

Sterkte/zwakte-analyse W&T-gebieden



Deze (achtergrond)studie werd uitgevoerd in opdracht van de Nationale Raad
voor Landbouwkundig Onderzoek door:

Ir. J.N. Benedictus

Drs. N. Chehab

Drs. C.M. Enzing (inhoudelijke supervisie)

Drs. I. Limpens

Dr. R. Weterings (projectleider)

TNO Strategie, Technologie en Beleid (TNO-STB, Delft)

Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek

Postbus 20401

2500 EK Den Haag

tel.: 070 3785653

Internet: <http://www.agro.nl/nrlo/>

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

NRLO-rapport nr. 98/42, Den Haag, april 1999.

Ten Geleide

In het werkprogramma van de NRLO vormt de verkenning van de wetenschappelijke en technologische dynamiek één van de drie hoofdlijnen. Deze verkenning omvat drie fasen:

1. In de eerste fase is via achtergrondstudies en essays getracht een beeld te krijgen van de belangrijkste ontwikkelingen in wetenschap en technologie, en van de mogelijke gevolgen van die ontwikkelingen. Op basis daarvan zijn tien gebieden¹ geselecteerd waarin ontwikkelingen plaatsvinden met potentieel grote consequenties voor agrosector, groene ruimte en vissector.
2. In de tweede fase is voor ieder van de geselecteerde gebieden een sterkte/zwakte-analyse uitgevoerd en besproken met de betrokkenen.

In de derde fase zijn acties ter versterking van de onderhavige gebieden gegenereerd en met stakeholders besproken.

Het onderhavige rapport is een intern werkdocument, waarin de methode en resultaten van de sterkte/zwakte-analyses (fase 2) - uitgevoerd door TNO-STB - in samenhang worden gepresenteerd en besproken. De meer gedetailleerde sterkte/zwakte-analyses per W&T-gebied zijn in afzonderlijke werkdocumenten gepubliceerd (NRLO-rapporten 98/31 tot en met 98/40).

Dit rapport biedt inzicht in de ervaringen van TNO-STB met een door henzelf ontwikkelde methodiek voor sterkte/zwakte-analyse, die wordt beschreven in NRLO-rapport 97/23. Zoals ook de auteurs concluderen leidt de sterkte/zwakte analyse niet tot finale conclusies, maar legt een basis voor de interactie met stakeholders. De resultaten van dit interactieve proces worden weergegeven in de NRLO-adviesrapporten per W&T-gebied (NRLO-rapporten 99/2 tot en met 99/11) en het NRLO-eindrapport voor de gehele W&T-verkenning (NRLO-rapport 99/1).

De in dit rapport gedocumenteerde ervaringen geven vertrouwen in de gehanteerde methode van sterkte/zwakte-analyse en bieden nuttige aanknopingspunten voor een verdere verbetering.

*Dr.Ir. A.P. Verkaik,
Directeur Bureau NRLO.*

¹ Die gebieden zijn: sensor- en microsysteemtechnologie, nanotechnologie, intelligente dataverwerking en procesbesturing, moleculaire plantenbiologie, moleculaire en reproductiebiologie bij dieren, beleids-wetenschappen en ICT in de groene ruimte, productie-ecologie, veterinaire epidemiologie, verpakings- en bewaar technologie en aquacultuur.

Inhoud

Ten Geleide	i
Samenvatting	1
1. Inleiding	11
2. Beschrijving van de methodiek	15
2.1. Inleiding	15
2.2. Beschrijving van het W&T-gebied: afbakening, trends en belangrijkste actoren	16
2.3. Middelenpositie	17
2.4. Systeemkenmerken	19
2.5. Performance	20
2.5.1. Wetenschappelijke kwaliteit	21
2.5.2. Economische/Maatschappelijke bruikbaarheid	21
3. Resultaten sterkte/zwakte-analyses	23
3.1. Kritische massa	23
3.2. Samenwerking en netwerkvorming	26
3.3. Netwerken en bruikbaarheid	27
3.4. Integratie binnen het innovatiesysteem	28
4. Evaluatie van de sterkte/zwakte-analysemethodiek	33
4.1. Afbakening: regelmatige feedback	33
4.2. Middelenpositie	34
4.3. Systeemkenmerken	36
4.4. Performance	36
4.5. Beperkte aandacht voor internationale vergelijking	38

Samenvatting

Het is niet vanzelfsprekend dat nieuwe ontwikkelingen in wetenschap en technologie ook daadwerkelijk bijdragen aan de kwaliteit en het innovatievermogen van economische sectoren. Of deze nieuwe kansen worden benut, hangt in hoge mate af van de kwaliteit van de kennisinfrastructuur. Om zicht te krijgen op de kwaliteit van de Nederlandse kennisinfrastructuur heeft het TNO-Instituut voor Strategie, Technologie en Beleid (TNO-STB) in opdracht van de NRLO, nadat ze eerst in een voorstudie de methode daarvan had ontwikkeld, de kwaliteit van enkele belangrijke wetenschaps- en technologiegebieden onderzocht.

Deze gebieden zijn door de NRLO geselecteerd omdat ze veelbelovend en/of van groot belang zijn voor de toekomstige ontwikkelingen in de agrosector, de vissector en het landelijk gebied. Het zijn: Aquacultuur, Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte, Verpakkings- en Bewaaronderzoek, Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren, Moleculaire Plantenbiologie, Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing, Nanotechnologie, Productie-ecologie, Sensor- en Microsysteemtechnologie en Veterinaire Epidemiologie.

Voor deze W&T-gebieden is de sterkte/zwakte-analyse uitgevoerd waarbij de relatieve sterkten en zwakten van het Nederlandse kennisstelsel op een systematische manier in kaart zijn gebracht. Omdat het W&T-terrein Nanotechnologie nog erg jong is, werd besloten voor dit terrein een quick scan van de belangrijkste thema's en ontwikkelingen uit te voeren.

De resultaten van de negen sterkte/zwakte-analyses en de quick scan dienden een solide basis te leggen voor een proces van interactie en communicatie met de verschillende stakeholders die direct (en indirect) bij de ontwikkeling en toepassing van het W&T-gebied zijn betrokken. Als vervolg op achtergrondstudies en de essays die de NRLO al in eerdere stadia had laten uitvoeren, wilde de NRLO met name aan de hand van de sterkte/zwakte-analyses en de quick scan in workshops, met 'het veld' in dialoog treden over te ondernemen acties ter versterking van elk W&T-gebied.

In dit rapport wordt het aandeel van TNO-STB aan het NRLO-verkenningen programma gepresenteerd. Het behandelt allereerst de sterkte/zwakte-methodiek. Vervolgens zijn de resultaten van de negen sterkte/zwakte-analyses en de quick scan samengevat en tenslotte bevat het de resultaten van de evaluatie van de gebruikte methodiek. In de bijlagen zijn de resultaten van de negen sterkte/zwakte-analyses en de quick scan opgenomen.

Methodiek: Sterkte/zwakte-analyse

De ontwikkeling van de methodiek was erop gericht om factoren te identificeren aan de hand waarvan de relatieve sterkten en zwakten van de kennisinfrastructuur voor een bepaald W&T-gebied zouden kunnen worden bepaald. De methodiek zou generiek moeten zijn, in die zin dat deze toepasbaar is voor in principe alle W&T-gebieden. De ontwikkelde methodiek bevat drie hoofdfactoren die ieder in verschillende indicatoren zijn onderverdeeld. Daarbij hoort een set van bronnen die de benodigde data en informatie verschaffen. De drie hoofdfactoren zijn: middelenpositie, systeemkenmerken en *performance*. Bij *performance* is een onderscheid gemaakt in wetenschappelijke en economisch/maatschappelijke *performance*.

De eerste stap in een sterkte/zwakte-analyse is het in kaart brengen van het W&T-terrein. Dit vormt een noodzakelijke voorwaarde voor de analyse. Deze kartering betreft een inhoudelijke beschrijving van het betreffende W&T-terrein, waarin ook is aangegeven waar grenzen zijn getrokken tussen aanpalende terreinen of van welke grote terreinen het betreffende W&T-terrein deel uitmaakt (afbakening). Tevens zijn de verwachte belangrijke toekomstige ontwikkelingen (trends) opgenomen. Tenslotte bevat het de inventarisatie van de publieke en private actoren: de relevante onderdelen van de Nederlandse publieke onderzoeksinfrastructuur (universiteiten, academische ziekenhuizen en onderzoeks-instituten) en de bedrijven in de private sector die op het W&T-terrein onderzoek verrichten.

Vervolgens wordt de sterkte/zwakte van het W&T-terrein op ieder van de drie factoren beoordeeld. De factor 'Middelenpositie' is in een aantal indicatoren geoperationaliseerd: (ontwikkeling in) capaciteit en capaciteitsverdeling en (ontwikkeling in) financierings-bronnen. Deze zijn voor een deel rechtstreeks aan elkaar gerelateerd. Uit de voorstudie kwam echter naar voren dat informatie over de omvang van deze geldstromen niet gemakkelijk is te verkrijgen: bepaalde data ontbreken of zijn niet toegankelijk. De meest haalbare optie is dat op basis van informatie van betrokkenen die in het betreffende W&T-terrein werkzaam zijn, een overzicht wordt gemaakt van het aantal onderzoekers op het terrein (in fte's) en de verdeling over het aantal groepen in Nederland. Op grond daarvan kunnen vervolgens uitspraken worden gedaan over de sterkte/zwakte van dit aspect van het betreffende W&T-terrein waarbij de centrale vraag natuurlijk is of het terrein voldoende kritische massa heeft.

De dynamiek van een W&T-gebied komt in hoge mate tot stand doordat diverse 'Systeem-kenmerken' op elkaar inspelen en resulteren in versterking of verzwakking van bestaande sterke en zwakke kanten van de kennisinfrastructuur. De drie belangrijkste onderdelen van de factor 'Systeemkenmerken' zijn: inbedding in netwerken, aansturingsmechanismen en

financiële structuren. Als indicatoren hiervoor zijn vastgesteld: sterkte van netwerken, aantal netwerken, invloed van netwerken, positie in netwerken; aanwezigheid van publieke/ private actoren in bepaalde posities in netwerken en de bijdrage van verschillende typen actoren aan onderzoeksfinanciering en daarmee samenhangend hun rol/positie in netwerken.

Analyse van de systeemkenmerken verschaft, doordat een zeer specifieke invulling per gebied plaatsvindt, inzicht in voor het betreffende gebied specifieke omstandigheden betreffende samenwerking, dynamiek en ontwikkeling van het gebied. Analyse van de systeemkenmerken laat tegelijkertijd zien in welke levensfase een W&T-gebied zich bevindt, hoe interacties plaatsvinden, etc.

De *performance* van de kennisinfrastructuur in een W&T-gebied wordt vastgesteld aan de hand van twee criteria: wetenschappelijke kwaliteit en economische / maatschappelijke bruikbaarheid. De belangrijkste indicatoren van wetenschappelijke kwaliteit zijn gebaseerd op *peer reviews*: de beoordeling door een groep van onafhankelijke, maar directe collega's. Probleem dat al in de voorstudie werd gesignaleerd is dat het aggregatieniveau van de door de NRLO geselecteerde W&T-terreinen vaak lager is dan die waarop de *peer reviews* betrekking hebben. Dit probleem is in mindere mate aan de orde bij de toekenning van projectfinanciering door bepaalde fondsen (NWO- en STW-programma's). De toewijzing van fondsen kan als een kwaliteitskenmerk worden beschouwd; ook hier speelt *peer review* immers een belangrijke rol. Ook wordt gebruik gemaakt van het oordeel van enkele buitenlandse experts die goed op de hoogte zijn van het Nederlandse onderzoek op het betreffende terrein.

De analyse van de economische en/of maatschappelijke bruikbaarheid van de resultaten van het onderzoek is minder eenvoudig. Het is in de eerste plaats niet altijd mogelijk om te achterhalen wie alle financiers en gebruikers (zullen) zijn en in de tweede plaats ontbreken sets met criteria waaraan, voor ieder terrein apart, de gevonden data getoetst zouden moeten worden. 'Economische/Maatschappelijke bruikbaarheid' is in feite een multi-dimensionaal begrip en ook de criteria voor bruikbaarheid kunnen per doelgroep verschillen. Een - globale - beoordeling van dit aspect kan vooral worden gegeven op basis van een combinatie van inzichten uit de 'Middelenpositie', 'Systeemkenmerken' en aanvullende informatie op basis van interviews met experts en publicaties die specifiek op dit onderwerp ingaan.

Resultaten sterkte/zwakte-analyses van 10 W&T-gebieden

Kritische massa

De omvang van een W&T-gebied (in fte's) alléén is een onvoldoende basis om te beoordelen of voldoende kritische massa aanwezig is. Ieder W&T-gebied heeft specifieke kenmerken waardoor de W&T-gebieden onderling qua inhoud en qua structuur sterk van elkaar kunnen verschillen. Dit betekent dat ook kwalitatieve aspecten in de afweging mee moeten worden genomen. Zo kenmerkt de onderzoeksgemeenschap van het W&T-gebied 'Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte' zich door een grote inhoudelijke variatie en een lage 'dichtheid', waardoor een omvang van meer dan 200 fte, minder 'massa' vertegenwoordigt dan een meer samenhangende gemeenschap met een vergelijkbare omvang zoals in het W&T-gebied 'Productie-ecologie'. Inzicht in de vraag naar onderzoek is ook van belang bij de beoordeling van de (sub)kritische massa van een W&T-gebied. Het W&T-gebied 'Aquacultuur' met een omvang van minder dan 50 fte kan dan ook nauwelijks sub-kritisch genoemd worden, gegeven de beperkte omvang van deze economische sector. De onderzoeksgemeenschap binnen het W&T-gebied 'Veterinaire Epidemiologie' daarentegen, bedient met minder dan 50 fte de hele Nederlandse veehouderij, een grote sector, die bovendien van strategische betekenis is voor de Nederlandse economie. Ook het internationale perspectief is soms van belang; vergeleken met het buitenland, is de omvang van de 'Moleculaire Biologie-gebieden' in ons land relatief klein. In landen als het Verenigd Koninkrijk en Duitsland is de onderzoekscapaciteit in een beperkt aantal grote instituten geconcentreerd en twee tot drie maal zo groot dan de totale onderzoekscapaciteit op het betreffende W&T-gebied in ons land. De vraag wordt dan ook gesteld of het voor de internationale positie van de Nederlandse onderzoeksgemeenschap in deze gebieden niet wenselijk is om de concentratie van onderzoek in die W&T-gebieden te bevorderen.

Systeemkenmerken

Opvallend is dat, uitgezonderd het kleine sensornetwerk, geen van de netwerken van de andere W&T-gebieden sterk zijn te noemen. Voor zover er hechte netwerken bestaan, gaat het veelal om hechte informele netwerken tussen onderzoekers onderling, of tussen onderzoekers en gebruikersgroepen. Een tweede conclusie is dat het merendeel van de netwerken disciplinaire en interdisciplinaire netwerken van onderzoekers zijn, die zich richten op toepassingen binnen een sector. Intersectorale netwerken, netwerken tussen publiek en private onderzoekers en netwerken tussen onderzoekers en gebruikers komen in mindere mate voor.

In alle workshops is veel aandacht besteed aan het beantwoorden van de vraag welke activiteiten ondernomen moeten worden om juist deze laatste vormen van samenwerking en netwerkvorming binnen W&T-gebieden te versterken.

Performance en netwerken

Er lijkt een directe relatie te bestaan tussen de economische/maatschappelijke bruikbaarheid van het onderzoek en de mate van netwerkvorming tussen onderzoekers en gebruikers van onderzoek (zie tabel 1). De economische/maatschappelijke bruikbaarheid van het onderzoek wordt voor drie W&T-gebieden - gebieden met een sterk toepassingsgericht karakter - als goed beoordeeld. Dit zijn: 'Beleidsprocessen in het landelijk gebied en ICT', 'Verpakkings- en Bewaaronderzoek' en 'Veterinaire Epidemiologie'. Deze W&T-gebieden worden ook gekenmerkt door directe netwerkrelaties tussen onderzoekers en gebruikers. Waar de bruikbaarheid daarentegen als minder sterk of zelfs als zwak is beoordeeld, is ook steeds sprake van een gebrekkige aansluiting tussen onderzoekers en gebruikers, of een markt die beperkt van omvang of nog relatief onduidelijk is. In deze W&T-gebieden is niet of nauwelijks sprake van samenwerking en netwerkvorming tussen onderzoekers en gebruikers (bijvoorbeeld 'Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing'). Uit het oogpunt van beleid is het zinvol om goed inzicht te hebben in de aanwezigheid, reikwijdte en intensiteit van netwerken binnen strategische W&T-gebieden. Daarbij gaat het zowel om samenwerking tussen onderzoeksgroepen als om samenwerking tussen onderzoeksgroepen en gebruikersgroepen.

Interactie tussen scheppingsdomeinen van W&T-gebieden

Uitgaande van het door de NRLO ontwikkelde LAT-systeemmodel van innovaties is voor de 10 W&T-gebieden aangegeven in welk van de drie scheppingsdomeinen op dit moment het zwaartepunt van de ontwikkeling ligt. In het W&T-gebied Nanotechnologie ligt het zwaartepunt in het domein kennisgeneratie; er is momenteel voornamelijk sprake van fundamentele kennisontwikkeling. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het prille ontwikkelingsstadium van dit gebied. In het W&T-gebied 'Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing' (zwaartepunt in het domein technologie-ontwikkeling) is momenteel vooral sprake van technologie-ontwikkeling. Deze wordt nauwelijks gevoed vanuit het kennisgeneratie-domein. In het sterk door gebruikers gedreven W&T-gebied 'Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte' (domein innovatie) ligt de nadruk op innovatie door toepassing van nieuwe kennis.

In geen van de tien W&T-gebieden voltrekken zich ontwikkelingen op het raakvlak van drie domeinen tegelijkertijd. Wel hebben ontwikkelingen in zes W&T-gebieden hun zwaartepunt op het raakvlak van twee domeinen. Voor een aantal van deze zes W&T-gebieden lijkt versterking van het W&T-gebieden in eerste instantie gezocht te moeten worden door het leggen van verbindingen met het resterende domein. Bij 'Aquacultuur' is de noodzaak geconstateerd van versterking van het toepassingsgerichte onderzoek en van een verdere intensivering van de samenwerking tussen onderzoekers en gebruikers. Voor 'Verpakkings- en Bewaaronderzoek' lijkt een versterking van de relatie met fundamentele kennisgeneratie

juist van groot belang voor vernieuwing, wellicht door intensivering van de samenwerking met fundamentele onderzoeksgroepen. Voor 'Sensor- en Microsysteemtechnologie' lijkt te gelden dat verdere doorbraken in Nederland alleen dan gerealiseerd kunnen worden als actoren uit de drie domeinen gezamenlijk opereren.

Tabel 1: Samenvatting resultaten sterkte/zwakte-analyses (WK=wetenschappelijke kwaliteit; E/MB=economische en maatschappelijke bruikbaarheid)

W&T-gebied	1. Middelenpositie		2. Systeemkenmerken		3. Performance		
	# fte's	Kenmerken onderzoeksgemeenschap	Sterkten	Zwakten	WK	E/MB	Opmerkingen
Aquacultuur	< 50	Financiële en personele capaciteit is klein	In kleine sector zijn twee netwerken actief	Bestaande netwerken zijn breed, maar niet hecht	+	+ / -	Degelijk fundamenteel profiel. Beperkte doorstroom nieuwe kennis naar bedrijven
Beleidsproces-sen en ICT	> 200	Groot en divers aantal onderzoeksgroepen	LWI-programma verbindt belang-rijkste disciplines en groepen	Versplintering: geen structurele netwerken van betekenis	+ / -	+	Vraagkant van beleid domineert in aansturing.
Bewaar- en Verpakkings-onderzoek	50 – 100	Beperkt aantal groepen, vooral toepassingsgericht onderzoek	In kader van contractonderzoek veel informele netwerken	Geen formele netwerken. Vooral informele netwerken	+ / -	+	Merendeel onderzoek direct in samenwerking met of in opdracht van gebruikers
Moleculaire en Reproductie-biologie bij Dieren	> 200	Fundamenteel onderzoek sterk geconcentreerd. Groot aantal groepen.	Duidelijke onderzoekscentra	Weinig interactie tussen lokale onderzoeknetwerken. Geen structurele programmering.	+ / -	+ / -	Goede positie, uitgezonderd klonering + kerntransplantatie Oriëntatie op bruikbaarheid
Moleculaire Plantenbiologie	> 250	Groot aantal onderzoeksgroepen	Verschillende formele en informele netwerken binnen onderzoek en met bedrijfsleven	Vele kleine onderzoeksgroepen dreigen aansluiting bij concentrerend en internationaliserend bedrijfsleven te verliezen	+	+ / -	Goede kwaliteit en aansluiting met Nederlandse industrie. Bedrijven internationaliseren, nationale markt wordt kleiner
Nanotechnologie	N.v.t.	Beperkt aantal groepen, vooral fundamenteel onderzoek	Naast bestaande onderzoeksschool recent een tweede netwerk opgericht		N.v.t.	N.v.t.	Jong terrein van onderzoek
Intelligente Data-verwerking en Procesbesturing	< 50	Beperkte capaciteit in toepassing op agrofood	Aantal netwerken voor fundamenteel onderzoek aanwezig	Nauwelijks netwerken rond intelligente besturing van agro-processen	+ / -	-	Hoge kwaliteit buiten agro, weinig aansluiting met agro-onderzoek en primaire bedrijfsleven
Productie-ecologie	> 200	Grote omvang, vooral concentratie op basisdisciplines	Hechte samenhang binnen onderzoeksschool PE	Geen structurele externe relaties onderzoeksschool PE met andere groepen	+	+ / -	Internationale erkenning van modelmatige werk. Aansluiting bij nationale marktpartijen beperkt
Sensor- en Microsysteem technologie	300 – 350	Beperkt aantal groepen met relatief grote omvang. Focus op universitair onderzoek.	Sterk, maar klein sensornetwerk	Beperkte, maar sterke koppeling tussen fundamenteel onderzoek en toepassingen	+	- / +	Internationaal toonaangevend. Toepassing in Nederlandse agrosector beperkt
Veterinaire Epidemiologie	< 50	Financiële en personele capaciteit is klein	Sterke informele onderzoekersnetwerken. Goede relatie met gebruikers	Gebrek aan formele structurele samenwerkings-verbanden	+	+	Kwalitatief goed onderzoek. Goede aansluiting tussen onderzoekers en gebruikers

Evaluatie van de sterkte/zwakte-analyse methodiek

Het afbakeningsvraagstuk

De vraag: welke activiteiten worden wel en welke niet in de beschrijving van het W&T-terrein meegenomen, kwam op een aantal momenten tijdens de uitvoering van de sterkte/zwakte-analyse aan de orde. De eerste beschrijvende en afbakenende stap die in de definitiefase van het project was gezet, bleek voor wat betreft de afbakening niet genoeg te zijn. Het was noodzakelijk om gedurende het hele traject zowel naar aanleiding van gesprekken met informant(en) uit het veld als door nieuwe input uit andere informatiebronnen regelmatig, zowel met de verschillende verantwoordelijke NRLO-medewerkers als met verschillende externe deskundigen overleg te plegen over de afbakening van het W&T-terrein. Een complicerende factor hierbij was dat bepaalde gebieden nog vrij nieuw zijn en vaak ook een multidisciplinair karakter hebben. Hierdoor was het vaak nog vroeg om precies aan te geven welke groepen wel of niet tot het gebied behoren. Uiteindelijk lukte het goed om tot een bevredigende afbakening en beschrijving van het terrein te komen.

Capaciteitscijfers moeilijk 'hard' te maken

Mede vanwege deze afbakeningsproblematiek was het opstellen van een volledig en betrouwbaar beeld van het aantal onderzoekers in een W&T-gebied niet tot in detail mogelijk. Hoewel de cijfers zijn gechecked, moeten ze met de nodige voorzichtigheid worden gebruikt. Er moet daarnaast worden aangetekend dat de resultaten van de sterkte/zwakte-analyse niet *an sich* moeten worden beschouwd, maar vooral als input in een proces waarbij de betrokkenen nagaan op welke onderdelen activiteiten noodzakelijk zijn om de mogelijkheden van het nieuwe W&T-terrein ten volle te benutten.

'Systeemkenmerken' is goed bruikbare indicator

Een van de verrassende uitkomsten van de evaluatie is dat 'Systeemkenmerken' een zeer nuttig instrument bleek om de kwaliteit van een W&T-terrein te beoordelen. Het geeft aan hoe actief en professioneel het veld is. De professionaliteit kwam vooral naar voren in de mate waarin onderzoekers strategisch opereren inzake netwerkvorming en markt-bewerking. Het uitvoeren van de sterkte/zwakte-analyse op dit onderdeel is tegelijkertijd ook een aspect dat erg arbeidsintensief is; het hele overzicht is alleen te krijgen door meerdere personen te spreken, jaarverslagen en websites te raadplegen en deze kennis te combineren.

Wetenschappelijke kwaliteit

Zoals al was voorzien, moest er, omdat erg weinig *peer reviews* beschikbaar waren, uiterst behoedzaam conclusies worden geformuleerd. Op basis van een kwaliteitsbeoordeling van een of enkele onderdelen van het W&T-terrein, gecombineerd met de uitspraken van

buitenlandse onderzoekers over de kwaliteit van het Nederlandse onderzoek, zijn beoordelingen gegeven van de wetenschappelijke kwaliteit van - onderdelen van - de Nederlandse publieke kennisinfrastructuur.

Economische/Maatschappelijke bruikbaarheid

De beoordeling van de economische/maatschappelijke bruikbaarheid betrof vooral de mate van marktgerichtheid van het onderzoek (overheid, bedrijfsleven, NGO's, nationaal, internationaal). Dit gebeurde grotendeels op basis van informatie over contractonderzoek die door de betreffende onderzoekers zelf was verschaft. Bij het ontwikkelen van de methodiek waren met name op dit onderdeel beperkingen geconstateerd. De economische en maatschappelijke bruikbaarheid verschilt per gebied en kan vooral op basis van gesprekken met "de gebruikers" worden beoordeeld. Op deze wijze zou een goed beeld van de "opportunities" en "threats" van het gebied kunnen worden geschetst. Inzicht in *Opportunities* is inzicht in mogelijke toepassingen, dus mogelijke markten voor het onderzoek. Inzicht in *Threats* geeft inzicht in allerlei typen bedreigingen die toepassingen in de weg staan of die juist een uitdaging vormen om aangegaan te kunnen worden. In feite hebben beide aspecten "opportunities" en "threats" bij de keuze van de NRLO voor de tien gebieden weliswaar niet altijd even expliciet een rol gespeeld. Daar waar de sterkte/zwakte-analyse op dit punt niet voldoende was, is tijdens de door de aanwezigen (onderzoekers en gebruikers van onderzoek) aanvullende informatie over de vraagkant van het onderzoek verschaft, waardoor uiteindelijk op basis van het geheel - sterkte/zwakte-analyse en workshop - enkele uitspraken over economisch/maatschappelijke bruikbaarheid zijn gedaan.

Aanvankelijk lag het in de bedoeling om van ieder W&T-gebied een internationaal deel toe te voegen. Dit internationale deel zou in de eerste plaats inzicht moeten bieden in de belangrijkste spelers in de internationale kennisinfrastructuur, de positie van de Nederlandse groepen in dit internationale veld en de deelname van Nederlandse onderzoeksgroepen aan internationale netwerken (incl. EU-projecten).

Om een aantal redenen is de uitwerking van het internationale deel beperkter in opzet gebleven dan gepland, met name vanwege budgettaire redenen: het internationale deel zou een relatief zware last leggen op het budget. Er is voor ieder W&T-terrein een keuze gemaakt van specifieke internationale aspecten die in de sterkte/zwakte-analyses naar voren zouden moeten komen. Hiervoor zijn per gebied enkele buitenlandse experts benaderd met de vraag een oordeel te geven over de sterkte van de Nederlandse onderzoeksgroepen en de positie van Nederland in het internationale veld.

1. Inleiding

In de periode van 1995 tot eind 1998 heeft de Nationale Raad voor het Landbouwkundig Onderzoek (verder: NRLO) een grootschalig Verkenningenprogramma uitgevoerd. Doel van het programma is zicht te krijgen in belangrijke nieuwe kansen die ontwikkelingen in wetenschap en technologie opleveren voor de Nederlandse agrosector, de vissector en voor de ontwikkeling van het landelijk gebied.

In de eerste fase van het Verkenningenprogramma heeft de NRLO onder meer achtergrondstudies uit laten voeren. Tevens is een aantal vooraanstaande experts gevraagd in essays een beeld te schetsen van de toekomst van een aantal wetenschappelijke en technologische onderzoeksterreinen die van belang zijn voor de ontwikkeling van de genoemde sectoren.

Het is niet vanzelfsprekend dat nieuwe ontwikkelingen in wetenschap en technologie ook daadwerkelijk bijdragen aan de kwaliteit en het innovatievermogen van sectoren. Of deze nieuwe kansen worden benut, hangt in hoge mate af van de kwaliteit van de kennisinfrastructuur op relevante wetenschap- en technologiegebieden (verder: W&T-gebieden).

Om zicht te krijgen op kwaliteit van de Nederlandse kennisinfrastructuur in relevante W&T-gebieden is in de tweede fase van het Verkenningenprogramma een aantal wetenschaps- en technologiegebieden nader geanalyseerd. In voorbereiding daarop heeft de NRLO aan het TNO - Instituut voor Strategie, Technologie en Beleid (TNO-STB) opdracht gegeven tot het opstellen van een methodiek voor het analyseren van W&T-gebieden. In deze voorstudie is een methodiek voor het uitvoeren van de sterkte/zwakte-analyse ontwikkeld. Voorts is de bruikbaarheid en haalbaarheid van de methodiek getoetst in drie casestudies: voedingsgedrag, bodembioïologie, (bio-)sensoren en signaalverwerking. De resultaten van deze voorstudie zijn in een rapportage aan de NRLO vastgelegd².

Van de zestien veelbelovende W&T-gebieden die de NRLO aanvankelijk op basis van de essays en achtergrondstudies had geïdentificeerd zijn, na een eerste analyse door TNO-STB, door hergroepering tien W&T-gebieden gedefinieerd.

Van de in tabel 1.1 genoemde W&T-gebieden is voor negen een sterkte/zwakte-analyse uitgevoerd waarbij de relatieve sterkten en zwakten van het Nederlandse kennissysteem op een systematische manier in kaart zijn gebracht. Vanwege het feit dat het W&T-terrein

² C.M. Enzing, I. Limpens en H.L. Schaffers (1997) *Methode voor kwaliteitsbeoordeling van de agrokennisinfrastructuur. Een haalbaarheidsanalyse op basis van 3 case studies*, Uitgevoerd door TNO-STB in opdracht van de NRLO, NRLO-rapport 97/23, december 1997.

Nanotechnologie nog erg jong is, is besloten voor dit terrein een quick scan van de belangrijkste thema's en ontwikkelingen uit te voeren.

Tabel 1.1 De W&T-gebieden

W&T-gebieden	
a. Aquacultuur	f. Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing
b. Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte	g. Nanotechnologie
c. Verpakings- en Bewaar technologie	h. Productie-ecologie
d. Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren	i. Sensor- en Microsysteemtechnologie
e. Moleculaire Plantenbiologie	j. Veterinaire Epidemiologie

Per definitie leidt een sterkte/zwakte-analyse niet tot finale resultaten en conclusies. Dat was ook niet de bedoeling. De sterkte/zwakte-analyse in het onderhavige project diende een solide basis te leggen voor een proces van interactie en communicatie met de verschillende stakeholders die direct (en indirect) bij de ontwikkeling en toepassing van het W&T-gebied zijn betrokken. Naast de achtergrondstudies, de essays, de sterkte/zwakte-analyses en de quick scan is het immers met name via deze dialoog met 'het veld' waardoor de NRLO tot conclusies en aanbevelingen komt.

In het kader van de sterkte/zwakte-analyse is voor elk W&T-gebied een workshop georganiseerd met sleutelpersonen uit het betreffende veld: onderzoekers, beleidsmakers en gebruikers. De workshop had allereerst tot doel de feitelijkheden uit de analyse te checken en ten tweede om een aantal punten voor actie c.q. beleidsaanbevelingen die TNO-STB op basis van de analyse als voorzet voor de discussie had gegeven, te bediscussiëren en nog tot aanvullende beleidsaanbevelingen te komen. Vervolgens zijn door TNO-STB definitieve rapportages met de resultaten van de negen sterkte/zwakte-analyse en de quick scan van de tien W&T-gebieden opgesteld. Deze zijn in de bijlagen van dit rapport opgenomen³.

In de derde fase van het Verkenningenprogramma formuleert de NRLO, op basis van de essays, de sterkte/zwakte-analyses en de workshopverslagen haar conclusies en aanbevelingen. De NRLO zal daarbij aangeven welke centra en netwerken binnen de kennisinfrastructuur versterking behoeven, teneinde kennisgeneratie en technologie-ontwikkeling optimaal ten goede te laten komen van innovaties in de agrosector, de vissector en in het landelijk gebied. Op deze wijze kan de NRLO een beter inzicht verkrijgen in de W&T-kennisportfolio die de genoemde sectoren ter beschikking staat en aangeven op welke

onderdelen versterking noodzakelijk is en het proces om hiertoe te komen al vast in gang zetten.

In dit rapport, dat als afsluiting van het TNO-STB aandeel in de Verkenningen moet worden beschouwd, wordt allereerst, in hoofdstuk 2, de sterkte/zwakte-methodiek gepresenteerd. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten samengevat van de negen sterkte/zwakte-analyses en van de quick scan. Tenslotte wordt in het vierde en laatste hoofdstuk de gebruikte methodiek geëvalueerd en enkele aanbevelingen geformuleerd over hoe de methodiek verder valt te verbeteren.

2. Beschrijving van de methodiek

2.1. Inleiding

Kern van de methodiek, die TNO-STB in de voorstudie ontwikkelde, is het uitvoeren van een systematische beoordeling van de kwaliteit van de Nederlandse kennisinfrastructuur. De eis die aan de te ontwikkelen methodiek werd gesteld was dat factoren worden geïdentificeerd aan de hand waarvan de relevante relatieve sterkten en zwakten van de agrokennisinfrastructuur voor een bepaald W&T-gebied zouden kunnen worden bepaald. De methodiek zou ook generiek moeten zijn, in die zin dat het op herhaalbare wijze toepasbaar is voor een groot aantal W&T-gebieden.

Op basis van een evaluatie van bestaande methodieken⁴ en een aantal door TNO-STB uitgevoerde evaluaties van innovatiegerichte onderzoeksprogramma's zijn in de voorstudie de hoofdaspecten vastgesteld die de basis vormen van de methodiek. Dit zijn: middelen, systeemkenmerken en *performance*. Wat betreft de laatste is nog een onderscheid gemaakt tussen wetenschappelijke en economisch/maatschappelijke *performance*. Daarnaast besteedde de voorstudie ook aandacht aan de beschikbaarheid en bruikbaarheid van informatiebronnen op basis waarvan de sterkte/zwakte-analyse zou moeten worden uitgevoerd. Hierbij zijn ook de haalbaarheid in financieel en tijds-opzicht (de looptijd die nodig is om bepaalde data en andere informatie boven water te krijgen) meegenomen. Uit de evaluatie van de beschikbaarheid, bruikbaarheid en haalbaarheid van de voor een dergelijke analyse te gebruiken informatiebronnen (onderzoeksinformatie-databanken, bibliometrische gegevens, expertoordelen, onderzoeksevaluatie en andere documentatie) werd geconcludeerd dat een 'intelligente' combinatie van technieken nodig is om gegevens te kunnen verkrijgen, op basis waarvan de analyse kan worden uitgevoerd. Expertoordelen zouden daarbij de meest geschikte bron zijn.

In paragraaf 2.2 wordt de eerste stap van de sterkte/zwakte-analyse - de afbakening van een W&T-gebied - besproken. Vervolgens wordt in de paragrafen 2.3 tot en met 2.5 de drie hoofdaspecten (middelenpositie, systeemkenmerken en performance) verder

⁴ Zo kent Nederland sinds 1994 een Observatorium van Wetenschap en Technologie dat tracht om door middel van kwantitatieve indicatoren een beeld van de relatieve kwaliteit van de Nederlandse wetenschap en technologie te verkrijgen (NOWT, 'Wetenschaps- en technologie-indicatoren 1996', opgesteld door CWTS en MERIT). Daarnaast is er Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten (VSNU) die met enige regelmaat onderzoeksgroepen van universiteiten beoordeelt op de aspecten wetenschappelijke kwaliteit, wetenschappelijke productiviteit, wetenschappelijke relevantie en levensvatbaarheid.

toegelicht. Ook wordt ingegaan op de - in het kader van de haalbaarheid - beschikbaarheid van data en andere informatie die nodig is om de sterkte/zwakte-analyse van een W&T-gebied uit te voeren. In dit hoofdstuk vindt nog geen evaluatie op basis van de negen sterkte/zwakte-analyses plaats. Daarvoor wordt naar hoofdstuk 4 verwezen.

2.2. Beschrijving van het W&T-gebied: afbakening, trends en belangrijkste actoren

De eerste stap in een sterkte/zwakte-analyse van een W&T-gebied is het in kaart brengen van het W&T-terrein. Dit vormt een noodzakelijke en voorwaardelijke basis voor de analyse. Tabel 2.1 laat zien hoe de resultaten van de eerste stap in een overzichtelijk schema kunnen worden gepresenteerd. In de eerste plaats bestaat het uit een inhoudelijke beschrijving van het betreffende W&T-terrein, waarin ook wordt aangegeven waar grenzen zijn getrokken tussen aanpalende terreinen of van welke grote terrein het betreffende W&T-terrein deel uitmaakt (afbakening) en tenslotte worden de verwachte belangrijke toekomstige ontwikkelingen (trends) geschetst. Tenslotte bevat het de inventarisatie van de publieke en private actoren: de relevante onderdelen van de Nederlandse publieke onderzoeksinfrastructuur (universiteiten, academische ziekenhuizen en onderzoeksinstituten) en de bedrijven in de private sector die op het W&T-terrein onderzoek verrichten.

De informatie die nodig is voor deze beschrijving van het W&T-terrein is te verkrijgen uit jaarverslagen van de betreffende organisaties, interviews met betrokkenen en door het raadplegen van web-sites van de betreffende onderzoeksinstellingen en bedrijven.

Tabel 2.1 Voorbeeld: Beschrijving van het W&T-gebied 'Beleidsprocessen in het landelijk gebied en ICT'

Inhoudelijke beschrijving	Belangrijkste onderzoeksgroepen
Drie clusters van onderzoek: 1. vernieuwend beleidsonderzoek ten behoeve van het landelijk gebied (milieukunde, planologie, toegepaste geografie, regionale economie e.d.) 2. GIS en beleidsonderzoek (informatica, stedenbouwkunde, sociale en fysische geografie, verkeerskunde, bestuurskunde, hydrologie, bodemkunde, milieukunde e.d.) 3. Participatief beleidsonderzoek met ICT-ondersteuning (bestuurskunde, psychologie, sociologie, informatica, innovatie-economie e.d.)	Groepen op de universiteiten: LUW, KUN, KUB, TUD, Onderzoekschool NETHUR (UU, TUD, TUE) Onderzoeksinstituten: TNO-INRO, TNO-STB, TNO-NITG AB-DLO, LEI-DLO, SC-DLO WL, RIZA ,RIVM Bedrijven: Grontmij, Arcadis Heidemij Advies, DHV Twijnstra Gudde, B&A groep

Onderzoeksthema's	Belangrijkste trends in het onderzoek
Vergroten van het draagvlak voor grote ruimtelijke projecten in de samenleving met behulp van participatieve besluitvormingsprocessen. In kaart brengen, bestuderen en analyseren van ruimtelijke gegevens van gebieden en van (natuurlijke) processen die zich afspelen in een gebied (erosie, chemische processen, waterstanden e.d.), vaak onder invloed van menselijke activiteit.	Organisatie van informatiestromen en communicatieve planning, De rol van experts (wie en waarom), De overheid als regisseur en fondsenwerver, Uitwisseling van ervaring met stedelijke gebieden Schaal van ingrijpen in het landelijke gebied Actie-onderzoek: ervaring opdoen met participatieve besluitvorming, gebruik van simulatie, visualisatie, electronic boardroom en internet.

2.3. Middelenpositie

De centrale vraag als het gaat om de middelenpositie van een W&T-terrein is of het terrein voldoende kritische massa heeft om de nieuwe uitdagingen aan te kunnen. Er is weliswaar geen absolute maat voor de kritische massa van een W&T-terrein, maar informatie over een combinatie van middelenpositie-indicatoren, betrokken uit een evenwichtig samengestelde bron, maakt het mogelijk om hierover toch beleidsrelevante uitspraken te doen.

In de voorstudie is de factor 'Middelenpositie' in een aantal indicatoren geoperationaliseerd. Bij 'Middelen' gaat het zowel om het aantal onderzoekers dat in een gebied werkzaam is als om de financiële middelen waarover een gebied beschikt. Deze zijn voor een deel rechtstreeks aan elkaar gerelateerd.

De *capaciteit* - de omvang van de wetenschappelijke (en eventueel ondersteunende technische) staf -, geeft een beeld van de 'aanwezigheid' van de Nederlandse (agro)kennis-infrastructuur in het betreffende W&T-gebied. De *continuïteit* in capaciteit van de afgelopen jaren en de te verwachten *capaciteitsgroei* in de toekomst geeft een beeld van de mate waarin het terrein in staat is (geweest) om van de mogelijkheden tot groei in de verschillende markten te profiteren en van de dynamiek in het veld. Het gaat dan bijvoorbeeld om de aanwezigheid van sterke centrale 'trekkers' die in staat zijn om het wetenschappelijk, maatschappelijk en/of economisch belang van het terrein maximaal vorm te geven. Relevant is ook de *capaciteitsverdeling* over het aantal groepen in Nederland. Daarmee samenhangend is de toegang tot en omvang van verschillende typen financiering (publiek, privaat) relevant en de trends (dynamiek in financieringsstromen, ontwikkeling in contractonderzoek) in R&D-financiering.

Dit vormt, idealiter, een set indicatoren voor de beoordeling van de middelenpositie van een W&T-terrein. In tabel 2.2 zijn de indicatoren en het type data dat nodig is om een beoordeling te geven, vermeld. Tevens is aangegeven dat de waarde van de uitspraken

over de 'middelenpositie' wordt vergroot als ook naar de middelenpositie van het betreffende terrein in het buitenland wordt gekeken.

Tabel 2.2 Operationalisatie van 'Middelenpositie'

Criteria	Indicatoren	Data	Opmerkingen
Kritische massa voldoende?	Capaciteit Ontwikkeling in capaciteit (continuïteit en verwachte groei) Capaciteitsverdeling Financieringsbronnen (toegang en omvang)	Fte-omvang: verloop in recent verleden en verwachting Samenstelling en omvang(sgroei) financiële stromen Aantal en opvolging 'trekkers'	Internationale vergelijking is wenselijk Middelenpositie is deels kwantificeerbaar, deels (inter-) subjectief vaststelbaar

Er kan zowel binnen universiteiten als binnen de onderzoeksinstituten - zoals TNO en DLO - een onderscheid worden gemaakt in verschillende typen geldstromen die bij verschillende typen taken (onderwijs, strategische onderzoek, onderzoek in opdracht van derden, etc.) behoren. In de universitaire geldstromen wordt een onderscheid gemaakt in de zogenaamde eerste, tweede en derde geldstroom en bij de instituten is er sprake van basisfinanciering, programmatische financiering en externe contractfinanciering.

Uit de voorstudie kwam echter naar voren – en dit werd bij het uitvoeren van de sterkte/zwakte-analyses nog weer bevestigd - dat informatie over de omvang van deze geldstromen niet gemakkelijk toegankelijk is. Onderzoeksinstituten hebben geen informatie kant en klaar beschikbaar over de verschillende financieringstypen en zo deze er al is, betreft het gegevens over financiering op het niveau van de vakgroep, de werkgroep of het instituut en zeker niet op het niveau van het betreffende W&T-terrein. Dit betekent dat bepaalde data ontbreken en dat over bepaalde indicatoren geen uitspraken gedaan kunnen worden.

Bij het in kaart brengen van de financiële middelen van het universitaire onderzoek worden, zo bleek uit de voorstudie, meestal de fulltime equivalenten (fte) wetenschappelijke staf – dus aantal onderzoekers – opgegeven en niet de in guldens uitgedrukte budgetten. Daarentegen worden in de Nederlandse onderzoeksinstituten de omvang van het onderzoek vooral in termen van te besteden budgetten en in mindere mate in termen van fte's uitgedrukt.

De meest haalbare optie als het gaat om het verkrijgen van een 'Middelen'-overzicht, zo kon in de voorstudie worden geconcludeerd, is dat op basis van informatie van betrokkenen die in het betreffende W&T-terrein werkzaam zijn, een overzicht kan worden gemaakt van het aantal onderzoekers op het terrein (in fte's) en de verspreiding over het aantal groepen in Nederland. Op basis daarvan kunnen vervolgens, indien mogelijk/wenselijk

mede in het licht van de gegevens over de omvang en spreiding in enkele andere landen, uitspraken worden gedaan over de sterkte/zwakte van dit aspect van het betreffende W&T-terrein.

2.4. Systeemkenmerken

De dynamiek van een W&T-gebied komt in hoge mate tot stand doordat diverse 'Systeemkenmerken' op elkaar inspelen en resulteren in versterking of verzwakking van bestaande sterke en zwakte kanten van de kennisinfrastructuur. De drie belangrijkste onderdelen van het aspect 'Systeemkenmerken' die in de voorstudie zijn onderscheiden, zijn: inbedding in netwerken, aansturingsmechanismen en financiële structuren. In tabel 2.3 zijn deze drie als criteria voor de beoordeling in de sterkte/zwakte-analyse opgenomen en dit geldt tevens voor de daarmee corresponderende sets indicatoren. De data op basis waarvan de beoordeling kan worden gegeven, vormen een gemeenschappelijke bron voor alle drie sets Criteria-Indicatoren; sommigen in mindere, andere in meerdere mate.

Tabel 2.3 *Operationalisering van 'Systeemkenmerken'*

Criteria	Indicatoren	Data	Opmerkingen
Inbedding in netwerken	Sterkte van netwerken Aantal netwerken Invloed van netwerken Positie in netwerken	Co-publicaties Co-citaties Deelname in NWO-werkgemeenschappen, STW-projecten, EU-projecten	Systeemkenmerken zorgen voor versterking/verzwakking van de middelenpositie
Aansturingsmechanismen	Aanwezigheid publieke/private actoren in bepaalde positie in netwerken	Gezamenlijke activiteiten van onderzoekers Samenstelling advies-, programmerings-, evaluatie- en andere (internationale) commissies	
Financieringsstructuren	Bijdrage verschillende typen actoren aan onderzoeksfinanciering en daarmee samenhangend hun rol/positie in netwerken	Optreden in het buitenland Doorstroming studenten Samenstelling van contractonderzoeksportefeuille: bijdrage van de verschillende typen actoren en hun bijbehorende rol	

Echter, in de casestudies van de voorstudie kwam naar voren dat het vooral goed mogelijk is om data te vinden inzake de inbedding van netwerken en in mindere mate ook over de aansturingsmechanismen. Over de financiële structuren bleek, in feite om dezelfde redenen die al bij 'Middelenpositie' is genoemd, het niet haalbaar om de gewenste informatie te verkrijgen.

Desondanks, zo kwam ook in de voorstudie naar voren, bleek dat analyse van de systeemkenmerken doordat een zeer specifieke invulling per gebied plaatsvindt, inzicht te verschaffen in voor het betreffende gebied specifieke omstandigheden die van belang zijn voor samenwerking, dynamiek en ontwikkeling van het gebied. Ook kwam naar voren dat een analyse van de systeemkenmerken laat zien in welke levensfase een W&T-gebied zich bevindt en hoe interacties plaats vinden, zowel binnen de wetenschappelijke gemeenschap als tussen onderzoekers- en gebruikersgroepen. Als alleen netwerken tussen onderzoekers onderling worden gevonden, bevindt een W&T-gebied zich over het algemeen nog in het allereerste ontwikkelingsstadium. Het kan echter ook zo zijn, en dan zijn er redenen voor nadere analyse, dat het betreffende W&T-gebied alweer relatief lang bestaat, maar dat de onderzoekers niet in staat of niet bereid zijn netwerk contacten met mogelijke gebruikersgroepen te leggen. De resultaten van de analyse van waarom dat zo is, geeft dan aanleiding tot bepaalde beleidsaanbevelingen. In het algemeen geldt dat: hoe volwassener een onderzoeksterrein hoe heterogener het netwerk waarin de onderzoekersgroepen zich bevinden.

2.5. Performance

De 'performance' van de kennisinfrastructuur in een W&T-gebied wordt vastgesteld aan de hand van twee criteria: wetenschappelijke kwaliteit en economische/maatschappelijke bruikbaarheid.

De wetenschappelijke kwaliteit van het onderzoeksgebied wordt enerzijds bepaald door de *attractiviteit* van het verrichte onderzoek (internationaal aanzien, wetenschappelijke invloed gemeten op basis van citatiegegevens), anderzijds door de *productiviteit* (gemeten op basis van het aantal publicaties ten opzichte van andere onderzoeksgroepen in het veld of het R&D-budget per onderzoeker).

Toepassingen en ook weer attractiviteit zijn grootheden die inzicht bieden in bruikbaarheid: de mate waarin externe partijen onderzoek bruikbaar vinden en of het onderzoek plaatsvindt in voor Nederland belangrijke technologieën. De aantrekkelijkheid van de toepassingen kan gemeten worden met cijfers over de hoeveelheid contractonderzoek in opdracht van derden. Ook het aantal octrooien en licenties biedt inzicht in de bruikbaarheid van het onderzoek, omdat er, onder andere, tot dergelijke kennisbescherming over wordt gegaan als het gaat om strategisch belangrijke onderzoeksgegevens.

Tabel 2.4 bevat de indicatoren en data die in principe gebruikt kunnen worden voor de beoordeling van de performance van een W&T-gebied.

Tabel 2.4 Operationalisering van 'Performance'

CRITERIA	INDICATOREN	DATA	OPMERKINGEN
Wetenschappelijke kwaliteit	Toetsen van kwaliteit onderzoek aan mening van peers	Publicaties Citaties <i>Peer reviews</i> Deelname in Centres of Excellence	Attractiviteit omvat ook expert-meningen over marktattractiviteit van het W&T-gebied
Economische / Maatschappelijke bruikbaarheid	Toetsen van bruikbaarheid onderzoek aan mate van financiering door gebruikers.	Lidmaatschap van Wetenschappelijke Academisch e.d Contract-R&D voor gebruikers Octrooien Licenties	

2.5.1. Wetenschappelijke kwaliteit

Uit de voorstudie blijkt dat de meest betrouwbare uitspraken over de wetenschappelijke kwaliteit van onderzoek verkregen kan worden bij zogenaamde *peers*, een groep van onafhankelijke, maar directe collega's. Zij kennen het (internationale) onderzoeksveld goed en kunnen oordelen over de prestatie van onderzoekers in dit veld. *Peer reviews* vinden plaats in het kader van de VSNU-onderzoeksbeoordeling, beoordeling door KNAW-commissies en in de wetenschappelijke audits van TNO en DLO. Deze bieden in principe een voldoende basis voor een kwaliteitsbeoordeling in het kader van de sterkte/zwakte-analyse. Probleem dat bij de case studies gesignaleerd was dat het aggregatieniveau van het W&T-terrein vaak lager is dan dat waarop de *peer reviews* worden gehouden.

Dit probleem is in mindere mate aan de orde bij de toekenning van projectfinanciering door bepaalde fondsen (NWO en STW-programma's). Deze kunnen ook als een kwaliteitskenmerk worden beschouwd; ook hier speelt *peer review* een belangrijke rol bij de beoordeling.

In een van de case studies in de voorstudie is ook gebruik gemaakt van publicatie- en citatiemetingen. Dit kostte echter relatief gezien veel tijd en daarmee beschikbare financiële middelen, zodat is besloten om in de sterkte/zwakte-analyse alleen gebruik te maken van de uitkomsten van *peer reviews* zoals beschikbaar in rapporten van VSNU-visiteatie-commissie, wetenschappelijke audits (TNO, DLO), toekenning van STW-projecten en eventueel door middel van het direct raadplegen van buitenlandse experts.

2.5.2. Economische/Maatschappelijke bruikbaarheid

De analyse van de economische en/of maatschappelijke bruikbaarheid van de resultaten van het onderzoek is minder eenvoudig. Het is in de eerste plaats, zo bleek uit de case studies, niet altijd mogelijk om te achterhalen wie alle financiers en gebruikers (zullen) zijn van de resultaten van de projecten en programma's waaraan in het W&T-gebied wordt gewerkt.

Er ontbreken belangrijke data:

- gegevens over de mate waarin de onderzoekers hun onderzoek afstemmen op de toekomstige gebruikers (omvang type activiteiten, type gebruikers etc.);
- gegevens over de mate waarin deze (toekomstige) gebruikers de resultaten gebruiken.

In de tweede plaats ontbreken een aantal sets met criteria waaraan, voor ieder terrein apart, de gevonden data getoetst zouden moeten worden. 'Economische/Maatschappelijke bruikbaarheid' is in feite een multidimensionaal begrip en ook de criteria voor bruikbaarheid kunnen per doelgroep verschillen.

Een analyse van het aspect 'Economische/Maatschappelijke bruikbaarheid' vergt daarnaast een breed en onderbouwd inzicht in de vraagzijde.

Een - globale - beoordeling van de 'Economische/Maatschappelijke bruikbaarheid' van een W&T-terrein zal dan ook vooral gegeven kunnen worden op basis van een combinatie van inzichten uit de 'Middelenpositie', 'Systeemkenmerken' en aanvullende informatie op basis van interviews met experts en publicaties die specifiek op dit onderwerp ingaan.

3. Resultaten sterkte/zwakte-analyses

Negen W&T-gebieden zijn in een sterkte/zwakte-analyse beoordeeld op de drie aspecten: middenpositie, systeemkenmerken en performance, volgens de in hoofdstuk 2 besproken methodiek. Per W&T-gebied zijn de voorlopige resultaten van de sterkte/zwakte-analyses in een workshop met de 'stakeholders' besproken. Van nanotechnologie is een zogenaamde quick scan uitgevoerd.

In dit hoofdstuk worden op basis van de resultaten van de negen sterkte/zwakte-analyses en van de quick scan een aantal meer algemene bevindingen gepresenteerd en besproken. Meer in het bijzonder gaat om drie onderwerpen die in de sterkte/zwakte-analyses aan de orde zijn gekomen en die bovendien uit oogpunt van W&T-beleid bijzonder relevant zijn: (i) kritische massa, (ii) samenwerking en netwerkvorming en (iii) integratie binnen het innovatiesysteem.

3.1. Kritische massa

Met het begrip kritische massa doelen we op de omvang van het onderzoekspotentieel binnen Nederland voor een bepaald W&T-gebied. De 'massa' is kwantitatief uit te drukken in financiële termen (beschikbare financieringsbudgetten) en in personele capaciteit. Alleen de laatste indicator is gehanteerd bij de analyse van de middenpositie. Tabel 3.1 geeft een samenvatting van de bevindingen ten aanzien van personele capaciteit voor de beschouwde W&T-gebieden aanwezig in de Nederlandse publieke kennisinfrastructuur.

Tabel 3.1 nodigt uit om de personele capaciteit in de verschillende W&T-gebieden te vergelijken. Bij zo'n vergelijking valt op dat het overwegend gaat om een personele capaciteit van middelgrote (100 - 200) tot grote (> 300) omvang. De conclusie dringt zich op dat het merendeel van de gebieden een relatief sterke middenpositie heeft. Het is echter niet juist om dergelijke conclusies te baseren op een vergelijking van beschikbare fte's in de W&T-gebieden. Het gaat namelijk om W&T-gebieden die qua inhoud en qua structuur sterk van elkaar verschillen.

Tabel 3.1 Samenvatting resultaten beoordeling middelenpositie per W&T-gebied

W&T-gebied	Geschat aantal fte's	Kenmerken onderzoeksgemeenschap
Aquacultuur	< 50	Financiële en personele capaciteit is klein
Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte	> 200	Groot en divers aantal onderzoeksgroepen
Verpakkings- en Bewaar technologie	50 – 100	Beperkt aantal groepen, vooral toepassingsgericht onderzoek
Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren	> 200	Fundamenteel onderzoek sterk geconcentreerd. Groot aantal groepen.
Moleculaire Plantenbiologie	> 250	Groot aantal onderzoeksgroepen
Nanotechnologie	n.v.t.	Beperkt aantal groepen, vooral fundamenteel onderzoek
Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing	< 50	Beperkte capaciteit in toepassing op agrofood
Productie-ecologie	> 200	Grote omvang, vooral concentratie op basisdisciplines
Sensor- en Micro-systeemtechnologie	300 – 350	Beperkt aantal groepen met relatief grote omvang. Focus op universitair onderzoek.
Veterinaire Epidemiologie	< 50	Financiële en personele capaciteit is klein

Bij een beoordeling van of de omvang of 'massa' van een W&T-gebied voldoende is, mogen kwalitatieve aspecten dan ook niet buiten beschouwing blijven. Het gaat dan onder meer om:

- de samenstelling van de massa (diversiteit in disciplines en thema's);
- de 'dichtheid' of samenhang in het veld (mate van concentratie / organisatie van het onderzoek);
- het 'soortelijk gewicht' van de betrokken onderzoekers (zijn er voldoende sterke trekkers).

Ten aanzien van deze kwalitatieve aspecten bestaan grote verschillen tussen de beschouwde W&T-gebieden. Zo kenmerkt de onderzoeksgemeenschap van het W&T-gebied 'Beleidsprocessen en ICT' zich door een grote inhoudelijke variatie en een lage 'dichtheid', waardoor een omvang van meer dan 200 fte, minder 'massa' vertegenwoordigt dan een meer samenhangende gemeenschap met een vergelijkbare omvang zoals in het W&T-gebied 'Productie-ecologie'.

Ten aanzien van de 'dichtheid' van de onderzoeksgemeenschap, ofwel mate van concentratie van onderzoek, is uit de vergelijking met het buitenland overigens wel een interessante observatie naar voren gekomen. Het blijkt dat in bepaalde gebieden de omvang van buitenlandse onderzoeksgroepen overwegend groter is dan in ons land. Dit heeft niet zozeer te maken met het feit dat Nederland ten opzichte van de meeste omringende landen kleiner is en dus ook een relatief kleinere omvang van de kennisinfrastructuur heeft, maar vooral met het feit dat de onderzoekscapaciteit in deze landen in een beperkt aantal grote instituten is geconcentreerd. Niet zelden omvat een enkel buitenlands instituut een onderzoekscapaciteit die overeenkomt met, of twee tot drie maal

groter is dan, de totale onderzoekscapaciteit op het betreffende W&T-gebied in ons land. Dit kwam bijvoorbeeld naar voren bij de sterkte/zwakte-analyses van 'Moleculaire Plantenbiologie' en 'Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren'.

Dit roept de vraag op of het voor de internationale positie van de Nederlandse onderzoeksgemeenschap wenselijk is om de concentratie van onderzoek te bevorderen.

Is het al riskant om conclusies te verbinden aan een vergelijking van W&T-gebieden op basis van de personele 'massa', het is nog moeilijker om te bepalen welke 'massa' voor een bepaald W&T-gebied moet worden beschouwd als 'kritische massa'. Uit oogpunt van beleid is het niettemin een belangrijke vraag of er zoiets als een minimaal benodigde 'massa' aan te duiden is. In een aantal van de workshops die onderdeel uitmaakten van de sterkte/zwakte-analyse kwam deze vraag aan de orde. De vraag naar 'kritische massa' werd steeds gesteld in relatie tot:

- de continuïteit van het onderzoeksgebied;
- de wetenschappelijke performance;
- de vraag naar het betreffende onderzoek, vanuit de maatschappij.

Tijdens de workshops bleek dat onderzoekers enige neiging hebben hun pleidooi voor meer onderzoeksgelden te onderbouwen met de al dan niet terechte vrees dat zonder toename van de middelen de continuïteit en wetenschappelijke performance van het W&T-gebied bedreigd worden. Het is echter de vraag of de continuïteit en performance zich zo eenduidig aan de kwantitatieve omvang van onderzoeksmiddelen laten koppelen. Op grond van onze observaties staat in ieder geval vast staat dat systeemkenmerken zoals mate van samenwerking en netwerkvorming ook van groot belang zijn voor continuïteit en performance binnen een W&T-gebied.

Inzicht in de vraag naar onderzoek vanuit de maatschappij is ook van belang bij de beoordeling van de (sub)kritische massa van een W&T-gebied. Zo kan bij het W&T-gebied 'Aquacultuur' een omvang van minder als 50 fte nauwelijks sub-kritisch genoemd worden, in vergelijking met de beperkte omvang van deze economische sector in ons land. De onderzoeksgemeenschap binnen het W&T-gebied 'Veterinaire Epidemiologie' daarentegen, bedient met minder dan 50 fte de hele Nederlandse veehouderij, een grote sector, die bovendien van strategische betekenis is voor de Nederlandse economie.

Een beleid dat tot doel heeft bij te dragen aan de continuïteit en performance van strategische W&T-gebieden moet dus niet alleen gebaseerd worden op een analyse van de aanbodzijde, maar tevens de vraagzijde in beschouwing nemen.

3.2. Samenwerking en netwerkvorming

Naast de middelenpositie vormen ook de systeemkenmerken een maat voor de sterkte van het kennissysteem. Tabel 3.2 geeft een samenvatting van de beoordeling van systeemkenmerken voor de tien beschouwde W&T-gebieden.

Bij de systeemkenmerken van de kennisinfrastructuur gaat het vooral om de inbedding van netwerken en de financiële en beheersmatige aansturingsmechanismen. Daarnaast zijn ook de doorstromingsmechanismen voor wat betreft onderzoekers van belang.

Tabel 3.2 Samenvatting resultaten 'Netwerkvorming' per W&T-gebied

W&T-gebied	Sterkten	Zwakten
Aquacultuur	In kleine sector zijn twee netwerken actief	Bestaande netwerken zijn breed, maar niet hecht
Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte	LWI-programma verbindt belangrijkste disciplines en groepen	Versplintering: geen structurele netwerken van betekenis
Verpakkings- en Bewaartechnologie	In kader van contractonderzoek veel informele netwerken tussen onderzoekers en bedrijfsleven	Geen formele netwerken. Vooral informele netwerken in het kader van onderzoeksprojecten tussen onderzoek en bedrijfsleven
Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren	Duidelijke onderzoekscentra	Weinig interactie tussen lokale netwerken (onderzoeksscholen) Geen structurele programmering.
Moleculaire Plantenbiologie	Verschillende formele en informele netwerken binnen onderzoek en met bedrijfsleven	Vele kleine onderzoeksgroepen dreigen aansluiting bij concentrerend en internationaliserend bedrijfsleven te verliezen
Nanotechnologie	Naast bestaande onderzoeksschool recent een tweede netwerk opgericht	
Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing	Aantal netwerken voor fundamenteel onderzoek aanwezig	Nauwelijks netwerken rond intelligente besturing van agro-processen
Productie-ecologie	Hechte samenhang binnen onderzoeksschool PE	Geen structurele externe relaties onderzoeksschool PE met andere groepen
Sensor- en Microsysteemtechnologie	Sterk, maar klein sensornetwerk	Beperkte, maar sterke koppeling tussen fundamenteel onderzoek en toepassingen
Veterinaire Epidemiologie	Sterke informele onderzoekersnetwerken. Goede relatie met gebruikersgroepen	Gebrek aan formele structurele samenwerkingsverbanden

Opvallend is dat, uitgezonderd het kleine sensornetwerk, geen van de netwerken voor de andere W&T-gebieden als sterke zijn beoordeeld. Voor zover er hechte netwerken bestaan, gaat het veelal om hechte informele netwerken tussen onderzoekers onderling, of tussen onderzoekers en gebruikersgroepen.

Voordat we conclusies verbinden aan tabel 3.2, is het van belang om te benadrukken dat in de sterkte/zwakte-analyse verschillende typen netwerken in beschouwing zijn genomen. Van de volgende typen netwerken hebben we in de sterkte/zwakte-analyse voorbeelden aangetroffen:

- netwerken van onderzoekers binnen een discipline;
- interdisciplinaire netwerken van onderzoekers die zich richten op toepassingen binnen een sector;
- intersectorale netwerken van onderzoekers;
- netwerken tussen onderzoekers werkzaam in publieke en private onderzoekorganisaties;
- netwerken tussen onderzoekers en gebruikers van onderzoek.

Een algemene observatie is dat het bij het merendeel van de netwerken gaat om discipline- en om interdisciplinaire netwerken van onderzoekers die zich richten op toepassingen binnen een sector. Intersectorale netwerken, netwerken tussen publiek en private onderzoekers en netwerken tussen onderzoekers en gebruikers komen in mindere mate voor. In alle workshops die in het kader van de sterkte/zwakte-analyses zijn georganiseerd, is dan ook veel aandacht besteed aan het beantwoorden van de vraag welke activiteiten ondernomen moeten worden om juist deze laatste vormen van samenwerking en netwerkvorming binnen het W&T-gebied te versterken. Meer nog dan de middenpositie - de omvang van de onderzoeksgemeenschap - blijkt men de interdisciplinaire en intersectorale samenwerking en netwerkvorming te beschouwen als een kritische factor in de sterkte/zwakte-analyse van een W&T-gebied.

3.3. Netwerken en bruikbaarheid

In het bijzonder willen we ingaan op het belang van netwerken tussen onderzoekers en gebruikers. Op grond van onze resultaten lijkt er een directe relatie te bestaan tussen de economische/maatschappelijke bruikbaarheid van het onderzoek en de mate van netwerkvorming tussen onderzoekers en gebruikers van onderzoek. Tabel 3.3 geeft een samenvatting van de beoordeling van de wetenschappelijke kwaliteit en de economische/maatschappelijke bruikbaarheid van het onderzoek in de beschouwde W&T-gebieden.

Tabel 3.3 Samenvatting resultaten beoordeling kwaliteit en bruikbaarheid per W&T-gebied

W&T-gebied	WK ¹	E/MB ²	Opmerkingen
Aquacultuur	+	+ / -	Degelijk fundamenteel profiel. Beperkte doorstroom nieuwe kennis naar bedrijven.
Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte	+ / -	+	Vraagkant van beleid domineert in aansturing.
Verpakkings- en Bewaartechnologie	+ / -	+	Merendeel onderzoek direct in samenwerking met of in opdracht van gebruikers.
Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren	+ / -	+ / -	Goede positie, uitgezonderd klonering + kerntransplantatie Oriëntatie op bruikbaarheid.

Moleculaire Plantenbiologie	+	+ / -	Goede kwaliteit en aansluiting met Nederlandse industrie. Bedrijven internationaliseren, nationale markt wordt kleiner.
Nanotechnologie	n.v.t.	n.v.t.	Jong terrein van onderzoek.
Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing	+ / -	-	Hoge kwaliteit buiten agro, weinig aansluiting met agro-onderzoek en primaire bedrijfsleven.
Productie-ecologie	+	+ / -	Internationale erkenning van modelmatige werk. Aansluiting bij nationale marktpartijen beperkt.
Sensor- en Micro-systeemtechnologie	+	- / +	Internationaal toonaangevend. Toepassing in Nederlandse agrosector beperkt.
Veterinaire Epidemiologie	+	+	Kwalitatief goed onderzoek. Goede aansluiting tussen onderzoekers en gebruikers.

¹ Wetenschappelijke kwaliteit

² Economische/Maatschappelijke bruikbaarheid

De economische/maatschappelijke bruikbaarheid van het onderzoek wordt voor drie W&T-gebieden als goed beoordeeld. Het gaat om gebieden met een sterk toepassingsgericht karakter, te weten 'Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte', 'Verpakkings- en Bewaar technologie' en 'Veterinaire Epidemiologie'. Deze W&T-gebieden worden ook gekenmerkt door directe relaties tussen onderzoekers en gebruikers (zie tabel 3.2).

Waar de bruikbaarheid daarentegen als minder sterk of zelfs dan zwak is beoordeeld, is ook steeds sprake van een gebrekkige aansluiting tussen onderzoekers en gebruikers, of een markt die beperkt van omvang of relatief onduidelijk is. In deze W&T-gebieden is niet of nauwelijks sprake van samenwerking en netwerkvorming tussen onderzoekers en gebruikers. Een voorbeeld is met name het W&T-gebied 'Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing' voor wat betreft de toepassing van deze technologie binnen de agrosector. Het gaat te ver om op basis van deze observaties te concluderen dat er een directe, causale relatie zou bestaan tussen de maatschappelijke bruikbaarheid van onderzoek en de mate van netwerkvorming tussen onderzoekers en gebruikers. Niettemin is het uit oogpunt van beleid zinvol om goed inzicht te hebben in de aanwezigheid, reikwijdte en intensiteit van netwerken binnen strategische W&T-gebieden. Daarbij gaat het zowel om samenwerking tussen onderzoeksgroepen als om samenwerking tussen onderzoeksgroepen en gebruikersgroepen.

3.4. Integratie binnen het innovatiesysteem

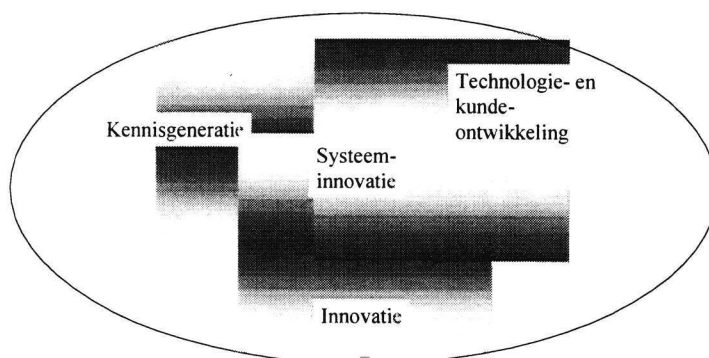
Versterking van W&T-gebieden is te realiseren door specifieke sterke punten te waarborgen en specifieke zwakke punten te versterken. De sterkte/zwakte-analyse heeft per W&T-gebied een aantal sterkten en zwakten blootgelegd, ten aanzien waarvan in de workshop met de betrokkenen mogelijke acties zijn besproken.

In aanvulling op de benadering die in de workshop is gevolgd, is ook een meer algemene benadering mogelijk, die acties ter versterking van W&T-gebieden definieert op het niveau van het innovatiesysteem. Daarbij refereren we aan een innovatiemodel waarin de min of meer permanente wisselwerking tussen het aanbod van kennis en de maatschappelijke vraag naar kennis in een systemische omgeving centraal staat. Een recent model, ontwikkeld door de OverlegCommissie Verkenningen (OCV), maakt daarbij bijvoorbeeld een onderscheid tussen twee cycli: een kennisgeneratiecyclus en een innovatiecyclus⁵. De ene cyclus functioneert als het ware als een vliegwiel voor de andere. Dit OCV-model onderscheidt drie domeinen:

- het domein van kennisgeneratie;
- het domein van technologie-ontwikkeling en kundes;
- het domein van innovatie.

Voortbouwend op dit OCV-model heeft de NRLO haar zogenaamde LAT-model geïntroduceerd (zie figuur 3.1). De naam refereert aan een vrij ongestructureerde menselijke samenlevingsvorm: Living Apart Together. Het LAT-model toont de drie domeinen in samenhang, maar laat tevens zien dat het om drie domeinen gaat die het ene moment zeer grote onderlinge interacties met elkaar kunnen aangaan, en het volgende moment los van elkaar kunnen staan. De essentie van het model is dat het om interactie gaat tussen drie domeinen met uiteenlopende *drivers*, doelstellingen, tijdshorizon, producten en referentiekaders. Zo drijft nieuwsgierigheid de kennisgeneratie, hetgeen nieuwe inzichten en theorieën oplevert. Innovatie wordt daarentegen aangejaagd door de noodzaak in een concurrerende omgeving te overleven. Innovaties resulteren in nieuwe producten, processen en systemen.

Figuur 3.1 Drie Scheppingsdomeinen van vernieuwing



Bron: Jaarverslag 1997 NRLO

⁵ Een vitaal kennissysteem. Nederlands onderzoek in toekomstig perspectief. OCV, juni 1996.

Men spreekt van een systeeminnovatie wanneer innovatie gepaard gaat met elkaar samenhangende veranderingen in elk van de drie domeinen.

Uitgaande van het LAT-model hebben we voor ieder van de tien W&T-terreinen, aangegeven in welke scheppingsdomeinen relevante ontwikkelingen op het terrein zich manifesteren. Tabel 3.4 geeft hiervan een samenvatting.

Tabel 3.4 Zwaartepunt van ontwikkelingen en scheppingsdomeinen per W&T-gebied

W&T-gebied	Kennisgeneratie	Technologie-ontwikkeling	Innovatie
Aquacultuur	X	X	
Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte			X
Verpakkings- en Bewaarstechnologie		X	X
Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren	X	X	
Moleculaire Plantenbiologie	X	X	
Nanotechnologie	X		
Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing		X	
Productie-ecologie	X	X	
Sensor- en Microsysteemtechnologie	X	X	
Veterinaire Epidemiologie		X	X

In tabel 3.4 valt op dat het zwaartepunt van ontwikkelingen in drie van de beschouwde W&T-terreinen zijn geconcentreerd in één afzonderlijk domein:

- Nanotechnologie (domein kennisgeneratie);
- Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing (domein technologie-ontwikkeling);
- Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte(domein innovatie).

In het W&T-gebied Nanotechnologie is momenteel voornamelijk sprake van fundamentele kennisontwikkeling; wat waarschijnlijk alles te maken heeft met het prille ontwikkelingsstadium van dit gebied. In het W&T-gebied 'Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing' is momenteel vooral sprake van technologie-ontwikkeling die nauwelijks wordt gevoed vanuit kennisgeneratie. In het sterk door gebruikers gedreven W&T-gebied 'Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte' ligt de nadruk op innovatie door toepassing van nieuwe kennis.

Uit het oogpunt van innovatie moeten de activiteiten binnen deze drie W&T-gebieden wellicht als te beperkt worden gekarakteriseerd. Versterking van deze W&T-gebieden zou nagestreefd kunnen worden door het leggen van verbindingen met de andere domeinen. De veronderstelling is dan dat het verbinden van scheppingsdomeinen altijd wenselijk zou zijn, met het oog op de vernieuwende kracht, continuïteit en performance van W&T-

gebieden. Redenerend vanuit een lange termijn perspectief is dit wellicht een terechte veronderstelling.

In de workshops zijn echter diverse korte termijn argumenten aangedragen om de focus van activiteiten vooralsnog te beperken. Genoemd zijn onder meer de *span of control* van cruciale instellingen of netwerken en het ontbreken van mechanismen en afspraken om de invloed van commerciële belangen op fundamentele kennisgeneratie goed te hanteren. Het is dan ook van belang om na te gaan om welke redenen de huidige focus van activiteiten beperkt is, alvorens een verbreding van de scope van activiteiten te bepleiten.

In tabel 3.4 valt ook op dat in geen van de hier beschouwde W&T-gebieden de ontwikkelingen zich voltrekken op het raakvlak van drie domeinen gezamenlijk (systeeminnovatie). Wel zien we dat ontwikkelingen in zes W&T-gebieden hun zwaartepunt hebben op het raakvlak van twee domeinen:

- op het raakvlak van kennisgeneratie en technologie-ontwikkeling: Aquacultuur, Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren, Moleculaire Plantenbiologie, Sensor- en Microsysteemtechnologie;
- op het raakvlak van technologie-ontwikkeling en innovatie: Verpakkings- en Bewaar-technologie, Veterinaire Epidemiologie.

Voor een aantal van deze zes W&T-gebieden lijkt versterking van het W&T-gebieden in eerste instantie gezocht te moet worden door het leggen van verbindingen met het resterende domein. Bij 'Aquacultuur' bijvoorbeeld, werd in de workshop nadrukkelijk gesproken over de noodzaak van versterking van het toepassingsgerichte onderzoek en van een verdere intensivering van de samenwerking tussen onderzoekers en gebruikers. Voor 'Verpakkings- en Bewaaronderzoek' lijkt een versterking van de relatie met fundamentele kennisgeneratie juist van groot belang voor vernieuwing, wellicht door intensivering van de samenwerking met fundamentele onderzoeksgroepen. Voorts lijkt voor 'Sensor- en Microsysteemtechnologie' te gelden dat verdere doorbraken in Nederland alleen dan gerealiseerd kunnen worden als actoren uit de drie domeinen gezamenlijk opereren; er zullen zelfs meerdere actoren uit het innovatiedomein bij betrokken moeten zijn.

Voor de vier overige W&T-gebieden (Veterinaire Epidemiologie, Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren, Moleculaire Plantenbiologie en Productie-ecologie) geldt tenslotte dat het een open vraag is of, en zo ja, wanneer een verbinding met het resterende scheppingsdomein een positieve bijdrage levert aan de vernieuwende kracht, continuïteit en performance van het W&T-gebied. Ook de internationale positionering van het W&T-gebied dient hierbij in beschouwing genomen te worden.

4. Evaluatie van de sterkte/zwakte-analysemethodiek

In dit laatste hoofdstuk wordt de methodiek voor het analyseren van sterkten en zwakten van W&T-gebieden, zoals beschreven in hoofdstuk 2 en toegepast voor negen W&T-terreinen, geëvalueerd. Hierbij wordt dezelfde volgorde gehanteerd als in hoofdstuk 2: eerst komt 'Beschrijving en afbakening' aan de orde, vervolgens de drie verschillende onderdelen van de sterkte/zwakte-analyse: Middelenpositie, Systeemkenmerken en *Performance*. Tenslotte gaan we nog in op het aandeel van de internationale vergelijking in de sterkte/zwakte-analyse. Aanvankelijk was het de bedoeling om voor ieder W&T-terrein een, weliswaar op maat vastgestelde, internationale vergelijking uit te voeren. Nu al kan worden opgemerkt dat, om redenen waar we in 4.5 verder op in zullen gaan, het internationale aspect slechts een beperkte rol heeft gespeeld en dan alleen voor bepaalde gebieden en voor specifieke vragen.

4.1. Afbakening: regelmatige feedback

Een belangrijk aspect van de analyse dat voortdurend een rol heeft gespeeld is het afbakeningsvraagstuk: welke activiteiten worden wel en welke niet in de beschrijving van het W&T terrein meegenomen. Die vraag is gedurende het hele project aan de orde geweest. Bij de start van fase twee van de NRLO verkenning lag er een lijst met 16 gebieden. Per gebied had de NRLO daarbij aangegeven in welke (onder-steunende) disciplines dynamiek is te constateren, welke potenties c.q. toepassingen in de essays en achtergrondstudies (fase 1) zijn genoemd, de vragen die volgens de NRLO door TNO-STB in de sterkte/zwakte-analyse en de workshops beantwoord zouden moeten worden en de mogelijke aanbevelingen.

TNO-STB heeft vervolgens in de Definitiefase op basis van argumenten gebieden samengevoegd en van de resulterende W&T-gebieden een nadere beschrijving en afbakening gemaakt. Tevens is per W&T-gebied aangegeven welke vragen wel en niet in de sterke/zwakte-analyse aan de orde zouden kunnen worden gesteld en in welke mate het internationale aspect aandacht zou moeten krijgen. Er vond ook voor bepaalde W&T-gebieden - met name de moleculaire biologische en ontwikkelings-biologische ontwikkelingen bij planten en dieren - een *reshuffling* plaats.

De definitiefase: de eerste beschrijvende en afbakenende stap - bleek voor wat betreft de afbakening niet genoeg te zijn. Nadat met de uitvoering van de sterkte/zwakte-analyse was gestart, was het noodzakelijk om regelmatig, zowel met de verschillende verantwoordelijke NRLO-medewerkers als met verschillende externe deskundigen overleg te plegen om tot een meer bevredigende afbakening van het veld te komen. Voor sommige gebieden liep dit proces door tot tijdens de workshop. Zo was aanvankelijk *genomics* - in de beperkte zin van het in kaart brengen van genen -, niet opgenomen in het W&T-terrein 'Moleculaire Plantenbiologie'. Echter tijdens de workshop realiseerde men zich dat het hiermee samenhangende structuur-functie onderzoek wel degelijk meegenomen zou moeten worden. Uiteindelijk is *genomics* in brede zin alsnog in het betreffende W&T-terrein opgenomen.

Een complicerende factor hierbij was dat bepaalde gebieden nog zo nieuw waren dat er nog nauwelijks op het betreffende terrein onderzoek wordt gedaan, maar ook dat het gebied een door het veld niet gemakkelijk te herkennen 'label' kreeg en ook niet gemakkelijk als zodanig in het veld werden herkend. Dit betekende dat de onderzoekers in het veld niet altijd goed in staat waren om de benodigde informatie over middelenpositie, systeemkenmerken en *performance* aan te geven. De NRLO had deze gebieden geselecteerd omdat ze als nieuw en/of veelbelovend naar voren waren gekomen in de eerste fase van de W&T-verkenningen. Echter, de gebieden hadden nog nauwelijks invulling gekregen in onderzoeksprojecten en -programma's en dergelijke. Dit gold voor 'Nanotechnologie', maar ook met andere gebieden kwamen we de hieruit voortkomende afbakeningsproblemen bij de inventarisatie van de Middelenpositie tegen (bijvoorbeeld 'Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte' en 'Intelligente Dataverwerking en Procesbesturing').

Onze conclusies: de afbakening van W&T-gebieden die als nieuw en veelbelovend worden beschouwd, is een belangrijk aandachtspunt gebleken in de sterkte/zwakte-analyse. Wanneer een eenduidige beschrijving en afbakening van het gebied ontbreekt bij de start van de sterkte/zwakte-analyse, is gedurende de beginfase intensief overleg tussen onderzoekers, opdrachtgever en experts in het veld noodzakelijk om dit alsnog te bereiken.

4.2. Middelenpositie

Het verzamelen van de benodigde data voor het onderdeel Middelenpositie is een arbeidsintensief proces. In de meeste gevallen moet informatie over het aantal fte's per groep bij de betrokkenen worden opgevraagd. In bepaalde gevallen gaven jaarverslagen voldoende informatie. Het lukte echter in de praktijk lang niet altijd voor alle W&T-

gebieden, vooral degenen waarbij ook afbakeningsproblemen aan de orde waren (zie 4.1), een volledig en betrouwbaar beeld van de fte's te krijgen.

Vooral bij nog jonge en weinig gestructureerde W&T-gebieden moet steeds worden bezien welke thema's en instituten nog wel en welke niet binnen de omschrijving van het terrein passen.

Een check van de verzamelde kwantitatieve gegevens over onderzoekscapaciteit is in alle gevallen noodzakelijk. Deze check vond voor een belangrijk deel plaats doordat de betrokkenen het voorlopige rapport met de resultaten van de sterkte/zwakte-analyse tijdens de workshop voorgelegd kregen en ze gevraagd werden om bij onjuistheden de getallen te rectificeren. Dit betekende dat voor enkele gebieden de schattingen van het aantal fte's nog na de workshop zijn bijgesteld. De uiteindelijke cijfers die in de eindrapporten staan kunnen als redelijke betrouwbare schattingen worden beschouwd.

De concluderende uitspraken over de middenpositie van een W&T-terrein zijn echter met de nodige voorzichtigheid gedaan (zie ook 3.1). Niettemin lagen in de gebieden met een relatief kleine capaciteit (voorbeeld: Aquacultuur) en in gebieden met een sterk versnipperde kennisinfrastructuur (voorbeeld: Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte) de te formuleren conclusies en aanbevelingen min of meer voor de hand. Hier moet echter nogmaals worden benadrukt dat de resultaten van de sterkte/zwakte-analyse niet *an sich* moeten worden beschouwd, maar vooral als input in een proces waarbij de betrokkenen bij de ontwikkeling van een W&T-terrein met z'n allen moeten nagaan op welke onderdelen activiteiten noodzakelijk zijn om de mogelijkheden van het nieuwe W&T-terrein ten volle te benutten.

Uit de evaluatie in het onderzoeksteam kwam ook naar voren dat om een beter inzicht in de middenpositie van een W&T-terrein te krijgen, per onderzoeksgroep, niet alleen informatie over de omvang van de wetenschappelijke staf voldoende is. Van enkele indicatoren die in de voorstudie al zijn genoemd, zou aanvullend op de omvang in fte's, nog van de volgende indicatoren aanvullende dataverzameling wenselijk en haalbaar zijn:

- voor universiteiten zou een uitsplitsing gemaakt moeten worden naar de aantallen fte's aangesteld in het kader van 1^e, 2^e en 3^e geldstroom-onderzoek;
- voor onderzoeksinstituten ook de omzet (per klantengroep: overheid, bedrijven, NGO's, etc); en
- ook de veranderingen in de middenstromen die er de laatste vijf jaar op dit terrein zijn geweest.

Vooral de informatie over het laatste aspect geeft beter inzicht in de dynamiek en waarde die aan de verzamelde cijfers moet worden gehecht en maakt het beter mogelijk een uitspraak over relatieve omvang en continuïteit te doen.

4.3. Systeemkenmerken

Dit is een van de beste graadmeters gebleken in de uitgevoerde sterkte/zwakte-analyse. De aanwezigheid van formele netwerken tussen onderzoekers onderling en tussen onderzoekers en marktpartijen of van informele netwerken of *ad hoc* projecten waarin onderzoekers en potentiële klanten samen opereren, geeft aan hoe actief en professioneel het veld is. De professionaliteit kwam vooral naar voren in de mate waarin onderzoekers strategisch opereren inzake netwerkvorming en marktwerking.

Het is tegelijkertijd ook een aspect dat erg arbeidsintensief is; het hele overzicht is alleen te krijgen door meerdere personen te spreken, jaarverslagen en websites te raadplegen. Ook dan is het nog mogelijk om bepaalde netwerken over het hoofd te zien.

Conclusies over de systeemkenmerken lieten zich in de meeste gevallen gemakkelijk formuleren. Het was duidelijk zichtbaar wanneer netwerken in een W&T-terrein tussen bepaalde onderzoeksgroepen wel aanwezig waren en tussen andere ontbraken of dat er überhaupt geen formele netwerken waren of dat het kleine veld dicht bezaaid was met informele netwerken.

4.4. Performance

Wetenschappelijke kwaliteit

Bij het beoordelen van de wetenschappelijke kwaliteit waren we enigszins gehandicapt door het feit dat er weinig *peer reviews* zijn uitgevoerd. De resultaten van de VSNU-visitatiecommissies van universitaire groepen zijn de enige beschikbare. Deze dateerden voor de meeste W&T-gebieden van enige jaren her en vaak zat de beoordeling van de LUW groepen er niet in. Voor enkele gebieden kon aanvullend nog informatie over bepaalde W&T-indicatoren (citatie-indices) worden gebruikt. Tenslotte konden we mondeling de resultaten van de beoordeling van DLO-visitatiecommissies van de betreffende onderzoeksgroepen verkrijgen.

Aanvullend werd informatie verzameld bij buitenlandse collega-onderzoekers en/of bij gebruikers van het onderzoek in Nederland.

Vaak betekende dit dat er op basis van een kwaliteitsbeoordeling van enkele onderdelen van het W&T-terrein, gecombineerd met de globale uitspraken van buitenlandse

onderzoekers, een oordeel kon worden geveld over de wetenschappelijke kwaliteit van - onderdelen van - de Nederlandse publieke kennisinfrastructuur.

Economische/Maatschappelijke bruikbaarheid

De beoordeling van de economische/maatschappelijk bruikbaarheid betrof vooral een beoordeling van de mate van marktgerichtheid en van de breedte van de markt (overheid, bedrijfsleven, NGO's, nationaal, internationaal). Dit gebeurde grotendeels op basis van informatie over contractonderzoek die door de betreffende onderzoekers zelf was verschaft. Voor sommige gebieden bleek bijvoorbeeld dat ze uitsluitend (overheids)vraag gestuurd zijn, andere waren uitsluitend van een internationale publieke markt afhankelijk of hadden uitsluitend een sterk onder - maatschappelijke - druk staande private markt.

Dit leverde echter een zeer beperkte en onvolledig, beeld op van de bruikbaarheid. Dit is voor een belangrijk deel te wijten aan het feit dat aan aanvullend op de sterkte/zwakte-analyse structureel een belangrijk deel heeft ontbroken. Wat ontbrak zijn de zogenaamde *Opportunities* en *Threats*, die samen met *Strength* and *Weaknesses* een zogenaamde SWOT-analyse compleet maken. Inzicht in *Opportunities* is inzicht in mogelijke toepassingen, dus mogelijke markten voor het onderzoek. Inzicht in *Threats* geeft inzicht in allerlei typen bedreigingen die toepassingen in de weg staan of die juist een uitdaging vormen om aangegaan te kunnen worden.

Op basis hiervan kunnen veel beter beargumenteerde uitspraken gedaan worden over de omvang en economische/maatschappelijke bruikbaarheid van het onderzoek dan nu het geval is geweest.

Belangrijk uitgangspunt echter bij de opdracht voor het uitvoeren van de sterkte/zwakte-analyse zoals TNO-STB die van de NRLO kreeg, was dat alleen de aanbodkant (het onderzoek) in de sterkte/zwakte-analyse zou moeten worden meegenomen. Er zou geen aandacht aan de vraagkant - waarin vooral de *opportunities* en *threats* aan bod komen - moeten worden besteed, aangezien deze door de NRLO al is meegenomen in het keuzeproses van de te selecteren W&T-gebieden in fase twee. Geen SWOT-analyse dus, maar alleen een SW-analyse. Dit leidde in de workshops tot, terechte, discussies over de vraag of uitspraken over de omvang en kwaliteit van een W&T-terrein wel gedaan kunnen worden als niet alle aspecten - vraag/aanbod, kansen/bedreigingen en sterkte/zwakte - worden meegenomen. Tijdens de workshops is door de aanwezigen (onderzoekers en gebruikers van onderzoek) aanvullende informatie over de vraagkant van het onderzoek verschaft, waardoor op basis van het geheel - sterkte/zwakte-analyse en workshop - enkele uitspraken over economisch/maatschappelijke bruikbaarheid konden worden gedaan.

Uiteindelijk leidde de sterkte/zwakte-analyse, mede door de input in de workshop, vrij eenduidig tot bepaalde conclusies en zinvolle beleidsaanbevelingen aan de hand waarvan verdere implementatie van de verkenningen door de NRLO mogelijk lijkt.

4.5. Beperkte aandacht voor internationale vergelijking

Aanvankelijk lag het in de bedoeling om van ieder W&T-gebied een internationaal deel toe te voegen. Dit internationale deel zou in de eerste plaats inzicht moeten bieden in de belangrijkste spelers in de internationale kennisinfrastructuur, de positie van de Nederlandse groepen in dit internationale veld en de deelname van Nederlandse onderzoeksgroepen aan internationale netwerken (incl. EU-projecten).

Om een aantal redenen is de uitwerking van het internationale deel beperkter in opzet gebleven dan gepland. De belangrijkste reden was van budgettair karakter. Bij de opzet van het project was de omvang van de verschillende onderdelen nog niet begroot. Toen dit wel aan de orde was, bleek dat het internationale deel relatief een zware last zou leggen op het toch nog niet al te ruime budget. Een tweede bijkomende reden was dat het proceskarakter van de sterkte/zwakte-analyse een grotere rol ging spelen dan aanvankelijk was voorzien (in de workshop, maar ook in andere kleinere bijeenkomsten met betrokkenen in het veld). Dit betekende dat de resultaten van het sterkte/zwakte-analyse onderzoek zoals neergelegd in de rapporten, niet zozeer als resultaat op zich, maar als een belangrijke input in een proces werden beschouwd, dat moet leiden tot, door de betrokken in het veld, gedragen beleidsaanbevelingen. Dit had ook consequenties voor het aandeel dat een internationale vergelijking in het geheel zou hebben: voor ieder W&T-terrein is, mede in overleg met de NRLO, een keuze gemaakt van specifieke internationale aspecten die in ieder van de sterkte/zwakte-analyses naar voren zouden moeten komen. Een meer volledig internationaal overzicht was voor de uiteindelijke doelstelling van de sterkte/zwakte-analyse - het in overleg met het 'veld' formuleren van beleidsaanbevelingen - minder noodzakelijk.

Dit heeft voor het internationale aandeel in de sterkte/zwakte-analyses betekend dat:

- voor de kwaliteitsbeoordeling van de Nederlandse publieke kennisinfrastructuur is voor enkele W&T-gebieden gebruik gemaakt van de beoordeling door buitenlandse onderzoekers;

- op basis van een overzicht van internationaal gezien sterke groepen en op basis van de kenmerken van deze groepen (bij voorbeeld omvang) zijn uitspraken gedaan over de samenstelling van groepen op het betreffende W&T-terrein in de Nederlandse kennisinfrastructuur;
- voor bepaalde 'kleine' W&T-gebieden is nagegaan waar buitenlandse groepen zitten waarmee de kleine onderzoeksgemeenschap in Nederland zou kunnen samenwerken;
- om het relatieve belang van het terrein voor de agrosector aan te kunnen wijzen is in bepaalde landen geïnventariseerd of er al een beleid inzake deze agrotoeepassingen wordt gevoerd en of er al onderzoeksactiviteiten op dit terrein worden verricht.