

Jaarboek Monitoring Rijkswateren 1999 [Kroniek](#)



Jaarboek **kroniek**

19

99

MONITORING RIJKSWATEREN



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling / RIZA

Het Jaarboek, een traditie

De jaarboeken presenteren al sinds 1854 de resultaten van de landelijke monitoringprogramma's. Sinds 1971 worden deze programma's uitgevoerd onder de noemer Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (mwTL). Elk boek is een spiegel van zijn tijd. Naast elkaar gezet reflecteren ze de ontwikkelingen in het denken over het waterbeheer. Zo werden de fysische en chemische gegevens tot 1987 in twee verschillende boeken gepresenteerd. Toen het concept 'integraal waterbeheer' zoals gedefinieerd in de derde Nota waterhuishouding zijn intrede deed, zijn de gegevens gecombineerd. Vanaf 1991 is het Jaarboek Monitoring Rijkswateren uitgebreid met gegevens afkomstig uit de biologische monitoringprogramma's. Ook de vorm waarin het Jaarboek Monitoring Rijkswateren wordt gegoten, is mettertijd veranderd. In 1995 is gekozen voor een nieuwe vorm en structuur die beter op de wensen van de gebruikers aansluit. Ook in 1999 is de structuur van het Jaarboek Monitoring Rijkswateren gewijzigd.

Kroniek en de Presentator

De Kroniek 1999 is een onderdeel van het Jaarboek Monitoring Rijkswateren 1999 dat uit twee onderdelen bestaat. In de Kroniek worden de belangrijkste en opvallendste ontwikkelingen in de fysische, chemische en biologische toestand van de rijkswateren samengevat in woord en beeld. Als tweede onderdeel bevat het Jaarboek Monitoring Rijkswateren 1999 de Presentator 1999. Dit product is een computerprogramma op cd-rom waarmee geaggregeerde gegevens van 1999 en eerdere jaren digitaal beschikbaar worden gesteld. Met de Presentator kan de gebruiker de gewenste informatie selecteren en eventueel exporteren voor verdere bewerking.

Het Jaarboek fysiek afgeslankt

Tot vorig jaar kende het Jaarboek als derde deel een lijvig boekwerk, de Kengetallen, waarin de belangrijkste monitoringgegevens schematisch waren opgenomen. In overleg met de opdrachtgever is besloten het Kengetallenboek vanaf dit jaar niet meer uit te geven met het oog op de toekomst, die om een scherpere communicatiestrategie vraagt. Het steeds grotere gewicht van digitale informatie-producten en de actuele informatievoorziening die daarmee mogelijk wordt, willen we niet onbenut laten. De gegevens die voorheen in het Kengetallenboek stonden, zullen in de toekomst beschikbaar komen via een internetsite, die naar verwachting in 2001 wordt gerealiseerd. In de tussentijd vindt u de mwTL-monitoringgegevens terug in de Presentator.

Trendwatchers

Naast de internetsite waar de kengetallen in de toekomst op terecht zullen komen, zijn er nog meer nieuwe producten op komst. Dit jaar wordt een virtuele winkel opgezet, waar belangstellenden voor alle producten die met landelijke watermonitoring te maken hebben, terecht kunnen. Zoals gezegd zal op termijn ook de Presentator door deze internetproducten worden vervangen. En in juni van 2000 is het eerste exemplaar verschenen van '*trends in water.nl*'. Deze krant gaat in op actuele ontwikkelingen in en rondom monitoring van het water.

Met specifieke, urgente en allerlei andere vragen over landelijke monitoringsgegevens, tenslotte, kan men bij zowel RIKZ als RIZA terecht.

De BasisInfoDesk (BID) van RIKZ en de WaterDataDesk (WDD) van RIZA zijn tijdens kantooruren telefonisch bereikbaar en 24 uur per dag over fax en mail (zie colofon voor nadere gegevens).

Inhoudsopgave

4 Het Jaarboek, een traditie

7 Inleiding

8 Een kroniek van het jaar negenhonderdnegenennegentig

11 Journaal

11 De stormen

12 Verslag Maashoogwater rond de Kerst

15 Calamiteiten

19 Hoge watertemperaturen zoute wateren

20 Resultaten monitoring

20 PAK's nog niet binnen de perken

25 Metalen in de zoete wateren

32 Metalen in de zoute wateren

36 Floristisch Meetnet: de planten aan de waterkanten

40 Knobbelzwanen kiezen kranswier

43 Kleine zwanen kleiner in aantal

44 Amerikaanse worm hier gesetteld?

47 Japanse oester: verrijking of plaag?

47 De kust, een plaatje

51 Het veranderend klimaat

51 Even terugblikken

52 Zeewatertemperatuur

55 Zeespiegelstijging

57 Getijverandering

59 Stormklimaat

60 Rivieraafvoeren

63 Grondwater

65 Kwaliteit van de monitoring

65 Van GMP naar goede meetpraktijk

67 Vergelijkingstoets 4 milieu-meetschepen

68 RIKZ nu ook Sterlab

71 QUASH: van monstername tot analyse

72 Glad verloop controle dieptemetingen

73 MWTL-programma's

73 Monitoringprogramma's zoute en zoete wateren

73 Fysische meetprogramma's

75 Chemische meetprogramma's

76 Biologische meetprogramma's

79 Colofon

80 Fotoverantwoording



Inleiding

In 1999 waren alle ogen gericht op de aftelling tot 2000 en alles stond in het teken van einde en nieuw begin. De computers hielden zich gedurende alle testmaanden goed en bleken ook bestand tegen het virtuele millenniumvirus, met als positief gevolg dat er geen leemten hoefden te vallen in de tientallen meetreeksen. Ook op het gebied van weer, wind en water bleven Nederland grote calamiteiten bespaard. Op de valreep werd de maand september met een gemiddelde luchttemperatuur van 17,4°C de warmste septembermaand sinds het begin van de waarnemingsreeks in 1706. Dit jaar behaalde samen met 1990 een gedeelde eerste plaats in de top tien van warmste jaren. Vlak voor de jaarwisseling dreigde in de Maas het inmiddels vertrouwde hoogwater, al bleef een herhaling van 1993 en 1995 uit. Hoewel rond 3 december een zware zuidwesterstorm ten noorden van Nederland rampzalig huis hield, kwam ons land met de schrik vrij. Ook de stormvloeden van februari en november waren meer een kwestie van blaffen dan van bijten.

MWTL staat voor Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands. Dit landelijke monitoringprogramma levert informatie waarmee constant een vinger aan de pols van de rijkswateren wordt gehouden. Deze informatie, van vitaal belang voor het maken van goede, gefundeerde beleidskeuzes, wordt voor een groot deel ingezameld door de twee onderzoeksinstituten van Rijkswaterstaat, RIKZ en RIZA. Het zijn de door hen verzamelde en gemeten gegevens waar deze Kroniek uit opgemaakt wordt. Daarbij gaat het niet alleen om de fysische wapenfeiten van het afgelopen jaar, zoals hoogwaters en stormen, maar ook om



Toerisme op de Waddenzee tijdens de warmste septembermaand sinds 1706 (Wil Meinderts/Foto Natura)

biologische en chemische ontwikkelingen, dus alles wat er zich op en rond de rijkswateren afspeelt. En 1999 wordt daarbij steeds afgezet tegen het verleden, in de vorm van meetreeksen die soms tot in de 18e eeuw teruggaan. Zulke vergelijkingen zetten recente metingen in perspectief. En zo vielen het afgelopen jaar bijvoorbeeld de volgende onderwerpen op:



Zomerse dag in de Noordoostpolder (Eddy Marissen/Foto Natura)

Klimaat

Allerlei records, steeds hogere temperaturen, hoogwaters... de vraag of dit alles een gevolg is van een klimaatverandering blijft ons bezig houden. In een verdiepingshoofdstuk gaan we nader in op broeikaseffect, klimaatscenario's en de rol die MWTL-gegevens spelen bij het voorspellen van de effecten. Dat de zeespiegel stijgt, is al millennia bekend, maar of die stijging als gevolg van het broeikaseffect versnelt, staat nog lang niet vast.

Een kroniek van het jaar negenhonderdneenennegentig

Klimaatverandering is het sleutelwoord dat het Jaarboek van 999 zou hebben gekarakteriseerd. Er stonden in het moerasachtige gebied dat ooit ons land zou gaan vormen, allerlei grootschalige landschappelijke veranderingen te gebeuren, zoals zandverstuivingen, duinontwikkeling, veenaufgraving en landbouw. Veranderingen die zowel door de natuur als door de mens in beweging werden gezet.

Tijdmachine

Vanaf de tiende eeuw kreeg het landschap door deze ontwikkelingen het aanzicht dat ons duizend jaar later nog steeds voor ogen staat, zij het rimpeliger, verweerder en kwetsbaarder. Veel van onze huidige beheersactiviteiten en MWTL-projecten zijn terug te voeren tot klimaatveranderingen en de werkzaamheden van de vroege Middeleeuwen. Hadden we maar een tijdmachine. Konden we maar duizend jaar teruggaan. Met het jaar duizend begon immers een gouden millennium voor waterbeheerders en Rijkswaterstaters avant la lettre.

Middeleeuwse speerpunten

Stel dat we in 1000 leefden en met de kennis van 2000 een Kroniek van het jaar 999 samenstelden. Wat waren dan de speerpunten geweest? Misschien wel de volgende:

- Het klimaat verandert: winters worden natter en kouder en de zomers worden droger en warmer. Slecht nieuws voor de landbouw.
- Goed nieuws: de weerbaarheid van de kust tegen stormvloed wordt groter dankzij uitgebreide duinvorming en de zeespiegel stijgt nauwelijks meer.
- Turf- en zoutwinning door middel van ontvening zijn ongetwijfeld in het belang van de economische ontwikkeling, maar pas op: deze activiteiten veroorzaken bodemverlaging met op de lange termijn grote gevaren voor overstroming door de rivieren. Met nauwkeurige monitoring moeten we de vinger aan de pols houden.

Groot onheil

Werd ons jaar 1999 vooral beheerst door angst en vrees voor de mogelijke terreur van de Millennium Bug, zo'n duizend jaar geleden zag



Weerbaarheid van de kust groter dankzij uitgebreide duinvorming (Aad Schenk/Foto Natura)

de Middeleeuwen de eeuwwende volgens Chroniqueur J. Buisman 'als mysterieus en geladen met onheilen!' ('Duizend jaar weer, wind en water in de Lage Landen', Uitgeverij Van Wijnen, Franeker, 1995). Buisman laat in zijn boeiende 'Millenniumboek' aan de hand van eigentijdse waarnemingen zien hoe zeer de tijden zijn veranderd in de afgelopen duizend jaar. Ten westen van de Oeral wonen zo'n 40 miljoen vroeg-Middeleeuwen die allemaal zijn overgeleverd aan de grillen van de natuur. Elk jaar opnieuw dreigt groot onheil met gebrek, honger en ziekte en tot het jaar 1000 kunnen ze elk moment een inval verwachten van de Vikingen en Magyaren (Hongaren).

Panta rhei: alles stroomt!

Al bladerend door de dikke kroniek van Buisman voltrekt zich een tijdreis door een dun bevolkt gebied met boeren, edellieden en monniken, die getuige zijn van onheilspellende aardbevingen en kometen, en zich krampachtig staande proberen te houden in strenge winters met overstromingen, droge zomers met mislukte oogsten en rampzalige perioden van varkens- en runderpest. Met het jaar duizend breekt een rooskleuriger periode aan 'van betrekkelijke rust en veiligheid, waardoor de mensen meer vertrouwen in de toekomst krijgen. [...] Europa lijkt bezielde te zijn met nieuwe energie.' Alles verandert. Niets veranderd. Alles water onder de brug.

Zware metalen

Zware metalen hebben sinds de jaren zeventig in de monitoring een grote rol gespeeld. Sinds de jaren tachtig worden metingen in zwevende stof uitgevoerd. In deze Kroniek zijn de meetresultaten op een rij gezet. Sommige streefwaarden zijn zelfs al bereikt. In het hoofdstuk Resultaten Monitoring behandelen we de zware metalen een voor een.

Knobbelzwaan

De knobbelzwaan wordt kieskeuriger. Jarenlang kon men ze elk jaar op wintertrektocht zien neerstrijken in het Marker- en IJsselmeer, waar ze genoeg met draadalg namen. Maar verandering van spijs doet eten: steeds vaker verkiezen de vogels de ondiepe IJsselmeerkust van Friesland, waar ze zich tegoed doen aan kranswier.

Kwaliteit

De vraag naar kwaliteitsborging en -systemen wordt steeds sterker en het is niet meer dan logisch dat de Kroniek ook bericht over de vorderingen van meet- en informatiediensten en laboratoria op dit gebied. In het kader van het project Goede Meet Praktijk is de afgelopen jaren veel werk verricht op het gebied van meetkwaliteit. In navolging van het RIZA-laboratorium kon men vorig jaar ook bij RIKZ een kroon op het werk zetten in de vorm van de Sterlab-accreditatie.



Journala

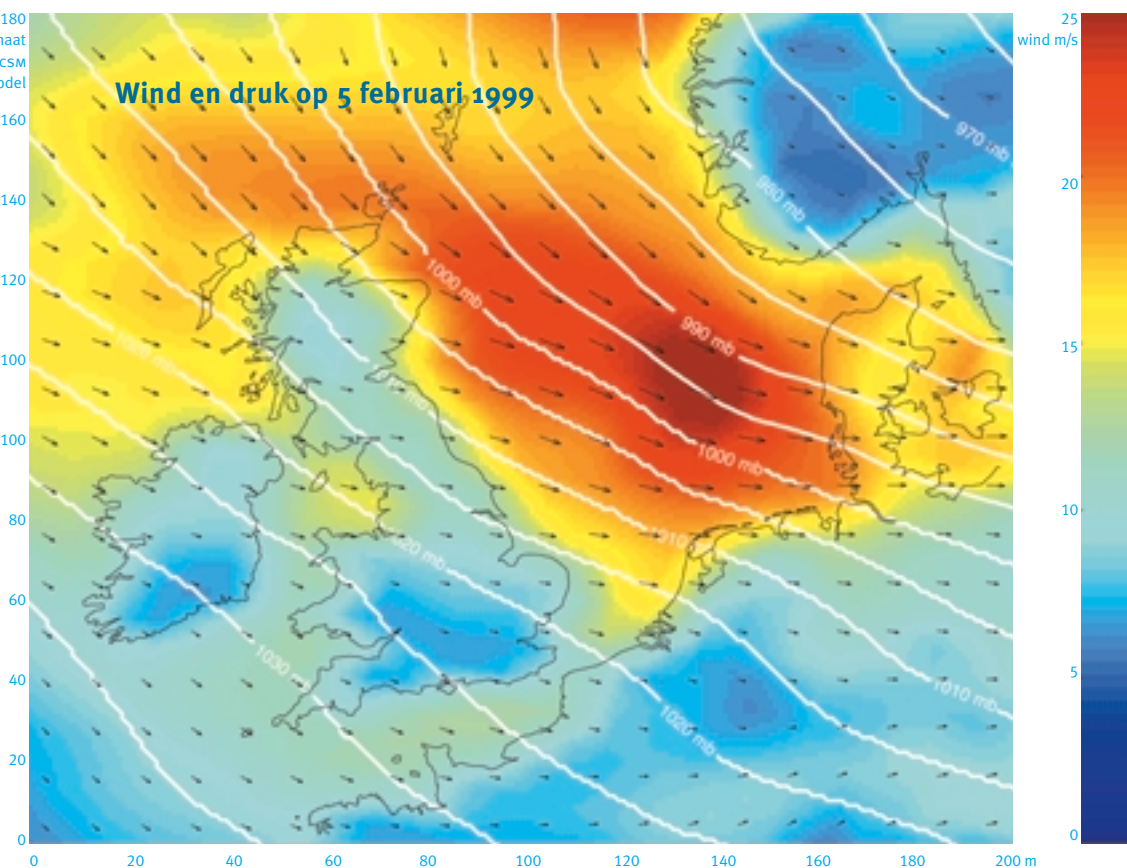
Geen nieuws zonder weerbericht. Alledaagse berichten moeten wijken als er zich bijzondere weersomstandigheden voordoen en hoogwaters of stormvloeden de samenleving bedreigen. Het Journala is het hoofdstuk in de Kroniek waarin de belangrijkste nieuwswaardigheden van het jaar nogmaals worden belicht. De stormen, hoogwaters, calamiteiten en bijzondere weersomstandigheden die het jaar in ogenschouw karakteriseren, passeren in dit Journala de revue.

De stormen

Er hebben heel wat stormen door het Nederland van 1999 geraasd. De Stormvloedwaarschuwingsdienst (svsd) van Rijkswaterstaat kwam in totaal elf keer bijeen om de wacht te houden. Over het algemeen waren de stormen van korte duur. Enkele stormen hadden de potentie van een orkaan en drie stormen konden worden bijgeschreven als lage stormvloeden.

Stormvloed 4-6 februari

Op 4 en 5 februari stond er op de noordelijke Noordzee een zware noordwesterstorm. Langs de kust lag het hoogtepunt van de storm in de nacht en ochtend van vrijdag 5 februari. Na enkele uitlopers van een lagedrukgebied kreeg de Nederlandse kust een storm te verduren die varieerde van stormachtige noordwestenwind in het westen en zuidwesten (windkracht 7-8 Bft) tot een noordwesterstorm in het noorden (windkracht 9 Bft). Hierdoor kwamen de waterstanden langs de kust 100 cm (in het zuidwesten)



Figuur 1 Opname na KNMI analyse van 5 februari 1999. De pijltjes geven de windrichting aan, de kleuren windsnelheden (zie balk naast figuur) en de witte lijnen de isobaren. Isobaren zijn lijnen die plaatsen met gelijke luchtdruk verbinden.

tot 200 cm (in het noorden) hoger te liggen dan normaal. De hoogste waterstanden traden op bij Delfzijl. In de loop van de nacht van 5 op 6 februari nam de windkracht geleidelijk af.

Stormvloed 6 november

In de vroege zaterdagochtend van 6 november ontwikkelde zich in het koude westelijke deel van een depressie een korte maar hevige noord-

westerstorm (8-9 Bft). Tijdens de hoogwaterperiode langs de Zeeuwse en Hollandse kust van 1 uur 's middags tot 8 uur 's avonds nam de wind geleidelijk toe tot 8-9 Bft. Langs de Hollandse kust stond er onder invloed van de noordwesterstorm tijdens hoogwater een waterstandverhoging van 120 tot 150 cm. Bij IJmuiden werden de hoogste waterstanden gemeten. In de loop van de avond en nacht nam de wind geleidelijk af tot 6-7 Bft.

Stormvloed 3-4 december

Met de potentie van een orkaan woedde deze storm door noord-Duitsland, Denemarken en

zuid-Zweden, waardoor de samenleving totaal ontwricht raakte. Dertig mensen kwamen in deze gebieden om het leven. In Denemarken waaiden veel elektriciteitsmasten en ongeveer zes miljoen bomen om. In de buurt van Ribe in zuidwest-Denemarken werd het zeewater opgestuwd tot ongeveer 75 cm onder de kruin van de zeedijk. Een dergelijke overlast is Nederland bespaard gebleven.

De zware zuidwesterstorm (9-11 Bft) ontwikkelde zich in de loop van vrijdagochtend 3 december achter het koufront van een diepe en zeer actieve depressie bij zuid-Scandinavië in het midden

en zuiden van de Noordzee. Tijdens de middag nam de wind toe van 9-10 Bft aan de Hollandse kust tot 10-11 Bft aan de Waddenkust. Tijdens hoogwater stond er onder invloed van de zware westerstorm langs de Hollandse kust een verhoogde waterstand van 115-125 cm, en langs de Waddenkust een verhoging van 130-245 cm. Bij Delfzijl was het effect van de storm op de waterstand het grootst. In de loop van de avond en nacht nam de wind geleidelijk af tot 7 Bft.

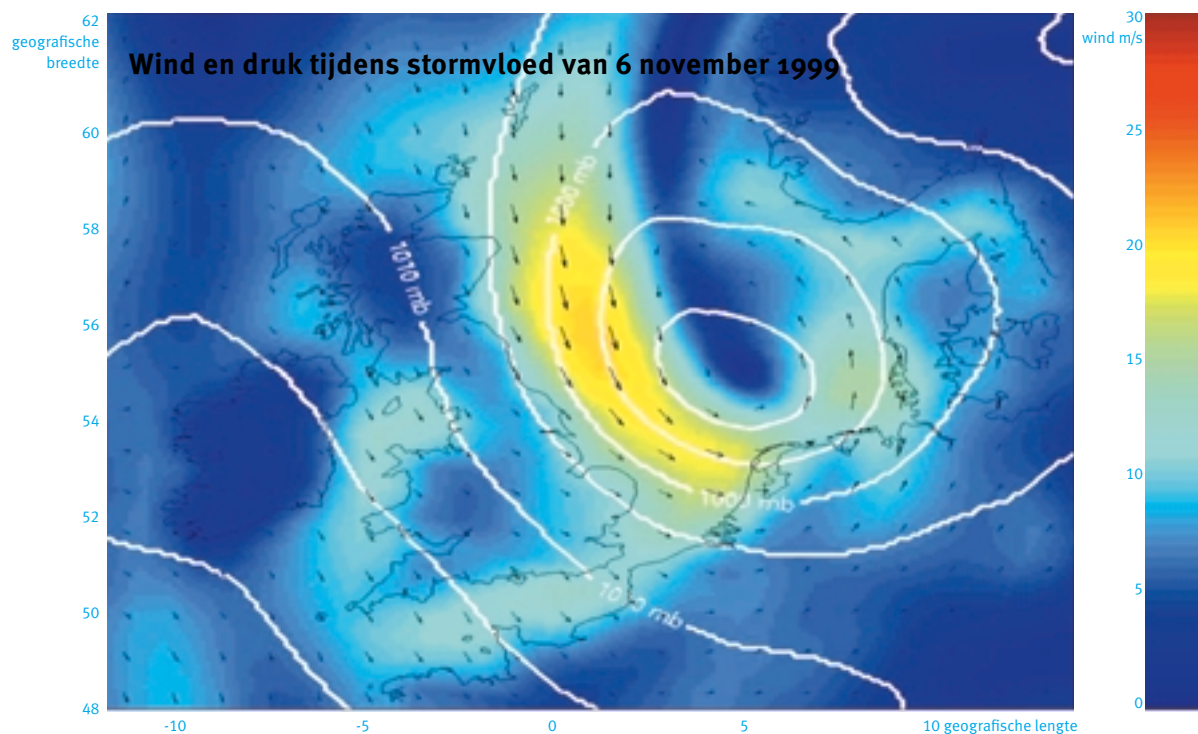
Verslag Maashoogwater rond de Kerst

De Maas vertoont de typische grillen van een regenrivier: de afvoer is het directe gevolg van de hoeveelheid neerslag in het bovenstroomse gebied. De gemiddelde afvoer bij Borgharen, even ten noorden van Maastricht, bedraagt slechts 230 m³/s, maar de hoogst bekende afvoer van de Maas, gemeten op 22 december 1993 is 3039 m³/s. Je zou zeggen dat dergelijke hoogwaters net als het weer moeilijk te voorspellen zijn. Toch komt het opvallend vaak voor dat tijdens de feestdagen een hoogwater optreedt, denk maar aan de hoogwaters van 1993 en 1995. Voor de feestdagen van 1999 had de Maas opnieuw een hoogwater in petto. Een ooggetuigenverslag uit de regio.

Maandag, 20 december

Voor het kerstweekeinde worden grote hoeveelheden neerslag voorspeld in de Ardennen en het noordelijk deel van Frankrijk. Volgens deze voorspelling zal de topafvoer bij Borgharen om en nabij de 1500 m³/s liggen, met als gevolg dat de eerste uiterwaarden overstromen. Dit is nog geen reden voor ongerustheid. Er is bij deze grote afvoer geen gevaar voor wateroverlast, wel moeten de stuwen worden getrokken (NB: niet opengetrokken). Het water kan nu makkelijker

Figuur 2 Opname 3 uur na KNMI analyse stormvloed van 6 november 1999 om 9 uur. De pijltjes geven de windrichting aan, de kleuren de windsnelheden (zie balk naast figuur) en de witte lijnen de isobaren. Isobaren zijn lijnen die plaatsen met gelijke luchtdruk verbinden.



Voorspellingen Directie Limburg en RIZA

Als de afvoer bij Borgharen de $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ naar verwachting zal overschrijden, worden er regelmatig voorspellingen gedaan zodat men eventuele klappen tijdig aan kan zien komen. Het RIZA levert voorspellingen van de te verwachten afvoer bij Borgharen en van het verloop van de hoogwatergolf. Dit gebeurt op basis van een simulatiemodel in samenhang met informatie over de actuele en de te verwachten neerslag. De Directie Limburg houdt zich vervolgens vooral bezig met de voorspelling van waterstanden benedenstrooms van Borgharen aan de hand van het hydraulische model Sobek, dat het traject van Eijsden tot aan Hedel in beeld brengt. Met dit model wordt het verloop van de hoogwatergolf voorspeld volgens de gegevens die RIZA aanlevert. Hoe meer zicht de waterbeheerders hebben op het gedrag van de hoogwatergolf bij Borgharen, hoe beter de kwaliteit van de voorspelling benedenstrooms.

Meestal zijn de voorspellingen redelijk tot goed. Dit keer was de afwijking tussen voorspelling en opgetreden waterstand op de Nederlands Maas wat groter. Daar zijn verschillende oorzaken voor aan te wijzen: de snelle daling na passage van de top, de recente ingrepen langs de Maas en de wijze waarop de aanvoer van water uit de zijbeken en -rivieren in het model is verwerkt. Al deze aspecten vragen aandacht zodat ze bij een volgend hoogwater beter in het voorspellingsmodel kunnen worden verwerkt. Doordat de neerslag in de Ardennen zeer snel afstroomt is het niet mogelijk om ver vooruit te kijken in de tijd. Het water uit de Ourthe-monding is binnen 6 uur in Borgharen, terwijl het water uit Frankrijk dat België binnenstroomt 16 uur later in Nederland is. Door dit tijdsverschil is het aan het begin van de hoogwaterperiode moeilijk precieze voorspellingen te doen over het verloop van de golf. Dit in tegenstelling tot de Rijn, waarbij het al enkele dagen van tevoren redelijk bekend is hoeveel water Nederland zal bereiken.



De storm van 6 november heeft in combinatie met het extreem hoge water voor veel overlast gezorgd in verschillende Zeeuwse dorpen. Hier: kust Walcheren met storm en hoogwater bij Vlissingen (m0)

afgevoerd worden. Daarnaast is dit het signaal voor het hoogwaterteam van de Directie Limburg en het RIZA in Lelystad om in actie te komen.

Zaterdag, 25 december

Op Eerste Kerstdag blijken de depressies van de Atlantische Oceaan meer regen aan te voeren dan verwacht. In plaats van de voorspelde

topafvoer van $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ stijgt de rivierafvoer in rap tempo naar ongeveer $1700 \text{ m}^3/\text{s}$.

Zondag, 26 december

Ook op Tweede Kerstdag blijft het rivierwater onverminderd stijgen. In de loop van de dag wordt het crisiscentrum ingericht en draaien de medewerkers van de Directie Limburg hun eerste





Overzicht van de Maas bij de stuw van Borgharen tijdens een extreem hoogwater; rechts de oever van de Maas ook bij Borgharen tijdens een vrij lage waterstand (MD)

diensten. Met de hoogwaters van 1993 en 1995 nog vers in het geheugen zorgt de dreiging van hoogwater voor veel onrust in de regio. Het is nog niet duidelijk wat komen gaat. Iedereen kent de nukken en grillen van de Maas. De televisie vertoont alarmerende beelden van grote delen van het Belgische Scheldestroomgebied die onder water staan. Grote hoeveelheden neerslag, behorend bij de depressie die in Frankrijk voor recordwindsnelheden zorgt, vallen net naast het stroomgebied van de Maas. Gelukkig maar, want anders zou de topafvoer op de Maas veel hoger uitvallen.

Maandag, 27 december

's Avonds bereikt de hoogwatergolf bij Borgharen zijn top: ongeveer 2100 m³/s en NAP+45.11 m. Dit is kenmerkend voor een afvoer die zich gemiddeld elke 10 jaar kan herhalen. Slechts bij enkele woningen, die buiten de kades liggen, treedt

overlast op. Schade is er bijna niet. Tijdens dit hoogwater wordt de topstand op de Grensmaas goed tot zeer goed voorspeld met een marge van enkele centimeters. Vanaf het plassengebied te Roermond wordt de afwijking echter groter.

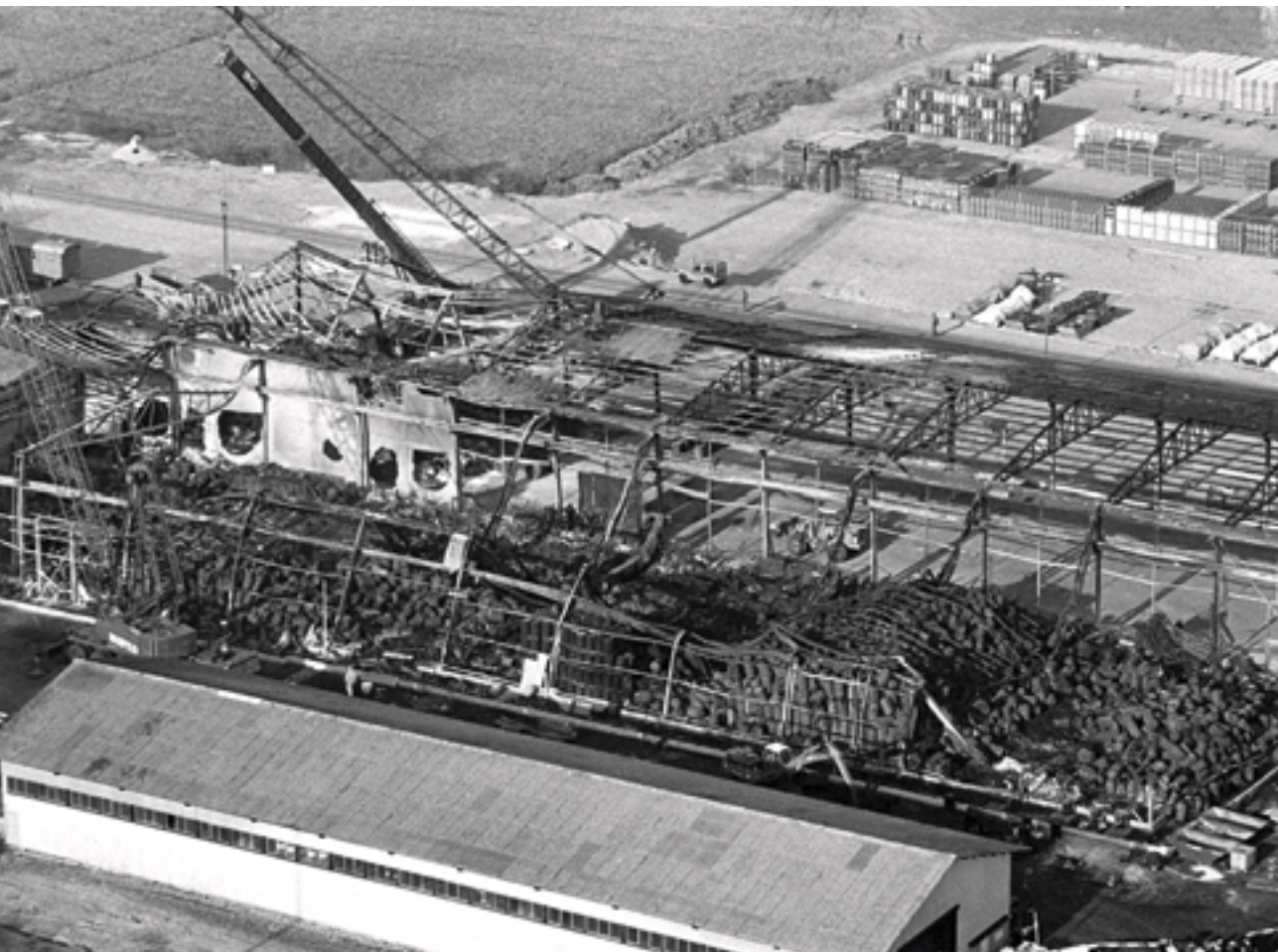
Dinsdag, 28 december

Na enkele dagen is het de waterbeheerders duidelijk dat de waterstanden niet nog verder zullen stijgen, de afvoer daalt en er wordt geen regen meer voorspeld in de Ardennen. Een positief aspect van dit hoogwater was dat het waardevolle leerervaringen opgeleverd heeft die goed te pas komen in volgende crisissituaties. Daarnaast zijn er weer gegevens verzameld zodat toekomstige modellen nog beter ingezet kunnen worden om voorspellingen te doen. Over een ding is iedereen het eens: met de Maas valt niet te spotten. Dit keer gaf de Maas een lichte waarschuwing, de volgende keer kan het echt raak zijn.

Calamiteiten

Hoe voorzichtig we ook zijn, waar gewerkt wordt, is er kans op ongelukken. In een fabriek bijvoorbeeld kan brand uitbreken waardoor chemicaliën met het bluswater het oppervlaktewater bereiken. Bij een scheepsongeval kunnen lading en brandstof vrijkomen, en ook het laden en lossen zelf is niet zonder risico's. Af en toe wordt er ook moedwillig, zij het illegaal, geloosd. Regelmatig komen er bij waterbeheerders meldingen binnen van waterverontreinigingen.

Als zo'n situatie zich voordoet, moet de waterbeheerder zo snel en accuraat mogelijk optreden, zodat de schade beperkt blijft, de rommel wordt opgeruimd en verdere risico's worden vermeden. Soms heeft de waterbeheerder daarbij advies van derden nodig. Allerlei vragen kunnen immers opkomen die de beheerder niet een, twee, drie zelf kan beantwoorden: Om welke stof gaat het?



De opslaghal van chemicaliën van Sandoz ging in 1986 in vlammen op en veroorzaakte een enorme schade aan de Rijn (Keystone/ANP)

Wat zijn de ecologische risico's? Wanneer arriveert een lozing bij het beheersgebied of bij een locatie waar drinkwater wordt onttrokken? Hoe zit het met de verspreiding van schadelijke stoffen en welke concentraties kunnen we verwachten? Moeten derden zoals drinkwater-bedrijven worden gewaarschuwd?

De alarmgroep

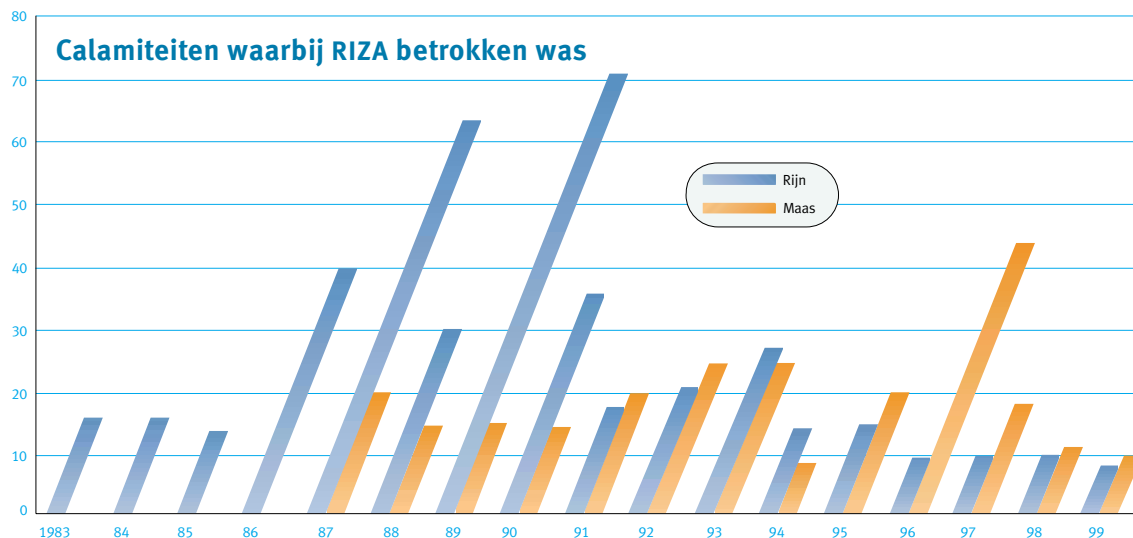
Voor het snel, efficiënt en effectief beantwoorden van dergelijke vragen tijdens calamiteiten heeft RIZA in 1985 'de alarmgroep' ingesteld, die 24 uur per dag kan worden bereikt. De alarmgroep wordt gevormd door medewerkers van RIZA die kennis en ervaring bezitten op verschillende vakgebieden. De alarmgroep was nog geen jaar in functie toen zij haar vuurdoop kreeg met het rampzalige ongeluk bij het chemieconcern Sandoz.

Minder calamiteiten op Rijn

Het aantal ernstige calamiteiten op de Rijn, waarbij RIZA om advies wordt gevraagd, is duidelijk afgenomen sinds de periode 1985-90. De meest voor de hand liggende verklaring hiervoor is dat het Rijn Actie Programma (RAP) haar vruchten heeft afgeworpen. Na de Sandoz ramp heeft de internationale industrie de verbeteracties van het RAP versneld uitgevoerd. Zo zijn er bij verschillende grote industriële complexen langs de Rijn, die voorheen het leeuwendeel van de calamiteiten veroorzaakten, calamiteiten-bassins aangelegd waarin eventuele morsingen en lozingen kunnen worden opgevangen.

Positieve tendens voor de Maas

Ook voor de Maas lijkt de laatste jaren een positieve tendens zichtbaar, al moet hierbij wel een kanttekening worden gemaakt. Met ingang van 1998 zijn de alarmeringsgrenzen verhoogd van twee stoffen die geregeld de normen overschreden: diisopropylether en tributylfosfaat. De algemene grens die voor alle stoffen in deze analysegang wordt aangehouden kon voor deze stoffen worden verhoogd vanwege de relatief lage toxiciteit, de hoge vluchtigheid en de goede identificeerbaarheid. Sindsdien is het aantal meldingen van overschrijdingen door deze twee stoffen logischerwijze afgenomen.



Figuur 3 Het aantal calamiteiten waarbij waterbeheerders, meestal Regionale Directies van Rijkswaterstaat, RIZA hebben benaderd voor advies. Eveneens zijn opgenomen officiële meldingen van de internationale rivierencommissies alsmede de meldingen vanuit de RIZA-bewakingsstations bij Lobith en vooral Eijsden.

Daar staat tegenover dat het hoge aantal calamiteiten in 1996 vooral te maken had met een proef van de Internationale Maascommissie waarbij alle meldingen binnen het Maasstroomgebied werden doorgegeven, ook als daar benedenstrooms, in Nederland, weinig van te merken was.

Niet te vroeg juichen...

Kortom, er lijkt reden voor enig optimisme. De medaille heeft echter een schaduwkant. We moeten ons er voortdurend rekenschap van geven dat één calamiteit met een sterk toxische stof voldoende kan zijn om de ecologische vooruitgang van jaren teniet te doen. Dit risico wordt zelfs groter naarmate de waterkwaliteit verbetert. Immers, een evenwichtig ecosysteem is sneller uit balans dan het ecosysteem van een sterk verontreinigde rivier.



RIZA meetstation in de Maas bij Eijsden (MD)



Hoge watertemperaturen zoute wateren

Het jaar 1999 was een warm jaar. Sterker nog, samen met 1990 was dit jaar het warmste in de waarnemingsreeks vanaf 1706, met een gemiddelde luchttemperatuur in De Bilt van 10,9°C. De maand september was met een gemiddelde temperatuur van 17,4°C zelfs warmer dan een normale juli- of augustusmaand. September was dan ook de warmste in zijn soort sinds 1706.

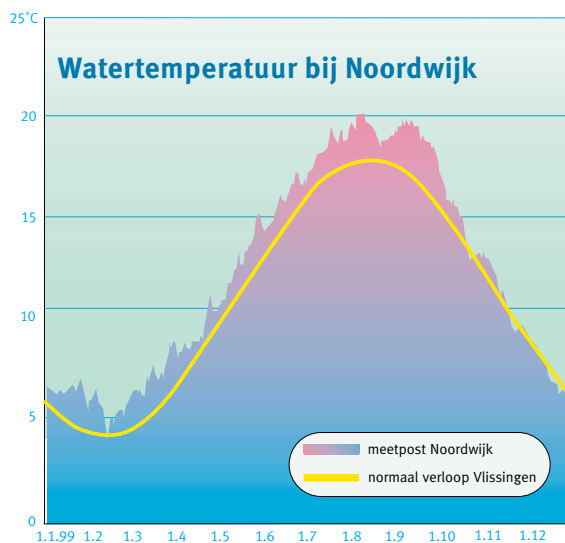
Vijf warmste jaren & septembermaanden

nr	luchttemperatuur te De Bilt				watertemperatuur te Vlissingen			
	jaar		september		jaar		september	
	jaar	°C	jaar	°C	jaar	°C	jaar	°C
1	1999	10,9	1999	17,4	1989	12,4	1999	19,0
2	1990	10,9	1961	16,4	1995	12,4	1991	18,8
3	1989	10,7	1982	15,6	1990	12,3	1997	18,7
4	1994	10,6	1989	15,6	1999	12,3	1973	18,6
5	1992	10,5	1959	15,4	1994	12,2	1959	18,5

Tabel 1 Gemiddelde waarden over de vijf warmste jaren en septembermaanden in de periode 1959 tot en met 1999

De gemiddelde watertemperatuur over het hele jaar 1999 bij Vlissingen was weliswaar hoog, maar niet de hoogst bekende in de meetreeks vanaf 1959. Evenals in 1990 kwam de gemiddelde watertemperatuur uit op 12,3°C. Hogere jaargemiddelde temperaturen werden gemeten in 1989 en 1995 (beide 12,4°C). Vooral de hoge watertemperaturen in september springen in het oog. De gemiddelde watertemperatuur in Vlissingen in de maand september is de hoogste ooit gemeten (19,0°C) in de meetreeks vanaf 1959. Bovenstaande tabel geeft de top-vijf van de jaar- en septembergemiddelden van de lucht- en watertemperatuur te De Bilt respectievelijk

Vlissingen over de periode 1959-1999. Het verloop van de watertemperatuur over 1999 bij Meetpost Noordwijk, ongeveer 9 km uit de kust, kan als redelijk representatief voor de kustzone worden aangemerkt. Deze is weer-gegeven in [figuur 4](#). Ter vergelijking is in deze figuur ook het normale seizoensverloop voor het station Vlissingen ingetekend, herleid uit de gemiddelde watertemperaturen per kalenderdag over 1961 t/m 1990 (dertig jaar) en daarmee vergelijkbaar met de door het KNMI gehanteerde normaalwaarden voor de luchttemperatuur. Van Meetpost Noordwijk is nog geen reeks van dertig jaar beschikbaar. Ook in deze figuur valt de relatief warme septembermaand op. Alleen in de laatste maanden van het jaar was de watertemperatuur ongeveer normaal. Bij de wat verder uit de kust gelegen meetlocaties waren de jaargemiddelden over 1995 hoger



Figuur 4 Watertemperatuur bij Meetpost Noordwijk in 1999 in vergelijking met de normaalverloop van Vlissingen



Meetpost bij Noordwijk (MD)

dan die van 1999. Dit soort verschillen houdt verband met de invloed van zeestromingen en met de mate waarin de opwarming en afkoeling van het zeewater naijlen ten opzichte van de variaties in de luchttemperatuur.

Resultaten monitoring

De monitoring-gegevens die Rijkswaterstaat in 1999 heeft verzameld, zijn opgenomen in de Presentator. In dit hoofdstuk van de Kroniek lichten we uit deze informatie opvallende resultaten of ontwikkelingen en gaan er nader op in.

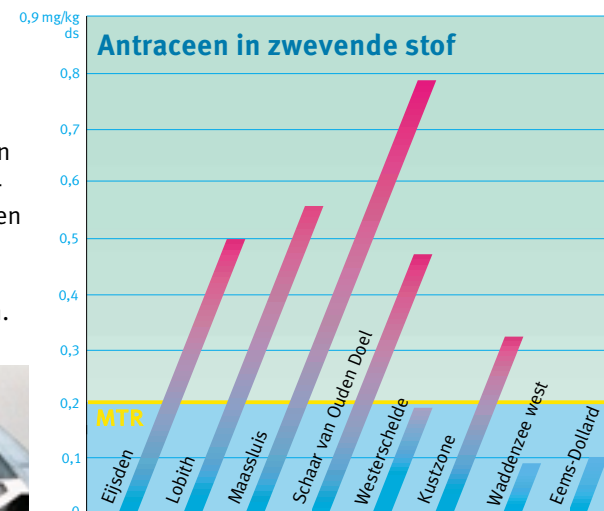
PAK's nog niet binnen de perken

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) zijn voornamelijk afkomstig uit diffuse

bronnen, zoals verbrandingsprocessen en door uitloging uit teerhoudende producten: bijvoorbeeld koolteer op scheepshuiden en verduurzaam hout in oeverbeschoeiingen. De stoffen komen ook van nature voor, zij het in mindere mate, bijvoorbeeld als gevolg van vulkaanuitbarstingen. Sommige organismen maken ze zelf. PAK's zijn schadelijk voor het milieu. Bij vissen veroorzaken ze levertumoren en ze verstoren de reproductie van waterorganismen.



Uitstoot van PAK's door verkeer bij de lekbrug van Vianen (Ton Borsboom/ANP)



Figuur 5 Toetswaarden in 1999 van antraceen in mg/kg ds zwevende stof van zoete en zoute watersystemen (zie kader Normering op pagina 23). Ter vergelijking is het MTR voor antraceen opgenomen.

Beleid

Zoals voor alle organische microverontreinigingen, houdt ook voor PAK's de doelstelling op de lange termijn in: een vermindering van de emissie (circa 90%). Om dit te bereiken, geldt een inspanningsverplichting. PAK's staan op de lijst van stoffen met de hoogste prioriteit, stoffen waarvan emissies in het jaar 2020 zouden moeten zijn stopgezet (Noordzeeministersconferentie, 1995). In de vierde Nota waterhuishouding zijn voor verschillende PAK's normen vastgesteld ter bescherming



Scheepshuiden zijn vaak bewerkt met PAK-houdende koolteer (Wim van Vossen/ANP)

van het ecosysteem en de mens: het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) en de streefwaarde (VR). In internationaal verband zijn grenswaarden vastgesteld voor onder andere

de emissie uit de aluminiumindustrie en voor het gebruik van aangroeiwerende of houtverduurzamende producten (koolteer op scheepshuiden, creosoot). Er komen



ook aanbevelingen voor het zogenaamde 'sfeerstoken' (bijvoorbeeld in de open haard).

Veel te veel

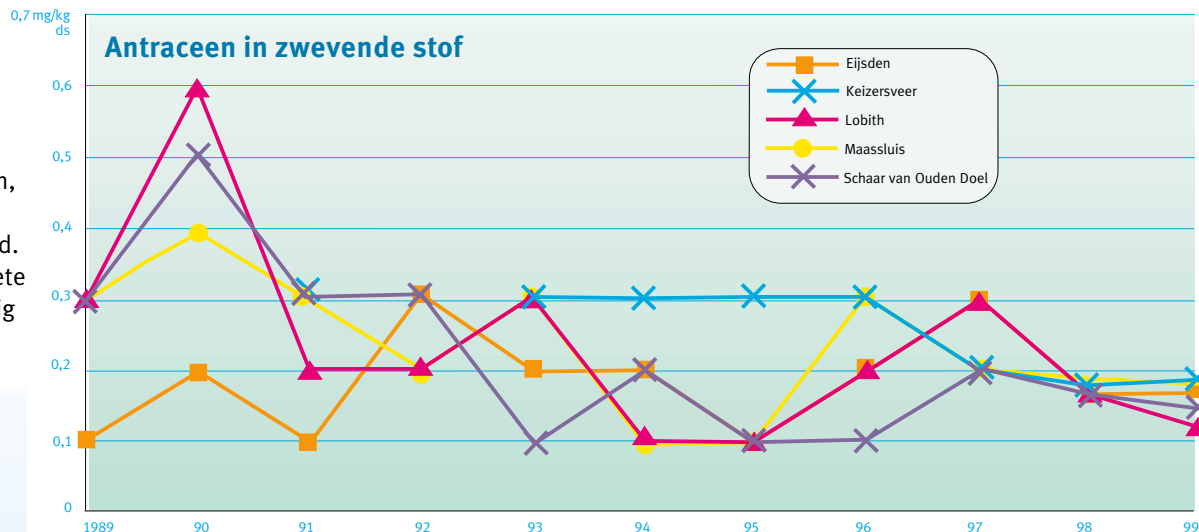
Om de effecten van het beleid te volgen en om te peilen of aanvullende maatregelen nodig zijn, wordt de aanwezigheid van PAK's in het oppervlaktewater sinds eind jaren tachtig gemonitord. PAK's vormen nog altijd een probleem in de zoete en zoute rijkswateren. Het MTR wordt regelmatig op veel plekken overschreden. Antracene,

Normering

In de vierde Nota waterhuishouding (nw4) zijn streefwaarden voor de lange termijn opgenomen, gebaseerd op het Verwaarloosbaar Risico (vr). Voor de korte termijn geldt de minimumkwaliteit die is vastgesteld op het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR). Bij de toetsing van gemeten concentraties aan de normen van metalen en organische micro-verontreinigingen wordt de cuwvo 90-percentielwaarde per kalenderjaar gebruikt (toetswaarden).

De concentraties in zwevende stof of sediment worden voor deze toetsing gestandaardiseerd op basis van het organisch stof- en lutumgehalte van standaard sediment/standaard zwevende stof. De concentraties in het water worden voor toetsing gestandaardiseerd op basis van de zwevende stof-concentratie in het water.

Voor tien verschillende PAK's zijn een MTR en een vr opgenomen in nw4. Deze zijn voor zoet en zout gelijk. Voor metalen zijn de afgeleide risicogrenzen bij vaststelling van het MTR en streefwaarden opgeteld bij de landelijk geldende natuurlijke achtergrondconcentratie.



Figuur 6 Mediane waarden van antracene in mg/kg ds zwevende stof (ongestandaardiseerd) op de hoofdlocaties uit het mwTL-programma in de periode 1989 tot en met 1999. Voor detectie van trends in de tijd wordt gebruik gemaakt van mediane waarden die niet gestandaardiseerd zijn. Mediane waarden zijn geen toetswaarden en mogen daarom niet met het MTR worden vergeleken.



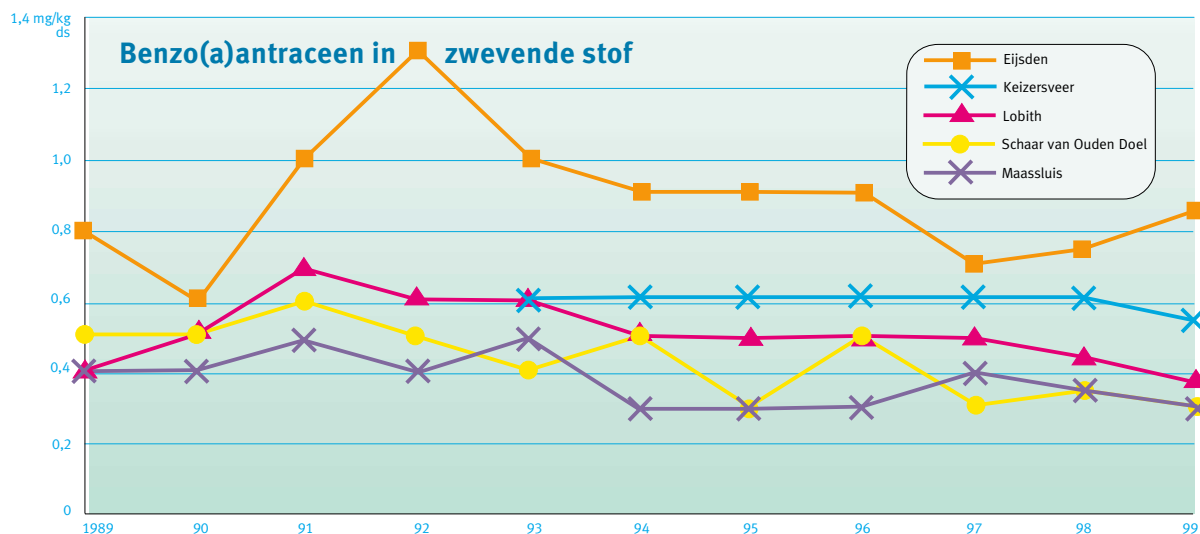
Het bewerken van meerpalen (Richard van Hoek/ANP)

benzo(a)antracene en fenantreen spannen de kroon. Alleen in het IJsselmeer en de randmeren wordt de streefwaarde vaak gehaald. [Figuur 5](#)

geeft de relatief hoogste normoverschrijding, die van antracene, op zoete en zoute locaties weer. Het MTR-niveau wordt op bijna geen enkele zoete locatie gehaald, in de kustzone evenmin. In de zoute wateren valt op dat de concentraties in zwevende stof in de kustzone hoger uitvallen dan die in bijvoorbeeld de Waddenzee en de Westerschelde. Dit geldt voor alle negen gemeten stoffen. De concentraties in alle zoute wateren blijken nog steeds boven de streefwaarde te liggen. Antracene en fenantreen komen zelfs boven het MTR uit.

Zoet stagnatie

In de zoete rijkswateren lijken de concentraties antracene af te nemen, hoewel de gehalten veel schommelingen vertonen, zie [figuur 6](#). Benzo(a)antracene vertoont evenals antracene



Figuur 7 Mediane waarden van benzo(a)antraceen in mg/kg ds zwevende stof (ongestandaardiseerd) op de hoofdlocaties uit het MWTL-programma in de periode 1989 tot en met 1999.

hoge normoverschrijdingen in de zoete wateren. De gehalten Benzo(a)antraceen zijn voor Keizersveer, Lobith, Maassluis en Schaar van Ouden Doel ongeveer vergelijkbaar. Alleen de gehalten in Eijsden liggen veel hoger dan die van de andere locaties en vertonen meer schommelingen. De gehalten op andere plekken zijn in de periode van 1989 tot en met 1999 niet noemenswaardig veranderd, zie [figuur 7](#).

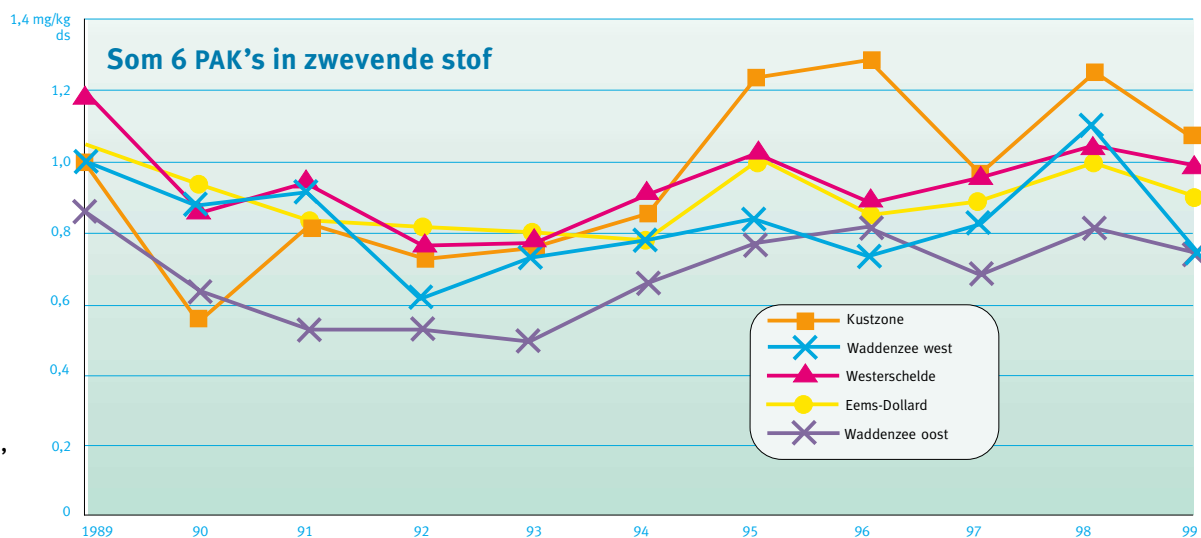
Zout toename?

Ondanks de invoering van maatregelen met betrekking tot PAK-houdende scheepscoatings, tonen de zoute wateren geen trendmatige verlaging van de gehalten. In de kustzone van de Noordzee nemen de concentraties in zwevende stof eerder toe, zie [figuur 8](#). In de Waddenzee zijn concentraties in zwevende stof

van een aantal PAK's eveneens toegenomen, in vergelijking met 1993. Economische groei werkt meer verbranding van fossiele brandstoffen in de hand waardoor hiermee gepaard gaande PAK emissies zullen blijven stijgen. Verhoging van PAK concentraties ligt daarom in de lijn der verwachting.

Onverklaarbaar

De mogelijke toename van concentraties in de Waddenzee en de kustzone kent geen duidelijke oorzaak. Rivieren en neerslag zijn de voornaamste leveranciers van PAK's maar concentraties in zwevende stof in de zoete rijkswateren (waaronder Maassluis en de Haringvlietsluizen) vertonen geen stijgende trend. Emissies naar zoet oppervlaktewater zijn zelfs lichtelijk afgenomen gedurende de periode 1994-97 (RIZA, 1999). Ook de totale uitstoot van benzo(a)pyreen en



Figuur 8 Mediane waarden van som 6 PAK's (6 van Borneff) in mg/kg ds zwevende stof (ongestandaardiseerd) in de zoute wateren in de periode 1989 tot en met 1999.

fluoranteen in de lucht is geslonken in de periode 1985-98, voornamelijk als gevolg van minder industriële emissies. De uitstoot van PAK's door het verkeer is in deze periode gelijk gebleven waardoor de relatieve bijdrage van het verkeer aan de totale emissie in de atmosfeer is gegroeid (RIVM, 'Milieubalans' 1999).

Voor een verklaring van de mogelijke toename van PAK-gehalten in zwevende stof is een uitgebreide bronnenanalyse gewenst. Voorlopig is de omvang van de bijdrage die neerslag levert nog onzeker. Omdat de oorzaak van de stagnatie en mogelijke stijging van PAK-gehalten in Noordzee en Waddenzee nog niet is uitgekristalliseerd, is het van belang een vinger aan de pols te houden. Temeer omdat de gehalten in de zoute wateren nog boven de streefwaarde liggen.

In de zoete rijkswateren nemen de concentraties niet meer af en het MTR wordt zelfs nog veelvuldig overschreden. Toekomstige metingen zullen moeten uitwijzen of de nu gesignaleerde stagnatie dan wel stijging van gehalten doorzet.

Metalen in de zoete wateren

Al vanaf het begin van de jaren zeventig staan de zware metalen in de belangstelling. De gehalten in de waterfase zijn sindsdien drastisch gedaald, soms tot beneden de detectiegrenzen. Aangezien metalen zich bij voorkeur in het compartiment 'zwevende stof' bevinden, worden ze sinds eind jaren tachtig ook in dit compartiment gemeten. De zogenaamde 'toetswaarden' van de zware metalen zijn op een rij gezet voor een 'quick-scan' van de situatie. Voor water vanaf 1985 en voor zwevende stof vanaf 1988. De 'quick-scan' leverde een aantal opvallende inzichten op.



Branding van de Noordzee (Wil Meinderts/Foto Natura)

Naar eenduidige normering

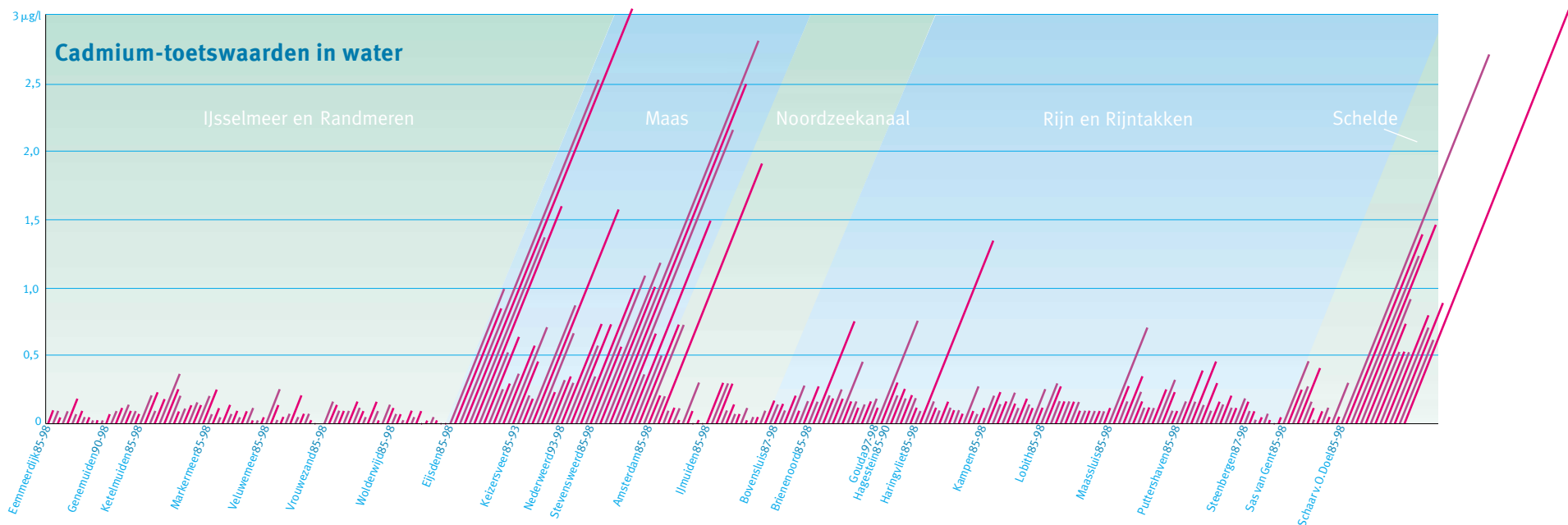
Het inzicht in de schadelijkheid van de zware metalen is in de loop der tijd gegroeid. Normen zijn daarom herhaaldelijk aangepast. Ter illustratie is in tabel 2 een overzicht van de normen voor de waterfase opgenomen: vanaf de 'Basiskwaliteit' in het Indicatief Meerjaren Programma Water (IMP) 1985-89 (1986) tot en met de normen uit de vierde Nota waterhuishouding (NW4) van december 1998 (totaal-gehalten in µg/l). Hieruit blijkt dat de normen voor lood, cadmium, chroom en kwik met de laatste aanpassing (NW4) zijn versoepeld. Alleen de norm voor nikkel is aangescherpt. Wat betreft

Normen uit de beleidsnota's

Parameter	IMP 1985-89	NW3	ENW	NW4
	Basiskwaliteit	Alg. milieukwaliteit	Grenswaarden	MTR
	1986	1989	1994	1998
Arseen	50	15	10	32
Cadmium	2,5	0,2	0,2	2
Chroom	50	25	20	84
Koper	50	3	3	3,8
Kwik	0,5	0,03	0,03	1,2*
Lood	50	25	25	220
Nikkel	50	10	10	6,3
Zink	200	30	30	40
* norm voor anorganisch kwik				

Tabel 2 Overzicht normen voor de waterfase uit opeenvolgende beleidsnota's water (totaal-gehalten in µg/l)





Figuur 9 Cadmium-toetswaarden in µg/l in water (MTR = 2 µg/l, streefwaarde = 0,4 µg/l). Achter de locatie staat aangegeven over welke jaren de resultaten worden gepresenteerd.

het sediment/de zwevende stof zijn normen voor cadmium, kwik, koper nikkel, zink en arseen tussen de derde en vierde Nota minder streng geworden. Voor chroom is de norm juist licht verscherpt.

Sinds NW4 zijn de normen zo aangepast dat ze nu veel eenduidiger zijn gebaseerd op ecotoxicologische risico's. Voor elke stof wordt op soortgelijke wijze informatie verkregen over de risico's die overschrijding van de norm met zich meebrengt. Deze nieuwe norm (MTR) mag dan ook niet zonder meer worden vergeleken met wat voorheen de grenswaarde heette. De laatste werd immers voortdurend bijgesteld, terwijl het MTR in feite slechts de plafondwaarde aangeeft. De schijnbare versoepeling van de norm mag echter niet leiden tot normopvulling. Om dit te

voorkomen zijn 'stand-still' en 'ALARA' (as low as reasonably achievable) in het beleid verankerd. 'As low as reasonably achievable' betekent 'zo laag als maar redelijkerwijs haalbaar'. Stoffen waarvan de gehalten dichtbij de streefwaarden liggen worden getoetst aan de streefwaarde in plaats van de MTR. Aan de benodigde regelgeving wordt gewerkt. De realisatie van één en dezelfde maatlat voor alle stoffen (met twee ijkpunten, MTR en Streefwaarde) is dus binnen bereik. Toetsresultaten van alle stoffen uit NW4 zijn zo beter vergelijkbaar. Hoe de toetsing uitpakt voor de verschillende metalen staat hieronder beschreven.

Cadmium

Cadmium is een beruchte stof. In de jaren tachtig waren gehalten in de Maas zo hoog dat de

De bij de figuren genoemde MTR's voor zwevende stof zijn 1,5 x MTR's uit NW4 conform de voorschriften. Tevens zijn in sommige figuren sterk verhoogde waarden in de figuren 'afgekapt' om de figuur zo duidelijk mogelijk te kunnen presenteren. De figuren dienen dus als indicatief te worden beschouwd.

alarmtoestand meermaals is uitgeroepen. De inname van water voor de drinkwaterbereiding werd dan gestaakt. Eind 1988 is zelfs een gehalte van bijna 100 µg/l gemeten.

De MTR's voor cadmium worden primair in het stroomgebied van de Maas overschreden, vooral in het compartiment zwevende stof. In de Schelde komen waarden soms boven het MTR voor de waterfase uit. Alle andere locaties voldoen de MTR's voor beide compartimenten. In het IJsselmeergebied, het stroomgebied van de Rijn en op een aantal andere locaties wordt zelfs de streefwaarde gehaald, zie figuren 9 en 10.

Chroom

Op alle locaties liggen de waarden ruimschoots onder de MTR's. De toetswaarden benaderen

inmiddels de streefwaarden. In tegenstelling tot de andere metalen liggen de gemeten chroomgehalten zowel in water als in zwevende stof in de Maas en de Schelde niet bijzonder veel hoger dan elders. Er is dus een acceptabele situatie ontstaan, temeer omdat zich op een 'slechte' locatie als Schaar van Ouden Doel een verbetering lijkt voor te doen.

Arseen

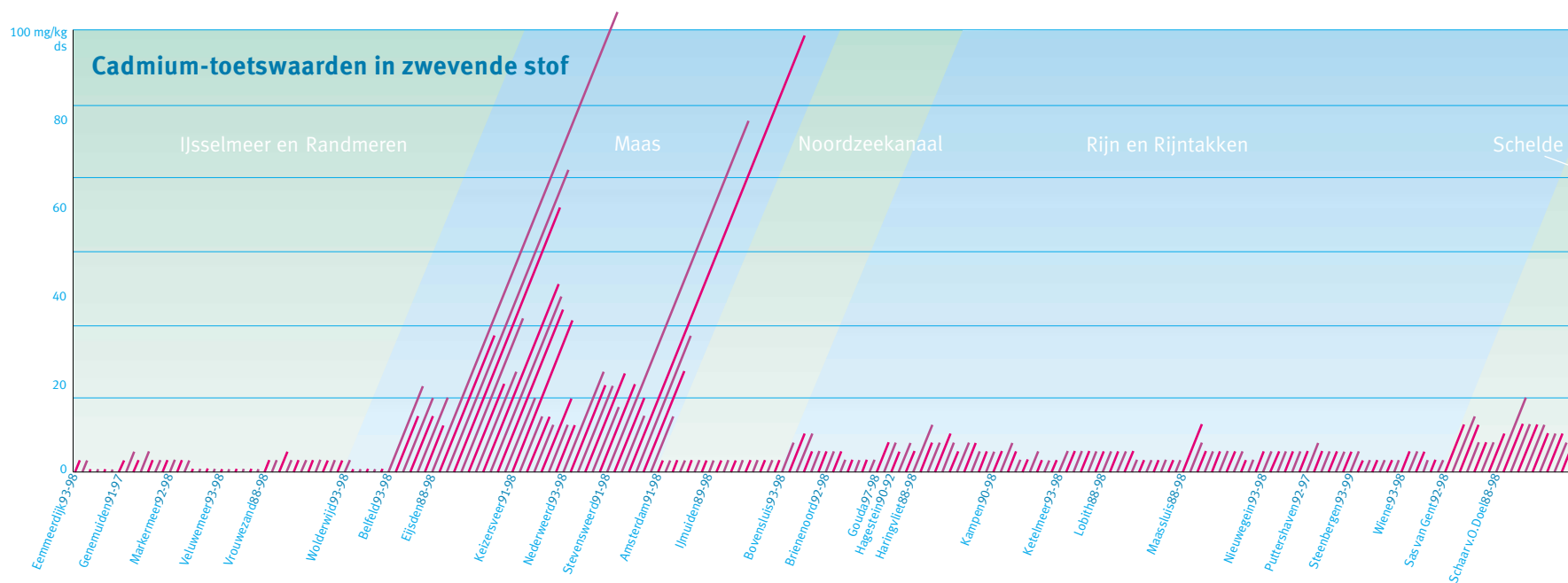
De toetswaarden van arseen voldoen op alle locaties ruim aan het MTR, zowel wat betreft de waterfase als het zwevende stof. Overal wordt zelfs de streefwaarde voor de waterfase gehaald, met uitzondering van de locatie Schaar van Ouden Doel. De hoogste toetswaarden worden in het Schelde-stroomgebied (Schelde en het kanaal van Gent naar Terneuzen) gemeten.

Koper

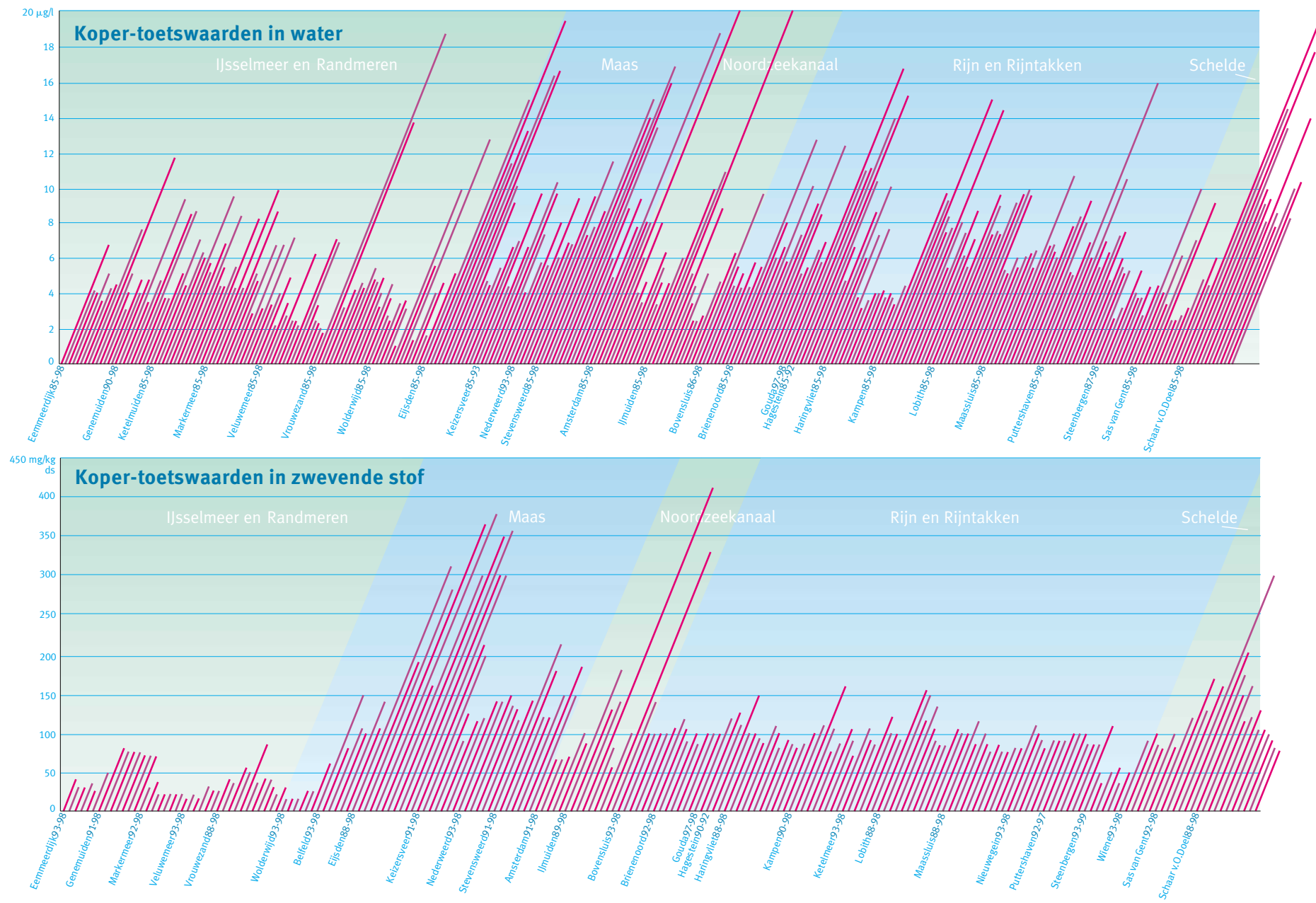
Door de aanscherping van het MTR voor de waterfase (van 50 µg/l in 1986 tot 3,8 µg/l in 1998 (NW4)) is koper duidelijk als probleemparameter naar voren gekomen. Vooral in de waterfase wordt het MTR op vrijwel alle locaties en in bijna alle jaren overschreden, zie figuren 11 en 12. In het zwevende stof bevinden de toetswaarden zich rond of onder het MTR, met uitzondering van de Maas en Schelde waar sprake is van overschrijding. Deze stroomgebieden blijken eens temeer de koplopers, hoewel ook hier Schaar van Ouden Doel een dalende trend lijkt te hebben ingezet.

Kwik

De normen voor kwik zijn met ingang van NW4 gesplitst in aparte normen voor anorganisch

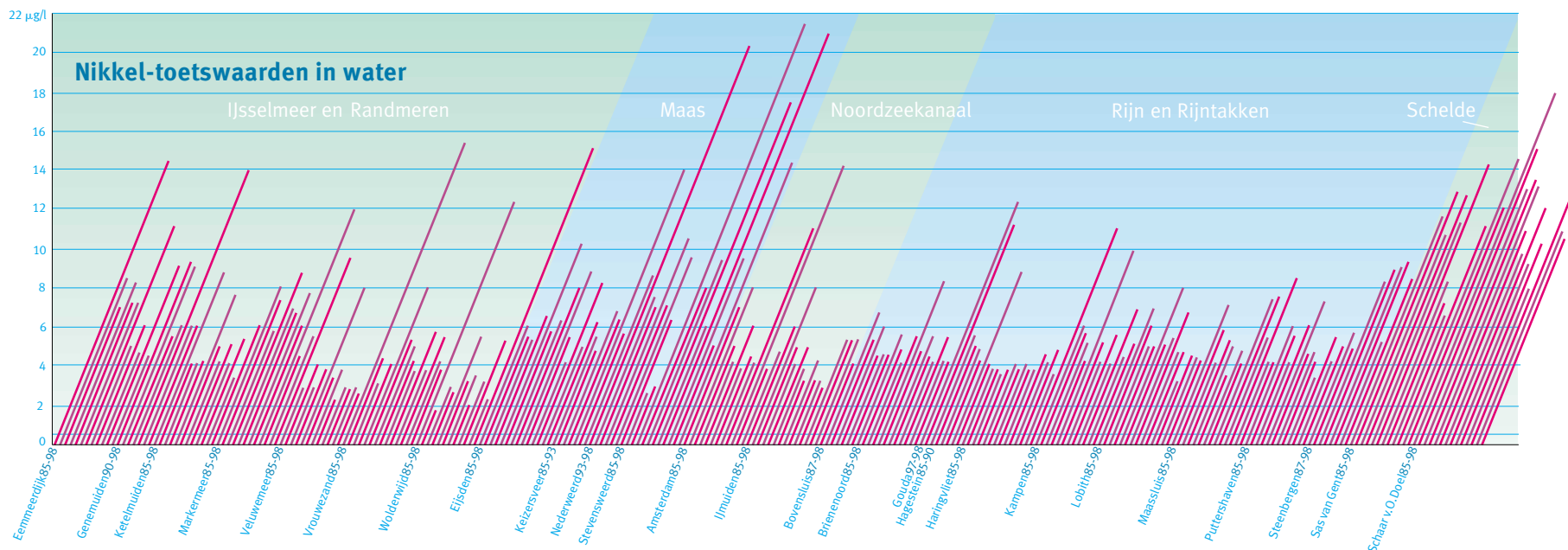


Figuur 10 Cadmium-toetswaarden in mg/kg ds in zwevende stof (MTR = 18 mg/kg ds, streefwaarde = 1,2 mg/kg ds). Achter de locatie staat aangegeven over welke jaren de resultaten worden gepresenteerd.



Boven: figuur 11 Koper-toetswaarden in µg/l in water (MTR = 3,8 µg/l, streefwaarde = 1,1 µg/l) Onder: figuur 12 Koper-toetswaarden in mg/kg ds in zwevende stof (MTR = 109,5 mg/kg ds, streefwaarde = 54 mg/kg ds)





Figuur 13 Nikkel-toetswaarden in µg/l in water (MTR = 6,3 µg/l, streefwaarde = 4,1 µg/l). Achter de locatie staat aangegeven over welke jaren de resultaten worden gepresenteerd.

kwik en voor methyl-kwik. In de analyse van de waterfase en het zwevende stof zijn beide echter ondergebracht in de parameter (totaal) kwik; ze worden niet apart gemonitord. De aparte normen zouden moeten worden opgeteld om met de toetswaarden van deze parameter te kunnen worden vergeleken. De norm voor de waterfase is van 0,03 (NW3) verhoogd naar 1,2 µg/l voor anorganisch kwik (NW4), voor sediment van 0,5 naar 10 mg/l (anorganisch kwik). De normen zijn dus zo sterk verhoogd dat bij toetsing van totaal kwik aan de norm voor anorganisch kwik al aan de norm wordt voldaan.

Kwik voldoet aan de MTR's voor beide compartimenten, op alle locaties en in alle jaren. De gehalten zijn zelfs gedaald tot dicht

bij de streefwaarden. Overigens zijn de huidige streefwaarden (langetermijndoelstelling) uit NW4 aanzienlijk minder streng dan de 'Kwaliteitsdoelstelling 2000' uit NW3.

Nikkel

De norm voor nikkel in de waterfase is strenger geworden (van 10 naar 6,3 µg/l). De toetswaarden liggen in beide compartimenten vrij stabiel. In de waterfase (vooral in de Schelde) wordt het MTR vaker overschreden dan in het zwevende stof (vooral in de Maas).

Lood

Ook voor lood zijn de toetswaarden het hoogst in de Maas en de Schelde, hoewel de MTR's slechts zelden worden overschreden. In het

oppervlaktewater zelfs helemaal niet. Het MTR voor het sediment (530 mg/l) is niet veranderd tussen NW3 en NW4. De norm voor lood in de waterfase is wel verhoogd, van 25 naar 220 µg/l. Op veel locaties, bijvoorbeeld die in en aan het IJsselmeer, worden streefwaarden gehaald.

Zink

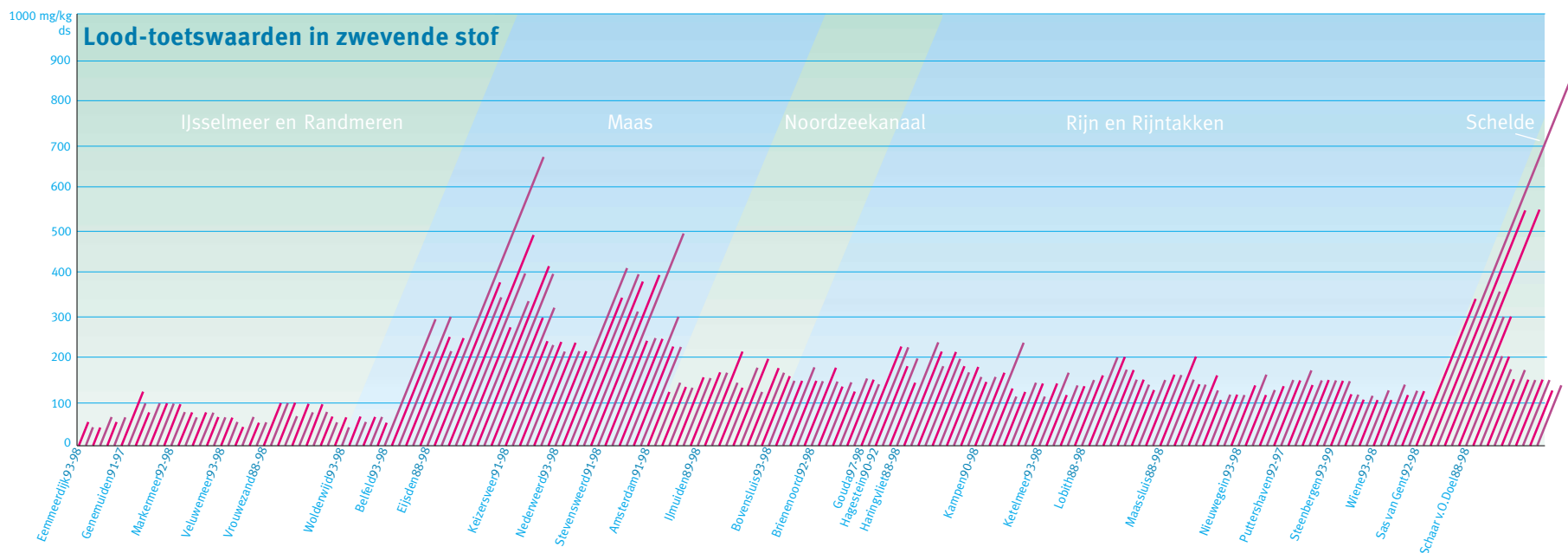
De grafiek van de toetswaarden voor zink komt bijna geheel overeen met die van lood en cadmium. Blijkbaar ligt er een verband in de aanwezigheid van deze metalen. Hoewel de normen voor zink flink zijn versoepeld na NW3, worden ze vaak overschreden. Vooral in de waterfase. In het zwevende stof komt overschrijding van het MTR voornamelijk in Maas en Schelde voor.

Voor alle duidelijkheid

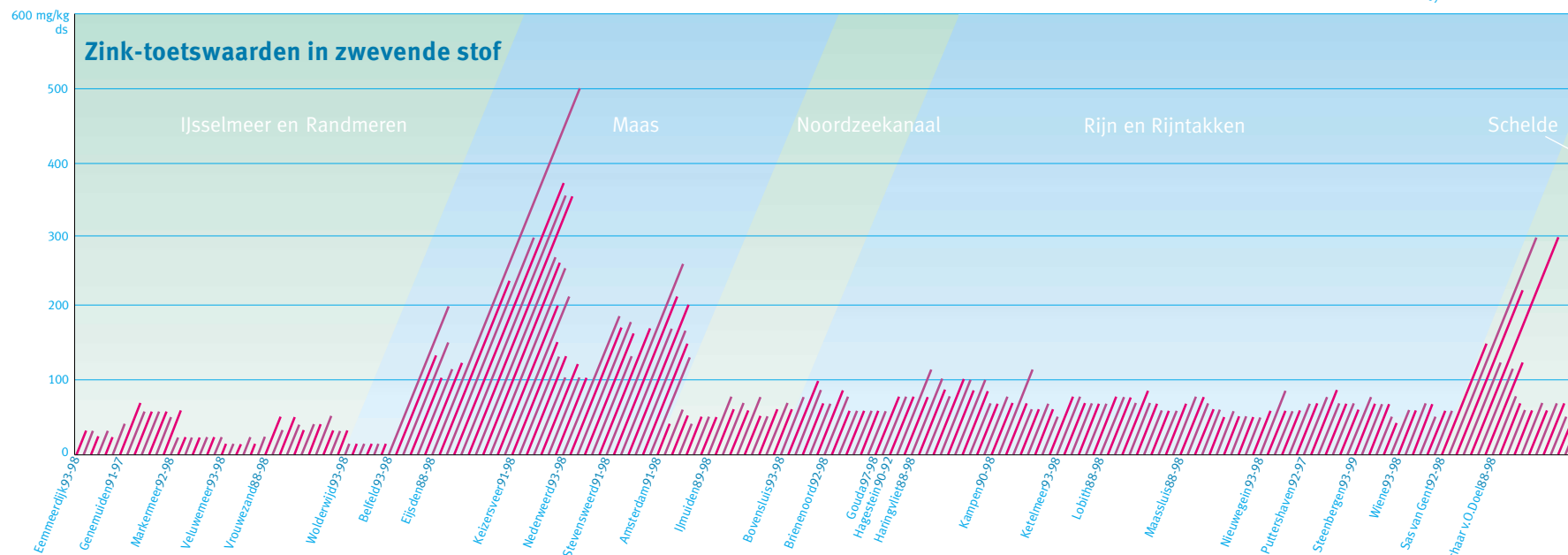
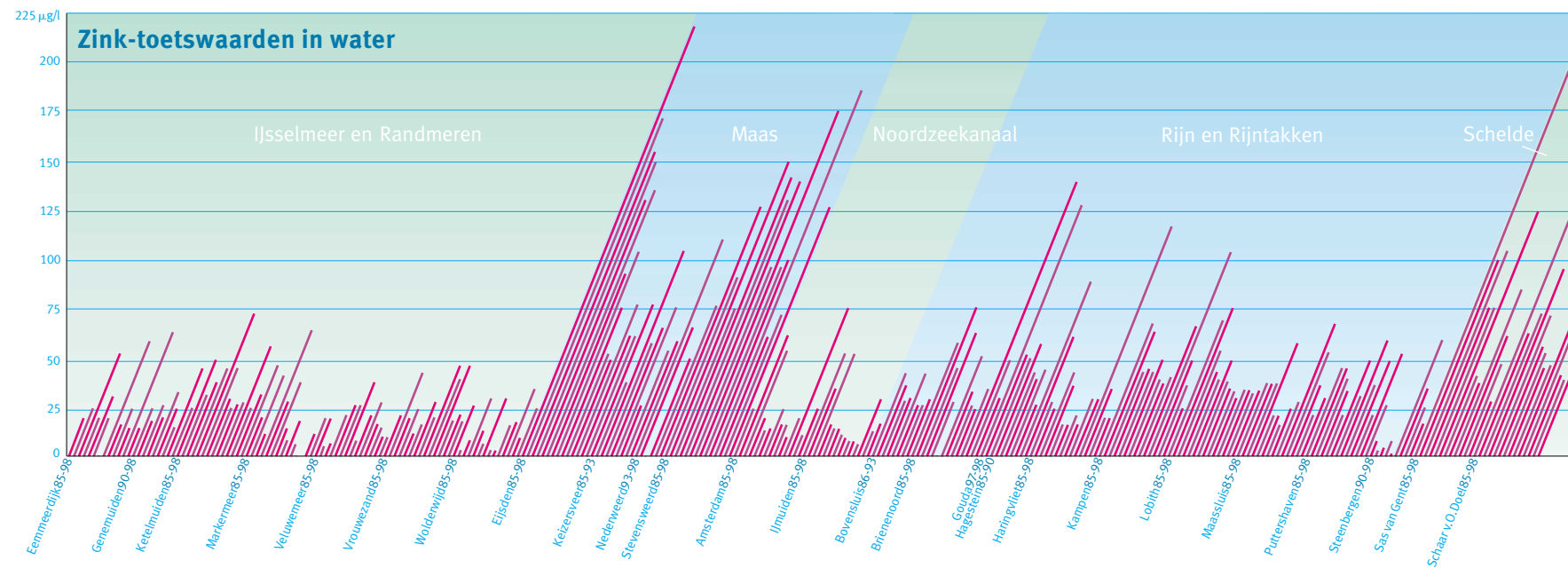
- Op basis van NW4 is de situatie met betrekking tot zware metalen arseen, chroom, kwik en lood bevredigend te noemen. Aan MTR's wordt voldaan. Sommige streefwaarden zijn zelfs al bereikt.
- Koper, nikkel, zink en cadmium (in deze volgorde) komen nog regelmatig boven de MTR's uit. Dit gebeurt vooral in de waterfase. Alleen cadmium overschrijdt de norm in het zwevende stof.
- De locaties in de stroomgebieden van Maas en Schelde zijn het sterkst verontreinigd met zware metalen. Dit geldt met name voor cadmium en zink.
- De normen zijn in NW4 versoepeld als gevolg van de keuze om MTR's zó vast te stellen voor elke stof, dat de toetsing vergelijkbare informatie verschaft over de risico's van overschrijding.

Metalen in de zoute wateren

De aanwezigheid van metalen in de zoute wateren wordt onder meer vastgesteld door middel van monitoring van sediment. Vanaf 1996 wordt de bodem van alle zoute wateren gemonitord in vervolg op de in 1981 door Directie Noordzee gestarte sedimentmonitoring van de Noordzee en die van de Waddenzee, in 1990 begonnen in opdracht van Directie Noord-Nederland. Om de drie jaar worden elf watersystemen in de zoute Delta, de Noordzee en de Waddenzee bemonsterd op ongeveer elf locaties. Voor toetsing van gehalten in sediment is gekozen, omdat in sediment de hoogste concentraties worden verwacht. Metingen in sediment zijn bovendien nauwkeuriger en betrouwbaarder dan metingen in water.



Figuur 14 Lood-toetswaarden in mg/kg ds in zwevende stof (MTR = 795 mg/kg, streefwaarde 128 mg/kg). Achter de locatie staat aangegeven over welke jaren de resultaten worden gepresenteerd.



Boven: figuur 15 Zink-toetswaarden in µg/l in water (MTR = 40 µg/l, streefwaarde = 12 µg/l)

Onder: figuur 16 Zink-toetswaarden in mg/kg ds in zwevende stof (MTR = 930 mg/kg ds, streefwaarde = 210 mg/kg ds)



Schoon en niet schoon

In enkele watersystemen ligt de toetswaarde van koper, nikkel en arseen boven het MTR, zie tabel 3. Van de metalen chroom, kwik en zink liggen de toetswaarden in de meeste zoute wateren echter boven de streefwaarde. Cadmium en lood zijn

Toetsing metaaltoetswaarden ss

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Westerschelde	●	●	●	●	●	●	●	●
Oosterschelde	●	●	●	●	●	●	●	●
Veerse Meer	●	●	●	●	●	●	●	●
Grevelingenmeer	●	●	●	●	●	●	●	●
Voordelta	●	●	●	●	●	●	●	●
Kustzone	●	●	●	●	●	●	●	●
Zuidelijke Noordzee	●	●	●	●	●	●	●	●
Centrale Noordzee	●	●	●	●	●	●	●	●
Waddenzee west	●	●	●	●	●	●	●	●
Waddenzee oost	●	●	●	●	●	●	●	●
Eems-Dollard	●	●	●	●	●	●	●	●
● toetswaarde ≤ streefwaarde (sw) ● sw < toetswaarde ≤ MTR ● toetswaarde > MTR								

Tabel 3 Overzicht toetsing van metaaltoetswaarden (90-percentiel in standaard sediment) aan het MTR en de streefwaarde, de toetsjaren zijn zoute Delta: 1998, Noordzee: 1996 en Waddenzee: 1999.

Toetsing metaaltoetswaarden zs

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Westerschelde	●	●	●	●	●	●	●	●
Kustzone	●	●	●	●	●	●	●	●
Waddenzee west	●	●	●	●	●	●	●	●
Waddenzee oost	●	●	●	●	●	●	●	●
Eems-Dollard	●	●	●	●	●	●	●	●
● toetswaarde ≤ streefwaarde (sw) ● sw < toetswaarde ≤ MTR ● toetswaarde > MTR								

Tabel 4 Overzicht toetsing van metaaltoetswaarden in zwevende stof (90-percentiel in standaard sediment) aan het MTR en de streefwaarde in 1999.



Zandbank in de Oosterschelde (Karel Tomei/Foto Natura)

wisselvallig: soms onder, maar iets vaker boven de streefwaarde. Wat opvalt aan het kopergehalte in de zoute wateren is dat betrekkelijk veel wateren ‘schoon’ worden bevonden, ondanks het feit dat in twee watersystemen het gehalte boven het MTR uitkomt. Hetzelfde geldt voor nikkel en arseen, waarvan de meeste toetswaarden onder of om en nabij de streefwaarde liggen. Een eerste vergelijking met toetsing van gehalten in zwevende stof laat zien dat in de waterkolom het MTR voor koper, nikkel en arseen bijna niet wordt overschreden, zie tabel 4. Voor deze drie metalen geldt dat wijzigingen in het resultaat van normtoetsing een gevolg zijn van de geringe ruimte tussen streefwaarde en MTR (factor 1-2) die in de orde van grootte van de natuurlijke variabiliteit ligt.

Floristisch Meetnet: de planten aan de waterkanten

Sinds 1996 wordt de ontwikkeling van de flora langs grote zoete rijkswateren gevolgd met behulp van een meetnet. Dit meetnet bestaat de oevers van het IJsselmeer en Markermeer, de Randmeren, Zoete Getijdewateren, Rijntakken en Maas, [figuur 17](#). Op elk van de 400 vaste meetpunten worden eenmaal in de vier jaar gegevens verzameld over de aanwezigheid van



Walstrobemraap in droog stroomdalgrasland langs de IJssel
(Baudewijn Odé)

plantensoorten in de zone tussen de waterlijn van het zomerbed en de kruin van de winterdijk. Tussen 1996 en 1999 zijn alle meetpunten bezocht. Naar aanleiding van deze eerste meetronde kunnen nog geen ontwikkelingen worden weergegeven. Het is wel mogelijk om de uitgangssituatie te schetsen. Een ander beheer van de Haringvlietsluizen, verhoging van het IJsselmeerpeil en uitbreiden van het areaal natuurontwikkelingsgebied langs de grote rivieren zullen ingrijpende gevolgen hebben voor de ontwikkeling van de flora. Het ligt in de lijn der verwachting dat dergelijke gevolgen op termijn ook door middel van het floristisch meetnet kunnen worden waargenomen.

Inheems

Inventarisaties die in het kader van het Floristisch Meetnet zijn uitgevoerd, hebben een schat aan informatie opgeleverd. Maar liefst 883 inheemse plantensoorten werden aangetroffen langs de oevers van de zoete rijkswateren, 68% van het totaal in Nederland. Daarvan staan 125 soorten op de Rode Lijst omdat ze in aantal afnemen of al zeldzaam zijn. Tijdens de inventarisaties is doorschijnend sterrenkroos aangetroffen, een soort die voor 1996 niet in Nederland was ontdekt (zie Kroniek 1998).

Groepsgevoel

Het zal duidelijk zijn dat een groep van plantensoorten meer zegt over een ecosysteem dan één representatieve soort. Vandaar de keuze voor een groep. Hoewel alle plantensoorten worden geïnventariseerd, heeft de analyse plaats op basis van twaalf groepen van ecologisch verwante soorten. Deze twaalf soortgroepen vertegenwoordigen twaalf ecosystemen die karakteristiek zijn voor oevers van zoete wateren. De Floristische Kwaliteit van een

ecosysteem bepaalt in hoeverre de soorten binnen een ecosysteem voorkomen. We spreken bijvoorbeeld over de Floristische Kwaliteit van Zachthoutoibos, Stroomdalgrasland of Slikkige oevers. De Floristische Kwaliteit verschaft een objectief kwaliteitsoordeel over de ontwikkeling van een ecosysteem. Pas na het vaststellen van een streefwaarde kan de actuele waarde aan deze streefwaarde worden getoetst.

Invloed

Bepaling van de Floristische Kwaliteit blijkt een goede manier om de invloed van specifieke eigenschappen van watersystemen op de flora te kunnen beschrijven. Er bestaan bijvoorbeeld opvallende verschillen tussen stagnante systemen (IJsselmeer, Markermeer en Randmeren) en riviersystemen die terug te voeren zijn op factoren als waterpeil, waterstroming en reliëf. Zo is Stroomdalgrasland kenmerkend voor een

Knolribzaad is een tot 2 meter hoge karakteristieke soort voor dynamische ruigten, hier op oever langs de Waal (Baudewijn Odé)





Sterrenkroos-soort (Huub Smeding/Foto Natura)

rivierenlandschap dat op veel plaatsen invloed ondervindt van ingrijpende inrichtingsmaatregelen die verband houden met de aanwezigheid van landbouw. Buitendijks grasland kan zich goed ontwikkelen als er weinig variatie in de waterstand is. Deze laag gelegen en vochtige graslanden gedijen vooral in de stagnante systemen en het benedenstroomse deel van de rivieren.

Figuur 17 In ruim 400 vaste meetpunten van het Floristisch Meetnet Oevers Zoete Rijkswateren worden vierjaarlijks gegevens verzameld over het voorkomen van plantensoorten in het gebied tussen de waterlijn van het zomerbed en de kruin van de winterdijk.

Floristisch Meetnet oevers zoete rijkswateren





Ecosystemen in de watersystemen

	IJ/M	Randm	ZGet	Rijn	Maas
Strang, plas en sloot	●	●	●	●	●
Slikkige oever	●	●	●	●	●
Zand- en grindstrand	●	●	●	●	●
Buitendijks grasland	●	●	●	●	●
Stroomdalgrasland	●	●	●	●	●
Rivierduingrasland	●	●	●	●	●
Brak/zilt grasland	●	●	●	●	●
Getijderuigte	●	●	●	●	●
Dynamische ruigte	●	●	●	●	●
Moeras/oeverruigte	●	●	●	●	●
Zachthoutoobos	●	●	●	●	●
Hardhoutoobos	●	●	●	●	●
IJ/M IJsselmeer en Markermeer	Randm Randmeren				
ZGet Zoete Getijdewateren	Rijn Rijntakken Maas Maas				

● > 10% van de meetpunten goed tot zeer goed ontwikkeld

● > 10% van de meetpunten ten minste matig ontwikkeld

● > 90% van de meetpunten niet of slecht ontwikkeld

Tabel 5 De mate van voorkomen van ecosystemen in de verschillende watersystemen

Aangezien veel plantensoorten iets vertellen over de heersende standplaatsfactoren, kan informatie uit het meetnet ook worden gebruikt om de invloed van het milieu (Milieukwaliteit) nader te bepalen. Milieukwaliteit kan worden berekend voor verschillende milieuparameters (onder andere voedselrijkdom, saliniteit en dynamiek).

Rijntakken

De Rijntakken vormen het zoete watersysteem met de meeste variatie in watertype en inrichting. Je vindt er dynamiek (de Waal) maar ook gestuwd water (Nederrijn). Benedenstreams is de IJsselmonding geheel getijloos terwijl de Oude Maas een getijrivier is. De inventarisaties

langs de Rijntakken zijn afgerond in 1999. De meest algemene, goed tot zeer goed ontwikkelde ecosystemen zijn: Dynamische ruigte, Stroomdalgrasland, Zand- en grindstrand en Slikkige oever. Langs de Bovenrijn/Waal zijn de meest dynamische ecosysteemttypen (Slikkige oever, Zand- en grindstrand en Dynamische ruigte) vrij goed vertegenwoordigd. Langs Nederrijn en IJssel ligt het accent meer op Stroomdalgrasland, Rivierduingrasland en (met name langs de IJssel) Moeras/oeverruigte en Strang, plas en sloot. De Zoetwatergetijde-

Groot warkruid, een algemene soort van dynamische rivieroever, hier woekereend op grote brandnetel langs de Waal (Baudewijn Odé)



Klein vlooienkruid, op droogvallende rivieroever langs de Waal, is de laatste jaren toegenomen (Baudewijn Odé)

rivieren onderscheiden zich in eerste instantie door het grote aandeel goed ontwikkeld Zachthoutoobos. Noordrand Deltabekken is een soortenarm deelsysteem met een beperkte ontwikkeling van Brak/zilt grasland door de invloed van zout water (Nieuwe Waterweg). In natuurgebieden blijken vrijwel alle typen beter vertegenwoordigd te zijn, in het bijzonder de wateren (Strang, plas en sloot), pionier-ecosystemen (Slikkige oever en Zand- en grindstrand) en graslanden (Buitendijks grasland, Stroomdalgrasland en Rivierduingrasland). Dit betekent dat het beheer van rivieroeveren van groot belang is voor de floristische rijkdom, zie tabel 5.

Knobbelzwanen kiezen kranswier

Knobbelzwanen zoeken in de periode juni tot september open water op om er hun slagpenrui door te maken. Jaarlijks ruien er 2.800 tot 4.800 van deze vogels in het IJsselmeergebied. Gedurende een periode van zes weken zijn de zwanen niet in staat te vliegen. Dan kiezen ze voor het open water, het veiligste heenkomen. Met het sobere voedselaanbod – draadalg die op de basalten dijkvoeten van het IJssel- en Markermeer groeien – namen ze altijd genoeg. Totdat een paar jaar geleden een andere ruiplaats een beter menu bood.

Friesland favoriet

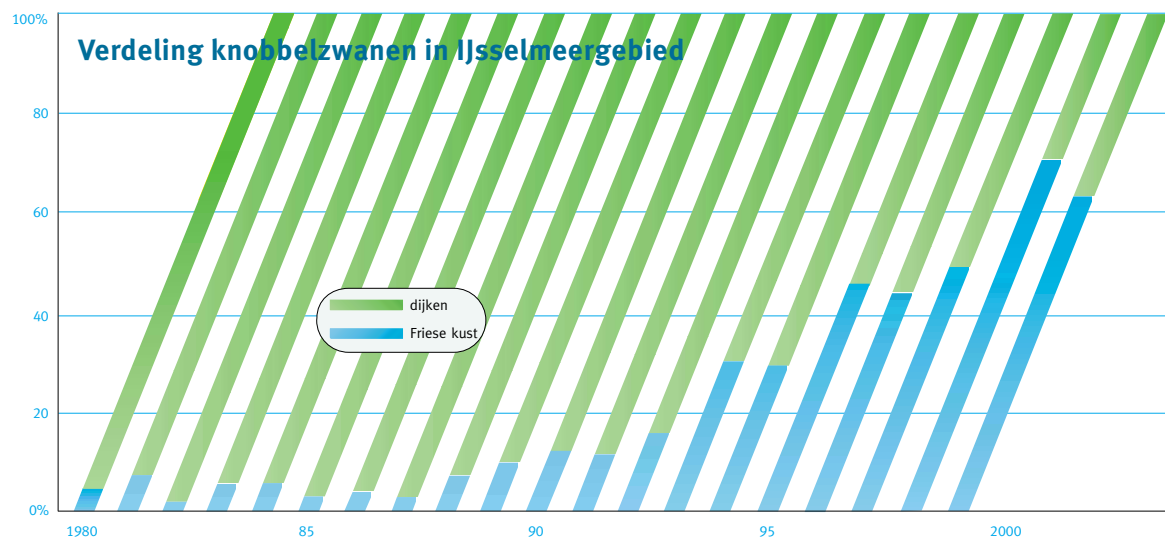
Hoe schoner en helderder het IJsselmeerwater werd, hoe meer fonteinkruid en kranswier er

langs de Friese IJsselmeerkust kwam te groeien. Met deze gedekte tafel in het vizier zijn de ruiende zwanen allengs verhuisd van de dijken rond het IJssel- en Markermeer naar de ondiepe Friese kust. Ook individueel gemerkte vogels maakten de overstap, zo is gebleken. Waren bepaalde zwanen het ene jaar nog langs de dijken te vinden, het jaar daarop verkozen ze na het voorjaar toch een plekje langs de Friese kust. De draadalg had afgedaan. De Friese kust daarentegen groeide uit tot de meest geliefde bestemming: van een klein percentage knobbelzwanen in de jaren tachtig tot meer dan 70 % van het totale aantal ruiers in 1998, zie [figuur 18](#). In totaal ruiden in dat jaar bijna 3.000 knobbelzwanen langs de kust van Friesland, met name bij de Makkumerwaard en de Steile Bank. Maar... in 1998 en 1999 crashten de waterplant-

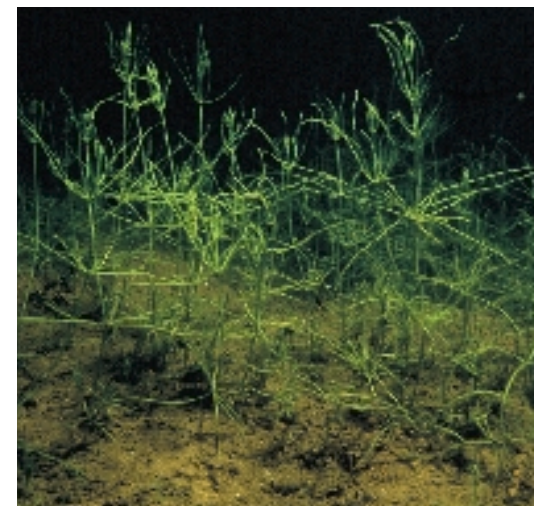
vegetaties, waarschijnlijk omdat de helderheid van het water in het voorjaar afnam.

Grazige onderwaterweiden

De waterkwaliteit van de Randmeren is er eveneens op vooruit gegaan, met name dankzij de afname van nutriënten en een actief biologisch beheer. Het water werd weer helder, licht bereikte de bodem en waterplanten ontwikkelden zich voorspoedig. De come-back van kranswieren in het bijzonder is indrukwekkend. Eerst was er bijna niets in het Veluwemeer. Maar in tien jaar tijd heeft de plant zich ontwikkeld tot enorme bedden met een totale oppervlakte van meer dan 2.000 hectare. Deze kranswierweiden trekken enorme aantallen watervogels, waaronder knobbelzwanen die er zowel in de zomer tijdens de rui als in de herfst hun kostje komen

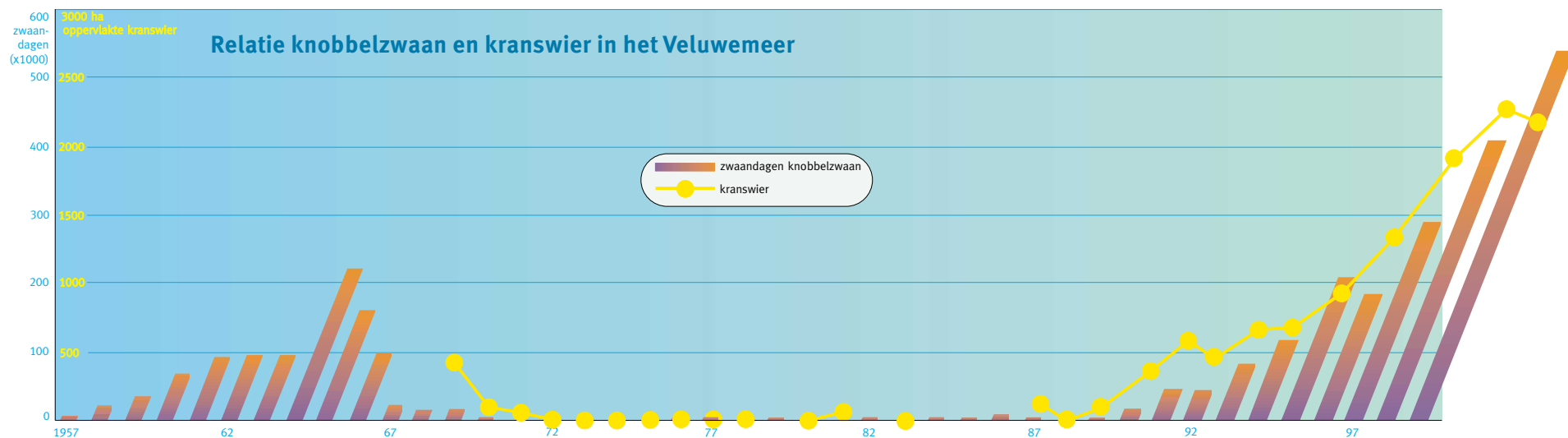


Figuur 18 Percentages knobbelzwanen per jaar bij de dijken rond het IJssel- en Markermeer en bij de Friese kust. In de jaren tachtig ruien de meeste knobbelzwanen langs de dijken. In de jaren negentig verschuiven de ruiplaatsen juist naar de Friese kust. In 1999 neemt het Friese belang weer af doordat de waterplanten het af laten weten.



Kranswier (Willem Kolvoort/Foto Natura)

Rechts: fouragerende knobbelzwaan (Roel Doef/rdv)



Figuur 19 Relatie tussen het aantal knobbelzwanen in de periode van september tot april en de hoeveelheid hectares kranswier per jaar. Kranswievelden verdwenen eind jaren zestig uit het Veluwemeer door eutrofiëring. Begin jaren negentig herstellen ze zich op spectaculaire wijze. De knobbelzwanen die kranswier eten, volgen deze kolonisatie op de voet.

halen. In het winterhalfjaar 1999/2000 werden zelfs meer dan een half miljoen zwaandagen doorgebracht (=aantal vogels x dagen). November 1999 onderscheidt zich met een spectaculair maximum van ruim 5300 knobbelzwanen. Consumptie van kranswieren door knobbelzwanen (uitgedrukt in zwaandagen) houdt vrijwel gelijke tred met de toename van kranswieren in het Veluwemeer, zie [figuur 19](#). Alleen in 1999 lijkt het aantal knobbelzwanen het kranswieroppervlak te overstijgen. Dit zou een gevolg kunnen zijn van de afname van de plant langs de Friese kust, waardoor meer zwanen hun heil elders zijn gaan zoeken. De dynamiek van waterplantenvegetaties – afhankelijk van waterkwaliteit – bepaalt dus de foerageergebieden van knobbelzwanen. In hoeverre de begrazing van die waterplanten door zwanen omgekeerd van invloed is op de vegetatieontwikkeling is nog onduidelijk.





Kleine zwanen kleiner in aantal

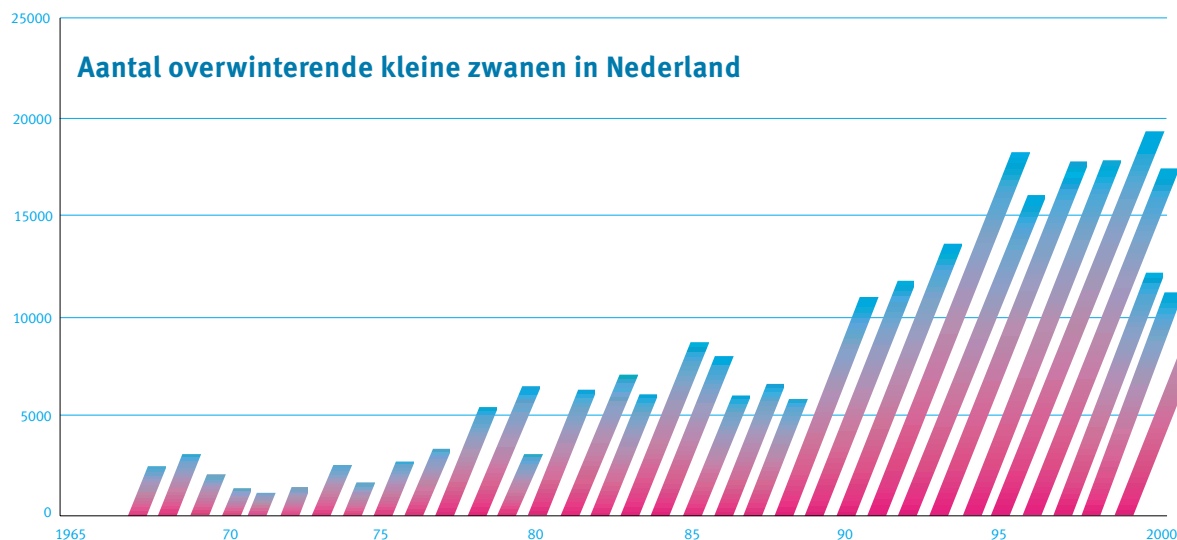
Kleine zwanen broeden in de zomer op de toendra's van Noord-Rusland en komen in de winter met hun jongen naar West-Europa om de kou te ontvluchten. In Nederland spelen ze een belangrijke rol in de begrazing van waterplanten als fonteinkruiden en kranswieren. De populatie van de kleine zwaan is dermate klein, dat de vogel in zijn gehele verspreidingsgebied onder bescherming staat. Rond 1970 telde de populatie in noordwest Europa slechts 7.000 vogels, mede het gevolg van bejaging. Nadat de vogels een beschermde soort waren geworden, nam de Europese populatie geleidelijk toe naar 12.000 vogels rond 1980, 17.000 rond 1985, 26.000 rond 1990 en bijna 30.000 in 1995.

Terugval

Nederland vormt het belangrijkste overwinteringsgebied voor de kleine zwaan. De aantallen die jaarlijks in januari in ons land worden geteld laten eenzelfde toename zien tot 1995, toen 19.400 vogels in ons land hun heil zochten. Daarna daalde het aantal overwinteraars fors. Per jaar werden tussen de 11.000 en 15.000 kleine zwanen geteld: meer dan een kwart minder, zie [figuur 20](#). De vraag rijst waardoor die afname wordt veroorzaakt. Per slot van rekening is de kleine zwaan een kwetsbare soort. Monitoring van aantallen heeft een belangrijke signaal-functie.

Jongen

Zwanen zijn grote vogels die relatief lang leven, maar zich ook langzaam voortplanten. Een kleine zwaan kan wel twintig jaar oud worden. Gemiddeld worden ze echter zeven jaar. Pas na hun derde levensjaar zijn de vogels geslachtsrijp en veel dieren krijgen nooit jongen. Vogels die

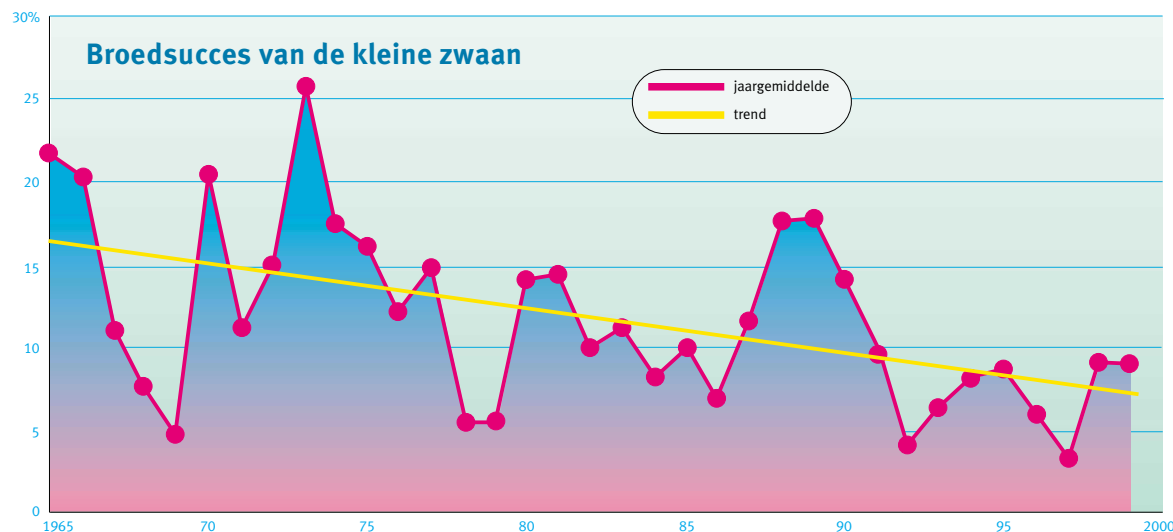


Figuur 20 Aantal overwinterende kleine zwanen per jaar in Nederland. De nw-Europese populatie is de afgelopen decennia flink gegroeid.

Ook de aantallen in Nederland zijn toegenomen. Na 1995 vindt echter een forse afname plaats.

Foto onder: drinkende kleine zwaan, volwassen (W. Smeets/Foto Natura)





Figuur 21 Percentage jongen van de kleine zwaan per jaar. Het aandeel jonge vogels vertoont een afnemende trend bij toegenomen populatiegrootte. Het aantal zwanenparen dat succesvol broedt stagneert als gevolg van het 'vol' raken van de broedgebieden.

wel tot broeden komen, leggen 3-5 eieren en brengen meestal 1-4 jongen groot. Bijzonder aan zwanen en ganzen is dat jongen gedurende het eerste levensjaar onder de hoede van hun ouders blijven, zodat in de winter nog steeds sprake is van een familieband. Tellingen van het percentage jongen in de populatie en het aantal jongen per familie verschaffen belangrijke informatie. Aantalsveranderingen in de populatie als geheel zijn hierdoor beter te interpreteren. Om te compenseren voor natuurlijke sterfte onder de volwassen vogels moet de populatie jaarlijks gemiddeld meer dan 10% jongen produceren. Tellingen laten zien dat het broedsucces is afgenomen in de afgelopen vijfendertig jaar, zie **figuur 21**.

Sinds 1990 is het aandeel jongen onder de 10% gebleven en werd sterfte dus niet gecompenseerd. Dat de afname pas na 1995 zichtbaar is

geworden, komt door het vertragende effect van de hoge leeftijd die de zwanen kunnen bereiken.

Overbevolking?

Het monitoren van broedsucces kan oorzaken van de terugval aan het licht brengen. Met de bestaande gegevens valt te berekenen dat het aantal paren dat met succes jongen grootbrengt en ze bovendien heelhuids naar de overwinteringsgebieden loodst, minder dan een kwart van alle potentiële paren bedraagt. Met de toename van de populatie tot 1995 bleek het absolute aantal succesvolle paren echter niet toe te nemen. Tevens nam het aantal jongen per familie enigszins af van 2,3 naar 1,7. Kennelijk is het succes van de populatie afhankelijk van de dichtheid in diverse foerageer- en broedgebieden. Dat het aantal broedparen de laatste twintig jaar gelijk is gebleven terwijl het totale aantal

zwanen is toegenomen, geeft aan dat er mogelijk een limiet is aan geschikte nestelplekken. Misschien is de Russische toendra vol. Dat bovendien het aantal jongen per paar is afgenomen, duidt erop dat meer zwanen dezelfde voedselbronnen aanspreken. Dit alles wijst erop dat de kleine zwanenpopulatie wellicht een maximum heeft bereikt en niet verder kan groeien, tenzij er meer voedselbronnen komen.

Amerikaanse worm hier gesetteld?

In 1983 werd in de Eems-Dollard het eerste Nederlandse exemplaar gevonden van een worm, de *Marenzelleria cf. wireni* om precies te zijn. Deze soort was een jaar daarvoor voor het eerst in Europa aangetroffen, namelijk in het Forth estuarium in Schotland. Waarschijnlijk betreft het een Noord-Amerikaanse soort, afkomstig van de oostkust, die middels ballastwater van een tanker de oceaan is overgestoken.



De worm *Marenzelleria cf. wireni* (Hans Kleef/RIKZ)

Een verwante Noord-Amerikaanse soort (*Marenzelleria* cf. *viridis*) is in 1985 voor het eerst in de Oostzee ontdekt. Beide soorten, die fijnzandige tot slibrijke sedimenten bewonen, hebben zich in de loop der jaren behoorlijk verspreid. *Marenzelleria* cf. *wireni* komt nu op diverse plaatsen langs de oostkust van Engeland en Schotland voor, en langs het Europese vasteland van Noord-Denemarken tot in de Westerschelde.

Massale opkomst

Na de vondst van het eerste exemplaar in de Eems-Dollard in 1983 ontwikkelde zich in vijf jaar tijd een omvangrijke populatie in de Dollard. In de periode 1989-95 herbergde één vierkante meter gemiddeld 2000 tot 3000 wormen met een biomassa van 8-16 gram asvrij drooggewicht. In de hooggelegen slibrijke randzone van de Dollard was de worm nog veel talrijker. Deze 'kinderkamer' voor *Marenzelleria* cf. *wireni* herbergde dichtheden van 130.000 exemplaren per m².

Deze bevolkingsexplosie heeft de samenstelling van de bodemfauna in de Dollard volkomen op zijn kop gezet. Vóór 1983 namen de wormen in de Dollard 24% en de tweekleppige schelpdieren 64% van de totale biomassa voor hun rekening. In de periode 1989-95 domineerden de wormen met 58%. Schelpdieren vormden nog maar 25% van de biomassa. De wormen zijn aangetroffen in de magen van jonge platvis (schol en bot) die de Dollard ook als kinderkamer gebruikt. Of wadvogels de *Marenzelleria* cf. *wireni* ook als voedselbron hebben aangeboord, is niet te zeggen. Sinds 1995 is de populatie in de Dollard echter flink afgenomen, tot enkele honderden exemplaren en ongeveer 1,5 gram biomassa per m² in 1999.



Japanse oester (P. Tydeman/RIKZ)

Verspreiding

In 1994 kwam de soort overal in de Nederlandse Waddenzee voor. Op de droogvallende platen van het Balgzand (tussen Den Helder en Den Oever) vertoonde *Marenzelleria* cf. *wireni* zich al in 1989. Het duurde evenwel tot 1997 voordat zich een populatie van meer dan 2000 dieren per m² had ontwikkeld. Ook hier lijkt na verloop van tijd een plafond te zijn bereikt. Het proces van toename, stabilisatie en afname is een erkend fenomeen. Mogelijk zal de *Marenzelleria* cf. *wireni* op het Balgzand weer in aantal gaan



afnemen, zoals in de Dollard is gebeurd. *Marenzelleria* cf. *wireni* is ook in andere delen van de Nederlandse kustwateren gesignaleerd: in 1995 in de Voordelta en de Westerschelde, in 1997 in de Nieuwe Waterweg. Per vierkante meter werden slechts enkele tot enkele tientallen wormen aangetroffen. Een opvallende vondst is die van één exemplaar in het Binnen IJ (Amsterdam) in 1993. Het is een raadsel hoe de worm daar terecht is gekomen.

Japanse oester: verrijking of plaag?

In 1965 is begonnen met de kweek van Japanse oesters (*Crassostrea gigas*, zie foto op pagina 45) in de Oosterschelde. In 1983 dook het eerste exemplaar op in de Nederlandse Waddenzee bij Texel. Hoe het daar kwam is niet geheel duidelijk. Met de commerciële kweek in de Waddenzee is in 1986 van start gegaan, nabij het Duitse Eiland Sylt. In de jaren negentig bleek dat verwilderde exemplaren zich in de omgeving van Sylt op natuurlijke mosselbanken hadden gevestigd. In Duitsland vond men de eerste, wellicht uit Nederland afkomstige Japanse oester in 1998, ten zuiden van het eiland Langeoog in het Oost-Friese wad. In de Nederlandse Waddenzee werd de Japanse oester in de jaren 1995-1999 op een groot aantal plaatsen aangetroffen, onder meer bij Texel, ten zuiden van Vlieland en Ameland, bij Lauwersoog en in de Eemshaven. De schelpen bij Texel en in de Eemshaven hadden in 1999 een maximale lengte van respectievelijk 70 en 60 mm. Dit wijst op een leeftijd van zo'n vier jaar.

Aanpassingsvermogen

De Japanse oester leeft op een harde ondergrond van stenen, schelpen of mosselbanken. Net als de platte oester (*Ostrea edulis*) vroeger, die sinds circa 1940 in de Waddenzee, en na de strenge

winter van 1963 ook in de Oosterschelde is uitgestorven. Dit type harde ondergrond is in de Waddenzee en Oosterschelde ruim voorhanden. In de Stille Oceaan plant de Japanse oester zich alleen voort bij temperaturen boven 20 °C. De soort blijkt evenwel over zo veel aanpassingsvermogen te beschikken dat voortplanting in de Nederlandse kustwateren geen probleem meer is, ook niet in de Waddenzee. In de omgeving van Sylt overleefde ongeveer 65% van de oesterpopulatie zelfs de strenge winter van 1996. Het ligt daarom in de lijn der verwachting dat de populatie in de Waddenzee zich verder zal uitbreiden. Een specifieke begeleidende fauna zal zich op en tussen de oesterbanken gaan ontwikkelen.



Kokkels (Wil Meinderts/Foto natura)

Bedreiging

In de Oosterschelde is de opkomst van de Japanse oester zo sterk dat er van een plaag wordt gesproken. De oesters vestigen zich op dijkglouingen. Op de zandplaten zijn inmiddels 'riffen' gevormd op plekken waar anders kokkel-

banken gedijen. In 1999 bestond ongeveer 30% van de totale hoeveelheid kokkels, mossels en Japanse oesters op de platen uit Japanse oesters; zo'n 169 miljoen kg versgewicht (inclusief schelp). Kweekpercelen bevatten in dat jaar 'slechts' 7 miljoen kg Japanse oesters. De totale hoeveelheid Japanse oesters is moeilijk te schatten. Het schelpdier komt ook in de Grevelingen voor en vormt daar mogelijk een bedreiging voor de platte oester.

Misschien nog erger is dat de Japanse oester over een veel grotere filtreercapaciteit beschikt dan de mossel (*Mytilus edulis*) en de kokkel (*Cerastoderma edule*). De oester neemt daardoor een relatief groot deel van de gemeenschappelijke voedselbron (het fytoplankton) voor zijn rekening. Bovendien is er een kans dat samen met het fytoplankton ook veel kokkel- en mossellarven worden opgegeten.

De kust, een plaatje

De Nederlandse kust is allesbehalve een vast gegeven. Veranderingen voltrekken zich doorlopend als gevolg van morfologische ontwikkelingen of menselijk ingrijpen. Luchtfoto's van de Nederlandse kust brengen zulke veranderingen snel en inzichtelijk in beeld. Het archief van RIKZ beschikt over beelden van de kust in 1983, 1987, 1990 en 1994/95. Eind 1999 zijn weer nieuwe opnamen gemaakt. Vliegend van het Zwin in Zeeuws-Vlaanderen tot aan Rottum is voor het eerst ook de Waddenkust van Groningen en Friesland gefotografeerd. De vluchten zijn uitgevoerd met een helikopter op een hoogte van 100 meter boven het maaiveld. Alle opnamen zijn gemaakt bij helder weer en tijdens laagwater. De sessie heeft 800 foto's en dia's opgeleverd. Alle beelden zijn digitaal beschikbaar. (zie volgende pagina)



Van noord naar zuid

1 Boven: kust Terschelling

5 Onder: Katwijk aan Zee



2 Boven: Noordwaarderswad bij Kroonpolder (Terschelling)

6 Onder: Goeree havenhoofd





3 Boven: Vlieland Noordoosthoek

7 Onder: Vlissingen buitenhaven



4 Boven: Hondsbossezeewering bij Petten

8 Onder: Breskens oosthaven en jachthaven (foto's MD)





Het veranderend klimaat

Aan het begin van de eenentwintigste eeuw staat het vraagstuk van de klimaatverandering nog altijd hoog op velerlei agenda's. Niet in de laatste plaats op die van waterbeheerders. Wat kunnen meetreeksen uit de twintigste eeuw vertellen over wat ons in de komende eeuw te wachten staat?

Even terugblikken

Het weer in Nederland kan van jaar tot jaar behoorlijk verschillen. Om ons klimaat te karakteriseren gebruiken we dan ook de gemiddelde weersomstandigheden over enkele decennia, meestal dertig jaar. Kijken we in plaats van jaren enkele eeuwen of millennia terug, dan zien we dat ook het Nederlandse klimaat zélf niet altijd even constant is geweest. De meest in het oog springende klimaatveranderingen, zoals de ijstijden, nemen we waar als we in tienduizenden jaren tellen. Maar ook op een schaal van eeuwen kunnen we veranderingen onderscheiden: de Kleine IJstijd, grofweg van de zestiende tot de achttiende eeuw, heeft menig Hollands Meester geïnspireerd tot winterlandschappen en ijsprettaferelen waar we nú nog elke winter stiekem op hopen.

De jongste klimaatverandering zette tegen het einde van de negentiende eeuw in, nog vóórdat het versterkte broeikaseffect een rol van betekenis ging spelen. Dat blijkt uit de gemiddelde temperatuur op aarde die sindsdien is toegenomen. Stations met lange meetreeksen van waterstanden, zoals Amsterdam, Den Helder en Brest, laten over de afgelopen 100



Schiphol (Phil Horvat/ANP)

à 150 jaar ook een stijging van de gemiddelde zeespiegel zien. Daarnaast is de oppervlakte van de meeste gletsjers in deze periode afgenomen.

Broeikaseffect

Wat wordt nu precies onder het broeikaseffect verstaan? In principe is het een natuurlijk

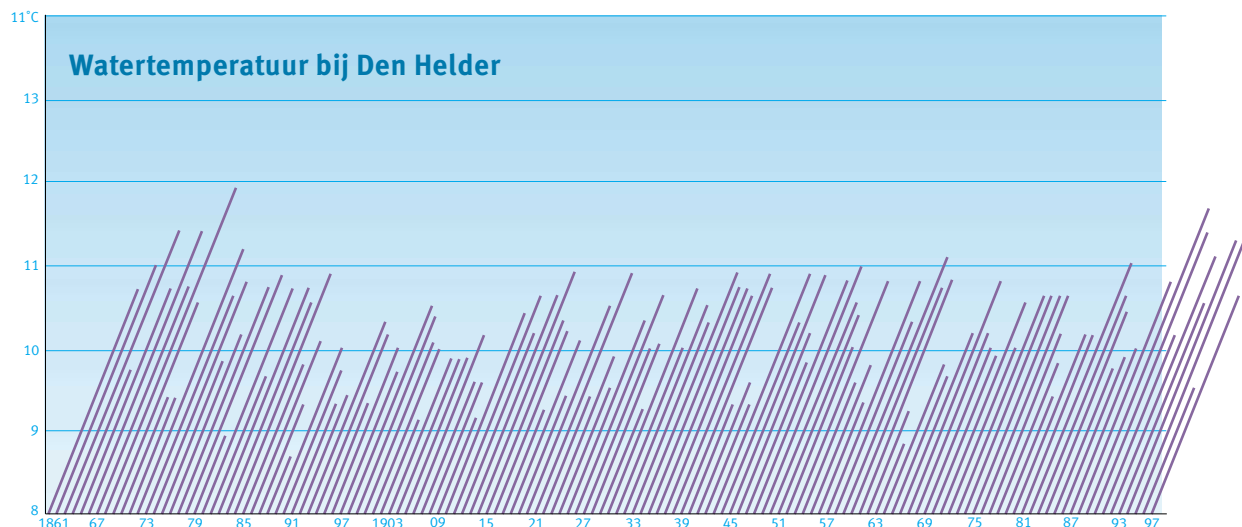
fenomeen. De aarde ontvangt zonnestraling maar straalt zelf ook weer energie uit. Ook de atmosfeer absorbeert energie en straalt zelf weer uit, zowel naar de ruimte als naar de aarde. Over een lange periode gezien houden inkomende en uitgaande straling elkaar in evenwicht en is de gemiddelde temperatuur op aarde constant.

Zonder dit natuurlijk broeikaseffect zou het een stuk kouder zijn op aarde. Door menselijke activiteiten verandert de samenstelling van de atmosfeer echter, waardoor het broeikaseffect versterkt wordt. Hierdoor stijgt de temperatuur op aarde. Het is deze ontwikkeling – een gevolg van menselijk handelen – die meestal met de term broeikaseffect wordt bedoeld, hoewel het correcter is om van het ‘versterkte’ broeikaseffect te spreken. Als de uitstoot van broeikasgassen niet beperkt wordt, zo verwacht het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), zal de wereldgemiddelde temperatuur aan het aardoppervlak de komende eeuw met 1°C à 3,5°C toenemen.

Om te voorspellen welke klimaatveranderingen als gevolg van het versterkte broeikaseffect op zullen treden, gebruikt men de zogenaamde General Circulation Models (GCM's). In dergelijke rekenmodellen worden zowel de fysische processen als de ruimte waarin ze zich afspelen (de klimaatsystemen, zoals atmosfeer, oceaan en biosfeer) sterk vereenvoudigd. De resultaten zijn daardoor eerder indicaties dan nauwkeurige voorspellingen van de veranderingen in gemiddelde temperatuur en luchtdruk die zich over langere perioden en grote gebieden zullen voordoen.

Klimaat en trends

Welke plaats neemt monitoring nu in dit verhaal in? Klimaatverandering is primair een meteorologisch verschijnsel, maar heeft belangrijke effecten op, bijvoorbeeld, de watertemperatuur, de gemiddelde zeespiegel of de rivierafvoer. De betreffende metingen kunnen vervolgens gebruikt worden om trends te ontdekken die in het verleden zijn ingezet en mogelijk naar de toekomst kunnen worden doorgetrokken.



Figuur 22 De gemiddelde watertemperatuur bij Den Helder. Deze reeks is gebaseerd op dagelijkse metingen, al zijn voor de periode t/m 1980, toen het KNMI en het RIVO de metingen verzorgden, alleen maand- en jaargemiddelden beschikbaar. Vanaf 1980 verzorgde Rijkswaterstaat de metingen, die handmatig plaatsvonden op 1 meter onder de waterspiegel. In 1998 bleken handmatige metingen niet langer mogelijk, en sinds december 1999 wordt een automatische sensor gebruikt. Voor de tussenliggende periode (1998-1999) ontbreken de jaargemiddelden dus.

In dit hoofdstuk kijken we bijvoorbeeld naar de meetreeksen die zijn verzameld in het kader van het MWTL-programma (Monitoring Waterstaatkundige Toestand van het Land). Wat zeggen meetgegevens van waterstanden, watertemperaturen en rivierafvoeren over wat we voor de toekomst mogen verwachten? Daarnaast spelen de MWTL-metgegevens een belangrijke rol bij het opzetten en testen van modellen waarmee voorspellingen worden gedaan over de gevolgen van klimaatverandering op bijvoorbeeld de Rijnafvoer en de grondwatersituatie.

Zeewatertemperatuur

De meerjarige wisselingen in zeewatertemperatuur tijdens de afgelopen eeuw kwamen

goed overeen met de schommelingen in luchttemperatuur. Die conclusie trok het KNMI in een klimaatrapportage uit 1999 gebaseerd op metingen die teruggingen tot 1881. Deze metingen vonden plaats aan boord van lichtschepen en op het Lichteiland Goeree. Zowel in de zomer als in de winter kwamen de meerjarige fluctuaties in de zeewatertemperatuur overeen met die van de luchttemperatuur in De Bilt, al waren de uitschieters minder sterk.

De laatste twee decennia waren in Nederland ongekend warm. De jaartemperatuur in De Bilt was zo'n 0,7°C hoger dan in de periode 1900-1920. Door de wisseling van zeestromen in de Noordzee en de Atlantische Oceaan warmde het zeewater de laatste 15 jaar zelfs nog iets meer

op dan het land. Het KNMI wijt de warmtegolf trouwens niet zozeer aan het versterkte broeikaseffect, maar eerder aan natuurlijke fluctuaties zoals de zogenaamde warme Noord-Atlantische Oscillatie (NAO), een grootschalig patroon van klimaatvariatie boven de Noord-Atlantische Oceaan.

De meetreeks van de zeewatertemperatuur bij Den Helder gaat nog wat verder terug, tot 1861, en geeft jaargemiddelde watertemperaturen waarmee we een indruk krijgen van de lange termijnschommelingen in de kustzone. Net als de luchttemperatuur bij De Bilt, daalden de watertemperaturen licht tussen 1860 en 1890. Vooral vanaf 1988 laat de meetreeks Den Helder



Lichtschip de Noord Hinder (M0)



Door wisseling van zeestromen in Noordzee en Atlantische Oceaan warmde het zeewater in 15 jaar zelfs nog iets meer op dan het land (Fred Hazelhoff/FN)

opvallend veel hoge waarden zien, net als bij de waarnemingen bij Lichteiland Goeree. De temperatuur van het rivierwater volgt eveneens het meerjarige patroon van De Bilt, maar stijgt aanzienlijk sneller, ook sneller dan de zeewatertemperatuur. Deze stijging van de rivierwatertemperatuur komt vrijwel volledig op het conto van industriële warmtelozingen. De Kroniek van 1995 is hier uitvoerig op ingegaan.



Zeespiegelstijging

De gemiddelde zeespiegel stijgt, met als gevolg dat de ligging van de kustlijn verandert, het risico van overstromingen toeneemt en het zeewater, de ‘zouttong’, verder landinwaarts dringt. **Figuur 23** laat het verloop van de jaargemiddelde zeestanden zien bij de hoofdpeilmeetstations, waar al meer dan honderd jaar wordt gemeten.

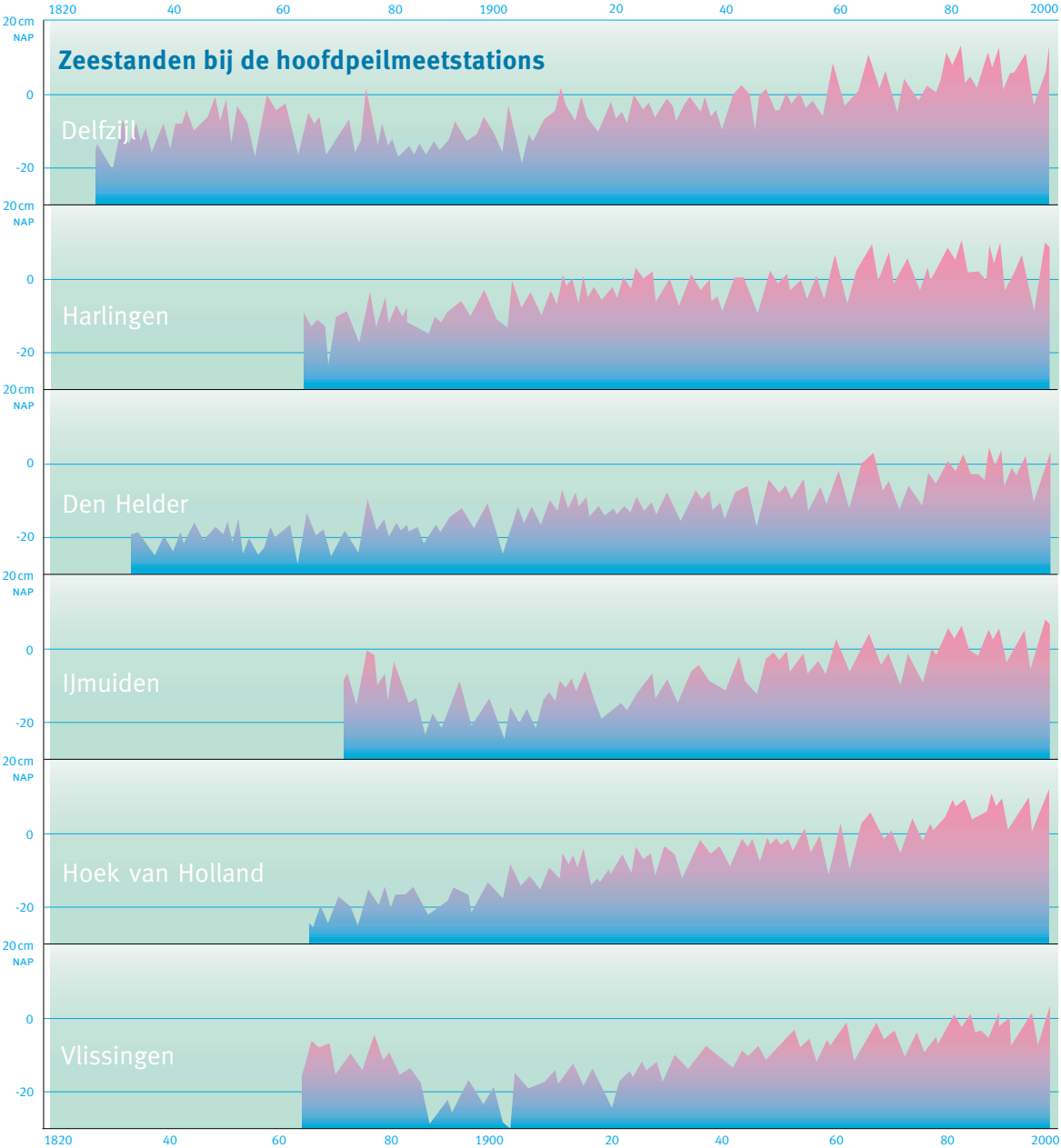
Het verloop ziet er nogal grillig uit. Verschillen van jaar tot jaar worden voornamelijk veroorzaakt door verschillen in windklimaat, luchtdruk, watertemperatuur en zoutgehaltes. Toch is er een onmiskenbaar stijgende trend te zien, en de hoogste gemiddelden stammen dan ook uit recente jaren. In 1999 waren de gemiddelde waterstanden, net als het voorgaande jaar, bijzonder hoog, maar ze passen in het beeld van de laatste honderd jaar. Door het grillige verloop van deze meetreeksen zo goed mogelijk met een rechte lijn te benaderen, krijgen we een goede indruk van de gemiddelde stijgsnelheid.

Om de resultaten van de stations te kunnen vergelijken, moeten we de stijgsnelheden over dezelfde periode berekenen. Omdat de verschillende stations vanaf 1900 een stijgend verloop

Relatieve zeespiegelstijging

Station	trend in cm per eeuw
Delfzijl	18
Harlingen	11
Den Helder	15
IJmuiden	22
Hoek van Holland	22
Vlissingen	20

Tabel 6 Relatieve zeespiegelstijging (1900-1999)



Figuur 23 Het verloop van de gemiddelde zeestanden bij de zes hoofdpeilmeetstations



Meetsstation Delfzijl (RIKZ)

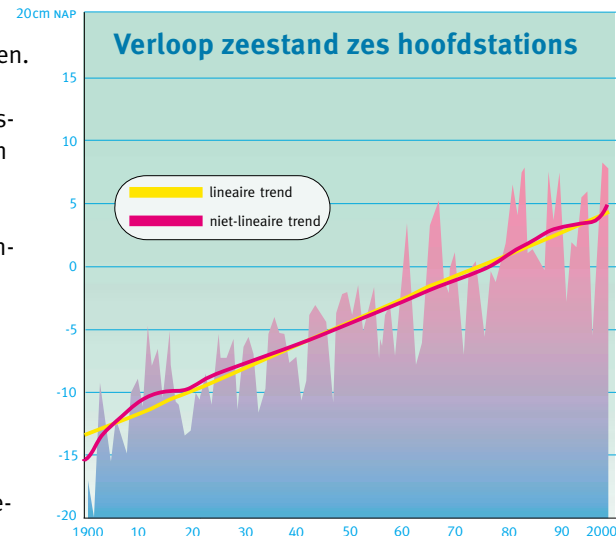
Het NAP-vlak

Voor de landelijke verspreiding van het NAP-vlak bestaat een netwerk van ondergrondse merken (regionale referentiepunten). Dit zijn palen die in geologisch stabiele gebieden in het pleistoceen gefundeerd zijn, en waarvan de hoogten zijn bepaald met een zogenaamde primaire waterpassing. In en rond peilmeetstations zijn de afgelopen decennia 'nulpalen' geplaatst, die een stabiel referentiepunt voor de waterstandsmetingen vormen. Deze nulpalen zijn gefundeerd op het pleistoceen, en vervullen dus dezelfde functie als de ondergrondse merken. Maar ondertussen is gebleken dat beweging in de top van het Nederlands pleistoceen regionale verschillen vertoont.

beginnen te vertonen, wordt dat jaar meestal als begin voor de berekeningsperioden genomen. De resultaten in [tabel 6](#) zijn gebaseerd op de periode 1900-1999. Bij een andere berekeningsperiode zullen de resultaten over het algemeen iets afwijken. Een andere nuancering van deze resultaten is dat de stijging relatief is: ze is bepaald ten opzichte van ons nationale referentievlak voor hoogteligging, het NAP.

Zelfs langs de betrekkelijk korte Nederlandse kust, zo blijkt dus, doen zich verschillen voor in de relatieve verandering van de gemiddelde zeespiegel. Daar zijn verschillende oorzaken voor aan te wijzen. Landijsmassa's smelten af, er doen zich veranderingen voor in het zwaartekrachtveld, en de bodemligging van oceanen wijzigt als gevolg van plaattectoniek. Als een landschap afsmelt, betekent dat drukontlasting voor de onderliggende aardkorst, die vervolgens elastisch kan vervormen. Een voorbeeld: in Scandinavië is het land nog steeds aan het terugveren van de druk die de ijskap tijdens de laatste ijstijd uitoefende. In die gebieden meet men zelfs relatieve zeespiegeldaling. Het verdwijnen van die laatste ijskap zorgt er bij ons juist voor dat het land daalt – en in zekere mate kantelt – waardoor de zeespiegel dus stijgt ten opzichte van het land. Ook veranderingen in wind- en luchtdrukvelden, stromingspatronen in de oceanen en uitzetting bij stijgende watertemperatuur spelen een rol bij relatieve zeespiegelstijging. In de Waddenzee spelen morfologische ontwikkelingen mee, en in de estuaria van de Westerschelde en de Eems-Dollard is bovendien invloed merkbaar van baggerwerkzaamheden. Tenslotte blijkt ook het NAP-vlak, dat met ondergrondse merken is vastgelegd en verspreid,

Grotere getijbeweging na doorbreken Beerdam (Ton Borsboom/ANP)



Figuur 24 Gemiddelde zeezustand in cm boven NAP per jaar van de 6 hoofdstations. Naast de lineaire- is ook een niet-lineaire trendlijn volgens een Singular Spectrum Analysis berekend. De lijnen uit zulke verfijndere methoden laten vaak beter zien wat de fluctuaties in het verloop van de gemiddelde zeespiegelstijging zijn. Nadeel is dat ze gevoelig zijn voor de instellingen van de gebruiker en randeffecten. In ieder geval ligt de lijn hier heel dicht bij de lineaire trendlijn.



niet zo'n mooi stabiel vlak als lange tijd werd aangenomen (zie kader). In de waarneming van de gemiddelde relatieve zeespiegelstijging zit dus ook een regionaal verschillende bodemdalingscomponent.

De algemene verwachting is dat de gemiddelde zeespiegel door het broeikaseffect versneld zal stijgen. Hoe groot de totale stijging zal zijn, is erg onzeker. Het Nederlandse beleid gaat voor de eenentwintigste eeuw uit van een gemiddelde mondiale zeespiegelstijging van 60 cm. Het is belangrijk dat we zo vroeg mogelijk kunnen bepalen of die versnelde stijging zich ook echt voordoet. Maar het grillige verloop van de jaargemiddelde zeestanden maakt het lastig om een trendverandering vast te stellen. Mocht de versnelde zeespiegelstijging zich voordoen, dan zal dat bij alle stations zichtbaar zijn.

Figuur 24 geeft het verloop van de gemiddelde zeestand, gemiddeld over de zes stations. Hiermee krijgen we een goede indruk van de gemiddelde relatieve zeespiegelstijging voor ons land. Dit verloop is benaderd door verschillende



Aanleg afsluitdijk (hier bij Kornwerderzand) zorgde voor vergroting getij-amplitude in de Westelijke Waddenzee (m0)

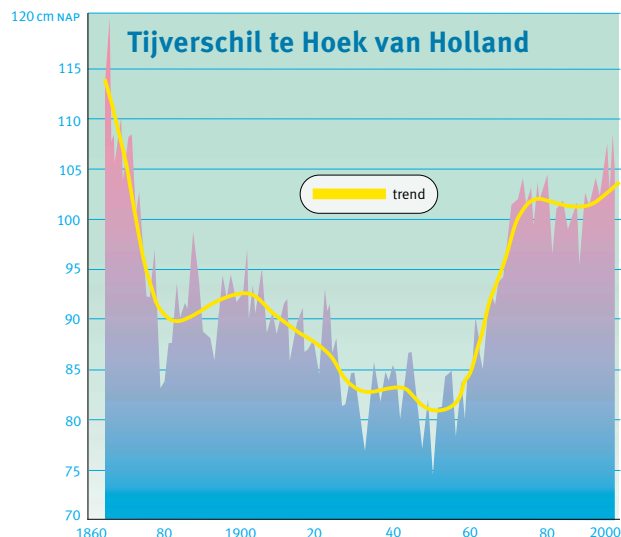
trendlijnen, en de helling wijst op een stijging van 18 cm per eeuw. Uit de metingen blijkt nog geen versnelling van de zeespiegelstijging door het versterkte broeikaseffect.

Getijverandering

Ook al doet zich geen versnelde stijging voor, de gemiddelde zeespiegel stijgt dus wel degelijk.

Ook de gemiddelde hoogwater- en laagwaterstanden stijgen. Omdat de gemiddelde hoogwaterstanden sneller stijgen dan de gemiddelde zeespiegel en de gemiddelde laagwaterstanden langzamer, nemen de tijverschillen toe. Deze getijverandering is voor het grootste deel te wijten aan menselijke ingrepen en de morfologische consequenties ervan. Het getij bij Hoek van Holland, zie **figuur 25 en 26**, bijvoorbeeld,





Figuur 25 Verloop van het gemiddeld tijverschil te Hoek van Holland. De niet-lineaire trendlijn geeft inzicht in het verloop van het tijverschil.

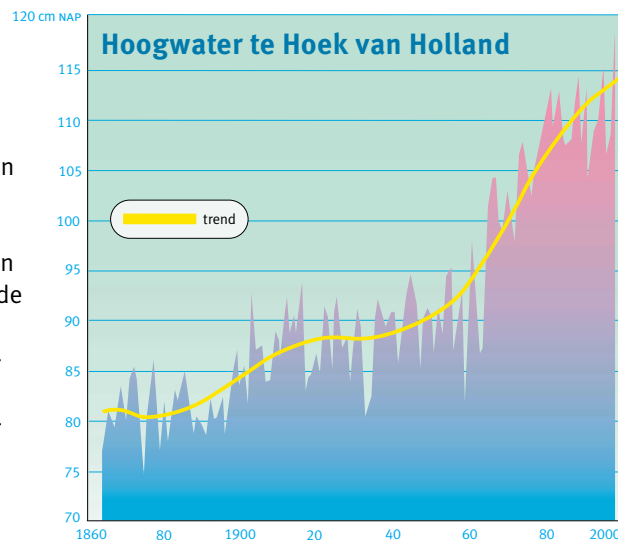
is sterk beïnvloed door de Deltawerken, werken in de Nieuwe Waterweg en de Maasvlakte. De aanleg van de Afsluitdijk zorgde voor een vrij plotselinge vergroting van de getij-amplitude in de Westelijke Waddenzee, terwijl de gemiddelde zeestand er niet of nauwelijks veranderde, zie [figuur 23](#). Een derde voorbeeld is het toegenomen tijverschil op de Westerschelde, dat terug te voeren is op de vrijwel doorlopende baggerwerkzaamheden.

Stormklimaat

De klimaatverandering kan ook gevolgen hebben voor het aantal stormen per jaar en de intensiteit ervan. Dat heeft weer consequenties voor onze veiligheid tegen overstromingen, die we baseren op de overschrijdingskansen van extreem hoge

waterstanden. Nu zijn stormen een meteorologisch fenomeen, en zulke veranderingen worden dan ook primair onderzocht aan de hand van meteorologische parameters zoals luchtdruk, windsnelheid en depressiebanen. Vanuit MWTL-oogpunt kunnen we veranderingen in het stormklimaat bestuderen door te kijken naar het gecombineerde effect van de meteorologische parameters op de waterstanden langs onze kust.

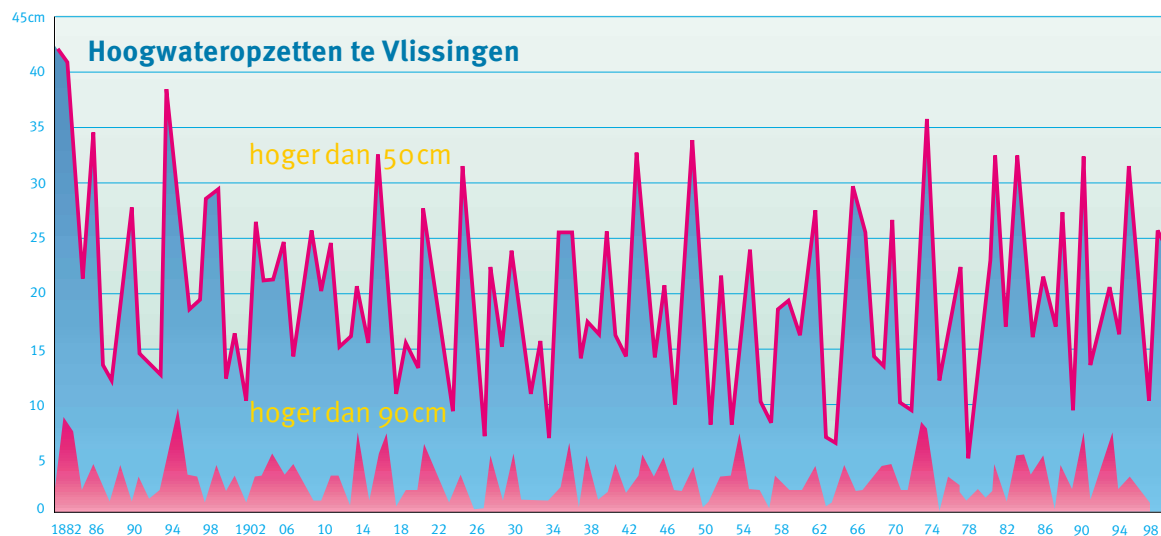
Een geschikte grootheid daarvoor is de hoogwateropzet: het verschil tussen de daadwerkelijke hoogwaterstand en de astronomisch voorspelde stand, waarbij we verschuivingen in de tijd buiten beschouwing laten. [Figuur 27](#) geeft voor station Vlissingen het verloop van het aantal



Figuur 26 Verloop van het gemiddeld hoogwater te Hoek van Holland. De niet-lineaire trendlijn geeft inzicht in het verloop van de gemiddelde hoogwaterstand. Door alle veranderingen in het getijregime is een lineaire trendlijn over een langere periode minder geschikt.



Fietsers trotseren de harde wind op de Erasmusbrug in Rotterdam (Jasper Juinen/ANP)



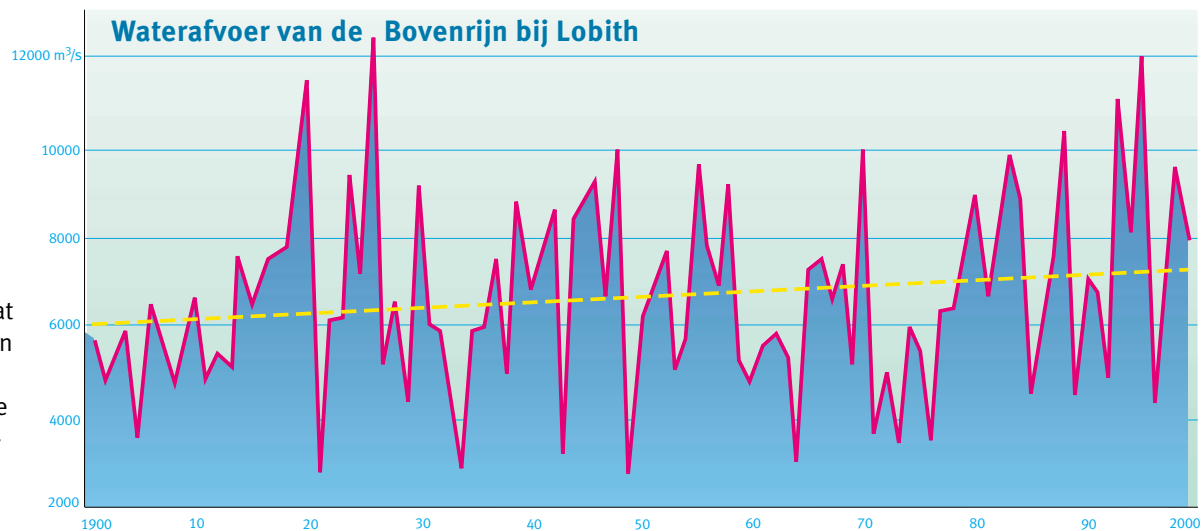
Figuur 27 Aantal hoogwateropzettingen per kalenderjaar hoger dan 50 en hoger dan 90 cm te Vlissingen

hoogwateropzettingen per kalenderjaar dat hoger was dan 50 cm en hoger dan 90 cm. Vlissingen geeft hetzelfde beeld als de andere kuststations: de twintigste eeuw liet geen veranderingen in het stormklimaat zien – althans niet in de effecten ervan op de waterstanden.

Rivierafvoeren

Klimaatverandering heeft gevolgen voor de maatgevende afvoer: de afvoer die gemiddeld eens in de 1250 jaar voorkomt of overschreden wordt. De rivierdijken worden zó ontworpen dat ze deze maatgevende afvoer in principe kunnen weerstaan, waardoor de veiligheid tegen overstromen voldoende gegarandeerd wordt. Na de hoogwaters van 1993 en 1995 werd deze maatgevende waterafvoer voor de Rijn bij Lobith bijgesteld van 15.000 m³/s naar 16.000 m³/s. De veiligheid in het rivierengebied is nu nog berekend op een afvoer van 15.000 m³/s.

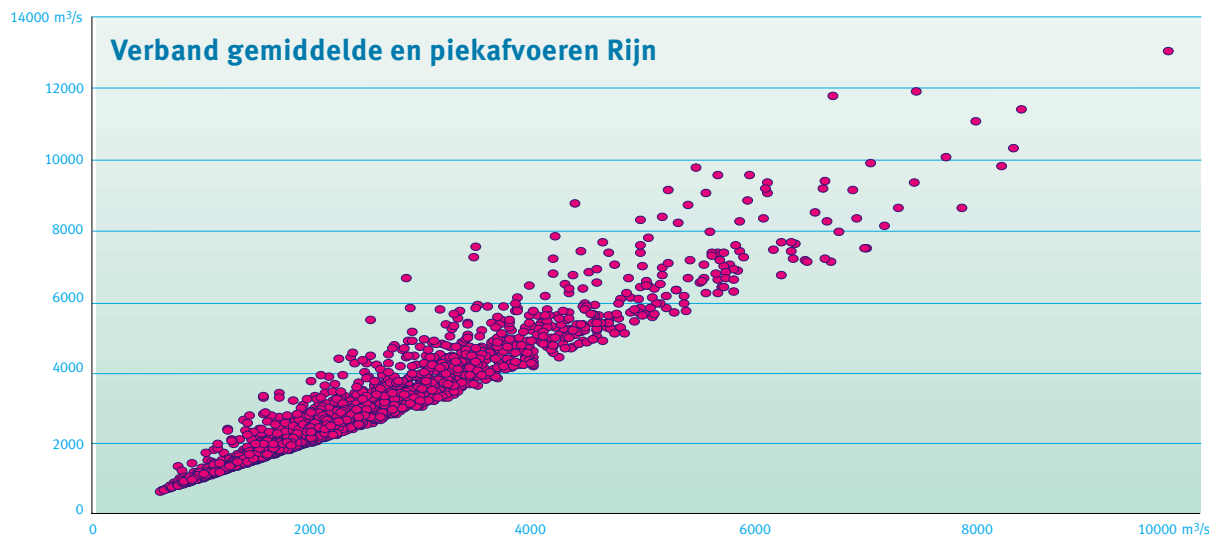
Kunnen we de toekomstige verhoogde afvoeren ook al voorspellen aan de hand van waterafvoer-



Figuur 28 Trend in de jaarmaxima van de waterafvoer in m³/s van de Bovenrijn bij Lobith (1901-1999)

ren uit het verleden? Op het eerste gezicht zou je zeggen van wel: [figuur 28](#) laat een zwak stijgende trend zien in de omvang van het jaarmaximum over de hele meetperiode. Maar deze trend blijkt helemaal veroorzaakt te worden door de twee hoogwaters van 1993 en 1995. Als we de laatste zeven jaar buiten beschouwing laten, blijkt de trend tot 1993 afwezig te zijn. We mogen de trend uit deze figuur dus niet zonder meer naar de toekomst doortrekken. Naast het jaarmaximum zijn ook andere kenmerkende waarden bestudeerd, zoals het jaarminimum, het jaargemiddelde, het wintergemiddelde en het zomer-gemiddelde. Geen van deze waarden laat over de afgelopen eeuw een significante trend zien.

Uit meetgegevens op zich kunnen we dus geen conclusies trekken over doorgaande trends in het afvoerregime van de Bovenrijn (hetzelfde geldt trouwens voor de Maas). Toch betekent dit niet dat de piekafvoeren van de Rijn in de



Figuur 29 RHINEFLOW resultaat: Verband 10-daagse gemiddelde (x-as) en de maximale (y-as) Rijnaafvoer m³/s bij Lobith (meetgegevens 1901-95)

toekomst niet kunnen toenemen. Klimaat- en hydrologische modellen laten namelijk zien dat de kans hierop wel degelijk aanwezig is. Bij deze voorspellingen van modellen spelen meetgegevens uit het verleden een belangrijke rol: hydrologische modellen worden opgesteld en getoetst voor het huidige klimaat, waarbij gebruik wordt gemaakt van gemeten reeksen klimaatvariabelen en rivierafvoeren.

Een voorbeeld is het RHINEFLOW-model. Op basis van neerslag- en temperatuurgegevens in het stroomgebied van de Rijn berekent dit model in 10-daagse stappen de afvoer van de rivier bij Lobith. Statistisch verfijnde RHINEFLOW-resultaten laten zien dat klimaatverandering tot hogere piekafvoeren in de Rijn leidt. Gaan we tot 2100 uit van een temperatuurstijging van 2°C en een neerslagtoename van ruim 10% in de winter, dan moeten we rekening houden met een 10% hogere piekafvoer. Bij sterkere klimaatveran-

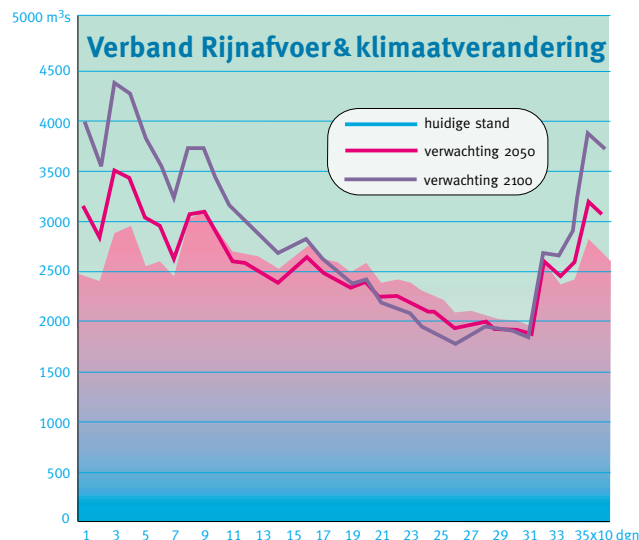
deringen laat deze methode zelfs een mogelijke toename van 20% zien. Als we aannemen dat deze veranderingen ook voor de maatgevende afvoer gelden, dan zou deze tegen het jaar 2100 in de buurt van de 17.000 m³/s komen te liggen, en in het extreme geval zelfs de 18.000 m³/s kunnen overschrijden. Nogmaals, dit zijn schattingen, die berusten op statistische extrapolaties van modelberekeningen, die op hun beurt weer op klimaatmodellen zijn gebaseerd. Er is geen rekening gehouden met, bijvoorbeeld, de effecten van (retentie-) maatregelen om de afvoerpieken te verlagen. Bovendien is het maar de vraag of een extreem hoge watergolf Lobith wel kan bereiken – overstromingen in Duitsland kunnen een dergelijke golf al flink afzwakken. Toch geven deze modelresultaten een eerste inschatting van de mogelijke toename in maatgevende afvoer die het gevolg van klimaatverandering kan zijn. Hoewel de onzekerheidsmarges nog breed

Het RHINEFLOW-model

Voor een aantal klimaatscenario's is met RHINEFLOW onderzocht wat voor alle scenario's de bijbehorende Rijnaafvoeren zullen zijn. De resultaten laten zien dat de Rijn in de winter meer water te verstouwen zal krijgen, zie figuur 30. Dit komt allereerst doordat de winterneerslag wat hoger wordt. Bovendien komt een groter deel van deze neerslag, vanwege de hogere wintertemperaturen, al gelijk in de winter in de Rijn terecht, in plaats van als sneeuw in de Alpen opgeslagen te worden. Hogere zomertemperaturen zorgen voor meer verdamping, die er samen met de kleinere voorraad sneeuwmeltwater voor zorgt dat de waterstanden in de Rijn 's zomers juist lager zijn.

Hoeveel hoger de piekafvoeren in de Rijn zullen worden, kan niet direct op basis van RHINEFLOW worden geschat. Daarvoor is het model – met 10-daagse tijdstappen – te grof, en hebben we een model nodig dat op dagbasis rekent. En zo'n model vraagt weer om meer nauwkeurige gegevens dan de huidige klimaatmodellen kunnen aanleveren. Zowel aan verfijnde klimaatmodellen als aan een model-op-dagbasis wordt nog hard gewerkt. Om toch alvast een uitspraak te kunnen doen over te verwachten piekafvoeren zijn de ruwe modelgegevens uit RHINEFLOW met statistische methodieken verfijnd. Zo bestaat er een statistisch verband tussen de 10-daagse gemiddelde afvoer en de maximum afvoer tijdens dezelfde periode, zie figuur 29. Hiermee kan voor een 10-daagse gemiddelde Rijnaafvoer uit RHINEFLOW worden berekend wat de kans op een bepaalde piekafvoer tijdens die tien dagen is. Op dezelfde manier kunnen we de RHINEFLOW-resultaten voor bepaalde klimaatveranderingen vertalen naar de te verwachten veranderingen in extreme afvoeren.





Figuur 30 RHINEFLOW resultaat: verandering in tiendaagse gemiddelde Rijnaafvoer bij Lobith door klimaatverandering.

zijn, is het verstandig ervan uit te gaan dat de maatgevende afvoer tot het einde van de eenentwintigste eeuw met zo'n 10% kan stijgen.

Grondwater

Bij het voorspellen van toekomstige ontwikkelingen in de grondwatersituatie worden meetgegevens gebruikt om trends te ontdekken en naar de toekomst door te trekken. Dergelijke conclusies worden verder bijgesteld aan de hand van bijvoorbeeld (hydrologische) modellen, die naast meetreeksen kijken naar autonome ontwikkelingen, zoals veranderend landgebruik en bodemdaling.

Klimaatverandering leidt tot een toename van het neerslagoverschot, waardoor kwel en infiltra-

Ontwikkelingen in de grondwaterstand kunnen gevolgen hebben voor de landbouw (Hans Steinmeier/ANP)

tie versterkt zullen worden. Modellen geven aan dat de grondwaterstanden overal zullen stijgen: bij een temperatuurstijging van 1°C met 4-5 cm, en bij een stijging van 4°C met zo'n 10-15 cm. Dit zijn gemiddelde waarden, want in gebieden met weinig drainage, zoals de Veluwe en de Kempen, zal het grondwater sterker stijgen dan in poldergebieden met veel ontwatering en een intensief peilbeheer. Doordat het neerslagoverschot in de winter sterker toeneemt dan in de zomer zal het verschil tussen de gemiddeld hoogste- en gemiddeld laagste grondwaterstanden groter worden. Ook de gebiedsafvoeren zullen volgens de modellen door een klimaatverandering flink toenemen. Als we opnieuw uitgaan van temperatuurstijgingen van 1°C en 4°C, dan komen we op jaarlijkse afvoeren die met 12% en 25% toenemen. De sterkste gebiedsafvoeren vinden we in gebieden met een hoge drainage-intensiteit, zoals polders. Plaatselijk zal de bestaande bemalingscapaciteit de afvoer niet meer

Het Nederlandse grondwatersysteem

Het landelijk gebied in Nederland valt uiteen in een hoog, Pleistoceen deel in het oosten en zuiden (Hoog-Nederland) en een lager gelegen, Holoceen stuk in het noorden en het westen (Laag-Nederland). In Hoog-Nederland worden hogere gebieden met grondwaterinfiltratie, zoals stuwwallen en zandruggen, afgewisseld door beekdalen met kwel. Een stelsel van sloten en beken zorgt voor de afwatering onder vrij verval. In Laag-Nederland wordt het grondwater kunstmatig op peil gehouden met bemaling. In droge tijden worden veel polders van extra water voorzien uit de Rijn, de Maas en het IJsselmeer.

aankunnen en zullen dus maatregelen getroffen moeten worden. En tenslotte moeten we rekening houden met de verwachte hogere winter- en lagere zomerafvoeren van Rijn en Maas. Het lijkt erop dat we in de winter

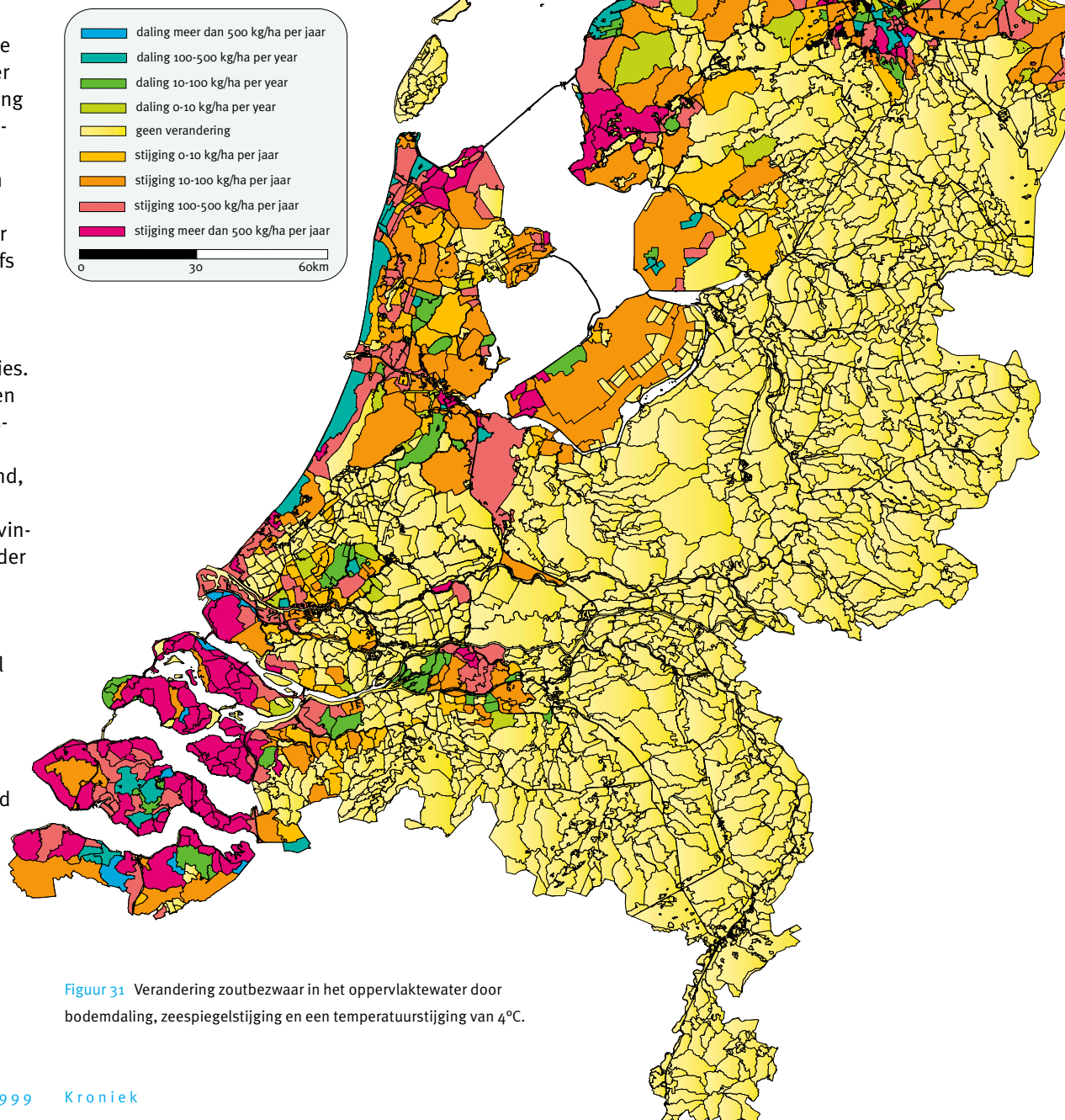


problemen kunnen verwachten met het kwijt raken van water, terwijl in de zomer juist de watervoorziening onder druk komt te staan. Door kwelveranderingen te combineren met de zoutconcentraties van het ondiepe grondwater zijn veranderingen berekend in de zoutbelasting van polders. De combinatie van zeespiegelstijging en bodemdaling in polders in Zeeland en aan de Waddenkust gaat volgens de modellen voor een toename in zoute kwel zorgen. Chlorideconcentraties in het oppervlaktewater kunnen hierdoor met enkele honderden of zelfs duizenden mg/l omhoog gaan, zie [figuur 31](#). De hydrologische veranderingen die door de modellen berekend zijn kunnen aanzienlijke gevolgen hebben voor waterafhankelijke functies. Landbouw blijkt de grootste klappen te kunnen verwachten – een toename van de vernattingschade, misschien meer schade door een haperende watervoorziening in West-Nederland, en een toegenomen zoutlast. Natuur daarentegen lijkt vooral positieve gevolgen te ondervinden. Hoe natter de omstandigheden, hoe minder problematisch het verdrogings-vraagstuk.

De tijdwinst door meten

Dat het klimaat verandert, staat vast. Hoe snel het klimaat verandert, is een vraagstuk waar nog forse onzekerheden aan blijven hangen. We zullen ervoor moeten zorgen dat onze watersystemen flexibel genoeg zijn om een aantal mogelijke toekomstscenario's het hoofd te bieden. En naarmate één van de scenario's gestaag werkelijkheid wordt, wordt het belangrijk dat we door nauwgezet te monitoren tijdig kunnen inspelen op de consequenties ervan. Bovendien kunnen monitoringsresultaten een sleutelrol spelen bij het maken én verbeteren van modellen waarmee we verder vooruit kunnen kijken.

Verandering zoutbezwaar oppervlaktewater



Figuur 31 Verandering zoutbezwaar in het oppervlaktewater door bodemdaling, zeespiegelstijging en een temperatuurstijging van 4°C.

Kwaliteit van de monitoring

Het jaar 1999 is een mijlpaal in de geschiedenis van de laboratoria van Rijkswaterstaat aangezien RIKZ nu ook is geaccrediteerd als Sterlab en het reeds geaccrediteerde RIZA met succes de herbeoordeling heeft ondergaan. Dit hoofdstuk staat voornamelijk in het teken van kwaliteitsborging en goede meetpraktijken.

Van GMP naar goede meetpraktijk

De gegevens en informatie waarover in de Kroniek wordt gerapporteerd komen tot stand via een keten van activiteiten, zie [figuur 32](#). De informatie die aan het einde van de keten wordt geleverd, vormt het fundament voor (beleids)beslissingen, en er mogen dus hoge eisen worden gesteld aan de kwaliteit van de verschillende schakels in de keten. Om deze kwaliteit te kunnen borgen, heeft sinds de jaren tachtig het programma Goede Meetpraktijk (GMP) gedraaid. Eind 1999 is dit project succesvol afgerond.

GMP richtte zich in eerste instantie op het hart van de meetketen: de monstername en het meten zelf. Met behulp van Rijkswaterstaat Voorschriften (RWSV's, zie ook pagina 67) werden de procedures die daarbij moeten worden gevolgd nauwkeurig en eenduidig vastgelegd. Daarnaast werden duidelijke afspraken gemaakt over de bij monsternamen te gebruiken apparatuur. Naarmate GMP vorderde groeide echter het inzicht dat dit niet voldoende was om de uiteindelijke productkwaliteit te kunnen garanderen.

De volgende stap was dus het invoeren van een volledig kwaliteitssysteem bij de meet- en informatiediensten. Van 1993 tot 1999 is daar in een samenwerkingsverband tussen RIZA, RIKZ, de Meetkundige Dienst (MD) en alle acht regionale meet- en informatiediensten van Rijkswaterstaat keihard aan gewerkt.

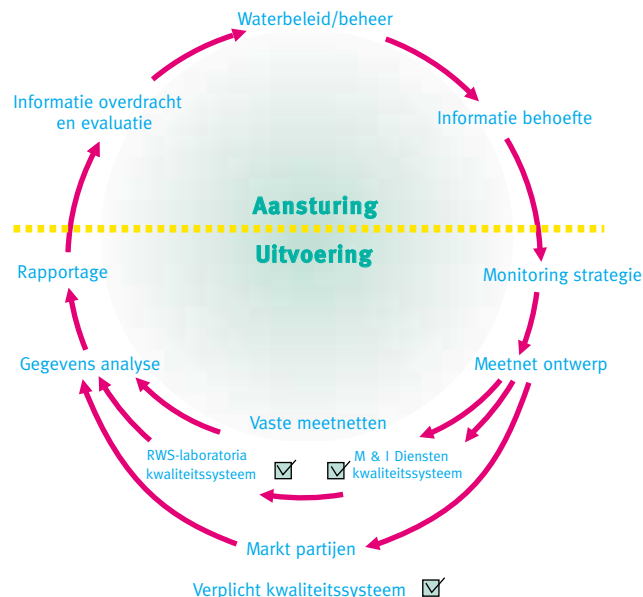
In het voorjaar van 1998 vond er een externe audit plaats, die de totale prestaties van de meetdienstorganisatie doorlichtte. Daarbij werd onder meer gekeken naar de toepassing van ecologische en hydrografische RWSV's. Maar ook het totale kwaliteitssysteem werd onder de loep

Uitvoeringsketen en kwaliteitsnormen

De keten begint bij de opstellers van landelijke monitoringprogramma's: de projectleiders bij RIZA en RIKZ. Voor de daadwerkelijke uitvoering van de programma's doen zij een beroep op verschillende partijen: zowel binnen Rijkswaterstaat (de vaste meetnetten en laboratoria van RIKZ/RIZA en de meet- en informatiediensten van de regionale directies) als daarbuiten, bij deskundige marktpartijen.

Alle gegevens komen tenslotte weer bij elkaar bij de programmaleiders, die erover rapporteren aan beleidsmakers en andere belanghebbenden. Aan het einde van de keten wordt geëvalueerd of de opgestelde programma's nu ook echte antwoorden hebben opgeleverd.

MWTL uitvoeringsketen

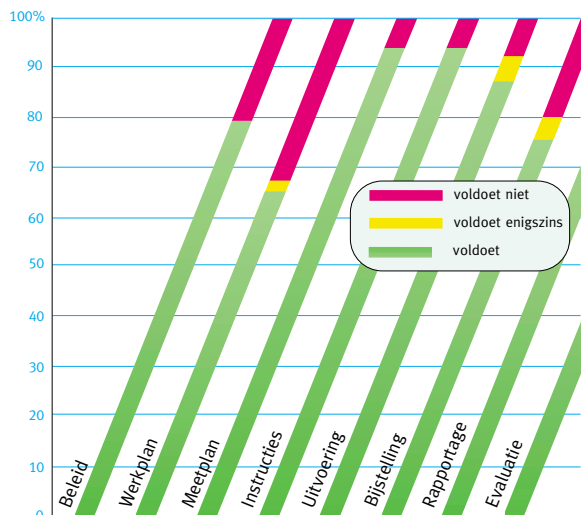


Figuur 32 MWTL uitvoeringsketen en aantoonbaarheid van het voldoen aan in- en externe kwaliteitsnormen

genomen. Na een tweede audit in 1999 concludeerde de GMP-stuurgroep op advies van de auditors dat de meetdiensten op eigen kracht verder konden werken aan een kwaliteitssysteem. Sommige meet- en informatiediensten zijn wat verder dan andere, maar de auditors schatten in dat de diensten binnen een half jaar (voor de meest gevorderde diensten) à anderhalf jaar aan de ISO9001:2000 norm kunnen voldoen.



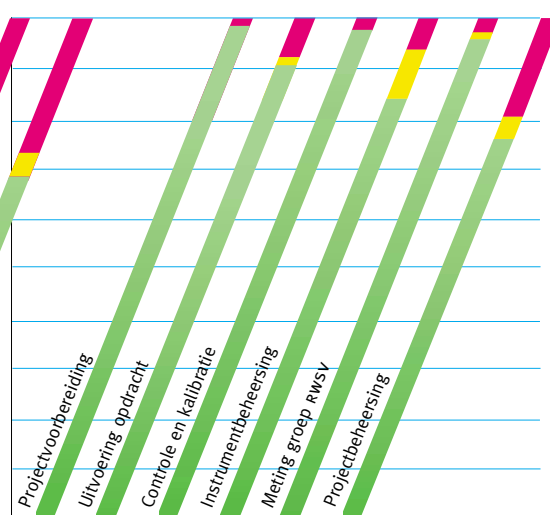
Toetsresultaten GMP norm



Figuur 33 Toetsresultaten ten opzichte van de GMP-norm voor het hoofdproces 'realistische opdracht' gemiddeld over de acht meet- en informatiediensten. 'Realisatie opdracht' is het primaire bedrijfsproces van de meet- en informatiediensten. Van de acht te beschrijven stappen in het hoofdproces blijken de uitvoeringsaspecten (meetplan, instructies en uitvoering) goed te zijn afgedekt. Beleid, de vertaling van beleid naar een algemeen werkplan, de afhandeling van afwijkingen, rapportage en evaluatie verdienen meer aandacht.

Naast de meet- en informatiediensten hebben ook de laboratoria van RIZA en RIKZ een kwaliteitssysteem ingesteld, waarvoor ze inmiddels met het Sterlab-predikaat zijn beloond. Blijven uit de meetketen over: het fysische meetnet (msw/zout en zoet) en de automatische meetnetten in de zoete wateren. Ook deze onderdelen zullen hun kwaliteitsniveau de komende jaren aantoonbaar moeten maken. En de opdrachtgevers, natuurlijk.

Indicatieve scores RWSV's



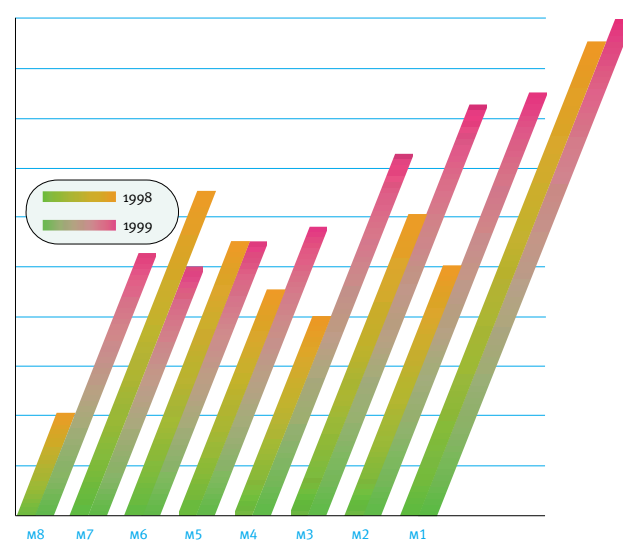
Figuur 34 Indicatieve scores voor het werken met en conform de werkwijze beschreven in standaardvoorschriften (RWSV's). Over het algemeen voldoet men aan de in de voorschriften gestelde eisen. Instrumentbeheersing vraagt meer aandacht. Het beeld voor het werken met voorschriften voor 'hydrografie' is vergelijkbaar.

Want pas als de aansturing van het hele meetproces in een kwaliteitssysteem is opgenomen, zal de kwaliteits-cirkel rond zijn.

Vergelijkingstoets 4 milieu-meetschepen

De regionale meet- en informatiediensten, die de MWTL-metingen uitvoeren, hebben een onder de GMP-paraplu ontstaan kwaliteitssysteem waarin de Rijkswaterstaats-Standaard Voorschriften (RWSV's) zijn verankerd. Dankzij deze voorschriften kunnen de verschillende meet- en informatiediensten eenduidig monsters nemen en in-situ metingen uitvoeren. Om te zien of deze

Indicatieve toetsresultaten kwaliteitszorg



Figuur 35 Indicatieve (gesommeerde) toetsresultaten van alle 8 meet- en informatiediensten op de aspecten 'kwaliteitszorg-principes, toepassing kwaliteitszorg op beleidsniveau, toepassing kwaliteitszorg op operationeel niveau, managementstijl en aansturing', en 'verbetersystematiek'. We zien één geval van stilstand en één van achteruitgang, maar over de hele linie een duidelijke verbetering. In verband met de vertrouwelijkheid van de individuele toetsresultaten zijn de namen van de diensten gecodeerd (M1 t/m M8).

standaardvoorschriften nu ook kwalitatief goede én onderling vergelijkbare resultaten opleveren, werd op 7 en 8 december een gecombineerde meting uitgevoerd op de Westerschelde. Drie schepen van RWS-directies en één meetschip van het Vlaamse gewest deden mee aan de oefening.

Metten van de betrouwbaarheidsfactor

De deelnemende schepen deden hun metingen zowel varende als stationair, zodat een eventuele

invloed hiervan op monsternamen en in-situ metingen zichtbaar zou worden. Op de eerste dag deden alle vaartuigen hun metingen en bemonstering terwijl ze stationair lagen, op de locaties Wielingen en Everingen. De tweede dag werden op de locaties Wielingen en Hansweert gelijktijdig monsters genomen en in-situ metingen verricht waarbij afwisselend één schip stationair lag en het andere schip op kruissnelheid ter hoogte van het stilliggende schip voer. Naast positionering en het al-dan-niet-varend van schepen werd ook gekeken naar de gebruikte in-situ meetsystemen, die weliswaar

hetzelfde meetprincipe hanteren maar van verschillende makelij zijn, en de gebruikte monsterinnamesystemen, zie [tabel 7](#).

Resultaten vergeleken

Per locatie namen alle schepen monsters in drievoud, die in het RIKZ-laboratorium in Middelburg met gecertificeerde methodes op zwevend stof en nutriënten werden geanalyseerd. Met de in-situ sensoren werd zuurstof, saliniteit, zuurgraad, temperatuur en diepte gemeten. Voor zuurstof en saliniteit werden daarnaast controlemonsters genomen die vervolgens in

Meet- en monsternamesystemen

Meetschip	Monsterinnamesysteem	Plaatsing sensoren
ms Argus	meetvis en momopomp op schip	op meetvis
ms Cygnus	membraampomp op meetvis	op meetvis
ms Mitra	membraampomp op meetvis	op meetvis
ms Mitra	Rosettesampler	Rosettesampler
r.v. Belgica	Nissken bottles	Nissken bottles

Tabel 7 Meet- en monsternamenamen systeem per meetschip. Op de ms Mitra werden aparte monsterinname- en meetsystemen gebruikt.



Meetschip de Cygnus van Directie Zuid Holland (Directie Noordzee)



Meetvis (Directie Noordzee)

het RIKZ-laboratorium werden geanalyseerd. Voor zuurstof werd deze analyse ook aan boord van de schepen uitgevoerd. De resultaten van de diverse metingen bleken voor 94% géén significante verschillen te vertonen. In de gevallen waarin niet aan de gestelde eisen werd voldaan zijn inmiddels oplossingen aangedragen in de vorm van (extra) procedures en meetvoorschriften. In de resterende gevallen wordt onderzoek gedaan bij de betrokken instituten. De resultaten van deze gecombineerde meting laten zien



Meetschip de Mitra, hier werden aparte monsterinname- en meetsystemen gebruikt (Directie Noordzee)

dat het verkrijgen van vergelijkbare meet- en analyseresultaten niet zozeer afhangt van de gebruikte systemen voor monsternamen en in-situ meting. Belangrijker is dat een meetdienst de juiste procedures en voorschriften heeft én toepast, en vooral dat men over goed geschoold personeel beschikt. Zaken die een essentieel onderdeel vormen van een kwaliteitssysteem en het functioneren ervan.

RIKZ nu ook Sterlab

Sinds 28 juli 1999 mag de afdeling laboratoria van RIKZ zich Sterlab noemen. Op de Watermarkt van 28 oktober kreeg deze ontwikkeling zijn officieel beslag, toen staatssecretaris Monique de Vries het felbegeerde brevet van Sterlab-accreditatie overhandigde en het jarenlange

voorbereidende werk van de laboratoriummedewerkers werd bekroond. Hiermee treedt het RIKZ-lab in de voetsporen van de zusterinstelling RIZA. Daar behaalde het laboratorium van de afdeling Informatie en Meettechnologie in 1995 een Sterlab-erkenning, die gebaseerd was op monitoringsanalyses van water en waterbodembodem, en vooral voor het handhaven van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. In 1999 kreeg het RIZA-lab een herbeoordeling waarmee het brevet weer voor vier jaar is veiliggesteld. Het internationale Sterlab-keurmerk staat sinds 1993 hoog op de agenda. In de nota 'Kwaliteit van Milieumetingen' spraken de ministeries van VROM en VenW af dat milieubepalingen die de basis van milieubeleid vormen – van beleidsvorming tot handhaving – voortaan alleen door officieel geaccrediteerde laboratoria mochten

worden uitgevoerd. Het RIKZ-lab voldoet nu dus aan die eis. Ook uit internationaal oogpunt is de accreditatie waardevol: de Nederlandse overheid gebruikt de waterkwaliteitsgegevens van RIKZ immers ook voor het maken en handhaven van grensoverschrijdende afspraken, zoals de OSPAR-verdragen. De overkoepelende ICES (International Council for the Exploration of the Sea), een wetenschappelijke organisatie, dringt er bij de OSPAR-deelnemers op aan hun watermonitoringsgegevens zoveel mogelijk te betrekken van mariene laboratoria die geaccrediteerd zijn én deelnemen aan relevante interlaboratoriumstudies. Zo verbetert de internationale vergelijkbaarheid van meetgegevens en heeft men de garantie van meerjarige reproduceerbaarheid.

Waarop is de accreditatie gebaseerd?

Er bestaan verschillende kwaliteitssystemen voor het beoordelen van analytisch-chemische laboratoria. Eén van de belangrijkste is de Europese norm EN-45.001 en het internationale equivalent ISO 25. De EN-norm is erop gericht technische competentie aan te tonen. Een laboratorium dat aan deze norm voldoet heeft een schriftelijk vastgelegde en controleerbare werkwijze, die vooraf op deugdelijkheid is gecontroleerd. In de operationele fase wordt bovendien voortdurend gecontroleerd of de kwaliteit van het analyseresultaat blijft voldoen. Vooral deze controles wegen zwaar voor de beoordelende instantie – in Nederland de Raad voor Accreditatie. De accreditatie is daarnaast voor een groot deel gebaseerd op de deelname aan interlaboratorium-onderzoek. Het RIKZ-lab probeert voor zoveel mogelijk MWTL-parameters deel te nemen aan ringtesten, zoals de testen die door het in Aberdeen gevestigde QUASIMENE worden georganiseerd (zie ook de volgende paragraaf over het QUASH-programma).



Voor een aantal parameters treedt het RIKZ-lab zelf op als referentie-laboratorium.

Efficiencywinst door kwaliteitszorg

Kwaliteitszorg stuit nogal eens op vooroordelen – onterecht. Zo wijst de praktijk uit dat kwaliteitszorg geen belemmering vormt voor creativiteit en flexibiliteit op de laboratoriumvloer, maar ze juist stimuleert: een heldere aanpak en werkwijze scheppen juist ruimte voor nieuwe ideeën. Ook hoeft een kwaliteitssysteem bureaucratie niet in de hand te werken. Na enige tijd met een kwaliteitssysteem te hebben gewerkt, blijkt bij RIKZ het ‘papierwerk’ te kunnen worden teruggebracht. Nu al blijkt er een flinke efficiencywinst te zijn gemaakt: achterstanden zijn weggewerkt, waardoor het aantal tevreden klanten is toegenomen.

Op naar de nieuwe norm

Voor de beide gelauwerde RWS-laboratoria is er overigens geen reden om nu rustig achterover te leunen. In de nabije toekomst krijgen alle Sterlab-laboratoria te maken met een nieuwe norm (ISO17025) waarin herleidbaarheid en meetonzekerheid een nóg prominentere plaats gaan innemen. Ook wordt het steeds belangrijker om aantoonbaar te werken aan verbetering van de klantgerichtheid. Kortom, het kwaliteitsdenken blijft een dynamische bezigheid.

QUASH: van monstername tot analyse

Kwaliteitszorg in laboratoria richt zich vooral op de kwaliteit van analyses. Toch gaat er aan het analyseren van monsters een hele serie stappen vooraf die het eindresultaat kunnen beïnvloeden. Monsters worden bewaard, gehomogeniseerd, gevriesdroogd; watermonsters worden gefiltreerd, sedimenten gezeefd en biota ontleed. De invloed hiervan kan per laboratorium verschillen. Vorig

jaar werd een project afgerond dat heeft onderzocht in welke mate de spreiding in monitoring-resultaten tussen verschillende laboratoria op deze handelingen is terug te voeren. QUASH (Quality Assurance in Sample Handling) bestudeerde daarbij verschillende stappen in het proces van monstername tot analyse.



Laboratorium van RIKZ (RIKZ)

Voordelen van het zeven

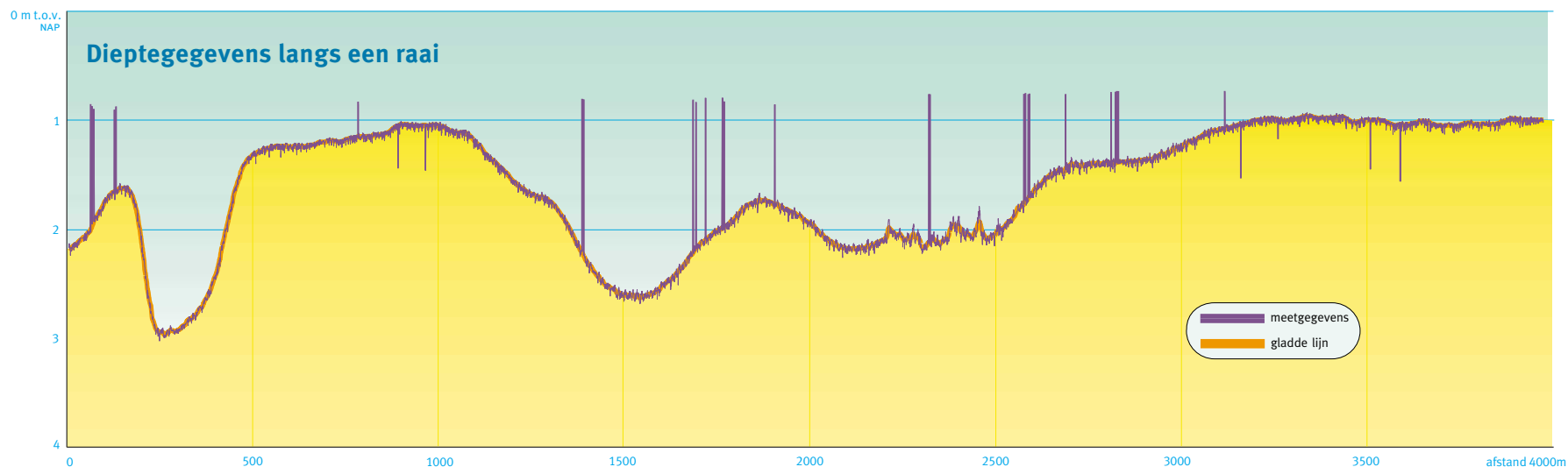
Een van de deelonderzoeken ging over de voorbehandeling van sedimentmonsters. In een ringonderzoek werden identieke natte sedimentmonsters naar laboratoria in tien verschillende landen gestuurd. Daar werden ze vervolgens gezeefd: een voorbehandeling die niet overal gangbaar is. Elke extra stap in het voorbehandelingsproces draagt doorgaans namelijk bij aan een grotere spreiding, en dus een grotere onnauwkeurigheid. Maar voor zeven bleek

dit niet op te gaan. De in dit geval vrij hoge tussen-laboratorium spreiding (25%) bleek niet noemenswaardig beïnvloed te zijn door het zeven. Zeven maakt het eindresultaat dus in ieder geval niet onnauwkeuriger. Toch waren de deelnemers hiermee nog niet van de voordelen van zeven overtuigd.

Zandmatrix intact

In de tweede ronde boog men zich over rekenkundige methodes waarmee monsters worden gecorrigeerd voor verschillen in sedimentsamenstelling. Hierdoor zijn de resultaten van verschillende monsters beter vergelijkbaar. In deze tweede ronde werkten de deelnemende laboratoria met lokale monsters. Het contaminantengehalte van een sedimentmonster hangt nauw samen met de aanwezigheid van bepaalde ‘co-factoren’, zoals organisch koolstof, aluminium of lithium. Bij de analyse kunnen co-factoren en zware metalen op verschillende manieren worden vrijgemaakt. Bij totale ontsluiting komen ook metalen uit de zandfracties vrij, die hoewel ze van nature voorkomen, een ‘stoorzender’ kunnen zijn in de analyseresultaten.

QUASH liet zien dat de methode, die gebaseerd is op partiële ontsluiting (waarbij de zandmatrix intact blijft), tot betere resultaten leidt. Probleem is alleen dat het niet eenvoudig is om internationaal op dergelijke methodes over te stappen. Er moet nog meer worden toegewerkt naar de verbetering van internationale vergelijkbaarheid en het gebruik van methodes om sedimentmonsters vooraf te zeven en de zandfracties (‘stoorzenders’) eruit te verwijderen. Dan wordt de variatie tussen de samenstellingen van sedimentmonsters op slag een stuk kleiner en is het analyseresultaat nauwelijks meer afhankelijk van de gebruikte analysemethode.



Figuur 36 De dieptegegevens (paars) langs een raai in het Waddengebied en de berekende gladde lijn (oranje). Op de horizontale as is de afstand langs de raai in meters weergegeven, en op de verticale as de diepte in meters t.o.v. NAP. De dieptemetingen worden uitgevoerd door schepen die over denkbeeldige lijnen, of raaien, varen. Die raaien staan bij voorkeur haaks op de dieptelijnen. Om de 30 cm wordt de diepte gemeten. De uiteindelijke meetreeks (in deze figuur de paarse lijn) bevat doorgaans verschillende uitschieters. Om deze automatisch te kunnen verwijderen, trekt de nieuwe, statistische methode door deze meetgegevens een glad verlopende lijn (de oranje lijn in deze figuur). De mate waarin deze lijn de oorspronkelijke metingen volgt, kan de gebruiker zelf instellen. Hij kan een bepaalde marge toestaan, bijvoorbeeld voor de ruwheid van de bodem. De figuur laat goed zien dat de gladde lijn de metingen goed volgt en zich weinig aantrekt van uitschieters.

Precieze metingen van co-factoren

Hoe belangrijk het nauwkeurig meten van 'co-factoren' is, bleek uit de slechte vergelijkbaarheid van metingen naar organisch koolstof. Deze co-factor is belangrijk omdat er een goede correlatie is met PCB's en andere organische microverontreinigingen. De deelnemende laboratoria bleken deze – relatief goed te bepalen parameter – op sterk uiteenlopende wijze te meten. Daardoor was de verontreiniging van sedimenten in verschillende estuaria en kustzeën nauwelijks te vergelijken.

Glad verloop controle dieptemetingen

Tot slot nog even terug naar de veldmetingen. Statistische controlemethodes blijken het controleren van dieptemetingen (lodingen) een stuk gemakkelijker te kunnen maken. Om de ligging van de zeebodem vast te leggen moeten periodiek dergelijke metingen gedaan worden, waarmee recente én toekomstige ontwikkelingen in kaart kunnen worden gebracht. Dergelijke metingen spelen een belangrijke rol bij het handhaven van de kustlijn. Ook bij het tegengaan van duinafslag en de bijbehorende toename van het overstromingsrisico zijn ze van belang. Maar bij de metingen op zee kunnen nautische omstandigheden en meetfouten voor

uitschieters zorgen die de kwaliteit van de meetresultaten aantasten. Tot nu toe werden de meetresultaten handmatig gecontroleerd, waarbij zulke uitschieters eruit werden gehaald. Een erg arbeidsintensieve klus – en niet bijzonder boeiend. Er is echter een methode ontwikkeld waarbij de meetgegevens op een intelligente manier automatisch kunnen worden gecontroleerd, zie [figuur 36](#). De voordelen ten opzichte van handmatige correctie zijn groot: een eenduidig en herhaalbaar controleproces, waarbij tevens interpolatie van gaten in de meetreeks mogelijk is. Bovendien levert het een behoorlijke tijdswinst op.

MWTL-programma's

Monitoringprogramma's zoute en zoete wateren

De specialistische diensten RIKZ en RIZA voeren in opdracht van het Hoofdkantoor van Rijkswaterstaat een reeks monitoringprogramma's uit die samen MWTL worden genoemd. Al sinds 1971 staat deze afkorting voor de Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands. De naam zegt het al: het zijn programma's waarmee informatie wordt ingewonnen voor het nationale beheer van de rijkswateren. Met MWTL-informatie kunnen trends worden gesignaleerd en meetresultaten getoetst aan normen en streefbeeld. Hiermee levert MWTL een essentiële bijdrage aan:

- de formulering en evaluatie van waterbeleid
- het nakomen van nationale en internationale afspraken.

Naast deze algemene doelen kent elk programma eigen, specifieke doelstellingen en een op maat gesneden meetstrategie. Het merendeel van de benodigde informatie wordt gedestilleerd uit meetresultaten van fysische, chemische en biologische meetprogramma's. Op deze en de volgende pagina's volgt een overzicht van deze MWTL-programma's.

Fysische meetprogramma's

Afvoeren

Informatie over afvoeren is van belang voor de landelijke waterhuishouding en de bepaling van stofvrachten. Het afvoerregime is een basisgegeven voor nationaal en internationaal waterbeleid. Doel is het vaststellen van de grootte en verdeling van de afvoer. Op basis van veeljarige meetreeksen kan de maatgevende afvoer (eens per 1250 jaar bereikt of overschreden) worden bepaald. Met behulp van een waterafvoer-waterstand relatie kan de maatgevende hoogwaterstand (MHW) worden bepaald. De dijkontwerpen zijn gebaseerd op deze MHW.

Meetstrategie afvoeren

De afvoeren worden met verschillende methoden dagelijks op zestien locaties bepaald. Het meetnet

is zodanig ingericht dat informatie beschikbaar is bij de in- en uitstroompunten van Nederland en bij de belangrijke splitsingspunten.

Waterstanden

Informatie over waterstanden is cruciaal voor bescherming tegen overstromingen, voor kustverdediging, waterhuishouding en scheepvaart. De belangrijkste toepassingen zijn:

- getijvoorspelling
- bepaling van de overschrijdingskansen van waterstanden en afvoeren
- bepaling van maatgevende hoogwaterstanden
- randvoorwaarden voor waterbouwkundige constructies
- zeespiegelstijging
- de afregeling van mathematische waterbewegingsmodellen.

Deze toepassingen vragen om 'historische' gegevens in de vorm van veeljarige, soms zelfs zeer lang lopende, meetreeksen. Daarnaast wordt ook actuele informatie verkregen voor waarschuwingdiensten, de bediening van kunstwerken (sluizen, stuwen en stormvloedkeringen) en de uitvoering van werken en vaardiepten ten behoeve van de scheepvaart.

Meetstrategie waterstanden

De waterstand wordt continu gemeten op 109 locaties, waarvan 36 op de grote rivieren, 12 op de grote meren, 20 op de getijrivieren, en 41 langs de kust, op zee en in estuaria.

Op drie locaties op de Rijnakken worden dagelijks peilschalen afgelezen. Elders worden automatisch 10 minuut-gemiddelden ingewonnen. Bij de meeste locaties op de grote rivieren en de beide locaties op het Volkerak-Zoommeer worden echter, gezien de geringe variatie, alleen de 10 minuut-gemiddelden op de hele uren opgeslagen.

De waterstanden bij Borgharen dorp en Eijsden grens worden beïnvloed door manipulaties van de waterkrachtcentrale te Lixhe. Als basisgegevens gelden voor deze locaties de gemiddelde waarden per etmaal, waarin deze schommelingen zijn onderdrukt.

Kleine hiaten in meetreeksen, inclusief hiaten die

ontstaan na verwijdering van evident onjuiste waarden, worden steeds opgevuld met geïnterpoleerde gegevens. Het meetnet is zodanig ontworpen dat deze interpolatie, op basis van standen van naburige locaties, met een zekere mate van nauwkeurigheid mogelijk is. De vereiste nauwkeurigheid is gebaseerd op aannamen omtrent de eigenlijke meetnauwkeurigheid. Voor locaties in het getijgebied, inclusief de getij-rivieren, worden tijden en hoogten van hoog- en laagwaters afgeleid uit de opgeslagen 10 minuut-gemiddelden, en eveneens als basisgegevens opgeslagen en gebruikt.

Golven

Informatie over golven is van belang voor de kustverdediging en de overstromingsproblematiek. Gebruiksdoelen zijn het bepalen van randvoorwaarden voor het ontwerpen en toetsen van waterkerende constructies, de analyse van het kustgedrag en het bepalen van golfklimaten en mogelijke trendmatige veranderingen daarin. Actuele gegevens zijn van belang voor de scheepvaart.

Meetstrategie golven

Het huidige meetnet maakt uitsluitend gebruik van boeien die onder meer informatie leveren over de golfrichting. De boeien liggen op relatief diep water, buiten de beweeglijke bankengebieden en buitendelta's. De golven die de boei meet, worden zodoende weinig of helemaal niet beïnvloed door beperkte diepte en veranderingen in de morfologie. De Nederlandse kust is afgedekt door een viertal boeien. Twee boeien liggen in nog dieper water, in de nabijheid van platforms. Voor operationele doelen (met name voor de scheepvaart) worden de golfparameters elke 10 minuten berekend over de laatste 20 minuten. De standaard voor de opslag van golfgegevens voor golfklimatologie bestaat uit het energie-dichtheidsspectrum, het golfrichtingsspectrum en acht veel toegepaste parameters. De opgeslagen gegevens van de spectrale parameters hebben een tijdstap van 3 uur, voor de enkelvoudige parameters is dat 1 uur. De enkelvoudige parameters zijn



de significante golfhoogte en de gemiddelde golfperiode (H_{m0} en T_{m02}), beide berekend uit het energiedichtheidsspectrum, de hoofdrichting en de gemiddelde richtingsverspreiding (Θ_0 en S_{Θ}), de golfhoogte en -richting van de laagfrequente golfenergie (H_{TE3} en Θ_3) en de gemiddelde golfhoogte en golfperiode van het hoogste $1/3$ deel van de golven ($H_{1/3}$ en $T_{H1/3}$).

Watertemperatuur

Het doel van het watertemperatuurmeetnet is inzicht te krijgen in het temperatuurklimaat van de Nederlandse wateren op korte en lange termijn. Op lange termijn zijn effecten te verwachten van het broeikaseffect en eventuele wijzigingen in de warme golfstroom. Op de korte termijn gaat het om klimatologische schommelingen en opwarming door restwarmtelozingen. Deze gegevens zijn onder andere van belang voor interpretatie en prognose van de waterkwaliteit en de veranderingen in het ecosysteem. Informatie over watertemperatuur in de zoete wateren is bovendien van belang voor operationele activiteiten tegen restwarmtelozingen (koelwaterlozingen) van elektriciteitscentrales als zich extreem warme perioden voordoen.

Meetstrategie watertemperatuur

Vanwege de hoge correlatie in ruimte en tijd is geen dicht meetnet vereist. De watertemperatuur in de zoete wateren wordt routinematig gemeten als onderdeel van het manuele chemisch meetnet. Op een aantal belangrijke in- en uitstroompunten wordt de watertemperatuur tevens automatisch gemeten als onderdeel van het Automatisch Kwaliteits Meetnet (AKM). Deze metingen zijn van belang voor operationele taakuitoefening van de landelijke berichtendiensten. Voor de zoete wateren worden de temperaturen, die bij de bemonsteringen in het kader van het chemisch meetnet als co-variabele worden bepaald, onvoldoende geacht voor klimatologische doeleinden. De beschikbare watertemperaturen van boeien en platforms uit het Meetnet Noordzee (MNZ) worden alle gebruikt.

Vanouds werd verder op een aantal plaatsen langs de kust de watertemperatuur iedere ochtend handmatig gemeten. Vanaf 1998 zijn deze handmatige metingen alleen nog uitgevoerd te Vlissingen en Delfzijl. In 1999 is gestart met de automatisering van het watertemperatuurmeetnet langs de Nederlandse kust. Vanaf 2000 zijn de locaties Bath, Vlissingen, Hoek van Holland,

IJmuiden en Den Helder operationeel. De twee locaties in het waddengebied zijn voor 2001 gepland.

Kust en zeebodem

Het periodiek vastleggen van de kust en de zeebodem is nodig om hun gedrag te leren kennen en voorspellingen te kunnen doen op korte en lange termijn. Zowel voor kustlijnbeheer (handhaven van de kustlijn) als voor bescherming tegen overstroming (duinafslag) wordt gebruik gemaakt van deze metingen. De morfologie van kust en vooroever is zo gecompliceerd dat aan de hand van metingen meer proceskennis moet worden opgedaan, bijvoorbeeld over het gedrag van zandgolven, het effect van zeespiegelstijging en het versteilen van de vooroever.

Meetstrategie kust en bodem

Bij het meten van de ligging van de kust en zeebodem wordt onderscheid gemaakt tussen kustmetingen en vaklodingen. De kustmetingen bestaan uit diepte- en hoogtemetingen, die worden uitgevoerd op denkbeeldige lijnen die loodrecht op de kust staan. Deze zogenaamde raaien hebben een onderlinge afstand van 200 a 250 meter. Om de hele Nederlandse kust op deze manier te bemeten zijn bijna 2000 raaien nodig.

Diepte- en hoogtemetingen

Dieptemetingen worden jaarlijks uitgevoerd vanaf schepen met een automatisch lodingssysteem in combinatie met een geautomatiseerd plaatsbepalingssysteem. De hoogtemetingen van het strand en de duinen werden tot en met 1999 jaarlijks uitgevoerd. Vanaf 2000 is de frequentie gehalveerd. Nu komen ze elke twee jaar door middel van laseraltimetrie aan bod. In de praktijk betekent dit dat elk jaar de helft van de kust wordt gemeten. In 2000 betreft dat het strand en de duinen van de Zeeuwse eilanden, Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. In 2001 komen onder andere de Zuid-Hollandse eilanden, de gesloten Hollandse kust en Texel aan de beurt.

Vanuit een vliegtuig tast een laserstraal het aardoppervlak af. Het onderliggende terrein wordt driedimensionaal vastgelegd. Het digitale hoogtemodel levert de gegevens over de hoogte langs de raaien. Door de dieptemetingen uit te voeren bij hoogwater en de hoogtemetingen bij laagwater wordt een zo compleet mogelijk profiel langs een raai verkregen.

Gefaseerde metingen

Vaklodingen beginnen waar de kustmetingen eindigen en lopen door tot de teen van de onderwateroever, ongeveer de NAP-20 m lijn. Ook de Waddenzee en de estuaria maken deel uit van het programma. De metingen worden gefaseerd uitgevoerd waarbij de opname-frequentie varieert, afhankelijk van de dynamiek van het gebied, van eenmaal per jaar tot eens in de zes jaar. Voor de gesloten kust van Holland en de kust van de grote Waddeneilanden wordt gevaren langs raaien die loodrecht op de kust liggen met een onderlinge afstand van 1 km. Vanwege de gecompliceerde bodemtopografie met banken en geulstelsels worden de Waddenzee, de estuaria, het voordeltagebied en de buitendelta's van de Waddeneilanden bijna overal gevaren met raai-afstanden van 200 m. De raaien zijn daarbij zoveel mogelijk loodrecht op de geulassen gericht. De raaigegevens worden bewerkt en opgeslagen in de vorm van een gebiedsdekkend raster met cellen van 20x20 m. De metingen voor de gesloten kust van Holland en de kust van de grote Waddeneilanden worden daarnaast ook als raaien opgeslagen.

Chemische meetprogramma's

De informatie uit de chemische meetprogramma's is vooral van waarde bij de voorbereiding en de evaluatie van de waterkwaliteitsdoelstellingen. In nationaal verband worden de gemeten concentraties getoetst aan de streefwaarde en het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) uit de vierde Nota waterhuishouding. Metingen worden ook gebruikt om trends in de tijd te detecteren, zodat het realiseren van kwaliteitsdoelstellingen kan worden gevolgd en eventueel noodzakelijkheid van bijstelling van beleid kan worden aangegeven. Voor de zoete wateren geldt dat het bepalen van vrachten als extra doelstelling is geformuleerd. In internationaal verband worden meetgegevens gebruikt om afspraken in het kader van onder andere de Europese Unie, de Internationale Rijncommissie (IRC), de Internationale Commissie ter Bescherming van de Maas (ICBM), de Internationale Commissie ter Bescherming van de Schelde (ICBS), het Trilaterale Waddenprogramma (TMAP) en de Oslo-Parijse Commissies (OSPAR) na te komen. Het huidige programma is voornamelijk gebaseerd op het bepalen van concentraties van stoffen, zoals bijvoorbeeld nutriënten in het kader van eutrofiëringsproblematiek en metalen en organische verbindingen

als verontreinigingen van niet natuurlijke oorsprong. In de toekomst zal dit waarschijnlijk gedeeltelijk gaan veranderen naar het meten van effecten van verontreinigingen, voornamelijk biologische effecten, waardoor niet alleen de effecten van reeds bekende stoffen worden meegenomen maar ook van onbekende stoffen, afbraakproducten en mengsels.

Meetstrategie algemene parameters

Metingen in water worden verricht door steekmonsters te nemen en in het laboratorium te analyseren of door ter plekke veldwaarnemingen te doen. Monsters van zwevende stof worden genomen met behulp van een centrifuge, terwijl sediment meestal met een steekbuis of happer wordt bemonsterd. De meetfrequentie verschilt: van wekelijks op belangrijke locaties, twee-wekelijks en maandelijks voor watermonsters. Zwevende stof wordt éénmaal per kwartaal bemonsterd. In de zoute wateren worden sinds 1996 eens per drie jaar sedimentmonsters genomen. Eerst is daarbij de Waddenzee en het Eems/Dollard gebied (1999) aan de beurt, daarna de hele Noordzee (2000) en in het derde jaar de Zeeuwse Delta (2001).

Meetstrategie nutriënten

Nutriënten is een ander woord voor voedingsstoffen. Deze stoffen, waarmee planten zich voeden, verrijken de wateren van nature. Er is een sterke wisselwerking met de biologische activiteit. De meetfrequentie van nutriënten is wekelijks tot maandelijks, afhankelijk van het belang en de variabiliteit op de locatie. Over het algemeen worden alleen watermonsters aan de oppervlakte genomen. Op een paar locaties wordt ook bemonsterd onder de spronglaag – als deze aanwezig is – en boven de bodem. De concentraties in de winter worden gebruikt voor toetsing aan de kwaliteitsdoelstellingen terwijl de gehalten in de rest van het jaar als aanvullende informatie worden gebruikt met het oog op algengroei.

Meetstrategie metalen

Zware metalen komen van nature voor, maar de concentraties zijn verhoogd door het menselijk handelen. Zware metalen breken niet af, blijven lang in het sediment achter en kunnen zich ophopen in organismen. Zware metalen worden in diverse delen van het ecosysteem (compartimenten) gemeten, namelijk in water, zwevende stof, sediment en organismen. Omdat de metalen voor het grootste deel aan de deeltjes in het water gebonden

zijn, is het het meest efficiënt om de gehalten in zwevende stof of sediment te meten.

Meetstrategie organische microverontreinigingen

De meeste organische microverontreinigingen komen niet van nature voor. Ze worden door menselijk handelen in het milieu gebracht. Die organische microverontreinigingen waarvan de concentraties bepaalde grenzen overschrijden, worden tijdens de monitoring gemeten. Het compartiment waarin een bepaalde stof wordt gemeten, is afhankelijk van de oplosbaarheid in water. De goed in water oplosbare stoffen worden in water gemeten, de slecht oplosbare stoffen, die soms langdurig in sediment en zwevende stof achterblijven, worden in zwevende stof en/of in sediment gemeten. Stoffen die oplosbaar zijn in vet en/of daarin accumuleren worden ook in organismen gemeten.

Meetstrategie organismen

Jaarlijks wordt op een beperkt aantal locaties een bemonstering uitgevoerd. In de zoete wateren worden stoffen gemeten in aal. In zoute wateren gaat het hierbij om mosselen in de Westerschelde en de Eems/Dollard en vis (bot en schor) in de estuaria, de kustzone en open zee. Voor de zoute locaties is er een afspraak tussen de Noordzeelanden (OSPAR) om de resultaten te verzamelen: het zogeheten Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP).

Meetstrategie radiochemie

Radioactiviteit wordt gemeten aangezien de niveaus boven de natuurlijke situatie liggen als gevolg van menselijk handelen. Ook is het meten hiervan van belang opdat we over parate kennis kunnen beschikken, mocht zich een calamiteit voordoen. Een deel van de radioactiviteit is natuurlijk van aard. De klassieke radioactiviteit wordt gemeten in water (de totale alfa- en rest-betastraling). Als onderdeel van de monitoring- inspanning wordt – afhankelijk van de stoffeigenschappen – in zwevende stof een aantal nieuwe radionucliden gemeten.

Biologische meetprogramma's

Met de informatie uit de biologische meetnetten wordt voorzien in een toenemende behoefte aan informatie over het ecologisch functioneren van de Nederlandse watersystemen. Die informatie is van belang voor het

evalueren van de effecten van menselijk handelen op de ecosystemen. In de eerste plaats is meer inzicht gewenst in de ontwikkeling en trends van specifiek biologische parameters op lange termijn. Ten tweede wordt de biologische toestand getoetst aan criteria die voortvloeien uit de functie van een watersysteem. Naast de vroegere, meestal ongestoorde, situatie die als referentie dient, spelen andere belangen zoals recreatie, scheepvaart en landbouw een belangrijke rol bij het opstellen van de zogenaamde streefbeelden voor een watersysteem in beleidsnota's. In het programma zijn de belangrijke onderdelen van het voedselweb opgenomen.

Meetstrategie plankton

Op 53 locaties verspreid over de rijkswateren worden planktonmonsters genomen. De gekozen frequentie en bemonsteringswijze verschillen per type watersysteem. In de zoute delta, de Waddenzee en de Noordzee worden monsters één keer per maand in de winter en twee keer per maand in de zomer genomen. In de zoete delta, de grote rivieren, de grote kanalen het IJsselmeergebied (inclusief de Randmeren) en het Volkerak wordt een maandelijks bemonstering uitgevoerd. De analyse van aanwezigheid van soorten en bepaling van aantallen gebeurt door middel van microscopie. Daarnaast wordt de hoeveelheid chlorofyl-a vastgesteld als maat voor de totale biomassa van het fytoplankton. De bemonstering van het plankton in de stagnante zoete wateren wordt uitgevoerd met behulp van een steekbuis waarbij de bovenste 1,5 m van de waterkolom wordt bemonsterd. De stromende zoete wateren worden met een emmer bemonsterd. In de zoute wateren worden de monsters aan de oppervlakte en, in verband met stratificatie, op enkele locaties in en onder de spronglaag genomen.

Meetstrategie vegetatie

In het IJsselmeergebied (inclusief de Randmeren), de zoete delta Volkerak en de rivieren wordt in de zomer de bedekking van waterplanten bepaald met behulp van permanente kwadranten (PQ) van 10x10 m. In de peiljaren stelt FLORON de aanwezigheid van plantensoorten op de oevers van de zoete rijkswateren in ongeveer 20% van het buitendijkse gebied vast. Van een deel van de plantensoorten wordt per kilometerhok ook de abundantie en de precieze locatie bepaald. Van 12 ecosysteemttypen wordt de floristische kwaliteit bepaald. Hierdoor worden de watersystemen gekarakteriseerd.

riseerd en kunnen veranderingen in de kwaliteit in de tijd worden waar-genomen. In de zoute kustwateren wordt door middel van luchtfoto's en veldverkenning zowel het begroeide oppervlak als het percentage bedekking met zeegras bepaald. Afhankelijk van het gebied wordt met één- of tweejarige cycli gewerkt. De met hogere planten begroeide kwelders en schorren in de getijdegebieden komen eens in de vijf jaar aan bod. Met behulp van luchtfoto's en veldwerk wordt de oppervlakte en samenstelling van de vegetatie vastgesteld. In de zoute Delta wordt jaarlijks op 9 locaties de vaak unieke levensgemeenschap op de harde substraten van de dijken in kaart gebracht.

Meetstrategie macrofauna

Bodemfauna is niet alleen een belangrijke primaire consument, maar ook een belangrijke voedselbron voor bijvoorbeeld bodemvis, garnalen, krabben, duikeenden en steltlopers. Bemonstering wordt meestal uitgevoerd met een steekbuis, happer of boxcore. Vervolgens worden de dieren op een zeef (maaswijdte 1 mm voor zoute wateren of 0,5 mm voor zoete wateren) opgevangen en gedetermineerd.

De Noordzee wordt in het voorjaar op 100 verschillende locaties bemonsterd. Sinds 1995 is deze bemonsteringsstrategie toegepast zodat we ons een beter beeld kunnen vormen van de deelgebieden op de Noordzee. Voordien was er sprake van een raaienadering waarbij op minder verschillende locaties verschillende monsters werden genomen. De zoute delta en de Waddenzee wordt in het voor- en najaar bemonsterd, waarbij in de delta op verschillende dieptes. In de zomer op 4 locaties in het rivierengebied en in september op 7 locaties in de kanalen, wordt een bemonstering van de macrofauna uitgevoerd op kunstmatig substraat. Dit substraat bestaat uit glazen knikkers in een roestvrijstalen korfje. Na een kolonisatieperiode van vier weken wordt het substraat bemonsterd. Tevens wordt in de IJssel nog een jaarlijkse bemonstering van macrofauna uitgevoerd op stenen in de oever. Deze bemonsteringen vormen één van de oudste reeksen van macrofauna in Nederland. De reeks geeft een goede weergave van de ontwikkelingen in de gemeenschap in de Rijn vanaf de jaren zeventig. Naast deze jaarlijkse bemonstering van macrofauna wordt in de zoete rijkswateren volgens een vierjarige cyclus een gebiedsdekkende macrofaunabemonstering uitgevoerd in representatieve biotopen.

Meetstrategie vissen

In de zoete rijkswateren worden vissen jaarlijks bemonsterd. Deze bemonstering is te verdelen in actieve en passieve visserij. De actieve visserij wordt uitgevoerd met behulp van kor, kuil en elektrisch schepnet. Bij de passieve visserij wordt op 30 locaties door beroeps-vissers hun vangst en bijvangst geregistreerd. De gegevens over de visstand in de zoute wateren komen uit twee verschillende informatiebronnen. De bestandsschattingen van de commerciële soorten zijn primair gebaseerd op de vangsten van de Europese visserijvloot. Zowel markt bemonsteringen op de visafslagen als de logboekregistratie van iedere individuele visser worden gebruikt voor het totaalbeeld. Gegevens van niet-commerciële soorten en juveniele vissen worden verzameld in specifieke monitoringprogramma's. Deze programma's leveren ook gegevens over schaal- en schelpdieren. Het Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO-DLO) is verantwoordelijk voor de uitvoering van deze monitoring en de bewerking van visgegevens in de zoute wateren.

Meetstrategie amfibieën

Sinds 1999 is het RIZA-meetnet amfibieën operationeel. Door hun levenswijze zijn deze dieren geschikt om lokale effecten van inrichtingsmaatregelen te monitoren. Langs de Rijntakken, de Maas en de Zoete Delta worden jaarlijks respectievelijk 6, 5 en 4 locaties onderzocht. Vier keer per jaar worden 5 extra locaties per watersysteem gedaan. Een proefgebied is een locatie met verschillende voortplantingswateren in een landschap-pelijk homogeen gebied. Per proefgebied wordt de overvloed of abundantie van alle aanwezige soorten geschat. Van deze wateren wordt de soortensamenstelling met een abundantieschatting genoteerd. De tellingen worden uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van de RAVON-werkgroep monitoring.

Meetstrategie vogels

Vogeltellingen in de zoete rijkswateren en de zoute delta vinden zo veel mogelijk maandelijks plaats. Voor deze tellingen is het gebied opgesplitst in deelgebieden waarin de aantallen per soort worden geregistreerd. Afhankelijk van het gebied wordt een combinatie van landtellingen, boottellingen en vliegtuigtellingen uitgevoerd. Met name in de getijdewateren wordt geteld als de vogels zich concentreren op de hoogwatervluchtplaatsen.

In de Waddenzee worden door sovon Vogelonderzoek Nederland in opdracht van het IKC drie integrale tellingen per jaar uitgevoerd, aangevuld met tellingen om de 14 dagen in steekproefgebieden. De tellingen van de zee-eenden in de voordelta, kustzone en Waddenzee worden door RIKZ vanuit een vliegtuig gedaan. Tellingen van zeevogels op de Noordzee worden uit-gevoerd door zesmaal per jaar vaste routes over het Nederlands Continentaal Plat te vliegen. Tijdens deze vluchten worden ook de waargenomen zeezoogdieren geregistreerd. De tellingen in de zoete wateren worden uitgevoerd door vrijwilligers en gecoördineerd door sovon Vogelonderzoek Nederland. Binnen Rijkswaterstaat wordt geteld door de directies Zuid-Holland en Zeeland en RIZA. Sovon coördineert voor RIZA ook het broedvogelmeet-net. Dit meetnet is in 1999 opgestart en afgestemd op de ecotopenkartering. Hierdoor kunnen voor geselecteerde indicatieve soorten per hoofdwatersysteem trends worden bepaald per ecotoopklasse.

Meetstrategie zeezoogdieren

De zeehondentellingen in de Waddenzee worden uitgevoerd door het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) op Texel. In de Delta zijn dit Provincie Zeeland en RIKZ.

Meetstrategie ecotoxicologie

Ecotoxicologische bepalingen richten zich op de accumulatie van microverontreinigingen in aal en driehoeksmosselen en op de bepaling van de toxiciteit van water en waterbodems met behulp van bioassays. De metingen vallen samen met de metingen voor het chemisch meetnet of volgen de peiljarencyclus.

Meetstrategie ecotopenkartering

Eenmaal per acht jaar wordt per watersysteem een gebiedsdekkende ecotopenkaart gemaakt. De landschapseenheden op deze kaarten worden gekarakteriseerd door hydrodynamiek, morfodynamiek en het beheer ter plekke. De kaarten worden gebaseerd op true-color luchtfoto's van schaal 1:10.000 en aanvullende informatie over bijvoorbeeld waterdiepte en overstromingsduur. De kartering wordt uitgevoerd in samenwerking met de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat.



Colofon

© Rijkswaterstaat, Den Haag en Lelystad 2000

De Kroniek 1999 maakt deel uit van het Jaarboek Monitoring Rijkswateren 1999 en is uitgegeven in opdracht van het Hoofdkantoor van de Rijkswaterstaat. Deze editie van het Jaarboek Monitoring Rijkswateren vormt de 146^e jaargang.

ISSN-nummer 0928-4214

Oplage 1000 exemplaren

Redactie Direct Dutch Publications bv, Den Haag

Beeldredactie Frank Vijverberg (RIKZ) en Trudi G.Y. van Tilborgh

Ontwerp en vormgeving Van Tilborgh Ontwerp, Amsterdam

Druk sdu, Den Haag

Samenstelling en inhoudelijke adviezen

RIZA, Postbus 17, 8200 AA Lelystad, 0320-29 84 11

In het bijzonder: Karin de Beer en Marca Schrap

RIKZ, Postbus 20907, 2500 EX Den Haag, 070-311 43 11

In het bijzonder: Douwe Dillingh, Henk Oosterwijk (coördinator Jaarboek 1999),

Frank Vijverberg (coördinator Kroniek 1999)

Auteurs

Journal

De stormen – Jan Kroos (RIKZ)

Verslag Maashoogwater rond de Kerst – Aldo Jansen (Directie Limburg)

Calamiteiten – René Breukel (RIZA)

Hoge watertemperaturen zoute wateren – Koos Doekes, Douwe Dillingh (beiden RIKZ)

Resultaat Monitoring

PAK's nog niet binnen de perken – Sandra Mol (RIZA), Sofie Stolwijk, Otto Swertz (beiden RIKZ)

Metalen in de zoete wateren – René Breukel (RIZA)

Metalen in de zoute wateren – Otto Swertz (RIKZ)

Floristisch Meetnet: de planten aan de waterkanten – Baudewijn Odé (FLORON)

Knobbelzwanen kiezen kranswier – Jan Beekman (Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek,

Centrum voor Limnologie (NIOO-CL)

Kleine zwanen kleiner in aantal – Jan Beekman (Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek,

Centrum voor Limnologie (NIOO-CL)

Amerikaanse worm hier gesetteld? – Karel Essink (RIKZ)

Japanse oester: verrijking of plaag? – Karel Essink (RIKZ)

De kust, een plaatje – Peter Heinen (RIKZ)

Het veranderend klimaat

Koos Doekes, Douwe Dillingh, Peter Heinen, John de Ronde (allen RIKZ) Matthijs ten Harkel, Wout van Vuuren, Marjolein Haasnoot (allen RIZA), Hans Middelkoop (Fysische Geografie, Universiteit Utrecht)

Kwaliteit van de Monitoring

Van GMP naar goede meetpraktijk – Wilfried de Waal (RIKZ)

Vergelijkingstoets vier meetschepen – Wim Schreurs (RIKZ)

RIKZ nu ook Sterlab – Erik Evers (RIKZ), Gerda Tielens (RIZA)

QUASH: van monsternamen tot analyse – Erik Evers, Foppe Smedes (RIKZ)

Controle van lodingen verloopt gladjes – Peter Heinen, Richard Duin (RIKZ)

Monitoringprogramma's zoute en zoete wateren

Fysische meetprogramma's – Matthijs ten Harkel (RIZA), Koos Doekes (RIKZ), Peter Heinen (RIKZ)

Chemische meetprogramma's – Andrea Houben (RIZA), Hans van Zeijl (RIKZ)

Biologische meetprogramma's – Piet Bergers (RIZA), Max Latuhihin (RIKZ)

Bestelinformatie

Het Jaarboek Monitoring Rijkswateren 1999 is aan te vragen bij RIZA en RIKZ.

Aan de levering van het Jaarboek Monitoring Rijkswateren 1999 aan bedrijven, instellingen en particulieren buiten het Ministerie van Verkeer en Waterstaat zijn kosten verbonden.

Kroniek 1999	boek	à f 25
--------------	------	--------

Presentator 1999	cd-rom*	à f 25
------------------	---------	--------

(*bevat tevens digitale versie van de Kroniek 1999)

Adressen

- Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ

BasisInfoDesk postbus 20907 2500 EX Den Haag

telefoon (070) 311 44 44 telefax (070) 311 45 00 e-mail basisinfodesk@rikz.rws.minvenw.nl

- Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling / RIZA

WaterDataDesk Postbus 17 8200 AA Lelystad

telefoon 06 51 99 77 41 telefax 0320 24 92 18 e-mail waterdatadesk@riza.rws.minvenw.nl

Er is de uiterste zorg besteed aan de inhoud van het Jaarboek Monitoring Rijkswateren 1999.

Toch kunnen er fouten zijn achtergebleven. Voor eventuele gevolgen hiervan kunnen het RIKZ en het RIZA niet aansprakelijk worden gesteld. U mag voor eigen gebruik kopieën maken. Voor commerciële toepassingen dient officieel toestemming te worden gevraagd bij RIZA of RIKZ.

Fotoverantwoording

Omslag Westzijde Terschelling ter hoogte van Kroonpolders paal (MD)

Fotoserie

Het thema van de fotoserie is 'klimaat, menselijk handelen en het milieu'

Pagina 2 De Noordzee bij vloed (Foto Natura)

Pagina 6 Waterwingebied van de Amsterdamse waterleiding in de duinen bij Zandvoort (MD)

Pagina 10 Storm en extreem hoog water in Zeeland 7-11-99 (Stavenisse, Scherpenisse, St. Annaland)
(Wim van Vossen/ANP)

Pagina 14 Heide bij Posbank op de Veluwezoom (Flip de Nooyer/Foto Natura)

Pagina 18 Waterverontreiniging Noordzee (Bavaria/Benelux Press)

Pagina 22 Laagwater Grensmaas 1995: erosie in de binnenbocht tegenover Kotem (MD)

Pagina 26 Industriecomplex IJmuiden (MD)

Pagina 30 Drimmelen, een van de grootste jachthavens 9-9-97 (Ad Snelderwaard/ANP)

Pagina 34 Kust Noord Holland (Eric Wanders/Benelux Press)

Pagina 38 Toepassing drainage in de landbouw (Foto Natura)

Pagina 42 Schip en kraan in Rotterdam 6-7-98 (Fred Steenman/ANP)

Pagina 46 Zandsuppletie van strand en duinen te Texel dmv opspuiting (MD)

Pagina 50 Spitsbergen, stuk gletsjer breekt af en valt in het water (Peter Groenendij/The Picture Box)

Pagina 54 Flevocentrales (windmolens) bij Lelystad, Oostelijk Flevoland (Danny Elliger/Foto Natura)

Pagina 58 Blaaswier onder water (Fucus vesiculosus) (Hans Leijnse/Foto Natura)

Pagina 62 Glastuinbouw in 1995 (Karel Tomei/Flying Camera)

Pagina 66 Zandstrand bij eb (Eddy Marissen/Foto Natura)

Pagina 70 Situatie van wegen en landschap bij Prinsenbeek-Zonzeel (MD)

Pagina 74 Draadal (Wil Meinderts/Foto Natura)

Pagina 78 Weersverschijnselen/stapelwolken (Wil Meinderts/Foto Natura)

Het Jaarboek Monitoring Rijkswateren in vogelvlucht

Twee producten

De Kroniek is om te lezen: het is het verhaal van de belangrijkste gebeurtenissen in de rijkswateren, gericht op toestand en trend met als doel globale informatie te bieden.

De Presentator is een pc-programma waarin een schat aan statistische gegevens over de toestand van de rijkswateren is opgenomen. De gegevens kunnen naar eigen keuze in een grafiek of tabel worden getoond en gemakkelijk in een eigen toepassing worden gebruikt.

Drie informatiedragers

drukwerk

Kroniek representatieve uitgave in full colour, gebonden met linnen rug, formaat 268 x 223 mm.

cd-rom

Presentator pc-programma onder Microsoft Windows 95 dat gebruik maakt van een database op de cd-rom. De cd-rom bevat tevens de Kroniek in een afprintbare digitale uitvoering.

internet

Informatie over het Jaarboek Monitoring Rijkswateren, afprintbare digitale uitvoeringen van alle verschenen Kronieken, een overzicht van de mogelijkheden van de Presentator en een bestelmogelijkheid zijn te vinden op <http://waterland.net/jmr>