



Science System Assessment

Kennis bundelen in onderzoekprogramma's Rivier- en kustonderzoek in Nederland

Mieke van Hemert & Barend van der Meulen

Rathenau Instituut

dynamic
veranderend
interactief
de
technology
de 50

Het **Rathenau Instituut** laat de invloed van wetenschap en technologie op ons dagelijks leven zien en brengt de dynamiek ervan in kaart; door onafhankelijk onderzoek en debat.

Kennis bundelen in onderzoeksprogramma's

Rivier- en kustonderzoek in Nederland

© Rathenau Instituut, Den Haag 2010

Rathenau Instituut
Anna van Saksenlaan 51

Postadres:
Postbus 95366
2509 CJ Den Haag

Telefoon: 070-342 15 42
Telefax: 070-363 34 88
E-mail: info@rathenau.nl
Website: www.rathenau.nl

Uitgever: Rathenau Instituut
Ontwerp en opmaak: Smidswater
Fotografie: Rogier Fokke, Amsterdam
Drukwerk: Drukkerij Groen, Hoofddorp
Eindredactie: Nienke Beintema, Vogelenzang

Dit boek is gedrukt op FSC gecertificeerd papier

Eerste druk: december 2010

ISBN/EAN 978-90-77364-36-9

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:

Mieke van Hemert & Barend van der Meulen. Kennis bundelen in onderzoeksprogramma's: rivier- en kustonderzoek in Nederland. Den Haag, Rathenau Instituut 2010, SciSA rapport 1019

Verveelvoudigen en/of openbaarmaking van (delen van) dit werk voor creatieve, persoonlijke of educatieve doeleinden is toegestaan, mits kopieën niet gemaakt of gebruikt worden voor commerciële doeleinden en onder voorwaarde dat de kopieën de volledige bovenstaande vermelding van referentie bevatten. In alle andere gevallen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Rathenau Instituut.

Kennis bundelen in onderzoeksprogramma's Rivier- en kustonderzoek in Nederland

Auteurs

Mieke van Hemert

Barend van der Meulen

Voorwoord

De toenemende druk op onderzoekers om wetenschappelijke excellentie te combineren met maatschappelijke relevantie leidt tot heftig debat. Voor wetenschappers, omdat ze vaak het gevoel hebben in een spagaat te zitten. Zelf willen ze ruimte voor creativiteit en om aan innovatieve ideeën te werken. Maar die ruimte komt in het gedrang wanneer van hen vooral maatschappelijke relevant onderzoek wordt gevraagd.

Maatschappelijke organisaties plaatsen weer andere vraagtekens bij het kennisbeleid. Het maatschappelijk relevant maken van onderzoek zou te veel neerkomen op commerciële valorisatie – het is ook voor hen ook belangrijk kennis als een publiek goed te zien.

Onderzoeksprogramma's nemen in deze discussies een speciale plaats in, omdat ze worden ingezet om zowel wetenschappelijke excellentie als maatschappelijke relevantie mogelijk te maken. Echter, het overheersende beeld is dat ze voornamelijk dienen voor het verdelen van onderzoeksgeld. De agenda van de onderzoekers zou de inhoud bepalen en de overheid, die vraagt om maatschappelijke impact, zou het nakijken hebben. Meer dan een stapel onge-relateerde specialistische proefschriften leveren onderzoeksprogramma's niet op, zo is de indruk. Misschien noodzakelijk voor onderzoekscarrières, maar bijdragen aan integrale oplossingen voor maatschappelijke problemen doen ze niet.

Deze studie biedt een genuanceerder beeld van de discussie over wetenschap en relevantie dan bovenstaande schets. Onderzoeksprogramma's kunnen wel degelijk effectief zijn in het bundelen van kennis voor beleid. Dat blijkt uit een analyse van het Nederlandse rivier- en kustonderzoek, de twee kennisdomeinen die in deze studie onder de loep zijn genomen.

Wat maakt dat er kennis uit zulke verschillende wetenschapsgebieden als ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde op een beleidsrelevante manier kan worden gebundeld in onderzoeksprogramma's? Het blijkt dat de voorwaarden voor kennisbundeling deels liggen in het wetenschapssysteem, buiten de invloedssfeer van individuele onderzoekers. Wetenschappers die onderzoek doen met het oog op een integrale aanpak van problemen, opereren in een spanningsveld. In de internationale wetenschap hebben ze te maken met specialistische invalshoeken. In de lokale context is het terrein ook verkaveld: beleid wordt per sector ingevuld. Van onderzoekers kan dus niet worden verwacht dat ze op korte termijn een brug slaan tussen zowel de specialismen als de beleidssectoren.

De situatie verschilt echter per domein. In sommige kennisdomeinen is zowel in de internationale wetenschap als in het beleid al een begin gemaakt met een

geïntegreerde aanpak. Op dit punt blijken – verrassend genoeg voor zulke verwante kennisdomeinen – rivieronderzoek en kustonderzoek te verschillen. In het rivieronderzoek kan de kennisbundeling aansluiten bij die in de internationale wetenschap en in het beleid. In het kustonderzoek ontbreekt integratie op die niveaus vooralsnog en is kennisbundeling meer een kwestie van pionieren.

Belangrijke voorwaarden voor het bundelen van kennis in onderzoeksprogramma's blijken samenwerking en taakverdeling. Als er onderzoekers zijn die de kennisintegratie op zich nemen, kunnen anderen bijdragen met specialistisch onderzoek. Zolang er maar aandacht is voor raakvlakken en gedeelde invalshoeken. Niet dat het dan eenvoudig is: nieuwe inzichten leveren telkens nieuwe mogelijkheden voor kennisbundeling en roepen soms meer vragen op dan ze beantwoorden.

Onderzoek in Nederland dat bijdraagt aan innovaties in rivier- en kustbeheer, biedt dus een goede inkijk in de problematiek van het kennisbundelen. Het is ook in andere opzichten interessant. Nederland staat internationaal sterk aangeschreven op het gebied van wateronderzoek en loopt van oudsher voorop met innovaties in waterbeheer. Onderzoek dat bijdraagt aan een klimaatbestendig, duurzaam beheer van laagliggende delta's is van levensbelang. Nederlandse onderzoekers zijn daarin ook nu pioniers. Fascinerend en verrassend is daarbij hoe onderzoekslijnen van meer dan een eeuw oud kunnen bijdragen aan hedendaagse innovaties. Aan het eind van zijn leven schreef Charles Darwin een rapport over het omwoelen van de bodem door aardwormen. Dat onderwerp, op het raakvlak van biologie en aardwetenschappen, staat nu centraal in het vormgeven van 'levende waterbouw'.

De studie sluit af met een pleidooi voor een reflectie op de denkkaders die het kennisbeleid bepalen. Als we meer zicht willen op de effectiviteit van kennisbeleid, zullen we de verschillende maatschappelijke rollen van wetenschap beter in beeld moeten krijgen. Dat lijkt me een mooie uitdaging voor beleidsmakers, wetenschappers en maatschappelijke organisaties om mee aan de slag te gaan.

Mr. drs. Jan Staman

Directeur Rathenau Instituut

Inhoudsopgave

1	Inleiding	9
	1.1 Onderzoeksprogramma's ter discussie	9
	1.2 Achterliggende visies op wetenschap	10
	1.3 Focus op kennisintegratie	11
	1.4 Doel van de studie	12
	1.5 Structuur van het rapport	12
2	Onderzoeksprogramma's	15
	2.1 Onderzoeksprogramma's als beleidsinstrument	16
	2.2 Onderzoeksprogramma's als hulpbron	17
	2.3 Onderzoeksprogramma's in het wetenschapssysteem	18
	2.4 Onderzoeksprogramma's als aggregatiemachines	19
	2.5 Meerwaarde van onderzoeksprogramma's	19
3	Kennisintegratie: benadering en methoden	21
	3.1 Kennisintegratie	21
	3.2 Internationale wetenschap, lokale toepassing	21
	3.3 Rivier- en kustonderzoek als casus	21
	3.4 Werkhypothese	22
	3.5 Indicatoren voor cross-disciplinariteit in internationale wetenschap	23
	3.6 Kennisintegratie in rivier- en kustonderzoek in Nederland	24
	3.7 Synthese van onderzoeksresultaten	24
	3.8 Bronnenmateriaal	25
4	Rivieronderzoek	27
	4.1 Rivieronderzoek als internationaal wetenschapsgebied	27
	4.1.1 Bibliometrische analyse	27
	4.1.2 Institutionele analyse	29
	4.1.3 Inhoudelijke analyse	29
	4.1.4 Conclusie	30
	4.2 Rivieronderzoek in Nederland	30
	4.2.1 Kennisintegratie in programma's	30
	4.2.2 Aansluiting bij internationale ontwikkelingen	32
	4.2.3 Aansluiting bij de beleidscontext	33
	4.2.4 Conclusie	33
	Intermezzo's en foto's onderzoekspraktijk	35
5	Kustonderzoek	47
	5.1 Kustonderzoek als internationaal wetenschapsgebied	47
	5.1.1 Bibliometrische analyse	47
	5.1.2 Institutionele analyse	49
	5.1.3 Inhoudelijke analyse	49

5.1.4 Conclusie	50
5.2 Kustonderzoek in Nederland	50
5.2.1 Kennisintegratie in programma's	50
5.2.2 Aansluiting bij internationale ontwikkelingen	53
5.2.3 Aansluiting bij de beleidscontext	53
5.2.4 Conclusie	54
6 Kennisintegratie in rivier- en kustonderzoek	57
6.1 Wetenschapsgebieden en cross-disciplinaire niches	57
6.1.1 Bibliometrische analyse	57
6.1.2 Institutionele analyse	58
6.1.3 Inhoudelijke analyse	59
6.1.4 Conclusie	59
6.2 Kennisintegratie in Nederland	60
6.2.1 Kennisintegratie in programma's	60
6.2.2 Aansluiting bij internationale ontwikkelingen	61
6.2.3 Aansluiting bij de beleidscontext	62
6.2.4 Conclusie	63
6.3 Conclusie: contrasten in kennisintegratie	64
7 Onderzoeksprogramma's en kennisintegratie	67
7.1 De werking van onderzoeksprogramma's	67
7.1.1 Onderzoeksprogramma's en sturing	67
7.1.2 Onderzoeksprogramma's als instituties	68
7.1.3 Onderzoeksprogramma's en het promotiestelsel	69
7.2 Duurzame kennisintegratie?	69
7.2.1 Contrasten in kennisintegratie	69
7.2.2 Metaforen en denkkaders	70
7.3 Voorwaarden voor kennisintegratie	72
7.3.1 Spanning en wisselwerking in het wetenschapssysteem	72
7.3.2 Taakverdeling en integratie	72
7.3.3 Voorwaarden in onderzoeksprogramma's	73
7.3.4 Indicatoren voor kennisbundeling	74
Bibliografie	75
Samenvatting	79
Bijlage 1 Interviews en geraadpleegde literatuur	81
Dankwoord	86
Lijst afkortingen	87

1 Inleiding

Onderzoeksprogramma's zijn een belangrijk maar omstreden instrument in het wetenschapsbeleid. Onderzoek vindt steeds meer plaats in de vorm van grote thematische programma's. Daarbij moet het onderzoek bovenal maatschappelijk relevant zijn. In 2008 besteedde NWO 74 miljoen euro aan thematische programma's: iets meer dan een kwart van haar budget voor competitieve onderzoeksfinanciering. Via de BSIK- en FES-regelingen investeert de overheid veel in de verbetering van de kennisinfrastructuur; onderzoeksprogramma's zijn daarbij een belangrijk hulpmiddel. Sommige ministeries organiseren hun onderzoeksfinanciering in programma's. Het Ministerie van Economische Zaken besteedt jaarlijks bijvoorbeeld 20 miljoen euro aan innovatiegerichte onderzoeksprogramma's. Ook wat betreft onderzoeksfinanciering op Europees niveau is er sprake van schaalvergroting en een vraag om maatschappelijke relevantie. Het Europese Kaderprogramma bestaat bijvoorbeeld voor een groot deel uit beleidsrelevante onderzoeksprogramma's.

1.1 Onderzoeksprogramma's ter discussie

Er is veel discussie over de effectiviteit en de wenselijkheid van onderzoeksprogramma's. Die discussie is op zichzelf niet nieuw. Al sinds onderzoeksprogramma's in de jaren zeventig van de vorige eeuw werden ingevoerd, kijkt men kritisch naar hun doelmatigheid. De laatste jaren is er met name discussie over het streven naar wetenschap die zowel excellent is als maatschappelijk relevant. Daarnaast vormen tijdelijke programma's een steeds groter deel van de onderzoeksfinanciering. Onderzoeksprogramma's zijn dus steeds belangrijker geworden in het kennisbeleid. Dat merkt zowel de overheid als de wetenschappelijke gemeenschap. Vanuit hun verschillende posities plaatsen deze maatschappelijke actoren vraagtekens bij het kennisbeleid en de rol van onderzoeksprogramma's. Is de kennis die onderzoeksprogramma's opleveren wel bruikbaar in de beleidspraktijk? Zouden onderzoekers meer of juist minder moeten worden aangestuurd door thematische programmering? Is tijdelijke financiering in de vorm van programma's effectiever of juist minder effectief dan structurele onderzoeksfinanciering? Is er bij een toenemende vraag om directe relevantie nog wel plaats voor fundamenteel onderzoek? Komen andere waarden van wetenschap niet in het geding door de vraag om maatschappelijk nut en rendement?

Ook NWO beweegt zich in dit spanningsveld. Hoewel NWO van oudsher een belangrijke rol speelt in de financiering van fundamenteel onderzoek, besteden gebiedsbesturen steeds meer aandacht aan de maatschappelijke impact van onderzoeksprogramma's.¹

1 Zie bijvoorbeeld het rapport van het Gebiedsbestuur Geesteswetenschappen.: [http://www.nwo.nl/files.nsf/pages/NWOA_7SPFAP/\\$file/Rapport%20Impact%20Assessment.pdf](http://www.nwo.nl/files.nsf/pages/NWOA_7SPFAP/$file/Rapport%20Impact%20Assessment.pdf)

1.2 Achterliggende visies op wetenschap

In deze studie gaan we bovengenoemde vragen niet rechtstreeks te lijf, maar nemen we de bundeling van kennis in programma's nader onder de loep. Zo hopen we inzicht te bieden in de werking van het wetenschapssysteem en de effectiviteit van kennisbeleid. Daarnaast wijzen we op de onderliggende denkkaders. Zo willen we een aanzet geven voor een diepgaander debat over bovenstaande kwesties. Een zinvolle discussie over de effectiviteit van kennisbeleid en onderzoeksprogramma's vraagt om explicieter debat over twee vragen: wat zijn de achterliggende visies op hoe wetenschap werkt, en wat zijn de mogelijke en wenselijke wisselwerkingen tussen wetenschap en maatschappij? Twee voorbeelden maken dit duidelijk.

Het eerste voorbeeld draait om de visies op wetenschap die de doelen van onderzoeksprogramma's ondersteunen. Onderzoeksprogramma's die dienen als beleidsinstrument, kennen strategische doelen. Ze moeten bijvoorbeeld leiden tot 'verankering', 'zwaartepuntvorming', 'een duurzame kennisinfrastructuur', 'valorisatie' of 'maatschappelijke impact' rond een bepaald kennisdomein. Dat is dan ook de basis voor evaluatie van programma's². Een doel als 'verankering' blijkt dan op verschillende manieren invulling te kunnen krijgen. Maar ook de uiteenlopende visies op hoe wetenschap werkt kunnen een rol spelen bij de beoordeling van het doel van 'verankering' (Kwa et al. 1999). Het maakt uit welke visie op wetenschap overheerst. Wetenschap kan bijvoorbeeld worden gezien als leverancier van kennis binnen bestaande kaders, als een samenspel van ideeën en organisaties in verschillende omgevingen, of als een grenzeloos maatschappelijk netwerk waarin mensen, ideeën en technologie circuleren. Dit zijn misschien abstracte beelden van wetenschap, maar ze hebben wel heel verschillende praktische consequenties als je programma's wilt inzetten ter 'verankering' van onderzoek.

Het tweede voorbeeld draait om het functioneren van onderzoeksprogramma's in het wetenschapssysteem. We hebben zojuist opgemerkt dat elk programma zijn eigen strategische doelen heeft. Onderzoeksprogramma's functioneren echter niet als aparte eenheden van kennisproductie. Ze zijn vaak onderling van elkaar afhankelijk. Verschillende onderzoeksfinanciers stellen voor eenzelfde kennisdomein programma's op met doelen die overlappen, elkaar aanvullen of misschien wel van elkaar verschillen. Onderzoekers voeren vervolgens projecten uit binnen hun eigen onderzoeksagenda. Die projecten kunnen onder verschillende programma's vallen, die gelijktijdig kunnen lopen of na elkaar. Door deze twee mechanismen raken onderzoeksprogramma's met elkaar verweven.

2 Zie bijvoorbeeld de recente evaluatie van Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's (IOP): Bureau Bartels (2010) 'Eindrapport Evaluatie Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's' in opdracht van Min. EZ. IOP's zijn in de jaren zeventig geïntroduceerd als instrument van onderzoeksbeleid.

Samen hebben ze zo bepaalde effecten op de kennisdynamiek. Maar toch worden onderzoeksprogramma's afzonderlijk geëvalueerd. Het probleem daarbij is dat het onduidelijk is welke effecten verschillende onderzoeksprogramma's hebben op de kennisontwikkeling rond een specifiek thema.

1.3 Focus op kennisintegratie

In deze studie onderzoeken we voor twee kennisdomeinen, namelijk rivier- en kustonderzoek, wat de invloed is geweest van onderzoeksprogramma's op kennisontwikkeling. De twee kennisdomeinen zijn nauw verwant, maar hebben een verschillende dynamiek. In beide domeinen staan fysisch-biologische wisselwerkingen al enige tijd op de onderzoeksagenda. We bestuderen de kennisontwikkeling op dit thema vanuit een systeemvisie op de dynamiek van wetenschap. Daarvoor gebruiken we verschillende methoden. Het thema 'fysisch-biologische wisselwerkingen' vraagt om integratie van kennis uit verschillende vakgebieden: ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde. Juist die kennisintegratie vindt vaak plaats in onderzoeksprogramma's.

Rivieronderzoek is een cross-disciplinair kennisdomein. Sinds het eind van de jaren tachtig heeft dit onderzoek steeds meer een beleidsondersteunende rol. Dat beleid is gericht op het ecologisch herstel van de grote rivieren. Het motto daarbij is: 'de zalm terug in de Rijn'. Daarbij is veiligheid tegen overstroming wel een randvoorwaarde. Ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen gingen die uitdaging samen aan door samenwerking binnen onderzoeksprogramma's. Midden jaren negentig kwam er een nieuwe focus bij: klimaatverandering en de consequenties daarvan voor water- en natuurbeheer.

Kustonderzoek is qua onderwerp en disciplines vergelijkbaar met het rivieronderzoek. Ook hier is er een scala van onderzoeksprogramma's die het beheer van de kustzone proberen te verbeteren dankzij kennisontwikkeling. En ook hier is klimaatverandering een belangrijke focus.

Voor zowel rivier- als kustonderzoek gaan we in op bundeling van ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige kennis in het internationale wetenschapsgebied en in Nederland. We bespreken daarbij drie vragen: hoe onderzoekers aan Nederlandse universiteiten en onderzoeksinstituten in de afgelopen twee decennia kennis hebben gebundeld in onderzoeksprogramma's; hoe dit heeft geleid tot geïntegreerde modellen van rivieren en kusten; en hoe deze bundeling zich verhoudt tot beleidsdoelen in het rivier- en kustbeheer.

We hebben gekozen voor een focus op bundeling van kennis of 'kennisintegratie', omdat hiermee een specifieke meerwaarde van onderzoeksprogramma's duidelijk wordt. Die meerwaarde is meestal niet zichtbaar in evaluaties van afzonderlijke programma's. Ook blijkt hieruit hoe de invulling van programma's afhankelijk is van de kennisdynamiek op andere niveaus van het wetenschapsstelsel. De invulling van programma's hangt af van internationale wetenschap-

pelijke ontwikkelingen én van ontwikkelingen in de toepassingscontext: in het beleid.

Onder 'kennisintegratie' verstaan we nieuwe, samengestelde, cross-disciplinaire onderzoekstrajecten die voortkomen uit de bundeling van afzonderlijke specialistische, disciplinaire onderzoeklijnen. Die kennisbundeling is verre van vanzelfsprekend. Door hun opleiding en ervaringen in een specifiek vakgebied hebben onderzoekers heel verschillende opvattingen over hoe de natuur werkt, hoe die het beste kan worden onderzocht, en wat relevant is om te onderzoeken. De barrières voor kennisbundeling zijn vrij goed bekend en uitvoerig beschreven. Voorbeelden van succesvolle kennisbundeling zijn minder bekend. Deze studie laat zien dat kennis bundelen wel degelijk mogelijk is, en dat onderzoeksprogramma's eraan kunnen bijdragen.

1.4 Doel van de studie

We willen met deze studie de discussie over de effectiviteit van onderzoeksprogramma's een stap verder brengen. Onderzoeksprogramma's zijn er in allerlei soorten en maten, zowel in looptijd als in omvang. Het gaat ons in deze studie om onderzoeksprogramma's waaraan financiering van projecten is verbonden en waaraan onderzoeksgroepen van verschillende kennisinstellingen meedoen. Onderzoeksprogramma's dienen ook uiteenlopende doelen. Deze heterogeniteit beschouwen we als een gegeven. We doen in deze studie geen uitspraken over de effectiviteit van individuele onderzoeksprogramma's. Het gaat ons om de kennisdynamiek zoals die op de middellange termijn wordt beïnvloed door verschillende onderzoeksprogramma's. Anders gezegd: we laten zien dat de kennisdynamiek rond een bepaald domein, en kennisbundeling in het bijzonder, mede het resultaat is van verschillende, opeenvolgende onderzoeksprogramma's. Daarmee kunnen we een aantal discussies over wat onderzoeksprogramma's zouden moeten opleveren, in perspectief plaatsen.

1.5 Structuur van het rapport:

De achterliggende onderzoeksvragen in deze studie zijn:

- Hoe is de integratie van ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde in rivier- en kustonderzoek in de afgelopen twee decennia tot stand gekomen?
- Wat kunnen we leren over bundeling van kennis in onderzoeksprogramma's als we rivier- en kustonderzoek met elkaar vergelijken?

In hoofdstuk 2 en 3 gaan we in op de algemene problematiek van onderzoeksprogramma's en het idee van kennisintegratie. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van wat onderzoeksprogramma's zijn en met welk spanningsveld onderzoekers te maken hebben als ze projecten formuleren en uitvoeren binnen programma's.

In hoofdstuk 3 bespreken we wat we onder kennisintegratie verstaan, en hoe verschillende methoden kunnen helpen om kennisintegratie op verschillende niveaus zichtbaar te maken.

In de hoofdstukken 4 en 5 laten we ontwikkelingen in het rivier- en kustonderzoek zien op twee niveaus: dat van internationale en cross-disciplinaire wetenschap, en dat van onderzoeklijnen die binnen programma's gebundeld zijn. In hoofdstuk 6 vergelijken we de kennisdynamiek in rivier- en kustonderzoek. Ook bespreken we hoe kennisintegratie in programma's mede vorm krijgt door het spanningsveld tussen internationale wetenschap en lokale toepassingscontext.

In het laatste hoofdstuk, hoofdstuk 7, geven we een synthese en een reflectie op de bevindingen rond onderzoeksprogramma's en kennisintegratie. Daarbij geven we aanbevelingen voor succesvolle kennisintegratie in programma's.

2 Onderzoeksprogramma's

Onderzoeksprogramma's zijn er in allerlei soorten en maten. Aan een officiële indeling heeft voor zover bekend nog niemand zich gewaagd³. Duidelijk is wel dat onderzoeksprogramma's uiteenlopen wat betreft verschillende aspecten: mate van formele organisatie, omvang, budget, begrenzing van thema of opdracht, en mate van sturing door de financierende instantie.

Laten we die variatie eerst in vogelvlucht bekijken. Ten eerste bestaan er in tal van wetenschapsgebieden informele, wereldwijde netwerken rondom een bepaald thema. Die netwerken organiseren activiteiten zonder dat er sprake is van financiering van onderzoeksprojecten. Een voorbeeld hiervan is het biodiversiteitsnetwerk Census of Marine Life (CoML).

Dan zijn er onderzoeksprogramma's op Europees en nationaal niveau waarbij overheden de onderzoeksprojecten financieren. Daarbij kunnen onderzoeksgroepen, in samenwerking of in competitie, financiering aanvragen voor onderzoeksprojecten rond een bepaald thema. Dat was bijvoorbeeld het geval bij het onderzoeksprogramma Marine Science & Technology (MAST), dat in de jaren negentig deel uitmaakte van opeenvolgende Europese Kaderprogramma's.

Ten slotte zijn er ministeries of interdepartementale commissies die onderzoeksprogramma's instellen voor de aanpak van een bepaald beleidsprobleem. Het ministerie of de commissie wijst in dat geval instituten aan die de opdracht krijgen in onderlinge samenwerking projecten te formuleren en uit te voeren. Dergelijke onderzoeksprogramma's hebben meestal een nauw omschreven opdracht. Een voorbeeld hiervan is het langetermijnprogramma Ecologisch Herstel van de Rijn (EHR), dat eind jaren tachtig van start ging op initiatief van de ministeries van Verkeer & Waterstaat (V&W), Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en Landbouw, Natuurbeheer & Visserij (LNV).

Kortom, onderzoeksprogramma's zijn heterogeen. Dat beschouwen we in deze studie als een gegeven. Wel beperken we ons blikveld: we richten onze aandacht op programma's waarbij er financiering is van onderzoeksprojecten en samenwerking tussen verschillende kennisinstellingen.

In dit hoofdstuk bespreken we de verschillende functies die onderzoeksprogramma's kunnen hebben. Onderzoeksprogramma's zijn bijvoorbeeld voor de overheid een instrument bij de realisatie van uiteenlopende beleidsdoelen. Voor onderzoekers aan universiteiten en onderzoeksinstituten zijn ze een hulpbron: een bron van financiering voor onderzoek dat binnen het eigen

3 Wel van onderzoekscentra, een verwante organisatievorm, zie Groenewegen & Peters (2002)

programma past. Onderzoeksprogramma's vervullen ook een functie in het internationale wetenschapssysteem. Binnen onderzoeksprogramma's bestaat een wisselwerking tussen het internationale niveau van wetenschap en het lokale niveau van toepassing van de resultaten. En ten slotte vervullen onderzoeksprogramma's een functie in het bijeenbrengen van uiteenlopende onderzoeksagenda's. In onderzoeksprogramma's vindt aggregatie plaats: stapeling en afstemming van onderzoeksagenda's. Onder bepaalde voorwaarden is er ook sprake van integratie: bundeling en samenvoeging van onderzoeksagenda's.

2.1 Onderzoeksprogramma's als beleidsinstrument

Onderzoeksprogramma's kunnen een instrument zijn bij het realiseren van beleidsdoelen. Daarbij zijn er ruwweg twee soorten beleidsdoelen. Allereerst heeft de overheid een verantwoordelijkheid in het agenderen en aanpakken van maatschappelijke problemen. Onderzoeksprogramma's, zo is de verwachting, genereren kennis die bijdraagt aan het in kaart brengen en oplossen van problemen, of het nu korte- of langetermijnproblemen zijn. Het onderzoeksprogramma is dan ofwel een middel om tot oplossingen te komen (het is dan missie-georiënteerd) ofwel een tussenstap daar naartoe. In dat laatste geval levert het onderzoeksprogramma inzichten en kennis die in de toekomst kunnen bijdragen aan het oplossen van de problemen (en dan is het strategisch georiënteerd).

Ten tweede heeft de overheid de verantwoordelijkheid om een evenwichtig wetenschapssysteem in stand te houden. Vanuit dat perspectief zijn onderzoeksprogramma's een middel om invloed uit te oefenen op het wetenschapssysteem. Het doel is dan niet om kennis op een bepaald gebied te ontwikkelen, maar om blijvende invloed uit te oefenen op de onderzoeksagenda's van universiteiten en onderzoeksinstellingen. De achterliggende gedachte is dat het programma een impuls geeft en dat onderzoek op dat betreffende gebied blijft plaatsvinden. Zo kan de overheid ook meebeslissen bij het stellen van prioriteiten in het wetenschapsbeleid en het stimuleren van sleutelgebieden. Een steeds belangrijker leidraad daarbij is het versterken van de concurrentiepositie van Nederland als het gaat om internationale wetenschaps- en technologie-ontwikkelingen. Wat een evenwichtig wetenschapssysteem is, wordt dus in sterke mate opgevat als een economische kwestie.

Onderzoeksprogramma's dienen steeds vaker verschillende beleidsdoelen tegelijkertijd. In de praktijk betekent dat vaak dat het betreffende onderzoek niet alleen maatschappelijk relevante kennis moet opleveren, maar ook goed moet zijn voor de concurrentiepositie van Nederland in de internationale wetenschap en technologie.

Het eerste vraagt om een wisselwerking tussen wetenschap en maatschappelijke actoren, het tweede om een sterke output in de vorm van bijvoorbeeld publicaties en patenten. Vaak noemt men dit kortweg 'het combineren van maatschappelijke relevantie met wetenschappelijke excellentie'.

2.2 Onderzoeksprogramma's als hulpbron

Vanuit universiteiten en onderzoeksinstituten ziet het perspectief er heel anders uit. Onderzoeksgroepen zijn voor hun activiteiten afhankelijk van financiering uit verschillende geldstromen. Een deel van de financiering is institutionele financiering: een verdeling van het eigen budget van de kennisinstellingen. Deze financiering staat ook wel bekend als 'eerste geldstroom'. Daarnaast kunnen groepen dankzij het bestaan van onderzoeksprogramma's extra onderzoeksmiddelen verwerven, namelijk vanuit (inter)nationale overheden of het bedrijfsleven; dit zijn de tweede en derde geldstroom.

Onderzoeksgroepen zijn de laatste twintig jaar steeds afhankelijker geworden van nationale, Europese en internationale onderzoeksprogramma's. Ze dienen projectvoorstellen in bij allerlei verschillende programma's; zo hopen ze onderzoeklijnen te kunnen starten, voort te zetten of te vernieuwen. Dat is geen gemakkelijke taak; omwille van de continuïteit en coherentie in hun eigen onderzoek moeten onderzoeksgroepen vaak projecten in verschillende onderzoeksprogramma's met elkaar verweven, terwijl al die onderzoeksprogramma's verschillende randvoorwaarden hebben. Ze zijn immers door uiteenlopende financieringsorganisaties, waaronder overheden, geformuleerd.

Onderzoekers gaan daarom vaak strategisch met onderzoeksprogramma's om. Willen we hun strategieën beter begrijpen, dan moeten we eerst nader bekijken hoe wetenschappelijk onderzoek in zijn werk gaat binnen het internationale wetenschapssysteem. Dan zien we dat onderzoeksgroepen en individuele onderzoekers binnen dit systeem drie soorten activiteiten moeten combineren (Rip 1990). De eerste activiteit betreft de lokale onderzoekspraktijk: het dagelijkse onderzoekswerk in het lab, veld of archief en achter de computer ('researching'). De tweede activiteit is gericht op het verkrijgen en behouden van een zekere reputatie binnen de internationale wetenschap. Dat kan bijvoorbeeld door middel van publicaties in wetenschappelijke tijdschriften, optredens als reviewer en presentaties op conferenties ('scientizing'). Dit speelt vooral op internationaal niveau. Een derde activiteit is het afstemmen van onderzoeksagenda's op de wensen en eisen van onderzoeksfinanciers en het zoeken van maatschappelijke erkenning voor onderzoek ('politicking').

Onderzoekers die deze drie verschillende soorten activiteiten op elkaar willen laten aansluiten, of in elk geval met elkaar willen combineren, moeten daarvoor een werkbare praktijk zien te ontwikkelen. Ze kunnen daarbij verschillende strategieën volgen. Welke strategieën haalbaar zijn, hangt deels af van hun directe institutionele omgeving en deels van het internationale wetenschapssysteem⁴.

2.3 Onderzoeksprogramma's in het wetenschapssysteem

De verschillende niveaus in het internationale en nationale wetenschapssysteem zijn steeds in ontwikkeling. Die ontwikkeling heeft invloed op de soepelheid of moeite waarmee onderzoekers een balans vinden tussen hun drie typen activiteiten. We bespreken dit spanningsveld verder in hoofdstuk 3, aan de hand van onderzoekspraktijken die verschillende disciplines met elkaar integreren. Daarbij gaan we ervan uit dat onderzoeksactiviteiten zijn verbonden met verschillende niveaus van het wetenschapssysteem. Allereerst is het onderzoek ingebed in lokale onderzoekspraktijken: het dagelijkse onderzoekswerk (researching). Dit heeft echter een wisselwerking met twee andere niveaus. Voor wetenschapsgebieden waarin toepassingen een rol spelen, is er de – vaak eveneens lokale – toepassingscontext. Daarnaast is er de wisselwerking met de internationale wetenschapsgebieden. Er is dus enig verband tussen de drie typen onderzoeksactiviteiten en de drie genoemde niveaus van het wetenschapssysteem, maar de indelingen lopen niet parallel. De activiteit van politicking omvat meer dan alleen een oriëntatie op de lokale context, en hóeft zelfs geen verband te houden met toepassing van onderzoek.

We onderscheiden ook nog een vierde, intermediair niveau in het internationale wetenschapssysteem. Dit zijn de internationale en nationale onderzoeksprogramma's. In onderzoeksprogramma's worden de drie andere niveaus van het wetenschapssysteem op elkaar betrokken. We gaven al eerder aan dat onderzoek binnen programma's steeds vaker zowel internationale publicaties moet opleveren als kennis die direct toepasbaar is. Onderzoekers proberen met deze verschillende eisen om te gaan en hun projecten op beide doelen af te stemmen. Meestal gebeurt dat op basis van bestaande onderzoekslijnen. Maar de balans tussen internationale wetenschappelijke relevantie en lokale toepasbaarheid blijft lastig. Die spanning – het gat tussen de niveaus van het wetenschapssysteem – is echter niet zonder meer onproductief of ongewenst. Vanuit een managementperspectief moeten onderzoeksprojecten weliswaar gestroomlijnd zijn en goed op elkaar afgestemd, maar vanuit het oogpunt

4 In hun analyse van het klimaatonderzoek in Nederland onderscheiden Kwa et al. (1999) 'tovenaars', 'raadgevers' en 'verkenners'. De tovenaars zijn academische onderzoeksgroepen die zich sterk oriënteren op de internationale wetenschappelijke omgeving. De raadgevers zijn de meer beleidsgeoriënteerde onderzoeksgroepen die expertise leveren aan opdrachtgevers. De verkenners zijn onderzoeksgroepen met een breed gedefinieerde onderzoeksagenda die vooral nieuwe thema's en mogelijkheden willen verkennen.

van vernieuwing en pluraliteit kunnen fricties in het systeem juist gunstig zijn (cf. Rip 1990). Goed beschouwd is het zelfs onmogelijk om een perfecte 'machine' van het wetenschapssysteem te maken ⁵.

2.4 Onderzoeksprogramma's als aggregatiemachines

We beperken ons in deze studie tot onderzoeksprogramma's met extern gefinancierde onderzoeksprojecten. Deze programma's zijn te beschouwen als 'aggregatiemachines' (Van der Meulen & Shove 2001, Shove 2003).

Programma's ontwikkelen zich volgens een aantal vaste stappen, waarbij de inhoud geleidelijk vorm krijgt. Het proces begint met het formuleren van een thema en voorwaarden waaraan projecten moeten voldoen om voor financiering in aanmerking te komen. Dan volgt een *call for proposals*: onderzoeksgroepen kunnen voorstellen indienen voor onderzoeksprojecten. Daarbij kunnen groepen eventueel samenwerking zoeken met andere onderzoeksgroepen wanneer samenwerking een eis is. Onderzoeksprojecten worden dan gezamenlijk geformuleerd en ingediend. Vervolgens is er een commissie die bepaalt welke onderzoeksprojecten financiering zullen krijgen. Die commissie kan daarbij advies inwinnen van andere wetenschappers en/of maatschappelijke spelers. De programma's raken zo gevuld met onderzoeksprojecten, die vervolgens worden uitgevoerd. De projectleiders rapporteren eventueel tussentijds of na afloop aan de onderzoeksfinancier over het verloop van de projecten. Zo vindt in een aantal stappen aggregatie plaats van onderzoeksagenda's tot onderzoeksprojecten binnen programma's. Daarbij kan sprake zijn van een losse 'stapelings', maar ook van een verdergaande afstemming of 'bundeling'.

2.5 Meerwaarde van programma's

Als programma's bedoeld zijn als instrument van wetenschaps- en innovatiebeleid, is het streven dat zij een meerwaarde hebben ten opzichte van afzonderlijk gefinancierde projecten. Met andere woorden, programma's moeten méér zijn dan de som van de projecten. Projecten kunnen prachtige publicaties, patenten en beleidsrelevante kennis opleveren, maar ze geven een programma een specifieke meerwaarde als er naast aggregatie ook sprake is van enige integratie. Laten we een voorbeeld noemen. In het onderzoek rond milieu, landschap, ruimtelijke ordening, water, landgebruik, natuur en duurzaamheid spelen allerlei thema's een rol. Daarom is het belangrijk dat het onderzoek plaatsvindt vanuit verschillende invalshoeken. Niet alleen vanuit verschillende wetenschappelijke disciplines (of preciezer: specialisaties), maar ook vanuit verschillende beleidssectoren. Zowel de aanpak van het onderzoek als de formulering van de uitkomsten moet daarop afgestemd zijn. Pas dan is er echt sprake van integratie.

5 De metafoor van 'wetenschap als machine' komt ook aan de orde in Kwa et al. (1999)

In de jaren zeventig van de vorige eeuw werd duidelijk dat er interdisciplinair onderzoek nodig is voor de aanpak van milieuproblemen. De problemen waarmee we te maken hebben, overschrijden immers de grenzen van disciplines. Sinds halverwege de jaren negentig bepleit men transdisciplinair onderzoek⁶. Daarbij is de toepassingscontext bepalend voor de onderzoeksvragen. Die zijn dan ook sterker toegespitst op beleidsproblemen dan bij interdisciplinair onderzoek. Bij transdisciplinaire kennis hebben oplossingen veelal de vorm van een ontwerp (In 't Veld 2010). Inter- en transdisciplinair onderzoek zijn met name van belang bij zogenaamde 'ongestructureerde problemen'. Bij dergelijke problemen is er verschil van mening over waarden en doelen en is er veel complexiteit en onzekerheid (Meuleman & In 't Veld 2010). Veel beleidsproblemen rond waterbeheer, natuur, milieu, landgebruik, ruimtelijke ordening en duurzaamheid zijn ongestructureerd. Van onderzoeksprogramma's in deze kennisdomeinen verwacht men dan ook dat ze transdisciplinaire kennis opleveren en daardoor integrale oplossingen mogelijk maken.

6 Zie RMNO (2005) of Merkx et al. (2007) voor definities van multi-, inter- en transdisciplinariteit

3 Kennisintegratie: benadering en methoden

3.1 Kennisintegratie

Kennis uit verschillende disciplines en specialisaties integreren kan op veel verschillende manieren. Een indeling in multi-, inter- en transdisciplinariteit is daarbij het meest gangbaar. Deze indeling doet echter geen recht aan de variëteit aan vormen van kennisintegratie (Huutoniemi et al. 2010)⁷. Kennis circuleert op allerlei manieren tussen wetenschappelijke specialisaties – bijvoorbeeld in de vorm van data, technieken, methoden, modellen, concepten, theorieën – en tussen wetenschap en andere kennispraktijken. In deze studie gebruiken we de generieke term cross-disciplinaire uitwisseling of cross-disciplinariteit voor alle mogelijke vormen van kennisuitwisseling. Van integratie is sprake als kennis uit verschillende specialisaties samenkomt in een conceptueel kader of model. Daarbij kan er een meer of minder sterke wisselwerking zijn met een toepassingscontext, bijvoorbeeld beleidsproblemen.

3.2 Internationale wetenschap, lokale toepassing

Deze studie richt zich op de vraag hoe kennisintegratie tot stand komt in onderzoeksprogramma's. Eerder gaven we al aan dat onderzoekers die projecten uitvoeren binnen onderzoeksprogramma's, te maken hebben met een spanningsveld. Omdat onderzoeksprogramma's steeds vaker niet alleen internationaal publiceerbaar wetenschappelijk onderzoek moeten opleveren, maar ook maatschappelijk relevante kennis, moeten onderzoekers hun projecten hierop afstemmen. In deze studie brengen we beide 'niveaus' - internationale wetenschap en lokale toepassingscontext - in beeld. We gaan na hoe onderzoekers specialistische onderzoeklijnen binnen programma's met elkaar integreren. Zo hopen we zich te krijgen op dit spanningsveld en op voorwaarden voor kennisintegratie.

3.3 Rivier- en kustonderzoek als casus

Rivier- en kustonderzoek bieden goed casusmateriaal voor vergelijkingen rond kennisintegratie. Sinds de jaren tachtig is 'integraal rivier- en kustbeheer' het streven. Met het oog op adaptatie aan klimaatverandering zijn in de laatste jaren ook biodiversiteitsherstel en bescherming tegen overstroming hoog op de agenda gekomen, zowel in Nederland als in andere laagliggende delta's. Tegen deze achtergrond is ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige kennis samengebracht, zowel in onderzoek als in beleid. Het integreren van kennis uit deze vakgebieden levert overigens nog geen integraliteit. Over wat integraliteit is, bestaat uiteraard geen overeenstemming. Maar in elk geval staat er meer op het spel dan alleen natuurbeheer en veiligheid tegen overstroming.

⁷ Er is veel literatuur over vormen van kennisintegratie. We noemen hier een recente bijdrage die een indeling biedt.

Neem nu de integrale kennisagenda van de Waddenacademie: die heeft betrekking op ecologie, aarde, klimaat, cultuur en economie. Willen we kennisintegratie in onderzoeksprogramma's zichtbaar maken, dan moeten we onze blik beperken. Onderzoeksprogramma's bundelen meestal maar enkele onderzoeklijnen tegelijk. Dat betekent ook dat we geen compleet beeld geven van kennisbundeling in de beide domeinen. We beperken ons tot de biologisch-fysische wisselwerkingen en vergelijken de casussen alleen in dat opzicht.

Rivier- en kustonderzoek bieden interessant casusmateriaal. Het zijn immers nauw verwante onderzoeksdomeinen. Enerzijds bestaat daartussen veel uitwisseling, maar anderzijds laten ze toch een verschillende kennisdynamiek zien. In beide gevallen gaat het om ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen die vanuit hun disciplinaire en specialistische kennis rivieren of kustgebieden onderzoeken. Sommigen van deze wetenschappers onderzoeken zowel rivieren als kusten. Aquatisch ecologen doen bijvoorbeeld onderzoek aan zoetwaterecosystemen, brakwaterecosystemen en zoutwaterecosystemen – een continuüm van rivier naar kust. Geomorfologen en sedimentologen gaan na hoe zand en slib worden meegevoerd en weer afgezet, en hoe daardoor diverse bodems en landschapsvormen ontstaan in rivier- en kustgebieden. Waterbouwkundigen hebben modellen voor stroming en golven, en beide spelen een rol in rivieren en kustgebieden.

3.4 Werkhypothese

De interessante verschillen draaien om het spanningsveld en de wisselwerking tussen internationale wetenschap, onderzoek in programma's en de toepassingscontext. We veronderstellen dat het voor onderzoekers gemakkelijker is om deze niveaus op elkaar af te stemmen, en dus om hun specialistische kennis toepasbaar te maken, wanneer kennisintegratie op alle niveaus plaatsvindt. Op internationaal wetenschappelijk niveau is dat het geval wanneer het kennisdomein past binnen een cross-disciplinaire 'niche'. In de toepassingscontext is dat het geval wanneer er een vorm van afstemming of synergie is tussen beleidssectoren. Ook beleidssectoren hebben immers te maken met specialistische kennisgebieden. De wisselwerking en afstemming tussen cosmopolitische wetenschap en lokale toepassing drijft een deel van de kennisdynamiek (Rip 1997, Disco et al. 1992, Deuten 2003).

Soms ontbreekt integratie op één of meerdere niveaus. Als onderzoeksprogramma's in zo'n geval toch vragen om kennisintegratie, dan zal het doen van onderzoek een kwestie van pionieren en uitproberen zijn. Andersom kunnen onderzoekers ook doelbewust nieuwe vormen van kennisintegratie op het oog hebben. Wellicht willen ze bestaande afstemmingen tussen de niveaus doorbreken. De ecologische wending in het rivierbeheer is daar een voorbeeld van: toen integraliteit op de agenda kwam, was de afstemming tussen de internationale waterbouwkunde en het hydraulisch rivierbeheerparadigma niet langer vanzelfsprekend.

3.5 Indicatoren voor cross-disciplinariteit in internationale wetenschap

Om na te gaan of er in de internationale wetenschap sprake is van cross-disciplinariteit, gebruiken we drie soorten indicatoren: bibliometrische, institutionele en inhoudelijke.

- 1 De bibliometrische indicator gaat uit van de mate waarin wetenschappelijke tijdschriften elkaar citeren. Onderzoeksgebieden zijn weerspiegeld in sets van wetenschappelijke tijdschriften (Leydesdorff & Cozzens 1993, Van den Besselaar & Leydesdorff 1996). De tijdschriften binnen een set citeren andere wetenschappelijke tijdschriften op eenzelfde manier en hebben daarmee eenzelfde kennisbasis. Dit patroon kunnen we achterhalen door een zogeheten factoranalyse van de citaties. Daarbij nemen we een centraal tijdschrift in het kennisdomein als ingangstijdschrift. In de analyse komen tijdschriftensets (factoren) naar voren die zich in de omgeving van het ingangstijdschrift bevinden. Dit zijn de onderzoeksgebieden die voor het kennisdomein relevant zijn. Wanneer ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige tijdschriften samen in een set voorkomen, dan betekent dit dat er sprake is van het delen van een kennisbasis, en daarmee van cross-disciplinariteit. Vervolgens kijken we of het ingangstijdschrift een zogeheten factorlading heeft op specialisaties binnen verschillende disciplinaire vakgebieden. De factorlading is een getal tussen 0 en 1 dat aangeeft in hoeverre het ingangstijdschrift qua citatiepatroon met de betreffende factor overeenkomt. Is er sprake van een noemenswaardige factorlading op specialisaties binnen verschillende disciplines, dan heeft het tijdschrift een cross-disciplinaire kennisbasis (Van den Besselaar & Heimeriks 2001). Om trends in cross-disciplinariteit zichtbaar te maken, voeren we in dit rapport de analyse uit voor een aantal jaren. Voor zover beschikbaar gebruiken we daarbij ook ander bibliometrisch onderzoek naar cross-disciplinariteit in de beide kennisgebieden. Ook citatiestromen tussen tijdschriftensets en onderzoekstopics die bouwen op kennis uit verschillende disciplines, geven een indicatie van cross-disciplinariteit (Merx & Van den Besselaar 2008, Van den Besselaar & Heimeriks 2008).
- 2 De institutionele indicator kijkt naar de vorming van internationale cross-disciplinaire onderzoeksgemeenschappen. Institutionaliserings van een onderzoeksgebied blijkt bijvoorbeeld uit het aantal tijdschriften, wetenschappelijke verenigingen en conferenties. Wanneer ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen cross-disciplinaire gemeenschappen vormen rond de thema's rivieren en/of kusten, is de cross-disciplinariteit geïnstitutionaliseerd.

- 3 De inhoudelijke indicator meet het opkomen van gedeelde theorieën, concepten, eenheden van analyse, conceptuele kaders en modellen. Wanneer ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen dezelfde concepten gaan gebruiken en modellen van rivieren en kusten ontwikkelen, en daarin hun specialistische kennis integreren, is er sprake van inhoudelijke cross-disciplinaire uitwisseling en integratie.

3.6 Kennisintegratie in rivier- en kustonderzoek in Nederland

Reconstructies van ontwikkelingen in onderzoek en beleid laten zien hoe het is gesteld met de kennisintegratie in het Nederlandse rivier- en kustonderzoek, en met het spanningsveld tussen internationale wetenschap en lokale toepassingscontext. Daarbij gaat het om verschillende reconstructies van onderzoekslijnen, onderzoeksprogramma's, internationale samenwerking en de beleidscontext over ruwweg de afgelopen twee decennia:

- 1 Een reconstructie van specialistische onderzoekslijnen en samengestelde, cross-disciplinaire onderzoekstrajecten die wijzen op kennisintegratie. Het gaat hier om het inhoudelijk vervlochten raken van ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige onderzoekslijnen. Vaak gebeurt dat in gekoppelde modellen. We hebben nagegaan hoe de toepassingscontext een rol heeft gespeeld in de integratie van onderzoekslijnen.
- 2 Een reconstructie van de onderzoeksprogramma's waarbinnen specialistische onderzoekslijnen met elkaar zijn geïntegreerd. Het gaat hierbij om onderzoeksprogramma's op allerlei niveaus (EU, NWO, FES etc.), waarbinnen onderzoeksgroepen van verschillende instituten en universiteiten tot samenwerking en inhoudelijke integratie zijn gekomen.
- 3 Een schets van internationale samenwerking op het cross-disciplinaire thema, en aansluiting bij eventuele cross-disciplinariteit zoals aangegeven door onderzoekers.
- 4 Een schets van nationale beleidsontwikkeling rond rivieren en de kustzone, en de mate van afstemming tussen verschillende beleidssectoren.

3.7 Synthese van de onderzoeksresultaten

Door rivier- en kustonderzoek op de bovenstaande dimensies te vergelijken, komen we tot een synthese die de onderzoeksvragen beantwoordt. De centrale vraag is hoe kennisintegratie plaatsvindt binnen onderzoeksprogramma's. We verkennen daarbij het spanningsveld tussen internationale wetenschap en lokale toepassingscontext. De verschillende analyses leiden tot conclusies over de werking van onderzoeksprogramma's en voorwaarden voor kennisintegratie.

3.8 Bronnenmateriaal

Voor de reconstructie van onderzoeklijnen, programma's en beleid hebben we gebruikgemaakt van divers bronnenmateriaal en semi-gestructureerde interviews met onderzoekers en onderzoeksleders. Het bronnenmateriaal betrof artikelen in tijdschriften en bundels, reviews, rapporten, onderzoekersprofielen, onderzoeksvoorstellen en proefschriften. De interviews gingen over de institutionele en inhoudelijke dimensies van de internationale wetenschapsgebieden, onderzoeksfinanciering en voorwaarden, mogelijkheden en beperkingen in het ontwikkelen van cross-disciplinaire onderzoeklijnen en modellen, en een relatie tussen onderzoek en beleid.

4 Rivieronderzoek

Er zijn uiteenlopende vakgebieden die rivieren en riviergebieden onderzoeken. Voorbeelden daarvan zijn waterbouwkunde, hydrologie, sedimentologie, geomorfologie, aquatische ecologie, landschapsecologie, milieukunde, geografie, planologie, geschiedenis, economie en bestuurskunde. Hiervan zijn de waterbouwkunde, aardwetenschappen en ecologie in de afgelopen decennia het sterkst met elkaar geïntegreerd: zij wisselen inzichten en onderzoeksresultaten uit. Die integratie vond plaats tegen de achtergrond van drie verschillende ontwikkelingen: de roep om interdisciplinaire wetenschap voor de aanpak van milieuproblemen, de opkomst van ‘integraal rivierbeheer’ in de beleidswereld en de opvatting van de aarde als complex systeem in de wetenschap. Ook technologische ontwikkelingen, zoals de snel toenemende computercapaciteit en remote sensing-technieken hebben een belangrijke rol gespeeld in de uitwisseling tussen de natuurwetenschappelijke en technische vakgebieden die zich bezighouden met rivieronderzoek.

In dit hoofdstuk bespreken we kennisintegratie in het rivieronderzoek, zowel op internationaal wetenschappelijk niveau als in Nederland. De focus ligt daarbij op de vakgebieden die daaraan het sterkst bijdragen: ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde.

4.1 Rivieronderzoek als internationaal wetenschapsgebied

Bestaat er in het rivieronderzoek op internationaal niveau cross-disciplinariteit tussen ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde? Deze vraag beantwoorden we aan de hand van bibliometrische, institutionele en inhoudelijke indicatoren voor cross-disciplinaire uitwisseling en integratie.

4.1.1 Bibliometrische analyse

Analyse van de tijdschriftomgeving van een centraal tijdschrift in het rivieronderzoek, *River Research & Applications* (RRA), geeft het volgende beeld. Onder meer ecologie, limnologie (zoetwaterecologie), visserij-onderzoek, hydrologie, geomorfologie, natuurbeheer en hydraulica (waterbouwkunde) zijn voor het rivieronderzoek relevante specialisaties (Tabel 1). De aardwetenschappelijke specialisaties (geomorfologie en hydrologie) vormen soms één factor. Het bestaan van aparte sets van ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige tijdschriften wijst erop dat de vakgebieden een sterke disciplinaire identiteit hebben.

Het centrale tijdschrift RRA sluit het sterkst aan bij de zoetwaterecologie maar deels ook bij andere specialisaties, ook buiten de ecologie. Dit blijkt uit de factorlading van het tijdschrift, die is aangegeven in Tabel 1. RRA is daarmee een tijdschrift met een cross-disciplinaire kennisbasis (Van den Besselaar & Heimeriks 2001).

Tabel 1 De ontwikkeling van de citatie-omgeving van het tijdschrift *River Research and Applications* (RRA) van 1995 tot 2005. De specialisaties zijn sets van tijdschriften die samen een factor vormen. Aangegeven zijn ook de ladingen van RRA op deze factoren.

	1995	1997	1999	2001	2003	2005
1	limnology	ecology	ecology	ecology	ecology	ecology
2	general ecology	limnology RRA 0.73	fisheries research	limnology RRA 0.35	limnology RRA 0.45	hydrology
3	fisheries research	wildlife management	limnology RRA 0.35	fisheries research	fisheries research RRA 0.46	fisheries research RRA 0.51
4		fisheries research	hydrology & geomorphology	fisheries research 2	Science, Nature	limnology RRA 0.64
5		hydrology	limnology & oceanography	conservation	hydrology	water research & engineering
6		geology	conservation	hydrology & geomorphology	estuarine ecology	Bioscience, Science
7		water research	environmental management	Science	geomorphology	geomorphology
8		Science	water engineering RRA 0.73	river & wetland restoration RRA 0.64	wildlife management	fish biology
9		marine & estuarine ecology			sedimentology	aquatic science
10		fisheries research 2			conservation	conservation
11		ecotoxicology			geochemistry	
12		conservation			water research	
13					fisheries research 2	
14					hydraulics	

Analyse van de omgeving van een centraal tijdschrift geeft een vrij beperkt beeld van de relevantie van verschillende specialisaties en disciplines voor het onderzoek en van cross-disciplinariteit. Uit een uitgebreide bibliometrische analyse blijkt dat de meeste publicaties over rivieronderzoek afkomstig zijn uit de hydrologie, zoetwaterecologie, visserij-onderzoek, geomorfologie en sedimentologie (Vugteveen et al., te verschijnen). Tussen 1998 en 2008 is er wat dat betreft niet veel veranderd. Hydraulica neemt een marginale plaats in, maar waterbouwkunde steunt als vakgebied nu eenmaal veel minder op publicaties dan ecologie en aardwetenschappen. Een duidelijke bijdrage van mariene & estuariene ecologie aan het rivieronderzoek geeft aan hoe de rivier wordt opgevat als een continuüm dat uitmondt in de zee. Als we de *knowledge flows* analyseren, zien we dat er maar weinig kennisuitwisseling is tussen disciplines. Binnen disciplines is er daarentegen wel een sterke uitwisseling. Een uitzondering is de ecologie: die dient als belangrijke kennisbasis voor de andere vakgebieden. Als we kijken naar de research topics, dan blijkt verder dat er onderzoek is dat steunt op zowel ecologische als aardwetenschappelijke kennis. Het onderzoek naar relaties tussen waterstroming, vissen en vegetatie heeft bijvoorbeeld zijn

kennisbasis in de ecologie, visserij-onderzoek, geomorfologie, hydrologie en zoetwaterecologie.

Verder laten de bibliometrische analyses zien dat er in het afgelopen decennium tussen ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde niet veel kennis-uitwisseling heeft plaatsgevonden. Deze richtingen zijn nog steeds sterk disciplinair. De waterbouwkunde speelt, bibliometrisch gezien, een marginale rol in het rivieronderzoek. Toch zijn er wel tekenen van cross-disciplinaire uitwisseling. Het tijdschrift RRA heeft een cross-disciplinaire kennisbasis en de ecologie levert kennis aan de aardwetenschappen. Artikelen met overeenkomende research topics hebben soms een cross-disciplinaire kennisbasis. Maar al met al zijn er geen aanwijzingen dat er sprake is van cross-disciplinariteit tussen ecologie, aardwetenschappen én waterbouwkunde.

4.1.2 Institutionele analyse

Wetenschappelijke verenigingen, tijdschriften en conferenties laten zien in hoeverre een onderzoeksgebied is geïnstitutionaliseerd. In het internationale rivieronderzoek zijn er tekenen van institutionalisering van de cross-disciplinariteit. In 1979 organiseerden zoetwaterecologen James Ward en Jack Stanford een internationale bijeenkomst over rivierdegradatie als gevolg van de aanleg van grote dammen. Dit thema wekte de belangstelling van zowel ecologen, aardwetenschappers als waterbouwkundigen. Tijdens de derde bijeenkomst, in 1986, besloten de deelnemers een tijdschrift op te richten over de effecten van en alternatieven voor het heersende waterbouwkundige rivierbeheerparadigma. Twee decennia later mondde ditzelfde initiatief uit in de oprichting van een internationale wetenschappelijke vereniging van rivierwetenschappers, de International Society for River Science (ISRS). Deze vereniging is zeer cross-disciplinair van aard. Ze richt zich zowel op natuurwetenschappelijke als op sociaal-wetenschappelijke bijdragen aan 'river science'. Er is dus sprake van een geleidelijke institutionalisering van de cross-disciplinariteit, met 'integraal rivierbeheer' als gemeenschappelijke noemer.

4.1.3 Inhoudelijke analyse

Inhoudelijke indicatoren voor cross-disciplinariteit zijn gedeelde theorieën, concepten, eenheden van analyse, conceptuele kaders en modellen. Wat dit betreft heeft het rivieronderzoek zich stapsgewijs ontwikkeld.

Vanaf het eind van de jaren zeventig beschouwden rivierecologen, in navolging van aardwetenschappers, het rivierstroomgebied als uitgangspunt voor hun onderzoek. Ze stelden een alomvattende theorie voor: de energie-evenwichtstheorie. In dezelfde tijd ontstonden ook ecologisch-aardwetenschappelijke classificaties van het rivierstroomgebied. En om de effecten van rivierregulering (bv. grote dammen) op habitats voor vissen in kaart te brengen, koppelde men ecologische en waterbouwkundige modellen.

Halverwege de jaren tachtig kwam de complexiteitstheorie op. Ecologen ontwikkelden een ruimtelijke versie daarvan voor het rivierstroomgebied. Zij zagen de rivier als een systeem met een duidelijke ruimtelijke hiërarchie: elk schaalniveau bestaat uit aparte eenheden, die samen een eenheid op een hoger schaalniveau vormen.

In de loop van de jaren negentig raakte die hiërarchische visie op de rivier algemeen geaccepteerd onder ecologen en aardwetenschappers. Men legde een koppeling met remote sensing-technologie als bron van data. De afgelopen tien jaar vormde dit paradigma een basis geboden voor modellen voor integraal rivierbeheer. Hierbij vindt een koppeling plaats tussen ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige 'modules'.

4.1.4 Conclusie

Er is in het rivieronderzoek sprake van cross-disciplinariteit. Daarbij komen ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige bijdragen samen in modellen. Dat blijkt uit een aantal indicatoren: de institutionalisering van cross-disciplinair rivieronderzoek rond conferenties, een tijdschrift en een vereniging, en de ontwikkeling van het paradigma van het rivierstroomgebied als een complex, hiërarchisch systeem. De bibliometrische analyse wijst echter niet op cross-disciplinariteit tussen de drie disciplines. Wel blijkt daaruit een substantiële kennisuitwisseling tussen ecologie en aardwetenschappen.

4.2 Rivieronderzoek in Nederland

De centrale vraag in deze studie is hoe kennisintegratie in onderzoeksprogramma's heeft plaatsgevonden. Om deze vraag te beantwoorden, hebben we onderzoeklijnen gereconstrueerd en gekeken naar de manier waarop deze zijn gebundeld in programma's. We bespreken de resultaten hiervan in het kort. Vervolgens besteden we aandacht aan de aansluiting bij internationale ontwikkelingen en de beleidscontext. Zo hopen we een beter zicht te krijgen op het spanningsveld waarover we in hoofdstuk 3 spraken.

4.2.1 Kennisintegratie in programma's

In Nederland is in de afgelopen decennia steeds meer samenwerking ontstaan tussen rivieronderzoekers met een ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige achtergrond. Dat gebeurde binnen een scala van onderzoeksprogramma's. Tabel 2 laat zien om welke programma's het gaat: interdepartementale programma's voor beleidsonderzoek, zoals Ecologisch Herstel van de Rijn; kennisinfrastructuurprogramma's zoals Delft Cluster; Europese programma's voor kennisuitwisseling over rivierbeheer; en een NWO-programma: Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone. Vanaf eind jaren negentig speelde het Nederlands Centrum voor Rivieronderzoek (NCR) een grote rol bij de samenwerking. Het overzicht laat zien dat kennisintegratie met name plaatsvond binnen onderzoeksprogramma's voor beleid en versterking van de kennisinfrastructuur.

Tabel 2 Onderzoeksprogramma's die een rol hebben gespeeld bij kennisintegratie in het rivieronderzoek

Programma	Afkorting	Looptijd	Financier	Omvang
Ecologisch Herstel Rijn	EHR	1988-1992 1993-1997	V&W, VROM, LNV	20 mensjaren (EHR 1)
Land Water Informatietechnologie	LWI	1993-1997	ICES-KIS I	20 M€ (LWI)
Nationaal Onderzoeks Programma Mondiale Luchtverontreiniging en Klimaatverandering	NOP-MLK II	1995-2001	VROM	45 M€ (NOP II)
Delft Cluster I	DC I	1997-2001	ICES-KIS II	42 M€ (DC I)
Interreg Rhine-Meuse Activities / Scientific Programme	IRMA-SPONGE	1999-2001	EU Interreg II Flood Mitigation	15,7 M€ (IRMA-SPONGE)
Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone	LOICZ	2002-2009	NWO	3,1 M€ (LOICZ)
Freude am Fluss	FaF	2003-2008	EU Interreg IIIB	7,7 M€ (FaF)
Leven met Water	LmW	2004-2010	Bsik	22 M€ (LmW)

Rathenau Instituut

Een bundeling van specialistische onderzoekslijnen kwam tot stand dankzij samenwerking tussen onderzoekers van WL / Delft Hydraulics, RIZA, TNO-INRO, Alterra en de universiteiten van Delft, Nijmegen, Utrecht en Twente. Dat laat tabel 3 zien. Het ecologische onderzoek richtte zich op vegetatiesuccessie in uiterwaarden. Eind jaren tachtig stond herstel van ooibossen in de uiterwaarden op de beleidsagenda. Daarom onderzochten TNO-INRO, Alterra en Universiteit Nijmegen de bosontwikkeling en ecotopendynamiek in uiterwaarden.

Het aardwetenschappelijke onderzoek was gericht op sedimentatie van zand en slib in de uiterwaarden. WL en Universiteit Delft ontwikkelden hiervoor modellen, terwijl Universiteit Utrecht historische reconstructies en metingen in het veld verrichtte. Het waterbouwkundige onderzoek betrof waterbeweging en hoe 'hydraulische ruwheid' van uiterwaardenvegetatie de waterbeweging en waterhoogten beïnvloedt. Hieraan werkten onderzoekers van WL, Universiteit Delft, Universiteit Twente en RIZA. Bundeling van deze specialistische onderzoekslijnen leidde in een aantal fasen tot een model voor rivierdynamiek en een nieuwe vorm van rivierbeheer: cyclisch uiterwaardenbeheer (zie intermezzo 1).

Tabel 3 Kennisintegratie in het rivieronderzoek. Door onderzoekssamenwerking tussen waterbouwkundige, aardwetenschappelijke en ecologische onderzoeksgroepen is een samengesteld onderzoekstraject ontstaan. De toepassingscontext is het samengaan van veiligheid en natuur.

onderzoekslijnen rivieronderzoek	onderzoeksprogramma's	andere vormen van financiering	samengestelde onderzoekstrajecten	context van toepassing
hydrodynamiek en hydraulische ruwheid van vegetatie WL, TUD, UT, RIZA	EHR (V&W, VROM, LNV) LWI (ICES/KIS 1)	RvR (RWS) DLO-instituten = Alterra (LNV)	cyclische verjonging van uiterwaarden / cyclisch uiterwaardenbeheer	veiligheid tegen overstroming (V&W) en biodiversiteit (LNV)
morfologische dynamiek van uiterwaarden WL, TUD, UU, RIZA	DC (ICES/KIS 2) IRMA-SPONGE (EU Interreg)	Provincies VICI (NWO)		
successie en verjonging van vegetatie in uiterwaarden TNO, RUN, Alterra	Freude am Fluss (EU Interreg) LOICZ (NWO) Leven met Water (Bsik)			

Rathenau Instituut

Als we kijken naar de ontwikkelingen door de tijd heen (zie fig. 1), dan zien we dat er gedurende de hele periode een sterke wisselwerking was met het beleid. Daarbij vormde het programma Ecologisch Herstel van de Rijn de basis voor cross-disciplinaire onderzoekssamenwerking gericht op integraal rivierbeheer. Binnen dat programma koppelde men de ecologische en waterbouwkundige modellen om scenario's voor uiterwaardeninrichting te toetsen. Deze koppeling werd verder uitgewerkt binnen kennisinfrastructuurprogramma's. Eind jaren negentig kwam daar het aardwetenschappelijke onderzoek bij. Zo konden de drie onderzoekslijnen verder met elkaar integreren. Een aantal promotie-trajecten leidde vervolgens tot cyclisch uiterwaardenbeheer.

4.2.2 Aansluiting bij internationale ontwikkelingen

Geleidelijk is het internationale onderzoek naar rivierherstel cross-disciplinair geworden. Nederlandse onderzoekers hebben zich daar vanaf het eind van de jaren tachtig bij kunnen aansluiten. Dat blijkt onder meer uit het verslag van een conferentie over rivierherstel die in 1993 in Nederland plaatsvond.

Samenwerking tussen ecologen en waterbouwkundigen vormde een belangrijk programmapunt. Internationale samenwerking is er in de afgelopen decennia geweest met rivieronderzoekers in onder meer Groot-Brittannië, Duitsland, Polen, de Verenigde Staten en China.

4.2.3 Aansluiting bij het beleid

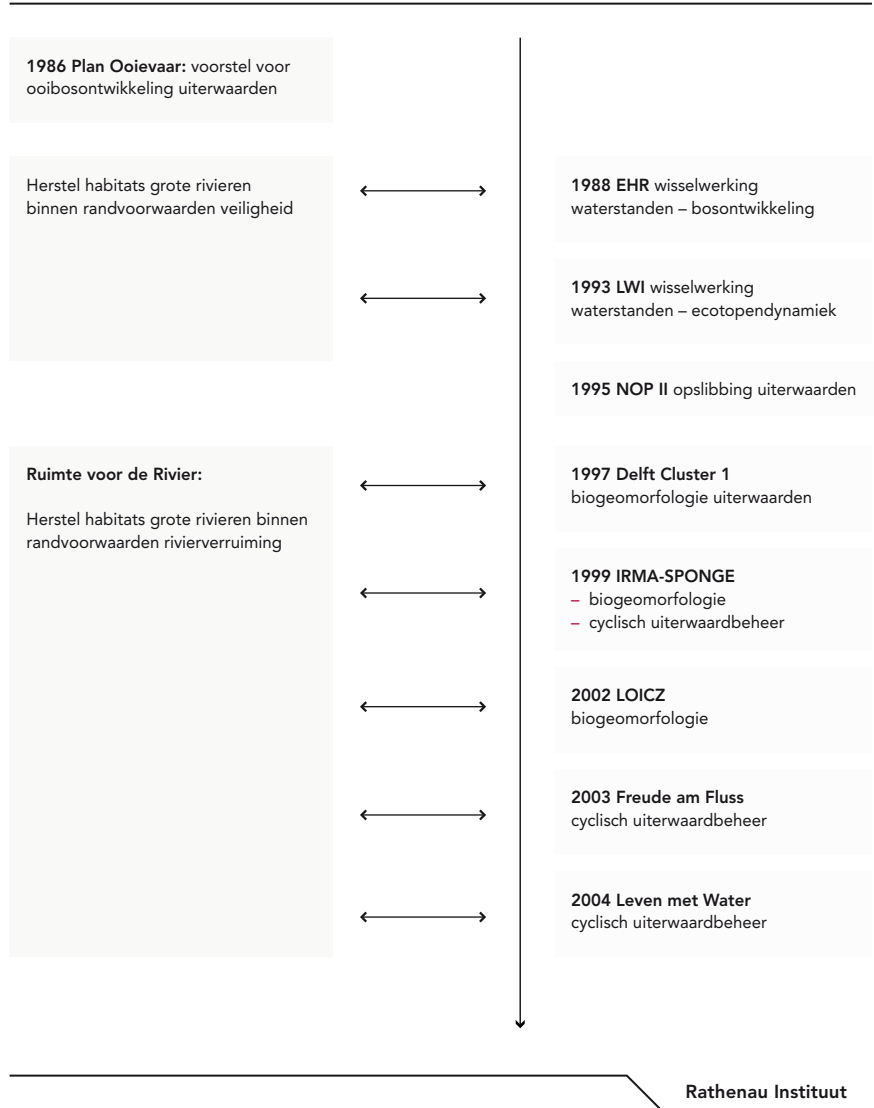
Eind jaren tachtig zetten de ministeries van V&W, VROM en LNV het herstel van de grote rivieren op de beleidsagenda. Het ging vooral om herstel van ooi-bossen van wilgen en populieren in de uiterwaarden. Daarvoor zou de landbouw moeten wijken. Dankzij het graven van geulen en het doorsteken van zomerdijken zouden de uiterwaarden vaker onderlopen. De beleidsmakers riepen daarbij de hulp in van landschapsecologen. Veiligheid tegen overstroming en waterbouwkundige modellen bepaalden daarbij de randvoorwaarden.

Midden jaren negentig werd er een nieuw beleid van kracht: Ruimte voor de Rivier. Dat hield in dat de grote rivieren in de toekomst meer water zouden moeten kunnen verwerken. Natuurherstel kwam hiermee in het defensief. Bosgroei in de uiterwaarden beperkt namelijk de doorstroomcapaciteit van de rivieren: bomen stuwen het water op. In opeenvolgende onderzoeksprogramma's ontwikkelden ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen samen een nieuwe vorm van rivierbeheer, die dit probleem oplost. Cyclisch uiterwaardbeheer, zoals de nieuwe beheervorm is gaan heten, houdt in dat met een zekere regelmaat bos wordt gekapt en uiterwaarden opnieuw worden afgegraven. Deze beheersvorm zou de biodiversiteit bevorderen dankzij de handhaving van een mozaïek aan vegetatiesoorten. Tegelijkertijd zou dit de veiligheid tegen overstroming ten goede komen. Deze beheersvorm berust op modellering van rivierdynamiek; voor die modellering zijn de waterbouwkundige randvoorwaarden steeds bepalend geweest. Al met al is er dus sprake van een sterke verwevenheid van het cross-disciplinaire onderzoek met de beleidscontext.

4.2.4 Conclusie


Er is sprake van integratie van ecologisch, aardwetenschappelijk en waterbouwkundig rivieronderzoek. Die integratie heeft vanaf het eind van de jaren tachtig vorm gekregen door samenwerking binnen opeenvolgende onderzoeksprogramma's. Drie specialistische onderzoeklijnen zijn daarbij gekoppeld tot een geïntegreerd model van rivierdynamiek. In dit opzicht sloten wetenschappers zich aan bij een internationale 'river science'-gemeenschap. De wisselwerking met de beleidscontext is in de gehele periode sterk geweest; het waren waterbouwkundige voorwaarden die de modelontwikkeling begrepsden. In het afgelopen decennium heeft uitwerking van het geïntegreerde model tot een nieuwe vorm van rivierbeheer geleid: cyclisch uiterwaardbeheer.

Figuur 1 Tijdslijn van de onderzoeksprogramma's, cross-disciplinaire kennisontwikkelingen wisselwerking met de beleidcontext in het rivieronderzoek.



Intermezzo





Modellering van de interacties tussen waterbeweging, sedimenttransport en ecologische dynamiek in rivieren en de kustzone

Zowel in het rivier- als in het kustonderzoek is in de afgelopen twintig à dertig jaar duidelijk geworden dat biologische en fysische processen elkaar beïnvloeden. Het afzonderlijk bestuderen ervan heeft weinig zin. Daarom gebruiken rivier- en kustonderzoekers steeds vaker cross-disciplinaire modellen. Zo onderzoeken ze de interacties tussen waterbeweging, sedimenttransport en ecologische dynamiek. De onderstaande tekst laat zien hoe zulke modellen in de afgelopen jaren tot stand zijn komen. Wie werkten eraan mee en hoe werkt dit cross-disciplinaire modelleren eigenlijk? We kijken daarbij eerst naar rivieronderzoek en dan naar kustonderzoek.

Rivieren

Eind jaren tachtig zag het Plan Ooievaar het licht: een omvangrijk plan om de uiterwaarden van de grote rivieren zo natuurlijk mogelijk in te richten. Onderdeel daarvan was het herstel van de oorspronkelijke ooibossen. Er was echter nog weinig bekend over de relatie tussen ooibossen en hun fysieke omgeving. Daarom ontwikkelden ecologen bij TNO-INRO in opdracht van Rijkswaterstaat begin jaren negentig een model om te voorspellen welke invloed de maatregelen uit het Plan Ooievaar zouden hebben op de ontwikkeling van ooibos en andere vegetatie in de uiterwaarden. Deze maatregelen, waaronder het doorsteken van zomerdijken en het aanleggen van nevengeulen, moesten de rivierdynamiek vergroten. Rijkswaterstaat oarmde deze plannen. Maar omdat ooibos in de uiterwaarden de waterstand opstuwt, moest worden berekend hoe de vegetatie zich zou ontwikkelen en welk effect deze vegetatie op de waterstand zou hebben in het geval van een hoogwatergolf. De onderzoekers gingen daarbij als volgt te werk.

Ecologen ontwikkelden het model (RIVEG), dat voorspelt welk vegetatietype zich ergens zal ontwikkelen bij bepaalde overstromingscondities. Voor het berekenen van die condities ontwikkelden waterbouwkundigen het hydraulische model WAQUA. Dat model nam bepaalde vergravingsmaatregelen als uitgangspunt. De kaarten met de oppervlakten aan ooibos en andere vegetatietypen dienden vervolgens om de zogenaamde 'hydraulische ruwheid' te bepalen in



de nieuwe situatie. Rijkswaterstaat had voor vegetatietypen zoals bos, ruigte en grasland hydraulische ruwheidswaarden beschikbaar uit eerder waterbouwkundig onderzoek. Voor elke stukje uiterwaard van 50 bij 50 m kon men een ruwheidswaarde invullen en vervolgens vertelde het model WAQUA wat er zou gebeuren bij een over de Rijn aankomende hoogwatergolf. Het model koppelde dus hydrodynamiek aan vegetatiedynamiek, met als modelinput en -output: waterstanden – vegetatietypen – waterstanden.


Deze modelkoppeling kreeg vorm binnen het onderzoeksprogramma Ecologisch Herstel van de Rijn. In datzelfde kader zetten ecologen van DLO-instituten de vegetatiemodellering voort. Zij ontwikkelden het model LEDESS (Landscape Ecological Decision Support System), dat aangaf hoe 'ecotopen' (kleinere, begrensde landschapseenheden binnen een bepaald landschapstype) zich zouden ontwikkelen onder veranderende overstromingscondities. Daarvoor gebruikte men het Rivier Ecotopen Stelsel (RES). Dat is een classificatie van 18 ecotooptypen op basis van vegetatiestructuur, gekarteerd met behulp van luchtfoto's. Vervolgens koppelde men het LEDESS-model en het WAQUA-model. Daaruit kon men twee zaken afleiden: hoe de ruimtelijke verdeling van ecotopen in de uiterwaarden zou veranderen als gevolg van vergraving, en wat de gevolgen van ecotoopontwikkeling zouden zijn voor de waterstanden. Zo werd duidelijk of de inrichtingsscenario's wel de gewenste natuurontwikkeling zouden opleveren.

Eind jaren negentig werd aan de hydrodynamiek en ecotoopdynamiek een derde dynamiek toegevoegd: de morfologische dynamiek, oftewel het opslibben en weer eroderen of afgraven van uiterwaarden. De onderzochte parameter was het sedimenttransport. Dat werd gesimuleerd op basis van historische sedimentatiesnelheden in verschillende delen van de uiterwaarden en waterdiepten. De koppeling van deze modules leverde een model op met drie outputs: hoe de vegetatie zich in stappen van vijf jaar zou ontwikkelen na een uiterwaardvergraving, hoe sediment zou aanslibben, en hoe waterstanden hoger zouden worden als gevolg van aanslibbing en de grotere ruwheid van de zich uitbreidende oobossen en ruigtes. Zo kon men berekenen wanneer en waar 'cyclisch uiterwaardenbeheer' – het opnieuw vergraven van uiterwaarden en het kappen van oobos – nodig zou zijn om zowel veiligheid tegen overstroming als een natuurlijke bosverdeling te realiseren.

In het afgelopen decennium hebben wetenschappers verder gewerkt aan componenten van deze gekoppelde hydrodynamische, morfodynamische en ecotoopdynamiekmodellen.

De kustzone

Midden jaren negentig werkten waterbouwkundigen en ecologen van WL / Delft Hydraulics aan een model voor de ecologische effecten van vaargeulverdieping in de Westerschelde. De aanname was dat de waterbeweging en morfologie



van het estuarium zouden veranderen, wat ook de habitats van specifieke planten- en diersoorten zou beïnvloeden. De wetenschappers gebruikten een simulatie van de waterbeweging (IMPLIC) in de nieuwe situatie, na de ingreep, als input voor een morfologisch model (ESTMORF). Per gebiedseenheid van 60 x 60 m kon men nu de hoeveelheid slib in het sediment inschatten. Deze en andere ecologisch relevante gegevens gaven zicht op het areaal aan verschillende habitattypen.

Naar het omgekeerde, namelijk de invloed van de ecologie op de waterbeweging en de morfologie, was in die tijd nog maar weinig onderzoek gedaan. Daar werd nu langzaam een begin mee gemaakt, bijvoorbeeld in het WASP-programma. Daarin werkte men aan modellen die de interactie tussen wind, stroming, golven, sedimenttransport en ecologie beschreven. Het ECOWASP-model gaf aan hoe ecosystemen zich zouden ontwikkelen op basis van bepaalde biogeochemische fluxen en fysische condities.

In dezelfde tijd constateerden microbiologen, ecologen en geomorfologen van UvA, NIOO-CEME, RUG en UU dat diatomeeën invloed uitoefenen op de erodeerbaarheid van sediment. De sedimentbeweging verliep daardoor anders dan de gangbare modellen aangaven. De onderzoekers bouwden hiermee voort op uitkomsten van ecologisch-aardwetenschappelijk onderzoek in Britse estuaria. Eind jaren negentig was de paradigmawisseling een feit: diverse onderzoeksprogramma's richtten zich specifiek op de invloed van de biologie op hydrodynamica en sedimenttransport. Men zag de fysische condities niet langer als sturend voor de biologie.

Ecologen keken nu ook naar de invloed van bodemdieren op de stabiliteit van sediment in intergetijdegebieden vanuit het perspectief van 'ecosystem engineering'. Op basis daarvan pasten waterbouwkundigen en ecologen bij WL / Delft Hydraulics hun waterbewegings- en sedimenttransportmodellen aan. De term 'biogeomorfologie' raakte in gebruik voor interacties tussen ecologie, waterbeweging en sedimenttransport.

Vervolgens ontwikkelden onderzoekers van UNESCO-IHE, NIOO-CEME en RUG een model voor de cycli van aangroei en afslag van kwelders. Ze modelleerden daarbij de invloed van vegetatie op hydrodynamica, op basis van veldonderzoek en -experimenten. In de onderlopende delen van de Westerschelde onderzochten ze correlaties tussen bodemdieren, waterbeweging en sedimenttransport door series metingen op verschillende ruimtelijke schalen. Tegelijkertijd verwerkten onderzoekers van UT, TUD en Delft Hydraulics de invloed van stabiliserende en destabiliserende bodemdieren in hun sedimenttransportmodellen. Anderen besteedden aandacht aan de scheiding en vermenging van slib en zand in estuaria.

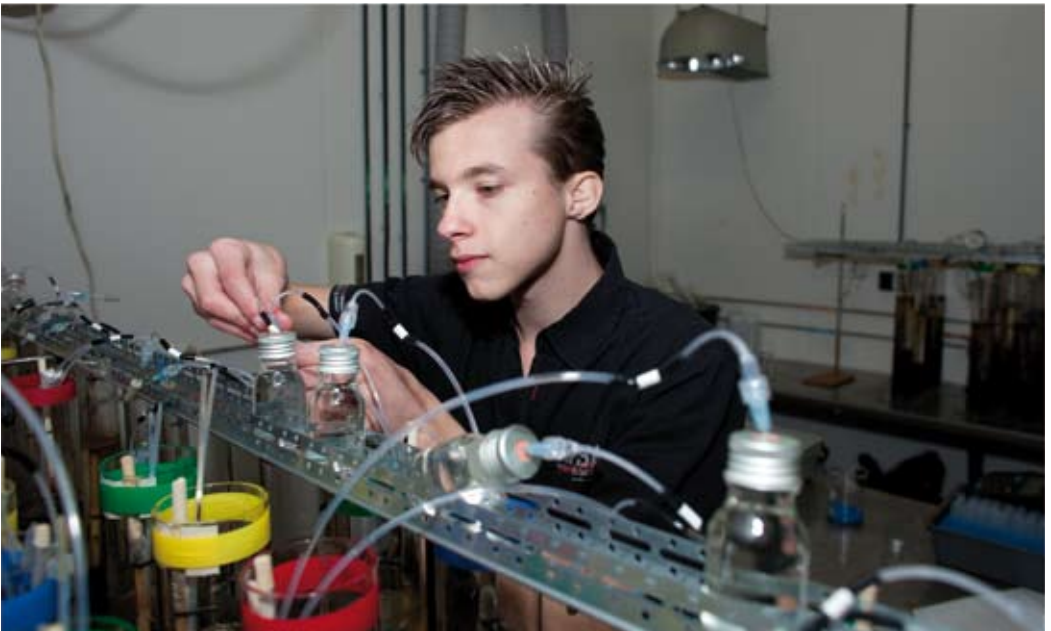


De laatste jaren werkt een tiental instituten aan 'volledig gekoppelde' modellen voor de interacties tussen ecologie, waterbeweging en sedimenttransport. Eén zo'n model is de simulatie van de ruimtelijke verdeling van schorvegetatie, in interactie met waterbeweging en sedimenttransport. Ook voor de interactie tussen bodemdieren en sedimenttransport wil men tot een volledig gekoppeld model komen. Vanuit ecologisch perspectief is er met name belangstelling voor 'ecosystem engineering': de manier waarop vegetatie (kweldervegetatie, zee-gras) en bodemdieren en -planten (mossels, nonnetjes, wormen, kiezelwieren etc.) hun eigen habitat veranderen en daarmee ook het habitat van andere soorten. Zo zijn ze op verschillende manieren van invloed op de biodiversiteit.

Relatief nieuw op de onderzoeksagenda 'biogeomorfologie van de kustzone' is onderzoek naar de invloed van bodemdieren op de verdeling en beweging van zandgolven op de zeebodem, de interactie tussen bodemdieren en sediment in de strandzone, en de gevolgen van zandsuppletie op de ecologie van het strand. Sinds enkele jaren gebruikt men dit cross-disciplinaire onderzoek ook expliciet voor het ontwikkelen van nieuwe vormen van kustbeheer. Daarbij beschouwt men sedimentinvangende en -stabiliserende 'biobouwers' (de Nederlandse term voor 'ecosystem engineers') als mogelijke kustbeschermers.



klein zeegras op het slik



kwaliteit van water en bodem



zware metalen in de bodem



kweek van algen en wieren



mosselriffen op het wad



kokerwormen, stroming en slib



kreeftjes, slakken, mossels en larven



groei van schelpdieren

Complexiteit en onbepaaldheid in het rivier- en kustonderzoek

Rivieren en kustgebieden worden door ecologen, aardwetenschappers en waterbouw-kundigen gezien als complexe systemen. Nu men steeds meer rekening houdt met interacties tussen biologische en fysische processen, neemt de complexiteit van de modellen gestaag toe. Daarbij zijn er opvallende verschillen tussen kust- en rivieronderzoek, die we hier nader onder de loep zullen nemen. Om dat te kunnen doen, moeten we eerst eens nader kijken naar het begrip 'complexiteit'.

Complexiteit: vijf aannamen

De complexiteit van de systemen schuilt in verschillende aspecten. Daarbij spelen vijf aannamen een rol. Ten eerste veronderstelt men dat op verschillende tijd- en ruimteschalen kwalitatief verschillende processen plaatsvinden. Deze processen vinden tegelijkertijd plaats, met verschillende ritmes en patronen. Een tweede aanname is dat er wisselwerkingen zijn tussen de schaalniveaus, waarbij het systeem in zijn geheel hiërarchisch van opbouw is. Elk schaalniveau vormt voor elk onderliggend schaalniveau een sturende of conditionerende context; ook van beneden naar boven is een invloed merkbaar. Ten derde onderscheidt men op elk schaalniveau subsystemen met een onderlinge wisselwerking. Meestal gaat het om biologische, chemische en fysische subsystemen met daarbinnen bijvoorbeeld biologische individuen, populaties en gemeenschappen, chemische fluxen en processen, en fysische dimensies en processen als wind, waterstroming en golven, getij, slib, zand, turbulentie en dissipatie. Een vierde aanname is dat systemen en hun onderdelen evolueren. Tijdelijk kunnen ze in een evenwichtstoestand verkeren en tussen evenwichtstoestanden kunnen er snelle, dramatische veranderingen plaatsvinden. Ten vijfde is elk natuurlijk systeem principieel open: er vindt uitwisseling plaats van energie, materie en entropie met de omgeving.

Wanneer natuurwetenschappers mens en maatschappij in deze complexiteit willen betrekken, doen ze dat meestal als een extra subsysteem. Sociale wetenschappers hebben daarentegen andere conceptualisering van mens en maatschappij dan alleen als systeem. Sommige scholen verzetten zich daarom tegen het denken in termen van 'gekoppelde mens-aardesystemen'. Deze studie beperkt zich tot cross-disciplinariteit tussen natuurwetenschappelijke disciplines.

Bij natuurwetenschappelijk onderzoek naar een complex systeem als een rivier of kust focust men op een subsysteem, een setje subsystemen in onderlinge wisselwerking of een wisselwerking tussen schaalniveaus binnen het perspectief van een subsysteem. Ook kan men als conceptualisering een complete hiërarchie schematisch weergegeven.



De veelheid aan mogelijke perspectieven levert voor onderzoekers een zekere onbepaaldheid op. De inperking van die onbepaaldheid – het maken van keuzen in het onderzoek – is van een aantal factoren afhankelijk, bijvoorbeeld van wat op een zeker moment relevant en haalbaar is vanuit het perspectief van de internationale onderzoeksgemeenschap. Ook hangt de inperking van de onbepaaldheid samen met het soort gegevens dat beschikbaar is, de experimenten die mogelijk en toegestaan zijn, de capaciteit van computers en de ontwikkeling van meetinstrumenten, de manieren waarop aansluiting bij perspectieven van andere onderzoeksgemeenschappen mogelijk is en er meerwaarde is voor het eigen onderzoek, en maatschappelijke verwachtingen rond dit onderzoeksdomein.


Het inperken van de onbepaaldheid heeft in het Nederlandse rivieronderzoek en kustonderzoek van de afgelopen decennia op verschillende manieren vorm gekregen.

Complexiteit in rivieronderzoek

In het rivierbeheer stond van meet af aan vast dat de veiligheid tegen overstroming voorop moest staan bij het beschouwen van rivieren als ecologische systemen, naast hun functie als waterafvoersystemen. De maatgevende hoogwaterstanden mochten niet overschreden worden. Bij het modelleren van de wisselwerkingen tussen hydrodynamiek (waterbeweging), morfodynamiek (erosie en sedimentatie) en ecologische dynamiek (ruimtelijke verdeling van habitats en successie in de tijd) heeft deze begrenzing een belangrijke rol gespeeld. Doordat vegetatie als fysieke structuur invloed heeft op de waterstand (als 'hydraulische ruwheid'), kwam dit aspect van de ecologie centraal te staan in de modellering van de rivier als complex systeem. De focus op natuurlijk functioneren van riviersystemen heeft geresulteerd in een verschuiving van de aandacht voor eroderende processen (uitschuren van bochten, gevaar voor veiligheid en scheepvaart) naar sedimenterende processen (opslibbing van uiterwaarden, verscheidenheid aan vegetatietypen). Door de beschikbaarheid van luchtfoto's en het gemak waarmee vegetatietypen met behulp van luchtfoto's konden worden ingedeeld, werd de ecotoop de basiseenheid van riviernatuur.

Complexiteit in kustonderzoek

In het kustbeheer staat de veiligheid van de kust tegen overstroming ook bovenaan, maar dit beperkt de mogelijkheden voor natuurontwikkeling op een andere manier dan in het rivierbeheer. Waar de vegetatie in het rivierbeheer een probleem vormt omdat die het water opstuwt, werkt de vegetatie in het kustbeheer juist mee aan kustbescherming. Vegetatie remt golven en stroming af en vangt sediment in. Daarbij gaat het om allerlei verschillende typen vegetatie: duinvegetatie zoals helmgras (luwt wind en vangt zand in), kweldervegetatie (dempt golven en vangt slib en zand in) en zeegras (dempt golven en vangt slib in). Voor de bodemdieren ligt het anders: er zijn zowel sedimentstabiliserende als -destabiliserende bodemdieren. De stabiliserende bodemdieren (mossels,



oesters, kiezelalg) zien we als 'nuttig' voor kustbescherming. Ook kunnen ze helpen bij natuurherstel. Ze kunnen een zandige bodem slibrijker en troebel water helderder maken, en zo de weg bereiden voor andere soorten die eenzelfde habitat prefereren. De destabiliserende bodemdieren (nonnetjes, wadpieren, slijkgarnaal) hebben in het ecosysteem ook functies, maar lijken vanuit het oogpunt van kustverdediging minder gewenst. In het kustbeheer draait de zich ontwikkelende synergie tussen kustverdediging en natuurherstel dus om planten en dieren die sediment stabiliseren. In het kustonderzoek heeft zich dat, anders dan in het rivieronderzoek, (nog) niet vertaald in een model dat hydrodynamiek, morfodynamiek en ecologische dynamiek koppelt, expliciet met het oog op kustbeheer.

Kustbeheer: complexer dan rivierbeheer

Ten opzichte van het rivierbeheer komt in het kustbeheer dus een grotere complexiteit tot uiting: de biologische processen kunnen de fysische processen zowel bevorderen als beperken. Daarnaast is er vanuit het beleid geen opgelegde, expliciete limitering, bijvoorbeeld ten aanzien van waterhoogte en bodemhoogte. Ook spelen bij het kustbeheer andere typen interacties die de zaak complexer maken, bijvoorbeeld bodemdieren als voedsel voor andere dieren, ecosysteemverandering als gevolg van temperatuurstijging, invasieve soorten, bodemdaling, sedimentaanvoer. Die interacties zijn in het model voor rivierdynamiek tussen haakjes gezet, of als niet relevant beschouwd.

5 Kustonderzoek

Er zijn verschillende vakgebieden die zich richten op onderzoek naar kusten en kustzones. Voorbeelden daarvan zijn waterbouwkunde, fysische en biologische oceanografie, geologie, geomorfologie, mariene en estuariene biologie, landschapsecologie, milieukunde, geografie, planologie, geschiedenis, economie en bestuurskunde. In de jaren tachtig en negentig werd de roep om integraal beheer van kustzones steeds sterker. Onder de noemer Integrated Coastal Zone Management (ICZM) ontstond er een scala aan integrerende benaderingen. Die moesten een basis bieden voor de aanpak van problemen in de kustzone, zoals erosie, vervuiling, uitputting van natuurlijke hulpbronnen en andere vormen van degradatie. Kustonderzoek vindt echter nog steeds plaats in specialistische, afzonderlijke disciplines. Wel is de systeembenadering onder natuurwetenschappers algemeen geaccepteerd. Zij verzamelen biologische, biogeochemische en fysische gegevens in grootschalige meetcampagnes en gebruiken daarbij een breed scala aan detectietechnieken.

In dit hoofdstuk bespreken we kennisintegratie in het kustonderzoek, zowel op internationaal wetenschappelijk niveau als in Nederland. De focus ligt daarbij op de vakgebieden die het sterkst bijdragen aan kustonderzoek: ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde.

5.1 Kustonderzoek als internationaal wetenschapsgebied

Is het kustonderzoek internationaal gezien cross-disciplinair, met zowel ecologische, aardwetenschappelijke als waterbouwkundige bijdragen? Deze vraag beantwoorden we aan de hand van bibliometrische, institutionele en inhoudelijke indicatoren voor cross-disciplinaire uitwisseling en integratie.

5.1.1 Bibliometrische analyse

Bij deze analyse gaan we uit van een centraal tijdschrift in het kustonderzoek, *Journal of Coastal Research* (JCR). De omgeving van dat tijdschrift geeft het volgende beeld. Voor het kustonderzoek zijn verschillende specialisaties relevant: onder meer fysische oceanografie, mariene geologie, sedimentologie, kustwaterbouwkunde, mariene & estuariene ecologie en kustbeheer (Tabel 4). Fysische oceanografie en kustwaterbouwkunde komen éénmaal samen voor in een tijdschriftenset. Dat duidt op kennisuitwisseling tussen aardwetenschappen en waterbouwkunde. Verder zijn er aparte sets van ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige tijdschriften. Die vakgebieden lijken dus een disciplinaire identiteit te hebben.

Het centrale tijdschrift JCR sluit het sterkst aan bij de mariene geologie, maar ook bij andere bovengenoemde specialisaties. JCR is daarmee een tijdschrift met een cross-disciplinaire kennisbasis (Van den Besselaar & Heimeriks 2001).

Tabel 4 De ontwikkeling van de citatie-omgeving van het tijdschrift *Journal of Coastal Research* (JCR). De specialisaties zijn sets van tijdschriften die een factor vormen. Aangegeven zijn ook de ladingen van JCR op deze factoren.

	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006
1	physical oceanography JCR (0.42)	climate change, quaternary science, Nature, Science	climate change, quaternary science, Nature, Science	climate change, quaternary science, Nature, Science	marine & estuarine ecology	climate change, quaternary science, Nature, Science	marine ecology
2	marine ecology	marine & estuarine ecology	oceanography, estuarine ecology	physical oceanography, geology	quaternary science	marine & estuarine ecology JCR(0.37)	geophysics
3	sedimentology JCR (0.56)	geology	sedimentology	marine & estuarine ecology	physical oceanography, global change	physical oceanography	quaternary science
4	geology	sedimentology	physical oceanography	sedimentology	Science, ecology	coastal engineering JCR(0.30)	geomorphology JCR (0.31)
5	quaternary science, Science, Nature	quaternary science	ecology	geomorphology	sedimentology, geology	sedimentology, geology	sedimentology
6	ecology, botany	coastal engineering, physical oceanography JCR (0.47)	marine biology	marine geology, environmental research JCR (0.83)	geomorphology	geomorphology	marine geology JCR (0.73)
7	hydraulic engineering	coastal management JCR (0.71)	geomorphology	coastal engineering	coastal engineering	marine geology JCR (0.64)	earth science
8	aquatic ecology	marine geology JCR (0.44)	marine geology JCR (0.81)	ecology	marine chemistry, pollution	coastal manage	conservation, environmental management
9	coastal engineering	ecology	coastal engineering	micropaleontology	marine geology JCR (0.72)	marine chemistry	pollution
10	remote sensing	botany	palaeontology	coastal management, marine pollution	marine ecology	marine pollution	hydrology, environmental geology
11		pollution	coastal management	remote sensing	remote sensing		wetlands, ecological engineering
12		forest research	remote sensing	marine geology			
13		ecology	water environment				

Dergelijke analyses op basis van een centraal tijdschrift zijn niet zaligmakend. Ze geven niet erg duidelijk aan hoe relevant de verschillende specialisaties en disciplines voor het onderzoek zijn. Ook blijft er onduidelijkheid over de mate van cross-disciplinariteit.

Uit aanvullend bibliometrisch onderzoek komt het volgende beeld naar voren. Op basis van het aantal publicaties blijken fysische oceanografie en mariene geologie de belangrijkste bijdrage te leveren aan kustonderzoek. Ook de vakgebieden mariene vervuiling, mariene & estuariene ecologie, kustbeheer en kustwaterbouwkunde dragen bij (Merx & Van den Besselaar 2008).

Kijken we naar *knowledge flows*, dan blijkt er een sterke kennisuitwisseling te zijn tussen de aardwetenschappelijke specialisaties onderling, maar ook tussen ecologie en aardwetenschappen. De mariene & estuariene ecologie citeert veel geomorfologie en sedimentologie, en wordt veel geciteerd door de mariene geologie. Kennisstromen van en naar kustwaterbouwkunde zijn gering.

Als we echter kijken naar *research topics*, dan vinden we geen onderzoek waarin een beroep wordt gedaan op een combinatie van ecologie en aardwetenschappen of ecologie en kustwaterbouwkunde.

Kortom, de bibliometrische analyses laten zien dat er in het afgelopen decennium niet veel kennisuitwisseling op gang is gekomen tussen ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde. Het onderzoek blijft zich afspelen binnen de respectievelijke disciplines. Toch zijn er wel tekenen van cross-disciplinaire uitwisseling. Het tijdschrift JCR heeft een cross-disciplinaire kennisbasis. Ecologie en aardwetenschappen wisselen substantieel kennis uit. De kustwaterbouwkunde speelt bibliometrisch gezien echter een vrij geringe rol in het kustonderzoek. Voorbeelden van cross-disciplinariteit tussen ecologie, aardwetenschappen én waterbouwkunde ontbreken.

5.1.2 Institutionele analyse

Institutionalisering van een onderzoeksgebied vertaalt zich onder meer in wetenschappelijke verenigingen, tijdschriften en conferenties. In het internationale kustonderzoek zijn er geen tekenen van institutionalisering van cross-disciplinariteit. Er zijn aparte wetenschappelijke verenigingen van estuariene en kustecologen (ECSA en ERF), kustgeologen en -geomorfologen (CERF) en kustwaterbouwkundigen (ACE). De conferenties die deze verenigingen organiseren blijven binnen de eigen discipline, maar ze bieden net als de gelieerde tijdschriften wel ruimte voor cross-disciplinair natuurwetenschappelijk onderzoek. Kustonderzoekers kunnen zich ook wenden tot verenigingen, conferenties en tijdschriften op het gebied van kustbeheer. Deze lijken voor ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen echter geen belangrijke fora voor uitwisseling. Er is dus geen sprake van institutionalisering van een cross-disciplinariteit, maar binnen diverse fora is er wel ruimte voor cross-disciplinair onderzoek.

5.1.3 Inhoudelijke analyse

Inhoudelijke indicatoren voor cross-disciplinariteit zijn gedeelde theorieën, concepten, eenheden van analyse, conceptuele kaders en modellen. In het kustonderzoek is op dit punt sprake van gescheiden ontwikkelingen, zowel op de raakvlakken van aardwetenschappen en waterbouwkunde als op die van ecologie en aardwetenschappen.

Eind jaren zeventig introduceerden aardwetenschappers de kustmorfo-dynamische benadering. Daarmee legden ze een basis voor de integratie van geomorfologie (aardwetenschappen) en hydrodynamica (waterbouwkunde). De 'kustcel', de ruimte waarbinnen zand en slib zich verplaatsen, werd de gedeelde eenheid van analyse.

Ecologen en sedimentologen die intergetijdegebieden bestudeerden, hanteerden deels dezelfde classificaties van de samenstelling van de zeebodem en concepten voor de activiteit van bodemorganismen: 'bioturbatie' en 'biofilms'. Daarbij werden het ruimtelijke habitat en het niet-ruimtelijke voedselweb de belangrijkste eenheden van analyse. Daarnaast kwam er steeds meer aandacht voor complexiteitstheorie. Die creëerde de mogelijkheid van alternatieve evenwichten en een hiërarchische opbouw van ecosystemen.

In de jaren negentig ging het begrip *Integrated Coastal Zone Management* (ICZM) een belangrijke rol spelen in het kustbeheer. Een invloedrijk conceptueel kader werd het zogeheten *Driver-Pressure-State-Impact-Response* (DPSIR)-model. DPSIR vormt echter geen kader voor uitwisseling tussen ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde. Het enige gedeelde conceptuele kader in het kustonderzoek is het complexiteitsdenken, dat uitgaat van wisselwerkingen tussen verschillende soorten processen op verschillende tijd- en ruimteschalen.

5.1.4 Conclusie

Kustonderzoek is niet cross-disciplinair wat betreft ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde. Ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen hebben hun eigen verenigingen, conferenties en tijdschriften. Er bestaat ook geen gedeeld conceptueel kader, afgezien van een affiniteit met complexiteitsdenken. Dat wil overigens niet zeggen dat er cross-disciplinaire uitwisseling is. Uit de bibliometrische analyse blijkt substantiële kennisuitwisseling tussen ecologie en aardwetenschappen. De kustmorfo-dynamische benadering is een conceptueel raakvlak tussen aardwetenschappen en waterbouwkunde.

5.2 Kustonderzoek in Nederland

De centrale vraag in deze studie is hoe kennisintegratie in onderzoeksprogramma's heeft plaatsgevonden. Om deze vraag te beantwoorden hebben we reconstructies gemaakt van onderzoekslijnen en de manier waarop deze zijn gebundeld in programma's. We bespreken de resultaten hiervan kort en besteden vervolgens aandacht aan de aansluiting bij internationale ontwikkelingen en bij de beleidscontext. Zo hopen we een beter beeld te krijgen van het spanningsveld waarover we in hoofdstuk 3 spraken.

5.2.1 Kennisintegratie in programma's

Ecologisch, aardwetenschappelijk en waterbouwkundig kustonderzoek vindt in Nederland plaats binnen een scala van onderzoeksprogramma's. Tabel 5 laat

zien dat het gaat om interdepartementale programma's voor beleidsonderzoek zoals Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek Noordzee-Waddenzee (BEON), kennisinfrastructuurprogramma's zoals Delft Cluster, Europese Kaderprogramma's en de NWO-programma's Biologie-Aardwetenschappen-Oceanografie (BOA) en Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ). Het overzicht laat zien dat er sprake is van samenwerking tussen onderzoekers, zowel binnen programma's voor beleid en versterking van de kennisinfrastructuur als binnen programma's zonder directe beleidsrelevantie. In die laatste categorie zijn met name de Europese Kaderprogramma's van belang geweest.

Tabel 5 Onderzoeksprogramma's die een rol hebben gespeeld in kennis-integratie in het kustonderzoek

Programma	Afkorting	Looptijd	Financier	Omvang
Marine Science & Technology 1	MAST 1	1989-1992	EU FP 2	50 M€ (MAST 1)
Marine Science & Technology 2	MAST 2	1990-1993	EU FP 3	118 M€ (MAST 2)
Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek Noordzee – Waddenzee	BEON 2	1993-1997	V&W, LNV, VROM, EZ, O&W	3,8 M€ (BEON 2)
Land Water Informatietechnologie	LWI	1993-1997	ICES-KIS 1	20 M€ (LWI)
Biologie, Oceanografie, Aardwetenschappen	BOA	1995-1997	NWO	ca. 16 fte (BOA kust)
Delft Cluster 1	DC 1	1997-2001	ICES-KIS 2	42 M€ (DC1)
Marine Science & Technology	MAST 3	1996-1999	EU FP 4	243 M€ (MAST 3)
Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone	LOICZ	2002-2009	NWO	3,1 M€ (LOICZ)
European Land Ocean Interaction Studies	ELOISE	1998-2002	EU FP 5 (MAST 3, ENV 2C)	? fondsen van MAST 3 en ENV 2C
Waterinnovatie Rijkswaterstaat	WINN	2003-2010	RWS / V&W & Deltares	?
Building with Nature	BwN	2007-2012	EFRO / EU, RWS / V&W, gem. Dordrecht, bedrijven	25,8 M€ (BwN)
Mosselwad		2009-2014	Waddenfonds, prov., RWS	6 M€ (Mosselwad)

In sommige gevallen zijn specialistische onderzoeklijnen gebundeld (zie tabel 6). Het gaat daarbij om samenwerking tussen onderzoekers van NIOO-CEME, WL / Delft Hydraulics, NIOZ, Universiteit van Amsterdam, Vrije Universiteit Amsterdam, Rijksuniversiteit Groningen, Universiteit Utrecht, Universiteit Twente, Radboud Universiteit Nijmegen, Technische Universiteit Delft, UNESCO-IHE, Alterra en RIKZ. Specialistische modellen zijn bijvoorbeeld gekoppeld om zicht te krijgen op (de)stabilisering van sediment door bodemdieren en -planten zoals mossels, zeegrassen, kiezelalgen, wadpieren, slijkgarnalen en dergelijke. Rond dit thema zijn ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen gaan samenwerken in onder meer Europese projecten. Ecologen beschouwden de fysische condities in eerste instantie als sturend voor de beschikbaarheid van habitats voor bodemdieren en -planten. Waterbouwkundigen en aardwetenschappers leverden gegevens over deze fysische condities, maar deze schoten

ecologisch gezien tekort: er was weinig aandacht voor sedimentatie van slib. In de loop van de jaren negentig kwam er meer aandacht voor wisselwerkingen tussen de activiteit van bodemdieren en -planten en de fysische eigenschappen van hun habitats. Dit leidde tot aanpassingen in hydrodynamische en sedimentatiemodellen. Meer recentelijk is men ecologische, hydrodynamische en sedimentatiemodellen dynamisch gaan koppelen. Dit heeft nog niet geleid tot een beheersmodel gebaseerd op biologisch-fysische wisselwerkingen. Wel neemt men nu aan dat herstel van sedimentstabiliserende bodemdieren en -planten gunstig is, zowel voor biodiversiteit als voor kustverdediging.

Tabel 6 Kennisintegratie in het kustonderzoek. Door onderzoekssamenwerking tussen ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige onderzoeksgroepen zijn samengestelde onderzoekstrajecten ontstaan. Verschillende sectorafhankelijke beleidskwesties vormen de toepassingscontext. Op sommige terreinen ontwikkelt zich synergie (bv. slib in de Waddenzee).

onderzoekslijnen kustonderzoek	onderzoeksprogramma's	andere vormen van financiering	samengestelde onderzoekstrajecten	context van toepassing
bodemdieren en -planten in getijdegebieden NIOZ, NIOO-CEME, RUG, UvA	WASP (EU FP3)	RWS	(de)stabilisering van sediment door bodemdieren en -planten: effecten op morfologische dynamiek en biodiversiteit	kustverdediging (V&W)
	BEON (LNV)	LNV		scheepvaart (V&W)
	LWI (ICES/KIS 1)	EZ		baggeren (V&W, VROM)
habitat evaluatie estuaria WL, RIKZ, Alterra	BOA (NWO)	STW (NWO)		visserij (LNV)
	INTRMUD (EU FP 4)	VICI (NWO)		biodiversiteit (LNV)
morfologische dynamiek zand/slib TUD, WL, UT, IHE, UU	DC 1 (ICES/KIS 2)	Marie Curie (EU)		
	ECOFLAT (EU FP 5)			ruimtelijke zelforganisatie en complexiteit door terugkoppelingen tussen waterbeweging, sedimentinvang en vegetatie
zeegrasesystemen RUN	LOICZ (NWO)			
impact vegetatie op hydro- en morfodynamiek WL, TUD, UT, IHE	BwN (EZ)			
	WINN (RWS, Deltares)			
bodemdieren en -planten op de zeebodem RWS, TNO,	EU Interreg 3		invloed van biologische factoren op zandbankvorming	
				offshore zandbankvorming UT
bodemdieren en -planten in de strandzone VU, IMARES			ecologische effecten van zandsuppletie in de strandzone	
				zandsuppletie WL, TUD, RWS

Een wisselwerking met de beleidscontext speelde niet in alle programma's een rol. Dat is te zien als we de ontwikkelingen door de tijd heen beschouwen (zie Fig 2). Die wisselwerking met het beleid was er in de jaren negentig met name

in BEON en LWI. Die richtten zich op de effecten van waterbouwkundige maatregelen op de ecologie van intergetijdegebieden. Onlangs zijn er twee beleidskwesties op de agenda gekomen: het samengaan van natuurherstel en kustverdediging in de vorm van 'levende waterbouw', en de ecologische effecten van zandsuppletie en slibhuishouding. Die beleidskwesties staan bijvoorbeeld centraal in programma's als BwN en Mosselwad. Gedurende de hele periode heeft het onderzoek tot promotietrajecten geleid, zowel meer specialistische als integrerende.

5.2.2 Aansluiting bij internationale ontwikkelingen

Onderzoekers in Nederland werken in Europese onderzoeksprogramma's samen met onder meer Britse, Duitse en Belgische collega's rond het thema wisselwerkingen tussen ecologie, waterbeweging en sedimentdynamiek. In 1993 kreeg dit thema internationaal vorm onder de noemer 'biogeomorfologie van de kustzone' in het programma Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ). Daarmee ging het kustonderzoek zich richten op het belang van kwelders, zeegrassen en mosselbanken in de gematigde streken en mangrovebossen en zoutmoerassen in (sub)tropische gebieden. Later is daar ook samenwerking met China en Singapore bij gekomen. Paragraaf 5.1 concludeerde dat er in het internationale kustonderzoek geen sprake lijkt te zijn van een cross-disciplinariteit tussen ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde. Toch geeft dit volgens Nederlandse kustonderzoekers geen belemmeringen bij het publiceren over biologisch-fysische wisselwerkingen. Hun bijdragen aan het thema 'biogeomorfologie' in de vorm van conferentiepapers en artikelen worden enthousiast ontvangen. Wat problematischer lijkt, is het vinden van voldoende ingewijde *reviewers* van voorstellen.

5.2.3 Aansluiting bij de beleidscontext

In 1990 verscheen de eerste kustbeleidsnota. Daarmee werd een beleid van 'dynamisch handhaven' van kracht. Dit hield in dat men zou proberen de Hollandse kust (van Hoek van Holland tot Den Helder) op zijn plaats te houden door langs de kust jaarlijks 6 miljoen kuub zand op te spuiten. Vanaf 2001 werd dat zelfs 12 miljoen kuub per jaar. Dit beleid was tot stand gekomen in samenwerking met het kustmorfodynamische onderzoek, op het raakvlak van aardwetenschappen en waterbouwkunde. Natuurlijke processen zouden helpen het zand te verdelen langs de kust. Voor de gebieden onder invloed van het getij, namelijk Wester- en Oosterschelde en Waddenzee, golden daarnaast beleidsdoelen rond natuurherstel. Specifieke habitats dreigden verloren te gaan door onder meer vaargeulverdieping, visserij en baggeren en storten van slib. De zoute en brakke platen en slikken, die met elke getijdencyclus onder water lopen en een belangrijk habitat zijn voor bodemdieren en vogels, namen in omvang af. Om meer zicht te krijgen op habitats en effecten van maatregelen, voerden onderzoekers in de jaren negentig habitatkarteringen uit. Ook koppelden ze hydrodynamische en ecologische modellen in programma's als BEON en LWI en onderzochten ze ecologische effecten van schelpdiervisserij in de

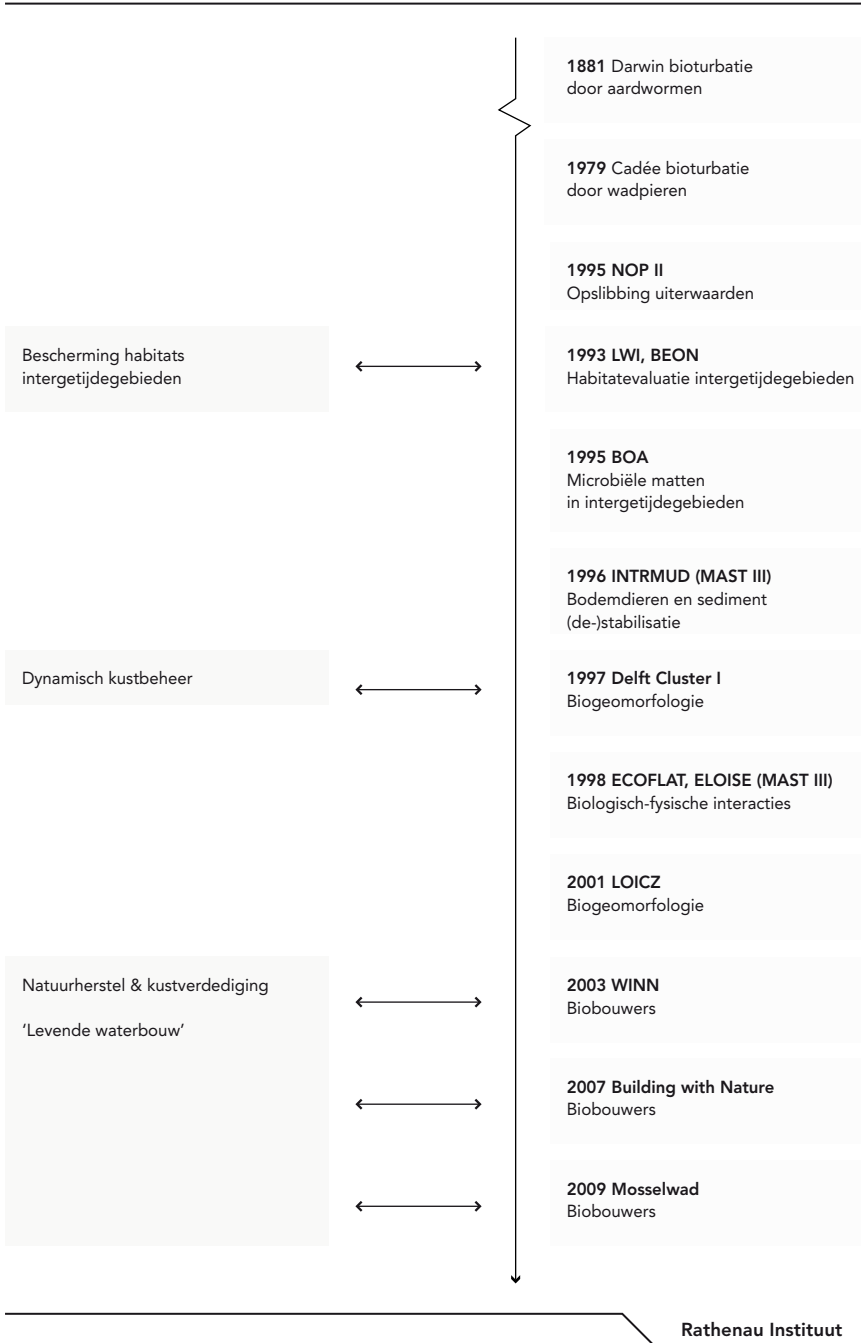
Waddenzee. Over het laatstgenoemde onderwerp woedde tot vijf jaar geleden een hevige controverse.

Het onderzoek aan de platen en slikken leidde tot samenwerking tussen waterbouwkundigen, aardwetenschappers en ecologen. In het kustmorfo-dynamische onderzoek kwam er daardoor meer aandacht voor menging en scheiding van zand en slib. Het zijn immers met name de slibhoudende bodems die een habitat bieden aan bodemdieren en de vogels die er naar voedsel zoeken. In deze gezamenlijke onderzoeken kwam er vervolgens aandacht voor de invloed van bodemdieren (zoals mossel, oester, wadpier, slijkgarnaal) en -planten (kweldergras, zeegras, kiezelalg) op de stabiliteit van de bodem. Deze zogenaamde 'biobouwers' vormen sinds ruwweg een decennium een schakel tussen het kustverdedigingsbeleid en het beleid voor natuurherstel. Biobouwers kunnen een rol spelen in het afremmen van golven en stroming en het invangen van slib. Deze biobouwers zouden ook biodiversiteit bevorderen doordat ze zorgen voor helderder water en een geschikt habitat voor andere soorten. De wisselwerking tussen onderzoek en beleid rond biobouwers krijgt momenteel vorm in een aantal onderzoeksprogramma's.

5.2.4 Conclusie

Vanaf eind jaren tachtig is ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige kennis in het kustonderzoek geïntegreerd. Dat is gebeurd door samenwerking binnen opeenvolgende onderzoeksprogramma's. Er is cross-disciplinaire uitwisseling op gang gekomen en er vindt koppeling van specialistische onderzoeklijnen plaats. Wisselwerking met de beleidscontext is niet in alle programma's sterk bepalend geweest. Soms heeft begrip van complexe systemen en aansluiting bij internationale wetenschap voorop gestaan. Bij de ontwikkeling van geïntegreerde modellen speelt internationale onderzoekssamenwerking een rol. Er is echter geen sprake van aansluiting bij een internationale cross-disciplinaire niche.

Figuur 2 Tijddlijn onderzoeksprogramma's, cross-disciplinaire kennisontwikkeling en wisselwerking met de beleidscontext in het kustonderzoek



6 Kennisintegratie in rivier- en kustonderzoek

In deze studie staat de vraag centraal hoe ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen tot uitwisseling en bundeling van kennis zijn gekomen in hun onderzoek naar rivieren en kusten. We hebben deze vraag in de twee voorgaande hoofdstukken apart beantwoord voor rivieronderzoek en kustonderzoek. In dit hoofdstuk willen we kennisbundeling in de twee kennisdomeinen vergelijken. Zo krijgen we zicht op voorwaarden voor kennisbundeling en de rol die onderzoeksprogramma's daarin spelen. We vergelijken de kennisbundeling op alle dimensies die we voor rivieronderzoek en kustonderzoek apart in kaart hebben gebracht. We sluiten af met een verklaring voor de verschillen. Eerst bespreken we het internationale niveau en vervolgens de Nederlandse situatie.

6.1 Wetenschapsgebieden en cross-disciplinaire niches

Onderzoek naar rivieren en kustgebieden vindt plaats binnen diverse natuurwetenschappelijke en technische disciplines en specialisaties. Daarnaast zijn er ook specialisaties ontstaan op het gebied van natuurherstel en kustzonenmanagement. Ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde zijn zowel in het rivieronderzoek als in het kustonderzoek de meest prominente disciplines. Voor het internationale niveau van wetenschapsgebieden hebben we onderzocht of er sprake is van cross-disciplinaire niches waarin kennis uit deze disciplines wordt uitgewisseld en gebundeld. We hebben deze vraag beantwoord aan de hand van drie soorten indicatoren: bibliometrische, institutionele en inhoudelijke.

6.1.1 Bibliometrische analyse

Voor beide wetenschapsgebieden zijn we bibliometrisch nagegaan hoe specialisaties clusteren als sets van tijdschriften. We hebben deze analyse beperkt tot de omgeving van een centraal tijdschrift voor elk van beide onderzoeksgebieden, over ruwweg een decennium. Wanneer we de analyses voor beide onderzoeksgebieden vergelijken, valt een aantal zaken op. In beide gevallen is er vrijwel altijd sprake van aparte sets van ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige specialisaties. Dat wijst op afzonderlijke disciplines.

Tegelijkertijd passen de ingangstijdschriften - centrale tijdschriften in het kennisdomein - binnen verschillende specialisaties, waarbij één specialisatie door de jaren heen het meest prominent naar voren komt. Voor het riviertijdschrift is dat de zoetwaterecologie, voor het kusttijdschrift de mariene geologie. In een aantal jaren past het centrale tijdschrift ook binnen een andere discipline, maar noch in het rivieronderzoek, noch in het kustonderzoek is er sprake van een duidelijke ontwikkeling. Het kusttijdschrift past wel sterker binnen de mariene geologie dan het riviertijdschrift binnen de zoetwaterecologie.

De citatieomgeving van beide ingangstijdschriften (het citeren van andere tijdschriften door de ingangstijdschriften) is duidelijk cross-disciplinair. Die omgeving omvat behalve ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige tijdschriften ook tijdschriften over water-, natuur- en milieubeheer.

We concluderen hieruit dat er zowel in het rivieronderzoek als in het kustonderzoek sprake is van sterke disciplinariteit en specialisatie. Wel zijn de centrale tijdschriften cross-disciplinair. Deze tijdschriften verwijzen immers naar een scala van ecologische, aardwetenschappelijke, waterbouwkundige en andere specialisaties.

De bibliometrische analyses richtten zich niet alleen op de citatie-omgeving van een centraal tijdschrift. Als indicatoren hebben we ook kennisstromen en onderzoekstopics gebruikt. Kennisstromen geven aan hoeveel uitwisseling er is tussen vakgebieden, en in welke richting. Bij onderzoekstopics gaan we na in hoeverre ze bouwen op kennis uit verschillende vakgebieden. Uit de analyses van kennisstromen blijkt dat in het rivieronderzoek de ecologie een kennisbasis biedt voor aardwetenschappelijke specialisaties. In het kustonderzoek is meer sprake van een tweezijdige uitwisseling tussen ecologie en aardwetenschappen. Wat betreft onderzoekstopics zijn er in het rivieronderzoek onderwerpen die bouwen op ecologische en aardwetenschappelijke kennis. De beperktere analyse van topics in het kustonderzoek lieten geen cross-disciplinaire onderwerpen zien. De bibliometrische analyse geeft daarmee een divers beeld van cross-disciplinariteit in rivier- en kustonderzoek. De belangrijkste conclusie is dat er in geen van beide kennisdomeinen aanwijzingen zijn voor cross-disciplinariteit tussen ecologie, aardwetenschappen én waterbouwkunde.

6.1.2 Institutionele analyse

Ook hebben we voor beide kennisdomeinen onderzocht of ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen cross-disciplinaire verenigingen, tijdschriften en conferenties hebben. Verenigingen, tijdschriften en conferenties zijn indicatoren voor institutionalisering van vakgebieden.

Op dit punt is een duidelijk contrast zichtbaar tussen rivieronderzoek en kustonderzoek. In het rivieronderzoek is sprake van een geleidelijke institutionalisering van rivierwetenschap als cross-disciplinaire niche. Sinds 1979 worden conferenties gehouden, sinds 1987 bestaat er een cross-disciplinair tijdschrift en in 2006 werd een vereniging voor 'river science' opgericht met een cross-disciplinair, integrerend profiel. In het kustonderzoek is er vooralsnog geen sprake van institutionalisering van een cross-disciplinaire niche. Weliswaar bestaat sinds 1975 een op kustbeheer georiënteerde associatie met een daaraan gelieerd tijdschrift, maar dit is geen gemeenschap waartoe ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen zich wenden om tot cross-disciplinaire uitwisseling te komen. Het kustonderzoek blijkt nog sterk disciplinair verkaveld. Er zijn aparte verenigingen en conferenties voor de drie disciplinaire oriëntaties:

mariene en estuariene ecologie en biologie, mariene geologie en geomorfologie, en kustwaterbouwkunde. Overigens vormen de disciplinaire verenigingen en conferenties in het kustonderzoek geen absolute barrière voor cross-disciplinaire uitwisseling en integratie. Nederlandse kustonderzoekers geven aan dat binnen thematische sessies bij disciplinair georiënteerde internationale conferenties ruimte is voor cross-disciplinair onderzoek. Ook het publiceren van cross-disciplinair onderzoek in internationale tijdschriften geeft geen belemmeringen.

6.1.3 Inhoudelijke analyse

Daarnaast hebben we gekeken naar gedeelde conceptuele kaders in beide kennisdomeinen. Die geven eveneens een beeld van inhoudelijke, cross-disciplinaire uitwisseling en integratie. Ook op dit punt is er een duidelijk contrast tussen rivieronderzoek en kustonderzoek. In het rivieronderzoek wordt sinds eind jaren zeventig gewerkt aan een conceptueel kader dat rivierecologie (lotische ecologie) en aardwetenschappelijk rivieronderzoek (fluviale geomorfologie, stroomgebiedshydrologie) verenigt. Een gedeelde eenheid van analyse, het stroomgebied, vormde een eerste aanzet tot integratie. Vanaf eind jaren tachtig deelden de meeste rivieronderzoekers de opvatting dat een rivierstroomgebied een ruimtelijk geneste hiërarchie is.

In het kustonderzoek is er daarentegen geen sprake van een gedeeld conceptueel kader, noch van een gedeelde eenheid van analyse. Meer op de achtergrond is er wel brede overeenstemming over twee gedeelde concepten: complexiteitstheorie en de opvatting dat er verschillende processen op verschillende ruimtelijke en tijdschalen plaatsvinden. Zowel in het rivieronderzoek als in het kustonderzoek speelt remote sensing-technologie een belangrijke rol in de dataverzameling. Deze technologie levert gebiedsdekkende data op verschillende ruimtelijke schalen. Rivieronderzoekers koppelen het belang van deze technologie aan het paradigma van het rivierstroomgebied als een ruimtelijk geneste hiërarchie.

6.1.4 Conclusie

Als we het internationale rivier- en kustonderzoek in de afgelopen decennia met elkaar vergelijken, dan zien we een aantal duidelijke overeenkomsten en verschillen wat betreft cross-disciplinaire uitwisseling en integratie. De bibliometrische analyse laat geen opvallende verschillen zien. In beide gebieden zijn ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige specialisaties sterk disciplinair gebleven. Daarvoor zijn twee aanwijzingen: clustering van tijdschriften als disciplinaire specialisaties, en disciplinaire verenigingen en conferenties. Tegelijkertijd zijn er in beide gebieden cross-disciplinaire tijdschriften die onderzoek bespreken dat bouwt op bijdragen uit ecologie, aardwetenschappen, waterbouwkunde en andere specialisaties. De institutionele en inhoudelijke analyses laten wel verschillende ontwikkelingen zien in rivier- en kustonderzoek. In het internationale rivieronderzoek blijkt zowel institutioneel als inhoudelijk sprake te zijn van een sterkere integratie van ecologie, aardwetenschappen

en waterbouwkunde. Het internationale rivieronderzoek heeft een cross-disciplinaire vereniging en een cross-disciplinair paradigma. Beide ontbreken in het internationale kustonderzoek. Dit staat cross-disciplinaire uitwisseling en integratie in het kustonderzoek niet in de weg, maar van een cross-disciplinaire niche is voorsnog geen sprake. Op basis van de institutionele en inhoudelijke analyse concluderen we dat er in het rivieronderzoek wel sprake is van een cross-disciplinaire niche.

6.2 Kennisintegratie in Nederland

6.2.1 Kennisintegratie in programma's

Ook in Nederland zijn verschillen zichtbaar in de manier waarop kennis uit de ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde zijn gebundeld in rivieronderzoek enerzijds en kustonderzoek anderzijds. We gaan eerst in op de inhoudelijke verschillen, de kennisintegratie, en vervolgens op de verschillen in organisatie, de onderzoeksprogramma's.

Kennisintegratie

In het rivieronderzoek is vanaf eind jaren tachtig gestreefd naar integratie van ecologie en waterbouwkunde. Het doel daarbij was integraal rivierbeheer en rivierherstel. Wisselwerkingen tussen waterstanden en bosontwikkeling vormden een belangrijk onderzoeksprobleem. In de jaren negentig kwam daar een aardwetenschappelijke onderzoekslijn bij. Die richtte zich op de opslibbing van de uiterwaarden en andere sedimentologische en geomorfologische processen. In het conceptualiseren van wisselwerkingen tussen waterbeweging, het opsliben van de uiterwaarden en rivierbiodiversiteit ontwikkelden zich visies op de dynamiek van riviernatuur. Dat gebeurde in wisselwerking met beleidsdoelen in het 'Ruimte voor de Rivier'-beleid. Een uitkomst van dit cross-disciplinaire onderzoek is een model waarop een nieuwe vorm van rivierbeheer is gebaseerd: cyclisch uiterwaardenbeheer.

Het kustonderzoek richt zich sinds de jaren zeventig op de interactie tussen biologische en fysische processen. Bioturbatie (het omwoelen van de bodem door organismen), biofilms of microbiële matten (het vastleggen van de bodem door organismen) en kwelderdynamiek waren in de jaren tachtig en negentig onderwerp van cross-disciplinair onderzoek. Sinds eind jaren negentig ziet men deze biologisch-fysische interacties als ruimtelijke zelforganisatie en habitatvorming door biobouwers (dieren en planten die hun eigen habitat bouwen). Deels ging het in het onderzoek om het beter begrijpen van het natuurlijke kustecosysteem. Het cross-disciplinaire onderzoek ontwikkelde zich daarbij op een zekere afstand van beleidsdoelen. Een ander deel van het onderzoek naar fysisch-biologische interacties richtte zich op het inschatten van de ecologische effecten van waterbouwkundige maatregelen. Dit onderzoek ontwikkelde zich in wisselwerking met beleidsdoelen, zoals vaargeulverdieping en bescherming en herstel van kwetsbare habitats in het intergetijdegebied. Het onderzoek resulteerde in

gekoppelde modellen van fysisch-biologische interacties, bijvoorbeeld voor kwelderdynamiek. Daarbij is het formuleren van een kustbeheerstrategie tot nog toe niet een expliciet doel geweest.

In de manier waarop cross-disciplinair onderzoek aansluit bij beleid is er dus sprake van een contrast tussen rivier- en kustonderzoek. In kustonderzoek is de afstand tot het beleid altijd groter geweest dan in het rivieronderzoek. Dit lijkt samen te gaan met een grotere diversiteit aan onderzoekslijnen en cross-disciplinaire modellen. Anders gezegd: een grotere afstand tot beleidsdoelen lijkt in het cross-disciplinaire kustonderzoek te leiden tot meer vrijheidsgraden in het representeren van de natuur (zie ook intermezzo 2).

Onderzoeksprogramma's

Tot zover verschillen in kennisdynamiek. Er zijn ook overeenkomsten en verschillen in de onderzoeksprogramma's die zijn benut voor cross-disciplinaire uitwisseling en integratie in rivieronderzoek enerzijds en kustonderzoek anderzijds. In het rivieronderzoek gebeurde dat bijvoorbeeld via Ecologisch Herstel van de Rijn, een langlopend programma gefinancierd door de ministeries van V&W, LNV en VROM. Een vergelijkbaar interdepartementaal programma in het kustonderzoek was Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek Noordzee en Waddenzee (BEON). Daarin zijn aanzetten gegeven tot integratie van ecologie en waterbouwkunde. In beide gevallen, zowel in het rivieronderzoek als in het kustonderzoek, is er daarnaast sprake van Europese financiering, kennisinfrastructuurfinanciering en financiering vanuit het NWO LOICZ-programma, Rijkswaterstaat en andere overheidsinstanties. Voor wat betreft de Europese financiering ging het in het rivieronderzoek om een kennisbijdrage aan rivierbeheer (EU Interreg) en in het kustonderzoek om kennis van de bio-geosystemen met een minder directe relevantie voor het kustbeheer (EU-Kaderprogramma's).

Over het geheel genomen is cross-disciplinaire uitwisseling en integratie in het rivieronderzoek dus sterker beleidsgestuurd verlopen dan in het kustonderzoek. In het kustonderzoek heeft het begrip van complexe ruimtelijke bio-geosystemen voorop gestaan. Beleidsrelevantie speelde meer op afstand mee. Recente ontwikkelingen, zoals onderzoeksprojecten gefinancierd door het Waddenfonds, Building with Nature, het Deltaprogramma en het Natuurherstelprogramma voor de Waddenzee, hebben een sterkere nadruk op beleidsrelevantie. Met name het concept 'biobouwer' lijkt een brug te slaan tussen onderzoek en beleid.

6.2.3 Aansluiting bij internationale ontwikkelingen

Hoewel we de relatie tussen onderzoek in Nederland en internationale ontwikkelingen niet rechtstreeks hebben onderzocht, valt uit de afzonderlijke ontwikkelingen af te leiden dat de relatie hiertussen anders is in het kustonderzoek dan in het rivieronderzoek. In het rivieronderzoek was er al rond 1980 aandacht voor

integratie, met het oog op het formuleren van een alternatief voor het waterbouwkundige rivierbeheerparadigma. Vanaf eind jaren tachtig konden Nederlandse rivieronderzoekers aansluiten bij internationale 'river science'. In het kustonderzoek is integratie van ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige kennis op internationaal niveau geen prominent thema. Nederlandse onderzoekers stellen dat zij met hun aandacht voor het cross-disciplinaire thema 'biogeomorfologie', de biologisch-fysische interacties, voorop lopen. In het rivieronderzoek is de kennisbundeling in Nederland dus meer volgend geweest, terwijl er in het kustonderzoek meer sprake is van pionieren.

6.2.4 Aansluiting bij de beleidscontext

We zijn ingegaan op de aansluiting van het cross-disciplinaire onderzoek bij beleidsdoelen in rivieronderzoek enerzijds en kustonderzoek anderzijds. Een korte schets van de beleidsontwikkeling voor beide domeinen maakt duidelijk hoe het bestaan of ontbreken van sectoroverschrijdende kennisintegratie in het beleid een rol kan spelen in de aansluiting die onderzoekers vinden bij het beleid.

In het rivierbeheer speelde het plan Ooievaar een belangrijke rol. Het ministerie van Verkeer & Waterstaat (V&W) oarmde dat plan eind jaren tachtig. Zo ontstond een basis voor het combineren van twee beleidsdoelen: veiligheid tegen overstroming en natuurherstel. Dit waren doelen van verschillende beleidssectoren: waterstaat en natuurbeheer. Daarnaast legde het langjarige interdepartementale programma Ecologisch Herstel van de Rijn een basis voor integratie van ecologie en waterbouwkunde in het onderzoek. Ten slotte werd deze beleidsintegratie voortgezet met het Ruimte voor de Rivier-beleid, dat midden jaren negentig van kracht werd. Het beleid van veiligheid tegen overstroming werd daarbij herijkt: de rivieren zouden in de toekomst meer water moeten kunnen verwerken. Het samengaan van veiligheid tegen overstroming en natuurherstel bleef de inzet van het beleid, binnen de nieuwe randvoorwaarden.

In het kustbeheer zijn de zaken heel anders verlopen. Daar zijn na het gereedkomen van de Oosterscheldedam in 1986 kustverdediging en natuurbeheer van de kustzone in aparte beleidskaders uitgewerkt. Voor kustverdediging zag men dynamisch handhaven door zandsuppletie als de belangrijkste opgave. Dit beleid onstond in wisselwerking met het kustmorfodynamische (aardwetenschappelijke en waterbouwkundige) onderzoek. Dit onderzoek richtte zich op de fysische processen die het zand langs de kust helpen verdelen. Zandsuppletie als een beleid van werken met de natuur beperkt zich tot werken met de fysische processen, de 'dode natuur'.

In het natuurbeheer van de kust zag men visserij en scheepvaart als de belangrijkste conflicterende functies die habitats bedreigden. Onderzoek in de vorm van habitatevaluatie leverde een basis voor het beschermen en herstellen van

specifieke habitats: in de estuaria van de zuid-westelijke delta, de Westerschelde en de Oosterschelde. Dit onderzoek bracht ecologen en waterbouwkundigen samen. Daarbij beschouwde men in eerste instantie fysische processen als sturend voor de vorming van habitats. Vanaf midden jaren negentig kwam er echter meer aandacht voor wisselwerkingen. In dezelfde tijd verkeerde het beleid rond natuurbeheer in de Waddenzee in een impasse. Controverses over oorzaken van achteruitgang van de Waddenzee speelden deels in gescheiden disciplines. Wisselwerkingen tussen biologie en fysica kregen weinig aandacht.

Sinds een aantal jaren ontwikkelt zich ook in het kustbeheer een synergie tussen kustverdediging en natuurherstel. In 2005 is over natuurherstel in de Waddenzee een akkoord gesloten. De bodemberoerende visserij wordt in een aantal fasen afgebouwd en natuurherstel staat op de agenda. Sindsdien is er ook een link tussen beleid rond kustverdediging en natuurherstel. In het onderzoek dat hieraan ten grondslag ligt, is er veel aandacht voor wisselwerkingen tussen biologische en fysische processen. De biobouwer is daarbij het synthetiserende concept. Daarbij is het concept van 'levende waterbouw' gemunt om het werken met de biologische processen voor het voetlicht te brengen. Ook het beleid van zandsuppletie houdt meer rekening met wisselwerkingen tussen biologische en fysische processen.

6.2.4 Conclusie

Als we kijken naar cross-disciplinaire uitwisseling en integratie in het rivieronderzoek en kustonderzoek in Nederland, dan lijkt er sprake te zijn van verschillen in fasering en scope. Met fasering bedoelen we de periode waarin ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige kennis op een beleidsrelevante manier is gebundeld.

In het rivieronderzoek is deze vorm van kennisbundeling eerder gerealiseerd dan in het kustonderzoek. We hebben geconcludeerd dat kennisbundeling in het rivieronderzoek sinds eind jaren tachtig vorm heeft gekregen in sterke wisselwerking met het beleid. Dat heeft in het afgelopen decennium geleid tot een cross-disciplinair model van rivierdynamiek en een nieuwe vorm van rivierbeheer: cyclisch uiterwaardenbeheer.

In het kustonderzoek heeft kennisbundeling deels vorm gekregen als modellering van complexe systemen, op afstand van het beleid. Midden jaren negentig is de bundeling van kennis voor beleid gestart in de vorm van habitatevaluatie. Sindsdien is koppeling van waterbewegingsmodellen met slibtransportmodellen en ecologische modellen volop in ontwikkeling. Een cross-disciplinair gekoppeld model dat invulling geeft aan een kustbeheer met biobouwers is er echter nog niet⁸.

8 Deze laatste observatie gaat uit van de veronderstelling dat de kennisbundeling in beide domeinen analoog verloopt, wat niet het geval hoeft te zijn.

Wat betreft scope lijkt de cross-disciplinaire uitwisseling in het kustonderzoek diverser dan in het rivieronderzoek. We hebben diversiteit van cross-disciplinaire uitwisseling weliswaar niet specifiek onderzocht, maar de analyses van onderzoekslijnen laten verschillen zien. In het rivieronderzoek is een model ontwikkeld dat waterbeweging en uiterwaardopslibbing beschouwt als condities voor ecologische dynamiek. Dit model beschouwt de fysische condities dus als sturend voor de ecologie. In het kustonderzoek beschouwt men de wisselwerkingen tussen biologie en fysica ook vanuit een recent opgekomen ecologisch paradigma. Hierin worden ook biologische processen als sturend opgevat. Op dit punt is de cross-disciplinaire uitwisseling in het kustonderzoek dus diverser. Een tweede verschil is dat de biologie in het model voor rivierdynamiek alleen vegetatie omvat. In de modellen in het kustonderzoek omvat de biologie echter ook dieren en andere organismen. Ook op dit punt is de cross-disciplinaire uitwisseling in het kustonderzoek dus diverser.

6.3 Conclusies: contrasten in kennisintegratie

Het rivier- en het kustonderzoek kennen een verschillende kennisdynamiek. Er is een heel scala aan processen en gebeurtenissen die daarvoor verantwoordelijk zijn. Uitgaande van een systeemvisie op wetenschap, waarin onderlinge afhankelijkheden centraal staan, duiden we de contrasten als verschillen in afstemming, of 'spanning' tussen systeemniveaus. Figuur 3 geeft dit schematisch weer.

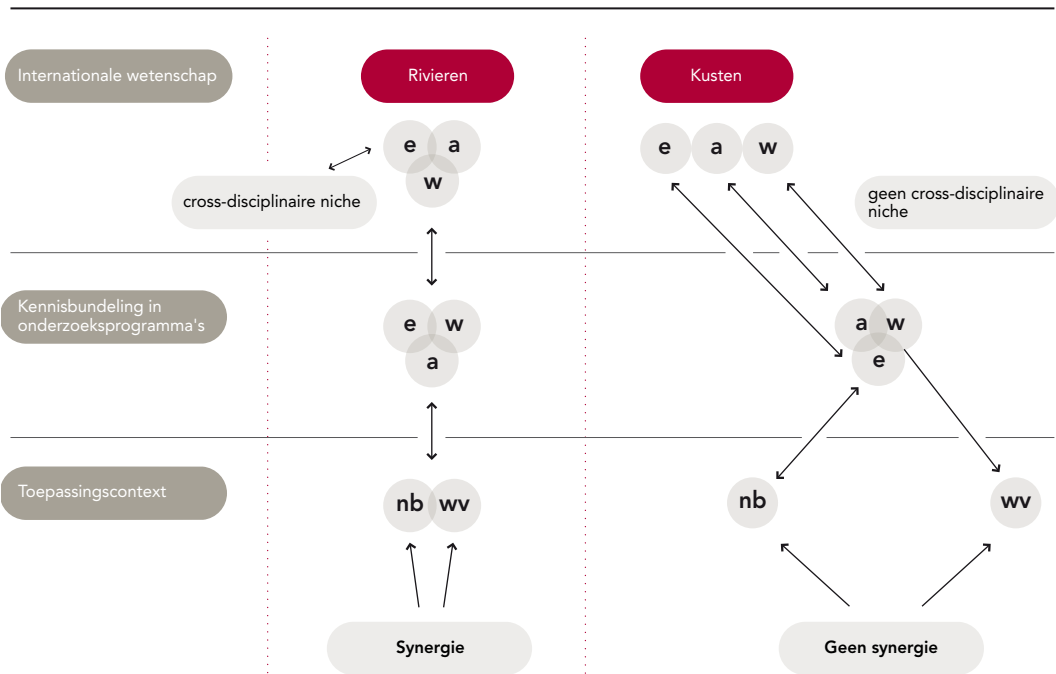
De analyses verklaren een aantal van deze verschillen tussen kust- en rivieronderzoek. In het rivieronderzoek is er sinds de jaren tachtig sprake van kennisintegratie van ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde, zowel op internationaal niveau als in de lokale toepassingscontext. In beleidsgeoriënteerde onderzoeksprogramma's hebben onderzoekers gebouwd op deze kennisintegratie. Ze hebben de verschillende niveaus in het wetenschapssysteem op elkaar kunnen afstemmen bij het formuleren en uitvoeren van projecten binnen de onderzoeksprogramma's.

In het kustonderzoek is een vergelijkbare integratie echter afwezig, zowel op internationaal niveau als in de lokale toepassingscontext. Mede als gevolg hiervan heeft een deel van het cross-disciplinaire onderzoek zich meer op de internationale context gericht en een ander deel meer op de toepassingscontext. Op beide niveaus zijn de onderzoekers verschillende vormen van kennisbundeling gaan ontwikkelen. Daarvoor zijn verschillende soorten programma's benut. In Europese Kaderprogramma's en NWO-programma's is de aandacht in eerste instantie meer uitgegaan naar de internationale context, waar het begrijpen van complexiteit van kustsystemen voorop stond. In beleidsgeoriënteerde programma's als BEON en LWI stond aansluiting bij het habitatbeleid voorop. Deze verschillende oriëntaties raakten met elkaar verweven in nieuwere onderzoeksprogramma's, zoals Delft Cluster en WINN.

Het bundelen van ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde komt in het kustonderzoek dus meer neer op pionieren, en in het rivieronderzoek op volgen. Anders gezegd: de kennisbundeling stuit in het kustonderzoek op bestaande verkavelingen. Internationaal zijn dat disciplines, en lokaal zijn het beleidssectoren. Het is eenvoudiger aan te sluiten bij deze verkavelingen dan ze te doorbreken.

Tot zover de spanning in het wetenschapssysteem. Er is nog een andere reden waarom kennisbundelen in het kustonderzoek meer een kwestie van pionieren is: daar heeft een paradigmawisseling plaatsgehad. Het moderne kustonderzoek houdt rekening met nieuwe inzichten rond de wisselwerking tussen fysieke en biologische processen. Daarbij is het primaat van de fysica niet langer vanzelfsprekend. Met deze nieuwe inzichten komen bestaande modelkoppelingen ter discussie te staan. Aanvaarde kennis staat opnieuw ter discussie, terwijl er nog geen algemeen aanvaard alternatief voorhanden is. In het rivieronderzoek is van een dergelijke paradigmawisseling (nog) geen sprake geweest.

Figuur 3 In het rivieronderzoek konden onderzoekers aansluiten bij kennisintegratie in de internationale wetenschap en in het beleid. In het kustonderzoek was dat niet het geval.



e ecologie nb Natuurbeheer
a Aardwetenschappen wv Waterveiligheid
w Waterbouwkunde

7 Onderzoeksprogramma's en kennisintegratie

In dit afsluitend hoofdstuk verkennen we wat de ervaringen met onderzoeksprogramma's in het rivier- en kustonderzoek betekenen voor het inzetten van onderzoeksprogramma's als instrument. In de inleiding hebben we geconstateerd dat onderzoeksprogramma's een vast onderdeel zijn geworden van het wetenschapssysteem – niet alleen in Nederland, maar ook elders – maar dat hun effectiviteit en wenselijkheid nog altijd ter discussie staat. Die discussie betreft uiteenlopende kwesties. Leiden de programma's wel tot bruikbare kennis? Staat oormerking van onderzoeksgeld niet op gespannen voet met de dynamiek van wetenschap? We gaan deze vragen niet met een simpel 'ja' of 'nee' beantwoorden maar bieden stof om de discussie te verdiepen en doen suggesties om voorwaarden voor beleidsrelevante kennisbundeling te herkennen. Dit doen we aan de hand van drie thema's: de werking van onderzoeksprogramma's, duurzame kennisintegratie en voorwaarden voor kennisintegratie.

7.1 De werking van onderzoeksprogramma's

7.1.1 Onderzoeksprogramma's en sturing

In het wetenschapsbeleid maakt men vaak een onderscheid tussen bottom-up- en top-down-financiering van onderzoek. Bottom-up verwijst daarbij naar financiering voor projecten die wetenschappers indienen zonder dat er vooraf enige beperking is wat betreft de thematiek. Top-down betreft financiering waarbij er wel sprake is van sturing. De beeldspraak is ongelukkig, en niet alleen vanwege de suggestie dat wetenschappers onderaan in het systeem staan en dat overheden vanuit de top over het systeem kunnen regeren. De processen van onderzoeksprogrammering en financiering zijn veel complexer dan eenvoudige verticale bewegingen langs een hiërarchische lijn.

In lijn met bestuurskundige opvattingen van sturing (governance) kunnen we deze sturing in onderzoeksprogramma's als volgt definiëren: als een optelsom van richtinggevende processen en besluitvormingsmomenten waarbij een scala aan meer en minder invloedrijke actoren betrokken is, zonder dat één van de actoren 'aan het stuur zit'. Naast formele procedures kunnen ook informele onderhandelingen tussen beleidsactoren en wetenschappers een belangrijke rol spelen in de invulling van een programma (Kwa 2006). Naarmate een onderzoeksprogramma vorm krijgt, wordt de manier van sturing manifest. Met andere woorden, er komt vast te liggen welke onderzoeksprojecten binnen het programma een plaats krijgen en aan welke onderzoekslijnen die projecten bijdragen. Van belang daarbij is het begrip aggregatie: de manier waarop onderzoeksagenda's vorm krijgen als programmathema's en projecten samenkomen in programma's. Het zijn dus de aggregatieprocessen die de feitelijke sturing bepalen (cf. Rip & Van der Meulen 1996).

7.1.2 Onderzoeksprogramma's als instituties

Onderzoeksprogramma's dienen specifieke strategische doelen.

Onderzoeksgroepen benutten echter verschillende programma's voor het continueren van hun onderzoekslijn, zoals onze analyse laat zien. Dat betekent dat de specifieke strategische doelen van een programma alleen haalbaar zijn als de programma-aggregatie een concrete meerwaarde heeft. Die meerwaarde kan op verschillende manieren ontstaan, zoals Kwa et al. (1999) aangeven⁹.

De sturing binnen een programma staat echter niet op zichzelf. Doordat groepen verschillende onderzoeksprogramma's benutten voor eenzelfde onderzoekslijn, ontstaat er onderlinge afstemming tussen programma's. Vaak stimuleert het wetenschapsbeleid zelfs expliciet afstemming tussen onderzoeksprogramma's.

In elk geval is de feitelijke sturing binnen een programma mede afhankelijk van andere programma's. Er is een structurele onderlinge afhankelijkheid. Dat betekent dat er een systeemvisie ten grondslag moet liggen aan deze onderlinge sturing. Een systeemvisie op stelsels van onderzoeksprogramma's roept vervolgens de vraag op welke mate van differentiatie, complementariteit of uniformisering er gewenst is en gestimuleerd wordt in het wetenschapssysteem.

De manier waarop onderzoeksgroepen diverse programma's voor hun onderzoek benutten, biedt daarmee een andere kijk op de discussie over tijdelijke financiering via programma's versus institutionele financiering.

Onderzoeksprogramma's zijn zo belangrijk geworden in het wetenschapssysteem dat ze in de praktijk deels neerkomen op institutionele financiering. In die context is het belangrijk te kijken naar het functioneren van de instituties die tezamen onderzoeksprogramma's vormgeven¹⁰. Dat is onmogelijk op het niveau van een enkel onderzoeksprogramma: de feitelijke instituties zijn immers stelsels van onderzoeksprogramma's, zoals we hiervoor hebben betoogd. Voor een specifiek domein, veld of thema moet men dus kijken naar het functioneren van stelsels van onderzoeksprogramma's als instituties.

9 Een onderzoeksprogramma kan uitwisseling tussen verschillende onderzoeksgroepen stimuleren met het oog op profilering en bundeling van nationale expertise op een bepaald gebied. Een andere optie is om afstemming tussen onderzoekers en beleidsactoren te stimuleren, met het oog op versterking van de wetenschap-beleidsinterface. Een derde mogelijkheid is het stimuleren van de verkenning van nieuwe thema's en benaderingen, bijvoorbeeld bèta-gamma-interactie. Bij elk van de opties zullen andere onderzoeksgroepen zich willen en kunnen verbinden aan het programma.

10 Er is een onderscheid te maken tussen instituties als organisaties (institutionele financiering van universiteiten is organisatiefinanciering) en instituties als maatschappelijke arrangementen.

7.1 3 Onderzoeksprogramma's en het promotiestelsel

Onderzoeksgroepen benutten onderzoeksprogramma's veelal om promotieonderzoek te realiseren. Omdat in het Nederlandse stelsel promovendi (meestal) werknemer zijn, moet een groep externe financiering werven om promotieonderzoek mogelijk te maken. In dit kader zijn onderzoeksprogramma's, naast opdrachtonderzoek, een belangrijke bron van financiering. Promotieonderzoek is voor onderzoeksgroepen belangrijk omdat er bestaande onderzoeklijnen mee kunnen worden voortgezet of nieuwe in kunnen worden verkend, zoals ook in de analyse van het rivier- en kustonderzoek naar voren komt. Promotieonderzoek is ook belangrijke wetenschappelijke 'output': het resulteert in training van onderzoekers, proefschriften en artikelen. Daarnaast dragen gerealiseerde promoties bij aan de reputatie van een onderzoeksleider. En ten slotte levert een promotie ook nog eens een financiële premie op voor de onderzoeksgroep. Daarmee kan dan weer verder onderzoek plaatsvinden. Promotieonderzoek is, kort gezegd, van levensbelang voor onderzoeksgroepen. Onderzoeksprogramma's hebben echter eigen strategische doelen, die op gespannen voet kunnen staan met promotieonderzoek.

Onderzoeksprogramma's moeten immers in steeds sterkere mate beleidsrelevante kennis opleveren door interactie en afstemming tussen onderzoekers en beleidsmedewerkers. Promotieonderzoek vraagt daarentegen om een bijdrage aan de internationale wetenschappelijke literatuur. De analyse van kust- en rivieronderzoek laat echter zien dat deze spanning onder sommige omstandigheden kan wegvallen. Of dat al dan niet gebeurt, hangt af van verschillende factoren. Bijvoorbeeld of er internationaal sprake is van een cross-disciplinaire niche, hoe er op dat niveau relevantie voor toepassingscontexten is ingebouwd (cf. Rip 1997), hoe het onderzoek kan aansluiten bij (sectoroverschrijdende) beleidsontwikkeling en of er 'integrators' zijn die specialistische onderzoeklijnen op een beleidsrelevante manier weten te koppelen. We bespreken dit verder in de paragraaf over voorwaarden voor kennisintegratie.

7.2 Duurzame kennisintegratie?

7.2.1 Contrasten in kennisintegratie

De analyses in voorgaande hoofdstukken geven aan hoe kennisintegratie kan plaatsvinden. De afzonderlijke analyses van rivier- en kustonderzoek hebben ook verschillen in kennisintegratie zichtbaar gemaakt. In het rivieronderzoek is een model ontwikkeld dat wisselwerkingen tussen waterbeweging, uiterwaardopslibbing en bosontwikkeling aangeeft. Het model is uitgewerkt tot een nieuwe vorm van dynamisch rivierbeheer: cyclisch uiterwaardenbeheer. De kennisintegratie lijkt hiermee tot een voorlopig eindpunt te zijn gekomen. Er dienen zich geen nieuwe, concurrerende modellen aan die een ander type rivierbeheer voorstellen.

In het kustonderzoek heeft cross-disciplinaire uitwisseling geleid tot complexe modellen van kustdynamiek. Hier streven onderzoekers naar meer 'volledig gekoppelde' modellen van ecologie, waterbeweging en zand- en slibsedimentatie. De laatste jaren is er ook in het cross-disciplinaire kustonderzoek sprake van een sterkere nadruk op de toepassing. Die drijft een deel van de modelontwikkeling. Er is een levendige cross-disciplinaire uitwisseling op gang gekomen tussen ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige onderzoeksgroepen. Daarbij zijn biologisch-fysische wisselwerkingen belangrijker dan in de modelkoppeling in het rivieronderzoek het geval was. Zowel in fasering als in scope van kennisintegratie zijn er dus verschillen tussen het rivier- en kustonderzoek. In fasering, omdat het rivieronderzoek is vooruitgelopen op het kustonderzoek in het ontwikkelen van een beheersvorm gebaseerd op ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige inzichten. In scope, omdat in het rivieronderzoek één geïntegreerd model is ontwikkeld waarin fysische condities de ecologische dynamiek bepalen en waarin biodiversiteit is opgevat als variatie in vegetatiestructuur. Kustonderzoekers werken aan verschillende typen modelkoppelingen, en bezien wisselwerkingen tussen fysica en biologie mede vanuit een recent opgekomen ecologisch paradigma.

Dan dient de volgende vraag zich aan: wat is op de korte, maar ook op de langere termijn gewenst? Wat is 'duurzame kennisintegratie'? Deze vraag kunnen we in het bestek van dit onderzoeksrapport niet beantwoorden, maar we willen wel een aanzet geven tot een discussie hierover. We pleiten voor een reflectie op metaforen en denkkaders: *frame reflection*.

7.2.2 Metaforen en denkkaders

In de inleiding kwam het al naar voren: strategische doelen van onderzoeksprogramma's kunnen op verschillende manieren invulling krijgen, afhankelijk van achterliggende visies op hoe wetenschap werkt. Ook voor het realiseren van een doel als 'duurzame kennisintegratie' zijn de achterliggende visies op mogelijke en wenselijke wisselwerkingen tussen kennis en maatschappelijke vraagstukken belangrijk. Welke achterliggende visies kunnen een rol spelen? Frodeman & Parker (2009) wijzen op de metafoer van het 'kennisreservoir' als verouderde visie op de wisselwerkingen tussen wetenschap en maatschappij. In de naoorlogse visie op wetenschap als een voortschrijdende, niet begrensde, onuitputtelijke bron van innovatie en basis van welvaart vormde wetenschap een uitdijend reservoir van kennis. Bij deze visie paste het lineaire innovatiemodel, waarin het reservoir nieuwe oplossingen kan bevatten voor maatschappelijke vraagstukken.

In hun analyse van klimaatonderzoek gebruiken Kwa et al. (1999) de metafoer van 'wetenschap als regime' om aan te geven hoe probleemdefinities en oplossingsrichtingen van onderzoekers en beleidsmakers op één lijn kunnen komen te liggen. In een regime bestaan structurele samenhangen in verschillende constellaties: bijvoorbeeld van onderzoeksinstituten, overheidsdeparte-

menten, en hun visies op welke problemen er zijn en de richting waarin oplossingen moeten worden gezocht. Er zijn dus gedeelde denkkaders en er is structurele samenwerking tussen wetenschap en beleid.

In het kader van innovatietheorie zijn evolutionaire visies op de ontwikkeling van wetenschap en technologie ontstaan. Evolutionaire visies leggen de nadruk op processen van verandering die voortkomen uit mechanismen van variatie, selectie en retentie (Nill & Kemp 2009). Onderzoekers genereren in maatschappelijke instituten en daarbuiten nieuwe kennis en technologie in 'niches', waarvan een deel zich kan handhaven en langdurig kan doorwerken afhankelijk van omgevingskenmerken, zoals denkkaders en arrangementen in het beleid, of marktmechanismen. Het handhaven van voldoende diversiteit is een belangrijke voorwaarde voor voortgaande innovatie.

In wetenschaps- en technologiestudies is 'co-productie' een gangbare term geworden om aan te geven hoe kennis, sociale en materiële ordeningen samengaan (Jasanoff 2000). In de processen die tot een tijdelijke maatschappelijke orde leiden zijn bepaalde vormen van kennis dominant, maar er zijn ook altijd onderstromen. Wetenschappelijke kennis is een uitkomst van machtsstrijd – niet zozeer tussen personen maar tussen denkkaders – en draagt bij aan machtsvorming. Er is sprake van niet-lineaire wisselwerkingen, historische contingenties en onderbepaaldheid.

De kennisintegratie in rivier- en kustonderzoek die we in deze studie hebben verkend, kan verschillend worden gewaardeerd. Die waardering is afhankelijk van deze achterliggende visies op kennisontwikkeling. Zo kan men de op het beleid aansluitende kennisintegratie in het rivieronderzoek opvatten als een vorm van regime-ontwikkeling. Voor de effectiviteit van kennis voor beleid op de korte termijn is het vrij eenduidige regime gunstig te noemen. Evolutionair gezien is echter mogelijk sprake van een 'lock-in'. Doordat alternatieve vormen van kennisintegratie vooralsnog ontbreken, zijn neveneffecten van beleid en nieuwe fenomenen alleen te duiden vanuit het perspectief van specialismen.

Vanuit het evolutionaire perspectief bezien is de rijkdom aan integratieve benaderingen in het kustonderzoek een uiting van variatie. Beleidskaders zijn daarbij in een later stadium selecterend gaan werken. Er tekent zich een regime af met een synergie tussen kustverdediging en herstel van levende natuur. De variatie aan cross-disciplinaire benaderingen in het kustonderzoek is positief in een aantal opzichten. Het kan op langere termijn nieuwe vormen van kennisintegratie mogelijk maken, maar ook zicht geven op neveneffecten van kortetermijnbeleid. De derde relevante invalshoek, namelijk het bestaan van dominante vormen van kennis, onderstromen en strijd tussen benaderingen, is door de nadruk op kennisintegratie als uitkomst van ontwikkelingen onbesproken gebleven. Er zijn uiteraard ook nog andere relevante invalshoeken, bijvoorbeeld 'wetenschap als cultuur' (Shapin & Schaffer 2005).

Eén discussiepunt rond duurzame kennisintegratie komt in deze schets van achterliggende visies duidelijk tot uiting: de korte versus de lange termijn. Wat op de korte termijn effectief kennis voor beleid levert, kan op de lange termijn een lock-in zijn. Voor de lange termijn biedt het evolutionaire perspectief, waarin de nadruk ligt op het creëren van een voldoende diverse kennisbasis, meer houvast.

7.3 Voorwaarden voor kennisintegratie

7.3.1 Spanning en wisselwerking in het wetenschapssysteem

Onderzoeksprogramma's kunnen meer zijn dan een set van projecten en meer dan een mechanisme voor de verdeling van onderzoeksgeld. De aggregatieprocessen kunnen leiden tot kennisbundeling. Dat blijkt uit de reconstructies van het ontstaan van samengestelde onderzoekstrajecten uit specialistische onderzoeklijnen in het rivier- en kustonderzoek. De termijn waarop onderzoekers in programma's kennis kunnen bundelen, hangt onder meer af van de wisselwerkingen tussen de niveaus van het wetenschapssysteem. Ook speelt een rol of men al dan niet kan voortbouwen op bestaande integratieve onderzoekstrajecten. In het rivieronderzoek in Nederland is bundeling van kennis over rivierbeheer mogelijk geweest doordat cross-disciplinariteit en integratie sinds de jaren tachtig op de agenda stonden, zowel op internationaal wetenschappelijk niveau als in de beleidscontext. Ze kregen in wisselwerking vorm. In het kustonderzoek is integratie van ecologie, aardwetenschappen en waterbouwkunde op internationaal niveau (nog) niet sterk ontwikkeld. Ook in het Nederlandse kustbeheer is het combineren van kustverdediging met natuurbeheer een recente ontwikkeling. Hierdoor is afstemming tussen de verschillende niveaus in het kustonderzoek moeizamer. Een deel van de voorwaarden voor kennisbundeling ligt dus in het wetenschapssysteem.

7.3.2 Taakverdeling en integratie

Naast voorwaarden in het wetenschapssysteem, zijn er ook voorwaarden voor kennisbundeling die de onderzoekers meer in eigen hand hebben. Het gaat dan met name om samenwerking en taakverdeling. De kennisbundeling in het rivier- en kustonderzoek is tot stand gekomen door samenwerking tussen ecologen, aardwetenschappers en waterbouwkundigen van verschillende kennisinstellingen. Een aantal onderzoekers heeft de feitelijke kennisbundeling op zich genomen, anderen hebben bijgedragen met hun specialistische kennis. Veel van de gebundelde kennis heeft het karakter van modelkoppelingen. Daarmee is in het rivier- en kustonderzoek sprake van 'modulaire integratie' van kennis van verschillende vakgebieden. In termen van taakverdeling: onderzoeksgroepen die werken binnen een discipline of specialisatie ontwikkelen kennis binnen eigen onderzoeklijnen (modules). Daarbij is er aandacht voor raakvlakken met onderzoeklijnen van andere groepen binnen andere disciplines of specialisaties. De aandacht voor dergelijke raakvlakken, dat wil zeggen de relevantie van de kennis voor andere disciplines (bv. de mogelijkheid om biologische data te

converteren tot fysische parameters), is een voorwaarde voor kennisbundeling. Ook het samenbrengen van de modules in een gekoppeld model of andere conceptualisering van integratie is een voorwaarde voor het ontstaan van een 'kennisbundelend' onderzoekstraject. De 'integrators', de kennisbundelaars, gebruiken daarbij zoals gezegd de kennis van diverse onderzoeksgroepen. Dit uit zich op verschillende manieren, bijvoorbeeld in de vorm van cross-disciplinaire co-auteurschappen en citaties, en cross-disciplinaire modellijnen. De kennisbundelaars herkennen de praktische mogelijkheid van een cross-disciplinair onderzoekstraject en schatten de levensvatbaarheid ervan in. Daarnaast weten ze specialisten ervoor te interesseren om vanuit hun specialisme bij te dragen en verbinden ze ook specialistische kennis die niet specifiek met het oog op kennisbundeling beschikbaar is gekomen. Behalve een taakverdeling tussen de specialisten onderling is er dus ook sprake van een taakverdeling tussen specialisten en integrators.

Deze manier van kennisbundelen is zeker niet de enig mogelijke (zie Huutoniemi et al. 2010). De modulaire vorm van kennisbundeling is een vorm die in de hedendaagse technowetenschap het meest efficiënt lijkt. Dat heeft ermee te maken dat wetenschappers veelal een simulatiemodel ontwikkelen per proces (waterbeweging, sedimenttransport, plantengroei en -verspreiding, etc.). Deze modules kan men vervolgens koppelen door de data en modeloutput zodanig te converteren dat ze input kunnen zijn voor andere modellen. Met alle nu beschikbare detectietechnieken en mogelijkheden voor informatieopslag en -verwerking geven data de meest praktische mogelijkheid tot kennisbundeling. Men werkt dus niet zozeer aan een gedeeld theoretisch kader, maar aan 'modulaire integratie' van specialistische kennis waarbij de interface draait om de uitwisseling van relevante data en modeloutput. Het gaat daarbij nog steeds om specialistische, disciplinaire benaderingen die zich verder relatief onafhankelijk van elkaar ontwikkelen.

7.3.3 Voorwaarden in onderzoeksprogramma's

De analyses van rivier- en kustonderzoek laten zien dat onderzoeksprogramma's effectief kunnen zijn in het bundelen van kennis voor beleid. Onderzoekers die samenwerken in onderzoeksprogramma's kunnen kennis uit verschillende vakgebieden bundelen en zo wisselwerking met de beleidscontext realiseren. Die kennisbundeling komt tot stand doordat onderzoeksgroepen samenwerken in opeenvolgende onderzoeksprogramma's. Daarbij zijn de duur van onderzoeksprogramma's en de speelruimte belangrijke randvoorwaarden. De speelruimte binnen onderzoeksprogramma's is deels afhankelijk van de thematische afbakening, maar wordt ook in belangrijke mate bepaald tijdens de projectselectie. Duur en speelruimte van programma's zijn samen bepalend voor mogelijkheden tot kennisbundeling. Het bundelen van specialistische onderzoekslijnen kost in de regel meer tijd dan een enkel (vierjarig) onderzoeksprogramma. Dat betekent dat onderzoeksprogramma's mogelijkheden voor continuïteit moeten bieden. Dat kan in principe op twee manieren. De eerste is dat men de

samenwerking voortzet in een vervolgprogramma. In de praktijk is continuïteit ook vaak mogelijk doordat onderzoeksprogramma's van verschillende financiers (EU, NWO, FES) vergelijkbare mogelijkheden bieden. Dit is het geval geweest in zowel het rivieronderzoek als het kustonderzoek. De mogelijkheden van continuïteit van onderzoekssamenwerking en het bundelen van kennis worden dus door twee factoren bepaald: door de duur van individuele programma's, en door de mogelijkheden en beperkingen van het totale aanbod aan programma's.

Uit interviews met onderzoekers blijkt ook dat de selectie van onderzoeksvoorstellen een cruciaal moment is in de invulling van onderzoeksprogramma's. Bij een call for proposals worden bijvoorbeeld thema's aangegeven die ruimte laten voor interpretatie. Pas bij de daadwerkelijke selectie wordt duidelijk hoe de commissie als collectief het onderzoeksprogramma de facto opvat. Het resultaat is een set van projecten die samen het programma maken. De beoordeling en selectie van discipline-overschrijdend onderzoek door commissies is dus bepalend voor de mogelijkheden om binnen programma's tot kennisbundeling te komen. Geïnterviewde onderzoekers noemen daarbij als belemmeringen een relatieve dominantie van bepaalde disciplines in commissies, het langs eenzelfde lat leggen van de zeer verschillende publicatie-output van ecologen en aardwetenschappers enerzijds en waterbouwkundigen anderzijds en het probleem om reviewers van voorstellen te vinden die bekend zijn met cross-disciplinaire benaderingen.

7.3.4 Indicatoren voor kennisbundeling

Hoewel bundeling van onderzoekslijnen in de regel meer tijd vraagt dan een enkel vierjarig onderzoeksprogramma, kan men tussentijds wel inschatten of kennisbundeling op kortere of langere termijn te verwachten is. Wanneer tussentijds blijkt dat er geen begin is gemaakt met het samenbrengen van onderzoekslijnen, kan worden nagegaan welke barrières daarbij een rol spelen.

De volgende vragen kunnen daarbij indicatief zijn:

- Bouwen de onderzoekers voort op eerder ontwikkelde cross-disciplinaire en/of beleidsgeoriënteerde onderzoekslijnen?
- Kunnen de onderzoekers voor het integreren van onderzoekslijnen aansluiten bij een cross-disciplinaire niche op internationaal wetenschappelijk niveau?
- Kunnen de onderzoekers voor het integreren van onderzoekslijnen aansluiten bij sector-overschrijdende beleidsontwikkeling?
- Zijn er vormen van inter-institutionele onderzoekssamenwerking ontwikkeld waarop kan worden voortgebouwd?
- Zijn er kennisbundelaars die de specialistische onderzoekslijnen bij elkaar brengen?
- Kunnen kennisbundelaars gebruikmaken van cross-disciplinaire concepten en/of technologie?

Bibliografie

Besselaar van den P. & G. Heimeriks (2001) 'Disciplinary, Multidisciplinary, Interdisciplinary: Concepts and Indicators'. *Proc. 8th International Conference on Scientometrics and Infometrics – ISSI2001 Sydney*: UNSW

Besselaar van den P. & G. Heimeriks (2006) 'Mapping research topics using word-reference co-occurrences: a method and an exploratory case study' in: *Scientometrics* 68, pp. 377-393

Besselaar van den P. & L. Leydesdorff (1996) 'Mapping change in scientific specialties; a scientometric case study of the development of artificial intelligence' in: *Journal of the American Society of Information Science* 47 (5)

Broek, S.D. & A.J. Nijssen (2009) *Impact Assessment Geesteswetenschappen* NWO, Gebiedsbestuur Geesteswetenschappen

Bureau Bartels (2010) *Eindrapport Evaluatie Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's* in opdracht van Min. EZ.

Deuten, J.J. (2003) *Cosmopolitanising technologies. A study of four emerging technological regimes* PhD thesis University of Twente

Disco, C., A. Rip and B. van der Meulen (1992) 'Technical innovation and the universities: divisions of labour in cosmopolitan technical regimes' in: *Social Science Information*, 31/3, pp. 465-507

Frodeman, R. & J. Parker (2009) 'Intellectual Merit and Broader Impact: The National Science Foundation's Broader Impact's Criterion and the Question of Peer Review' in: *Social Epistemology* 23, 3/4, pp. 337-345

Groenewegen, P. & L. Peters (2002) 'The Emergence and Change of Materials Science and Engineering in the United States' in: *Science, Technology & Human Values*, 27/1, pp. 112-133

Huutoniemi, K. et al. (2010) 'Analyzing interdisciplinarity. Typology and indicators' in: *Research Policy* 39/1, pp. 79-88

In 't Veld, R. (2010) 'Towards Knowledge Democracy' in: Roel in 't Veld (ed.) *Knowledge Democracy. Consequences for Science, Politics and Media*. Dordrecht, Springer.

Jasanoff, Sh. (ed.) (2000) *States of knowledge: the co-production of science and social order* London: Routledge

Kwa, Ch. et al (1999) *Ankerpunten van het klimaatonderzoek. Het Nationaal Onderzoek Programma Mondiale Luchtverontreiniging en Klimaatverandering en Verankering van het Klimaatonderzoek in Nederland*. Rapport nr. 410200034

Kwa, Ch. (2006) 'The programming of interdisciplinary research through informal science-policy interactions' in: *Science and Public Policy* 33, 6, pp. 457-467

Leydesdorff, L. and S. Cozzens (1993) 'The delineation of specialties in terms of journals using the dynamic journal set of the SCI' in: *Scientometrics* vol. 26, no. 1, pp. 135-156

Merkx, F. et al. (2007) *Kustverdediging: wetenschap, beleid en maatschappelijke vraag* Rathenau Instituut, Den Haag

Merkx, F. & P. van den Besselaar (2008) 'Positioning indicators for cross-disciplinary challenges: the Dutch coastal defense research case' in: *Research Evaluation* 17/1, pp. 4-16

Meuleman, L. & R. in 't Veld (2010) 'Sustainable Development and the Governance of Long-Term Decisions' in: In 't Veld (ed.) *Knowledge Democracy. Consequences for Science, Politics and Media*. Dordrecht, Springer

Meulen van der B. & E. Shove (2001) 'National and European Dynamics of Social Environmental Research' in: Dresner, S. & Gilbert, N. (eds.) *The Dynamics of European Science and Technology Policies*, Aldershot, Ashgate, pp. 81-105

Nill, J. & R. Kemp (2009) 'Evolutionary approaches for sustainable innovation policies: From niche to paradigm?' in: *Research Policy*, 38, pp. 668-680

Rip, A. (1990) 'An Exercise in Foresight. The Research System in Transition – to What?' in: Susan E. Cozzens et al. (eds) *The Research System in Transition* Dordrecht: Kluwer, pp. 387-402

Rip, A. and B. van der Meulen (1996) 'The post-modern research system' in: *Science and Public Policy* 23/6, pp. 343-352

Rip, A. (1997) 'A cognitive approach to relevance of science' in: *Social Science Information* 36/4, pp. 615-640

RMNO (2005) *Interdisciplinariteit en Beleidsrelevantie in Onderzoeksprogramma's*. Een stellingname. Den Haag, RMNO

Shapin, S. & S. Schaffer (2005) *Wetenschap is cultuur* Amsterdam, Balans

Shove, E. (2003) 'Principles, agents and research programmes' in: *Science and Public Policy* 30/5, pp. 371-381

Vugteveen, P. et al. (te verschijnen) 'A mapping of river science – research fields and cross-disciplinarity'.

Samenvatting

Onderzoeksprogramma's spelen een belangrijke rol in het wetenschapssysteem. Een groot deel van de onderzoeksfinanciering wordt toegekend in de vorm van programma's. Van onderzoeksprogramma's wordt steeds vaker verwacht dat ze zowel internationaal publiceerbare onderzoeksresultaten opleveren, als kennis die bijdraagt aan het oplossen van maatschappelijke problemen. Deze dubbel-doelstelling zorgt ervoor dat onderzoek in programma's met een spanningsveld te maken heeft. Er bestaat een spanningsveld tussen internationale wetenschap, onderzoek in projecten binnen programma's en de lokale toepassingscontext. Hoe dit spanningsveld uitwerkt onderzoeken we voor twee nauw gerelateerde kennisdomeinen die een verschillende kennisdynamiek laten zien: rivieronderzoek en kustonderzoek. Daarmee krijgen we zicht op de effectiviteit van onderzoeksprogramma's.

Een meerwaarde van programma's is dat ze specialistische onderzoeklijnen bijeen brengen en bundeling van kennis mogelijk maken. Voor rivier- en kustonderzoek hebben we nagegaan hoe bundeling van ecologisch, aardwetenschappelijk en waterbouwkundig onderzoek binnen diverse onderzoeksprogramma's (EU, NWO, FES, ministeries) tot stand is gebracht. Om zicht te krijgen op het spanningsveld tussen internationale wetenschap en lokale toepassingscontext, hebben we onderzocht of op deze niveaus sprake is van kennisintegratie. Is er sprake van een cross-disciplinaire niche op internationaal niveau? Is er sprake van sectoroverschrijdende beleidsontwikkeling in de toepassingscontext? Er blijken op dit punt verschillen te bestaan tussen rivier- en kustonderzoek. In het rivieronderzoek is sinds de jaren tachtig sprake van een cross-disciplinaire niche op internationaal niveau. Sinds eind jaren tachtig bestaat in het beleid een synergie tussen natuurherstel en veiligheid tegen overstroming. In het kustonderzoek ontbreekt kennisintegratie op deze beide niveaus. Op internationaal niveau is het kustonderzoek sterker disciplinair verkaveld dan het rivieronderzoek. Op beleidsniveau is een synergie tussen natuurherstel en kustverdediging aan het ontstaan.

Ook de bundeling van specialistische onderzoeklijnen binnen programma's laat verschillen zien tussen rivier- en kustonderzoek. Het gaat om verschillen in fase-ning en scope. In het rivieronderzoek zijn drie specialistische modules samengebracht in een gekoppeld model, dat in het afgelopen decennium is uitgewerkt tot een nieuwe vorm van rivierbeheer. In het kustonderzoek zijn gekoppelde modellen in ontwikkeling en is er sprake van een diversere cross-disciplinaire uitwisseling.

Voor het feit dat beleidsrelevante bundeling van ecologische, aardwetenschappelijke en waterbouwkundige kennis in het kustonderzoek langer op zich heeft laten wachten en nog steeds een meer pionierend karakter heeft,



geven we twee verklaringen: het ontbreken van een cross-disciplinaire niche op internationaal niveau en het ontbreken van synergie tussen kustverdediging en natuurherstel in het beleid.

Uit de vergelijking van rivier- en kustonderzoek kunnen we voorwaarden voor kennisintegratie in programma's afleiden. Die voorwaarden liggen deels in het wetenschapssysteem: is er sprake van een cross-disciplinaire niche op internationaal niveau? Is er sprake van kennisintegratie in de toepassingscontext? Bij het ontbreken van één of beide voorwaarden zal het bundelen van kennis meer een kwestie van pionieren zijn. Ook speelt een rol of kan worden voortgebouwd op bestaande cross-disciplinaire onderzoeklijnen en inter-institutionele onderzoekssamenwerking. Een andere cruciale voorwaarde onder de huidige omstandigheden is taakverdeling. Een deel van de onderzoekers brengt specialistische onderzoeklijnen samen. Andere onderzoekers concentreren zich op hun specialistische bijdrage, met aandacht voor mogelijke raakvlakken met andere vakgebieden.

Onderzoeksprogramma's kunnen dus effectief zijn in het bundelen van kennis voor beleid. Op welke termijn kennisbundeling tot stand gebracht kan worden, wordt deels bepaald door omgevingsfactoren. Met name ontwikkelingen in de internationale wetenschap en in het beleid zijn van invloed. In de onderzoeksprogramma's zelf spelen samenwerking en taakverdeling een belangrijke rol. En ten slotte is het belangrijk dat onderzoekers verschillende onderzoeksprogramma's kunnen benutten voor het continueren van onderzoeklijnen. Dat heeft wel tot gevolg dat er onderlinge afstemming tussen onderzoeksprogramma's ontstaat. We pleiten er daarom voor de aandacht te richten op stelsels van onderzoeksprogramma's, in plaats van individuele onderzoeksprogramma's. Stelsels van onderzoeksprogramma's zouden moeten worden beoordeeld op hun functioneren als instituties.

We sluiten af met een pleidooi voor een reflectie op denkkaders die een rol spelen in discussies over effectiviteit van onderzoeksprogramma's. Verschillende denkkaders leiden tot uiteenlopende visies op hoe wetenschap werkt en wat mogelijke en wenselijke wisselwerkingen zijn tussen wetenschap en maatschappij. 'Wetenschap als kennisreservoir' is een verouderde visie die desondanks nog steeds doorwerkt. 'Wetenschap als regime' en 'wetenschap als kennis-evolutie' leiden tot een verschillende kijk op korte- en langetermijnontwikkelingen. 'Wetenschap als co-productie van kennis, materiële en sociale orde' is een onderbelicht perspectief. Het expliciet maken van deze en andere denkkaders en de ermee verbonden visies kan de discussie over de maatschappelijke rollen van wetenschap vooruithelpen.

Bijlage 1 Interviews en geraadpleegde literatuur

Rivieronderzoek:

Zie proefschrift A.J. van Hemert (2008) 'Making rivers modular. Emerging river science 1980-2005', Universiteit Twente, digitaal beschikbaar als: http://doc.utwente.nl/60225/1/thesis_Hemert._A._van.pdf

Kustonderzoek:

Interviews:

dr. M. J. Baptist, IMARES en Van Hall Larenstein

prof. dr. P.M.J. Herman, NIOO-CEME Universiteit Nijmegen en Waddenacademie-KNAW

prof. dr. P. Hoekstra, Universiteit Utrecht

prof. dr. S.J.M.H. Hulscher, Universiteit Twente

dr. M.M. van Katwijk, Universiteit Nijmegen

prof. dr. H. Olf, Universiteit Groningen

prof. dr. ir. M.J.F. Stive, Universiteit Delft

prof. dr. ir. H.J. de Vriend, Deltares en Universiteit Delft

drs. M.B. de Vries, Deltares, Universiteit Delft, Universiteit Twente

Geraadpleegde literatuur:

Arens, Bas & Jan Mulder (2008)

'Dynamisch kustbeheer goed voor veiligheid en natuur' in: *Land + Water* 9, pp. 33-35

Arens, Bas & Gerard Janssen (2009)

'Kustverdediging, suppleties en natuur' in: *Vakblad Bos & Natuur*, pp. 18-19

Bakker, J.P. et al. (1997) 'Options for restoration and management of coastal salt marshes in Europe' in:

K.M. Urbanska et al. (eds.) *Restoration Ecology and Sustainable Development* Cambridge: Cambridge University Press

Baptist, M.J., M.B. de Vries & Z.B.

Wang (1998) 'Ecomorphological Decision Support System for the Western Scheldt' in: Babovic, V. & L.C. Larsen (eds.) *Hydroinformatics '98 Conference Proceedings*.

Baptist, Martin J. et al. (2006) 'The distribution of macrozoobenthos in the Southern North Sea in relation to meso-scale bedforms' in:

Estuarine, Coastal and Shelf Science 68, 3-4, pp. 1-9

Borsje, B.W. et al. (2008) Modeling

large-scale cohesive sediment transport affected by small-scale biological activity' in: *Estuarine Coastal and Shelf Science* 78, 3, pp. 468-480

- Bos, A. et al. (2007) 'Ecosystem engineering by annual intertidal seagrass beds: sediment accretion and modification' in: *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74, pp.344-348
- Bouma Tj., S. Olenin, K. Reise (2009) 'Ecosystem engineering and biodiversity in coastal sediments: posing hypotheses' in: *Helgoland Marine Research* 63, pp. 95-106
- Cadée, G.C. (2001) 'Sediment Dynamics by Bioturbating Organisms' in: K. Reise (ed.) *Ecological comparisons of sedimentary shores* Berlin: Springer
- Clark, J. (1997) 'Coastal zone management for the new century' in: *Ocean & Coastal Management* 37, 2, pp. 191-216
- Coosen, J. et al. (1994) 'Effect of sedimentological and hydrodynamical changes in the intertidal areas of the Oosterschelde estuary (SW Netherlands) on distribution, density and biomass of five common macro-benthic species' in: *Hydrobiologia* 282/283: pp. 235-249
- Crosato, A. et al. (2002) *Quantification of Biogeorphological Variables for Dutch Tidal Systems* Research report Delft Hydraulics Z2837
- Dankers, N. (1996) 'Kartering habitats/ ecotopen zoute wateren en het belang voor beleid en beheer' in: *Beleids-presentatie BEON*, 25 oktober 1996. BEON rapport 98-8.
- Day, J. et al. (2008) 'Consequences of Climate Change on the Ecogeomorphology of Coastal Wetlands' in: *Estuaries and Coasts* 31, pp. 477-491
- Deckere de E. (2003) *Faunal influence on sediment stability in intertidal mudflats* PhD thesis, University of Groningen
- Deltacommissie (2008) *Samen werken met water. Een land dat leeft bouwt aan zijn toekomst* Advies Deltacommissie
- Disco, C. (2002) 'Remaking "nature"'. The Ecological Turn in Dutch Water Management' in: *Science, Technology & Human Values*, 27/2, pp. 206-235
- Dronkers, J. and I. de Vries (1999) 'Integrated coastal management: the challenge of transdisciplinarity' in: *Journal of Coastal Conservation* 5, pp. 97-102
- Heide van der, Tj. et al. (2007) 'Positive Feedbacks in Seagrass Ecosystems: Implications for Success in Conservation and Restoration' in: *Ecosystems* 10, pp. 1311-1322
- Heip, C. (ed.) (1995) *LOICZ research in the Netherlands. Outline of the National Science Plan*, Amsterdam, KNAW
- Heip, C. et al. (1998) *The Netherlands LOICZ Programma Implementation Plan* Amsterdam, KNAW

- Herman, P. et al. (2001) 'Benthic community structure and sediment processes on an intertidal flat: results from the ECOFLAT project' in: *Continental Shelf Research*, 21, pp. 2055-2071
- Hoekstra, P. (2004) 'Innovations in coastal research and instrumentation' *Conference paper VIII èmes Journées Nationales. Génie Côtier et Génie Civil*, Compiègne, France
- Holligan, P.M. & H. de Boois (1993) *Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ) Science Plan*. IGBP Report No. 25
- Janssen, G. en M. Rozemeijer (2009) 'Zandwinning en kustsuppleties: het samengaan van kustverdediging en natuurbescherming' in: *De Levende Natuur* 110, 6, pp. 280-283
- Kabat, P. et al. (2009) 'Dutch coasts in transition' in: *Nature Geoscience* 2, pp. 450-452
- Katwijk, M.M. van, T.J. Bouma, M.B. de Vries (2007) *Biobouwers van de kust en klimaatsverandering. Inventarisatie van bestaande kennis en toepassingsmogelijkheden*. Rapport
- Knaapen et al. (2003) 'On the modelling of biological effects on morphology in estuaries and seas' in: *Proceedings third IAHR conference*, 2003
- Koningsveld van, M. (2003) *Matching Specialist Knowledge with End User Needs. Bridging the Gap between Coastal Science and Coastal Management*, PhD thesis, University of Twente
- Koningsveld van, M. and J.P.M. Mulder (2004) 'Sustainable Coastal Policy Developments in the Netherlands. A Systematic Approach Revealed' in: *Journal of Coastal Research*, 20, 2, pp. 375-385
- Koppel van de, et al. (2005) 'Scale dependent feedback and regular spatial patterns in young mussel beds' in: *The American Naturalist* 165, 3, pp. E66-E77
- Ledden van, M. et al. (2004) 'Sand-mud morphodynamics in a short tidal basin' in: *Ocean Dynamics*, 54, pp. 385-391
- Leeuwen van, B. et al. (2010) 'Modeling the influence of a young mussel bed on fine sediment dynamics on an intertidal flat in the Wadden Sea' in: *Ecological Engineering*, 36/2, pp. 145-153
- Meysman, F. et al. (2006) 'Bioturbation: a fresh look at Darwin's last idea' in: *Trends in Ecology and Evolution* doi: 10.1016/j.tree.2006.08002
- Montserrat, F. et al. (2008) 'Benthic community-mediated sediment dynamics' in: *Marine Ecology Progress Series*, 372, pp. 43-59

- Murray, A.B. et al. (2008) 'Biomorphodynamics: Physical-biological feedbacks that shape landscapes' in: *Water Resources Research* 44, W11301, doi: 10.1029/2007WR006410
- Olf, H. (2009) *Biobouwers essentieel bij natuurherstel Waddenzee* http://www.rug.nl/Corporate/nieuws/opinie/2009/opinie09_11
- Oost, A. en E.J. Lammerts (red.) (2007) *Het tij geleerd. Achtergrondrapport.* http://www.hettijgeleerd.org/pdf/rapport_hettijgeleerd.pdf
- Paarlberg, A.J. et al. (2005) 'Biological influences on morphology' in: *Estuarine Coastal and Shelf Science* 64, 4, pp. 577-590
- Pernetta, J.C. and J.D. Milliman (1994) *LOICZ Implementation Plan IGBP Report No. 33*, Stockholm
- Piersma, Th. et al. (2009) *METAWAD: de Waddenzee als zwakke schakel in een internationaal meta-ecosysteem.* Leeuwarden, Verkenning Waddenacademie 2009
- Schwartz, M.L. (ed.) (2005) *Encyclopedia of Coastal Science* Dordrecht: Springer
- Tánczos, I.C. (ed.) (2003) *Saltmarsh cycles, an achievement report.* Delft Cluster Report 3.01.06. Delft Hydraulics
- Temmerman, S. et al. (2007) 'Vegetation causes channel erosion in a tidal landscape' in: *Geology*, 35, 7, pp. 631-634
- Thoolen, P. et al. (1997). *BEON Habitat Micro Macro: a research project to the relation between physical parameters and the distribution of macro-benthos on a tidal flat* BEON Rapport 98(14)
- Turnhout, E. et al. (2008) *Science in Wadden Sea policy: from accommodation to advocacy in: Environmental Science & Policy* 11, pp. 227-239
- Vermaat, J. and A. Gilbert (2004) *Habitat dynamics at the coast-catchment interface: a digest from ELOISE projects* http://www.eloisegroup.org/themes/habitats/pdf/habitat_dynamics.pdf
- Visser, E. (2004) 'Reflections on Transdisciplinarity, Integrated Coastal Development, and Governance' in: Leontine E. Visser (ed.) *Challenging Coasts. Transdisciplinary excursions into Integrated Coastal Zone Development* Amsterdam: Amsterdam University Press, pp. 23-48
- Waddenacademie (2009) *Kennis voor een duurzame toekomst van de Wadden*, Waddenacademie, Leeuwarden
- Wal van der, D. et al. (2008) 'Spatial patterns, rates and mechanisms of saltmarsh cycles (Westerschelde, Netherlands)' in: *Estuarine Coastal and Shelf Science* 76, pp. 357-368

Wang, Z.B. et al. (1995) *Verkenning naar de effecten van vaargeulverdieping in de Westerschelde op de morfologische en ecologische ontwikkelingen* Rapportage LWI/E&K fase 1B Werkpakket 6, eindrapport.

Weber, A. et al. (2004) 'Eco-morphodynamics of the North Sea seafloor and macrobenthos zonation' *Conference paper Marine Sandwave and River Dune Dynamics*, 1 & 2 April 2004, Enschede, the Netherlands

Weesenbeeck van, B.K. et al. (2007) 'Bio-mechanical warfare in ecology: negative interactions between species by habitat modification' in: *Oikos* 16, pp. 742-750

Ysebaert, T. et al. (1998) 'Zonation of intertidal macrobenthos in the estuaries of Schelde and Ems' in: *Aquatic Ecology*, 32/1, pp. 53-71

Dankwoord

Voor hun medewerking aan interviews en het mogelijk maken van de fotografie bedanken wij de medewerkers van de diverse onderzoeksinstituten, universiteiten, de Waterdienst, Rijkswaterstaat-DON, ATKB en B-ware. Voor het nauwgezet becommentariëren van concept-versies van de hoofdstukken over rivieronderzoek en kustonderzoek willen we dr Martin Baptist, drs Mindert de Vries en dr Bregje van Weesenbeeck bedanken. Ook van de commentaren van dr Femke Merkx, dr Laurens Hessels en het juniorenoverleg van de afdeling Science System Assessment hebben we dankbaar gebruik gemaakt. De verantwoordelijkheid voor de inhoud van het rapport berust bij de auteur.

Afkortingen

Alterra	Kennisinstituut Groene Ruimte
BEON	Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek Noordzee – Waddenzee
BOA	Biologie, Oceanografie en Aardwetenschappen
Bsik	Besluit subsidies investeringen kennisinfrastructuur
BwN	Building with Nature
Deltares	Onderzoeks- en consultancyinstituut op het gebied van technologie voor delta's, kusten en rivieren (fusie van WL / Delft Hydraulics, met delen van TNO, GeoDelft en Rijkswaterstaat)
DLO	Dienst Landbouwkundig Onderzoek
DLO-IBN	Dienst Landbouwkundig Onderzoek – Instituut voor Bos en Natuur
ECOWASP	Hydrologisch model slib en nutriënten Waddenzee
EESD	Energy, Environment and Sustainable Development Programme
EFRO	Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling
EHR	Onderzoeksprogramma Ecologisch Herstel Rijn
ELOISE	European Land-Ocean Interaction Studies
ESTMORF	Sedimenttransportmodel voor estuaria
EU	Europese Unie
FES	Fonds Economische Structuurversterking
FP	Framework Programme
GKSS-ICR	Onderzoekscentrum Kustonderzoek Geesthacht Duitsland
HEP	Habitat Evaluatie Procedure
ICES-KIS	Interdepartementale Commissie Economische Structuurversterking – Kennisinfrastructuur
ICZM	Integrated Coastal Zone Management
IGBP	International Geosphere-Biosphere Programme
IMPLIC	Waterbewegingsmodel Westerschelde
INTRMUD	Morphodynamical development of intertidal mudflats
IOP	Innovatiegeoriënteerde Onderzoeksprogramma's
IRMA	Interreg Rhine Meuse Activities
ISRS	International Society for River Science
KNAW	Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen
LEDESS	Landscape Ecological Decision Support System
LNV	ministerie voor Landbouw, Natuur en Visserij (later Voedselkwaliteit)
LOICZ	Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone
LWI	Land Water Impulsprogramma / Land Water Informatietechnologie
MARBEF	Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning
MAST	Marine Science and Technology
NCK	Nederlands Centrum voor Kustonderzoek
NCR	Nederlands Centrum voor Rivieronderzoek

NIOO-CEME	Nederlands Instituut voor Ecologisch Onderzoek – Centrum voor Mariene en Estuariene Ecologie
NIOZ	Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
NSP	National Science Plan
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
RES	Rivier Ecotopen Stelsel
RGD	Rijks Geologische Dienst
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIVEG	Model voor riviervegetatie
RIVM	Rijksinstituut voor Milieuhygiëne
RIVO	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek
RIZA	Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (in 2008 opgegaan in Rijkswaterstaat Waterdienst)
RMNO	Raad voor Milieu- en Natuuronderzoek
RUG	Rijksuniversiteit Groningen
RUN	Radboud Universiteit Nijmegen
RvR	Ruimte voor de Rivier
RWS-DON	Rijkswaterstaat - Directie Oost-Nederland
SOBEK	Model voor waterbeweging en sedimenttransport
TNO-INRO	TNO – Infrastructuur en Ruimtelijke Ontwikkeling
TNO-NITG	TNO – Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen
TUD	Technische Universiteit Delft
UNESCO-IHE	UNESCO – Institute for Water Education
UT	Universiteit Twente
UU	Universiteit Utrecht
UU-IMAU	Universiteit Utrecht – Instituut voor Marien en Atmosferisch Onderzoek
UvA	Universiteit van Amsterdam
VROM	ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu
VSNU	Vereniging van Universiteiten
V&W	ministerie van Verkeer en Waterstaat
WAQUA	waterbewegingsmodel
WASP	Wadden Sea Project
WINN	Water Innovatie Rijkswaterstaat
WL	WL / Delft Hydraulics

Wie was Rathenau?

Het Rathenau Instituut is genoemd naar professor dr. G.W. Rathenau (1911-1989). Rathenau was achtereenvolgens hoogleraar experimentele natuurkunde in Amsterdam, directeur van het natuurkundig laboratorium van Philips in Eindhoven en lid van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. Hij kreeg landelijke bekendheid als voorzitter van de commissie die in 1978 de maatschappelijke gevolgen van de opkomst van micro-elektronica moest onderzoeken. Een van de aanbevelingen in het rapport was de wens te komen tot een systematische bestudering van de maatschappelijke betekenis van technologie. De activiteiten van Rathenau hebben ertoe bijgedragen dat in 1986 de Nederlandse Organisatie voor Technologisch Aspectenonderzoek (NOTA) werd opgericht. NOTA is op 2 juni 1994 omgedoopt in Rathenau Instituut.

Grote onderzoeksprogramma's willen kennis bundelen uit verschillende vakgebieden. Er was nog weinig bekend over hoe goed dat lukt en er was er weinig inzicht in hoe goed de resultaten van de programma's in de praktijk van pas komen. Om daar helderheid over te krijgen, zijn twee verwante kennisdomeinen vergeleken: rivieronderzoek en kustonderzoek. Op beide terreinen bundelen grote onderzoeksprogramma's ecologisch, aardwetenschappelijk en waterbouwkundig onderzoek. Het blijkt dat de bundeling van inhoudelijke eisen stelt aan het opstellen en uitvoeren van het hele programma, en eisen aan de samenwerking binnen afzonderlijke projecten. Met de gegevens uit dit rapport kunnen onderzoeksprogramma's zo worden ingericht dat er meer synergie mogelijk wordt. Synergie tussen verschillende wetenschappelijke disciplines, en synergie tussen wetenschap en praktijk, waardoor onderzoeksresultaten vaker toegepast kunnen worden.

De afdeling Science System Assessment van het Rathenau Instituut onderzoekt de organisatie en dynamiek van het wetenschapssysteem, de ontwikkeling van onderzoeksgebieden en de manier waarop deze reageren op wetenschappelijke en maatschappelijke ontwikkelingen. Het Rathenau Instituut wil bijdragen aan vergroting van de kennis over het wetenschapssysteem en informeert beleidsmakers, zodat de keuzeruimte voor beleid wordt vergroot.

ISBN 978-90-77364-36-9



9 789077 364369 >