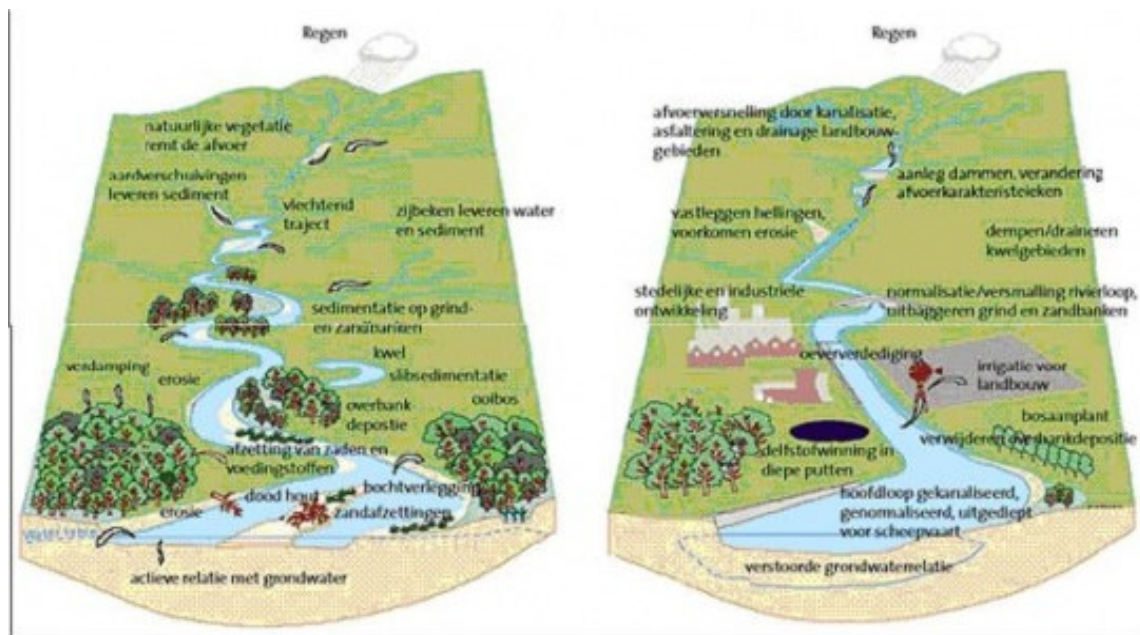
Stroomgebieden hebben van oudsher een grote aantrekkingskracht gehad op mensen. De rivieren en estuaria vormen een rijkdom aan voedsel, drinkwater en een natuurlijke transportas voor goederen en mensen. Naarmate de bevolkingsdichtheid toeneemt, ontstaat ook de behoefte om het stroomgebied optimaal te exploiteren. Menselijk ingrijpen in dichtbevolkte gebieden kan dan ook niet uitblijven.

Zo hebben in het stroomgebied van de Rijn en Maas een groot aantal ingrepen plaatsgevonden die we ook elders in min of meer vergelijkbare vorm terugvinden. De overstromingsvlakten van de rivieren en het getijdengebied werden ingedijkt en gedraineerd om het geschikt te maken voor landbouw en bewoning. Grote delen van het rivierentraject werden ten behoeve van de scheepvaart verdiept en rechtgemaakt (kanalisatie en regulatie). Dijken werden zo dicht mogelijk tegen de rivier aangelegd om het uiterwaardengebied te benutten voor landbouw en bewoning. Ook in de estuaria werden grote arealen

getijdengebied ingepolderd. Het inpolderen was een traject van vallen en opstaan. Het water gaf maar nam ook.

### Nederland

Eeuwenlang was het Hollandse watermanagement gericht op landaanwinst om ruimte te creëren voor landbouw en bewoning (traditioneel watermanagement). Naarmate de technologie zich verder ontwikkelde werd de landaanwinst grootschaliger en werd de natuurlijke dynamiek van watersystemen (invloed van hoge en lage rivierafvoeren en getijden) tot een minimum beperkt. Deze eenzijdige benadering heeft geleid tot het geleidelijk verdwijnen van de hydrologische en ecologische veerkracht. Een groot aantal landen realiseren zich nu dat deze benadering niet duurzaam is en op lange termijn welzijn en welvaart onmogelijk maken.



*Schematisch overzicht van ongestoorde stroomgebieden (l) en gereguleerde en gekanaliseerde stroomgebieden (r). Verregaande ingrepen in het natuurlijk systeem hebben de hydrologische en ecologische veerkracht aangetast.*

Zo omstreeks de jaren zeventig en tachtig vond er een ommekeer in het denken over het waterbeheer en ruimtegebruik plaats. In plaats van een sectorale (éénzijdige) belangenbehartiging koos men nu voor een integrale benadering van het waterbeheer. Bij een integrale benadering gaat het er om een goede balans te vinden tussen veiligheid (bescherming tegen overstromingen, veilig transport over water), economie (industrie, landbouw en visserij) en ecologie (een ecologisch goed functionerend stroomgebied met voldoende en schoon water).

Daarnaast erkende men het belang om het gehele stroomgebied in één beheerstrategie te vatten. Voor stroomgebieden zoals de Rijn en de Maas betekent dat grensoverschrijdend overleg noodzakelijk is.

## Historie

Nederland is trots op zijn watermanagement. Als Nederlanders een 'trots'-lijst moeten maken dan blijkt dat zo'n 70 % van de geïnterviewden 'kennis van waterbeheersing' op nummer 1 zet. Blijkbaar zijn wij Nederlanders nog trotser op onze prestaties in watermanagement dan op onze prestaties in handel en sport.

Nederlanders zijn trots op:			
	Trots	Niet Trots	Neutraal
Kennis van waterbeheersing	70	8	21
Handelsgeest	60	10	30
Sportprestaties	56	12	31
Koningshuis	40	26	34
Sociale zekerheid	36	31	34
Vrijgevigheid	35	29	36
Drugs gedoogbeleid	28	29	43
Tolerantie	25	39	37

*De Nederlandse "trots-lijst" anno 2006. Het blijkt dat Nederlanders het meest trots zijn op de kennis van waterbeheersing.*

Op zich is dat niet zo verwonderlijk. Er is geen volk wat het land en water zo naar hun hand hebben weten te zetten dan de Hollanders. Daar waar maar enigszins mogelijk is "onbruikbaar moeras" aan het water onttrokken en omgezet in vruchtbare landbouwgrond of woonruimte. Een belangrijke technologische vondst die "inpolderen" mogelijk maakte was de "duiker". Een holle boomstam voorzien van een beweegbare klep die bij laag tij (eb) water uit een omdijkt gebied (polder) kon laten vloeien en bij hoogwater buiten hield. De duiker maakte het draineren mogelijk en er zouden nog vele technologische verbeteringen volgen (zoals windmolens, mechanisch aangedreven gemalen en de afsluiting van de estuaria) die de landwinning stukken efficiënter zou maken.

### Gevolgen van het traditionele watermanagement

Het traditionele watermanagement was vooral gericht op landwinning en bescherming tegen overstromingen en leek vooral in het begin erg winstgevend. Dat was het ook. Zeker op de korte termijn.

Op de lange termijn verandert dat beeld. Door grote delen van het land te bedijken en te draineren kon slib en klei vanuit de rivieren en zee niet langer meer op land worden afgezet. Daar bij komt dat bodems met een hoog veengehalte inklinken als het wordt gedraineerd (het veen rot weg als het aan de lucht wordt blootgesteld). Langzaam maar zeker zakte grote delen van Nederland onder de zeespiegel. Onbedoeld waren we vanaf dat moment gedwongen om dijken te bouwen. Uiteraard kan die strijd tegen het water lang worden volgehouden. Dijken kunnen immers worden verhoogd en versterkt. Maar het blijven technisch kunstwerken en die vereisen onderhoud. Ook wanneer de maatschappelijke aandacht naar iets anders uitgaat dan hoogwaterbescherming! De geschiedenis leert ons dat het dijkonderhoud dan ook de achilleshiel is van het traditionele watermanagement.

De grote watersnoodrampen uit het verleden hadden vaak te maken met een combinatie van slechte weersomstandigheden én een systematische verwaarlozing van de waterkeringen. Zo hadden de regionale bestuurders tijdens de Hoekse en Kabeljauwse twisten geen aandacht voor de kwaliteit van de dijken. Eén (matige) storm in 1421 (St Elisabethvloed) was genoeg voor een aantal dijkdoorbraken waardoor het getijdengebied weer vat kreeg op een groot stuk voorheen ingepolderd en gedraineerd gebied tussen Geertruidenberg en Dordrecht. Na verloop van tijd heeft dat geleid tot wat wij nu als de "Biesbosch" kennen.

Zelfs de watersnoodramp in Nederland van 1953 is grotendeels te wijten aan achterstallig dijkonderhoud. Vóór en tijdens de 2e WOII werd door deskundigen al gewaarschuwd dat de dijken in Zeeland niet op orde waren, maar bestuurlijk Nederland had in die tijd wel andere dingen aan het hoofd dan het dijkonderhoud in de provincie Zeeland! In de nacht van 31 januari op 1 februari 1953 bleken de verzwakte dijken in de provincies Zeeland en Zuid-Holland niet bestand tegen de combinatie van springtij en een noordwester storm. Zowel op de eilanden als verder landinwaarts kwamen grote stukken land onder water te staan. 1835 mensen kwamen om en veel vee verdronk.

### Overzicht van dijkdoorbraken vanuit zee en de grote rivieren

Vanuit zee	Dijkdoorbraken in het rivierengebied na 1780 *
Stormvloed van 838	
Stormvloed van 1014	
Stormvloed van 1134	
Stormvloed van 1163	
Allerheiligenvloed 1170	
Stormvloed van 1196	
Watersnoodramp van 1212	
Stormvloed van 1214	
Stormvloed van 1219	
Stormvloed van 1248	
Stormvloed van 1277	
Watersnoodramp van 1280	
Stormvloed van 1282	
Watersnoodramp van 1287	
Sint-Aagthenvloed 1288	
Stormvloed van 1322	
Stormvloed van 1375	
Watersnoodramp van 1377	
Sint-Elisabethsvloed 1404	
Sint-Elisabethsvloed 1421	
Sint-Felixvloed 1530	
Stormvloed van 1532	
Stormvloed van 1552	
Allerheiligenvloed 1570	
Watersnoodramp van 1675	
Watersnoodramp van 1686	
Watersnoodramp van 1703	
Kerstvloed 1717	
Watersnoodramp van 1820	1781 Wamel en Dreumel 1784 Ooijpolder 1799 Waal 1805 Weurt
Watersnoodramp van 1825	
Watersnoodramp van 1916	1861 Bommelerwaard 1926 Maasdijk
Watersnoodramp van 1953 **	
Kadebreuk tuindorp Oostzaan 1960	
Kadebreuk Wilnis 2003	

*Toelichting bij de tabel:*



- \* *Langs de grote rivieren traden ook vele dijkdoorbraken plaats. Tussen 1750 en 1800 alleen al 152 keer. Na de oprichting van het 'Bureau voor den waterstaat' (het huidige Rijkswaterstaat) in 1798 nam die frequentie snel af. Sinds het einde van de achttiende eeuw hadden de grote rivieren acht keer te maken met hoge waterstanden. Zes keer leidde dat tot grote dijkdoorbraken en overstromingen.*
- \*\* *In 1993 zorgde hoogwater op verschillende plaatsen langs de rivieren - hoewel er geen dijken doorbraken - voor veel overlast. In 1995 volgde weer een hoogwatergolf. Dit was de hoogste sinds 1926. Omdat getwijfeld werd aan de stabiliteit van de dijken, werden in één week tijd circa 250.000 mensen geëvacueerd, en ook de complete veestapels van de boeren in het gebied.*

Sinds dat we begonnen zijn met het bouwen van dijken (Middeleeuwen) kregen we ook te maken met dijkdoorbraken. Bijna altijd kreeg “de natuur” de schuld van al deze ellende en volhardde men in de traditionele watermanagement strategie. Op vrijwel iedere watersnood werd gereageerd door de aanleg van nog hogere dijken en nóg krachtiger pompen. Vanuit het traditionele denken was het altijd het water wat moest wijken. Relatief weinig inspanningen werden verricht om het ruimtegebruik (zoals woningbouw of landbouw) aan te passen aan de natuurlijke dynamiek van de watersystemen.

### **Traditioneel watermanagement buiten Nederland**

Landwinning was onze “core business” en gaf de Hollander internationale befaamdheid. Het was dan ook een Hollander, Cornelius Vermuyden die het Engelse landschap ten zuiden van de rivier de Humber (Oost Engeland) ingrijpend zou veranderen. Vermuyden draineerde daar een groot wetland complex (the fens) en beloofde de Engelse koning Charles I (1626) rijkdom door het “waardeloze” natuurgebied om te zetten in productieve landbouwgrond. Het zou anders uitpakken. Het onderlopen van het gedraineerde en gezonken land gebeurde dan ook met de regelmaat van de klok. Vanaf het tijdperk van Cornelius Vermuyden zouden er nog vele Nederlandse consultants volgen die in alle windstreken het traditionele watermanagement in de praktijk hebben toegepast. Soms met goede gevolgen maar vaak ook niet.



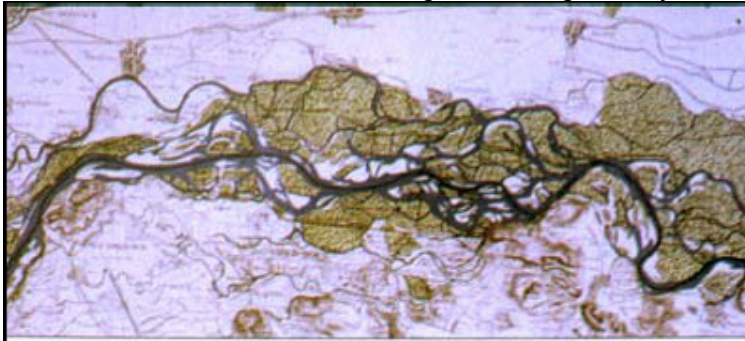
*De Oostvaardersplassen. Wetland met internationale allure.*

Het traditionele watermanagement is overigens niet iets typisch “Hollands”. Zo hebben ook Duitsland en Frankrijk het Rijnstroomgebied danig op de schop genomen. Om het water snel

af te voeren werden grote delen van de kronkelende Rijn omstreeks 1790 “rechtgetrokken” (gereguleerd) en dijken dicht tegen de hoofdgeul gebouwd. Het gevolg was dat het water weliswaar sneller kon worden afgevoerd maar ook dat het rivierbed meters dieper kwam te liggen door de hoge snelheid van het water.

Op sommige plaatsen ligt het rivierbed wel 7-8 m dieper dan in de oorspronkelijke situatie. Met het rivierbed zakte ook het grondwaterpeil. Dat leidde tot grote schadeposten in de landbouw en bosbouw (verdroging).

Overzicht van effecten van rivierregulaties langs de Rijn ter hoogte van Breisach.



In 1800 werd een start gemaakt met het fixeren van één hoofdgeul waardoor al het water werd geleid (voorheen waren dat talrijke geulen).



De Rijn na de regulatie werken in 1828. Door een rechte baan te trekken door alle rivierbochten concentreerde het water zich in een diepe geul. Duidelijk zichtbaar is het verlies van oobos veroorzaakt door het diepe insnijden van de hoofdgeul in het rivierbed en de verdroging die daar op volgde.



De Rijn na de laatste kanalisatie in 1963. Het traject heeft zijn hydrologische en ecologische veerkracht verloren.

Hier bleef het niet bij. De verdrogingverschijnselen werden versterkt door de aanleg van het Canal d'Alsace. Een kanaal met een waterdichte bodem waarin het merendeel van het Rijnwater werd geleid om elektriciteitsturbines aan te drijven die zich aan het einde van het kanaal bevonden. Ook in Duitsland heeft men in de jaren zestig stevig aan de Rijn gesleuteld. Er werden een aantal bypasses (rivieromleidingen) aangelegd om water vanuit het rivierbed via elektriciteitsturbines weer terug te leiden naar het rivierbed. Ter hoogte van Gamsheim en Iffezheim (Duitsland) werd zelfs de hele Rijn afgedamd om meer vaardiepte te creëren en elektriciteit te winnen.

### **Ecologische veerkracht**

Naast al deze rivieraanpassingen werd ook het overig deel van het stroomgebied ingrijpend veranderd volgens het traditionele denken. Zowel in het landelijke als in het stedelijke gebied was het watermanagement er op gericht om water zo snel mogelijk af te voeren. Kronkelende beekjes in het boerenlandschap moesten plaats maken voor rechte afvoersloten en in de stad werd het regenwater van daken en wegen rechtstreeks in het riool geleid.

Door al deze veranderingen verdween de hydrologische en ecologische veerkracht van het stroomgebied. Dat wil zeggen dat het landschap niet langer meer in staat was om een teveel aan water op te slaan en dat weer langzaam af te geven tijdens perioden van droogte (sponswerking). Perioden met heftige neerslag mondde uit in extreem hoge waterafvoeren die veel sneller dan voorheen de steden langs de benedenloop van de Rijn in Duitsland en Nederland bedreigde.

Met de verschillende rivieraanpassingen en het verdwijnen van de wetlands verdwenen ook veel planten en diersoorten en werd de overgebleven natuur kwetsbaarder (vermindering ecologische veerkracht). Ten onrechte wordt vaak aangenomen dat de vervuiling van de Rijn in de jaren zestig de oorzaak is van het verdwijnen van de zalm. Het zijn juist de technische maatregelen geweest die een einde maakte aan geschikte paaiplaatsen voor salmonide vis en dus de zalm grotendeels deed verdwijnen uit het Rijnstroomgebied. De vervuiling van de jaren zestig was min of meer de doodsteek voor de resterende zalm populaties.

Naast de zalm zijn er veel meer vissen en andere waterdieren die voor het voltooien van hun levenscyclus een open verbinding tussen zee en de rivier nodig hebben. Bij de afsluiting van de estuaria in het westen en het noorden van Nederland verdwenen deze soorten grotendeels. Een ander verschijnsel gekoppeld aan de afsluitingen is de opeenhoping van voedingsstoffen die door de landbouw in het oppervlaktewater terecht komt. Met name het Volkerak-Zoommeer heeft regelmatig te lijden van de blauwalgen en botulisme. Vooral bij warm weer is het water daardoor voor mens en dier ongeschikt.

### Herstel van het rivierecosysteem en de stroomgebiedsbenadering

Het internationale milieubewustzijn kwam pas op gang toen de zoutlozingen uit de Franse kalimijnen de kwaliteit van het water in Nederland bedreigde. Er werd een internationale Rijn commissie in het leven geroepen met als taak de kwaliteit van het Rijnwater te verbeteren. De Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) werd op 11 juli 1950 opgericht en is één van de oudste riviercommissies van de wereld. Zwitserland, Duitsland, Frankrijk, Luxemburg en Nederland (later ook de EU) bogen zich gezamenlijk over de eerste problemen. De ICBR ging onderzoeken hoe de verontreiniging van de Rijn in het algemeen bestreden kon worden. Hier en daar werd het water al gezuiverd maar er bestonden nog geen internationale afspraken. Steden loosden nog steeds hun rioolwater rechtstreeks in de Rijn en ook in de industrie werd afvalwater nauwelijks gezuiverd.

De ICBR begon met een gezamenlijk meetprogramma in het stroomgebied van de Rijn waarbij alle betrokken landen dezelfde analysemethodes hanteerden. Pas in de jaren zeventig zijn voor het eerst internationale afspraken gemaakt om de waterkwaliteit te verbeteren. In Nederland resulteerde dat in de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren.



Zuiver water alléén is niet voldoende om planten en dieren weer terug te krijgen. Ook de aanwezigheid verschillende leefmilieus zoals wetlands, zacht –en hardhout oobossen zijn daar voor nodig (ecologische infrastructuur). Het herstel van deze ecologische infrastructuur kwam in het Rijnstroomgebied pas goed op gang na de brand op het terrein van het chemische bedrijf Sandoz (1986) waarbij grote hoeveelheden gif met het bluswater in de Rijn stroomde en tot in Rotterdam al het leven in de rivier wegvaagde. Het publiek was ontzet over de gevolgen van de ramp en er werd ad hoc een internationale ministersconferentie georganiseerd. Nederland heeft daarvoor het initiatief genomen. Met de slogan “de zalm terug in de Rijn” werd een nieuw tijdperk ingeluid van maatregelen die naast waterkwaliteitsverbetering en rampenbestrijding ook de ecologische infrastructuur zou verbeteren.

In 2001 heeft ICBR een nieuw programma opgesteld met de titel “Rijn 2020”. Dit programma loopt qua inhoud parallel met de Nederlandse nieuwe visie op het waterbeheer (Waterbeleid 21e eeuw). Het “Rijn 2020” programma legt het zwaartepunt bij ecologie, natuurbescherming, hoogwaterbescherming en grondwaterbescherming. Voorts dient de waterkwaliteit verder te worden bewaakt en verbeterd. In januari 2001 hebben de Rijnministers dit programma voor de duurzame ontwikkeling van de Rijn aangenomen. Het zal de beleidsdoelen vanuit de EU-Kaderrichtlijn Water (KRW) en het vergelijkbare Zwitserse waterbeleid in het stroomgebied van de Rijn implementeren. Om de doelstellingen en visies te realiseren, noemt het programma “Rijn 2020” talrijke concrete acties – met precieze vermelding van gebieden en deadlines.

### **Modern watermanagement**

Het watermanagement heeft in de loop van de eeuwen talrijke ontwikkelingen meegemaakt. Eeuwenlang was de strategie gericht op landwinning en werden riviersystemen ingrijpend veranderd ten behoeve van scheepvaart en waterkracht. Een veerkrachtig, dynamisch stroomgebied werd geleidelijk aan getransformeerd tot een onstabiel en statisch watersysteem met hoge onderhoud -en beheerskosten en hogere veiligheidsrisico's. De rivier werd heel lang gezien en behandeld als een gebruiksobject.

Respectievelijk in de jaren zeventig en negentig van de vorige eeuw werd het belang van een goed ecologisch functionerend en hydrologisch veerkrachtig systeem erkend. Het modern water management neemt economische, sociaal-maatschappelijke en ecologische belangen gelijkwaardig mee in de beleidsbeslissingen en beschouwt elke afweging vanuit de context van het totale stroomgebied. Het modern watermanagement heeft als uitgangspunt duurzaamheid voor de lange termijn en niet het korte termijn gewin. Vanuit deze invalshoek zijn er recent allerlei nieuwe ontwikkelingen op gang gekomen die de toekomst van het ruimtegebruik en het watermanagement grotendeels zullen gaan bepalen.

Voorbeelden van deze nieuwe ontwikkelingen zijn ondermeer:

- Dijkterugleggingen in plaats van dijkverhogingen
- Vergroten van het watervasthoudend vermogen
- Aanpassen woningbouw aan wisselend waterpeil
- Terugbrengen van dynamiek langs de kust
  - Sluisbeheer Haringvliet.
  - Dijk met bereik; “COMCOAST”
- Aanpassen van landbouw

### Dijkterugleggingen in plaats van dijkverhogingen

Dijken moet alsmaar hoger worden gemaakt omdat de polder inklinkt en de uiterwaarden opslibben. Het veranderende klimaat en het verlies van watervasthoudend vermogen van de bovenstroomse gebieden zijn nu een belangrijke reden om de hoogwaterbescherming weer te vergroten. Vanuit het traditionele watermanagement zou men meer weer kiezen voor een

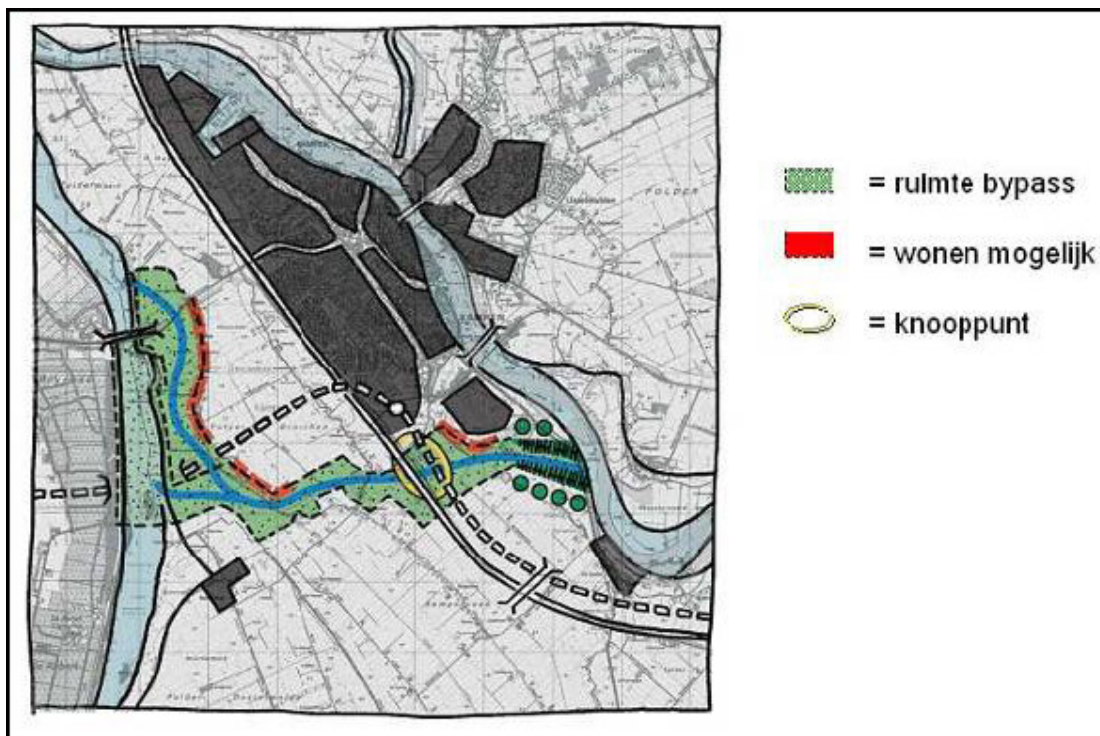
dijkverhoging. Door het besef dat dit alleen maar de potentiële risico's vergroot gaat nu de voorkeur uit naar landinwaartse dijkverleggingen. Meer ruimte voor de rivier zorgt er voor dat de waterstanden lager worden. Ook met hoge rivierafvoeren.

Dijkverleggingen kunnen uitstekend gecombineerd worden natuurontwikkeling. Duurzame veiligheid en natuur zijn goede partners!



*Dijkteruglegging bij Bakenhof (Arnhem). Over een traject van 1 km is de waterkering c. 500 m landinwaarts teruggelegd. Op die manier is extra ruimte voor hoge rivierafvoeren gemaakt. Het gebied ontwikkelt zich als een interessant wetland en wordt nu frequent bezocht door wandelaars.*

Een z.g. by-pass (een extra geul) heeft hetzelfde effect als een dijkteruglegging. Bij Kampen wordt in het kader van de Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier de aanleg van een by-pass overwogen.



*Bypass Kampen binnen het r.o. project IJsseldelta; een geschikt excursiegebied om te*

*laten zien hoe verschillende ruimtelijke functies kunnen worden gecombineerd.*

#### Vergroten van het watervasthoudend vermogen

Om het watervasthoudend vermogen van het landschap te vergroten worden nu zowel in het landelijk als in het stedelijk gebied maatregelen getroffen. In het landelijk gebied kan dat zijn herbebossing van berghellingen en het opnieuw laten meanderen van rechtgetrokken beken en waterlopen. In het stedelijk gebied kunnen z.g. "Wadi's" en regenopvanginstallaties een aanzienlijke bijdrage aan het watervasthoudend vermogen leveren.

#### Aanpassen woningbouw aan wisselend waterpeil

Modern watermanagement betekent dat eerst gekeken wordt of het ruimtegebruik kan worden aangepast i.p.v. het natuurlijk watersysteem. Dat geldt dus ook voor huizenbouw. Op dit moment wordt op verschillende locaties geëxperimenteerd (w.o. IJburg, Leeuwarden en Maasbommel) met permanent drijvende huizen. Bijzonder spectaculair zijn de huizen bij Maasbommel omdat die op een rivieroever zijn gebouwd en alleen met hoogwater met de waterstand meebewegen.

Begin 2006 hebben VROM en Rijkswaterstaat 15 riviersteden de gelegenheid gegeven om met een ruimtelijk plan te komen voor aangepaste huizenbouw in het buitendijkse gebied waarbij tevens ruimte voor de rivier moet worden gemaakt.

#### Terugbrengen van dynamiek langs de kust

- Sluisbeheer Haringvliet.

Bij de uitvoering van de Deltawerken, werden het Haringvliet en het Hollandsch Diep van de zee afgesloten door de Volkerakdam (1969) en de Haringvlietdam (1970). In de Haringvlietdam zijn sluisen aangebracht, waardoor bij eb een deel van het Rijn- en Maaswater in de Noordzee wordt gespuid, de rest gaat via de Nieuwe Waterweg richting zee. Door de afsluiting en het sluisbeheer is er nu op het Haringvliet vrijwel geen getijdenwerking meer en is ook de geleidelijke overgang tussen zoet en zout water verdwenen. De dam vormt een fysieke barrière waardoor een belangrijke trekroute is afgesneden voor trekvissen.

Er wordt nu onderzocht of het mogelijk is om de Haringvlietssluisen in de toekomst zo te gebruiken, dat enerzijds het natuurlijk overgangsgebied tussen de zee en de grote rivieren (estuarium) wordt hersteld en anderzijds het duurzaam gebruik van het water door de mens in het gebied mogelijk blijft.

- Dijk met bereik; "COMCOAST"

In een internationaal project, COMCOAST, onderzoeken Nederland, Engeland, Duitsland, België en Denemarken de mogelijkheden voor innoverende oplossingen m.b.t. hoogwaterbescherming. Het project is bekend onder de namen 'Waterkeren in de Breedte' en 'Dijk met Bereik'. Enerzijds is het de bedoeling om de veiligheid tegen overstromingen op een vereist niveau te houden en anderzijds wil men rekening houden met andere maatschappelijke doelen die de kustzone kan dienen. Steeds maar hogere en bredere dijken als antwoord op de toenemende kans op overstroming wordt immers niet als een houdbare optie beschouwd. Kern van het innovatieve concept van omgaan met overstromingsrisico's is dat de zeewering zo wordt geconstrueerd dat er bij extreem hoge waterstanden golven zonder bezwaar over de dijk kunnen slaan. De dijken zelf moeten dus zo worden gemaakt dat de overslaande golven het dijklichaam niet aantasten en dat er achter de dijken rekening gehouden wordt dat bij extreme waterstanden (zout) water binnendijs terecht komt. Deze zones zouden bijvoorbeeld als natte natuur ingericht kunnen worden.

Het internationale project COMCOAST kent vier proeflocaties om te experimenteren met de nieuwe ideeën rond waterkeren, waarvan er twee aan de Westerschelde liggen: Ellewoutsdijk en Perkpolder. Bij Ellewoutsdijk (in de Zak van Zuid-Beveland) gaat het proefproject om een stuk primaire waterkering die uit twee dijken bestaat waartussen een historisch fort ligt. Omwille van het handhaven van de veiligheid tegen overstromen is de steenbekleding van dit dijkdeel 'aan de beurt' om door het Bureau Zeeweringen



versterkt te worden.



*Het schetsplan Waterlely laat zien dat er weer ideeën leven om de “zee weer te omarmen”. Dit komt voort uit het besef dat het brakke en zoute water veel meer te bieden heeft dan alleen maar vis. Een vergroting van het grensvlak zoet/zout waarbij gebruik gemaakt wordt van de getijdenwerking biedt nieuwe kansen voor wonen en werken.*

#### Aanpassen van landbouw

Zoutwaterlandbouw is een veelbelovende strategie voor ruim 100.000 hectare akkerland dat in Nederland onder de zeespiegel ligt! Door de stijgende zeespiegel en een ander watermanagement wordt de grond in deze gebieden steeds zilter. De opbrengst van normale gewassen daalt hierdoor sterk. In andere deltagebieden in de wereld zijn de problemen vergelijkbaar. Daarom bieden teeltsystemen en afzetmogelijkheden voor zouttolerante gewassen nieuwe perspectieven voor de landbouw in deze regio's.

Op Texel wordt een milieuvriendelijke kwekerij voor zouttolerante gewassen opgezet. Op een akker van twee hectare met brak grondwater wordt geëxperimenteerd met de teelt van voederbieten, de groentegewassen, zeeaster en zeekool en de graangewassen spelt, quinoa en gerst. Vervolgens worden deze zouttolerante gewassen afgezet via supermarkten, horeca en speciaalzaken.



## **Kennisdisciplines**

Er zijn verschillende kennisdisciplines van toepassing op het beheer van watersystemen. Voor het presenteren van die kennisdisciplines is gekozen voor de volgende indeling:

- Waterkwantiteit
- Waterkwaliteit
- Ruimtegebruik in relatie tot het watersysteem

Het is onmogelijk om inhoudelijk een strikte scheiding tussen deze categorieën te maken daarom zal in vrijwel elk boek of artikel over het onderwerp watermanagement een overlap met meerdere categorieën hebben.

### Waterkwantiteit

Waterkwantiteit heeft betrekking op de kennis over de hydrologische en hydromorfologische processen van stroomgebieden die van belang zijn voor de afvoerpatronen. Daarnaast gaat het vooral ook om de interacties tussen water en het landschap en hoe de mens daarmee omgaat.

Sleutelwoorden zijn:

- Landwinning, klimaatverandering, hoogwaterbescherming (zowel technisch als sociaal-economisch);
- Hoogwaterbescherming langs de grote rivieren en de kust; Natuurlijke rampen en door de mens geïnduceerde rampen;
- Beleid -en bestuurlijke aspecten m.b.t. hoog en laagwaterproblematiek.

### Waterkwaliteit

Met betrekking tot het begrip waterkwaliteit wordt de vraag gesteld welke factoren c.q. processen zijn van belang voor de chemische kwaliteit van het water in een stroomgebied. Op welke wijze kan waterkwaliteit worden gemeten en hoe kan de waterkwaliteit worden verbeterd (zowel technisch als op natuurlijke wijze).

Sleutelwoorden zijn:

- Monitoring waterkwaliteit.
- Technieken om water te zuiveren (natuurlijke en technische);
- Biochemische processen in wetlands;
- Beleid -en bestuurlijke aspecten m.b.t. waterkwaliteit(verbetering).

### Ruimtegebruik in relatie tot het watersysteem

Kennis met betrekking tot alternatief ruimtegebruik dat leidt tot een meer duurzaam beheer van stroomgebieden. Duurzaam betekent hier een betere balans tussen economie, veiligheid en ecologie. Daarnaast ligt het accent ook op de wederzijdse afhankelijkheid tussen ruimtegebruik en de natuurlijke processen van stroomgebieden.

Sleutelwoorden zijn:

- Innovaties m.b.t. overstromingsbestendige bouw; innovaties m.b.t. alternatief ruimtegebruik in de landbouw sector zodat meer dynamiek en de zoet-zout gradiënt in de kuststreek kan worden hersteld.
- Herwaardering in sociaal-economisch opzicht van de zee en de rivieren (andere manier van omgaan met zoet -en zoutwater).
- Beleid -en bestuurlijke aspecten m.b.t. alternatief ruimtegebruik.

## Collectie

In het kader van het WSF-Flevoland beschikt de Openbare Bibliotheek in Almere over een groeiende collectie boeken die te maken heeft met het onderwerp watermanagement. Deze is te vinden op de tweede etage van de hoofdvestiging, Schrijverstraat 1.

## Verwijzingen

Voor een overzicht van gerelateerde websites hebben wij een aparte pagina ingericht met een overzicht van onderzoeksinstellingen.

## Catalogi

*De Catalogus*, de catalogi van de Flevolandse Openbare Bibliotheken.

*Dertien onder één knop*, de gezamenlijke catalogus van dertien WSF bibliotheken.

*Worldcat*, de wereldwijde bibliotheekcatalogus in ontwikkeling.

## **Instellingen**

### Onderwijs

De onderwijssector biedt tal van studies en opleidingen op het gebied van waterbeheer en watertechnologie. Daarnaast zijn er ook verschillende studies, die veel raakvlakken hebben met water.

Zowel op MBO als HBO en academisch niveau kan een groot aantal opleidingen en cursussen worden gevolgd.

Voor meer informatie zie ons overzicht met opleidingsinstituten.

### Onderzoek

Ook zijn er een aantal belangrijke onderzoeksinstituten in Nederland die gerelateerd zijn aan het thema watermanagement.

Voor meer informatie zie ons overzicht met onderzoeksinstituten.

### Adviesbureau's

Voor alle adviesbureaus in Nederland die zich bezig houden met aan watermanagement gerelateerde thema's zie "Partners van waterland".

## Onderwijsinstellingen

Hieronder vindt u een overzicht van instituten in Nederland die opleidingen aanbieden op het gebied van waterbeheer of watertechnologie, óf studies die veel raakvlakken hebben met dit onderwerp.

<u>MBO Opleidingsinstellingen</u>	<u>HBO en WO Opleidingsinstellingen</u>
AOC De Groene Welle	Avans Hogeschool Den Bosch
AOC Limburg Roermond	HAS Den Bosch
AOC Oost Almelo	Hogeschool Brabant Breda
AOC Terra Frederiksoord	Hogeschool InHolland Delft
Baronie College Breda	Hogeschool Saxion IJsselland
Deltion College Zwolle	Hogeschool Zeeland
Gilde Opleidingen Roermond	Intechnum Woerden
Gildevaart Nieuwegein	ITC Enschede
Helicon Apeldoorn	Larenstein
Helicon Velp	Noordelijke Hogeschool Leeuwarden
Koning Willem I College Den Bosch	Saxion Hogescholen Deventer
Noorderpoortcollege Groningen	Stichting Wateropleidingen
Regiocollege Zaanstreek-Waterland	TU Delft
ROC Amsterdam	Unesco-IHE Delft
ROC Friese Poort Drachten	Universiteit Nijmegen
ROC Rijn IJssel Arnhem	Universiteit Twente
ROC Utrecht	Universiteit Wageningen
ROC Zadkine Rotterdam	Van Hall Instituut Leeuwarden
SBW Infrastructuur Harderwijk	
Scheepvaart & Transport College Brielle	
Stichting Wateropleidingen	
Wellantcollege Houten	



## Onderzoeksinstituten

Alle belangrijke onderzoeksinstituten in Nederland die gerelateerd zijn aan het thema watermanagement zijn aangesloten bij het Nederlands Centrum voor Rivierkunde (NCR) en/of het Nederlands Centrum voor Kust en Zee onderzoek (NCK). Hieronder volgt de lijst van partners van het NCR en het NCK.

### Partners van het *Nederlands Centrum voor Rivierstudies* (NCR):

- Delft University of Technology (TUD), Faculty of Civil Engineering and Geosciences
- Utrecht University (UU), Faculty of Geosciences
- Radboud University Nijmegen (RU), Faculty of Science, Mathematics and Computing Science
- Twente University (UT), Faculty of Engineering Technology
- Wageningen University, Centre for Water and Climate (WUR-CWK)
- UNESCO Institute for Water Education (IHE)
- Alterra
- NITG Netherlands Institute of Applied Geoscience TNO (TNO-NITG)

### Partners van het Nederlands Centrum voor Kustonderzoek (NCK)

- Universiteit Twente
- Universiteit Utrecht
- Technische Universiteit Delft
- Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
- Waterloopkundig laboratorium / Delft Hydraulics
- Rijkinstituut voor Kust en Zee (RIKZ)

### Adviesbureau's

Voor alle adviesbureaus in Nederland die zich bezighouden met water gerelateerde thema's zie "Partners van waterland".