



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Waterhuishouding en waterverdeling in Nederland

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Waterhuishouding en waterverdeling in Nederland

Voorwoord

De juiste hoeveelheid water voor de watergebruiker, op het juiste moment, op de juiste plaats en tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten: dat is een belangrijk doel van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. De huidige spelregels voor de landelijke waterverdeling vinden hun oorsprong in de jaren tachtig van de vorige eeuw: de tweede Nota Waterhuishouding. De opgebouwde waterinfrastructuur is toen tegen het licht gehouden: de regelstuw Driel en de spuisluizen in de Afsluitdijk en het Haringvliet als hoofdkranen, de trapjeslijn in de bodem van de Nieuwe Maas om de zouttong tegen te houden... De conclusie toen: grote investeringen in waterinfrastructuur zijn niet nodig en de baten van de waterverdeling kunnen door goed beheer worden geoptimaliseerd. Je zou kunnen zeggen dat de mogelijkheden van het systeem ten volle zijn benut en dat we zelfs onder zeer droge omstandigheden de zoetwaterinlaatpunten nog net vrij van verzilting weten te houden.

Onze infrastructuur en de spelregels voldoen nog steeds, maar de mogelijkheden zijn wel maximaal opgerekt. Klimaatverandering en zeespiegelstijging zullen ertoe leiden dat we opnieuw onze waterhuishouding tegen het licht moeten houden. De veerkracht van het hoofdwatersysteem, de waterinfrastructuur en de spelregels verdienen een nieuwe beschouwing. Ook het watergebruik is veranderd en vraagt om nieuwe voorzieningen. Inspelen op de voorspelde klimaatverandering is pas mogelijk als we het hoofdwatersysteem zoals het nu werkt, in de vingers hebben. De vraag dringt zich op of we de achtergronden, de werking en de spelregels van de waterhuishouding nog wel kennen. Dit boekje wil een bijdrage leveren aan het beantwoorden van die vraag.

Ik wens u veel leesplezier.

Luitzen Bijlsma

Hoofdingenieur-directeur, Rijkswaterstaat Waterdienst

Voorwoord	3
Inleiding	7
1 De ontwikkeling van de Nederlandse waterhuishouding	11
Ontstaansgeschiedenis van Nederland	11
De geschiedenis van het waterbeheer in Nederland	13
2 Systeem en functioneren	21
Beheer van het zoete deel van het waterhuishoudkundig systeem	22
De onderdelen van het waterhuishoudkundig systeem:	27
– De Maas	27
– De Rijn en zijn takken	28
– IJsselmeergebied	30
– Zuidwestelijke Delta	31
– Regionale wateren	33
Grenzen aan het waterbeheer	36
3 Veiligheid	37
4 Wateroverlast	41
5 Watertekort en droogte	47
6 Verzilting	53
7 Waterkwaliteit	59
8 Toekomstige ontwikkelingen	65
Fysische en sociale veranderingen	65
Gevolgen klimaatverandering voor de waterhuishouding	69
9 Naar een klimaatbestendige waterhuishouding	71
Begrippenlijst	75
Literatuuroverzicht	79
Colofon	80

Inleiding

De waterhuishouding van Nederland zit ingewikkeld in elkaar. Ook de manier waarop het water over het land wordt verdeeld, is verre van eenvoudig. De uitdagingen voor het waterbeleid zijn groot, de discussies daarover veelvuldig. Juist dan is het handig als betrokkenen zich kunnen baseren op eenduidige kennis en een taal die iedereen herkent.

Veel waterbeheerders en watergebruikers hebben beroepsmatig slechts met een deel van het systeem te maken. Het is dan moeilijk om het overzicht en de samenhang van de waterhuishouding te doorgronden. Soms ook bestaat er een vervormd beeld van de mogelijkheden die er zijn om het water te sturen. Juist nu lijkt er behoefte aan overzicht van het waterhuishoudkundig systeem. Het is belangrijk te weten waarom zaken geregeld zijn zoals ze zijn geregeld en de aspecten te kennen die nauw met de waterverdeling verbonden zijn, zoals wateroverlast en veiligheid, watertekort, droogte en verzilting. Evenzo is het van belang te weten waar de schoen wringt en welke knelpunten we kunnen verwachten als de klimaatverandering doorzet.

Dit boekje beschrijft de waterhuishouding en de waterverdeling, plus de problemen rond wateroverlast, watertekort, veiligheid, droogte en verzilting. Bij de beschrijving van de waterhuishouding wordt kort ingegaan op de ontstaansgeschiedenis van Nederland en de ingrepen die in de loop der eeuwen gedaan zijn om het land te beveiligen tegen overstromingen door hoge rivierafvoeren of stormvloeden. Ook de inpolderingen en andere waterstaatkundige werken, zoals het graven van verbindingen met de zee en het kanaliseren van rivieren, worden kort besproken.

Vervolgens gaat het boekje in op de waterverdeling en schenkt daarbij aandacht aan het hoofdsysteem, het regionale systeem en de interactie daartussen. Behandeld wordt de waterverdeling onder normale omstandigheden, maar ook komt aan bod hoe het water wordt verdeeld als er sprake is van wateroverlast of juist watertekort. Ook het verband met veiligheid en verzilting wordt uitgelegd. Ten slotte wordt ingegaan op de huidige knelpunten en de problemen die we kunnen verwachten als gevolg van de klimaatverandering en het dalen van de bodem.

Waar van belang zullen de verschillende thema's voor verschillende gebruiksfuncties worden toegelicht.

Dit boekje kan gebruikt worden door iedereen die betrokken is bij de organisatie van het water: waterbeheerders en beleidsmedewerkers van gemeentes, provincies, waterschappen en het rijk, maar ook door gebruikers van het watersysteem en andere betrokkenen. Het doel is om basisinformatie te verschaffen over de waterhuishouding van Nederland en de waterverdeling. Hopelijk leveren deze informatie en kennis een bijdrage aan een heldere discussie bij het oplossen van (toekomstige) knelpunten.



1 De ontwikkeling van de Nederlandse waterhuishouding

Ontstaansgeschiedenis van Nederland

Tot aan het einde van de laatste ijstijd, ruwweg 10.000 jaar geleden, was de Noordzee een grote laagvlakte. Naarmate het warmer werd, kwam de zee opzetten en na een paar duizend jaar stond de Noordzee 'op de stoep van Nederland'. Het rivierwater kwam tot stilstand achter strandwallen die de zee had opgeworpen. Het slib bezonk, planten zagen hun kans schoon in het warmer wordende klimaat. Zo vormde zich een laag veen op de dekzanden die waren afgezet in de voorafgaande periode.

Eeuwenlang kon deze veenlaag aangroeien, vooral op plaatsen waar de strandwal een aaneengesloten lijn vormde, zoals in Holland. Maar bij stormvloed sloeg de zee complete veenpakketten weg, waarna zich mariene afzettingen van klei vormden. Dit speelde zich vooral af in het zuidwesten van Nederland. In het oosten en zuiden komen de grof- en fijnzandige afzettingen uit de ijstijden nog aan de oppervlakte voor. Hier ook zijn de heuvels te vinden – de Veluwe, de Utrechtse Heuvelrug, de Hondsrug, Salland – die de ijstijden in de vorm van stuwwallen hebben achtergelaten. Dit hoger gelegen deel van ons land wordt doorsneden door talrijke beken die voor een natuurlijke afwatering zorgen. In het noorden



7000 voor Christus



5500 voor Christus

komt bovendien keileem voor, een mengsel van keien, grind en leem dat in de laatste ijstijd zo stevig door het landijs is ‘aangestampt’ dat het ondoorlatend is geworden, wat zijn invloed heeft op de waterhuishouding.

De geschiedenis van het waterbeheer in Nederland

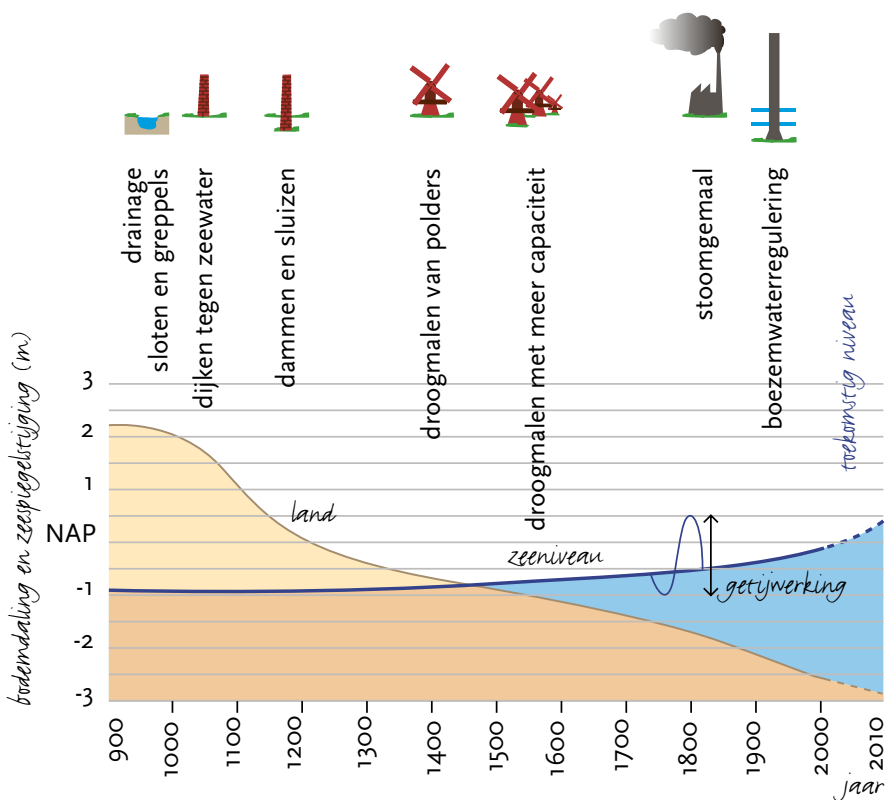
Wonen op de grens van land en water biedt vele voordelen. Daarom bleven onze voorouders hier wonen ondanks de opdringerige zee en probeerden ze te leren leven met water. Uit opgravingen bij Vlaardingen, eind jaren negentig, blijkt dat we al vóór het begin van de jaartelling het water naar onze hand zijn gaan zetten. Er zijn dammen, beschoeiingen en duikers blootgelegd die overduidelijk wijzen op ingrepen in de waterhuishouding. En in het noorden wierpen we al enkele eeuwen voor het jaar nul terpen op. Geleidelijk aan werden we stoutmoediger. In de Middeleeuwen volgde de ontginning van de veenmoerassen. Vanaf de oeverwallen groeven we greppels en slootjes het hooggelegen veen in, om het moeras te ontwateren. Een onbedoeld effect was wel dat het veen inklonk en oxideerde, doordat het nu aan de lucht werd blootgesteld. Dat ging langzaam, maar na verloop van tijd was het maaiveld zover gedaald, dat het lager lag dan het riviertje aan de andere kant van de oeverwal. Dijken werden nodig en molens om het overtollige polderwater af te voeren naar de rivieren. In het zuidwesten werd het veen niet ontwaterd, maar afgegraven voor de zoutwinning. Door deze vorm van maaiveld daling kreeg de zee makkelijk toegang: grote delen van het veen zijn weggeslagen, bijvoorbeeld tijdens de Sint-Elisabethsvloed van 1421, waarna de Biesbosch ontstond. Er ontstonden grote zeearmen, met daarin kernen van eilanden die door latere bedijkingen zijn aangegroeid. In het noorden was dit al een paar eeuwen eerder gebeurd. Daar brak in 1170 de zee door de strandwallen en sloeg het achterliggende veen weg: de Zuiderzee was een feit. Kort daarop, in de 13de eeuw, besloten de bewoners van de kwelders in Groningen en Friesland hun terpen met elkaar te verbinden door middel van dijken.

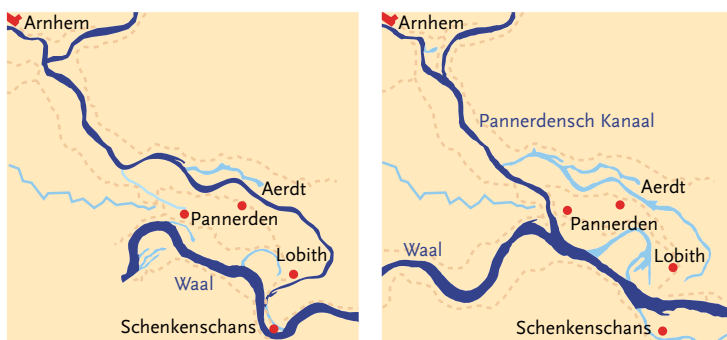


Schets van de Nederlandse bodem: hoog Nederland met dekzandafzettingen watert af naar laag Nederland met klei- en veenafzettingen.

Ook na de Middeleeuwen bleef de zeespiegel stijgen en het land dalen. Voortdurend moesten de dijken worden verhoogd. Maar het waterbeheer was bij tijd en wijle ook offensief: meren en plassen die waren ontstaan door turfwinning, werden drooggemaakt. Daarmee is in de 17de eeuw een begin gemaakt. Als laatste was, rond 1850, het Haarlemmermeer aan de beurt. Dit grote meer konden we droogmaken toen we de beschikking hadden over sterke stoomgemalen.

De opeenvolgende, steeds krachtiger waterhuishoudkundige ingrepen veroorzaaken in laag Nederland een constante bodemdaling. Tegelijkertijd stijgt de zeespiegel steeds sneller.

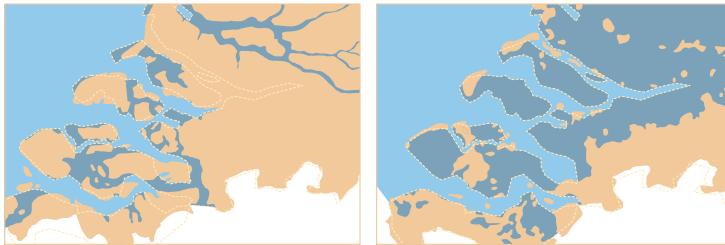




Hoe het Pannerdensch Kanaal de waterafvoer via Neder-Rijn en IJssel herstelde.

In het zuidwesten en het noorden (de Dollard) werden door bedijkingen stukken land op de zee herwonnen, waarbij we ons niet lieten ontmoedigen door rampzalige tegenslagen in de vorm van periodieke stormvloeden. Ook in het rivierengebied kwamen regelmatig overstromingen voor. Vaak waren ijsdammen de oorzaak: schotsen haakten vast aan de oever, hielden achteropkomende schotsen tegen totdat zich zo'n versperring vormde dat het water zich een uitweg baande over of door een dijk heen. In de loop van de 17de eeuw werd de Waal de belangrijkste tak van de Rijn. Bijna 90 procent van het water koos voor deze weg naar zee, waardoor de afvoercapaciteit van de Rijn en de IJssel sterk afnam. Om dit proces een halt toe te roepen en om militair- strategische en sociaal-economische redenen, is in 1707 het Pannerdensch Kanaal gegraven.

In de 18de eeuw kregen de rivieren moeite hun vracht in zee te lozen. De Maasmond bij Brielle verzandde en ook stroomopwaarts vormden zich ondieptes, maar het zou nog een eeuw duren voordat hier werk van werd gemaakt, in de vorm van normalisaties. In de 19de en de 20ste eeuw volgden drastischer ingrepen, zoals het graven van de Nieuwe Merwede, de Bergsche Maas, de Nieuwe Waterweg en de bouw van stuwen in de Neder-Rijn die een andere verdeling van het Rijnwater mogelijk maakten. Internationale faam verwierven we met de Zuiderzeewerken die begonnen met de bouw van de Afsluitdijk (1927-1932) en met de drooglegging van de Wieringermeer, de Noordoostpolder en Oostelijk en Zuidelijk Flevoland.



Zuidwestelijke Delta beneden de zeespiegel (donkerblauw). Rechts: situatie bij overstroming; links: situatie bij overstroming wanneer nooit in watersystemen zou zijn ingegrepen.

Even indrukwekkend zijn de Deltawerken als reactie op de ramp die Zuidwest-Nederland in 1953 trof. Met de Deltawerken bevestigden we onze reputatie als bedwingers van de zee eens te meer. Zeker toen we de geplande dam in de Oosterschelde zo aanpasten dat de zee nu alleen wordt buitengesloten als een herhaling van 1953 dreigt. Veel van die ingrepen hebben ook een keerzijde, waar we pas achteraf oog voor hebben gekregen (de ecologische gevolgen van de Deltawerken bijvoorbeeld). Dat inzicht past in het beleid dat in de jaren tachtig ingang heeft gevonden: integraal waterbeheer. Hoe dan ook, alle ingrepen hebben ons doen vergeten dat de zee eigenlijk door had willen gaan de kustlijn naar het oosten te verschuiven. Waar hij nu zou hebben gelegen, is moeilijk aan te geven. Het opdringen van de zee zou zijn ‘tegengewerkt’ door de rivieren die door waren gegaan met het opbouwen van hun delta. Maar duidelijk is dat Nederland er anders uitgezien zou hebben als wij niet hadden ingegrepen.

Feit is dat de kustlijn nu ligt waar hij ligt. En dat we in 1990 hebben besloten om te proberen de kustlijn op die plaats te houden. Daarom zijn we sindsdien zo druk in de weer met zandsuppleties, zowel op het strand als in de vooroever.

Rond de overgang naar het derde millennium deden zich bovendien gebeurtenissen voor die het denken over de waterhuishouding op zijn kop zetten. De hoge afvoeren van Rijn en Maas in 1993 en 1995 leidden tot het programma Ruimte voor de Rivier. Daarnaast wees de uitzonderlijke droogte van 2003 en begin 2005 ons op het belang plekken aan te wijzen waar water kan worden geborgen als appeltje voor de dorst.

Waterschappen

In de vroege Middeleeuwen was West-Nederland een drassig veengebied. Om de grond te kunnen bewerken en er te kunnen wonen, was ontwatering nodig. Daar zorgden in die tijd de bewoners van een dorp zelf voor. Zij groeven een sloot, legden een dam of wierpen een dijk op. Vanaf de 11de eeuw trad hierin geleidelijk verandering op. De eigenaren van het land waren vaak niet meer de dorpsbewoners, maar grootgrondbezitters die in een stad of kasteel woonden. Bovendien groeide het besef dat dijkaanleg en afvoer van water zaken waren die de grenzen van een dorp overschreden. In de 13de eeuw begonnen de belanghebbenden bij een zekere waterhuishouding samenwerkingsverbanden te vormen. Zo ontstonden de eerste waterschappen. De samenwerking kwam niet alleen tot uiting in werkzaamheden, maar ook in medezeggenschap in het bestuur. Dit maakt dat de waterschappen de oudste vorm van democratisch bestuur in Nederland zijn. Het Hoogheemraadschap van Rijnland is het oudste nog bestaande waterschap; het ontstond in 1232. Er hebben vele honderden waterschappen bestaan, maar vooral in de vorige eeuw is hun aantal sterk geslonken. Nu zijn er nog 26.

Rijkswaterstaat

Aan het einde van de 18de eeuw vond het parlement het nodig een krachtige centrale organisatie in het leven te roepen om het land van de ondergang te redden. Paalwormen tastten de houten zeeweringen en havenkades aan, de havenmonden verzandden, ijsdammen veroorzaakten overstromingen. Daar werden wel maatregelen tegen genomen, maar vaak boden die slechts plaatselijk soelaas, terwijl ze elders nieuwe problemen deden ontstaan. De tijd was rijp voor centrale waterstaatszorg. Op 27 maart 1798 was het zover. Er werd een 'Bureau voor den Waterstaat' opgericht, bestaande uit een president, een assistent en een technisch tekenaar. Tegenwoordig is Rijkswaterstaat de uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Verkeer en Waterstaat. De organisatie beheert het rijkswegennetwerk (3260 km), het netwerk van 's rijks waterwegen (1686 km) en het watersysteem (65.250 km²), inclusief het Nederlandse deel van de Noordzee.



Overzicht van de beheergebieden van de 26 waterschappen.



Splitsingspunt IJsselkop, gezien vanuit het zuiden. Het schip nadert vanaf de IJssel.

2 Systeem en functioneren

Je zou Nederland kunnen zien als een doorgeefluik van water. Alles wat beken en rivieren van over de grens aanvoeren, moet er aan de zee kant uit. Iets dergelijks geldt voor regenwater: wat uit de lucht valt, gaat onder- of bovengronds naar zee. In het oosten en zuiden gaat dat vanzelf. Dankzij het reliëf zoekt het water in hoog Nederland zelf zijn weg. Maar in het platte laag Nederland, dat ook nog eens onder zeeniveau ligt, heeft het hulp nodig.

Geleidelijk aan hebben wij geprobeerd van dat doorgeefluik een bedienings-paneel te maken: een gemaal hier, een sluis daar, dammen, dijken en stuwen overal. Dit heeft een mozaïek opgeleverd van rivieren, kanalen, meren en (afgedamde) zeearmen. Het geheel is nog eens verweven met een stelsel van sloten, grachten en kanalen. Doorgaans gaat de bediening van het hoofdwatersysteem ons goed af. We dirigeren het water van Rijn en Maas naar de plekken waar we het hebben willen. Zo slaan we een flink deel op in het IJsselmeer, waarna we het benutten voor de bereiding van drinkwater, de beregening van akkers en nog veel meer. We zorgen dat er genoeg water in de kanalen staat om de scheepvaart gaande te houden. We proberen er zout opkwellend grondwater mee te bestrijden en het zeewater mee buiten de deur te houden.

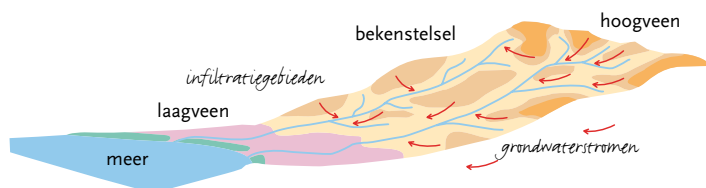
Beheer van het zoete deel van het waterhuishoudkundig systeem

Hoe klein ons land ook is, we horen tot vier internationale stroomgebieden: dat van de Rijn, de Maas, de Schelde en de Eems. Al het water dat deze rivieren aanvoeren, stroomt via ons land naar de (Waddenzee en de) Noordzee.

Omdat dit boekje zich alleen richt op het zoete deel van deze stroomgebieden en het overgangsgebied (de Zuidwestelijke Delta), worden de Schelde en de Eems niet behandeld. Het waterhuishoudkundig systeem dat wel behandeld wordt, is als volgt ingedeeld:

- rivieren met bijbehorende kanalen liggend in hetzelfde stroomgebied,
- IJsselmeergebied,
- Zuidwestelijke Delta en
- de kleinere, regionale wateren van hoog en laag Nederland.

Om te kunnen begrijpen hoe het waterhuishoudkundig systeem beheerd wordt, eerst een uitstapje naar watersystemen. Een watersysteem bestaat uit verschillende componenten, waartussen een sterke samenhang bestaat, zeker in het waterhuishoudkundig systeem van Nederland. Ze beïnvloeden elkaar, zijn van elkaar afhankelijk en zijn bovendien gevoelig voor afwenteling van problemen rond kwantiteit en kwaliteit. Om die samenhang goed te begrijpen, beschrijft deze paragraaf eerst de aard en het karakter van de verschillende componenten.



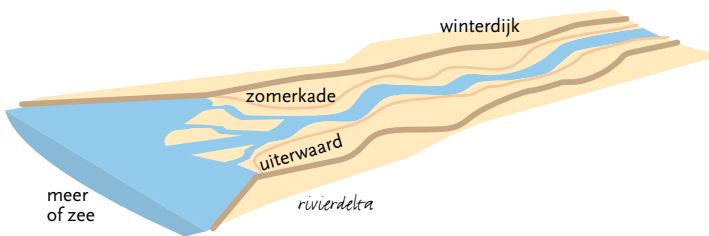
Water vanuit de hogere gronden bovenstrooms en in eigen land, stroomt als oppervlaktewater én via grondwaterstromen naar zee.

Hogere gronden

Neerslag die valt op hogere gronden, infiltreert gedeeltelijk ter plaatse en stroomt voor de rest via beekjes naar de lageregelegen gebieden. Ook het geïnfiltreerde water stroomt af, waardoor zich onderaan de hoge gronden kwelgebieden hebben ontwikkeld. Het gebied reageert 's zomers anders dan 's winters: in de zomer is de grondwaterstand als gevolg van het verdampingsoverschot laag, waardoor de neerslag de bodem intrekt en er weinig afvoer plaatsvindt. In de winter is de grond verzadigd en wordt neerslag direct afgevoerd.

Rivier

Een rivier kan gevoed worden door smeltwater, neerslag en grondwater. In de zomer (met geen of een klein neerslagoverschot en weinig smeltwater) is de rivier smal. In tijden met veel neerslagoverschot en/of smeltwater kan de rivier zich verbreden, doordat ook in de uiterwaarden (het gebied tussen zomer- en winterdijk) water komt te staan.



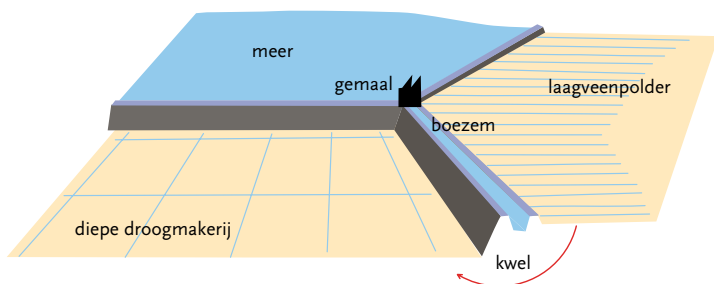
De component riviersysteem.

Polder

Een polder is een gebied dat door een waterkering beschermd wordt tegen water van buiten en waarbinnen de waterstand kan worden beheerst. Voor zover het naar de polder aangevoerde water (neerslag, kwel) niet wordt verbruikt of opgeslagen, moet het worden uitgepompt. Hiertoe wordt het water eerst in een boezem gepompt.



Indeling waterhuishoudkundig systeem.



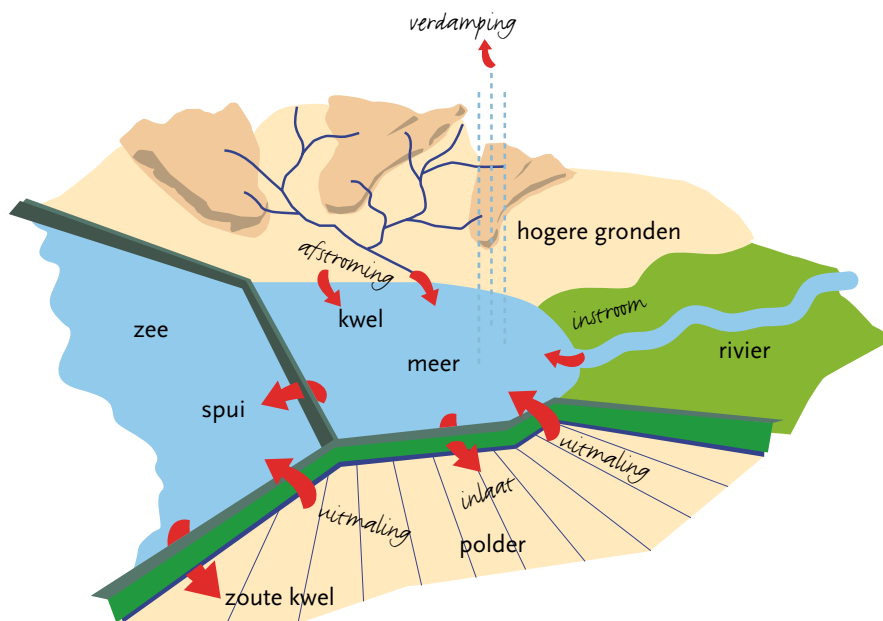
Schematische voorstelling van de componenten polders en droogmakerijen.

Waterstromen tussen componenten

De verschillende componenten (hoge grond, polder en rivier) kunnen niet los van elkaar worden gezien. Er is voortdurend uitwisseling: de rivier voert water aan naar het meer, het meer laat water af naar zee, de polder maalt uit op het meer, maar laat 's zomers ook water in. Het waterpeil in het meer bepaalt mede de kwel- en grondwaterstroom. Kortom, alles hangt met elkaar samen.

Samenhang

Deze samenhang is de grondslag voor het beheer van het hoofdwatersysteem. In normale omstandigheden lijkt het vanzelfsprekend dat in alle componenten het water staat op het peil dat we willen en dat het stroomt waar het moet stromen. Maar in periodes van veel neerslag in eigen land en de bovenstroomse buurlanden, of tijdens langdurige periodes van droogte, moeten we voortdurend aan de 'knoppen' draaien om alle met water verbonden belangen te kunnen blijven dienen. Dat doen we aan de hand van scenario's en afspraken. De details daarvan komen aan de orde in de volgende paragraaf.



Alle watersysteemcomponenten in onderlinge samenhang.

De onderdelen van het waterhuishoudkundig systeem

Rivieren en kanalen

De tijd dat de rivieren baas in eigen bedding waren, ligt al ver achter ons. Op allerlei manieren hebben we ingegrepen om de waterverdeling naar onze hand te zetten. Belangrijke hulpstukken zijn: de stuw bij Driel – waarmee tot op zekere hoogte is te bepalen hoeveel Rijnwater naar de IJssel, de Neder-Rijn en, in mindere mate, naar de Waal gaat –, de sluizen in de Afsluitdijk – waarmee we het IJsselmeerpeil kunnen regelen – en de Haringvliet- en Volkeraksluizen. Daarmee bepalen we via welke uitgang het water naar zee stroomt.

De Maas

De Maas is een echte regenrivier en kent daarom vaak periodes met weinig afvoer. Om dat beetje water vast te houden en scheepvaart mogelijk te houden, zijn in de 20ste eeuw zeven stuwen gebouwd: bij Borgharen, Linne, Roermond, Belfeld, Sambeek, Grave en Lith. Deze zijn bijna altijd in bedrijf, alleen bij hoge afvoeren worden ze geopend. Dat is meestal in de winter het geval. Dan kan er zoveel regen vallen dat het stroombed van de Maas de watertoevoer niet aankan. Dat gebeurde bijvoorbeeld in 1993 en 1995. Vrijwel direct nadat het Maaswater bij Eijsden de grens is gepasseerd, wordt het over drie waterlopen verdeeld: de Zuid-Willemsvaart, het Julianakanaal en de Grensmaas. Op de Grensmaas wordt om ecologische redenen een minimumdebiet van $10 \text{ m}^3/\text{s}$ nagestreefd, maar in droge tijden is deze afvoer niet te handhaven. Het is belangrijk dat op het Julianakanaal altijd scheepvaart mogelijk is. Daarom is – ter compensatie van schutverliezen bij Born en Maasbracht – altijd ongeveer $20 \text{ m}^3/\text{s}$ nodig. In droge tijden wordt het water dat met het schutten uit het kanaal is ‘ontsnapt’, weer teruggepompt.

De Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen

Limburg en Noord-Brabant zijn voor hun watervoorziening aangewezen op de Maas. Als gevolg van een traktaat uit 1863 met België heeft Nederland de plicht om minimaal $10 \text{ m}^3/\text{s}$ via de voedingsduiker bij Maastricht op de Zuid-Willemsvaart af te laten. Omgekeerd is België verplicht om daarvan $2 \text{ m}^3/\text{s}$, plus dat wat er meer dan $10 \text{ m}^3/\text{s}$ is afgelaten, bij Lozen weer naar Nederland terug te laten vloeien. (Overigens is een deel van het Maaswater al bij Luik afgeleid: dat gebruiken de Belgen om het Albertkanaal te

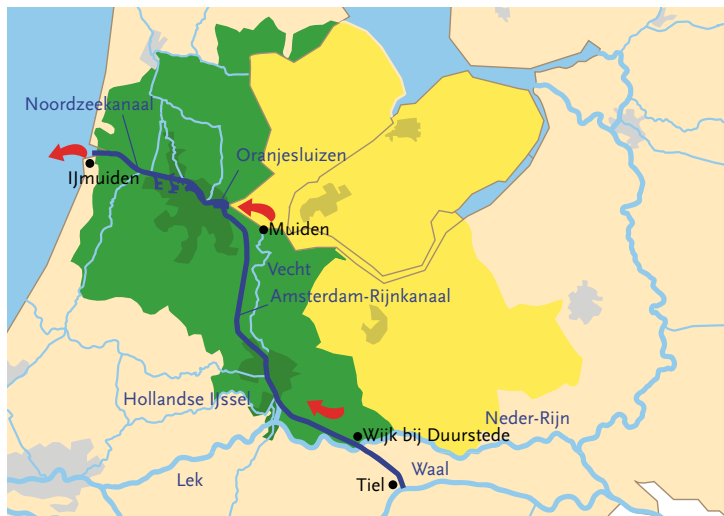


Detail van het deelsysteem van Maas en Midden-Limburgse en Brabantse kanalen.

voeden.) Het waterbeheer van de Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen is vastgelegd in het gelijknamige waterakkoord. Het doel van dit akkoord is te komen tot een evenwichtige verdeling van de aan- en afvoer van water in de aangesloten beheersgebieden.

De Rijn en zijn takken

De Rijn komt bij Lobith ons land binnen. Het eerste splitsingspunt is bij de Pannerdensche Kop, waar het water zich verdeelt over de Waal en het Pannerdensch Kanaal dat uitmondt in de Neder-Rijn. Ten oosten van Arnhem splitst de IJssel zich af van de Neder-Rijn. De stuw bij Driel in de Neder-Rijn wordt zo bediend dat van het Rijnwater zo lang mogelijk $285 \text{ m}^3/\text{s}$ naar de IJssel kan worden gestuurd en er altijd $25 \text{ m}^3/\text{s}$ voor de Neder-Rijn overblijft. De rest gaat via de Waal richting zee. Deze afvoerverdeling garandeert een redelijke vaardiepte voor de scheepvaart op de drie rivieren. Bovendien beschikt de centrale Herculio bij Zwolle over voldoende koelwater en is er in droge periodes water beschikbaar voor de landbouw in Noord-Nederland. Deze ideale toestand is gemiddeld ruim negen maanden per jaar vol te houden. Maar als de afvoer bij Lobith lager is dan $1300 \text{ m}^3/\text{s}$, kan er geen $285 \text{ m}^3/\text{s}$ meer naar de IJssel worden gedirigeerd.



Afwateringsgebied van het deelsysteem van het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal. Groen watert rechtstreeks af, geel indirect.

Wel blijft ook dan 25 m³/s voor de Neder-Rijn gereserveerd. Stijgt de afvoer weer boven de 1300 m³/s, dan worden de stuwen bij Driel, Amerongen en Hagestein geleidelijk opgetrokken en neemt de afvoer via de Neder-Rijn toe, terwijl ongeveer 285 m³/s door de IJssel blijft stromen. Heeft de Rijn meer dan 2400 m³/s af te voeren, dan staan de stuwen helemaal open en laat de afvoerverdeling zich niet meer beïnvloeden.

Het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal

Het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal zijn van groot belang voor de scheepvaartverbinding tussen IJmond, Amsterdam en Duitsland. |De kanalen moeten als één systeem worden beschouwd en zijn van groot belang voor de regionale waterhuishouding. Op het kaartje is te zien wat het stroomgebied is van dit systeem. Het groene gebied watert direct af, het gele kan via de inlaat bij Schellingwoude (Oranjesluizen) indirect ook via het Noordzeekanaal afwateren. Het systeem wordt gemiddeld voor 60 procent gevoed door regionaal water, dus via de waterschappen (het groene gebied). Bij IJmuiden watert het systeem af op de Noordzee. Bij laag water op zee gebeurt dit via spuilsuizen (maximaal 500 m³/s). Staat het

water op zee hoog, dan wordt het gemaal IJmuiden, het grootste gemaal van Europa (maximaal 260 m³/s) ingezet.

Via de sluizen bij Wijk bij Duurstede en Schellingwoude kan water ingelaten worden. De hoeveelheid die uit het IJsselmeer wordt aangevoerd, hangt sterk af van het doorspoelbeleid voor het Markermeer. Hoeveel er in droge tijden bij Wijk bij Duurstede wordt aangevoerd, hangt weer af van wat er bij Tiel uit de Waal kan worden ingelaten, omdat het water uit de Neder-Rijn nodig is om de waterstand stroomafwaarts op peil te houden.

Aan het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal wordt ook weer water onttrokken, deels voor de regionale watervoorziening, deels voor de drinkwatervoorziening. Daarmee wordt rekening gehouden bij het op peil houden van de vaarwegdiepte. Als het Markermeerpeil doorspoeling van de Vecht en wateraanvoer via Muiden toelaat, kan ook via die route water naar het Amsterdam-Rijnkanaal stromen. Dan hoeft minder water via de Neder-Rijn aan de Waal te worden onttrokken. Bij de sluizen in IJmuiden worden veel schepen geschut. Daarmee komt zout water het systeem binnen, dit levert een zoutgradiënt op van IJmuiden tot aan het begin van het Amsterdam-Rijnkanaal. Deze zoutgradiënt geeft ecologisch gezien een uniek karakter aan het Noordzeekanaal. Omdat er aan het Amsterdam-Rijnkanaal een innamepunt voor drinkwater is gelegen, moeten we zorgen dat de zouttong niet verder opdringt. Daartoe wordt bij Diemen een minimumdebiet van ca 30 m³/s nagestreefd. Als het kan wordt bij Schellingwoude ook water uit het Markermeer gebruikt om de zouttong tegen te houden. Het water van het Amsterdam-Rijnkanaal wordt in tijden van langdurige droogte ook nog gebruikt om verzilting van polders in Zuid-Holland tegen te gaan. Het water van de Hollandsche IJssel is daarvoor dan te zout, doordat de zouttong in de Nieuwe Waterweg te ver is binnengedrongen. Deze afspraak is eind jaren tachtig gemaakt in het waterakkoord Kleinschalige Wateraanvoervoorzieningen (KWA). De KWA is in feite een stelsel van pompen en gemalen, ontworpen om in tijden van watertekorten ongeveer 7 m³/s zoet water naar de Zuid-Hollandse polders te sturen.

IJsselmeergebied

Dit watersysteem omvat het IJsselmeer, het Markermeer en de Randmeren. Het is het grootste zoetwaterbekken van West-Europa en het functioneert

als buffer, waarmee in tijden van droogte grote delen van Noord-Nederland van water worden voorzien. Daarnaast is het een natuurgebied van (inter) nationale betekenis. Zijn hoofdfunctie is het afvoeren van het water uit de stroomgebieden van de IJssel, de Overijsselse Vecht en de Eem.

Het IJsselmeer – en in de zomermaanden ook het Markermeer – wordt voornamelijk door de IJssel gevoed. Van april t/m september is het streefpeil op deze meren NAP – 0,20 m, terwijl de rest van het jaar NAP – 0,40 m wordt aangehouden. Meestal is hiervoor voldoende water beschikbaar. Het Markermeer lost zijn overtollige water in het winterhalfjaar overwegend op het IJsselmeer, maar in de zomer gaat het merendeel westwaarts om het Noordzeekanaal door te spoelen. In het voor- en najaar wisselt de afvoerrichting, al naar gelang het weer en het waterpeil. Overtollig IJsselmeerwater wordt via de sluizen bij Den Oever en Kornwerderzand op de Waddenzee geloosd.

Het IJsselmeer levert belangrijke hoeveelheden water aan Friesland, Groningen en de kop van Noord-Holland, maar ook aan grote delen van Drenthe en het noordwesten van Overijssel. Bovendien liggen bij Andijk en Enkhuizen inlaatpunten voor de drinkwaterbereiding. Het gaat hier echter om relatief geringe hoeveelheden. Aan het Markermeer liggen bij Lutje-Schardam, Schardam en Monnickendam de belangrijkste inlaatpunten voor de Schermerboezem. Ten slotte kan bij Muiden en Zeeburg water uit het IJmeer ingelaten worden om respectievelijk de Vecht en de Amsterdamse grachten te door te spoelen. In tijden van droogte treedt de verdringingsreeks (zie pagina 51) in werking. Daarin is bepaald in welke volgorde het schaarse water aan de gebruikers wordt toebedeeld. Deze verdringingsreeks is voor het IJsselmeergebied uitgewerkt in de regionale verdringingsreeks ‘De waterverdeling Noord-Nederland’.

Zuidwestelijke Delta

De Zuidwestelijke Delta wordt begrensd door de Nieuwe Waterweg/ Nieuwe Maas, de Biesbosch en het Schelde-estuarium. Het is een complex geheel van grote zoete en zoute wateren die met elkaar samenhangen en elkaar beïnvloeden. Sommige wateren zijn stagnant, andere zijn onderhevig aan eb en vloed. Rijn, Maas en Schelde komen er samen. De waterverdeling wordt grotendeels geregeld met de sluizen in het Haringvliet.

Deze worden zo bediend dat de Nieuwe Waterweg zolang mogelijk 1500 m³/s kan afvoeren. Op deze manier wordt getracht de verzilting van de Hollandse



Detailkaart Zuidwestelijke Delta.

IJssel, waaraan bij Gouda het belangrijkste inlaatpunt van Middenwest-Nederland ligt, tegen te gaan. Daarnaast wordt er naar gestreefd de laagwaterstand op het Hollandsch Diep niet onder NAP te laten zakken ten behoeve van de zeehaven bij Moerdijk.

Bij afvoeren te Lobith tot $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ zijn de Haringvlietsluizen helemaal gesloten, op de zout- en visriolen na. Bij afvoeren van de Rijn tussen 1100 en $1700 \text{ m}^3/\text{s}$ staan de sluizen bij laag water 25 m^2 open als de buitenwaterstand lager is dan de binnenwaterstand. Op deze manier wordt een doorspoel-debiet in het westelijke deel van het Haringvliet gehandhaafd van gemiddeld zo'n $50 \text{ m}^3/\text{s}$ per getij.

Bij afvoeren van 1700 tot $9500 \text{ m}^3/\text{s}$ wordt de spui-opening steeds groter en bij een afvoer groter dan $9500 \text{ m}^3/\text{s}$ staan de Haringvlietsluizen helemaal open. Maar zelfs dan lukt het niet altijd om de streefwaarde van $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Hoek van Holland te handhaven. De Nieuwe Waterweg krijgt dan ruwweg de afvoer van de Lek, de Waal en zelfs de Amer aangeboden, verminderd met wat er bij

de Volkeraksluizen wordt gespuid en het doorspoeldebiet van het Haringvliet. Nóg vormen de Haringvlietssluzen een harde grens tussen de zee en het Haringvliet, en daardoor belemmeren zij de doorgang voor (trek)vissen, zoals zalm en forel. Om een natuurlijker delta te creëren, worden in 2010 de Haringvlietssluzen op een kier gezet. Dat betekent dat de sluzen bij opkomend water niet langer dichtgaan, maar op een kier blijven staan onder voorwaarde dat de zoetwaterinlaatpunten niet verziltten. Op die manier ontstaat een geleidelijke overgang van zee- naar rivierwater. Ook kunnen dan trekvisserij de sluzen passeren. Deze maatregel past in de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000.

Met het graven – en vervolgens uitdiepen – van de Nieuwe Waterweg voor de toegankelijkheid van de haven van Rotterdam drong het zoute water steeds verder landinwaarts, waardoor de watervoorziening van Delfland onder druk kwam te staan. Om Delfland van zoetwater te voorzien is een buis (met een capaciteit van 4 m³/s) aangelegd, die van het Brielse Meer onder de Nieuwe Waterweg door naar Delfland loopt. Samen met de doorvoermogelijkheden door de Lopiker- of Krimpenerwaard, van ongeveer 10 m³/s, kan het gebied in zijn watervraag voorzien.

Regionale wateren

Naast het hoofdwatersysteem kent Nederland een dicht netwerk van sloten, beken en kanalen die tot het regionale watersysteem behoren. Het hoofdsysteem en het regionale systeem zijn op diverse plaatsen met elkaar verbonden. Enerzijds watert het regionale systeem af op het hoofdsysteem (drainage bij een neerslagoverschot), anderzijds kan het regionale systeem worden gevoed door het hoofdsysteem (aanvoer in tijden van neerslagtekorten).

In laag Nederland dient het ingelaten water verschillende functies. De belangrijkste is peilhandhaving om inklinking van de veenpakketten te voorkomen. Verder wordt het gebruikt voor doorspoeling om een goede waterkwaliteit te waarborgen. In hoog Nederland wordt het water vooral aangevoerd voor irrigatiedoeleinden. De kaart op pagina 35 geeft een overzicht van de kranen in het hoofd- en het regionale systeem.

Volkerak-Zoommeer

Het Volkerak-Zoommeer is in 1987 ontstaan als gevolg van de beslissing om de Oosterschelde open te houden. Om voldoende getijverschil te behouden, is de oppervlakte van de Oosterschelde verkleind met behulp van de Philipsdam en de Oesterdam. Door de afsluitingen en doorspoeling met zoet water uit het Hollandsch Diep en de Brabantse rivieren is een zoetwatersysteem ontstaan.

De overmaat aan voedingsstoffen in het water en de lange tijd dat dit water in het meer verblijft, hebben vanaf 1994 een ideaal klimaat geschapen voor blauwalgen. Blauwalgen veroorzaken overlast en milieuschade, doordat ze giftige stoffen in het water brengen. Het afsterven van blauwalgen in de (na)zomer geeft bovendien een enorme stank. Vrijwel elke zomer is sprake van veel overlast bij omwonenden, recreanten en toeristen. In de zomerperiode kan de landbouw geen zoet water uit het meer gebruiken voor beregening. In 2004 is een planstudie gestart om oplossingen te vinden voor dit probleem. Op grond van de onderzoeksresultaten moet worden vastgesteld dat het zoet houden van het Volkerak-Zoommeer niet leidt tot de noodzakelijke verbetering van de waterkwaliteit. Alleen door het meer weer zout te maken en een beperkte getijdynamiek terug te brengen, kan de waterkwaliteit zodanig verbeteren dat de blauwalgen verdwijnen.



Overzicht van alle 'krans' in het waterhuishoudkundig hoofdsysteem.

Grenzen aan het waterbeheer bij extreme afvoeren

Onder normale omstandigheden voldoet het watersysteem. Problemen (veiligheid, watertekort, wateroverlast, handhaving peil, verzilting) doen zich eigenlijk alleen voor onder extreme omstandigheden. Dat zich dan problemen voordoen, is niet verwonderlijk, want de speelruimte voor de waterverdeling in en tussen de onderdelen van het systeem is klein. Zo laten we bij extreem lage rivierafvoeren alle stuwen in de Neder-Rijn zakken en houden we de Haringvlietsluizen en de sluizen in de Afsluitdijk dicht. Maar verder valt er dan niets meer te ‘regelen’ of te ‘sturen’ in de afvoerdeling. Hetzelfde geldt ten tijde van extreem hoge afvoeren. Dan kunnen we de stuwen en de spuisluisen alleen maar wagenwijd openzetten.

De volgende hoofdstukken gaan in op veiligheid, wateroverlast, watertekort en droogte, verzilting en waterkwaliteit in de huidige situatie. Hoofdstuk 8 geeft een doorkijkje naar de toekomstige ontwikkelingen en de gevolgen daarvan. En hoofdstuk 9 noemt de documenten waarin het beleid en beheer staat waarmee we het waterhuishoudkundig systeem klimaatbestendig willen maken.

3 Veiligheid

Dankzij duinen, dammen, dijken en de Deltawerken kunnen we in laag Nederland veilig wonen. De normen waaraan de waterkeringen moeten voldoen, zijn wettelijk vastgelegd. De paradox is dat de stapsgewijze ontwikkeling van het systeem waarmee we het water onder controle hebben gekregen, op zichzelf een veiligheidsprobleem met zich heeft meegebracht. Rivierwater dat gedwongen is in de beperkte ruimte tussen dijken te blijven, kan bij een grotere afvoer alleen maar omhoog. We hebben het ongemak van een groot oppervlak nat land als het ware ingeruild voor de bijna-garantie op permanent droog land, maar wél met het risico dat het water bij een overstroming veel hoger komt te staan. Deze dreiging wordt nog eens vergroot doordat de bodem daalt en de zeespiegel stijgt. Doordat de bevolking achter de dijken is gegroeid en er voor vele miljarden is geïnvesteerd in woningen en bedrijven, zullen de gevolgen van een dijkdoorbraak groter zijn. In de Rijntakken heeft waterverdeling nog op andere wijze te maken met veiligheid. De ‘regelkranen’ in het hoofdsysteem worden zo bediend, dat de kans op een overstroming in alle Rijntakken even groot is. Beheer en onderhoud van rivierbodembodem en winterbed moeten ervoor zorgen dat dit zo blijft.

Wat is veiligheid?

Dijken en duinen zorgen er voor dat we ons veilig kunnen voelen. Alle duinen en de belangrijkste dijken noemen we de primaire waterkeringen omdat die ons beschermen tegen overstromingen van de zee, de grote rivieren of het IJssel- en Markermeer. Daarnaast zijn er nog secundaire waterkeringen. Die zijn ook belangrijk, maar als een dijk uit die categorie het begeeft, zijn de gevolgen minder rampzalig – al zullen de bewoners van Wilnis daar anders over denken. Toen daar in augustus 2003 de ringdijk van de polder Groot-Mijdrecht doorbrak, stond in de wijk Veenzijde een halve meter water op straat. Toch is Wilnis van een andere orde dan de veiligheid waar we het hier over hebben. Als een primaire waterkering het begeeft, zijn de gevolgen veel groter, zowel het aantal te verwachten slachtoffers als de materiële schade. Nederland behoeden voor zo'n catastrofe, dat bedoelen we in dit verband met veiligheid.

Hoe veilig we achter de primaire waterkeringen in werkelijkheid zijn, hangt af van de plek waar ons huis staat. In de Wet op de waterkering zijn de veiligheidsnormen namelijk per dijkkringgebied vastgesteld. De norm is hoger als binnen de dijkkring meer economische activiteit plaatsvindt en er veel mensen wonen. Verder maakt het uit hoe groot het gebied is dat kan overstromen; hoe hoog het water kan komen te staan en of er zoet dan wel zout water binnenstroomt. De norm wordt uitgedrukt in een kans per jaar (bijvoorbeeld 1: 1250 per jaar) dat een kritieke waterstand zich voordoet. De eisen die aan de hoogte en sterkte van een waterkering worden gesteld, zijn aan de norm ontleend.

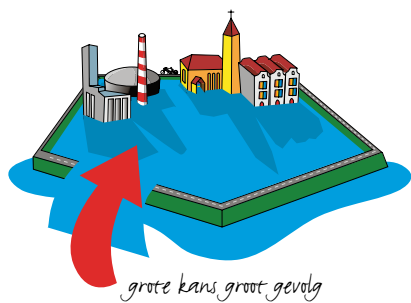
Wat bepaalt veiligheid?

De veiligheid van meren, rivieren, rivierdelta en zee wordt door telkens andere factoren bepaald:

Meren	meerpeil, wind (opwaaiing en golfploop)
Rivieren	waterafvoer en enigszins wind (opwaaiing en golfploop)
Rivierdelta	rivieraanvoer, waterstand op zee, wind (opwaaiing en golfploop)
Zee	getij en wind (opwaaiing en golfploop)

Veiligheid, voor wie?

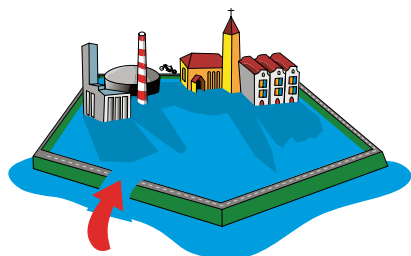
De basis voor het beschermingsbeleid dat we nu voeren, is gelegd door de Deltacommissie die na de ramp van 1953 in het leven is geroepen. Maar sinds die tijd is er wel het een en ander veranderd. Er is achter de dijken enorm geïnvesteerd in economische waarde en we wonen er met aanzienlijk meer mensen. Die ontwikkeling zal de komende tijd niet stoppen. Bovendien laten alle klimaatscenario's van het KNMI een stijging zien van zowel de zeespiegel als de rivierafvoeren. Kortom, de dreiging én de mogelijke gevolgen van een overstroming nemen toe. Een grootschalige overstroming zal enorme schade veroorzaken en onze maatschappij voor langere tijd ontwrichten. Daarom gaan er vaker stemmen op die pleiten voor een andere benadering van veiligheid: niet langer zou het moeten gaan om de kans dat de waterkering faalt, maar om het risico (dus kans maal gevolg) van een werkelijke overstroming. Dit biedt meer zicht op de mogelijkheden om de gevolgen van een overstroming binnen de perken te houden. De risicobenadering maakt duidelijk dat het onmogelijk is het risico tot nul te reduceren, ondanks alle inspanningen die we daarvoor doen. Impliciet klinkt uit de risicobenadering door dat de bescherming tegen overstromingen niet de verantwoordelijkheid van de (rijks)overheid alléén kan zijn. Toch blijft de preventieve aanpak van de hoogwaterbescherming het primaat van het beleid houden. Om de overstromingsrisico's in beeld te kunnen brengen, voeren het rijk, de provincies en de waterschappen het programma Veiligheid van Nederland in kaart uit. In 2010 zijn naar verwachting de overstromingskansen van alle dijkringen en de overstromingsschade in beeld gebracht, waarbij de kansen zijn berekend op basis van de huidige situatie.



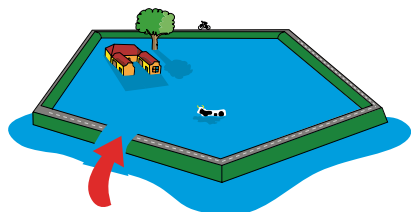
grote kans groot gevolg



grote kans klein gevolg



kleine kans groot gevolg



kleine kans klein gevolg

4 Wateroverlast

Een kelder vol water is vervelend. Een laagje water op straat is hinderlijk. Niet meer en niet minder. Onze veiligheid is in ieder geval niet in het geding. Een deel van het probleem hebben we zelf veroorzaakt: door almaar meer terreinen te verharderen of zelfs te asfalteren en door te blijven kiezen voor woningbouw op plekken waar ook het water van tijd tot tijd graag ‘verblijft’. In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) is afgesproken dat de waterhuishouding in 2015 op orde moet zijn en hoe vaak dan nog wateroverlast mag optreden.

Wat is wateroverlast?

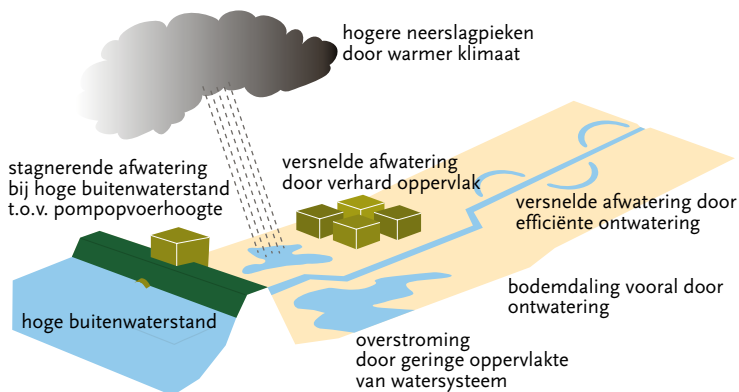
Wateroverlast is een verzamelnaam voor situaties waarin we overlast ondervinden van te veel water, echter zonder dat dit levensbedreigend is. Dat water kan van boven komen (neerslag) of van beneden (grondwater). Meestal is de overlast tijdelijk, bijvoorbeeld na hevige regenval of na een overstroming.

Wateroverlast als gevolg van regen

Hevige neerslag komt het meest voor tussen september en maart. Dat is ook de tijd dat de rivieren meer water aanvoeren. De wateroverlast die uit deze combinatie voortkomt, treedt vooral op in de laaggelegen gebieden. Daar immers stroomt het water heen en daar laat het zich – door het hoge peil – moeilijk wegpompen. Ditzelfde geldt voor de polders. In kwelgebieden wordt het probleem bovendien versterkt, doordat het water hier ook nog eens van onderaf komt.

Wateroverlast als gevolg van grondwater

In gebieden met een hoge grondwaterstand kan wateroverlast ontstaan wanneer er onvoldoende drainage is en het water in kruipruimtes of kelders terechtkomt. Een veel voorkomend probleem is dat onder huizen spontaan kwel ontstaat, een probleem dat zich moeilijk laat verhelpen, behalve met drainage en eventueel pompen.



Samenhangend overzicht van de oorzaken van wateroverlast.

Wat veroorzaakt wateroverlast?

Wateroverlast ontstaat doordat:

- regenwater onvoldoende kan worden geborgen; redenen zijn: intensiever grondgebruik, toename verhard oppervlak, verkleining boezemcapaciteit.
- het peil in de buitenwateren te hoog staat, waardoor water uit het achterliggend gebied niet (snel genoeg) kan worden afgevoerd of waardoor stuwing optreedt.
- de ruimtelijke inrichting is veranderd. Soms zijn we gaan wonen in gebieden die vroeger een boezem waren. Zelfs vernatting kan dan al schade opleveren.
- het maaiveld daalt door krimp, klink en oxidatie van veen. Het gevolg is dat het water sneller gelijk staat met het maaiveld. Verder neemt het hoogteverschil met het oppervlaktewater in hoger gelegen waterlopen of meren toe, waardoor er meer kwel optreedt.

In het geval van de regionale wateren spreken we van wateroverlast als de waterstanden zo hoog worden dat de beek, het meer of de waterloop buiten zijn oevers treedt. Bij het hoofdwatersysteem spreken we van wateroverlast als de rijkswateren onvoldoende in staat zijn de regionale waterafvoer te bergen of af te voeren. Aangezien de rijkswateren de laatste schakel in de afvoerketen zijn, is het van belang dat dit niet de zwakste schakels zijn, anders zijn zij de veroorzakers van wateroverlast in de regionale systemen die er bovenstrooms van liggen. Omgekeerd is het ongewenst dat regionale waterbeheerders afvoerproblemen afwentelen op de rijkswateren.

Afspraken hierover worden vastgelegd in waterakkoorden. Rijkswateren kunnen op twee manieren voor wateroverlast zorgen. Direct, waarbij het water over de kade loopt, en indirect: door een hoge waterstand op het rijkswater wordt de afvoer uit het regionale water belemmerd.

Oorzaken van wateroverlast in polders, op hoger gelegen gronden, in stedelijk gebied en in buitendijks gebied zijn verschillend.

Polders

In polders kan wateroverlast worden veroorzaakt door:

- te kleine boezemcapaciteit, zodat het water niet kan worden opgevangen,
- te snelle afwatering naar boezem, waardoor boezem overloopt



Stuw in de Neder-Rijn bij Driel.

- te kleine gemaalcapaciteit om water naar (grotere) boezem te pompen.
Dit levert problemen op als er veel water moet worden afgevoerd en/of als er een hoog peil op het ontvangende water heerst en de opvoerhoogte toeneemt,
- een hoog peil achter de dijk kan extra kwel veroorzaken, waardoor wateroverlast eerder optreedt.

Hoge gronden

Op hoge gronden wordt de wateroverlast veroorzaakt door:

- stuwing in de afvoer door hoge peilen benedenstrooms of in ontvangend water,
- te snelle afwatering, zodat peilverhoging in de waterafvoeren optreedt.
Deze peilverhoging is tijdelijk, omdat het water vervolgens naar lageregelegen delen stroomt.

Stedelijk gebied

Wateroverlast als gevolg van regen ontstaat vooral in steden of op bedrijventerreinen. Vrijwel al het regenwater verdwijnt daar in het riool. Meestal is dat nog een gemengd riool (voor afvalwater en regenwater samen), al wint het gescheiden rioolstelsel dat regenwater apart afvoert, terrein. Bij zware neerslag kan het riool de hoeveelheid water niet aan en stroomt het over. De straat komt blank te staan. Veel erger is dat soms ook kelders onderlopen. Als een gemengd riool overloopt, komt bovendien de volksgezondheid in het geding.

Buitendijks gebied

In buitendijks gebied ontstaat wateroverlast simpel door een hoge waterstand.

Wateroverlast moet soms worden geaccepteerd. Als het voor het functioneren van het hoofdsysteem nodig is de 'kraan van het afwaterende regionale systeem dicht te draaien', zal lokaal wateroverlast optreden. Dit voorkomt wel dat elders een (mogelijk minder beheersbare) overstroming optreedt.

Wie heeft er last van wateroverlast?

Om te kunnen bepalen of de systemen op orde zijn, is het nodig te weten waaraan de watersystemen moeten voldoen. Hiertoe zijn beheerdoelen opgesteld: een zeker peil of een bepaalde waterstand mag niet vaker dan eens in de zoveel tijd worden overschreden. Bij de beoordeling of het systeem op orde is, gaat het niet zozeer om de mate waarin het peil wordt overschreden, maar hoe vaak zich dit voordoet en vooral: hoe lang.

De regionale waterbeheerders toetsen de watersystemen aan de werknormen uit het Nationaal Bestuursakkoord Water. Aan de hand daarvan kunnen zij vaststellen of maatregelen nodig zijn om de kans op schade door een overstroming aanvaardbaar te houden. De werknormen geven aan hoe vaak statistisch gezien wateroverlast mag optreden. Daarbij worden voor verschillende bestemmingen van de grond uiteenlopende normen gehanteerd. Grasland bijvoorbeeld mag eens in de 10 jaar blank komen te staan, kassen maar eens in de 50 jaar en bebouwd gebied slechts één keer in de 100 jaar.



Stuw Roermond.

5 Watertekort en droogte

Zelfs in dit drassige land bij de zee hebben we wel eens tekort aan water. Zoet water wel te verstaan. De kurkdroge zomer van 2003 en het droge voorjaar van 2005 zijn de meest recente voorbeelden. Gewassen verpieterden op het veld, schepen konden maar voor een deel worden beladen, energiecentrales werden beperkt in het innemen van koelwater, de natuur verdroogde. Om op een volgende droogteperiode voorbereid te zijn, is de verdringingsreeks – die de volgorde aangeeft van de gebruikers aan wie het schaarse water wordt toebedeeld – aangepast.

Wat is watertekort en droogte?

Er is sprake van droogte als er langdurig een tekort is aan gebiedseigen water, waardoor alle processen die van de waterkringloop afhankelijk zijn, er onder te lijden hebben. Droogte uit zich in gebrek aan vocht in de wortelzone van de bodem, in bijzonder lage waterstanden in de rivieren en zelfs in opgedroogde waterlopen.

Wat veroorzaakt een watertekort?

Een tekort kan het gevolg zijn van erg weinig neerslag of een lage rivierafvoer. Soms ook is er geen infrastructuur voorhanden om het neerslagtekort aan te vullen. Een enkele keer is het beschikbare water niet goed verdeeld. En tot slot kan het water te slecht van kwaliteit zijn: te zout (voor beregening), te warm (zodat het niet voor koelwater kan worden gebruikt) of een te hoge concentratie verontreinigde stoffen. Los van dit alles kan er ook in tijden waarin geen sprake is van droogte, een tekort optreden, simpel omdat de vraag groter is dan het aanbod.

Wie heeft er last van watertekorten?

Watertekorten uiten zich op drie manieren. Een tekort in de bodem (bodemvocht) komt het meest voor. In dat geval is er te weinig water beschikbaar voor planten, waardoor ze minder goed groeien. Ten tweede kan er een tekort in het oppervlaktewater optreden, waardoor peilen onvoldoende kunnen worden gehandhaafd. Er is dan onvoldoende water voor beregening of doorspoeling. Ook kan er dan te weinig water aan worden onttrokken. Het niet kunnen handhaven van peilen kan nadelig uitwerken op de stabiliteit van dijken, kunstwerken en funderingen. En veen kan er door oxideren. Een gevolg van onvoldoende water van de juiste temperatuur en kwaliteit kan zijn dat energiecentrales geen koelwater kunnen innemen, drinkwaterbedrijven hun innamepunten moeten sluiten en boeren en tuinders hun gewassen niet kunnen beregenen.

In nevenstaande figuur zijn de droogteregio's en hun kenmerkende droogteprobleem aangegeven

Noord-Nederland

Verziltling langs de waddenkust, geen droogteproblemen op de eilanden.

Noordoost-Nederland

Droge gebieden door afwezigheid van wateraanvoerende infrastructuur.

Centraaloost-Nederland

Verdroging. Aanvoer uit de IJssel en de Vecht in geval van droogte.

Oost-Nederland

Aanwezigheid van hellende gebieden waar wateraanvoer onmogelijk is.

Centraal-Nederland

Koelwatertekort op het ARK/NZK, verder geen droogteproblemen.

Noordwest-Nederland

Weinig droogteproblemen, incidenteel tekortschieten wateraanvoersysteem.



West-Nederland

Verziltling en kleinschalige Wateraanvoer.

Zuidwest-Nederland

Verziltling.

Zuidoost-Nederland

Aanwezigheid van hellende gebieden waar wateraanvoer onmogelijk is. Aanvoer vanuit Duitsland en België.

Zuid-Nederland

Watertekort in hellende gebieden waar wateraanvoer onmogelijk is. Afhankelijkheid van wateraanvoer uit België. Hiervoor is echter geen overeenkomst gesloten. In droge periodes loopt de wateraanvoer dan ook sterk terug.

Rivierengebied

Weinig droogteproblemen, incidenteel tekortschieten wateraanvoersysteem.

De tekorten kennen soms een grote regionale variatie. Zo zijn verschillen in de tekorten aan bodemvocht vaak te herleiden tot meteorologische omstandigheden, de bodemsoort, het bodemgebruik, het beheer van oppervlaktewaterpeilen en kwel. Aan een tekort aan oppervlaktewater ligt meestal ten grondslag de beperkte mogelijkheden om zoetwater aan te voeren. In het gebied van de benedenrivieren houdt dit rechtstreeks verband met externe verzilting.

Een tekort aan water doet zich in bijna alle sectoren voelen:

Landbouw

Watertekorten leiden tot minder productie. De opbrengst kan in een gemiddeld droog jaar 10 procent lager uitvallen. Dit hoeft overigens nog niet te betekenen dat sprake is van economische schade. Bovendien maakt schade veroorzaakt door te zilte omstandigheden slechts een zeer gering deel uit (1 procent) van de totale droogteschade. De verklaring is dat er veel doorgespoeld wordt en dat boeren en tuinders liever droogteschade lijden dan zoutschade. Een flink deel van de opbrengstderving door watertekort is het gevolg van de keuze om natschade te voorkomen. Door te kiezen voor drainage hebben boeren en tuinders impliciet geaccepteerd dat zij soms opbrengst derven als gevolg van watertekorten.

Scheepvaart

Bij lage waterstanden kunnen schepen minder vracht meenemen. Deze beperkingen gaan pas spelen als de Rijnafvoer onder de 1250 m³/s zakt. De laatste keer dat dit het geval was, was in 2003.

Energiesector

Eens in de twee jaar moet de productie worden beperkt. Overigens is dat eerder het gevolg van de hoge temperatuur van het rivierwater dan van de lage afvoer.

Natuur

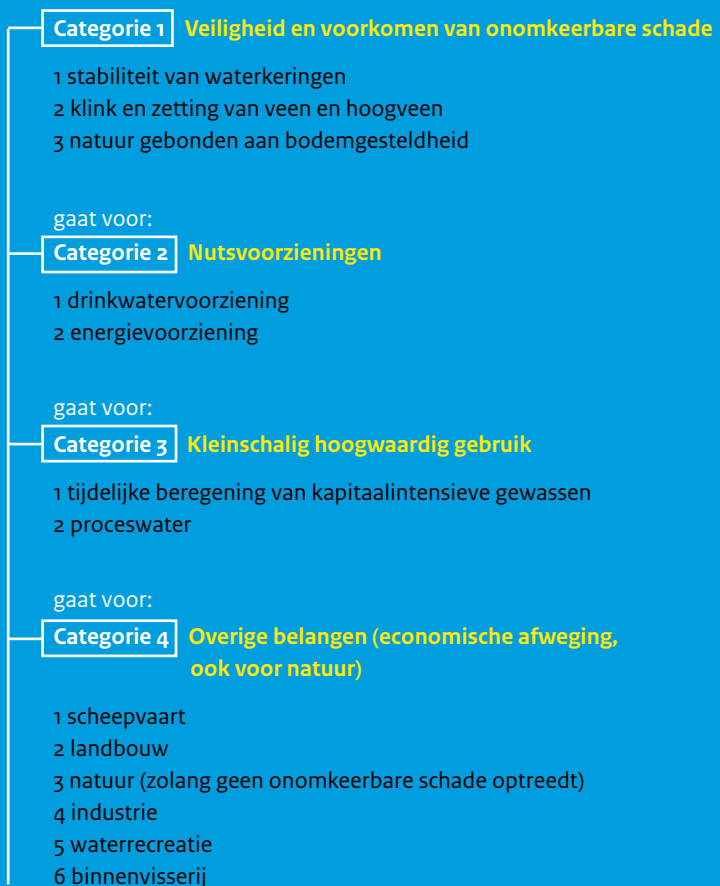
Als gevolg van ruimtelijke keuzes en de aanpassing daarop van het waterbeheer, zijn soms kunstmatige situaties ontstaan die het ecosysteem kwetsbaar hebben gemaakt voor droogte. Verder krijgen snippers natuur die al van verdroging te lijden hebben, het extra te verduren, omdat ze nauwelijks kunnen interen op reserves.

Hoe reageren we op periodes van droogte en watertekorten?

Soms houdt een droogteperiode zo lang aan, dat het niet langer mogelijk is om alle functies te bedienen. Dan moet er worden gekozen: wie of wat heeft prioriteit bij de verdeling van het schaarse rivierwater? Die keuze wordt niet telkens opnieuw gemaakt, maar is vastgelegd in de verdringingsreeks die naar aanleiding van de uitzonderlijke droge zomer van 1976 is opgesteld en na de bijna net zo droge zomer van 2003 is geactualiseerd (zie kader op pagina 52).

Jammer voor de scheepvaart (en de andere sectoren uit categorie 4), maar in tijden van waterschaarste is het peil van rivieren, kanalen en havens onze laatste zorg. Stijgt de nood nog hoger, dan vallen ook boeren en tuinders die kapitaalintensieve gewassen verbouwen en fabrieken die proceswater nodig hebben (categorie 3) af. Er is dan alleen nog water beschikbaar voor drinkwaterbereiding, energievoorziening (categorie 2) en voor alle belangen uit de eerste categorie. Uiteindelijk blijven alleen de belangen van de eerste orde over: veiligheid en het voorkómen van onomkeerbare schade.

Schematisch ziet de verdringingsreeks er zo uit:



6 Verzilting

Zout komt zowel via de voordeur als onder de deурmat door Nederland binnen. Zolang de Rijn maar voldoende water aanvoert, blijft de voordeur (de Nieuwe Waterweg) wel gesloten, maar onder de deурmat (die net zo breed is als de kustlijn lang is) zitten genoeg kieren in de vloer waardoor zout water zich een weg naar boven wringt. Voor tal van sectoren is verzilting een probleem.

Wat is verzilting?

Dat het bloed kruipt waar het niet gaan kan, weten we. Maar dit spreekwoord lijkt ook op te gaan voor zout. Langzaam wordt het (grond) water in het noorden en westen van ons land zouter. Dit sluipende proces, verzilting geheten, verloopt op twee manieren. Het zout dringt via het oppervlaktewater binnen – dit noemen we externe verzilting – of het wringt zich met grondwater een weg omhoog, interne verzilting.



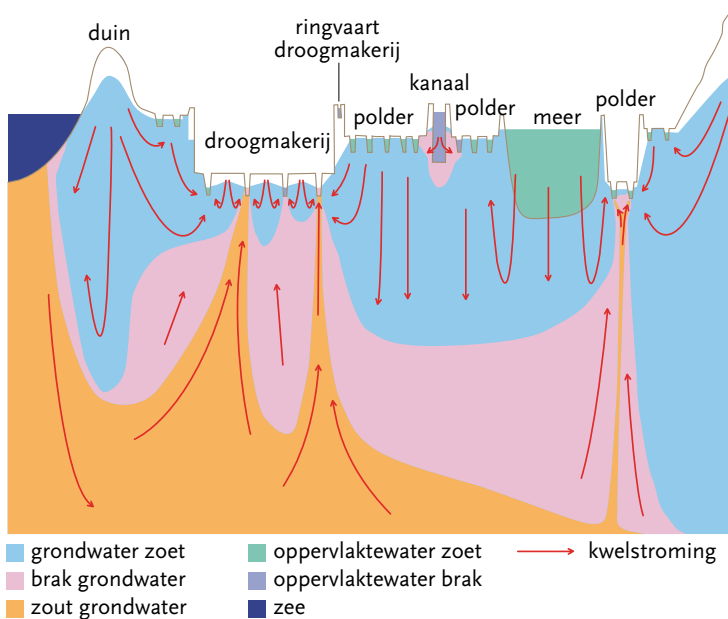
Achterwaartse verzilting tijdens de droogteperiode 2003 (RWS-DZH, 2004).

Wat veroorzaakt verzilting?

Externe verzilting

Op één plaats staan zoet en zout water nog rechtstreeks met elkaar in verbinding: bij Hoek van Holland. De mate waarin zeewater daar naar binnen dringt, hangt vooral af van de verhouding tussen de rivierafvoer en de zeewaterstand. Bij een gemiddelde Rijnaflow en gemiddelde getij-omstandigheden op zee reikt de zouttong tot de Willemsbrug in Rotterdam. Pas als het water op zee hoog staat en de Rijn tegelijkertijd weinig water heeft af te voeren, dringt het zout extreem diep de rivieren binnen (zie pagina 54). Overigens is er ook al sprake van verzilting van inlaatpunten als de waterstand op de Rijn laag en die op zee 'normaal' is.

De Haringvlietsluizen spelen een belangrijke rol in het tegengaan van de externe verzilting via de Nieuwe Waterweg. Door de sluisen bij lage Rijnaflow ook tijdens eb gesloten te houden, wordt al het rivierwater naar de Nieuwe Waterweg gedirigeerd. Zolang er minimaal 1500 m³/s langs Hoek van Holland naar zee stroomt, zal de monding van de Hollandsche IJssel niet verzilt. Maar die minimum hoeveelheid water valt niet altijd te garanderen. Onder extreme omstandigheden kan externe verzilting zelfs in het Haringvliet en het Hollandsch Diep optreden, ook al zitten de Haringvlietsluizen potdicht. Het zout dringt dan door de achterdeur binnen: via de Nieuwe Waterweg en vervolgens via het Spui en de Dordtsche Kil. Deze achterwaartse verzilting trad in het najaar van 2003 en 2005 op, toen tijdens lage rivierafvoeren het zeewater door een storm flink hoger stond.



Dwarsdoorsnede West-Nederland (TNO, 2007). Te zien is hoe zeewater en diep brak grondwater in de diepe polders in het oppervlaktewater terechtkomen.

Interne verzilting

In het grootste deel van Nederland is het diepere grondwater brak tot zout. Op de kuststrook na gaat het om zeewater dat in de ondergrond is achtergebleven toen de zee zich terugtrok. Van oorsprong is dit mariene grondwater vrijwel immobiel, maar als gevolg van droogmakerijen en inpolderingen is het in beweging gekomen. Op zijn beurt zorgen de uit hun evenwicht gehaalde grondwaterpakketten voor een sterke toestroom van zout grondwater vanuit zee. Deze vorm van verzilting is een nauwelijks omkeerbaar proces. Zelfs als de zeespiegel niet stijgt, zal dit proces nog eeuwen doorgaan. Zeespiegelstijging en bodemdaling versnellen het alleen maar. Het sterkst doet dit fenomeen zich voor in West- en Noord-Nederland. Verder landinwaarts is de invloed van de zeespiegelstijging kleiner. Zo heeft in polders als Groot-Mijdrecht in de provincie Utrecht, die wel onderhavig zijn aan interne verzilting, zeespiegelstijging geen invloed meer op het watersysteem.

In diepe delen van de polders en droogmakerijen kan het zoute grondwater opborrelen en als kwelwater in sloten terechtkomen, zoals in de Haarlemmermeerpolder (zie figuur hierboven). Om interne verzilting te bestrijden wordt zoetwater in de polders ingelaten. Enerzijds om tegendruk te bieden aan de zoute kwel, anderzijds om de waterlopen door te spoelen. Op deze manier wordt het water in het regionale systeem op een bepaalde chlorideconcentratie gehouden. Dit vraagt wel om voldoende water van goede kwaliteit in het hoofdwatersysteem. Tijdens droge periodes zal de afvoer van de rivieren echter afnemen, waardoor de externe verzilting toeneemt. En dat leidt er weer toe dat ook de mogelijkheden om de interne verzilting te controleren, kleiner worden.

Wie heeft last van verzilting?

Verzilting is alleen een probleem als gebruikers er last of schade van ondervinden dat het chloridegehalte van het water boven een bepaalde concentratie komt.

Landbouw

Voor de landbouw is verzilting een regelrechte bedreiging. Landbouw heeft het meest baat bij water met een laag chloridegehalte. Wat een boer of tuinder accepteert, is wel afhankelijk van het gewas dat hij verbouwt. Zo is de fruitteelt gevoeliger voor hogere chloridegehalten dan bijvoorbeeld de verbouw van suikerbieten en granen. Zilte teelten zijn natuurlijk ongevoelig, maar dit segment heeft slechts een marginale afzetmarkt. Binnen de sector zijn wel mogelijkheden om gebruik te maken van brak water, bijvoorbeeld voor de productie van eiwitrijke gewassen die als alternatief kunnen dienen voor geïmporteerd veevoer. In gebieden waar verzilting al een probleem is, wordt tot nu toe gekeken naar alternatieve bronnen van zoetwater en het tegengaan van verdere verzilting.

Schelpdiervisserij

Voor de mosselzaadvisserij is het belangrijk dat er zoet-zoutovergangen en estuariene condities voorkomen. Zonder deze condities loopt de mossel-zaadval sterk terug. De schelpdierkwekerij in zijn algemeenheid is afhankelijk van zout water van een goede kwaliteit. Daarom hebben

schelpdierkwekers baat bij het laten verzilten van zoetwaterlichamen en het herstellen van de estuariene dynamiek.

Drinkwaterbedrijven

Drinkwaterbedrijven hebben water met een laag chloridegehalte nodig om drinkwater van goede kwaliteit te kunnen bereiden. In gebieden waar verzilting op de loer ligt, spreiden zij de risico's zoveel mogelijk door zowel oppervlakte- als grondwater als bron te gebruiken of door water met een te hoog chloridegehalte te ontzilten.

Energiebedrijven en industrie

Voor energiebedrijven en andere industrieën is de beschikbaarheid van zoet koelwater essentieel voor het productieproces. De installaties zijn gebouwd op de inname van zoetwater, daar is bij de materiaalkeuze van uitgegaan. Voor proceswater werkt verzilting kostenverhogend.

Zoet is niet altijd goed en zout is niet altijd fout

Wat een watergebruiker zoet of zout noemt, hangt af van de doeleinden waarvoor het water gebruikt wordt en van hoe de gebruiker de kwaliteit van het water beziet. Voor de drinkwatersector en de industrie liggen de normen voor de kwaliteit van het gebruikte water hoog. De Nederlandse norm voor het chloridegehalte in drinkwater is 150 mg/l. De Europese norm ligt op 250 mg/l en de norm die de Wereld Gezondheids Organisatie aanhoudt, ligt op 300 mg/l. Er is, voor zover bekend, geen gevaar voor de volksgezondheid als deze waarden overschreden worden, maar de grens is gelegd bij de 'smaakgrens'. De industrie hanteert ook een norm van 150 mg/l, maar dan voor proceswater. Voor koelwater hangt de norm af van de materiaalkeuze van de koelinstallaties. Koelen kan ook met zeewater, mits de installatie hierop gebouwd is.

Voor de landbouw is de chloridenorm van het irrigatiewater vooral afhankelijk van het gewas dat verbouwd wordt. Zo worden voor fruitteelt andere normen gehanteerd dan voor aardappelteelt. Voor Nederland zijn er geen eenduidige normen voor het gietwater, maar het Cultuurtechnisch Vademecum (1988) bijvoorbeeld geeft als norm voor fruitteelt 300 mg/l en voor aardappelen 600 mg/l.

Naast de 'officiële' chloridenormen spelen de percepties van de gebruikers een belangrijke rol in hun afweging al dan niet water van een bepaalde kwaliteit te gebruiken. Die perceptie wordt bepaald door kennis en ervaring, maar ook door de middelen en noodzaak om water te gebruiken. Zo gebruiken boeren in de Flevopolders water met een hoger chloridegehalte voor de beregening van bollen dan boeren in het westen van het land accepteren.

7 Waterkwaliteit

Drinkwaterbereiders, tuinders, recreanten, vissers – in feite iedereen, en ook de natuur – is gebaat bij water van een goede kwaliteit. Wat goed is, verschilt per gebruiker: elke functie stelt eigen eisen aan de waterkwaliteit. Bij de verdeling van water speelt dan ook vrijwel altijd het kwaliteitsaspect een rol. Zoet water wordt aangevoerd om in diepe polders zilte en nutriëntenrijke kwel weg te spoelen. Er is aanvoer van water nodig om verdroging te bestrijden. Maar in natuurgebieden – zelfs al zijn ze te droog – is meestal alleen water welkom dat de kwaliteit benadert van het gebiedseigen water. Met polderwater dat op het hoofdsysteem wordt uitgeslagen komen nutriënten mee, en in veel gevallen ook andere chemische stoffen. Vooral voor de niet stromende wateren van het hoofdsysteem (IJsselmeer/Markermeer, Krammer/Volkerak en een aantal kanalen) geeft dat extra kwaliteitsproblemen. En ook in laag Nederland met afwisselend behoefte aan water inlaten en water uitslaan, en tegelijkertijd een toenemende kweldruk, stapelen de complicaties zich op.

Wat is water van een goede kwaliteit?

In zijn algemeenheid geldt dat zoet water een betere kwaliteit heeft naarmate er minder nutriënten, toxische stoffen of zouten in zitten.

Voor het oog is het belangrijk dat het doorzichtig is, terwijl een hoog zuurstofgehalte de kwaliteit ook ten goede komt. Ten slotte is belangrijk dat er geen effecten op waterorganismen en planten optreden. Verschillen in kwaliteit worden door een reeks factoren beïnvloed: de samenstelling van water wisselt afhankelijk van waar het vandaan komt en hoe het grondgebruik, het bodemtype en de grondwaterstroming (kwel of wegzijging) in het gebied is waar het water vandaan komt. Tot slot is de kwaliteit nauw verbonden met de hoeveelheid water: van vervuiling merk je minder als het sterk verdund is.

Wat veroorzaakt een slechte waterkwaliteit?

Nutriënten en toxische stoffen komen op tal van manieren in het oppervlaktewater terecht. Uit- en afspoeling uit landbouwgebieden is een belangrijke bron, maar ook in het effluent van afvalwaterzuiveringsinstallaties zit nog veel fosfaat en nitraat, laat staan in ongezuiverde lozingen van afvalwater. Verder kan een rivier (voedings)stoffen meevoeren, en zelfs met de neerslag komen (voedings)stoffen die in de lucht zweven, mee naar beneden.

Al deze voedingsstoffen komen bovendien versneld in het oppervlaktewater terecht als er intensief gedraineerd wordt. Overigens spoelt stikstof niet alleen uit naar het oppervlaktewater, maar ook naar het grondwater. Door hoge nitraatconcentraties kunnen problemen ontstaan als er uit het grondwater drinkwater wordt bereid.

Bij dit alles moet wel een onderscheid gemaakt worden tussen stilstaande en stromende wateren. Meren, kanalen en sloten zijn over het algemeen gevoeliger voor eutrofiëring dan rivieren en beken. De nutriëntenconcentraties in stilstaande wateren worden voor een groot deel bepaald door de externe belasting, zoals atmosferische depositie, aanvoer via beken, gemalen, rivieren en (afvalwater)lozingen. In rivieren, maar ook in de 'afgesloten zeearmen' die hun water grotendeels uit de grote rivieren ontvangen (IJsselmeer, Haringvliet), wordt de concentratie bepaald door wat die rivieren (van over de grens) aanvoeren. Ook in de Noordzee wordt de concentratie bepaald door de instroom van nutriënten en in het bijzonder door de stikstofvracht van de rivieren. Bij de beken op de hoge zandgronden



J.L. Hooglandgemaal bij Stavoren, dit is tevens een inlaatpunt voor het regionaal watersysteem.

is af- en uitspoeling uit de landbouw de belangrijkste emissiebron. Omdat die afhankelijk is van grondwaterstanden en de mate waarin de bodem verzadigd is met water, is het neerslagpatroon van invloed. Hiernaast is ook van belang in welk seizoen de belasting plaatsvindt.

Chemische stoffen kunnen in het oppervlaktewater effecten op waterorganismen en planten veroorzaken. Onder effecten wordt verstaan een verminderde groei, of minder nakomelingen zodat het aantal organismen afneemt. Sommige organismen houden het zelfs helemaal voor gezien. Vogels en zoogdieren lopen risico door het eten van waterorganismen zoals algen en watervlooien die met stoffen zijn verontreinigd. De waterkwaliteit is in de Nederlandse wateren de afgelopen decennia sterk verbeterd en ook de effecten van verontreiniging zijn afgenomen. Toch duiken ook weer nieuwe, grotendeels onbekende stofgroepen op, waarvan de effecten mogelijk nog belangrijker zijn. Voorbeelden hiervan zijn: antibiotica, geneesmiddelen en hormoon-verstorende stoffen. Deze stoffen zijn afkomstig uit het effluent van afvalwaterzuiveringsinstallaties, maar ook uit de mest op het land dat uiteindelijk weer in het oppervlaktewater terecht-

komt. De concentratie verontreinigende stoffen in de Noordzee is in de jaren tachtig en negentig sterk gedaald, maar het lijkt er op dat de afname is gestopt. Behalve via de rivieren kunnen deze stoffen ook door atmosferische depositie in het aquatische milieu terechtkomen.

Welke problemen houden verband met slechte waterkwaliteit?

Eutrofiëring

Eutrofiëring treedt vooral op in gebieden die te kampen hebben met een mestoverschot. Maar ook in een gebied waar niet of nauwelijks aan landbouw wordt gedaan, kan eutrofiëring optreden: als het wordt doorgespoeld met 'gebiedsvreemd' water. Dit is water dat uit een ander, nutriëntenrijk gebied wordt aangevoerd om de watervoorraad aan te vullen, of water dat wordt 'doorgevoerd' om verderop de voorraad aan te vullen. Ook de hele kustzone heeft last van eutrofiëring, aangevoerd door de rivieren. Dit kan zich onder andere uiten in algenbloei.

Toxiciteit

De concentraties van de traditionele stoffen (metalen, PCB's, PAK's) zijn de afgelopen decennia gedaald, maar dat stagneert nu. Bestrijdingsmiddelen blijven een probleem, vooral in de regionale wateren. Effecten worden meestal niet veroorzaakt door stoffen alleen. Ook hydromorfologische factoren kunnen een rol spelen. Dit vergt een integrale aanpak in watersystemen. Specifieke risico's ontstaan bij piekbelastingen tijdens calamiteiten.

In de Maas treden nog regelmatig calamiteiten op, waardoor gevoelige soorten worden aangetast of zelfs niet meer voorkomen. De verontreinigingen die in de Noordzee stromen kunnen leiden tot hormoonverstorende werking of ophoping in vetweefsel van organismen en daarmee in de voedselketen. Het tijdig signaleren en dus monitoren van dit soort stoffen – elk jaar komen er weer nieuwe stoffen bij – en hun effect op organismen en het ecosysteem is noodzakelijk om via een stroomgebiedbenadering en in internationaal verband deze problemen aan te kunnen pakken.

Wie heeft er last van water met een slechte kwaliteit?

Alle gebruikers van het water, zowel mens, plant als dier hebben last van een slechte waterkwaliteit. Veel ecosystemen zijn afhankelijk van zoet water. Organismen worden door vervuiling van het oppervlaktewater bedreigd of kunnen zelfs verdwijnen. Zo kan eutrofiëring van het oppervlaktewater leiden tot (blauw)algenbloei of een uitbraak van botulisme veroorzaken. Dit heeft ook consequenties voor het zwemwater. Voor de drinkwatervoorziening betekent dit dat het steeds moeilijker en duurder wordt om schoon drinkwater te winnen voor menselijk gebruik.



Hondsbroeksche Pleij, regelwerk in de hoogwatergeul.

8 Toekomstige ontwikkelingen

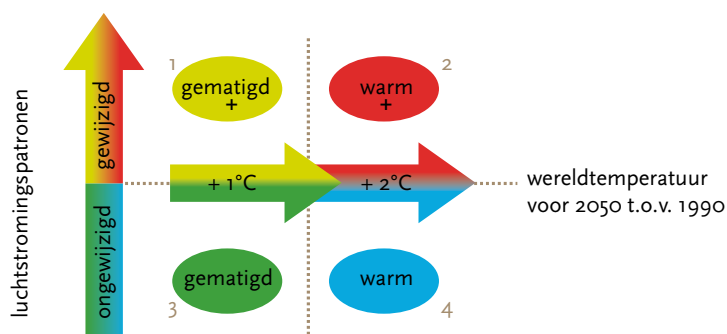
Nederland wordt natter, droger en zouter. De zeespiegel stijgt. De neerslag wordt nu eens heftiger, maar blijft dan weer lange tijd uit. En de bodem zakt nog verder weg – zowel door geologische invloeden als door ons eigen handelen. Ook het landgebruik verandert, de economische sectoren zijn in beweging en sociaal gezien worden er andere eisen gesteld aan water. Dit alles kan haast niet anders betekenen dan dat er iets moet veranderen aan het waterbeheer en het gebruik van water.

Fysische en sociale veranderingen

Klimaat

Sinds het begin van de 20ste eeuw is de gemiddelde temperatuur ongeveer $0,74^{\circ}\text{C}$ gestegen. Het is zeer waarschijnlijk dat we zelf ook bijdragen aan deze stijging: door het verbranden van fossiele brandstoffen, ontbossing en bepaalde industriële en landbouwactiviteiten stijgt de concentratie aan broeikasgassen in de atmosfeer. Modelberekeningen geven aan dat de temperatuur met $1,1^{\circ}\text{C}$ tot $6,4^{\circ}\text{C}$ kan stijgen tussen 1990 en 2100. Stijgingen van meer dan 2°C brengen waarschijnlijk grote veranderingen met zich mee, omdat de zeespiegel dan sterk stijgt, zich vaker droogte- en hitteperiodes zullen voordoen en er af en toe een extreme hoeveelheid neerslag valt.

Na het verschijnen van de klimaatscenario's in het kader van Waterbeheer 21ste eeuw, in 2000, zijn er tal van nieuwe mondiale en regionale klimaatmodellen beschikbaar gekomen. Op basis van die nieuwe kennis stelde het KNMI in 2006 vier scenario's op. Deze scenario's gaan uit van een temperatuurstijging van maximaal 2°C in 2050.



Vier klimaatscenario's van het KNMI (2006).

Het algemene beeld dat uit alle vier scenario's naar voren komt, is dat de opwarming doorzet. Als gevolg hiervan zullen we vaker zachte winters en warme zomers hebben. Verder zullen de winters gemiddeld natter worden en zullen we vaker met extreme neerslaghoeveelheden te maken krijgen. Vooral in de zomers zullen er heftige buien vallen, terwijl het aantal dagen dat het zomers regent, juist afneemt. Als de luchtstromingspatronen boven West-Europa gaan veranderen (de +-scenario's) zullen de winters flink natter worden en de zomers veel droger. Wat wind betreft, verandert er niet veel, die blijft zich vrijwel even grillig gedragen als nu. Daarnaast hebben alle vier scenario's gemeen dat de zeespiegel blijft stijgen.

Bodemdaling en zoutbezwaar

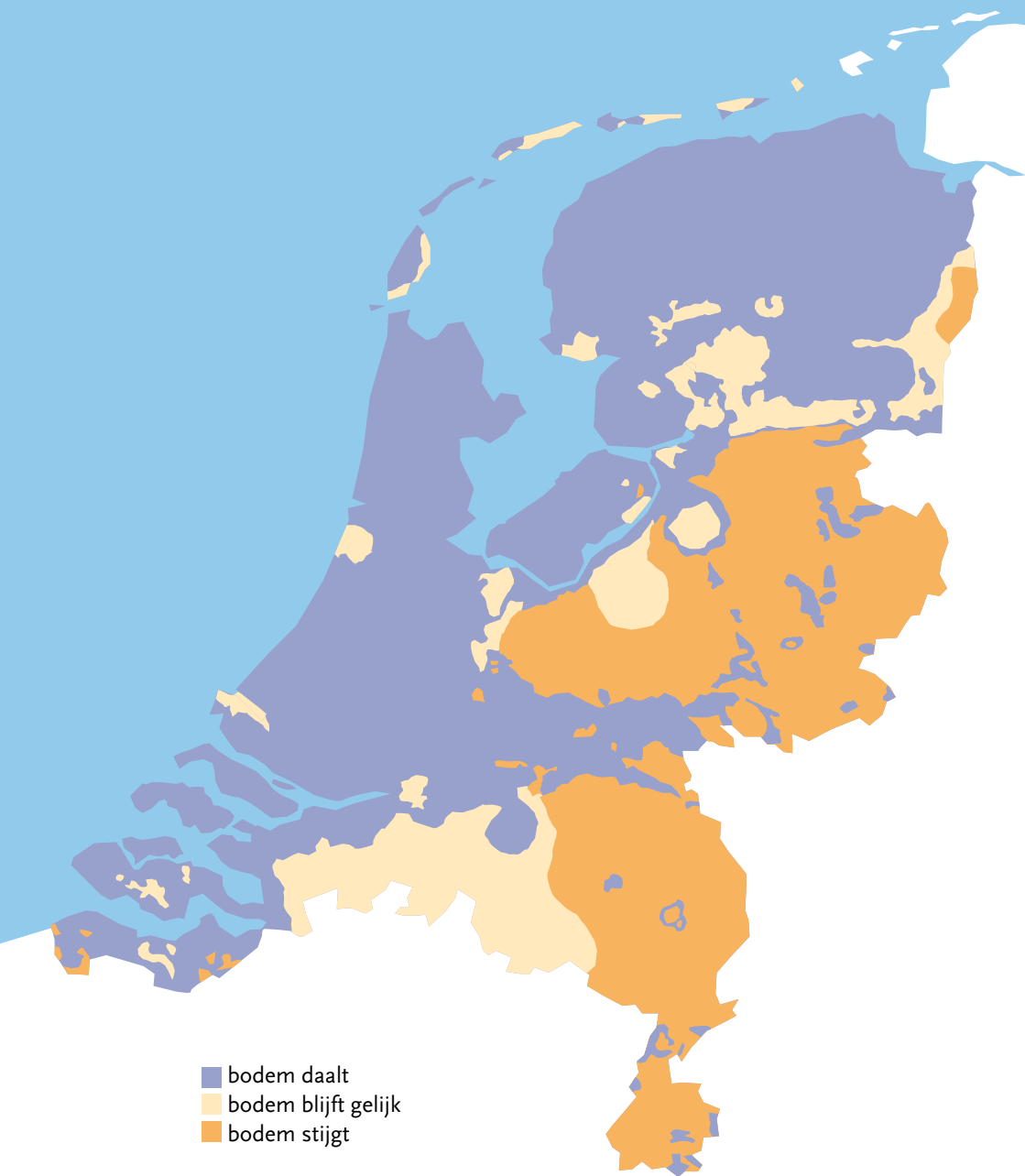
In een groot deel van laag Nederland worden bodemdalingen verwacht als gevolg van zetting, klink en oxidatie van het veen. De grootste dalingen staan Groningen (aardgaswinningen) en Flevoland (klink) te wachten. Daar staat tegenover dat in het zuidoosten – door de tektonische kanteling – een

geringe stijging van het maaiveld te verwachten is, zie figuur op pagina 66. De hoeveelheid zout in de ondergrond zal toenemen. Daar zijn drie oorzaken voor aan te wijzen: een naijl-effect van vroegere inpolderingen, bodemdaling en de stijging van de zeespiegel. Als gevolg daarvan zal de kweldruk toenemen en zal het kwelwater dat uit de ondergrond omhoog stroomt, bovendien zouter worden. Met name in de kustzones van Zeeland, Friesland en Groningen wordt een aanzienlijke stijging verwacht, maar ook sommige polders in Noord-Holland, Zuid-Holland en Flevoland krijgen ermee te maken. Slechts op enkele kleinere locaties zal de zoutconcentratie afnemen, doordat het grotere neerslagoverschot tegenwicht biedt aan het naijl-effect.

Economische en ruimtelijke ontwikkelingen

De komende decennia zal het ruimtebeslag voor wonen en werken in laaggelegen gebieden blijven groeien. Omdat het goederenvervoer op langere afstanden over water goedkoper is, zet de schaalvergroting in de binnenvaart door. Waterrecreatie is maatschappelijk en economisch een factor van betekenis geworden en zal alleen maar in omvang en intensiteit toenemen. Ook de vraag naar energie (elektriciteit) blijft stijgen. Dit betekent dat er centrales zullen worden bijgebouwd, soms op plaatsen waar dat strijdig is met de waterbelangen (grondwater- of bodem-beschermings-gebieden).

Het rapport *Nederland in Zicht* omvat een verkenning van de lange-termijnopgaven voor water in relatie tot de ruimtelijke ontwikkelingen. Zo worden van enkele belangrijke sectoren de ruimtelijke trends beschreven die op hun beurt weer ontleend zijn aan de studie *Nederland later* van het Milieu- en Natuurplanbureau.



De verwachte daling en stijging van het maaiveld tot 2050.

Gevolgen klimaatverandering voor de waterhuishouding

Het minste waar we volgens de scenario's van het KNMI op moeten rekenen, is dat het 1°C warmer wordt. In het ergste geval worden de zomers ook nog aanzienlijk droger. Dat heeft gevolgen voor de rivierafvoer, het vochttekort en de verzilting.

Rivierafvoer

In alle scenario's neemt de gemiddelde Rijnaafvoer in de winter toe (tot + 12 procent) en in de zomer af (tot -23 procent). Voor de Maas geldt hetzelfde, een toename van maximaal 5 procent in de winter en afname van maximaal 20 procent in de zomer.

Vochttekort en droogte

Wanneer er geen structurele verandering optreedt in de luchtstromingspatronen boven West-Europa, zal er in de zomer gemiddeld iets meer (3 tot 6 procent) neerslag vallen. Maar als oostenwinden de overhand krijgen, kan er zomaar 10 tot 19 procent minder vallen. Los hiervan neemt de kans op extreme droogte toe, omdat er bij hogere temperaturen meer verdampt dan wat er mogelijk aan extra neerslag valt.

Verzilting

De combinatie van zeespiegelstijging en lagere rivierafvoeren in de zomer kan niet anders dan tot meer verzilting leiden. De zouttong zal dieper landinwaarts doordringen en ook het aantal dagen dat inlaatpunten van zoet water onbruikbaar zijn, zal toenemen. Tegelijkertijd zal de hoeveelheid water die uit het hoofdwatersysteem wordt gehaald om interne verzilting in het regionale watersysteem te bestrijden, afnemen.

Wateroverlast

Nederland zal vaker te maken krijgen met extreme neerslag, in de winterperiode langdurige regenval en in de zomerperioden korte hevige buien. De extreme neerslag kan tot wateroverlast leiden. In tegenstelling tot droogte treedt wateroverlast vaak lokaal of regionaal op omdat de neerslag van plaats tot plaats sterk kan verschillen. Langs het Amsterdam-Rijnkanaal/ Noordzeekanaal, de Twente-kanalen en het Veerse Meer hoeft niet of nauwelijks met wateroverlast rekening te worden gehouden. Langs de Hollandsche IJssel is die kans ook klein, maar als daar een dijk het begeeft,



Spuisluizen in de Haringvlietdam, samen met de sluiscomplexen in de Afsluitdijk en bij IJmuiden én de stuw bij Driel, belangrijk voor het reguleren van de afvoer en de verdeling van zoet water.

dan treft dit een groot gebied. De bovenloop van de Hollandsche IJssel, het Meppelerdiep, de Zuid-Willemsvaart, het Wilhelminakanaal en het Volkerak-Zoommeer geven een grotere kans op wateroverlast. En als die zich voordoet, kan de schade aanzienlijk zijn.

Wanneer in het regionale systeem niet maximaal op vasthouden en bergen wordt ingezet, maar de extra neerslag met extra afvoercapaciteit wordt afgevoerd, zijn mogelijk ook de bovenloop van de Hollandsche IJssel, de Twentekanaal en het Betuwepand van het Amsterdam-Rijnkanaal in 2015 niet op orde voor de periode 2050.

Veiligheid

Als het klimaat zich houdt aan de scenario's, dan zijn de maatgevende condities voor de Rijn ($16.000 \text{ m}^3/\text{s}$) en de Maas ($3800 \text{ m}^3/\text{s}$) in feite nu al overschreden – althans volgens de studie Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland, uit 2008. Toch is de kans dat de dijken langs de rivieren in het oosten en midden van het land overstromen, zeer klein, zeker als in 2015 alle maatregelen in het kader van Ruimte voor de Rivier zijn uitgevoerd. Een belangrijke aanname is wel dat bij deze zeer hoge afvoeren de afvoerdeling over de Waal, de Lek en de IJssel zodanig wijzigt, dat de Lek ontzien wordt. De studie laat ook zien dat als de klimaatverandering volgens de drastische scenario's verloopt, de kans groot is dat de norm van $18.000 \text{ m}^3/\text{s}$ voor de Rijnafvoer ergens tussen 2040 en 2045 wordt overschreden.

9 Naar een klimaat- bestendige waterhuishouding

De veranderingen die op ons afkomen, doen de vraag opkomen of het watersysteem ook in de toekomst nog op orde is. Verschillende studies hebben aangetoond dat het belangrijkste aandachtspunt voor de waterhuishouding tot 2050 de zoetwatervoorziening van Zuidwest-Nederland is. In twee van de vier klimaatscenario's van het KNMI nemen de periodes met watertekorten en lage rivierafvoeren immers aanzienlijk toe, waardoor de vraag naar water toeneemt, maar tegelijkertijd het aanbod – onder andere doordat de monding van Rijn en Maas verzilt – afneemt. Zijn deze tekorten zo ernstig dat zij een heroverweging van de waterhuishouding of waterverdeling rechtvaardigen? Zijn er naast de voorspelde watertekorten andere redenen die tot een heroverweging nopen? Wat behelst een 'andere' waterhuishouding of waterverdeling? Aanpassing van de waterverdeling is maar één van de vele maatregelen die in beeld komen om de problemen rond watertekorten op te lossen.

Het zoeken van een oplossing voor watertekorten en verzilting kan via de vraag- en de aanbodzijde. In beide gevallen kunnen aanpassingen leiden tot een klimaatbestendiger zoetwatervoorziening, maar deze aanpassingen kunnen ook gevolgen hebben voor wateroverlast, waterkwaliteit en veiligheid en moeten daarom in samenhang worden gezien.

Het zoeken naar een klimaatbestendiger inrichting van het waterhuishoudkundig systeem krijgt de komende jaren zijn uitwerking in tal van plannen en projecten. De basis voor deze studies en projecten wordt gelegd in enkele belangrijke beleids- en beheerdocumenten (zie kader op pagina 73-74). Bij het uitwerken van al deze plannen is het van belang dat iedereen die er mee aan de slag gaat, dezelfde taal spreekt. Hopelijk draagt dit boekje daaraan bij.

Ketelbrug.



De Watervisie

In 2007 bracht het kabinet zijn visie uit op het waterbeleid, onder de titel Nederland veroveren op de toekomst. In de Watervisie geeft het kabinet aan, de ambities op het gebied van het nationaal waterbeleid te willen vergroten en duurzaam waterbeheer na te streven. Op basis hiervan is een tweede Deltacommissie ingesteld die advies moest uitbrengen over het waterbeleid voor de komende 100 jaar en zelfs daarna. De Watervisie noemt vijf speerpunten waarop het kabinet een intensivering van het beleid wil. Eén daarvan is 'klimaatbestendigheid'. Klimaatverandering speelt een belangrijke rol in de aan- en afvoer van water. Extreme situaties zullen extremer worden en vaker optreden. In de Watervisie stelt de staatssecretaris dat het niet meer zo vanzelfsprekend is dat alle gebieden in Nederland van zoetwater voorzien zullen blijven. De visie is een opmaat naar het eerste Nationaal Waterplan waarin deze speerpunten worden uitgewerkt.

Het Deltaprogramma

Nog vóór het verschijnen van het eerste Nationaal Waterplan bracht de commissie-Veerman in september 2008 haar rapport Samen werken met water uit. De commissie doet hierin twaalf aanbevelingen, die bedoeld zijn om het hoofd te bieden aan de dreiging van te véél zee- en rivierwater en om de zoetwatervoorziening op de lange termijn veilig te stellen. Deze aanbevelingen worden uitgewerkt in een Deltaprogramma en zullen leiden tot besluiten over veiligheid en waterverdeling.

Het Nationaal Waterplan

Het Nationaal Waterplan is het formele rijksplan voor het waterbeleid. Een belangrijk uitgangspunt is 'duurzaam waterbeheer'. De grondgedachte hierbij is 'meebewegen met natuurlijke processen waar het kan, weerstand bieden waar het moet, en kansen voor welvaart en welzijn benutten'. Om dit te bereiken zal water meer sturend moeten zijn bij ruimtelijke ontwikkelingen. In het Nationaal Waterplan zal veel van het beleid van de voorgaande Nota's Waterhuishouding worden voortgezet. Nieuw is dat het Nationaal Waterplan voor de ruimtelijke aspecten tevens een structuurvisie is op basis van de Wet Ruimtelijke Ordening. Ook wordt veel verder vooruitgekeken om tot een klimaatbestendige aanpak te komen. Het Nationaal Waterplan is sinds eind 2009 in werking.

Het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren

Dit plan beschrijft hoe Rijkswaterstaat tussen 2010 en 2015 de rijkswateren gaat beheren. Het combineert de maatregelen die nodig zijn om de doelen van de Kaderrichtlijn Water te halen, met die voor Waterbeheer 21e eeuw en Natura 2000. Een belangrijk uitgangspunt is de integrale benadering van het watersysteem. Eén van de onderwerpen die erin aan bod komen, is het zoeken naar een balans tussen de bestaande afspraken over waterverdeling (zoet water, verzilting) en de toekomstige afspraken die de commissie-Veerman beoogt.

Begrippenlijst & Literatuuroverzicht

Begrippenlijst

Eutrofiëring > Sterke groei en vermeerdering van bepaalde (algen)soorten als gevolg van toevoer van een overmaat aan voedingsstoffen in water.

Hoofdwaterkering > Door rijk of provincie als zodanig aangewezen natuurlijke of kunstmatige waterkering ter blijvende kering van het buitenwater.

Hoofdwatersysteem > Het hoofdwatersysteem omvat alle (zoete en zoute) wateren (rivieren, meren, kanalen, Waddenzee en Noordzee) die in beheer zijn bij Rijkswaterstaat.

Kaderrichtlijn Water > Europese richtlijn met als doel de verbetering van de ecologische en chemische **waterkwaliteit**. **Kwel** > Het uittreden van grondwater (onder invloed van grotere stijghoogten buiten het beschouwde gebied).

Maaswerken > Uitvoeringsprogramma voor de onbedijkte Maas van het ministerie van VenW met als doelen hoogwaterbescherming in 2015, natuurontwikkeling, verbetering van de scheepvaartroute, en delfstoffenwinning.

Nationaal Bestuursakkoord Water > Akkoord tussen rijk, provincies, het IPO, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en de Unie van Waterschappen met als doel om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en te houden, anticiperend op veranderende

omstandigheden, zoals de verwachte klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en toename van verhard oppervlak.

Natura 2000 > De verzamelnaam voor het netwerk van Europese Natuurgebieden, aangewezen in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn.

Neerslagoverschot > Het verschil tussen de netto neerslag en de werkelijke verdamping.

Ontwateren (draineren) > Het afvoeren van water over en door de grond en door het stelsel van waterlopen.

Primaire waterkering > Een waterkering, die beveiliging biedt tegen overstroming door buitenwater in de zin van de Wet op de waterkering

Ruimte voor de Rivier > Uitvoeringsprogramma van het ministerie van VenW met als opdracht de grote rivieren de ruimte te geven, zodat ook bij hoge rivierafvoeren de afvoer gewaarborgd blijft.

Stroomgebied > Een gebied vanwaar al het water dat over het oppervlak loopt, via een reeks stromen, rivieren en eventueel meren door één riviermond, estuarium of delta in zee stroomt.

Verdamping > De overgang van water in vloeibare of vaste vorm naar waterdamp.

Verdampingsoverschot > Het verschil tussen de werkelijke verdamping en de netto neerslag.

Verdroging (verdroogd gebied) > Alle negatieve effecten in gebieden met een natuurfunctie die het gevolg zijn van een ongunstige waterhuishoudkundig inrichting, zoals (grond)waterstandsaling, vochttekort, mineralisatie, verandering in de invloed van kwel en het inlaten van systeemvreemd water.

Verzilting > Het toenemen van het zoutgehalte in oppervlaktewater of in de grond.

Waterbeheer > Het geheel van onderzoeken, plannen, technische werken en bestuurlijke maatregelen, dat dient om te komen tot een zo doelmatig mogelijk integraal beheer van het aanwezige grond- en oppervlaktewater.

Waterbeheer 21e eeuw > De Commissie Waterbeheer 21e eeuw constateert eind jaren negentig dat het systeem van waterbeheer niet in staat is om toekomstige ontwikkelingen op te vangen. In de beleidsnota *Anders omgaan met water* (2000) geeft het kabinet aan dat een omslag nodig is, waarbij water meer ruimte krijgt in plaats van minder. De nieuwe strategie is 'vasthouden, bergen en afvoeren'. Dit beleid krijgt vorm in de projecten *Maaswerken* en *Ruimte voor de Rivier*.

Waterhuishouding > De wijze waarop water in een bepaald gebied wordt opgenomen, zich verplaatst, dan wel gebruikt, verbruikt en afgevoerd wordt. In veruit de meeste gevallen wordt dit beïnvloed door menselijk handelen.

Watersysteem > Een watersysteem is een geografisch afgebakend oppervlaktewater, inclusief het grondwater waarmee het in verbinding staat, de bodem en de oevers. Ook de levensgemeenschappen die erin voorkomen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische processen, plus de wisselwerking met de atmosfeer, horen ertoe.

Winterbed > De oppervlakte tussen het zomerbed van een bovenrivier en de buitenkruinlijn van de hoogwaterkerende dijk dan wel de hoge gronden, die het water bij hoge standen keren.

Zomerbed > De oppervlakte, die bij gewoon hoog zomerwater door de rivier wordt ingenomen.

Zoutgradiënt > Het verschil in zoutgehalte over een bepaald traject.

Zouttong > Een tongvormige onderlaag van zoutwater in een waterloop.

Literatuuroverzicht

Leefbaar laagland

Geschiedenis van de waterhuishouding en landaanwinning in Nederland.

G.P. van de Ven ICID, KIVI afdeling waterbeheer, september 1993.

ISBN 90-5345-031-9

Water in the Netherlands

Netherlands Hydrological Society (NHV) Delft, The Netherlands. 1998

Watersysteem in beeld

Achtergrondrapportage ten behoeve van de Integrale Visie IJsselmeergebied 2030.

F. van Luijn, A. Rijsdorp, K.J. Wardenaar Ministerie van VenW, RWS, RIZA, 1999

Nationaal Waterplan (ontwerp)

Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Den Haag, 2008

Nederland in Zicht

Water en ruimtelijke ontwikkeling in Nederland; van diagnose naar duurzaamheid.

Deltares. Concept, juli 2008

De Watervisie

‘Nederland veroveren op de toekomst’. Kabinetsvisie op het Waterbeleid.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Den Haag, september 2007

Samen werken met water

Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst. Bevindingen van de Deltacommissie 2008.

Den Haag, september 2008

Werken aan een robuust watersysteem

Ontwerp Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015.

Rijkswaterstaat, Den Haag, 2008

Colofon

‘Waterhuishouding en waterverdeling in Nederland’
is een gezamenlijke uitgave van het ministerie van Infrastructuur en Milieu
Directoraat-Generaal Water en Rijkswaterstaat, Waterdienst.

Meer informatie

Helpdesk water

Redactie

Geo Arnold, Henk Bos, Roel Doef, Neeltje Kielen, Francien van Luijn,
Rijkswaterstaat Waterdienst

Tekstbewerking

BCP, Amsterdam

Ontwerp, opmaak en realisatie

VormVijf, Den Haag

Illustraties

Bureau Op Stand, Den Haag

Fotografie

Henri Cormont/inZicht-foto

Druk

ANDO, Den Haag

Contactpersoon opdrachtgever

Eric Boessenkool, DG Water

Aan dit boekje kunnen geen rechten worden ontleend.
Dit boekje is een herdruk van de uitgave van juli 2009.

februari 2011

Dit is een uitgave van

Rijkswaterstaat

Kijk voor meer informatie op
www.rijkswaterstaat.nl
of bel 0800 - 8002
(ma t/m zo 06.00 - 22.30 uur, gratis)

februari 2011 | WD0111VV007A