

De bedreiger bedreigd. De wisselwerking tussen menselijke invloed en natuurlijke processen in de bewoningsgeschiedenis van een waterrijk gebied

G. J. BORGER

INLEIDING

Het menselijk leven en samenleven is vanouds ingebed in een omgeving die door natuurkrachten wordt beheerst. Wetenschap en techniek hebben de mens in staat gesteld de invloed van de natuur terug te dringen, maar niet alleen door waternood of watersnood, aardbeving of blikseminslag wordt de overmacht van de natuurkrachten steeds weer voelbaar. Desondanks zal in deze inleiding vooral aandacht worden besteed aan de invloed van de mens op de natuur. De krantenlezer zal het niet onbekend zijn dat de mens in staat is zulke ingrijpende veranderingen in de natuurlijke gesteldheid van zijn woonomgeving aan te brengen dat daardoor het evenwicht in de natuur wordt verstoord. Het behoort tot de verworvenheden van de moderne samenleving om in dit verband op een groot aantal voorbeelden te kunnen wijzen. Gemakshalve beperken wij ons hier tot verschijnselen als de degeneratie van de bossen, de eutrofiëring van het oppervlaktewater, de vergroting van de Sahara en de stijging van de zeespiegel. Als gevolg van dit door menselijk handelen verstoorde, evenwicht komen in de natuur processen op gang die zich na verloop van tijd aandienen als een bedreiging van het menselijk bestaan door de natuur. Van een bedreiger van de natuur wordt de mens dan een door de natuur bedreigde.

Anders dan vaak wordt verondersteld, is het bovengenoemde aspect van de wisselwerking tussen menselijke invloed en natuurlijke processen niet een modern verschijnsel. Het is een aspect van de bewoningsgeschiedenis waarvan de wortels terugreiken tot in de vroegste fasen van het neolithicum. Met name in een laaggelegen gebied als de Nederduitse kustvlakte hebben kleine verstoringen in het evenwicht tussen menselijke ingrepen en natuurlijke reacties de eeuwen door grote gevolgen gehad voor de bewoningsmogelijkheden. Een belangrijk deel van de bewoningsgeschiedenis van dit gebied is bepaald door de gevolgen van dergelijke verstoringen. Voordat wij daarop dieper kunnen ingaan, moeten we eerst stilstaan bij de merkwaardige aard en het veranderlijke karakter van de wisselwerking tussen menselijke invloed en natuurlijke processen in het algemeen. De eisen die de mens en de menselijke samenleving stelt aan het eigen bestaan en het karakter van de woonomgeving zijn in de loop der eeuwen veranderd, maar gemeten op de historische tijdschaal is ook de natuur geen constante factor. Het is daarom gewenst de aard van deze dubbele veranderlijkheid en de gevolgen daarvan voor de wisselwerking tussen mens en natuur nauwkeuriger te bepalen. Vervolgens zullen we dieper ingaan op een aantal processen die zich aandienen als natuurlijk, maar in

feite in meer of mindere mate onbedoelde neveneffecten zijn van menselijk handelen.

DE VERANDERLIJKHEID VAN DE NATUUR

Uit de afwisseling van ijstijden en interglaciale perioden met temperatuurmaxima blijkt dat de natuurlijke gesteldheid van het aardoppervlak voortdurend aan veranderingen onderhevig is geweest. Hieronder zal nog blijken dat deze ingrijpende klimaatveranderingen niet alleen sterke invloed hebben uitgeoefend op de samenstelling van flora en fauna, maar bijvoorbeeld ook op de natuurlijke processen die samenhangen met het veranderende gedrag van de grote rivieren. Dergelijke processen zijn vooral waarneembaar op een geologische tijdschaal ¹ en worden dan ook als regel bij historisch onderzoek geheel buiten beschouwing gelaten. Maar vergelijkbare veranderingen in de natuurlijke gesteldheid van de menselijke woonomgeving kunnen echter ook op een historische tijdschaal worden vastgesteld. Zo heeft historisch onderzoek het bestaan aangetoond van een klimaatoptimum in de volle middeleeuwen ² en van een 'kleine ijstijd' ³ rond de zestiende eeuw. Eigentijdse voorbeelden van veranderingen in flora en fauna zijn het verdwijnen van de blauwgraslanden ⁴, het vergrassen van de heidevelden ⁵, de verandering in het verspreidingsgebied van de Turkse tortel ⁶ en de voorkeur voor een andere ecotoop bij de steenmarter ⁷.

Het is vaak moeilijk om bij dergelijke, in tijd en ruimte kleinschalige veranderingen in de wisselwerking tussen menselijke invloed en natuurlijke processen oorzaak en gevolg goed te onderscheiden. Het verdwijnen van de blauwgraslanden en het vergrassen van de heidevelden wordt aan de mens toegeschreven, terwijl het andere gedragspatroon van de Turkse tortel en de steenmarter hooguit indirect met de invloed van de mens in verband wordt gebracht. Onvoldoende kennis van de wisselwerking tussen antropogene en natuurlijke processen en de daarin werkzame oorzaak-gevolg-relaties kan tot merkwaardige conclusies leiden. Ook daarvan een voorbeeld.

1 W. H. Zagwijn, *Nederland in het Holoceen* ('s-Gravenhage, 1986) 8-10; J. I. S. Zonneveld, *Tussen de bergen en de zee. De wordingsgeschiedenis van de Lage Landen* (Utrecht, 1980) 203-221.

2 H. Flohn, *Das Problem der Klimaänderungen in Vergangenheit und Zukunft* (Darmstadt, 1985) 131-135.

3 *Ibidem*, 125-131; M. K. E. Gottschalk, *Stormvloeden en rivieroverstromingen in Nederland*, in (Assen, 1977) 420-424.

4 H. P. Gorter, *Ruimte voor natuur. 80 Jaar bezig voor de natuur voor de toekomst* ('s-Graveland, 1986) 37 en 140.

5 *Ibidem*, 398.

6 O. Rackham, *The History of the Countryside* (Londen, 1986) 52; R. M. Teixeira, ed., *Atlas van de Nederlandse broedvogels* ('s-Graveland, 1979) 188-189.

7 S. Broekhuizen, G. J. D. M. Mueskens, 'Wat is er met de steenmarter *martes foina* (Erxleben, 1777) in Nederland aan de hand? Beschouwing van de Nederlandse verspreidingsgegevens van de steenmarter vanaf het einde van de vorige eeuw tot heden', *Lutra*, XXVII (1984) 261-273.

Delen van Enschede worden de laatste jaren in toenemende mate geplaagd door wateroverlast. In veel stadstuinen is de roeiboort tot een nuttig gereedschap geworden. Aangezien de afwatering van ook dit gedeelte van de Nederlandse zandgronden sedert de tweede wereldoorlog aanzienlijk is verbeterd⁸, lijkt deze wateroverlast vooral een gevolg te zijn van een vergroot neerslagoverschot. De jaren 1970 hebben in Europa inderdaad een afwijkend neerslagpatroon te zien gegeven: in de periode 1971-1978 volgden zeven bijzonder zachte winters elkaar op en het jaar 1974 bracht de natste herfst in 300 jaar⁹. Toch is er weinig reden om de wateroverlast in Enschede in verband te brengen met een klimaatverandering. Twente was vanouds een gebied met grote wateroverlast¹⁰. Kort na 1900 maakte de textielindustrie echter een begin met het oppompen van grondwater om zo te kunnen beschikken over het benodigde proceswater¹¹. Met het stilleggen van de textielindustrie kwam er een einde aan de verlaging van de grondwaterstand en rond 1980 deden zich weer de eerste problemen voor in de vanouds door wateroverlast geplaagde gebieden.

LAAGLAND: EEN KWETSBAAR EVENWICHT

Naar oppervlakte gemeten bestaat meer dan de helft van Nederland uit afzettingen die zijn gevormd tijdens de jongste geologische periode: het Holoceen. Vooral het kust- en rivierengebied onderging de laatste 10.000 jaar voortdurend veranderingen en 'water' speelde daarbij een belangrijke rol¹². In het begin van het Holoceen kregen de rivieren door de lage stand van de zeespiegel en het ontbreken van een plantendek elk jaar in korte tijd grote hoeveelheden water te verwerken. Dergelijke wilde rivieren sleepten ook veel zand en grind met zich mee en een belangrijk deel van dat sediment werd gebruikt voor de opbouw van het deltagebied. Was bij hoogwater de hele riviervlakte overstroomd, dan kon het snel stromende water in korte tijd een geheel nieuw stelsel van zandplaten en geulen doen ontstaan¹³.

Na verloop van tijd verdwenen de extreem koude klimaatomstandigheden in Noordwest-Europa en kon het bos zich herstellen. De bosbegroeiing hield water en bodem vast, zodat de waterafvoer veel gelijkmatiger over het jaar werd verdeeld en de sedimentlast van de grote rivieren verminderde. Rijn en Maas voerden dan ook

8 J. Groeneveld, *Veranderend Nederland. Een halve eeuw ontwikkelingen op het platteland* (Maastricht, 1985) 26-28 en 152-153; J. J. de Vries, *Anderhalve eeuw hydrologisch onderzoek in Nederland* (Amsterdam, 1982) 104-105.

9 H. J. A. Berendsen, 'Klimaatveranderingen op verschillende tijdschalen: heeft het verleden ook een toekomst?', *Geografisch Tijdschrift*, XXI (1987) 302.

10 Gorter, *Ruimte*, 211-213.

11 F. J. Schuurman, F. G. Aelmans, *Grondwateroverlast in de gemeente Enschede* (Rapport TNO, 1982); H. Stoiker, 'Stad en water. Een evaluatie van de waterproblematiek van Enschede met behulp van het Globaal Ecologisch Model' (scriptie NLO; Enschede, 1982).

12 Zagwijn, *Nederland*, 7 en 10-13.

13 *Ibidem*, 24.

onvoldoende materiaal aan om de opbouw van de delta gelijke tred te laten houden met de relatief snelle stijging van de zeespiegel. Als gevolg daarvan breidde de Noordzee zich uit zodat grote delen van de kustvlakte in Noord- en West-Nederland overstromden. Sedert 5000 BP¹⁴ zwakte die snelle zeespiegelstijging langzaam af. Wind en golven waren toen in staat om sediment van de zeebodem kustwaarts samen te drijven tot een min of meer gesloten gordel van strandwallen. Achter deze strandwallenkust verzoette het milieu en ontstonden gunstige voorwaarden voor veengroei. Alleen door deze snelle en omvangrijke veengroei bleef de delta van Rijn en Maas boven water. Iedere verstoring van het evenwicht in een deel van de kustbarrière geeft de zee echter de gelegenheid om op verwoestende wijze door te dringen in het achterliggende veengebied¹⁵. De huidige versnelde stijging van de zeespiegel is slechts de meest recente in een lange serie van pogingen tot verstoring van dat evenwicht.

FLUCTUATIES IN DE ZEESPIEGELSTAND

Het is niet nauwkeurig bekend welke veranderingen er aan de Nederlandse kust zijn opgetreden in de stand van de zeespiegel gedurende de laatste 3000 jaar. Op het ogenblik wordt aangenomen dat de zeespiegel in de Romeinse tijd circa 30-50 cm beneden NAP stond. Dat komt neer op een gemiddelde zeespiegelstijging van circa 2 cm per eeuw, maar uit peilschaalwaarnemingen is al langer bekend dat de stijging gedurende de laatste eeuw veel groter was dan deze gemiddelde waarde, namelijk 15 cm. Gedurende de laatste decennia is de zeespiegel echter nog weer aanmerkelijk sneller gestegen dan in het begin van deze eeuw¹⁶. De stijging van 2 cm per eeuw voor de periode sedert de Romeinse tijd is dus niet meer dan een gemiddelde waarde. Goed inzicht in de dreiging die de zee in deze periode heeft gevormd voor de menselijke bewoning van het kustgebied vraagt om nauwkeuriger gegevens over de feitelijke stand van de zeespiegel op een bepaald moment. Dergelijke gegevens zijn op het ogenblik echter onvoldoende beschikbaar.

Vaak wordt beweerd dat de versnelde zeespiegelstijging gedurende de laatste eeuw een gevolg is van het verstoken van fossiele brandstoffen en de vervuiling van de atmosfeer. Onmiskenbaar hebben die processen een broeikas-effect tot gevolg waardoor de aarde als geheel langzaam wordt opgewarmd en overal ter wereld gletschers en ijskappen afsmelten. Ook de opwarming van het water in de oceanen speelt een rol bij de zeespiegelstijging. Al op korte termijn zal dit broeikas-effect ingrijpende gevolgen hebben voor de bewoningsmogelijkheden van de laaggelegen gebieden ter wereld. Tegen het einde van de eenentwintigste eeuw zal

14 BP betekent Before Present. Het gaat om het jaar 1950 in ¹⁴C-datering.

15 Zagwijn, *Nederland*, 17-22; A. Stolk, J. Wiersma en T. J. Zitman, 'Deelrapport 3: Literatuurstudies grootschalige processen. Kustgenese. Grootschalige vorming en ontwikkeling van de Nederlandse kust. Fase I (intern rapport) Rijkswaterstaat e. a.' (1987) 2-15.

16 Zagwijn, *Nederland*, 11-12.

de zeespiegelstand zeker 0,60 m hoger zijn dan tegenwoordig maar volgens andere benaderingen moet men zelfs rekening houden met een zeespiegelstijging van 3,50 m¹⁷. In dat geval is Nederland zeker niet het enige gebied dat wordt bedreigd.

In het kader van het project Kustgenese wordt nagegaan wat de gevolgen van de komende zeespiegelstijging zullen zijn voor de Nederlandse kust¹⁸. Gebrek aan kennis omtrent het verleden bemoeilijkt daarbij vaak een goede inschatting van de toekomstige ontwikkelingen. De versnelde stijging van de zeespiegelstand gedurende de laatste eeuw, zoals die is gebleken uit de peilschaalwaarnemingen, is namelijk de resultante van de trendmatige fluctuaties in de zeespiegelstand gedurende het Holoceen en de breuk in die trend als gevolg van het broeikaseffect. Door onvoldoende gegevens over de feitelijke zeespiegelstand in het verleden bestaat er nog veel onduidelijkheid over die trendmatige fluctuaties en is het niet mogelijk om nauwkeurig aan te geven in welke mate de zeespiegel inmiddels door het broeikaseffect is gestegen en in de toekomst nog zal stijgen. Gericht historisch onderzoek naar de stand van de zeespiegel in het verleden kan dan ook een wezenlijke bijdrage leveren aan de planvorming aangaande de toekomstige verdediging van de Nederlandse kust. Daarmee zijn wij terug bij een onderwerp dat al langer, met name in Nederland, in verschillende disciplines onderwerp van discussie is geweest: het vermeende voorkomen van onderscheiden transgressie- en regressiefasen in het kustgebied van de Nederduitse Laagvlakte.

TRANSGRESSIES EN REGRESSIES?

Uit de afwisseling van klei-, zand- en veenlagen in de bodem van West- en Noord-Nederland blijkt dat de holocene stijging van de zeespiegel geen lineair verlopen proces is geweest. Perioden waarin de zee op grote schaal achter de strandwalenkust zand en klei kon afzetten, moeten zijn afgewisseld met perioden waarin het land (veen) zich ten koste van de zee uitbreidde. De periodieke ophoging van de terpen in het noordelijke zeekleigebied laat zien dat wisselingen in de bewoonbaarheid van de Nederlandse kustvlakte zich tot in historische tijden hebben voorgedaan. Sedert de jaren 1950 is het in Nederland gewoonte geweest om dergelijke afwisselingen te zien als een bewijs voor het bestaan van trans- en regressiefasen in de landschapontwikkeling van het kustgebied. Kort samengevat steunde de hypothese met betrekking tot de transgressie- en regressiefasen op de gedachte dat klimaatveranderingen hebben gezorgd voor een massale uitwisseling van water tussen de wereldzeeën en de met landijs bedekte gebieden¹⁹. Gedurende warmere

17 W. S. Newman, R. W. Fairbrige, 'The Management of Sea-Level Rise', *Nature*, CCCXX (27 maart 1986) 319.

18 H. G. Wind, e. a., 'Vervormend Nederland', *De Ingenieur*, XCVII (oktober 1985) 13-25.

19 J. Bennema, 'Bodem- en zeespiegelbewegingen in het Nederlandse kustgebied', *Boor en Spade*, VII (1954) 64-73.

klimaatperioden zou de zeespiegel sterk zijn gestegen door het versneld afsmeken van gletschers en ijskappen²⁰. Onder die omstandigheden kon de zee in laag gelegen gebieden als de Nederlandse kustvlakte op grote schaal zand en klei afzetten. Tijdens koudere perioden werd het water uit de oceanen echter massaal vastgelegd in de zich sterk vergrotende massa's landijs zodat de stijging van de zeespiegel werd vertraagd en mogelijk zelfs omgezet in een verlaging. Gedurende enige tijd zou de zee zich ook uit het Nederlandse kustgebied hebben teruggetrokken zodat op de droogvallende kwelders bewoning mogelijk werd. Elders werden de oudere zand- en kleiafzettingen door een veenlaag overdekt. Op grond van historische gegevens nam men aan dat deze afwisseling van koudere en warmere perioden werd gekenmerkt door een periodiciteit van circa 250 jaar²¹.

Doordat deze gedachten met betrekking tot de veronderstelde trans- en regressiefasen een groot aantal geologische, geografische, archeologische en historische verschijnselen in een oorzakelijk verband plaatste, heeft deze hypothese het onderzoek in verschillende disciplines sterk gestimuleerd. In de afgelopen decennia is de kennis van deze verschijnselen sterk vergroot en het inzicht in de samenhang ervan verdiept. Daardoor is het thans mogelijk de uitgangpunten van de oorspronkelijke hypothese ter discussie te stellen²². Deze discussie wordt echter bemoeilijkt door een terminologische verwarring: veel auteurs hebben de gewoonte om de begrippen 'transgressie' en 'regressie' nu eens voor een afzetting te gebruiken en dan weer voor een periode. Overal waar 'afzetting' en 'periode' dooreen worden gehaald, is het gewenst zich kritisch op te stellen tegenover de vermeende onderzoeksresultaten. Het zou te ver voeren hierop thans dieper in te gaan. Twee andere bedenkingen zullen in het onderstaande wel verder worden uitgewerkt. In de eerste plaats staat het te bezien of de historisch bekende klimaatveranderingen in staat zijn geweest om binnen een periode van 250 jaar zo veel water tussen de wereldzeeën en de met landijs bedekte gebieden over te hevelen dat daarvan een merkbare invloed op de zeespiegelstand is uitgegaan. In de tweede plaats is het weinig voor de hand liggend om regionaal of soms slechts lokaal waargenomen verschijnselen te willen verklaren met wereldwijde klimaatveranderingen of een mondiale zeespiegelstijging. Regionaal werkende processen in de landschapontwikkeling en met name de mens als landschapsvormende factor kunnen een aantal van dergelijke verschijnselen veel beter verklaren²³.

20 Stolk, 'Deelrapport 3', 16-28.

21 Bennema, 'Bodem- en zeespiegelbewegingen', 72-73; Stolk, 'Deelrapport 3', 40-44.

22 J. J. J. M. Beenakker, 'Een onderzoek naar de beheersing van het binnenwater; gevolgen voor landschap en bewoning', in: H. van der Wüsten, ed., *Postmoderne aardrijkskunde. De sociografische traditie voortgezet* (Muiderberg, 1987) 213-215; G. J. Borger, 'The Human Part of Landscape Evolution', in: A. G. J. Dietvorst, F. J. P. M. Kwaad, *Geographical Research in the Netherlands, 1978-1987* (Amsterdam, 1988) 65-66.

23 Beenakker, 'Onderzoek', 214-218.

TRANSGRESSIEFASE EN STORMVLOEDFREQUENTIE

In vergelijking met het grove geweld waarmee wind en golven tijdens een zware storm de kust bewerken, lijkt de invloed van zelfs een snelle zeespiegelstijging op de kustontwikkeling verwaarloosbaar. Ook de actuele ervaring leert dat het door stormwind opgezweepte water de grootste bedreiging vormt voor de bewoonbaarheid van het kustgebied. Toch heeft een kritische bestudering van de beschikbare historische gegevens betreffende stormen en stormvloeden niet geleid tot een bevestiging van de veronderstelde periodiciteit met betrekking tot transgressies en regressies in het Nederlandse kustgebied²⁴. Inmiddels is echter duidelijk geworden dat de grootste bedreiging van de Nederlandse kust niet wordt gevormd door de incidenteel optredende, extreem zware stormen maar door de frequentie waarmee stormen van mindere hevigheid de kust bewerken²⁵. Een herbewerking van het door Gottschalk verzamelde materiaal is dus nodig om te kunnen vaststellen of de gegevens betreffende de aantasting van de Nederlandse kustgebieden in historische tijd sporen met de ten aanzien van de transgressies en regressies veronderstelde periodiciteit²⁶.

De geologische tijdschaal dwingt ertoe de waargenomen verschijnselen naar tijd en ruimte in een groot kader te plaatsen. Daardoor zullen begrippen als transgressies en regressies bij het interpreteren van aardwetenschappelijke waarnemingen noodzakelijk blijven. Bij het zoeken naar verklaringen dient men echter rekening te houden met het bestaan van een faseverschil van onbekende tijdsduur tussen het optreden van de oorzaken en het waarneembaar worden van de gevolgen. Er is dan ook geen reden om aan te nemen dat de periodiciteit in het voorkomen of ontbreken van bepaalde afzettingen synchroon zal zijn verlopen aan het optreden van variaties in de mogelijke oorzakelijke factoren²⁷. Met name voor het onderzoek van de transgressies en regressies in de jongere tijdspannen is deze bedenking van belang. Daardoor blijft het voorlopig nog onzeker of deze begrippen het historische onderzoek verder kunnen helpen.

De nieuwe stand van zaken dwingt ertoe rekening te houden met de mogelijkheid dat de afwisseling in de bewoonbaarheid van het kustgebied een veel grotere regionale verscheidenheid heeft gekend dan tevoren voor mogelijk werd gehouden. Daarmee komt ter discussie te staan welke verklarende waarde toegekend moet worden aan de werking van de met klimaatschommelingen samenhangende externe factoren. Naar dergelijke globaal werkende natuurlijke processen moet niet als eerste verwezen worden ter verklaring van regionaal of zelfs slechts lokaal waargenomen verschijnselen. Veel meer dan tevoren moet er rekening worden gehouden

24 Gottschalk, *Stormvloeden*, III, 422-424.

25 Stolk, 'Deelrapport 3*', 61-63.

26 Zagwijn, *Nederland*, 12-13.

27 W. Roeleveld, 'De bijdrage van de aardwetenschappen tot de studie van de transgressieve activiteit langs de zuidelijke kusten van de Noordzee', in: A. Verhulst, M. K. E. Gottschalk, *Transgressies en occupatiegeschiedenis in de kustgebieden van Nederland en België* (Gent, 1980) 297-306.

met de regionale en lokale context van de waarnemingen. In het bijzonder in veengebieden en in mindere mate ook in gebieden met ongerijpte kleiafzettingen kan een door de mens bewerkte verbetering van de waterhuishouding een belangrijke maaiveldaling veroorzaken en zo de gevoeligheid van een gebied voor aantasting door de gecombineerde invloed van golven en wind gemakkelijk vergroten. Pas als een beter inzicht is verkregen in de regionale samenhang van de waargenomen verschijnselen, kan een poging worden ondernomen om de werking van globale processen op het spoor te komen door onderlinge vergelijking van nauwkeurig bestudeerde gebieden²⁸.

KLIMAATVERANDERING

Klimaat is de gemiddelde waarde van de weersverschijnselen op een bepaalde plaats gedurende een aangegeven periode. Op zichzelf genomen zal elk jaar in die periode dus weersverschijnselen te zien geven die afwijken van de gemiddelde waarde. Afhankelijk van de ligging van de hoge- en lagedrukgebieden zal de afwijking van die gemiddelde waarde kleiner of groter zijn. Het optreden van extreem droge, koude of natte omstandigheden is dus niet meteen een aanwijzing voor een klimaatverandering. Van klimaatverandering is slechts sprake als er een significante afwijking kan worden vastgesteld in de statistische kenmerken van het klimaat.

Doordat het klimaat per definitie plaatsgebonden is, mag aan de gegevens betreffende klimaatveranderingen ook slechts een lokale betekenis worden toegekend. De afwijkingen van de gemiddelde waarde zijn namelijk vaak slechts het gevolg van een afwijkende verdeling van de hoeveelheden warme en koude lucht terwijl omvang en de kenmerken van die luchtmassa's niet veranderd hoeven te zijn. Zo waren de winters 1977/1978 en 1978/1979 in Noord-Amerika zeer koud maar in West-Europa bijzonder zacht, terwijl de winters 1984/1985 en 1986/1987 in West-Europa bijzonder streng waren maar in Rusland zacht. Waarneming van afwijkende klimaatomstandigheden door het onderzoek van gletschers, jaarringen, of zuurstof-isotopen²⁹ geeft dus hooguit informatie over de situatie op een bepaalde plaats. Toch is het historisch klimaatonderzoek met name geïnteresseerd in de reconstructie van veranderingen in grotere gebieden. Het is echter onjuist om aan te nemen dat bijvoorbeeld een periode met verstuiwingen in de duinen³⁰ een parallel gehad zal hebben in het optreden van grootschalige verstuiwingen op de zandgronden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland.

De historisch bekende veranderingen in het klimaat worden meestal gezien als het

28 G. J. Borger, 'Die mittelalterliche und frühneuzeitliche Marschen- und Moorbesiedlung in den Niederlanden', *Siedlungsforschung. Archaeologie-Geschichte-Geographie*, II (1984) 104-105.

29 Berendsen, 'Klimaatveranderingen', 303-312.

30 W. H. Zagwijn, 'The Formation of the Younger Dunes on the West Coast of the Netherlands (AD 1000-1200)', *Geologie en Mijnbouw*, LXIII (1984) 259-268.

resultaat van autonome, natuurlijke processen. Uit eigentijds onderzoek is echter gebleken dat de mens grote invloed heeft op de werking van de regionale en globale klimaatsystemen. Niet alleen van het broeikaseffect, maar bijvoorbeeld ook van de verwoesting van het tropisch regenwoud en de voortgaande verdroging van de randgebieden van de Sahara en andere woestijnen verwacht men duurzame en ingrijpende klimaateffecten³¹. Het ligt dan ook niet voor de hand om aan te nemen dat de grootschalige ontginning van bossen en de drooglegging van veenmoerassen gedurende de middeleeuwen geen gevolgen voor het klimaat heeft gehad. Slechts ten dele is er iets bekend over de milieu-effecten die deze veranderingen in de waterhuishouding van lucht en bodem hebben veroorzaakt. In het onderstaande willen wij daarop nader ingaan.

DE MIDDELEEUWSE BOSONTGINNINGEN

Het is bekend dat het vegetatiedek grote invloed uitoefent op de snelheid waarmee het neerslagoverschot wordt afgevoerd. In een bosgebied wordt een groot gedeelte van de neerslag enige tijd vastgehouden door de bladeren en de bosgrond. Geleidelijk wordt het neerslagoverschot door de grond afgegeven en daardoor is de waterstand in een bosbeek slechts aan trage schommelingen onderhevig. Van bodemerosie is onder dergelijke omstandigheden geen sprake. Bosontginning leidt echter tot een versnelde afstroming en tot een versterkte bodemerosie³².

Beide veranderingen hebben het gevaar voor overstromingen langs de benedenloop van de grote rivieren sterk doen toenemen en daardoor de landschapontwikkeling en de bewoningsgeschiedenis van de Nederlandse delta gedurende de middeleeuwen sterk beïnvloed. In een deltagebied wordt het door de rivieren aangevoerde sediment namelijk voor een belangrijk deel gebruikt voor de opbouw van het rivierbed. De bodemerosie nam echter zulke grote vormen aan dat het bed van de grote rivieren de massa sediment niet kon bergen. Op vele plaatsen braken de rivieren dan ook door de oeverwallen heen en ontstond er een nieuw patroon van waterlopen. Het rivierengebied heeft daardoor zulke ingrijpende veranderingen ondergaan dat de reconstructie van de rivierlopen in de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen nog steeds onderwerp van discussie is³³.

Dijkaanleg kon het gevaar van overstromingen beperken, maar beperkte eveneens

31 Flohn, *Problem*, 52-85.

32 Zagwijn, *Nederland*, 10.

33 P. Harbers, J. R. Mulder, 'Eeri poging tot reconstructie van het Rijnstelsel in het oostelijk Rivierengebied tijdens het Holoceen, in het bijzonder in de Romeinse tijd', *Geografisch Tijdschrift*, XV (1981) 404-421; H. J. A. Berendsen, 'The Evolution of the Fluvial Area in the Western Part of the Netherlands from 1000-1300 AD', *Geologie en Mijnbouw*, LXIII (1984) 231-240; W. J. H. Willems, 'Romans and Batavians. A Regional Study in the Dutch Eastern River Area', *Berichten van de Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek*, XXXI (1981) 7-217 en XXXIV (1984) 45 (205)- 61 (221); P. A. Henderikx, *De Beneden-delta van Rijn en Maas. Landschap en bewoning van de Romeinse tijd tot ca. 1000* (Hilversum, 1987).

het gebied waar de rivier het meegevoerde sediment kon afzetten. Een versnelde ophoging van het rivierbed was daarvan het gevolg. Verbetering van de afwatering van de binnendijks gelegen gebieden leidde echter op den duur door inklinking tot maaivelddaling. Dit toenemende verschil in hoogteligging tussen het rivierbed en de bedijkte komgronden maakte de landschappelijke situatie in het rivierengebied zeer instabiel en noodzaakte tot de aanleg van steeds zwaardere en hogere dijken. Uit het altijd weer terugkeren van dijkdoorbraken en overstromingen blijkt echter dat het lang heeft geduurd voordat de mens het door hemzelf verstoorde evenwicht met de natuur hervond.

DE MIDDELEEUWSE VEENONTGINNINGEN

Ook de ontginning van de veengebieden heeft in de natuur processen op gang gebracht die naderhand konden worden tot een bedreiging voor de menselijke bewoning van die gebieden³⁴. Veen is namelijk een opeenhoping van plantaardig materiaal in een waterige omgeving. Veengroei veronderstelt daardoor de een of andere combinatie van neerslagoverschot, toestroming van water en geremde waterafvoer. Veranderingen in het klimaat en een verbeterde waterafvoer door het binnendringen van de zee of veranderingen in het afwateringspatroon of de invloed van de mens kunnen voortgaande veengroei verhinderen. Alleen door verbetering van de afwatering kan een veengebied voor menselijke bewoning geschikt worden gemaakt. Verlaging van de waterstand zal in een veengebied echter leiden tot inklinking en oxydatie van de veenlagen en dus tot maaivelddaling³⁵. Als gevolg daarvan zal zich in een veengebied kortere of langere tijd na het begin van de menselijke bewoning in toenemende mate wateroverlast voordoen. Verbeteringen in de waterhuishouding door de bouw van watergangen, dijken en sluizen zullen onvermijdelijk leiden tot voortgaande inklinking en oxydatie van het veen. Uiteindelijk zal de maaivelddaling in een veengebied leiden tot een situatie waarin verdere verbetering van de waterhuishouding op natuurlijke wijze niet meer mogelijk is³⁶.

In het kustgebied verkeerden de bewoners van de laaggelegen veenontginningsdorpen in een zeer kwetsbare positie als het zeewater bij storm de gelegenheid greep om door de strandwallenkust heen te breken. De voortgaande maaivelddaling maakte die kwetsbaarheid steeds groter. Tegen die achtergrond is het begrijpelijk

34 D. P. Hallewas, 'The Interaction between Man and Physical Environment in the County of Holland between circa 1000 and 1300 AD: A Dynamic Relationship', *Geologie en Mijnbouw*, LXIII (1984) 299-307; E. J. Bult, 'Ontginning en bewoning ten noorden van de Maasmond en de landschappelijke veranderingen die daarbij optraden', *Rotterdam Papers*, V (1986) 115-136; J. C. Besteman, A. J. Guiran, 'An Early Peat Bog Reclamation Area in Medieval Kennemerland. Assendelver Polders', in: R. W. Brandt, e. a., *Assendelver Polder Papers I. Cingula 10* (Amsterdam, 1987) 298-301.

35 Rackham, *History*, 379.

36 G. J. Borger, 'Ontwatering en grondgebruik in de middeleeuwse veenontginningen in Nederland', *Geografisch Tijdschrift*, X (1976) 343-353.

dat er gedurende de middeleeuwen tijdens een aantal stormvloedén grote stukken land verloren gingen en duizenden zo niet tienduizenden mensen verdrónken. Deze anthropogeen beïnvloedé inundaties moeten onderscheiden worden van de hierboven genoemde transgressies die hun oorzaak vinden in klimatologische processen of veranderingen in de stand van de zeespiegel.

De invoering van de molenbemaling in de vijftiende en zestiende eeuw heeft in de veen- en kleigebieden gezorgd voor de hernieuwde maaiveldddaling. Na verloop van tijd bleek ook hier dat de techniek der dijkbouw, niet in staat was het toegenomen drukverschil tussen het hoge buitenwater en het steeds verder verlaagde maaiveld op te vangen. De vele en zware dijkbreuken, die zich in deze periode hebben voorgedaan, moeten dus niet met een toegenomen aggressiviteit van de zee of met het oplopen van de zeevloedén in verband worden gebracht. Ook hier is het de mens geweest die door het verstoren van een natuurlijk evenwicht natuurkrachten heeft opgeroepen die zich uiteindelijk tegen hemzelf keerden.

BESLUIT

Natuurlijke processen worden in principe gekenmerkt door een lineair verloop en het optreden van een aantal noodzakelijke gevolgen. Onder andere door ontwatering, ontginning, ontgronding, bemesting en vervuiling heeft de mens de werking van de natuurlijke processen in zijn woongebied beïnvloed. Het lineaire verloop van die processen is daardoor meer of min verstoord en de afloop onvoorspelbaar geworden. Vaak heeft de mens al weer gereageerd op de door hemzelf veroorzaakte veranderingen voordat de natuurlijke processen een nieuwe toestand van evenwicht tot stand hadden gebracht. In de Nederlandse delta heeft die wederzijdse beïnvloeding van natuurlijke en anthropogene processen zich zo vaak voorgedaan dat iedere poging om de onderlinge afhankelijkheid in de relatie mens-natuur voor te stellen als rechtlijnig en voorspelbaar voor suspect moet worden gehouden.

Alleen door interdisciplinair onderzoek kan meer inzicht worden verkregen in de aard van deze wederzijdse beïnvloeding en onderlinge afhankelijkheid. Maar 'interdisciplinair' onderzoek betekent in dit verband dat men bereid is de vraagstelling op het terrein van een andere discipline zo gewichtig te achten dat deze, waar mogelijk, de richting van het eigen onderzoek mede gaat bepalen. Alleen door een herhaalde wederzijdse bevraging ten aanzien van de strekking en operationalisering van de oorspronkelijke vraagstelling en van de consequenties daarvan voor de voortzetting van het onderzoek kan een interdisciplinair onderzoeksproject vorderen. Te vaak nog wordt een elders opgepakte vraagstelling disciplinair geoperationaliseerd en uitgewerkt. Het uiteindelijke resultaat is dan vaak niet meer van belang voor de oorspronkelijke vraagsteller.

Uit het bovenstaande mag duidelijk zijn geworden dat de historicus in dat interdisciplinaire onderzoek een belangrijke rol kan spelen. In veel situaties zijn de landschaps- en bodenvormende processen zo sterk doortrokken van menselijke

invloed dat alleen door een interpretatie van historische gegevens een onderscheid kan worden gemaakt tussen de werking van de anthropogene en natuurlijke processen³⁷. Waar er behoefte bestaat aan het maken van dat onderscheid en de betrokken natuurlijke processen gevolgen hebben die meetbaar zijn op een historische tijdschaal, moet de interpretatie van de historische gegevens niet aan technici worden overgelaten. Voor natuurwetenschappelijke onderzoekers is het namelijk erg moeilijk om goed zicht te krijgen op de werking van anthropogene processen. Historici moeten in dit opzicht niet te bescheiden zijn: ook de vermeende invloed van natuurlijke processen op de menselijke bestaansmogelijkheden moeten onder de toets der historische kritiek worden gesteld. Dat betekent echter wel dat een historicus in dergelijke gevallen bereid moet zijn om te werken binnen een voor technici relevant kader.

37 M. J. F. Stive, 'Hoofdrapport: Vorming en toetsing van hypothesen. Kustgenese. Fase 1 (intern rapport). Rijkswaterstaat e. a.' (1987) 10-16 en 49-52; Stolk, 'Deelrapport 3', 29-34; K. A. H. W. Leenders, '2000 Jaar kustontwikkeling van Cap Gris Nez tot Hoek van Holland. Een bijdrage in het kader van het project Kustgenese (intern rapport NZ-N-86.19). Rijkswaterstaat' (1986); W. A. Ligtdag, 'Van IJzer tot Jade. Een reconstructie van de zuidelijke Noordzeekust in de jaren 1600 en 1750. Historisch Seminarium, Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen (intern rapport)' (Amsterdam, 1987).

De Nederlandse waterhuishouding en waterstaatsorganisatie tot aan de moderne tijd*

H. VAN DER LINDEN

Oorspronkelijk woonde de mens in Nederland alleen op die plaatsen waar hij draaglijke natuurlijke levensomstandigheden aantrof. De belangrijkste levensbehoefte was de aanwezigheid van zoet oppervlaktewater. Voor de bewoners die in laag Nederland benoorden of bezuiden de duinstrook leefden, speelde het water ook anderszins een essentiële rol. Daar, op de Zeeuws-Hollandse en Fries-Groningse schorren was bewoning slechts mogelijk bij een niet al te hoge zeewaterstand. Steeg de zeewaterstand boven een bepaald peil dan trok men meer landinwaarts naar veiliger, hoger gelegen gronden. In tijden met een sterkere stormvloedfrequentie, de zogenaamde transgressieperioden, bleven de schorregebieden soms zeer lang onbewoond¹.

Enige eeuwen voor Christus veranderde de situatie in noord en noordwest Nederland. De geleidelijke verhoging van de woonstee door accumulatie van afval leverde een zodanige beveiliging tegen overstromingen op, dat men niet bij iedere stormvloed van enige importantie hoefde te vertrekken². Toen de zee omstreeks 330 voor Christus voor langere tijd agressiever werd, bleek de mens op vele plaatsen zo gehecht te zijn aan zijn kennelijk gunstige woonplaats dat hij actief ging optreden tegen de bedreiging door de zee. Men hoogde de erven en kleine conglomeraties van erven met mest en kwelderzoden op en zo ontstonden er in het voor stormvloed gevoelige noorden en noordwesten van ons land terpen en wierden, die tot omstreeks 1200 na Christus de noodzakelijke beveiliging tegen de zee vormden³.

In de eerste eeuw na Christus greep de mens weer op andere wijze in de natuurlijke omstandigheden in. De Romeinen legden niet alleen langs de Oude Rijn en verder zuidoostwaarts in het rivierengebied een keten van tegen hogere rivierstanden beveiligde fortificaties aan, maar zij verbeterden tevens de vaarwegen of creëerden nieuwe doorvaarten. Zij kanaliseerden de Hollandse Vecht, de fossa

* Voordracht, in enigszins bekorte vorm gehouden op het congres 'Water' van het NHG op 28 maart 1988.

1 Vergelijk onder meer D. P. Hallewas en J. F. van Regteren Altena, 'Bewoningsgeschiedenis en landschapontwikkeling rond de Maasmond', in: A. Verhulst en M. K. E. Gottschalk, ed., *Transgressies en occupatiegeschiedenis in de kustgebieden van Nederland en België* (Gent, 1980) 175 e.v., 192; H. T. Waterbolk en J. W. Boersma, 'Bewoning in vóór- en vroeg-historische tijd', in: W. J. Formsa, e.a., ed., *Historie van Groningen. Stad en land* (Groningen, 1976) 22, 38 e.v.; C. Dekker, *Zuid-Beveland* (Assen, 1971) 11.

2 Waterbolk, 'Bewoning', 41 e.v.

3 *Ibidem*; S. J. de Laet en W. Glasbergen, *De voorgeschiedenis der lage landen* (Groningen, 1959) 173 e.v.