

Water en waarden

Ecologisch onderzoek als basis voor waterbeheer en natuurbeheer

Rede uitgesproken bij het aftreden als hoogleraar Milieukunde
aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica
van de Katholieke Universiteit Nijmegen
op vrijdag 31 oktober 2003

door
prof. dr P.H. Nienhuis

ISBN 90-9017410-9

Meneer de Rector Magnificus,
Zeer geachte toehoorders

In de zomer van 1988 nam ik deel aan een expeditie naar de Banc d'Arguin, een waddengebied voor de kust van Mauritanië, aan de rand van de Sahara in West-Afrika. Wij deden daar onderzoek aan de uitgestrekte zeegrasvelden, voedselbron en schuilplaats voor talloze vissen en andere zeedieren. We hadden meetklokken behangen met meetapparatuur en micro-electroden in het water gezet om de zuurstofhuishouding van de waterplanten te meten. Een generator aan de wal zorgde voor de stroomvoorziening. We stonden daar rustig aan het strand onze metingen te doen, toen er opeens een man in blinde paniek naar ons toe kwam rennen. Het was een inwoner van Iwik, een dorpje even verderop aan de kust, waar wat vissers in hutjes en schamele huisjes leefden. We begrepen uit zijn gebarentaal en een paar woorden Frans dat zijn vrouw een ernstige bloeding had gekregen, en dat ze dringend medische hulp nodig had. Of wij een dokter in ons team hadden, en of we hem asjeblieft konden helpen, en wel meteen? Wij hadden geen dokter bij ons, en we konden niets voor hem doen. Dit contrast is me altijd bij gebleven. Water en waarden. Wij waren bezig met wetenschappelijk onderzoek, letterlijk diepgang op de mm² in één van de armste landen ter wereld, en ondertussen was er een vrouw in nood die we niet konden helpen. Dit voorbeeld schetst de uitersten in de discussie over 'water en waarden'. Zover gaan wij niet, het komende uur. Water staat in mijn verhaal voor ecologie, diepgang in de wetenschap, waarden staan voor de betekenis en de toepassing van die kennis in het maatschappelijk verkeer. In Mauritanië vormde ons ecologisch onderzoek de basis voor een goed beheer van de kwetsbare en waardevolle West-Afrikaanse wadden.

Water en waarden. Ik wil het vanmiddag hebben over ecologisch onderzoek als basis voor waterbeheer en natuurbeheer. De opbouw van dit college is als volgt. Ik vertel eerst iets over de geschiedenis van de ecologie. Ecologie is een jonge tak aan de boom van de biologie, en ik heb vrijwel de hele ontwikkeling van die loot actief meegemaakt. Ik spits die opmerkingen toe op rivieren en estuaria, ons werkterrein. Ik ga vervolgens wat dieper in op ons onderzoek aan stroomgebieden in Nederland, en ik bespreek daarbij een voorbeeld uit het deltagebied van ZW-Nederland, de Grevelingen, en een voorbeeld langs de rivier de Waal, de Afferdensche en Deestsche Waarden. Daarna zeg ik iets over enkele uitdagingen die er mijns inziens liggen in het milieuwetenschappelijke werk van de KUN. Tot slot wil ik natuurlijk als coördinator van de opleiding Milieu-Natuurwetenschappen de ontwikkelingen in het onderwijs niet onbesproken laten.

Ecologie in ontwikkeling

De historie

Ecologie is een jong vakgebied. Toen ik met mijn studie in de biologie begon aan het einde van de jaren 50 was er van ecologie in Nederland nauwelijks sprake. Ecologie is het bestuderen van de relaties tussen organismen en hun omgeving, een multidisciplinair vakgebied. In feite bedreef ik wel ecologie rond 1960, maar de vakken heetten anders, zoals zoögeografie of biosystematiek, nu vrijwel verdwenen begrippen. Leerboeken waren er niet, en het prille vak moest uit collegedictaten worden geleerd. Grote namen voor 1940 waren de Duitser August Thienemann, en de Engelsen Charles Elton en Alfred George Tansley; de laatste ontwikkelde het ecosysteemconcept in 1935. Na de Tweede Wereldoorlog heeft de ecologie een stormachtige ontwikkeling doorgemaakt. Ik noem slechts de gebroeders Odum, beiden het vorig jaar overleden, die ik - met anderen - beschouw als de grondleggers van de natuurwetenschappelijke milieukunde^{1,2}. Door de hegemonie van de Engelse taal zijn met name de vorderingen in Amerika en Engeland bekend, maar ook andere landen lieten zich niet onbetuigd.

Als we uitgaan van de klassieke tweedeling in de ecologie in structuur en functie, met andere woorden welke vormen zien we in de natuur, en hoe werkt die natuur, dan verlegt de trend van de beschrijvende ecologie uit de jaren vijftig en zestig zich in de tweede helft van de jaren zestig en de jaren zeventig naar de causaal-analytische studies die betrekking hebben op het functioneren van ecosystemen. In die tijd verschenen de befaamde handboeken van het International Biological Programme, en werd het eerste International Ecology Congress in Den Haag gehouden, in 1975, met boeiende discussies over de 'unifying concepts in ecology'³. Beschrijvend onderzoek was uit de gratie en bloeiende universitaire afdelingen in de plantkunde en in de dierkunde werden gedecimeerd ten gunste van nieuwe ontwikkelingen in de moleculaire biologie, de populatie ecologie en de systeemecologie. De planten en de dieren, waar het toch allemaal om draait in de natuur, werden het domein van buiten-universitaire kringen. Tot in 1992 op de milieuconferentie in Rio de Janeiro het concept 'biodiversiteit' naar voren kwam. Er bleek plotseling weer een grote behoefte aan kennis over de structuur van ecosystemen. Het 'hoe' is immers niet los te zien van het 'wat'. Soorten komen en gaan waar je bij staat. De veranderingen zijn niet bij te benen. De oorzaken zijn vaak onbekend. Klimaatverandering, menselijke invloeden? Wie zal het zeggen.

Binnen de universiteiten was er geen antwoord op de groeiende vraag naar informatie

over het voorkomen van planten en dieren. De mensen die het hadden kunnen weten waren allemaal vertrokken. Het afschaffen van vakken als systematiek en morfologie ten gunste van de moleculaire biologie is een bedenkelijke ontwikkeling geweest. Hoe kan het epos van de evolutie begrepen worden zonder een basaal inzicht in de overweldigende soortenrijkdom die ons omringt? Sommige universiteiten hebben daar wat op gevonden. Een goed voorbeeld is het NCN, het Nederlands Centrum voor Natuuronderzoek, een samenwerkingsverband tussen een aantal afdelingen van de KUN, waaronder de afdeling Milieukunde, en een aantal stichtingen en verenigingen, PGO's, Particuliere Gegevens-beherende Organisaties op het gebied van de verspreiding en monitoring van flora en fauna. Het gezamenlijke doel is het doen van onderzoek ten behoeve van het natuurbeheer en natuurbeleid. Hier grijpen de fundamentele vragen die de universiteit behoort te stellen en te beantwoorden aan op het kennispotentieel van de PGO's.

De ecologie is inmiddels volwassen geworden. En kennis van ecologie is hard nodig om huidige en toekomstige waterproblemen op te lossen. Ik wil dat in het kort toespitsen op rivieren en estuaria.

Toekomst van rivieren en estuaria

Hoe ziet de toekomst eruit? Zoetwater is schaars. Bezien we de voorspellingen over de zoetwatervoorraden op aarde in 2025, dan moet gezegd worden dat de groei van de wereldpopulatie en de daaraan gekoppelde vraag naar bruikbaar zoetwater vele keren belangrijker is dan de opwarmende effecten van klimaatverandering. Vrijwel de gehele netto toename van de wereldpopulatie in de periode tot aan 2025 zal plaatsvinden in stedelijke gebieden in ontwikkelingslanden, en in 2025 leeft 60% van de wereldpopulatie (ongeveer 5 miljard mensen) in steden, waarvan de meeste aan een rivier zijn gelegen⁴. Op aarde leven nu al 1,8 miljard mensen die in hoge mate gebrek aan zoetwater hebben, en dat wordt alleen maar erger, vooral in Afrika en Azië⁵.

Het relatief gezien kleine beetje zoetwater dat we op aarde hebben, wordt aan alle kanten bedreigd. Bij de bouw van dammen in rivieren, bedoeld om de toevoer van rivierwater te kunnen reguleren, blijkt het middel vaak erger dan de kwaal. Wetlands gaan verloren door veranderd landgebruik; door kanalisatie van rivieren en door verdichting en verharding van de bodem rondom rivieren verandert de hydrologie, met als gevolg dat het rivierwater versneld wordt afgevoerd naar zee. Rivieroverstromingen als gevolg van foutief menselijk ingrijpen zijn aan de orde van de dag. De chemische vervuiling van het oppervlakte-

water is met name in de 20^{ste} eeuw wereldwijd sterk toegenomen. De afgelopen 20 jaar zijn er in N.-Amerika en W.-Europa drastische reducties bereikt voor bepaalde vervuilende stoffen, zoals metalen, organische toxicanten en verzurende stoffen. De concentraties van plantenvoedingsstoffen in het rivierwater lopen echter nauwelijks of niet terug. Lange termijn gegevens voor ontwikkelingslanden ontbreken grotendeels. De situatie daar is beduidend slechter dan in de rijke landen.

Ook voor estuaria is het ecologische toekomstbeeld niet positief. Habitatverlies is tussen nu en 2025 de belangrijkste bedreiging voor het estuariene milieu en het kustmilieu, met name veroorzaakt door de nog voortdurend groeiende menselijke bevolking⁷. Verreweg het grootste deel van de 6 miljard aardbewoners woont nu al in kuststreken, en dat aantal neemt nog toe. Habitatdestructie, of het omzetten van natuurlijke habitats in commercieel exploitbare visvijvers en garnalenvijvers, bijvoorbeeld, heeft vergaande ecologische consequenties: de biodiversiteit neemt af, het functioneren van de resterende ecosystemen wordt verstoord door excessieve lozingen van afvalwater en plantenvoedingsstoffen, leidend tot chronische eutrofiëring en zuurstofloosheid van water en bodem. Overbevissing en chemische verontreiniging worden ook als serieuze bedreigingen genoemd. Het verlies van estuariene habitats geldt zowel voor rijke landen als voor ontwikkelingslanden, met dit verschil dat het afbraakproces in de rijke landen vaak al vele -soms honderden- jaren bezig is, terwijl in ontwikkelingslanden de versnelde afbraak, van koraalriffen en mangroves bijvoorbeeld, van meer recente datum is. Met name in de tropen hebben de mensen andere problemen aan hun hoofd als het behoud van hun kustmilieu. In rijke landen heeft men in tijden van economische voorspoed de neiging om de resterende wetlands te behouden en waar mogelijk te herstellen.

Het is al met al niet zo'n vrolijk beeld, maar het zijn de ecologische feiten en ook de waarden die er mondiaal aan worden toegekend⁸. Het relativeert de betekenis van ons onderzoek in het rijke Nederland, waarover ik het nu zal gaan hebben.

Onderzoek aan rivierstroomgebieden in Nederland

De aanleiding

Mijn loopbaan is bepaald door twee natuurrampen, of beter gezegd door een megaramp, de Ramp van 1953, en door een bijna-ramp, het hoogwater in 1995. De watersnoodramp van 1953 was de aanleiding tot de oprichting van het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek (DIHO) in 1957 in Yerseke, dat tot taak kreeg om de ecologische gevolgen van de aanleg van de Deltawerken te bestuderen. Ik kwam in dienst van het DIHO in 1965. De bijna-ramp van 1995 werd veroorzaakt door het extreem hoge water in de grote rivieren, de Waal, de Rijn en de Maas. De dijken stonden op springen, en voor alle zekerheid werden ca. 250.000 burgers geëvacueerd uit het bedreigde gebied. Ik werkte toen al een aantal jaren in Nijmegen.

Een ramp leidt tot dubbele gevoelens. Aan de ene kant is er het menselijk leed: het verlies van mensenlevens of het verloren gaan van have en goed snijdt diep in. Aan de andere kant is er de hernieuwde maatschappelijke aandacht voor de achtergronden van de ramp. Hoe kunnen we in de toekomst dergelijke rampen voorkomen? Incidenten leiden tot nieuw onderzoek. Men zegt wel eens: geen beleid zonder calamiteit. Daar zit wel wat in. In ieder geval wordt het waterbeleid, niet alleen in Nederland, sterk bepaald door rampen en incidenten⁹. Het invoeren van zeer kostbare impopulaire maatregelen om de veiligheid te garanderen, lukt alleen als er een gevoel van urgentie is. Die maatregelen kosten veel geld. De paar promille van de totale projectkosten die aan wetenschappelijk onderzoek worden besteed, heeft ons wel vele jaren in relatieve luxe in staat gesteld om ons onderzoek te doen, zowel in het Deltagebied na de ramp van 1953 als in het rivierengebied na de hoogwater incidenten van 1993 en 1995. In feite is dat een noodzakelijke aanvulling op het karge basisbudget waarmee met name universiteiten het moeten doen. Maar het 'rampgeheugen' van samenlevingen is klein. Al gauw vragen andere problemen weer de aandacht.

De ramp van 1953 leidde tot het Deltaplan: onder de leuze 'dat nooit weer' moesten zo snel mogelijk de zeegaten in Zuidwest-Nederland worden afgesloten. Het is al weer zeven-tien jaar geleden dat de stormvloedkering in de Oosterschelde gereed kwam. De kering was de kroon op het Deltaplan. In ronkende taal werd er geschreven over de trotse Deltawerken. Ik citeer: "De vroegere archipel van geïsoleerde, soms vergeten eilanden veranderde in korte tijd in een delta met nieuwe mogelijkheden, een knooppunt van veelkleurige bedrijvigheid, verbonden met de rest van Nederland door dammen en bruggen. Er kwamen binnenmeren

voor recreatie en toerisme, er kwam industrie en nieuwe werkgelegenheid"¹⁰.

Echter, elke medaille heeft twee kanten. De kant van de ecologie, van het verdwijnen van een unieke getijdendelta ten gunste van veiligheid, ach, dat was eigenlijk niet netjes om dat naar voren te brengen na de afschuwelijke ramp van 1953. Natuurlijk hebben ecologen zich wel zorgen gemaakt over de gevolgen van het Deltaplan, en hun argumenten hebben een doorslaggevende rol gespeeld bij de politieke keuzes voor een zoute Grevelingen, en de bouw van de stormvloedkering in de Oosterschelde. Als voorbeeld geef ik een citaat uit 1970 van mijn vroegere directeur Karel Vaas: "Denken we nu aan ons eigen land, dan kunnen we over het Deltaplan kort zijn. Dit is geen beheren, maar volkomen annihileren"¹¹. Deze uitspraak is typerend voor die tijd. Annihileren betekent vernietigen. Het werd wel gezegd, maar in academische taal. En vrijwel niemand nam er toentertijd kennis van. Water en waarden. Ook ik heb me nogal eens buiten het 'water' met de 'waarden' van de delta bezighouden. In 1982 heb ik een ecologische balans van de deltawerken opgemaakt. Die was (netjes geformuleerd) sterk negatief. Een negatieve balans waaruit het bijzondere verdween en het algemene verscheen¹².

Het kan snel gaan. De waardering voor de ecologie is de afgelopen 10 tot 15 jaar enorm toegenomen. Het inzicht is gegroeid dat estuaria met hun ritmiek van het getij en met hun overgangen van zout naar zoet ecologisch veel gezonder zijn dan de huidige, van elkaar gescheiden wateren. De Deltawateren blijken instabiele en moeilijk beheersbare aquaria geworden te zijn. Er zijn problemen met blauwalgen in het Volkerak-Zoommeer, met stinkende zeesla in het Veerse Meer, met eroderende, onder water verdwijnende zandplaten in de Oosterschelde, met troebel wordend water en de opkomst van hinderlijke exoten in de Grevelingen. Het is nog maar 17 jaar geleden dat de stormvloedkering in de Oosterschelde gereed kwam. De kroon op het deltaplan is in die korte tijd verworpen tot een rammelend kunstgebit in de mond van de Oosterschelde. Nu anno 2003 spreken zelfs waterstaatsingenieurs vrijmoedig over de nieuwe Delta, over de terugkeer van de estuariene dynamiek, het herstel van de natuurlijke verbindingen tussen de verschillende wateren, onder voorwaarde dat de veiligheid volledig intact blijft. De bijna-ramp van 1995, het hoge water in de grote rivieren, heeft dit idee nog versterkt¹³. Klimaatsverandering leidt ondermeer tot grotere rivierafvoeren, en de delta is net als voor 1953, weer nodig om het overvloedige rivierwater van Rijn en Maas naar zee te voeren. Werken aan levende rivieren, betekent ook werken aan een levende delta.

De incidenten van 1993 en 1995, de extreem hoge waterstanden in de grote rivieren, leidden tot het zelfde schokeffect als in 1953: dit nooit weer! Het Deltaplan Grote Rivieren kwam in rap tempo tot stand: honderden kilometers rivierdijk moesten verbreed en verhoogd worden. In tegenstelling tot de situatie in de jaren vijftig, toen de ecologie geen rol speelde, werd er nu wel degelijk rekening gehouden met de verspreiding van zeldzame planten en dieren. Veiligheid bleef voorop staan, maar landschappelijke en cultuurhistorische elementen werden waar mogelijk gespaard. Ondertussen kwamen de rekenmeesters van ons klimaat en van de veranderingen in de rivierafvoeren die daarmee verbonden zijn, met hun verontrustende modeluitkomsten. Hoge waterstanden komen in de toekomst vaker voor. Het besef drong door dat we hier met een structurele verandering in het afvoerregiem van de rivieren te maken hebben. In de beleidslijn 'Ruimte voor de Rivier', als onderdeel van het waterbeleid in de 21^{ste} eeuw¹⁴, wordt een aantal mogelijke maatregelen genoemd om de hoogwaterproblemen het hoofd te bieden. Voer voor ecologen en milieuwetenschappers. Ik kom daar op terug.

De ecologie is inmiddels volwassen geworden. In de jaren zestig studeerden er ongeveer 500 biologen af in Nederland; in de jaren negentig loopt dat aantal naar de 4000¹⁵. Het aantal ecologen is verhoudingsgewijs nog sneller toegenomen. Waren er in de jaren zestig in Nederland enkele tientallen die zich ecoleog noemden, nu zijn dat er vele honderden, verspreid over overheidsinstellingen en particuliere bureaus. De Nederlandse Ecologen Vereniging bestaat deze maand 50 jaar. In 1993 bij het veertigjarig bestaan hebben we dat uitvoerig gevierd¹⁶. Er is geen feest in 2003. Nu ook de Vlamingen deel uitmaken van de Nederlands-Vlaamse Vereniging voor Ecologie heeft het bestuur kennelijk gemeend dit jubileum maar stilletjes voorbij te moeten laten gaan.

Hoe kort het geheugen is als het over rampen gaat, heb ikzelf aan den lijve ondervonden. Wij verhuisden in 1994 van Zeeland naar de Bommelerwaard, van een situatie met een overstromingskans van eens in de 4 000 jaar naar een situatie met een overstromingskans van eens in de 100 jaar. De laatste keer dat de Bommelerwaard na een dijkdoorbraak was overstroomd, was in 1861. Statistisch gezien was er dus niets mis met het hoge water van 1995. Toch kwam ook voor mij deze extreme waterstand als een complete verrassing. Het rampgeheugen is inderdaad klein, terwijl het toch generaties lang in mijn genen moet zitten, gelet op de geboortegrond van mij en mijn voorouders. Een gevelsteen in het waterschapshuis in Onderdendam, Noord-Groningen, zegt het treffend en kortaf op z'n

Gronings: "Dei nait wil diek'n, mout wiek'n"; vrij vertaald betekent dat: als je je niet wilt verdedigen tegen het wassende water, dan moet je er vandoor gaan. Nou dat hebben we dus geweten in 1995.

De ecologische concepten

Er zijn in de loop van de jaren heel wat ideeën gepubliceerd over de biologie van riviersystemen. Er zijn met name twee concepten die bepalend zijn voor het werk van rivierkundigen, het 'River Continuum Concept' en het 'Flood Pulse Concept'. In deze theorieën wordt uitgelegd dat de rivier een ecologisch continuüm is, een doorlopend systeem zonder harde onderbrekingen, van zijn bron tot in de zee, en dat je zo'n stroomgebied niet ongestraft kunt opknippen in partjes door grote dammen aan te leggen of zomaar delen ervan kunt amputeren. Dan gaan er dingen fout. Er verdwijnen dan vitale levensgemeenschappen, en het trekgedrag van vissen die van de open zee naar hun paaiplaatsen bovenstrooms moeten kunnen zwemmen, wordt dan geblokkeerd. En dat is niet alleen slecht voor de vissen maar ook voor de visserij. Denk maar aan de teloorgang van de zalmvisserij op de Rijn, al voor de Tweede Wereldoorlog.

De rivier stroomt naar zee, er is erosie in de bovenstroom, en sedimentatie in de benedenstroom. Tijdens zijn loop veranderen de stroomsnelheid, de lichtinval, de troebelheid van het water, de levensgemeenschappen en productie- en afbraakprocessen. De invloed van de rivier is tot ver in zee merkbaar. De rivier is overal, niet alleen zichtbaar stromend binnen zijn bedding, maar ook voor het blote oog onzichtbaar. Onzichtbaar in de PCB's in de Waddenzee, onzichtbaar in de ongewenste voedingsstoffen die het oppervlaktewater van meer dan de helft van Nederland belasten. De onzichtbare Rijn heeft heel wat op zijn geweten.

Een kenmerkend verschil tussen de riviermond, het estuarium, en de rivier zelf is het verschil in de dynamiek van de waterbewegingen. Een estuarium, zoals de Dollard of de Westerschelde, wordt gedomineerd door de ritmiek van het getij, de twee keer per dag terugkerende regelmaat van droogvallen en overstromen. Een rivier, zoals de Rijn of de Maas, wordt gedomineerd door de onregelmatige overstroming van de uiterwaarden, één of twee keer per jaar. En natuurlijk is ook dit verschijnsel weer een continuüm. Vroeger, voor de uitvoering van het Deltaplan, was de getijbeweging vanuit de Noordzee stroomopwaarts merkbaar tot voorbij Zaltbommel aan de Waal.

De periodieke overstroming van de wadden en de schorren in het estuarium tegenover de onregelmatige, episodische overstroming van de uiterwaarden heeft in de loop van de

evolutie geleid tot totaal verschillende ecosystemen met verschillende voedselwebben. Op de wadden komt een vrijwel volledig watergebonden voedselweb voor, met dieren die hun voedsel uit het water zeven, met aanpassingen aan de zuurstofloze en zelfs giftige (sulfide-) bodem, waardoor toch de benodigde zuurstof in de bodem gebracht wordt. Er leven veel algen, geen insecten, maar wel allerlei kreeftachtigen, etc.

Het voedselweb van uiterwaarden is veel minder goed bekend dan het voedselweb van estuaria, met name in zijn reactie op de episodische overstroming. Zo'n overstroming is een catastrofe voor landdieren. Het water komt vaak snel, en in enkele dagen tijd staan de uiterwaarden onder water, en is het vluchten of verzuipen. Als de watermassa is afgevoerd, droogt de bodem in en dringt de zuurstof diep in de grond door. In die uiterwaarden is het voedselweb, behalve natuurlijk in plasje en geulen, vrijwel volledig landgebonden. Er komen veel bloeiende planten voor, en talloze insecten, regenwormen, roofvogels en zoogdieren zoals muizen en mollen. De reactie van deze organismen op de episodische overstromingen en het daarna weer droogvallen is onderwerp van studie in onze afdeling.

Dit alles is niet alleen spannende ecologie, maar de betekenis van dit onderzoek gaat veel verder. Kennis van deze verschijnselen is belangrijk in het kader van 'Ruimte voor de Rivier'. De afvoer van de rivieren zal in de nabije toekomst toenemen. Veiligheidsmotieven dwingen tot ingrijpende maatregelen. Rivieren moeten meer ruimte krijgen en op de oude voet doorgaan met het verhogen van de dijken kan niet meer. Veiligheid staat natuurlijk met stip op de eerste plaats, maar het moet daarnaast mogelijk zijn om een aantal gebruiksfuncties in te passen in een meer ecologisch beheer van het riviersysteem. Ik denk dat dit de grote uitdaging is voor het rivierkundig onderzoek van de komende 10 tot 20 jaar. Ik kom daar straks op terug.

Onderzoek en beheer: twee concrete voorbeelden

Ik wil wat dieper ingaan op twee perioden van ons onderzoek in de afgelopen 30 jaar. Het gaat over ons werk in twee gebieden in Nederland: het onderzoek in de Grevelingen, een zoutwatermeer in ZW-Nederland, in de jaren zeventig en tachtig van de vorige eeuw, en het onderzoek in de Afferdensche en Deestsche Waarden, een uiterwaarden complex aan de Waal, niet ver van Nijmegen, over de afgelopen tien jaar. Dit vergelijk staat ook model voor de grote veranderingen die zich in 30 jaar tijd in het milieuwetenschappelijk onderzoek hebben voltrokken.

Grevelingen

Stelt u zich voor, het is 1971, de Grevelingen is pas afgesloten; het is een enorm groot zout-watermeer geworden, het water is gezond en kraakhelder. Over een periode van een jaar of tien, ontwikkelen zich uitgestrekte onderwaterweiden, weelderige waterplanten, zover het oog reikt en tot op een waterdiepte van een meter of vijf. Het begint met een paar honderd hectare en het dijt uit tot 4500 hectare. Het gaat nota bene om een waterplant, het Groot zeegras, *Zostera marina*, die als zeldzaam op de Rode Lijst staat en die hier in tonnen voor het oprapen ligt.

Dit fenomeen was bijzonder, en het trok aandacht uit binnen- en buitenland. Wij hebben met een team van biologen, chemici en andere vakmensen heel wat onderzoek gedaan aan die steeds omvangrijker wordende waterplantenvegetatie. We hebben om te beginnen de structuur van het ecosysteem bestudeerd. Hoe zit het in elkaar? Het zeegras is een habitat, een woonplaats voor talloze ongewervelde dieren en vissen. Die zoeken daar voedsel en beschutting. Het was een dorado voor plantenetende en visetende vogels, met name duizenden eenden en ganzen, zaagbekken en aalscholvers. We hebben verder het functioneren van het zeegrasesysteem bestudeerd: de primaire productie, de groei en de opbouw van de planten in het voorjaar en de afbraak 's winters, de hoeveelheden die door dieren wordt opgevreten, de draagkracht voor vogels en vissen, de kringloop van chemische elementen, de water-bodem uitwisseling, en nog veel meer. Met behulp van die gegevens zijn mathematisch ecologische modellen gemaakt van de zeegrasgemeenschap, om te voorspellen hoe de waterplantenvegetatie zich in de toekomst zou gaan ontwikkelen. Dat was van groot belang voor de waterbeheerders. Die wilden weten hoe je die onderwaterweiden in toom kon houden, met het oog op de belangen van de visserij en de recreatie.

Nu, in 2003, is er niet veel overgebleven van de eens zo bloeiende zeegrasvegetatie. In de jaren negentig kwam de klad erin. Het werd elk jaar minder en mieziger. In 2000 werd vastgesteld dat het zeegras in de Grevelingen was uitgestorven. Waarom sterft het zeegras af na ongeveer 20 jaren van groei en bloei? Goede vraag. Op grond van onze onderzoeksresultaten konden we daar wel het nodige over zeggen. De oorzaak kon liggen bij het hoge zoutgehalte, of de lage silicaat- en ammonium gehalten van het water die beperkend zouden kunnen zijn voor de ontwikkeling, of bij de strenge winters waardoor de wortelmatten afstierven. Zelfs een geheimzinnige infectieziekte zou een mogelijke oorzaak van de neergang kunnen zijn. We hadden een handvol correlaties maar geen causale verbanden. De meest waarschijnlijke verklaring was het te hoge zoutgehalte van het water¹⁷. De oorspron-

kelijke populatie *Zostera marina* in het brakke Grevelingen estuarium werd in 1971 afgesloten van rivierinvloeden. Een constant hoog zoutgehalte wordt door deze brakwater populatie kennelijk ervaren als een stress situatie. Herstel van de zeegraspopulatie zou dus kunnen worden verwacht als de estuariene omstandigheden in de Grevelingen worden hersteld. Hier hebben we dus een inhoudelijk argument om de estuariene dynamiek te herstellen. Ons model kon wel de opgang van de zeegrasweiden voorspellen, maar niet de neergang. Hoe komt dat? Domweg omdat de eigenschap om negatief op een hoog zoutgehalte te reageren niet als variabele in het model was opgenomen. En, het is bekend, modellen zijn nooit beter dan de gegevens die je erin stopt.

Water en waarden, feiten en meningen. Aan de kant van de feiten heeft het onderzoek een lange reeks wetenschappelijke publicaties opgeleverd, maar dat mocht niet anders verwacht worden. Ons werk heeft input opgeleverd voor vele modelparameters, die nu nog gebruikt worden bij het formuleren en berekenen van wetmatigheden in de *Zostera marina* systemen over de hele wereld. Aan de andere kant geeft ons onderzoek ook aan dat de zeegrasexplosie in de Grevelingen zich heeft afgespeeld in een instabiel, niet veerkrachtig ecosysteem, en dat is in grote lijnen een algemeen kenmerk van de huidige deltawateren. We hebben hier te maken met een typisch voorbeeld van waterbeheer dat achter de onopgehelderde feiten aanholde. Op het moment dat je een verklaring dacht te hebben gevonden, en daarop je beheer kon afstemmen, dan dook er wel weer een exoot op die zich vestigde en uitbreidde, of dan was er een soort die uitstierf. Voor de waterbeheerder is één punt duidelijk: als zeegrassen gewenst zijn, dan is herstel van de estuariene dynamiek daarvoor noodzakelijk. De ecooloog zegt: het geeft je inderdaad een bepaalde garantie, maar zekerheid heb je nooit.

Zeegrassen vormen fraaie modelsystemen om meer vat te krijgen op de vraag hoe kustsystemen in elkaar zitten en hoe ze functioneren. We hebben daar ook in het buitenland, met name in Indonesië, veel ervaring mee opgedaan. Dit is van groot belang, aangezien dit type ecosysteem door menselijke invloeden in sneltreinvaart van de aardbol verdwijnt. De betekenis van zeegrasvelden en aanpalende mangroves is aanzienlijk. Om te beginnen is het een ecosysteem met een rijke biodiversiteit en met een eigen soortenspectrum, verder produceert het voedsel voor een breed scala aan dieren, het geeft beschutting als kraamkamer voor vele al of niet commercieel belangrijke dieren. Zeegrassen beschermen de kust tegen erosie en golfaanval, en ze leggen zand en slib vast, en ze vangen voedingsstoffen op en brengen die weer in de kringloop.

Afferdensche en Deestsche Waarden

Ik stap nu over van het onderzoek aan de estuaria in Zuidwest-Nederland uit de jaren 70 en 80 naar het onderzoek aan de grote rivieren in de jaren 90. Mijn gang van het NIOO naar de KUN betekende het opschuiven naar de zoete kant van het rivier continuüm. Een groot verschil tussen de activiteiten van toen, zo'n 30 jaar geleden, en nu is dat het aantal mensen dat zich direct of indirect met onderzoek en uitvoering bezighoudt is verveelvoudigd. Waren dat er toen enkele tientallen die zich met het wel en wee van het Grevelingenmeer bezighielden, nu zijn het er enkele honderden. Dat houdt in dat op alle terreinen de intensiteit is toegenomen, met name aan de kant van het beleid, de 'papieren' kant, de planvorming, de procedures die doorlopen moeten worden, de communicatie over de voortgang van het project. Complete teams houden zich nu bezig met het verzamelen van gegevens, de monitoring en het verwerken van gegevens, de computermodellering. Ecologische computermodellen bestonden 30 jaar geleden niet. Dit beeld slaat niet alleen op de Grevelingen, maar op alle plaatsen waar onderzoek plaatsvindt, ook in de Afferdensche en Deestsche Waarden, waar Rijkswaterstaat een uitgebreide website (www.adwaarden.nl) bijhoudt, met links naar talloze verwante onderwerpen.

Ik wil vooraf een paar opmerkingen maken over de ecologische kwaliteit van onze rivieren. Onze grote rivieren worden al 1 000 jaar lang gebruikt door de mens. Ze liggen gekanaliseerd en ingesnoerd tussen hoge dijken in veel te smalle beddingen, Door te intensief landbouwkundig gebruik zijn de voedselarme stroomdalgraslanden, de onbemeste hooilanden, en de soortenrijke plassen met helder water praktisch verdwenen. De ooibossen, de rivierduinen, en de grind- en zandbanken zijn stelselmatig gesloopt om een snelle afvoer van rivierwater mogelijk te maken. Het rivierwater wordt opgewarmd door lozingen van koelwater van elektriciteitscentrales, en mede als gevolg daarvan hebben invasies van exotische slijkgarnalen, vlokreeften, en tweekleppige schelpdieren het voedselnetwerk op zijn kop gezet¹⁸.

Sinds een aantal jaren wordt er flink geïnvesteerd in het ecologisch herstel van de biologisch gezien verknoeide rivieren. Optimisten en pessimisten zijn het erover eens dat de grootste successen zijn geboekt in de sanering van de watervervuiling. Het water is nu opmerkelijk schoner dan 25 jaar geleden, en concentraties van onafbreekbare organische verbindingen en zware metalen zijn spectaculair gedaald. Over het succes van het verdere ecologische herstel wordt echter verschillend gedacht. Optimisten zien grote mogelijkheden voor het herstel van de oorspronkelijke natuur. Hun gelijk ligt in het succes van de

recent in diverse uiterwaarden gegraven zogenaamde meestromende nevengeulen, dat zijn parallel aan de vaargeul gegraven geulen die aan beide zijden in open verbinding staan met de rivier. De terugkeer van een groot aantal ongewervelde dieren en vissen toont herstel aan. Pessimisten wijzen op de onomkeerbaarheid van de claims van veiligheid en bevaarbaarheid voor vrachtschepen. Spontaan groeiende zandbanken en de natuurlijke aanwas van hardhoutoibossen, om er een paar te noemen, kunnen niet worden toegeestaan.

Zoals blijkt, is de rivierecologie complex en maar ten dele stuurbaar, en gebonden aan een aantal keiharde randvoorwaarden van veiligheid en bevaarbaarheid. Ik wil dit toespitsen op de Afferdensche en Deestsche Waarden waar wij samen met vele anderen uitgebreid onderzoek doen; dit is een oud, uitgestrekt uiterwaardencomplex aan de Waal, niet ver van Nijmegen. Dit gebied draagt letterlijk de naam 'waarden' (volgens Van Dale 'een buitendijks gebied dat dikwijls onderloopt'), maar het vertegenwoordigt ook een aantal overdrachtelijke waarden, zoals in het verband van dit college bedoeld. Het gaat om driehonderd hectares hoog opgeslibde uiterwaarden, met door meidoornhagen afgescheiden graslanden, drassige rietlanden, moerassen, kleiputten, met twee hoogwatervrije zandige bulten waarop steenfabrieken hebben gestaan. Op de glijdende schaal van onze sterk aangetaste rivieren hebben we hier te maken met een relatief gezien mooi gebied, rijk aan vogels en planten.

Veiligheid staat nu voorop en in het kader van 'Ruimte voor de Rivier' wordt het gebied door Rijkswaterstaat heringericht, met als primaire doel om de rivier de Waal meer ruimte te geven, door het graven van een meestromende nevengeul, en door het verlagen van grote oppervlakken uiterwaardbodem. Een bijkomend doel wordt 'natuurontwikkeling' genoemd. Dat is een nieuw fenomeen dat in het midden van de jaren tachtig is opgekomen. Natuurontwikkeling betekent het omzetten van landbouwgrond in natuurgebied en waar mogelijk het herstellen van de natuurlijke dynamiek die zo karakteristiek is voor rivieren.

In de huidige plannenmakerij komt bij het afgraven van de Afferdensche en Deestsche Waarden een enorme hoeveelheid, zo'n 500.000 m³, vervuilde grond naar boven. De gifstoffen, zoals zware metalen en onafbreekbare organische verbindingen, die in die grond verborgen zitten, zijn in de periode voor en na de Tweede Wereldoorlog met de klei afgezet. Door het steeds schoner worden van de rivier zijn die gifstoffen langzamerhand met een minder vuile laag klei overdekt. Er is berekend dat er ook nu al, zonder dat je de bodem gaat afgraven, een reëel risico bestaat voor allerlei dieren die in de uiterwaardbodem leven of in

de bodem wroeten, om besmet te worden met hoge concentraties aan gifstoffen. Via het principe van eten en gegeten worden, kunnen die gifstoffen geconcentreerd worden in de hogere schakels van de voedselketen, zoals roofvogels en carnivore zoogdieren, met alle gevolgen van dien.

Over de berging van de immense voorraden smerige grond die bij het mogelijk afgraven van de uiterwaard vrij komen is nog geen overeenstemming bereikt. Er zijn ook diverse ecologische vragen die eerst moeten worden beantwoord. Welk risico lopen planten en dieren om besmet te worden met verontreinigde grond? Ecologische risicobeoordeling van chemische stoffen bestaat uit het schatten van de blootstelling van de organismen in de uiterwaard en het vergelijken van deze blootstelling met een bepaalde referentiewaarde. De ruimtelijke verspreiding van de planten en dieren, en van de verontreinigingen, heeft een grote invloed op de blootstelling. Verder is niet ieder plantje of beestje even gevoelig voor gifstoffen. Wij ontwikkelen momenteel binnen de afdeling nieuwe technieken voor ecologische risicobeoordeling die expliciet rekening houden met ruimtelijke componenten zoals het gedrag van dieren tijdens het zoeken van hun voedsel, met de structuur van hun habitat en variaties in concentraties van verontreinigende stoffen in de bodem. Deze modellen worden met veldgegevens gevalideerd.

Er zijn ook open vragen die fundamenteel bodemkundig en ecologisch onderzoek vereisen. Uit modelexperimenten blijkt dat het verlagen van uiterwaarden de sedimentatiesnelheden verhoogt en de dynamiek van de zand- en slibafzettingen met bijbehorend planten- en dierenleven doet toenemen. Hier botst de veiligheid die zo beheersbaar en voor spelbaar mogelijk moet zijn met de grilligheid en de dynamiek van de ecologie.

Een ander aspect van het verlagen van de uiterwaarden betreft de enorme hoeveelheid plantenvoedsel die in de bodem zit. Landbouwgronden die worden omgezet in natuur zijn generatieslang bemest geweest. De bodems van deze weilanden en akkers zijn overladen met voedingsstoffen, en dat is niet bevorderlijk voor de terugkeer van soortenrijke, voedselarme graslanden. Of veranderen onze uiterwaarden in ontoegankelijke brandnetelhorsten en braambossen?

Deze en andere vragen zijn onderwerp van studie. Ons onderzoek concentreert zich op de complexe stapeling van hydrologie, geomorfologie en ecologie in de uiterwaard met behulp van geografische informatie systemen (GIS), 'remote sensing' en spectroscopische technieken¹⁸.

Uitdagingen voor het onderzoek

Ondanks de verre van natuurlijke status worden onze grote rivieren gekenschetst als landschappelijk erg waardevol. Een typisch Hollands landschap, zeggen we, waarop we zuinig moeten zijn. Ook ecologisch gezien herbergen onze rivieren nog steeds grote waarden. Ze liggen allemaal binnen de Ecologische Hoofdstructuur, het grote internationale concept van aaneengesloten natuurgebieden, grote delen vallen onder de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn. Langs de rivieren liggen staatsnatuurreservaten en andere gerenommeerde natuurgebieden.

De randvoorwaarde 'veiligheid' dwingt tot draconische maatregelen, dat is onontkoombaar. Maar we moeten oppassen dat er over de realisatie van 'Ruimte voor de Rivier' over 40 jaar niet net zo negatief wordt gedacht als nu over de Deltawerken. 'Natuurontwikkeling' moet niet als een doekje voor het bloeden worden gebruikt. Natuurontwikkeling suggereert dat het eerst een puinhoop is met amper natuur, maar dat er door het graven van geulen en het verlagen van de bodem nieuwe natuur zal ontstaan. Die gedachte staat haaks op de huidige waardering die we hebben voor het rivierenlandschap, dat in de loop van vele jaren, soms eeuwen, tot stand is gekomen, veelal met behulp van de mens. Natuurontwikkeling is op zulke plekken een nauwelijks verdedigbare optie. Een ecologisch onderbouwde totaalvisie op de ontwikkeling van het riviereengebied ontbreekt echter. Het is niet verstandig om te grote stappen te nemen in een proces waarvan de ecologische gevolgen op lange termijn niet zijn te overzien. De kans is groot dat overal hetzelfde gebeurt, in de geest van "meestromende nevengeulen zijn mooi", dan graven we overal maar een nevengeul door de uiterwaard, ook al heeft die er nooit gelegen.

Toch moet een meer duurzame wijze van rivierbeheer mogelijk zijn. Ik meldde eerder dat de ecologie volwassen is geworden. Laat de ecologie dan ook voluit meetellen in de 'Ruimte voor de Rivier' discussie, bepleit deze oude ecooloog. Kom met een ecologische totaalvisie. Beslis niet te snel over de toekomstige inrichting van de uiterwaarden. We hebben wel even de tijd, we zitten nu op een overstromingskans van eens in de 1250 jaar, ook al zullen anderen dat betwisten. Kies niet overal dezelfde oplossing. Laat ook hier en daar hoge buitendijkse gronden met een bijzonder natuurwaarde gewoon, onaangetaast liggen. Westhoff zei het al: om de halfnatuurlijke landschappen in stand te houden, is het het beste om 'overal wat anders doen, maar wel steeds hetzelfde'. Tegenwoordig is het meer gebruikelijk om 'voortdurend wat anders te doen, maar overal hetzelfde'²⁰. Illustratief voor deze

laatstgenoemde werkwijze is het graven van nevengeulen, het inzetten van grote grazers die de grond vasttrappen en bemesten, en het uniforme maaibeheer op de dijken. Ecologisch gezien moet gepleit worden voor optimalisering van de habitatdiversiteit. In gewoon Nederlands betekent dat, dat er een zo groot mogelijke variatie aan ecosystemen in stand moet worden gehouden. Die moeten beheerd worden. Dat betekent ondermeer het stimuleren van levensgemeenschappen op voedselarme en zandige plekken, het kwelwater uitbuiten, het gifvrij werken, en de natuurlijke successie zijn tijd gunnen.

Het Nederlandse rivierenlandschap heeft in de loop van de tijd waarden gekregen, waar rekening mee moet worden gehouden. Lenders beschrijft dat treffend in zijn proefschrift als de vijfde dimensie van het rivierengebied²¹. Naast de drie fysieke dimensies van de ecologie, is er de tijd, de ontstaansgeschiedenis, als vierde dimensie. Natuurlijke successie vraagt tijd, soms honderden jaren, om tot volle ontplooiing van de biodiversiteit te komen. Mijn zorg is dat het concept 'cyclische verjonging' (zorg door beheer ervoor dat de ecosystemen jong blijven, voorkom met name de groei van ooibossen) teveel een knieval is in de richting van de rivierbeheerder, die ertoe leidt dat de gele dragline vaker in de uiterwaarden te zien en te horen zal zijn dan de zwarte ooievaar. Daarnaast is er de vijfde dimensie, die omvat de culturele en historische verworvenheden, waardoor het landschap geworden is tot wat het nu is. Dat is allang geen oernatuur meer, maar daar horen wel geaccidenteerde buitendijkse weilanden met koeien bij, daar horen meidoornheggen bij die de kavels begrenzen, daar horen bloemrijke, onbemeste hooilanden bij die één keer per jaar gemaaid worden, daar horen waterstaatkundige bouwsels en fortificaties van de Hollandse waterlinie bij, en ga zo maar door.

De discussie over water en waarden heeft ook een internationale dimensie. Ik noem maar één lijn die veelbelovend is voor milieuwetenschappers. Dat is de EU-kaderrichtlijn Water, een kader voor onderzoek aan het oppervlaktewater, waaraan heel veel specialistische studies kunnen worden opgehangen. Het Europese milieubeleid heeft een historie van ongeveer 35 jaar. Maar nu in 2003 is al meer dan 80% van het milieubeleid in Nederland gerelateerd aan Europese regelgeving²². Volgens Europese normen moeten de rivierstroomgebieden in 2015 een 'goede ecologische kwaliteit' hebben²³. Hoe omschrijf je de ecologische gezondheid van een rivier? Welk referentiebeeld heb je voor ogen ter beoordeling van de ecologische kwaliteit? De Rijn van voor de Tweede Wereldoorlog? Of een Rijn waarin je verrassingen in de toekomst niet uitsluit? Het gaat hier voluit om ecologisch onderzoek als basis voor verantwoord waterbeheer. Voer voor milieukundigen.

Onderwijs in de milieuwetenschappen

Een paar woorden tot slot over het onderwijs in de milieuwetenschappen. Rond 1970 is het vak 'milieukunde' binnen de Nederlandse universiteiten naar voren gekomen. Water, bodem en lucht waren er in Nederland beroerd aan toe, en het besef groeide dat deze problematiek niet monodisciplinair oplosbaar zou zijn. Specialisten uit allerlei vakgebieden gingen samenwerken. Geëngageerde onderzoekers hebben toen het vak milieukunde geïntroduceerd, een interdisciplinaire of multidisciplinaire benadering, waarbij de analyse en het oplossen, of liever nog voorkomen van milieuproblemen centraal staat. Er zijn milieukundigen geweest die gedacht hebben dat het vakgebied zou kunnen uitgroeien tot een intern samenhangende metawetenschap met eigen concepten, theorieën en methoden. Ten dele is dit ook gebeurd, maar de concepten en methoden, stoelen in vrijwel alle gevallen op een ambachtelijk milieuspecialisme. Wij gebruiken in onze opleiding wel eens het beeld van de 'punaise' voor een milieuwetenschapper. De punt van de punaise is de diepgang, het kopje is de breedheid. In mijn geval komt de diepgang uit de biologie, nauwkeuriger de ecologie, nog nauwkeuriger de aquatische ecologie. Dat is mijn vak, het ambacht, dat is **water**. Het kopje van de punaise is de breedheid, het multidisciplinaire, het interdisciplinaire, de integratie en het toepasbaar maken van wetenschappelijke kennis, gericht op het analyseren en oplossen van wereldwijde maatschappelijke problemen. Dat zijn de **waarden**. Ik spreek ook liever in internationaal verband over de milieuwetenschappen, environmental sciences, in plaats van over de beperkte Nederlandse milieukunde.

Wat de milieuwetenschappelijke opleidingen bindt en daarmee ook onderscheidt van de meer specialistische opleidingen, is de bewuste poging die zij doen om de studenten interdisciplinair te leren denken. De recente invoering van het bachelor-master systeem heeft ertoe geleid dat de voor de milieuwetenschappen zo kenmerkende bèta-gamma interactie in opleidingsprogramma's, mede onder druk van de facultaire inbedding van de opleidingen, sterk is teruggebracht. Dat zal moeten veranderen. In de bachelor opleiding zal het bèta-ambacht moeten worden aangekweekt, in de master opleiding zal verbreding en integratie dominant moeten zijn, met voluit bèta-gamma interactie en toepassingsgerichte casuïstiek in duurzame ontwikkeling. Nijmegen heeft alles in huis om die ontwikkeling inhoud te geven. Bij de onderwijsvisitatie van 2002 zijn de opleidingen Milieu-Natuurwetenschappen en Milieu-Maatschappijwetenschappen aan onze universiteit immers als de twee beste milieuopleidingen in Nederland gewaardeerd. De op te starten,

en veelbelovende internationale masteropleiding Ecosystem Based Water Management kan een sleutelrol vervullen in dit integratieproces: ecologie als basis voor het waterbeheer. Als de voortekenen niet bedriegen zullen de studenten deze weg weten te vinden.

Onderwijs kost geld. Nu is het bezuinigen op het universitaire bestel juist één van de meest stabiele factoren van het overheidsbeleid van de afgelopen jaren geworden. Ik citeer onze voorzitter van het College van Bestuur in zijn nieuwjaarsrede aan het begin van dit jaar: "Na 20 jaar bezuinigen zijn de uitgaven voor het hoger onderwijs per student gedaald tot 70 procent van het niveau van begin jaren zeventig. De rek is eruit na zoveel jaren van bezuinigen"²⁴. Den Haag schijnt deze en andere noodkreten te hebben opgevangen. Maar het blijft een feit, zonder externe financiering red je het niet meer tegenwoordig. Vindingrijkheid en effectiviteit zijn een tweede natuur geworden van de academicus, en in het schrijven van onderzoeksvoorstellen en in het daarna verwerven van de middelen gaat een aanzienlijk deel van de tijd zitten. Genoeg hierover. Vrijheid en creativiteit in het werk hebben wat mij betreft ruimschoots compensatie geboden voor alle inspanningen om aan extra geld te komen. De uitdaging om samen met een groep collega's goed te zijn, of -liever nog- beter te zijn in onderwijs en onderzoek is een voortdurende stimulans geweest.

Ik kom aan het einde van dit afscheidscollege. Ik heb u de gang geschetst van de ecooloog die daarnaast milieuwetenschapper werd. De basis van ons werk blijven de feiten, waar mogelijk waarde vrij en onafhankelijk verzameld via goed en betrouwbaar onderzoek. Dat onderzoek heeft veelal wel een pragmatische kadering, gericht op het analyseren en oplossen van concrete problemen in het waterbeheer en het natuurbeheer. Vanuit de inbedding in diverse nationale en internationale netwerken zijn onze onderzoeksresultaten gewaardeerde en veelgevraagde producten geworden. Ik beschouw het als een voorrecht dat ik daar 40 jaar lang aan heb kunnen werken en leiding aan heb kunnen geven.

Dankwoorden

Meneer de Rector, dames en heren,

Aan het einde van dit afscheidscollege wil ik enkele woorden van dank uitspreken. Een afscheid als dit is een afscheid van de Nederlandse collega's in de Nederlandse taal. Vele buitenlandse collega's en organisaties met wie ik in de afgelopen tientallen jaren heb samengewerkt, blijven dus ongenoemd.

Ik dank het College van Bestuur voor het vertrouwen dat u in mij stelde toen u mij in 1988 benoemde tot bijzonder hoogleraar Estuariene Ecologie en later in 1994 tot hoogleraar Milieukunde aan deze goede universiteit. Ik heb vrijwel dagelijks mijn werk met groot plezier gedaan.

Ik ben 10 jaar voorzitter van het Universitaire Centrum voor Milieuwetenschappen (UCM) geweest. Het UCM staat voor het coördineren en stimuleren van interfacultair onderwijs en onderzoek. We begonnen met bijna niets, maar dankzij de inzet van velen hebben we nu een aantal krachtige programma's en een uitgebreid netwerk. Dat is niet zonder slag of stoot gegaan. Het universitaire complex bestaat uit facultaire tempels. In het bestormen van die tempelmuren hebben we veel energie gestoken. Misschien te veel. Ik dank oud-rector magnificus Theo van Els voor zijn visie en steun in de beginjaren. Ik dank mijn medebestuurders, collega's Wouter de Groot, Pieter Leroy en Jenny Copius Peereboom, voor hun niet aflatende inzet. Coördinator Paul van den Heuvel, jij bent gegroeid in het vak. Ik dank je voor je gemotiveerdheid, je vermogen om conflicten te beheersen en je geweldige werklust.

Ik dank de opeenvolgende besturen van de faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (NWI) voor hun voortdurende steun aan het UCM en aan de afdeling Milieukunde. Ik ben met name veel dank verschuldigd aan de huidige decaan Sjoerd Wendelaar Bonga. Sjoerd bedankt voor je openheid, voor het vertrouwen dat je uitsprak en de ruimte die je me gaf bij het ontplooiën van nieuwe initiatieven. Jouw visie op de bestorming van het bèta-bolwerk, het open zetten van de deuren naar de maatschappij en het daardoor aantrekkelijker maken voor studenten om binnen te komen, liep vaak parallel met onze ideeën. Ik dank de medewerkers van de subfaculteit Biologie en het Centrum voor Wetland Ecology (CWE) voor de zeer goede collegiale verhoudingen en de bereidheid tot samenwerken. Ik noem in dit verband de namen van de initiatiefnemer van de zogenaamde speerpunt 'zoetwaterbiologie', de huidige rector magnificus Cees Blom, en van collega

Jan van Groenendael. Via het CWE konden wij ook een band met mijn vorige werkkringen in Yerseke en Nieuwersluis onderhouden. De combinatie van twee op het water gerichte research instituten van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) met afdelingen van de KUN in het CWE is ijzersterk, en moet verder worden geprofileerd. Collega Peter Herman zal daar zeker het nodige toe bijdragen. Het onder biologen gebruikelijke gescheiden denken in zoutwaterproblemen en zoetwaterproblemen moet juist in de rivierkunde worden doorbroken. Ik wens collega Toine Smits veel sterkte in het ontwikkelen van het Centrum voor Water en Samenleving, een initiatief dat de faculteit NWI overstijgt, maar dat dankzij recent verworven grote subsidies tot wasdom kan komen. Het doet mij in dit verband genoeg dat de herbezetting van mijn leerstoel Milieukunde bijna rond is.

Mijn grootste dank gaat uit naar de medewerkers van de afdeling Milieukunde, de mensen met wie ik dagelijks mocht omgaan. Ik vond het een voorrecht om met een zo gemotiveerd team te werken. Jullie weten het, ik ben bioloog gebleven maar ook milieuwetenschapper geworden. Dat is een combinatie die verwondering paart aan verbazing. Bij de bioloog in mij overheerst de verwondering over de schepping. Bij de milieukundige in mij overheerst de verbazing. De verbazing over de manier waarop de mens omgaat met alles wat leeft en groeit. Die verbazing brengt je ook met beide benen terug op de wereld. Er moet iets gedaan worden aan al die milieuproblemen, dicht bij en ver weg. Als afdeling Milieukunde hadden we een dubbele taak. We moesten een onderwijsinstituut in de lucht houden en we moesten onderzoek doen. En het onderwijs ging altijd voor. We groeiden sterk, met de nodige stuipjes, we integreerden in diverse vaknetwerken; ik noem het NCR, het Nederlands Centrum voor Rivierkunde, het NCN, het Nederlands Centrum voor Natuuronderzoek en de onderzoeksschool SENSE. Eigenlijk zou ik alle medewerkers en oud-medewerkers van de afdeling bij name willen noemen. Maar dat kan niet, dat wordt een te lange lijst. Ik noem enkele collega's zonder de anderen te kort te willen doen. Rob Lenders, Ad Ragas en Marlie Becks, bedankt voor jullie trouw en inzet. Naaste collega en plaatsvervanger Rob Leuven. Rob, we hebben intensief samengewerkt, waar ik soms een steekje liet vallen breide jij de kous af. Bedankt voor je toewijding aan de zaak van de milieukunde, je loyaliteit, en je eerlijkheid. De afdeling Milieukunde is gezegend met twee secretaresses, Gina Delmee en Nellemiek Ruitenbeek, complementaire karakters, maar beiden met hart voor de zaak. Bedankt voor alles!

De laatste woorden van dank zijn voor jou, lieve Arine. Mijn werk en ambities en ons gezinsleven zijn immers sterk met elkaar verknoopt. Jij was en bent de stabiele, evenwichtige, en (als dat nodig was) corrigerende factor aan het thuisfront. Ik ben dankbaar voor het feit dat ik meer dan 40 jaar lang vrijwel ononderbroken in goede gezondheid mijn werk heb kunnen doen. Ik ben ook dankbaar dat jij gedurende die gehele periode lief en leed met mij hebt willen delen. Wat wil een man nog meer?

Ik heb gezegd.

Referenties

1. Odum, E.P., 1969. The Strategy of Ecosystem Development. *Science* 164: 262-270
2. Odum, E.P., 1977. The Emergence of Ecology as a New Integrative Discipline. *Science* 195: 1289-1293
3. Van Dobben, W.H. & R.H. Lowe-McConnell, 1975. *Unifying Concepts in Ecology*. Junk Publishers, Kluwer, Dordrecht
4. Malmqvist, B. & S.Rundle, 2002. Threats to the running water ecosystems of the world. *Environm. Conservation* 29: 134-153.
5. Vörösmarty, C.J., P.Green, J. Salisbury & R.B. Lammers, 2000. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science* 289: 284-288.
6. Tockner, K. & J.A. Stanford, 2002. Riverine flood plains: present status and future trends. *Environm. Conservation* 29: 308-330
7. Kennish, M.J., 2002. Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environm. Conservation* 29: 78-107.
8. Costanza, R., et al., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260
9. Het waterbeleid kan niet zonder rampen. *De Water* 88, januari 2003: 8
10. Van der Maas, C., 1986. *De andere Delta - Stormvloed 1953 Kering 1986*. Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
11. Vaas, K.F., 1970. Problemen bij het beheer van het mariene milieu. In: J.C. van de Kamer (red.) – *Het Verstoorde Evenwicht – Een pleidooi voor het behoud van het natuurlijke milieu*, pp.217-230. Oosthoek, Utrecht
12. Nienhuis, P.H., 1982. De oecologische consequenties van de Deltawerken. In: W.J. Wolff e.a. (red.) - *Wadden, Duinen, Delta*, pp. 101-132. PUDOC, Wageningen
13. Hendriksen, J., 2002. De nieuwe Delta, voorwaarts naar vroeger. *De Water* 85, september 2002: 3-5
14. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000. *Ruimte voor de Rivier. Anders omgaan met Water - Waterbeleid in de 21e eeuw*. Den Haag
15. NIBI, 2001. *Adresboek voor Biologen 2001*. Nederlands Instituut voor Biologie, Utrecht
16. Hekstra, G., W. van Strien & J. Weverling, 1993. *Uitdagingen in de ecologie - theorie en toepassing*. Nederlandse Ecologen Vereniging, Den Haag

17. Kamermans, P., M.A. Hemminga & D.J. de Jong, 1999. Significance of salinity and silicon levels for growth of a formerly estuarine eelgrass (*Zostera marina*) population (Lake Grevelingen, the Netherlands). *Marine Biology* 133: 527-539
18. Van der Velde, G., I. Nagelkerken, S.Rajagopal & A. Bij de Vaate, 2002. Invasions by alien species in inland freshwater bodies in Western Europe: the Rhine delta. In: E. Leppäkoski et al. (eds.) - *Invasive Aquatic Species of Europe*, pp. 360-372. Kluwer, Dordrecht
19. Leuven, R.S.E.W., I. Poudevigne & R.M. Teeuw, 2002. Application of Geographic Information Systems and Remote Sensing in River Studies. Backhuys Publishers, Leiden
20. Westhoff, V., 1999. *Natuurbeheer, onze verantwoordelijkheid voor de biosfeer*. Victor Westhoff-lezing. Nijmegen University Press
21. Lenders, H.J.R., 2003. Environmental rehabilitation of the river landscape in the Netherlands - a blend of five dimensions. PhD Thesis University of Nijmegen
22. RIVM, 2003. *Milieubalans 2003*. Milieu- en Natuurplanbureau-RIVM, Kluwer, Alphen aan de Rijn
23. www.europa.eu.int/comm/environment/water/water-framework
24. De Wijkerslooth, R., 2003. *Nieuwjaarsrede 2003*. Katholieke Universiteit Nijmegen

