

NETHERLANDS OBSERVATORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

1998 Science and Technology Indicators Summary



Inhoud

Voorwoord	v
Samenvatting	vii
1 Algemene inleiding	
1.1 Wetenschap en technologie in de Nederlandse kennisinfrastructuur	1
1.2 Het Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie (NOWT)	4
1.3 De indeling van het indicatoren-rapport	4
2 R&D-infrastructuur	
2.1 Algemene trends in R&D-uitgaven	6
2.2 Financiering van R&D	15
2.3 De rol van de overheid	22
2.4 Conclusies en samenvatting met betrekking tot de Nederlandse positie op het gebied van de R&D-infrastructuur	27
3 Algemene resultaten van Nederlandse wetenschap en technologie	
3.1 Inleiding	29
3.2 Onderzoeksresultaten in wetenschappelijke tijdschriften	29
3.3 Wetenschappelijke prestaties: publicatieproductie en productiviteit	31
3.3.1 Nederlandse wetenschappelijke specialisatie	31
3.3.2 De dalende Nederlandse publicatie-output	32
3.3.3 Publicatieproductiviteit in een internationaal perspectief	33
3.3.4 Het Nederlandse specialisatieprofiel: disciplines en trends	35
3.4 Internationale wetenschappelijke invloed en kwaliteit	38
3.5 Publicatie-output en citatie-impact: een profiel van de Nederlandse wetenschap	43
3.6 Nationale en internationale wetenschappelijke samenwerking	46
3.6.1 Inleiding	46
3.6.2 Nationale samenwerking	46
3.6.3 Internationale samenwerking	51
3.6.4 Samenwerking tussen Nederland en de grensregio's	55
3.6.5 Een profiel van Nederlandse wetenschappelijk samenwerking	59

4 Wetenschappelijk onderzoek en het Nederlandse kennissysteem	
4.1 Wetenschappelijk onderwijs en de arbeidsmarkt voor academici	69
4.1.1 <i>Inleiding</i>	69
4.1.2 <i>Financiering van het hoger onderwijs</i>	70
4.1.3 <i>Het wetenschappelijk onderwijs: studenten, aio's en oio's</i>	73
4.1.4 <i>Arbeidsmarkt en werkloosheid onder academici</i>	78
4.2 Financieringsbronnen van R&D	84
4.3 Uitvoerders van R&D in Nederland	90
4.3.1 <i>R&D uitgevoerd door het bedrijfsleven</i>	93
4.3.2 <i>R&D uitgevoerd in de publieke sector</i>	95
4.3.3 <i>R&D uitgevoerd door de universiteiten</i>	105
4.4 Internationale onderzoeksfinanciering en –deelname	110
4.5 Publicatie-output en citatie-impact van Nederlandse kennisinstellingen	115
4.5.1 <i>Inleiding</i>	115
4.5.2 <i>Output en impact van institutionele sectoren</i>	116
4.5.3 <i>Output en impact van de Nederlandse universiteiten</i>	123
4.5.4 <i>Trends in output en impact van de Nederlandse universiteiten</i>	125
Literatuur	133
Afkortingen	135
Bijlagen	
I Officiële OESO-definitie voor R&D, en de indeling in R&D uitvoerende sectoren	137
II Bibliometrische dataverzameling en data-analyse	138
III Gegevensbronnen	145
IV Statistische bijlage	146

1 Algemene inleiding

1.1 Wetenschap en technologie in de Nederlandse kennisinfrastructuur

Nederland is in Europa een middelgroot land met een open economie en een samenleving die zich gaandeweg ontwikkelt in een richting waar kennis steeds belangrijker wordt voor ons welzijn en welvaart. Op talloze terreinen zoals gezondheidszorg, onderwijs, milieu, maar ook logistieke- en productietechnieken, worden ontwikkelingen in toenemende mate bepaald door de beschikbaarheid en optimaal gebruik van menselijke kennis en vaardigheden. De snelle opkomst van krachtige en gebruikersvriendelijke computers en telecommunicatiemiddelen versterken dit proces van kennisverspreiding en informatisering. Het begrip 'kennis' moet daarbij breed worden opgevat: het betreft niet louter expliciete feitenkennis, maar ook bijbehorende vaardigheden en impliciete inzichten die door praktische ervaring zijn verkregen. Kennis wordt nu alom beschouwd als een essentiële maatschappelijke factor voor onze sociale ontwikkeling op de middellange en lange termijn, en op de kortere termijn als 'grondstof' en productiefactor voor een duurzame economische groei. Zo vereisen de ingrijpende sociale veranderingen in de wereld, maar ook de scherpere economische concurrentieverhoudingen - zowel binnen de EU als daarbuiten - een hoger initieel kennisniveau van de bevolking, en in het bijzonder het werkende deel, om deze processen te begrijpen en daarop te kunnen inspelen. Hoewel de industrie niet centraal staat in de Nederlandse economische structuur, is ook hier sprake van een toenemende kennisintensiteit, waarbij geavanceerde technologie en innovatie sleutelwoorden zijn geworden. Ondernemingen hebben een toenemende behoefte aan bijvoorbeeld technisch-wetenschappelijke informatie over moderne (en schonere) productiemiddelen, maar ook aan juridische kennis en nieuwe inzichten op het gebied van organisatiekunde, management en marketing.

Deze benodigde kennis is voor een belangrijk deel afkomstig van de Nederlandse kennisinfrastructuur, het geheel van voorzieningen en instellingen dat nieuwe kennis produceert, deze verspreidt en overdraagt, en bestaande kennis bewaart. Kennisoverdracht vindt daarbij onder andere plaats door de hoger onderwijsinstellingen, via bedrijfsopleidingen en cursussen van beroepsverenigingen, en in de dagelijkse praktijk van de werksituatie. Een deel van deze kennis wordt geproduceerd en overgedragen door het Nederlandse wetenschaps- en technologiesysteem (W&T) dat zich bezig houdt met het verrichten van onderzoek en ontwikkeling (R&D). Dit W&T-systeem bestaat uit een breed

scala van instellingen waaronder de universiteiten, departementale onderzoeksinstituten, NWO- en KNAW-instituten, bedrijfslaboratoria, en onderzoekscentra van samenwerkende instellingen.

Wetenschappelijke en technologische kennis wordt nu alom beschouwd als een belangrijk cultureel, sociaal en economisch goed. Vele materiële en immateriële resultaten van die R&D-inspanning vinden hun weg naar allerlei maatschappelijke sectoren en worden daar toegepast voor het scheppen van werkgelegenheid, oplossen van logistieke knelpunten in verkeer en vervoer, het terugdringen van milieu-verontreiniging, het in kaart brengen van maatschappelijke problemen zoals de sociale coherentie van onze samenleving, en het aanscherpen van ethische vragen rondom genetische ontwikkelingen. Enerzijds via contractonderzoek door onderzoekers die hun nieuw verworven kennis en expertise overdragen via onderwijsactiviteiten, en anderzijds door afgestudeerde academici die wetenschappelijke kennis en inzichten en de daarbijbehorende (technische) vaardigheden uitdragen en benutten in de werkkring. Deze interactie is van essentieel belang voor vernieuwingen van kennisintensieve diensten, producten en procédés die voor een deel gevoed worden met uitkomsten van toepassingsgericht wetenschappelijk onderzoek. Hoogwaardig technisch-, natuur- en medisch-wetenschappelijk onderzoek vormt daarbij een belangrijke kennisbasis voor deze innovaties.

Het verrichten van kwalitatief hoogwaardig wetenschappelijk onderzoek heeft echter meer dan een economisch-strategische functie: het is een inherent onderdeel van onze geïndustrialiseerde westerse cultuur. Fundamenteel onderzoek speelt daarin een cruciale rol om een drietal redenen:

Ten eerste, omdat men nieuwe kennis ontwikkelt vanuit wetenschappelijke nieuwsgierigheid. Feitelijk gebruik of directe toepassingen zijn van ondergeschikt belang. Er valt dan ook vooraf niet te zeggen of resultaten ‘maatschappelijk relevant’ of economisch bruikbaar zullen zijn. Het verrichten van ‘vrij’ onderzoek aan onze universiteiten over een breed front van wetenschapsgebieden is een onmisbare activiteit voor het uitbreiden en actualiseren van ons kennisreservoir, en als voedingsbodem voor nieuwe inzichten en richtinggevend in het overdragen van nieuwe kennis aan studenten in het wetenschappelijk onderwijs, maar het is vooral van belang in de opleiding van jonge onderzoekers die nieuwe terreinen van wetenschap gaan ontginnen, inzichten van anderen leren begrijpen, gebruiken, en verder ontwikkelen.

Op de tweede plaats omdat actuele en grensverleggende kennis Nederlandse onderzoekers bovendien de best mogelijke toegang biedt tot internationale samenwerkingsverbanden

waardoor het signaleren, absorberen en benutten van buitenlandse W&T-inspanningen efficiënter en doelgerichter kan plaatsvinden.

Ten derde, omdat de rol van de universiteit - en andere (semi-)publieke onderzoeksinstituten - in de samenleving gaandeweg een sterker accent op toepassingsgericht onderzoek en maatschappelijke dienstverlening krijgt, en juist de interactie tussen fundamenteel en meer toepassingsgericht universitair onderzoek kan leiden tot nieuwe verrassende inzichten en toepassingen.

Het W&T-systeem vervult daarmee een essentiële functie in de Nederlandse kennisinfrastructuur. Het versterkt de kwaliteit van een kennisintensiever wordende Nederlandse samenleving en vormt tevens een belangrijke strategische factor in ons nationale innovatiesysteem. Een solide kennisbasis is van vitaal belang voor het innoverend vermogen van het R&D-intensieve Nederlandse bedrijfsleven, zowel voor het midden- en kleinbedrijf als voor onze grote multinationals.

De Nederlandse overheid onderkent dit collectieve belang door enerzijds een substantieel deel van het overheidsbudget te besteden aan bestaande onderzoeksinstituten, en anderzijds ook nieuwe initiatieven te ontplooiën om deze infrastructuur te verbeteren zoals bijvoorbeeld door de oprichting van de technologische topinstituten. Deze overheidsuitgaven voor R&D zijn niet louter bedoeld voor het op peil houden van onze economische groei en concurrentiepositie, en ter compensatie van de maatschappelijke onderinvestering van de industrie op dit gebied, maar ook ter ondersteuning van nationale belangen waaronder een goed hoger onderwijssysteem.

Een optimaal maatschappelijk en economisch rendement van deze overheidsmiddelen vereist een duidelijk geformuleerd en samenhangend beleid ten aanzien van wetenschap en technologie waarbij overwegingen van efficiëntie en effectiviteit een belangrijke plaats innemen. Nederland moet als relatief klein land kunnen inspelen op internationale ontwikkelingen en profiteren van buitenlandse kennis. Dit vraagt om afstemming van de maatschappelijke kennisvraag en het publieke aanbod, en het scheppen van gunstige randvoorwaarden voor het genereren van nieuwe kennis en het benutten van reeds bestaande kennis. Verantwoorde keuzen en beleidsmaatregelen vereisen inzicht in nationale en internationale ontwikkelingen op het gebied van wetenschap en technologie. Het Nederlandse onderzoek- en wetenschapsbeleid wordt daartoe van oudsher onderbouwd door cijfermateriaal over de stand van zaken en betreffende ontwikkelingen in het Nederlandse W&T-systeem, waaronder empirische informatie over sterke en zwakkere kanten van dit systeem. Dit W&T-indicatoren-rapport is één van die informatiebronnen.

1.2 Het Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie (NOWT)

Het *Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie* (NOWT) is in 1992 opgericht op initiatief van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen teneinde vraag en aanbod met betrekking tot kwantitatieve informatie over het Nederlandse W&T-systeem beter op elkaar af te stemmen en in een formeel organisatorisch kader onder te brengen. Het primaire doel van het NOWT is het zichtbaar maken, monitoren en verslag doen van ontwikkelingen om een meer coherent en empirisch onderbouwd beeld te vormen van de Nederlandse wetenschapsbeoefening en technologie. Het accent ligt daarbij op een beschrijving op basis van meetbare kenmerken. In dit kader verzamelt en analyseert het NOWT kwantitatief-empirische informatie over landen, sectoren, vakgebieden en grote Nederlandse kennisinstellingen.

Het is daarbij belangrijk te beseffen dat wetenschap en technologie een zeer complex onderling samenhangend en interactief systeem vormt dat bestaat uit kennis, faciliteiten en activiteiten op het niveau van instellingen, groepen en individuen. Dit geheel laat zich dan ook slechts in beperkte mate beschrijven door kengetallen. Hoewel de gebruikte 'indicatoren'¹ in dit rapport zoveel mogelijk in hun samenhang tot de verschillende onderdelen van het W&T-systeem besproken worden, zullen deze cijfers nooit volledig inzicht kunnen geven in het geheel. De beschrijvingen in dit rapport, en de daarop gebaseerde conclusies, betreffen dan ook louter dié aspecten van het W&T-systeem die zich in voldoende (betrouwbare) mate in cijfers laten weergeven. Gegeven deze inherente beperkingen, bieden zorgvuldig gekozen indicatoren desalniettemin een objectief, empirisch raamwerk voor een beschrijving van een groot aantal relevante aspecten van dit kennissysteem. Het gepresenteerde cijfermateriaal leent zich vooral voor onderlinge vergelijkingen - enerzijds tussen het Nederlandse W&T-systeem en dat van andere landen, en anderzijds tussen de diverse onderdelen van ons W&T-systeem. Aldus wordt een inzicht verkregen in relatief sterke en zwakke kanten van de Nederlandse wetenschap en technologie.

1.3 De indeling van het indicatoren-rapport

Het NOWT stelt elke twee jaar een openbaar rapport samen over de stand-van-zaken van het Nederlandse W&T-systeem, waarbij met behulp van kwantitatieve graadmeters inzicht wordt

verschafft in de interne, institutionele structuur van dat systeem in relatie tot de omgeving, en als functie van de tijd. Het onderhavige rapport is het derde in deze reeks NOWT W&T-indicatoren rapporten. Evenals de twee voorgaande rapporten wordt ook hier een overzicht gegeven van ons W&T-systeem in relatie tot de situatie in andere hoogontwikkelde landen, met speciale aandacht voor de OESO-lidstaten en overige Westeuropese landen. De reeks indicatoren biedt de mogelijkheid om onze prestaties te meten met die van andere landen, en structurele kenmerken in het Nederlandse systeem te signaleren en te volgen.

Het rapport bestaat uit twee hoofddelen. Deel 1 bevat de hoofdtekst waarin W&T-input en directe opbrengsten in onderlinge samenhang worden beschreven. Om de relaties en interacties tussen de verschillende onderdelen van het W&T-systeem duidelijk te maken, zijn de indicatoren ingedeeld in een cluster dat de R&D-infrastructuur beschrijft (hoofdstuk 2), en in een cluster dat betrekking heeft op W&T-resultaten (hoofdstuk 3). In deze twee hoofdstukken ligt de nadruk op de vergelijking van het Nederlandse W&T-profiel met dat van andere OESO-landen. In het geval van de R&D-infrastructuur wordt nader ingegaan op R&D-uitgaven en financiering. Resultaten van wetenschappelijke en technologische inspanning worden met behulp van zogeheten bibliometrische indicatoren belicht. Deze kengetallen zijn gebaseerd op gedocumenteerde resultaten ('output') in termen van wetenschappelijke artikelen en octrooien. Dit levert enerzijds inzicht in wetenschappelijke productiviteit, samenwerking, en internationale zichtbaarheid, en anderzijds in onze technologische positie. In hoofdstuk 4 worden 'input' en 'output' van het Nederlandse W&T-systeem verder onder de loep genomen. Daarbij wordt ondermeer aandacht besteed aan de instroom van WO-studenten en de arbeidsmarktsituatie voor academici en jonge onderzoekers, aan de financieringsbronnen van publieke kennisinstellingen en universiteiten, aan de wetenschappelijke samenwerking met de grensregio's in België en Duitsland, maar ook aan de internationale invloed en kwaliteit van Nederlands universitair onderzoek in de diverse wetenschappelijke disciplines.²

Deel 2 bevat achtergrondinformatie van dit rapport. Dit onderdeel omvat achtereenvolgens: definities van kernbegrippen; de omschrijving van vermelde afkortingen; een beknopte toelichting op bibliometrische methoden; een overzicht van gebruikte gegevensbronnen; en een overzicht van de geraadpleegde literatuur waarnaar in het rapport wordt verwezen. De statistische bijlage bevat aanvullend cijfermateriaal met betrekking tot de tabellen en figuren die in de hoofdtekst zijn opgenomen.

¹ Indicatoren zijn kengetallen die verifieerbare cijfermatige informatie verschaffen voor een systematische vergelijking van systeemkenmerken en tevens als kwantitatieve graadmeter kunnen dienen om ontwikkelingen in de tijd te kunnen volgen.

² In tegenstelling tot de twee voorgaande NOWT-indicatorenrapporten bevat deze 1998-editie geen cijfermateriaal met betrekking tot W&T-activiteiten en verschijnselen in het algemene publieke domein (zoals bijv. media-aandacht,

publiekshouding en feitenkennis). Doorvoor zijn er in recente jaren te weinig nieuwe, internationaal vergelijkbare data verschenen in openbare bronnen.

2 R&D-infrastructuur

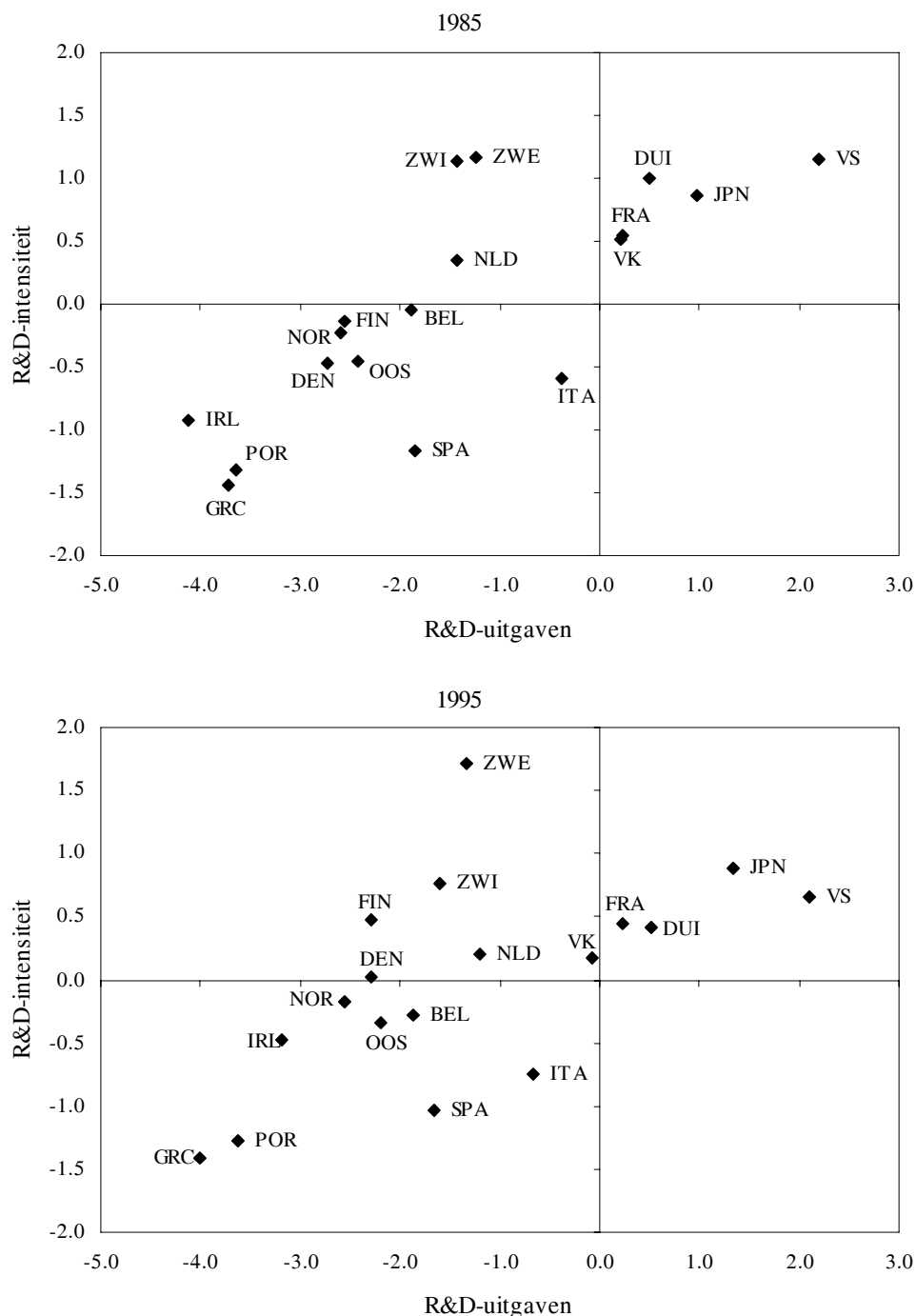
2.1 Algemene trends in R&D-uitgaven

In het R&D-proces speelt schaalgrootte een belangrijke rol. Complexe wetenschappelijke en technologische problemen vereisen een bepaalde minimale omvang van de inspanningen, en vaak neemt de kans op succes toe met de omvang van het project. Vanuit dit standpunt bezien hebben grote landen een voordeel ten opzichte van kleine landen, vanwege de grotere omvang van hun R&D-budgetten.

Echter, schaalgrootte speelt vooral een rol op het niveau van individuele onderzoeksorganisaties (of zelfs laboratoria). Verschillen in de omvang van R&D-middelen op nationaal niveau impliceren dus nog geen verschillen op het micro niveau. Er valt dus iets voor te zeggen om de verschillen in omvang van R&D-uitgaven tussen landen te corrigeren voor de omvang van het land. Eén mogelijke manier om dat te doen is het berekenen van de R&D-intensiteit, gedefinieerd als de R&D-uitgaven als percentage van het Bruto Binnenlands Product (BBP).

Om zowel de verschillen in schaal van R&D-processen op nationaal niveau, als de verschillen in R&D-intensiteiten tussen landen te illustreren, worden in Figuur 2.1 beide grootheden tegen elkaar afgezet. Op de verticale as wordt voor ieder land het verschil tussen de R&D-intensiteit van dat land en de gemiddelde R&D-intensiteit van de gehele groep landen weergegeven. Om te voorkomen dat grote landen als bijvoorbeeld de Verenigde Staten, Japan of Duitsland dit gemiddelde te nadrukkelijk beïnvloeden, is gekozen voor een ongewogen gemiddelde. Op de horizontale as wordt voor ieder land het verschil tussen de absolute R&D-uitgaven van dat land en de gemiddelde absolute R&D-uitgaven van de gehele groep landen weergegeven. Ook hier is gekozen voor een ongewogen gemiddelde. Bovendien zijn de R&D-uitgaven uitgedrukt in een logaritmische schaal om een betere vergelijking tussen grote en kleine landen mogelijk te maken. De assen zelf in deze figuur corresponderen dus met de (ongewogen) gemiddelde waarde voor alle landen tezamen. Landen die links (rechts) van of onder (boven) de assen liggen scoren een waarde die lager (hoger) ligt dan het gemiddelde. In Figuur 2.1 worden beide grootheden weergegeven voor de jaren 1985 en 1995. Als beginjaar is 1985 gekozen om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de vorige NOWT-rapporten. Als eindjaar is 1995 gekozen omdat voor dit jaar de meest recente gegevens van zowel het CBS als de OESO beschikbaar zijn.

Figuur 2.1: Totale R&D-uitgaven als percentage van het Bruto Binnenlands Product¹ en de absolute uitgaven², beiden t.o.v. het groepsgemiddelde, 1985 en 1995³



1 Gemeten als het verschil tussen de R&D-intensiteit van het betreffende land en het ongewogen gemiddelde van alle landen.

2 Gemeten als het verschil tussen de R&D-uitgaven van het betreffende land en het ongewogen gemiddelde van alle landen (in constante 1990 US dollars, logaritme).

3 Niet voor alle landen zijn er gegevens voor 1985 en 1995 beschikbaar. Derhalve zijn voor 1985 voor Griekenland, Portugal en Zwitserland de gegevens van 1986 gebruikt, en voor 1995 de gegevens van 1992 voor Zwitserland en van 1993 voor Griekenland.

Bron: MERIT, data: OESO.

Uit de vergelijking tussen 1985 en 1995 blijkt dat de verschillen tussen de landen relatief stabiel zijn over de tijd. In 1995 tekenden zich drie globale groepen af. Rechtsboven in de figuur vinden we de drie grote Europese landen plus Japan en de Verenigde Staten. Deze landen, alle te kenmerken als grote landen, scoren bovengemiddeld voor zowel de R&D-intensiteit als de omvang van de R&D uitgaven. Behalve leiders op het gebied van R&D zijn deze landen ook alle te kenmerken als economische leiders. Zo zijn ze bijvoorbeeld alle vijf lid van de G7-groep.

De tweede groep bestaat uit een aantal hoog ontwikkelde Europese landen, waaronder Nederland, en verder Zweden, Zwitserland, Finland, België, Noorwegen, Denemarken en Oostenrijk. Deze landen scoren qua R&D-intensiteit boven of rond het gemiddelde, maar hebben een duidelijk kleinere omvang van de totale uitgaven dan de groep van vijf leiders. Ook hier is weer duidelijk sprake van overeenkomsten tussen de landen die verder gaan dan alleen R&D. Institutioneel gezien lijken Nederland en de Scandinavische landen relatief veel op elkaar (bijvoorbeeld voor wat betreft de inrichting van hun economieën).

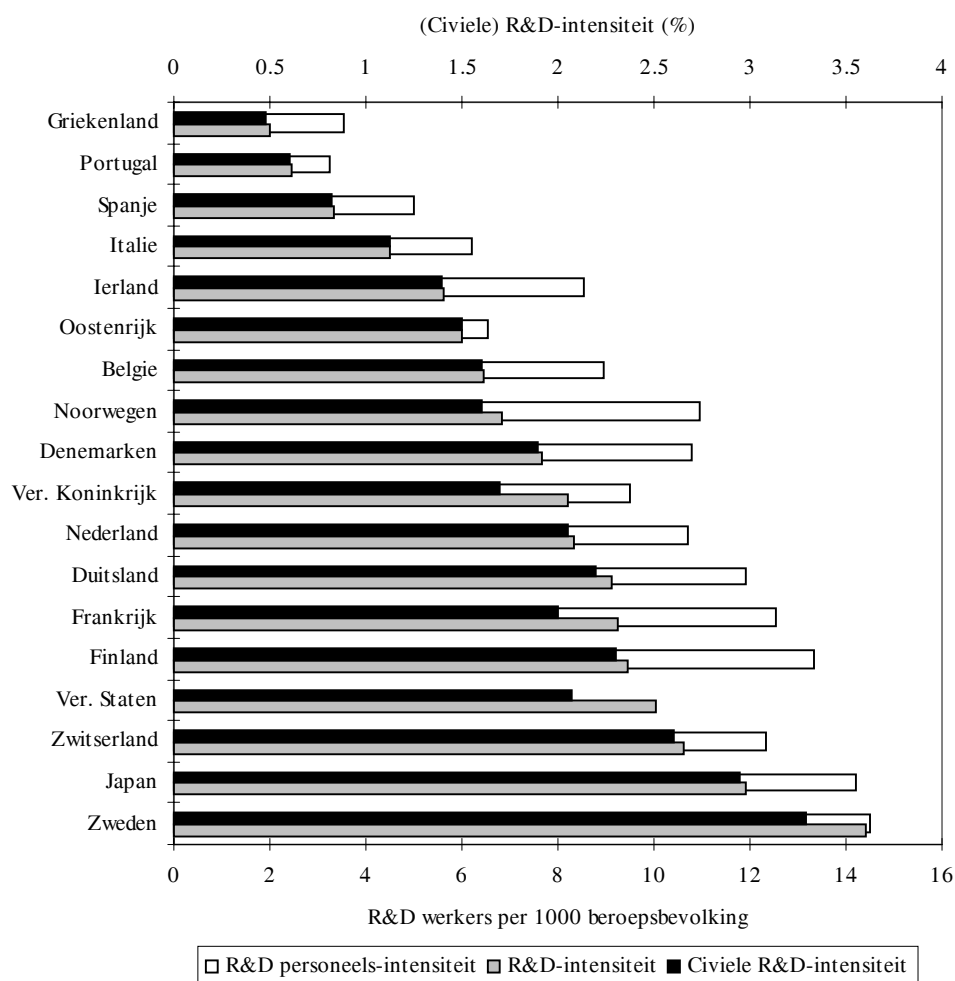
De derde groep tenslotte, kan duidelijk aangemerkt worden als een groep van technologische volgers. Deze landen (Ierland, Portugal, Griekenland, Spanje en Italië) scoren als geheel duidelijk lager op zowel R&D-intensiteit als omvang van de budgetten. Italië, als G7 lid, is de enige uitzondering, doch slechts op het gebied van de omvang van de budgetten. Ook hier is duidelijk sprake van een min of meer homogene groep voor wat betreft andere kenmerken dan R&D. Vier van de vijf landen liggen bijvoorbeeld aan de Middellandse Zee.

Deze groepering in drie groepen - leiders, middengroep en volgers - zal in de rest van dit hoofdstuk als leidraad gebruikt worden bij het analyseren van trends en verschillen tussen landen. Hoewel voor sommige indicatoren die hieronder behandeld zullen worden andere indelingen voor de hand liggen, zal toch vastgehouden worden aan de hier gevonden indeling.¹ Deze indeling is immers tot stand gekomen op grond van het totale R&D-beeld, en sluit ook redelijk goed aan bij andere karakteristieken van de landen.

Het enige land dat in de periode 1985 - 1995 haar positie significant verandert, is Ierland. Dit land lijkt bezig te zijn de sprong te maken van de volgersgroep naar de middengroep. Ook binnen de groepen zijn de veranderingen meestal klein. In de middengroep is Zweden de uitzondering. Door een sterk groeiende R&D-intensiteit lijkt Zweden weg te sprinten van de

¹ Zie ook Hoofdstuk 5 van het *'Second European Report on S&T Indicators 1997'* (European Commission, 1997) voor een soortgelijke indeling.

Figuur 2.2: Relatieve R&D-inspanningen per land, 1995

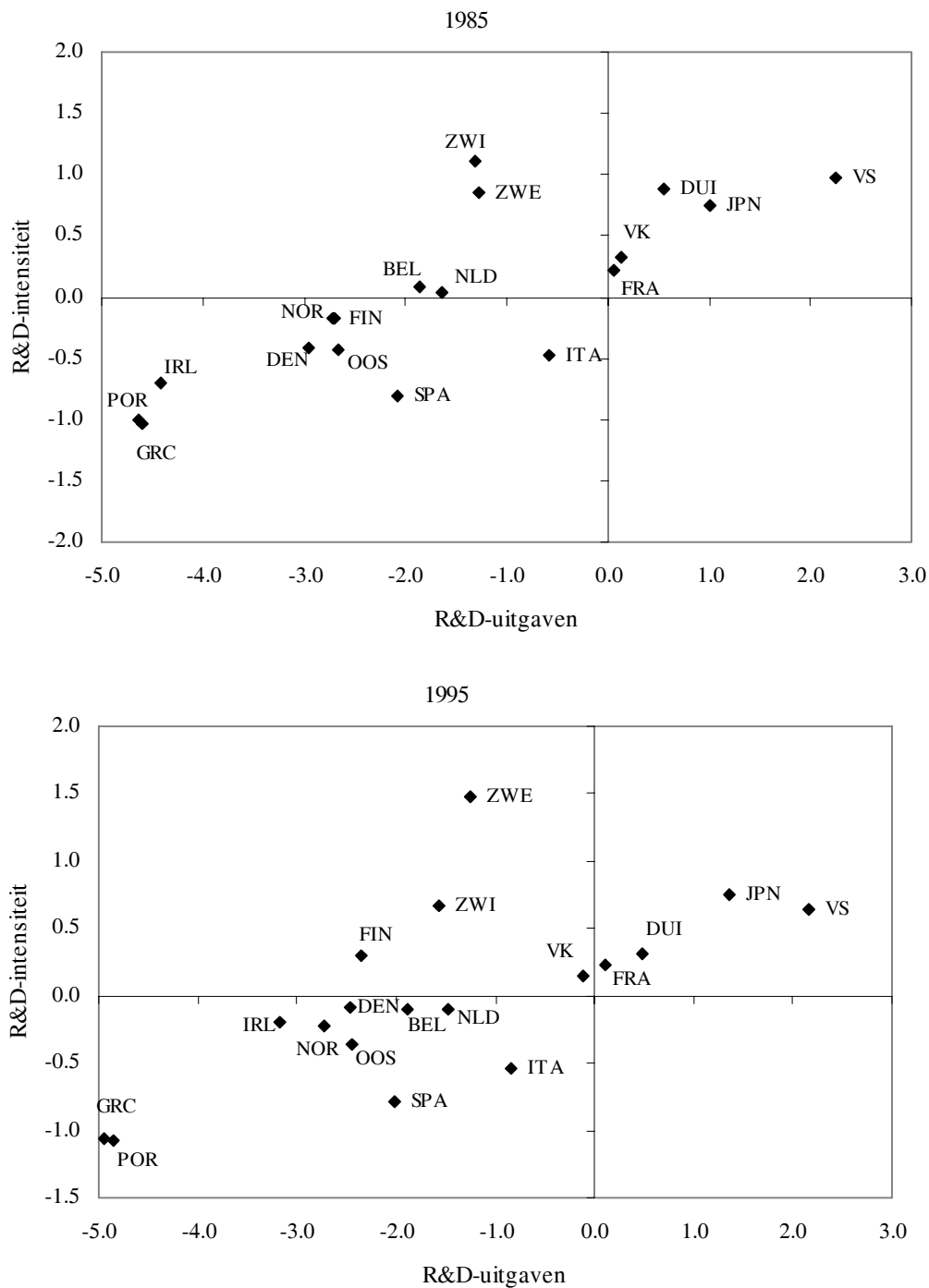


Bron: MERIT, data: OESO.

andere landen uit de middengroep. Ook Finland scoort in 1995 relatief beter dankzij een hogere R&D-intensiteit. Bij de leiders lijkt er een gat te ontstaan tussen de grote Europese landen enerzijds en Japan en de Verenigde Staten anderzijds. Vooral Duitsland valt op met een relatief sterke teruggang in R&D-intensiteit.

Figuur 2.2 geeft een overzicht van de relatieve R&D-inspanningen per land. Behalve de al eerder geïntroduceerde R&D-intensiteit is ook de R&D-intensiteit voor niet-militaire R&D weergegeven, alsmede de omvang van het R&D-personeel per 1000 leden van de beroepsbevolking. De figuur geeft aan dat de laatste van deze drie indicatoren globaal tot dezelfde conclusie met betrekking tot verschillen tussen landen leidt als de R&D-intensiteit (voor de Verenigde Staten zijn geen vergelijkbare data over R&D-personeel beschikbaar).

Figuur 2.3: Bedrijfs R&D-uitgaven als percentage van het Bruto Binnenlands Product¹ en de absolute uitgaven², beiden t.o.v. het groepsgemiddelde, 1985 en 1995³



wogen

gemiddelde van alle landen.

2 Gemeten als het verschil tussen de bedrijfs R&D-uitgaven van het betreffende land en het ongewogen gemiddelde van alle landen (in constante 1990 US dollars, logaritme).

3 Niet voor alle landen zijn er gegevens voor 1985 en 1995 beschikbaar. Derhalve zijn voor 1985 voor Griekenland, Portugal en Zwitserland de gegevens van 1986 gebruikt, en voor 1995 de gegevens van 1992 voor Zwitserland en van 1993 voor Griekenland en Oostenrijk.

Bron: MERIT, data: OESO.

De verschillen tussen de (totale) R&D-intensiteit en de niet-militaire R&D-intensiteit zijn groter. Vooral de grote landen (Verenigde Staten, Verenigd Koninkrijk, Frankrijk) en Zweden besteden een substantieel gedeelte van hun R&D-uitgaven aan militaire doeleinden². Nederland scoort iets boven het gemiddelde, en qua civiele R&D behoort Nederland zelfs tot de subtop.

De groepering van de landen in termen van de totale R&D-uitgaven lijkt eveneens relevant te zijn wanneer de afzonderlijke R&D-uitvoerende sectoren bezien worden. Figuur 2.3 geeft het beeld dat ontstaat voor de bedrijvensector. Rechtsboven in de figuur vinden we wederom de grote Europese landen plus Japan en de Verenigde Staten. In het midden bevindt zich weer de grote middengroep van hoog ontwikkelde Europese landen, waaronder Nederland. Ook het patroon voor de volgers is globaal gezien hetzelfde.

Nederland lijkt in het geval van bedrijfs R&D in 1995 iets minder goed te scoren ten opzichte van de middengroep. In 1985 lagen zowel de Nederlandse R&D-intensiteit als de omvang van de bedrijfs R&D-uitgaven relatief hoog ten opzichte van de andere leden van deze middengroep. In 1995 heeft Nederland echter een R&D-intensiteit die niet boven het gemiddelde van deze middengroep uitkomt. Qua schaalgrootte scoort Nederland echter nog steeds relatief hoog, alleen Zweden scoort hier beter³.

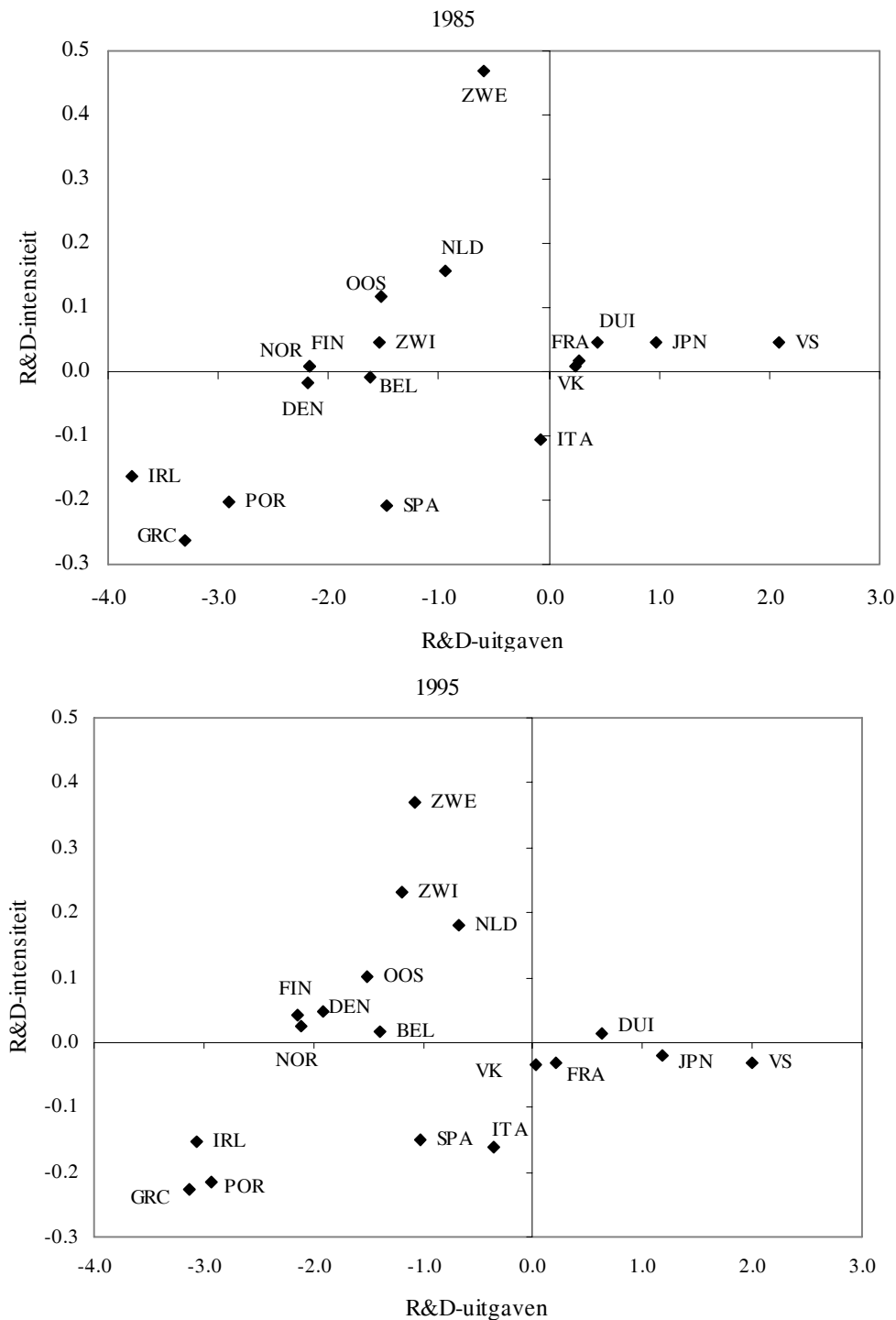
Ook bij de bedrijfs R&D-uitgaven zien we het beeld terugkomen dat Frankrijk, Engeland en Duitsland, de drie grote Europese landen, in 1995 verder achterop zijn geraakt bij Japan en de Verenigde Staten. De sterke toename van de R&D-intensiteit van Zweden en Finland in Figuur 2.1, zien we ook terug in Figuur 2.3. Voor beide landen is de bedrijfs R&D-intensiteit sterk toegenomen.

De 'gelijkvormigheid' ten opzichte van het totaalbeeld in Figuur 2.1 geldt in mindere mate voor de hoger onderwijssector, zoals afgebeeld in Figuur 2.4. De groep van leidende grote landen heeft in deze sector slechts een gemiddelde R&D-intensiteit. Het zijn vooral enkele landen uit de middengroep, waaronder Nederland, die hier qua R&D-intensiteit voorop lopen. Vooral in 1995 bestaat er een relatief grote kloof tussen deze middengroep en de landen in de volgersgroep. Over de tijd gezien verandert de positie van Nederland in hoger onderwijs

² Uiteraard kunnen deze militaire R&D-uitgaven ook tot civiele toepassingen leiden. Zo zijn bijv. de eerste computers en lasers ontwikkeld voor militaire doeleinden. In het algemeen is de spin-off van militaire R&D echter relatief klein.

³ Het lijkt er ook op dat Nederland qua schaalgrootte Zwitserland achter zich laat. Voor dit land zijn de meest recente data echter voor 1992. Zouden we Nederland in 1992 met Zwitserland vergelijken, dan zou Zwitserland qua schaalgrootte hoger scoren.

Figuur 2.4: R&D-uitgaven hoger onderwijs als percentage van het Bruto Binnenlands Product¹ en de absolute uitgaven², beiden t.o.v. het groepsgemiddelde, 1985 en 1995³



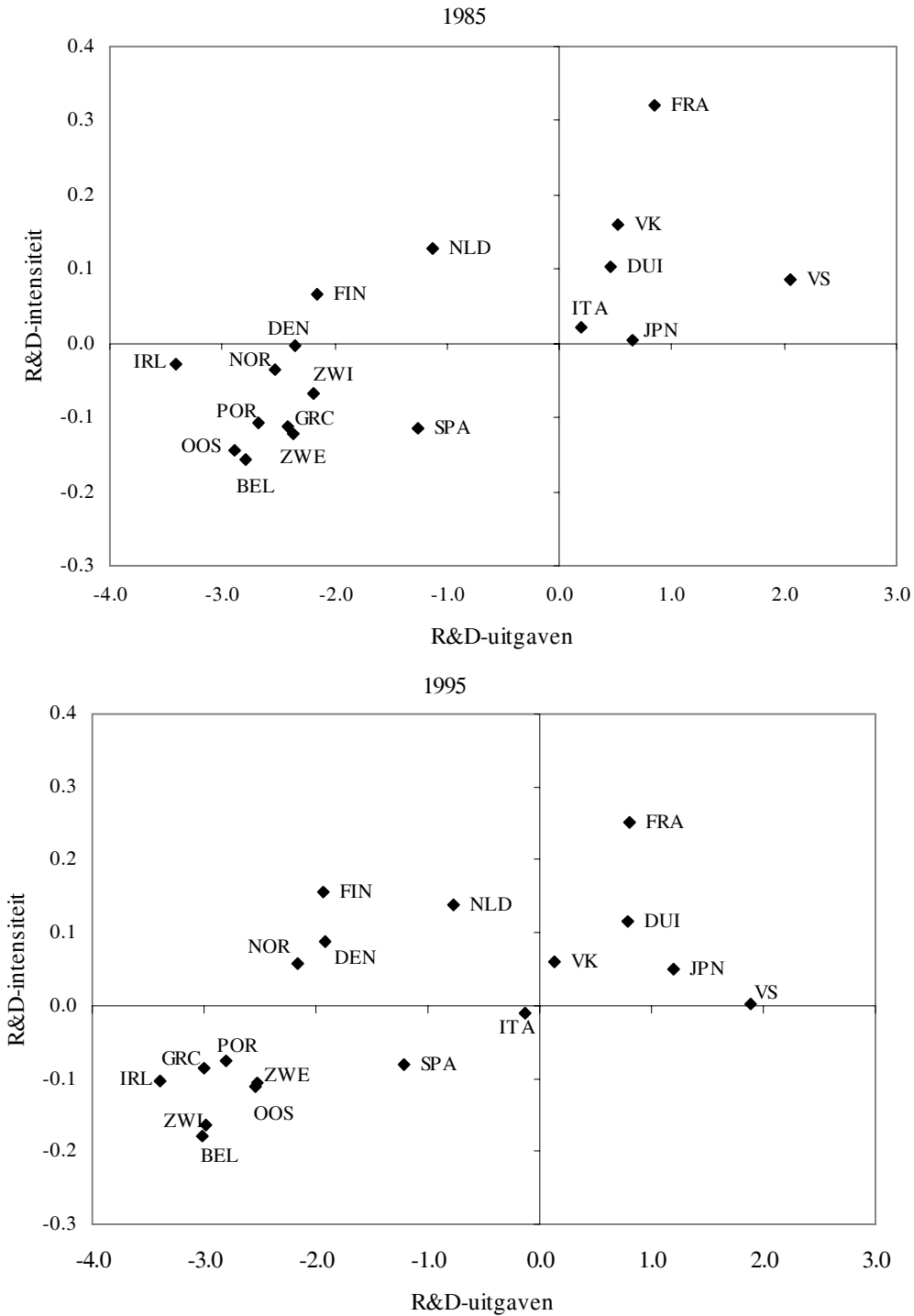
1 Gemeten als het verschil tussen de hoger onderwijs R&D-intensiteit van het betreffende land en het ongewogen gemiddelde van alle landen.

2 Gemeten als het verschil tussen de hoger onderwijs R&D-uitgaven van het betreffende land en het ongewogen gemiddelde van alle landen (in constante 1990 US dollars, logaritme).

3 Niet voor alle landen zijn er gegevens voor 1985 en 1995 beschikbaar. Derhalve zijn voor 1985 voor Griekenland, Portugal en Zwitserland de gegevens van 1986 gebruikt, en voor 1995 de gegevens van 1994 voor Zwitserland en van 1993 voor Griekenland en Oostenrijk.

Bron: MERIT, data: OESO.

Figuur 2.5: R&D-uitgaven (semi-) publieke sector als percentage van het Bruto Binnenlands Product¹ en de absolute uitgaven², beiden t.o.v. het groepsgemiddelde, 1985 en 1995³



1 Gemeten als het verschil tussen de R&D-intensiteit van de (semi-) publieke sector van het betreffende land en het ongewogen gemiddelde van alle landen.

2 Gemeten als het verschil tussen de R&D-uitgaven van de (semi-) publieke sector van het betreffende land en het ongewogen gemiddelde van alle landen (in constante 1990 US dollars, logaritme).

3 Niet voor alle landen zijn er gegevens voor 1985 en 1995 beschikbaar. Derhalve zijn voor 1985 voor Griekenland, Portugal en Zwitserland de gegevens van 1986 gebruikt, en voor 1995 de gegevens van 1994 voor Zwitserland en van 1993 voor Griekenland en Oostenrijk.

Bron: MERIT, data OESO.

R&D ten opzichte van het gemiddelde van alle landen nauwelijks. Zwitserland streeft Nederland in 1995 voorbij voor wat betreft de R&D-intensiteit. Nederland blijft echter leider in de middengroep voor wat betreft de schaalgrootte.

Ook voor wat betreft de R&D-uitgaven in de (semi-) publieke sector is er weinig sprake van gelijkvormigheid ten opzichte van het totaalbeeld. In deze sector is er nauwelijks sprake van drie verschillende groepen. De groep van leidende grote landen is nog wel als zodanig herkenbaar, hoewel Italië zich bij deze landen lijkt te voegen. In 1985 vormden de middengroep en de volgersgroep echter één geheel. Nederland nam in 1985 een uitzonderlijke positie in, met een duidelijk boven gemiddelde R&D-intensiteit in deze sector, en een schaalgrootte die tussen de beide groepen in lag.

Dit beeld verandert niet zo veel in 1995, hoewel drie 'Nordic' landen (Noorwegen, Finland, Denemarken) zich in de richting van Nederland bewegen. Nederland neemt nog steeds een relatief vooraanstaande positie in, en beweegt zich ook qua schaalgrootte in de richting van de leidersgroep. Bij de leiders verliest het Verenigd Koninkrijk terrein terwijl Japan, net als bij de overige sectoren, zijn positie verbetert.

Samenvattend kan gesteld worden dat de Nederlandse infrastructuur internationaal gezien deel uitmaakt van een middengroep. Op onderdelen, met name de (semi-) publieke sector en het hoger onderwijs, kan deze groep in het algemeen en Nederland in het bijzonder zich qua R&D-intensiteit meten met de technologische leiders (de grote landen van Europa plus Japan en de Verenigde Staten). Met name in de bedrijvensector is de Nederlandse positie in de middengroep echter zwak. Tussen 1985 en 1995 wist Nederland zijn positie qua schaalgrootte nog wel te verbeteren, maar de Nederlandse bedrijfs R&D-intensiteit zakte van boven het gemiddelde van alle landen in 1985 tot onder het gemiddelde in 1995.

De schaalgrootte van R&D in de middengroep is relatief klein in vergelijking met de leidende landen. Dit gegeven, dat uiteraard nauw samenhangt met de omvang van de landen, impliceert dat Nederlandse R&D-uitvoerders gedwongen zijn om keuzes te maken uit het grote aanbod van onderzoeksvelden en -onderwerpen.

2.2 Financiering van R&D

De gegevens die in de vorige paragraaf zijn gepresenteerd, hebben betrekking op R&D-uitgaven uitgesplitst naar uitvoerende sector. Aangezien deze sectoren niet volledig zorgdragen voor hun eigen financiering, is het ook relevant de financieringsstructuur van de R&D-uitgaven nader te bezien. Figuur 2.6 geeft voor 1995 de onderverdeling van de totale R&D-uitgaven naar financierende sectoren. Hierbij is uitgegaan van de in de vorige paragraaf gemaakte indeling van landen in een leidersgroep, een middengroep en een volgersgroep.

Figuur 2.6 geeft aan dat er duidelijke verschillen bestaan in termen van financieringsstructuur tussen de groepen. In de groep van leiders neemt de bedrijvensector het grootste aandeel voor haar rekening. De overheid speelt hier een relatief kleine rol. Hierbij moet nog bedacht worden dat in drie van de leidende landen (de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk) een relatief groot aandeel van de R&D-uitgaven naar militaire doelen gaat. Militaire R&D wordt grotendeels door de overheid gefinancierd. Dit maakt de relatief kleine rol van de overheid in deze groep des te opvallender. Binnen de groep van leiders worden de Europese landen gekenmerkt door een relatief groot aandeel van de bedrijven.

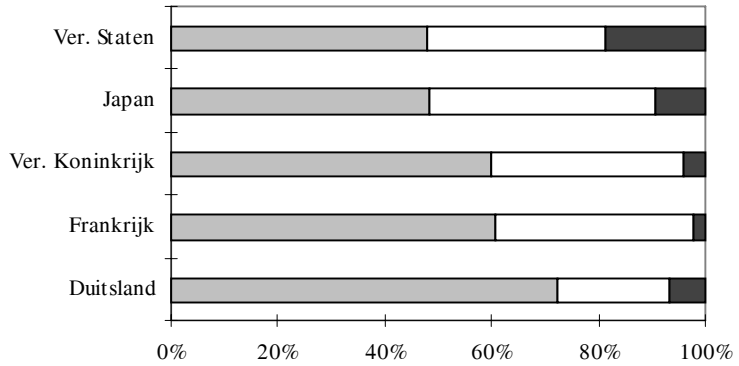
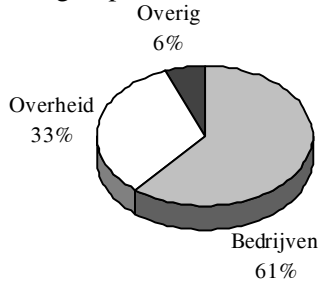
In de middengroep, waar Nederland deel van uitmaakt, is het aandeel van bedrijven in de R&D-financiering gemiddeld 56%. Nederland zit met een aandeel van 46% beduidend onder dit gemiddelde. Dit wijst opnieuw op een relatief zwakke inspanning van het Nederlandse bedrijfsleven op het gebied van R&D, iets dat ook in de vorige paragraaf al geconstateerd werd. De twee landen die in de middengroep het meest voorop lopen, Zwitserland en Zweden, worden, samen met België, gekenmerkt door een relatief hoog aandeel van de bedrijven in de R&D-financiering. Het aandeel van de bedrijven in deze drie landen ligt in de buurt van het gemiddelde aandeel van de bedrijven in de leidersgroep.

In de volgersgroep is de rol van de overheid het grootst. De overheid financiert in deze groep bijna net zoveel als de bedrijven. Tussen de verschillende landen zijn er echter grote verschillen. Vooral in Portugal en Griekenland is de rol van de bedrijven zeer klein. Ierland, dat in 1995 aansluiting leek te verkrijgen bij de middengroep, wordt daarentegen gekenmerkt door een relatief groot aandeel van het bedrijfsleven.

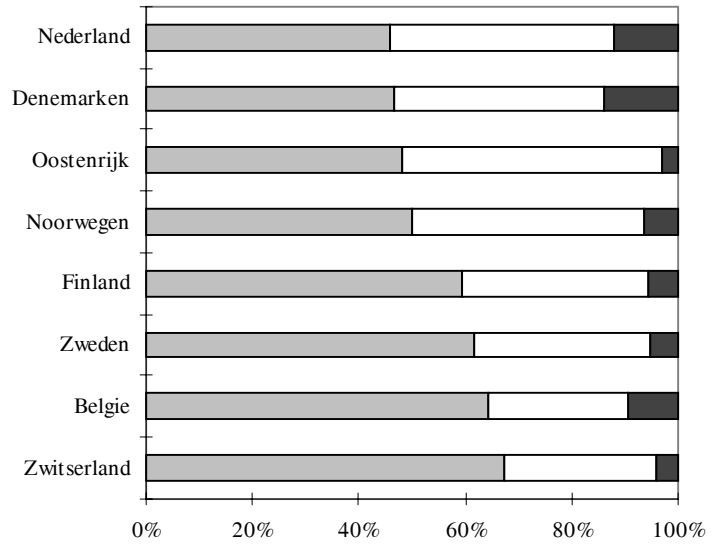
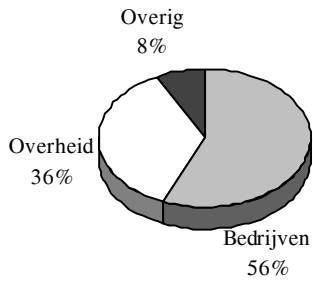
Op het niveau van de R&D-uitvoerende sectoren geeft de financieringsstructuur inzicht in de interactie tussen de sectoren. Zo wijst een hoog aandeel van overheidsfinanciering van door bedrijven uitgevoerde R&D op een actief overheidsbeleid. Figuur 2.7 geeft voor de bedrijven-

Figuur 2.6: Totale R&D-uitgaven naar financieringsbron, 1995

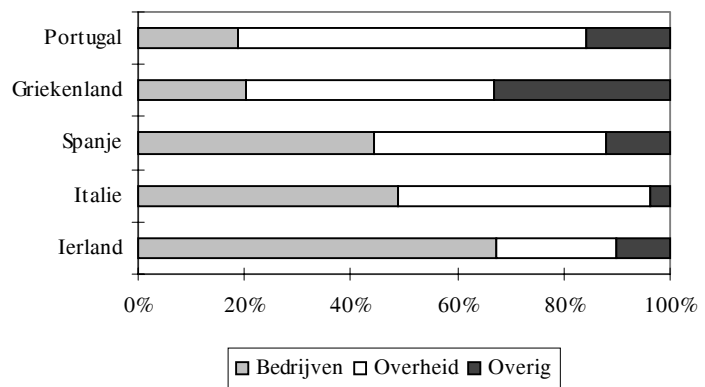
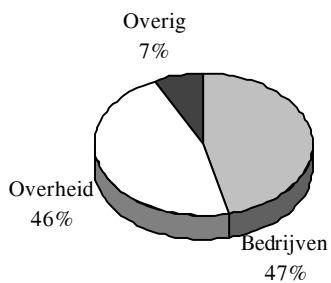
Leidersgroep



Middengroep



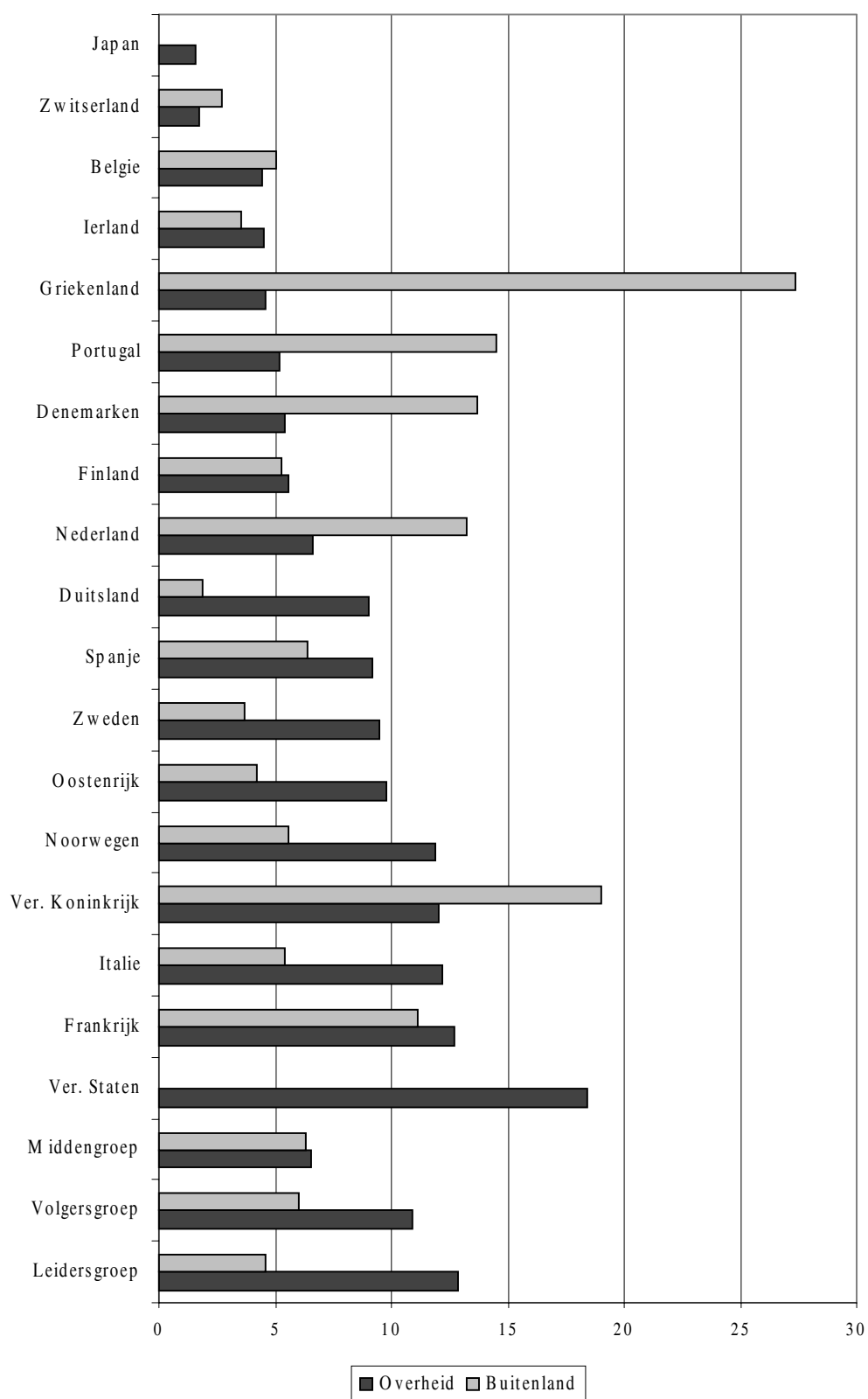
Volgersgroep



■ Bedrijven □ Overheid ■ Overig

Bron: MERIT, data: OESO.

Figuur 2.7: Het aandeel van de overheid en het buitenland in de financiering van de bedrijfs-R&D, in % van het totaal, 1995



Bron: MERIT, data: OESO.

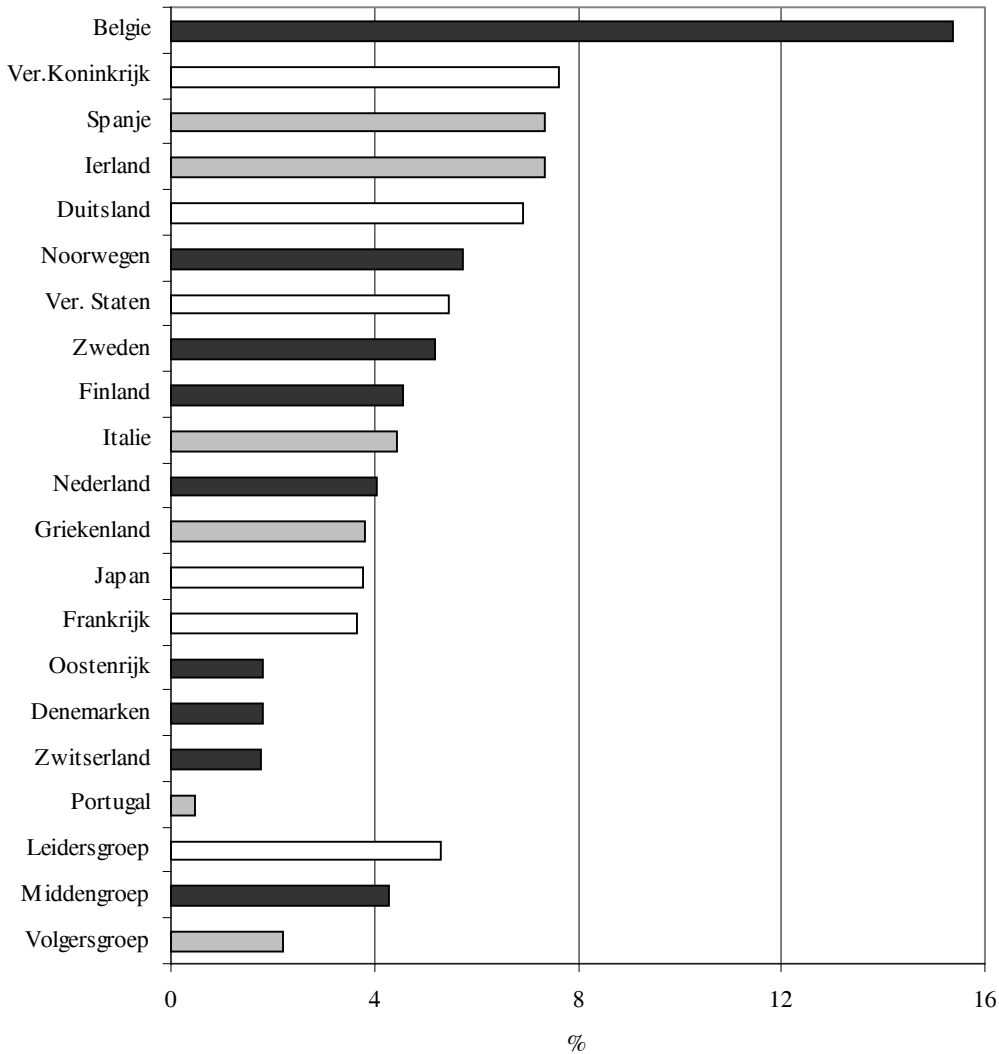
sector het aandeel van de overheid en van buitenlandse financiers in de financiering van door de bedrijven uitgevoerde R&D. Hoewel in de groep van de leiders het aandeel van de bedrijven in de totale R&D-uitvoering het hoogste is (zie Figuur 2.5), is in deze groep eveneens het aandeel van de overheid in de financiering van de totale bedrijfs R&D hoger dan in andere groepen van landen. Hierbij spelen militaire uitgaven een belangrijke rol, getuige het feit dat de Verenigde Staten, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk (alle landen met hoge militaire R&D-uitgaven) bij de top horen wat betreft de overheidsfinanciering van bedrijfs R&D.

Nederland scoort iets beneden het gemiddelde van alle landen tezamen, hetgeen bijna overeenkomt met het gemiddelde van de middengroep. Hierbij dient echter wel aangetekend te worden dat belastingmaatregelen met betrekking tot R&D buiten beschouwing gelaten zijn, omdat deze technisch gezien niet als een uitgave van de overheid gezien kunnen worden. Dit speelt ook een rol in andere landen, waaronder bijvoorbeeld Frankrijk. De omvang van fiscale R&D-stimulering in het buitenland is onduidelijk. In Nederland bedraagt deze zo'n 0,5 - 0,6 miljard gulden per jaar (1997).

Het aandeel van het buitenland in de financiering van de bedrijfs R&D is het laagst in de leidersgroep, ondanks relatief hoge waardes voor Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk. In de beide andere groepen is het buitenlandse aandeel een fractie hoger. Nederland en Denemarken vallen in de middengroep op door hoge percentages, evenals Portugal en Griekenland in de volgersgroep.

In de hoger onderwijssector is het aandeel van door het bedrijfsleven gefinancierd onderzoek een maatstaf voor de interactie tussen universiteiten (vooral op fundamenteel onderzoek gericht) en bedrijven (meer gericht op toegepast onderzoek). Het percentage van de hoger onderwijs R&D-uitgaven die door de bedrijven worden gefinancierd wordt weergegeven in Figuur 2.8. Het geringe aandeel van de bedrijvensector in de R&D-infrastructuur van de landen in de volgersgroep heeft tot gevolg dat bedrijven relatief weinig universitaire R&D financieren in deze groep. Opvallend is wel dat binnen deze groep Spanje en Ierland verrassend hoog scoren, beter zelfs dan de meeste leiders. De percentages in de andere groepen (leiders- en middengroep) ontlopen elkaar echter niet veel. Nederland scoort relatief laag voor wat betreft deze indicator, en zit net onder het gemiddelde van de middengroep.

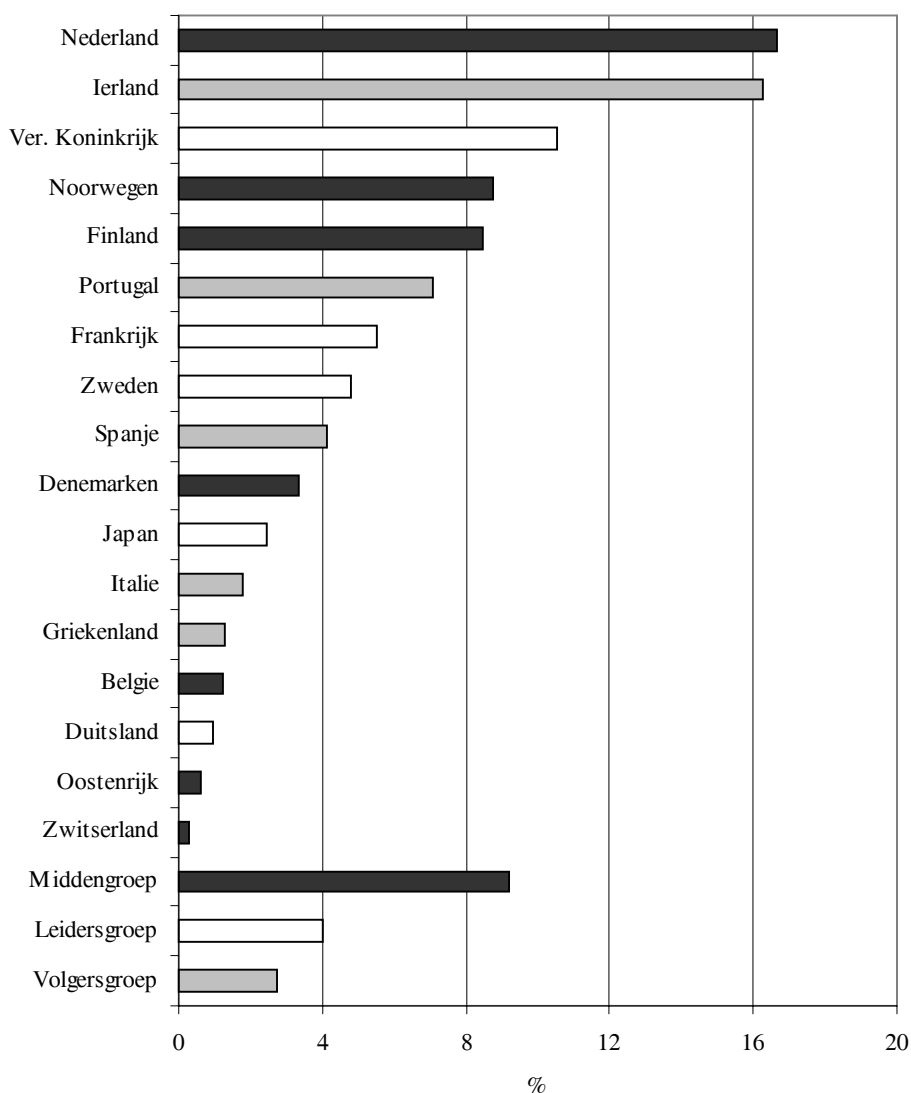
Figuur 2.8: R&D-uitgaven hoger onderwijs, percentage gefinancierd door bedrijven, 1993



Bron: MERIT, data: OESO.

Figuur 2.9 geeft aan dat dit mogelijk het gevolg is van het feit dat Nederlandse bedrijven veel R&D in de (semi-) publieke sector financieren. Waar bedrijven in andere landen aangewezen zijn op universiteiten voor het uitbesteden van een gedeelte van hun onderzoek, kunnen ze in Nederland terecht bij een sterke (semi-) publieke sector (zie ook Figuur 2.6) (bijv. TNO en de GTI's). Het aandeel van door bedrijven gefinancierd onderzoek in deze sector ligt in Nederland hoger dan in welk ander land dan ook. Alleen Ierland benadert dit hoge percentage van Nederland.

Figuur 2.9: R&D-uitgaven (semi-) publieke sector, percentage gefinancierd door bedrijven, 1993

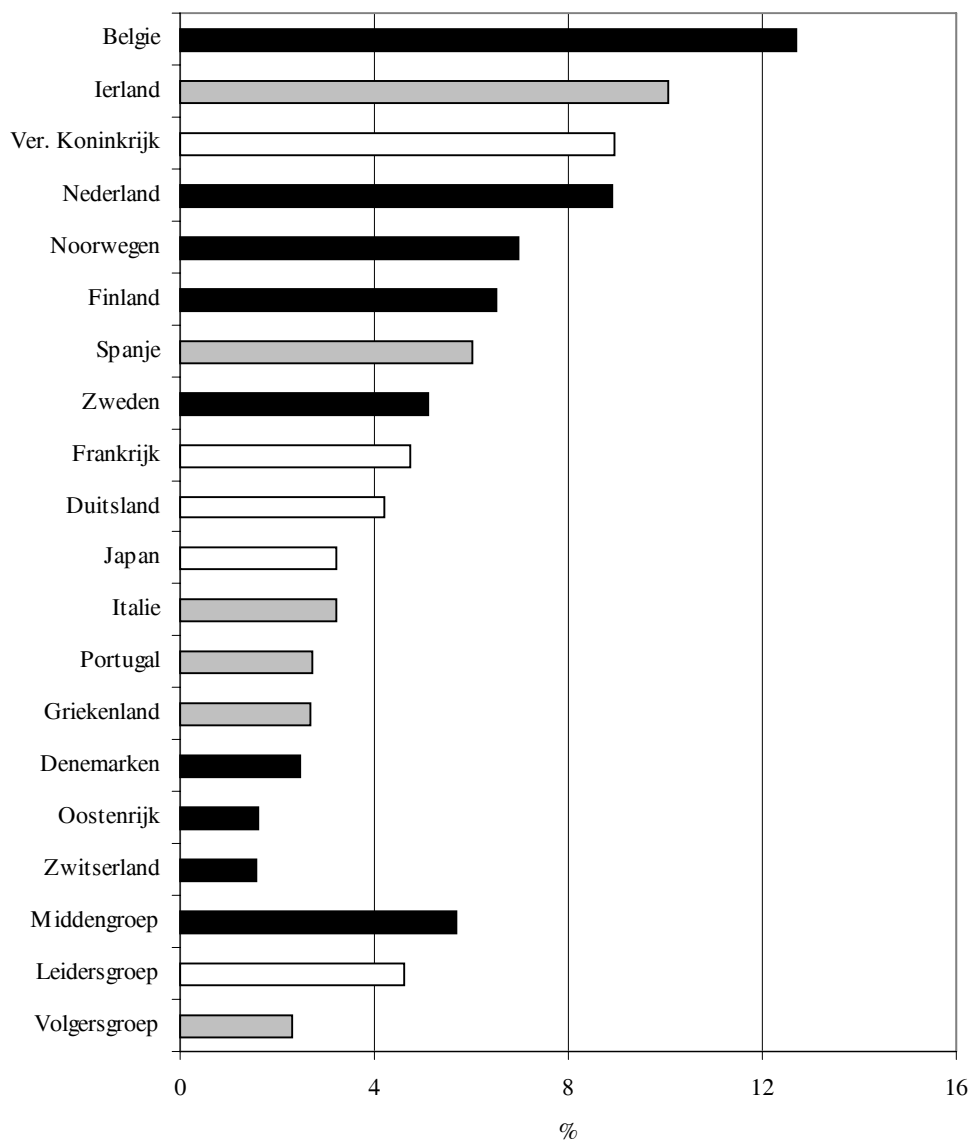


Bron: MERIT, data: OESO.

Figuur 2.10 geeft een totaalbeeld van de private financiering van R&D in de hoger onderwijs sector en de (semi-) publieke sector. De landen die hier een hoog financieringsaandeel hebben zijn in het algemeen ook de landen die een hoog financieringsaandeel van de bedrijven bij de R&D-uitgaven van het hoger onderwijs hebben, omdat de universitaire sector meestal groter is dan de (semi-) publieke sector. De volgorde van de drie groepen, midden-, leiders- en volgersgroep, komt overeen met die in Figuur 2.9. Nederland scoort relatief hoog, net als enkele andere Noord- of West-Europese landen. Voor Nederland is de hoge score echter vooral gebaseerd op het hoge aandeel van de private financiering van het (semi-) publieke onderzoek. De conclusie met betrekking tot de financieringsstructuur van de Nederlandse

R&D is dat de interactie tussen bedrijfs- en publiek onderzoek vooral plaatsvindt in (semi-) publieke instituten, en niet zozeer in de universiteiten.

Figuur 2.10: R&D-uitgaven hoger onderwijs en (semi-) publieke sector, percentage gefinancierd door bedrijven, 1993



Bron: MERIT, data: OESO.

2.3 De rol van de overheid

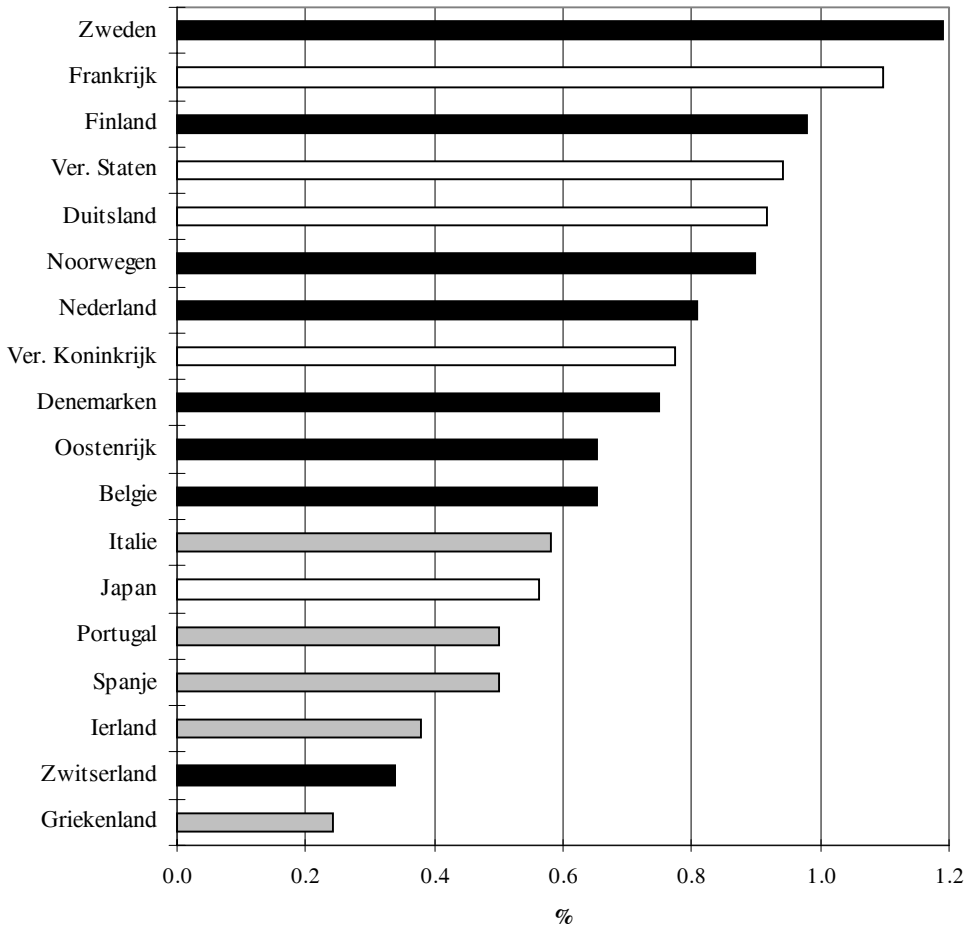
De analyse tot nu toe heeft al aangetoond dat de rol van de overheid in de R&D-infrastructuur niet beperkt blijft tot de R&D uitgevoerd in de publieke sector. Het overheidsbeleid strekt zich uit over alle sectoren van de R&D-infrastructuur. Voor een inzicht in de rol van de overheid in het proces van wetenschap en technologie is het dus nodig de inspanningen op al deze terreinen tezamen te bezien. Hiervoor kunnen cijfers met betrekking tot het totale R&D-budget van de overheid gebruikt worden. Figuur 2.11 geeft voor 1996 de omvang van dit budget weer, uitgedrukt als percentage van het BBP.

De figuur toont aan dat de overheid op het gebied van R&D vooral actief is in de grote, technologisch leidende landen, alsmede in de 'Nordic' landen en Nederland. Van de leiders valt alleen Japan op met een relatief laag percentage. In de Zuid-Europese landen uit de volgersgroep, alsmede de andere leden van de middengroep, is de rol van de overheid beduidend minder. Overigens zijn de verschillen tussen de landen gedeeltelijk het gevolg van institutionele verschillen. Zo scoren de federaal georganiseerde landen zoals Zwitserland en België laag omdat de centrale overheid in deze landen slechts een kleine rol speelt.

Tabel SB-2.4 laat zien dat tussen 1985 en 1996 voor tien landen het overheids R&D-budget als percentage van het BBP is gegroeid. Het snelst gestegen is dit percentage voor Portugal, Spanje en Finland. Nederland behoort tot de groep van 7 landen waarvoor dit percentage is gedaald. Het overheids R&D-budget is weliswaar met 2,8% gegroeid in de periode 1985 - 1996, maar deze groei blijft achter bij die van het BBP (4,1%).

Figuur 2.12 geeft meer inzicht in de besteding van het overheidsbudget. De figuur geeft aan hoe dit budget verdeeld is over de gebieden militair, economisch (inclusief onder andere landbouw en ruimte), algemeen, gezondheid en milieu, en universitaire middelen. De landen worden in de samenhang met hun groep (leiders, midden en volgers) bezien, en het grijs getinte gedeelte van de figuur geeft de (ongewogen) gemiddelde waarde van de groep aan. De lengte van elke as komt overeen met 60% respectievelijk 80% van het overheidsbudget voor de leiders- en volgersgroep resp. de middengroep. Nederland besteedt dus bijvoorbeeld zo'n 25% van zijn overheidsbudget aan economische doeleinden en ruim 8% aan gezondheid en milieu.

Figuur 2.11: R&D-budget van de overheid als % van het BBP, 1996^{1,2}



1 Voor Griekenland, Italië en Zweden is het percentage voor 1995 weergegeven, voor Zwitserland het percentage voor 1992.

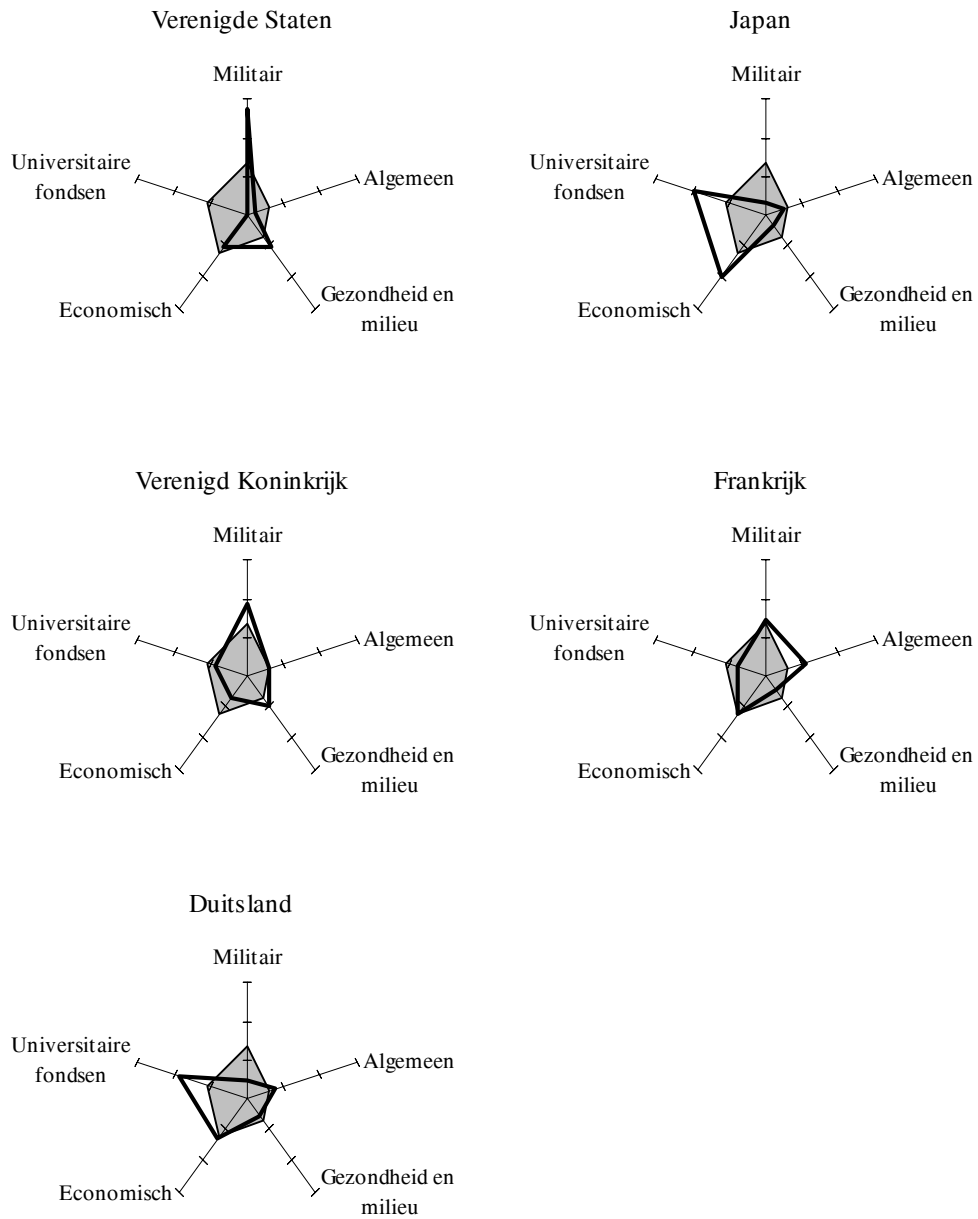
2 Exclusief fiscale faciliteiten.

Bron: MERIT, data: OESO.

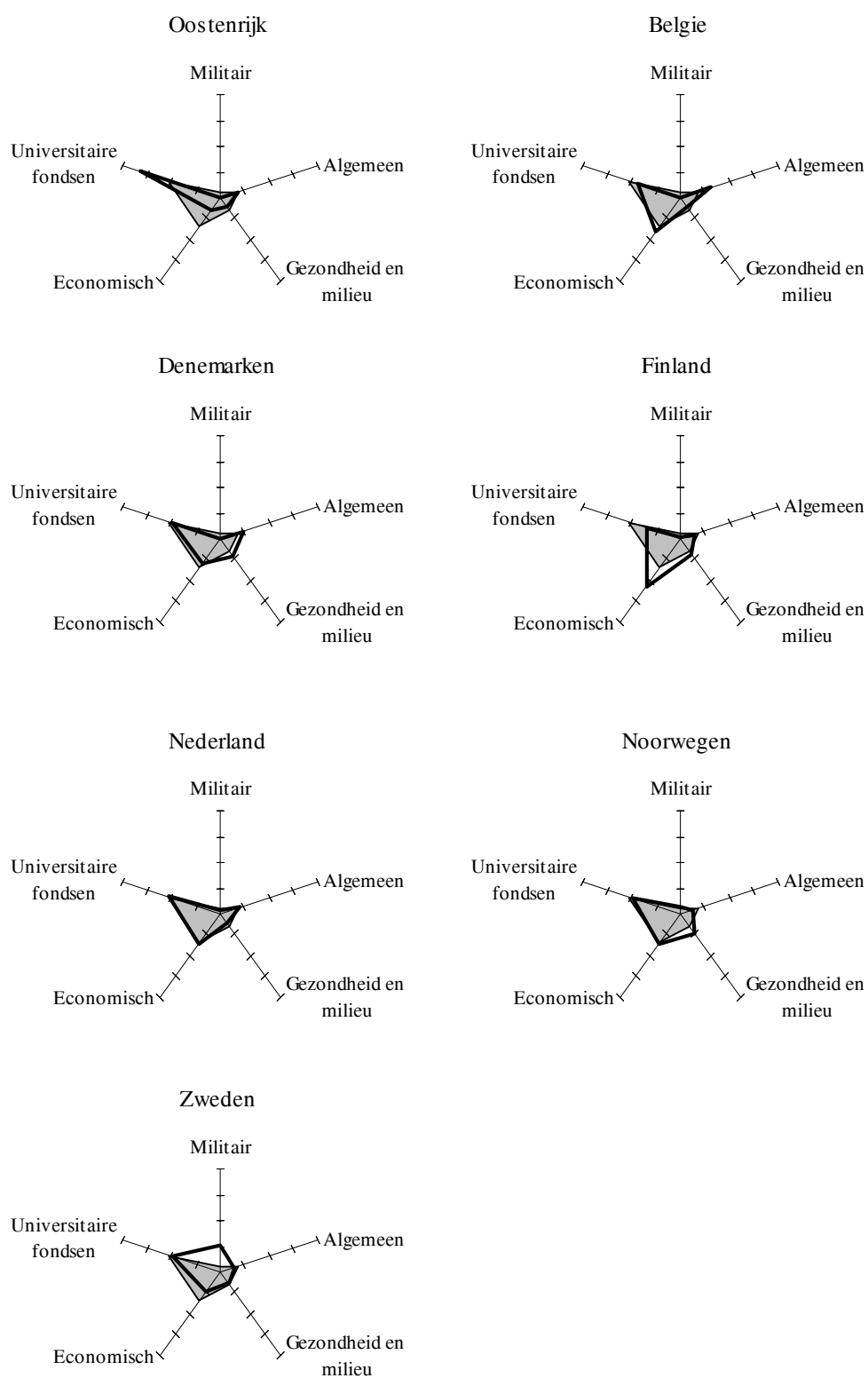
In de groep van leidende grote landen als geheel is het budget redelijk evenwichtig verdeeld over de categorieën. De categorie militair is de grootste, gevolgd door economische doelen en universitaire middelen. Van de individuele landen in deze figuur besteden de Verenigde Staten relatief het meeste aan militaire R&D, en Japan het meeste aan economische doeleinden.

In de middengroep is de categorie militair bijna volledig afwezig. Slechts Zweden spendeert een substantieel percentage aan militaire R&D. Universitaire middelen en (in mindere mate) economische doeleinden en algemeen zijn hier sterk vertegenwoordigd. In deze landen heeft de overheid dus een vrij grote rol in de financiering van het universitaire onderzoek.

Figuur 2.12: Verdeling overheidsbudget naar onderzoeksgebieden, 1996

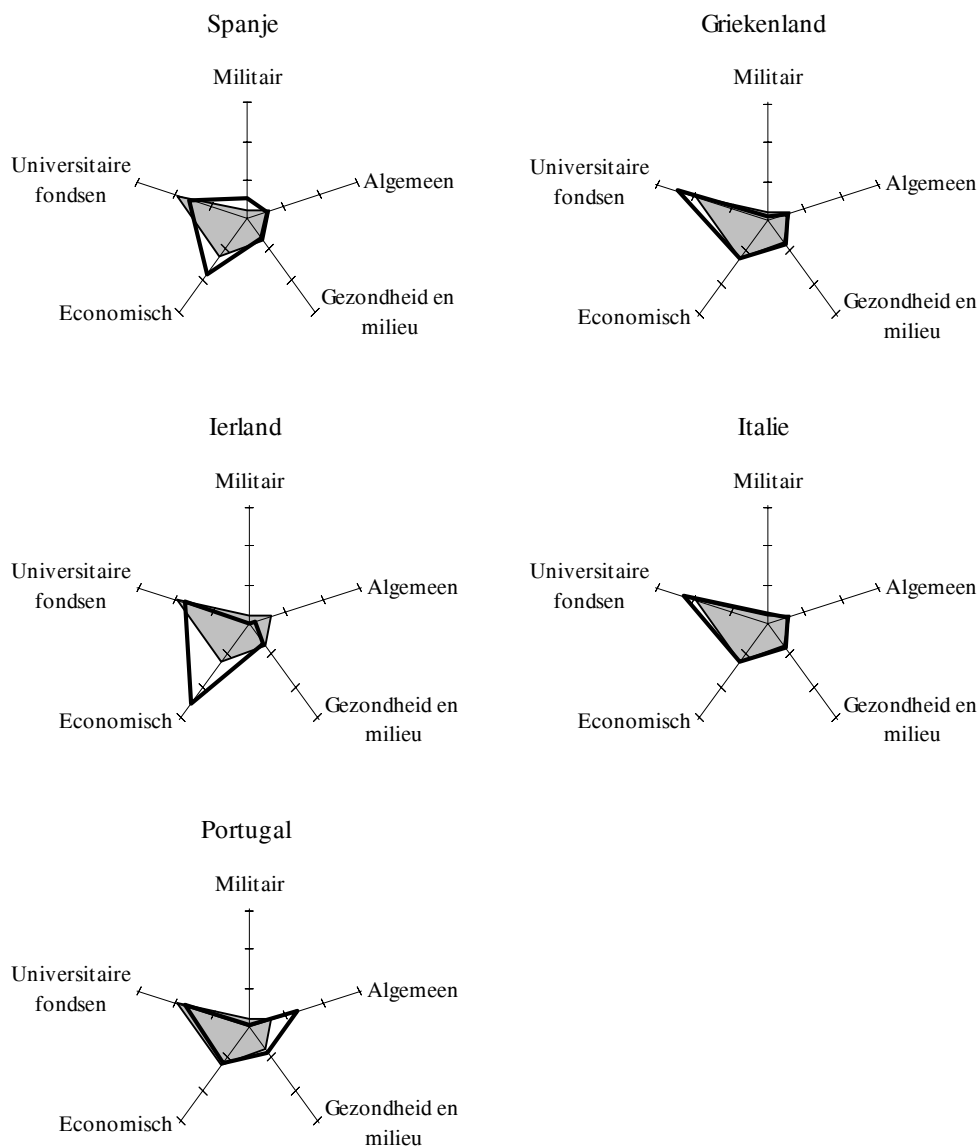


(vervolg Figuur 2.12: Verdeling overheidsbudget naar onderzoeksgebieden, 1996)



(vervolg Figuur 2.12: Verdeling overheidsbudget naar onderzoeksgebieden, 1996)

Volgersgroep^{1,2}



1 Elke streep op elke as staat voor een besteding van 20% van het overheidsbudget. De vet gedrukte lijn geeft de bestedingspercentages voor elk land, het grijs getinte gebied geeft het ongewogen gemiddelde bestedingspercentage van de betreffende landengroep.

2 Voor de leiders- en volgersgroep is de lengte van elke as gelijk aan 60% van het overheidsbudget.

3 Voor de middengroep is de lengte van elke as gelijk aan 80% van het overheidsbudget.

Bron: MERIT, data: OESO.

Finland geeft relatief het meeste uit aan economisch gerichte doeleinden. Het Nederlandse patroon lijkt als twee druppels water op het gemiddelde.

In de volgersgroep lijkt het gemiddelde uitgavenpatroon veel op dat van de middengroep, hoewel een nog iets groter percentage naar universitaire middelen gaat. Ten opzichte van het gemiddelde in deze groep, voeren Spanje en Italië relatief veel militaire R&D uit. Spanje en vooral Ierland besteden relatief veel aan economische doelen.

2.4 Conclusies en samenvatting met betrekking tot de Nederlandse positie op het gebied van de R&D-infrastructuur

De totale R&D-uitgaven bedragen in de groep hier beschouwde landen zo'n 0,5 tot 3,5% van het bruto binnenlands product. Nederland kan beschouwd worden als één van de leden van een groep van relatief hoog ontwikkelde Europese landen die een middenpositie innemen op het gebied van R&D. Deze landen scoren qua R&D-intensiteit (R&D-uitgaven als percentage van het BBP) rond of boven het gemiddelde, maar zijn qua schaalomvang beduidend kleiner dan de Verenigde Staten, Japan en de grote Europese landen, die in het algemeen als de technologische leiders worden gezien.

De positie van Nederland als klein land impliceert dat het bereiken van de leidersgroep geen reële optie is. Qua omvang van de economie is Nederland gewoonweg te klein om de absolute omvang van de R&D-uitgaven van de leidende landen te kunnen benaderen. Dit betekent dat het scala van onderzoeksprojecten in Nederland ten opzichte van de leidende landen noodzakelijkerwijs kleiner is. Qua R&D-intensiteit blijft Nederland, net als de meeste andere leden van de middengroep, echter ook achter bij de leiders.

De positie van Nederland op het gebied van R&D dient vooral gespiegeld te worden ten opzichte van de andere leden van de middengroep. Hierbij valt op dat in de Nederlandse R&D-infrastructuur vooral de semi-publieke kennisinstellingen en de universiteiten een sterke rol spelen. De semi-publieke kennisinstellingen in Nederland worden ten opzichte van die in de andere landen gekenmerkt door een sterke interactie met het bedrijfsleven. Om binnen de middengroep het voortouw te trekken, dient in Nederland de aandacht vooral gevestigd te worden op het bedrijfsleven als R&D-uitvoerder. Hierbij kan de overheid een rol spelen door een actief technologiebeleid.

R&D uitgevoerd of gefinancierd door het bedrijfsleven maakt in Nederland een kleiner deel uit van de totale R&D dan in vergelijkbare landen uit de middengroep. De rol van de overheid in de Nederlandse R&D-infrastructuur is daarom van groot gewicht. Vooral de (semi-)publieke sector is in dit opzicht relatief hoog ontwikkeld. Voor bedrijven vormt deze sector een belangrijke bron voor het uitbesteden van onderzoek. Het aandeel van de private financiering van onderzoek uitgevoerd in de (semi-)publieke sector is in Nederland het hoogste van alle landen.

3 Algemene resultaten van Nederlandse wetenschap en technologie

3.1 Inleiding

Wetenschap en technologie kennen een breed scala aan directe en indirecte opbrengsten. Vele daarvan worden pas na geruime tijd zichtbaar. De omvang, gebruikswaarde en effectiviteit van die resultaten zijn bovendien vaak niet of nauwelijks op systematische wijze te kwantificeren. Dit geldt echter niet voor tastbare kennisdragers in de vorm van publicaties zoals wetenschappelijke artikelen en octrooien. Deze omvangrijke bron van algemeen toegankelijke informatie biedt, via de zogeheten 'bibliometrische' methode, de mogelijkheid tot een internationaal vergelijkbare metingen van Nederlandse kennisproductie. Daarvoor wordt een tweetal typen internationale bibliografische informatiebronnen aangeboord:

- (1) internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften waarin uitkomsten van kwalitatief hoogwaardig fundamenteel en toepassingsgericht wetenschappelijk onderzoek doorgaans worden gedocumenteerd (zie paragrafen 3.2 t/m 3.6);
- (2) octrooien, waarmee commercieel en strategisch belangrijke technologische innovaties worden geregistreerd en beschermd (zie paragraaf 3.7).

Evenals de voorgaande hoofdstukken wordt de Nederlandse activiteit vergeleken met die van andere OESO-landen, met een accent op de ons omringende Westeuropese landen. Voor beide typen gegevens wordt een overzicht gegeven van de recente stand van zaken en ontwikkelingen in de afgelopen jaren.¹

3.2 Onderzoekresultaten in wetenschappelijke tijdschriften

Internationale fundamenteel en toegepast-wetenschappelijke tijdschriften zijn een belangrijk - zonet het meest belangrijke - gedrukt medium om resultaten van onderzoek toegankelijk te maken voor de mondiale wetenschappelijke gemeenschap. Dit geldt ook meer en meer voor interdisciplinair toepassingsgericht onderzoek en sociaal-wetenschappelijk onderzoek. Tellingen van deze internationale onderzoekspublicaties worden reeds vele jaren gebruikt als een indicator van de omvang van hoogwaardig (technisch-)wetenschappelijk onderzoek.² In

1 De methodologische bijlage bevat nadere informatie over algemene voordelen en beperkingen van bibliometrische informatie. Tevens worden details verstrekt over de desbetreffende internationale bibliografische gegevensbestanden en de gebruikte bibliometrische methoden en technieken.

2 Publicaties in dergelijke tijdschriften zijn slechts één van de mogelijke kanalen voor openbare verspreiding van onderzoekresultaten. Cijfermateriaal met betrekking tot deze tijdschriftpublicaties kunnen derhalve slechts een beperkte indicatie geven van de aard en omvang van de gepubliceerde output in het algemeen. Dit is vooral het geval in de technische wetenschappen waar relatief veel gebruik gemaakt wordt van rapporten en conferentiebundels ('proceedings'), en de alfa- en gamma-wetenschappen waar veel wordt gepubliceerd in de vorm van boeken en boekhoofdstukken.

deze studie wordt gebruik gemaakt van tijdschriftpublicaties die zijn opgenomen in drie literatuurbestanden van het *Institute for Scientific Information* (ISI): de *Science Citation Index* (SCI), die voornamelijk betrekking heeft op de bèta-wetenschappen; de *Social Sciences Citation Index* (SSCI), die een belangrijk deel van de gamma-wetenschappen dekt; en de *Arts & Humanities Citation Index* (AHCI), die een beperkte weergave geeft van internationale publicaties op het gebied van de alfa-wetenschappen.³

Tezamen omvatten deze drie ISI-bestanden circa 7.500 internationale wetenschappelijke en technische vaktijdschriften, waaronder alle -voornamelijk Engelstalige- gerenommeerde tijdschriften met strenge toelatingseisen. Publicaties verricht in deze internationale tijdschriften mogen beschouwd worden als de harde kern van wetenschappelijk onderzoek. In het algemeen is de representativiteit van deze tijdschriftbestanden groter naarmate het onderzoekgebied meer fundamenteel-wetenschappelijk van aard is, meer internationaal georiënteerd is, en meer (para-)universitair onderzoek omvat. De dekking is beperkt in het geval van de technische wetenschappen, de sociale wetenschappen, en zeker bij de alfa-wetenschappen. In deze gebieden wordt internationale (h)erkenning en wetenschappelijke invloed in mindere mate bepaald door internationale tijdschriftartikelen, en zijn de daarop gebaseerde bibliometrische gegevens dan ook slechts ten dele representatief voor wetenschappelijke productie of prestige.

De geïndexeerde internationale wetenschappelijke tijdschriften zijn door ISI op grond van hun inhoud toegekend aan één of meer wetenschappelijke sub-disciplines, die vervolgens door CWTS zijn samengevoegd tot 30 disciplines en geaggregeerd tot een achttal hoofdgebieden.⁴ Een aantal vooraanstaande algemene tijdschriften (waaronder *Nature* en *Science*) zijn, conform de ISI-indeling, toegekend aan een apart hoofdveld 'Multidisciplinair', waarin vooral (bio-)medische disciplines sterk zijn vertegenwoordigd.⁵

3 Alle publicaties worden in beginsel op dezelfde wijze behandeld in dit hoofdstuk. Er wordt geen onderscheid gemaakt naar publicatietype of het niveau van de wetenschappelijk kwaliteit. Veelal is die kwaliteit echter impliciet aanwezig, omdat de publicaties van voldoende niveau moeten zijn om in een wetenschappelijk tijdschrift te worden geplaatst. Dit geldt in het bijzonder voor de internationale wetenschappelijke tijdschriften die zijn opgenomen in de ISI-bestanden.

4 De aldus gedefinieerde gebiedsindeling sluit enerzijds aan bij gangbare internationale indelingen en anderzijds - op hoofdlijnen- bij de zogenoemde HOOP-gebieden zoals gebruikt door o.a. de VSNU en het Min. OCenW (zie o.a. paragraaf 4.1). Deze vakgebieden zullen met name op discipline-niveau maar deels overeenstemmen met vakinhoudelijke of organisatorische definities zoals deze gehanteerd worden in wetenschappelijke (deel-)gemeenschappen.

5 Dergelijke algemene tijdschriften kunnen echter binnen dit schema niet aan één discipline of hoofdveld worden toegewezen. Ze bestrijken in de regel vele bèta-disciplines, waarbij elk afzonderlijk tijdschriftartikel overigens doorgaans een mono-disciplinaire inhoud heeft. De tijdschriften *Nature*, *Science* en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* vertegenwoordigen bijna 80% van de 1993-94 Nederlandse publicaties in de categorie Multidisciplinair. Een globale analyse van alle tijdschriftpublicaties in deze categorie geeft de volgende verdeling over wetenschappelijke disciplines (i.c. ISI-tijdschriftcategorieën): Biochemistry & molecular biology

De toekenning van publicaties aan landen vindt plaats via het adres van de instellingen vermeld door de auteur(s). De publicatie-output per land wordt vervolgens vastgesteld door middel van een gewogen telling, waarbij een publicatie aan Nederland wordt toegekend en geteld naar rato van het percentage Nederlandse hoofdinstanties die als auteursadres worden genoemd.⁶

3.3 Wetenschappelijke prestaties: publicatieproductie en productiviteit

3.3.1 Nederlandse wetenschappelijke specialisatie

Het merendeel van de internationale fundamenteel en toegepast-wetenschappelijke tijdschriften hanteert een onafhankelijk beoordelingsstelsel met strikte toelatingseisen waarbij originaliteit en wetenschappelijk niveau doorslaggevend zijn. Plaatsing van een wetenschappelijke publicatie in een dergelijk tijdschrift mag dan op zichzelf worden beschouwd als blijk van wetenschappelijke kwaliteit van het desbetreffende onderzoek, en derhalve van de betrokken onderzoekers alsmede de instellingen waar deze werkzaam zijn. Dergelijke empirische gegevens geven nuttige informatie ten aanzien van wetenschappelijke activiteit en productie - ook op het niveau van landen. Daaruit blijkt dat Nederland 2,5% van de publicatie-output binnen de OESO vertegenwoordigt en 1,9% van de wereldwijde output.⁷ Nederland staat daarmee op de negende plaats binnen de OESO. Tabel SB-3.1 geeft een overzicht van de output van wetenschappelijke artikelen in de geselecteerde OESO-landen.⁸

Uit Figuur 3.1 blijkt dat de Nederlandse publicatie-output ten opzichte van de OESO als geheel ondermeer wordt gekenmerkt door een lichte oververtegenwoordiging van op het gebied van de Medische wetenschappen en de Landbouwwetenschappen, en er sprake is van een ondervertegenwoordiging binnen de Technische wetenschappen. Dit 'specialisatieprofiel' wordt echter voor een belangrijk deel bepaald door de zeer dominerende aanwezigheid van de Verenigde Staten in de mondiale wetenschappelijke output en de relatief sterke aanwezigheid van andere Engelstalige landen in internationale tijdschriften (Verenigd Koninkrijk, Canada, Australië). Als men de analyse beperkt tot de Westeuropese landen wordt het beeld scherper: dan blijkt het Nederlandse wetenschappelijk profiel sterk bepaald wordt door relatief grote aantallen publicaties binnen de Landbouwwetenschappen en de Sociale wetenschappen. Bovendien blijkt Nederland dan

(18%); Neurosciences (10%); Endocrinology & metabolism (6,5%); Genetics & heredity (5%); en Hematology (4,5%).

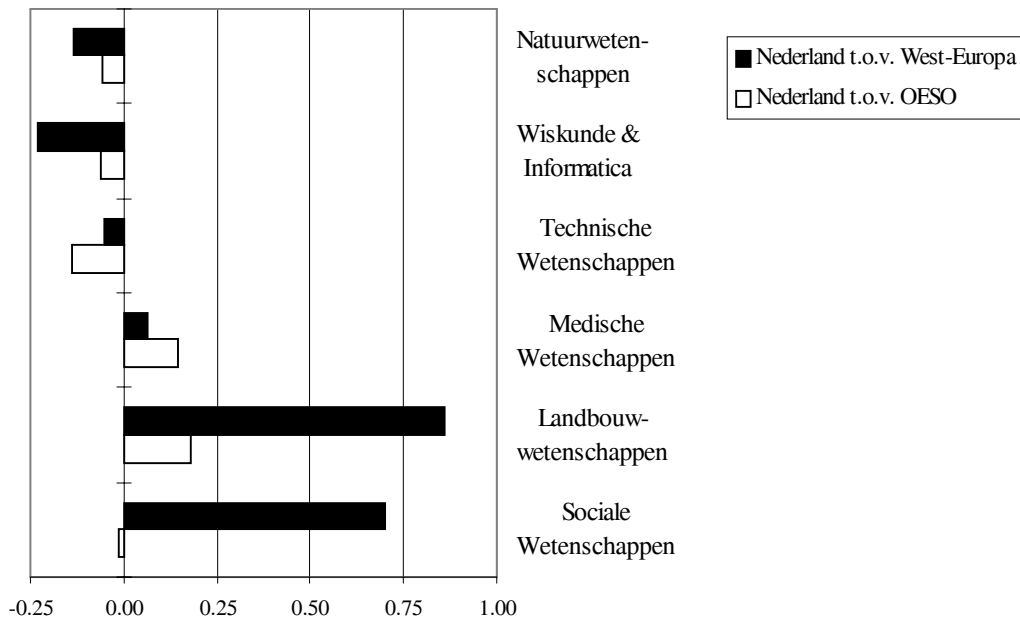
⁶ De methodologische bijlage bevat meer informatie inzake deze berekeningswijze.

⁷ Deze data betreffen alle instellingen gevestigd in de desbetreffende landen - inclusief internationale instellingen. Voor Nederland betreft het o.a. ESA/ESTEC in Noordwijk en het EC/JCR in Petten (zie Tabel 4.26 voor het aandeel van de internationale instellingen per discipline).

⁸ Deze groep OESO-landen bevat vrijwel alle wetenschappelijk zeer actieve landen. Gezamenlijk vertegenwoordigen deze circa 80% van de mondiale wetenschappelijke publicatie-output in de ISI-bestanden.

vooral op het gebied van de exacte wetenschappen (Natuurwetenschappen, en Wiskunde en informatica) duidelijk ondervertegenwoordigd te zijn. In Diagram 3.6 (paragraaf 3.4) wordt nader ingegaan op de Nederlandse specialisatie op het niveau van de afzonderlijke wetenschappelijke disciplines.

Figuur 3.1: Relatieve wetenschappelijke specialisatie van Nederland binnen de OESO en West-Europa, per wetenschappelijk hoofdgebied, 1995-96*



Index: fractie van Nederlandse publicaties in een gebied ten opzichte van de fractie over alle OESO-landen respectievelijk Westeuropese landen. Score>0: oververtegenwoordiging van Nederland; score<0: ondervetegenwoordiging van Nederland.

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

3.3.2 De dalende Nederlandse publicatie-output

Tellingen van het ongewogen aantal Nederlandse publicaties⁹ duiden op een groei van circa 20% in de jaren 1991-1996, hetgeen ver uitstijgt boven de mondiale groei van circa 9%. Het aantal 1996-publicaties is echter met 0,9% gedaald ten opzichte van 1995. De Nederlandse groeivoet is echter beduidend lager dan het geheel van Westeuropese landen (i.e. EU-15, Zwitserland en Noorwegen) waarbij Griekenland, Portugal en Spanje de grootste toename laten zien. Nederland bevindt zich achterin het veld, in het gezelschap van Denemarken, Duitsland, en het Verenigd Koninkrijk.

Tellingen van het gefractioneerde aantal publicaties laten eenzelfde beeld zien: de Nederlandse bijdrage in de internationale tijdschriften is met ruim 21% gestegen van 10.546

⁹ Betreft het aantal publicaties waarbij tenminste één Nederlandse instelling wordt vermeld in het bijgaande werkadres van de auteur(s). Deze aantallen zijn derhalve niet gefractioneerd naar het aandeel in de Nederlandse instellingen in het totaal van alle instellingen die als adres worden vermeld.

publicaties in 1991 naar 12.966 in 1996. Ook deze –meer accurate– tellingen laten eveneens een lichte daling zien vanaf 1995 (met 0,35%). De primaire oorzaak van deze recente kentering in de gestage groei van de Nederlandse publicatie-output is vooralsnog onduidelijk. Gelet op het feit dat de universitaire sector ongeveer 70% van de Nederlandse output voor haar rekening neemt (zie paragraaf 4.5.2), moet de meest plausibele verklaring gezocht worden in de bezuinigingen op het universitair onderzoek (zie paragraaf 4.2) en de daling in de omvang van het universitaire wetenschappelijke personeel vanaf 1994 (zie paragraaf 4.1.3). Daarnaast mag niet worden uitgesloten dat er (tevens) sprake kan zijn van een afvlakking van de groei en wellicht het bereiken van een verzadingspunt waarbij Nederland – en andere bovengenoemde hoogontwikkelde landen – een stabiel outputniveau hebben bereikt gegeven de aanwezige onderzoekscapaciteit en bestaande voorzieningen.

Wat het gefractioneerde aantal publicaties betreft, kan de gesignaleerde neergaande lijn in de Nederlandse output wellicht ook deels worden toegeschreven aan toegenomen internationale wetenschappelijke samenwerking. Immers, naarmate er meer gezamenlijke publicaties worden geschreven met een toenemend aantal niet-Nederlandse instellingen, zal de totale fractie van Nederland in die mondiale publicatie-output minder snel groeien of zelfs enigszins afnemen. In paragraaf 3.3 wordt nader ingegaan op deze mondialisering van het Nederlandse wetenschapsbedrijf.

3.3.3 Publicatieproductiviteit in een internationaal perspectief

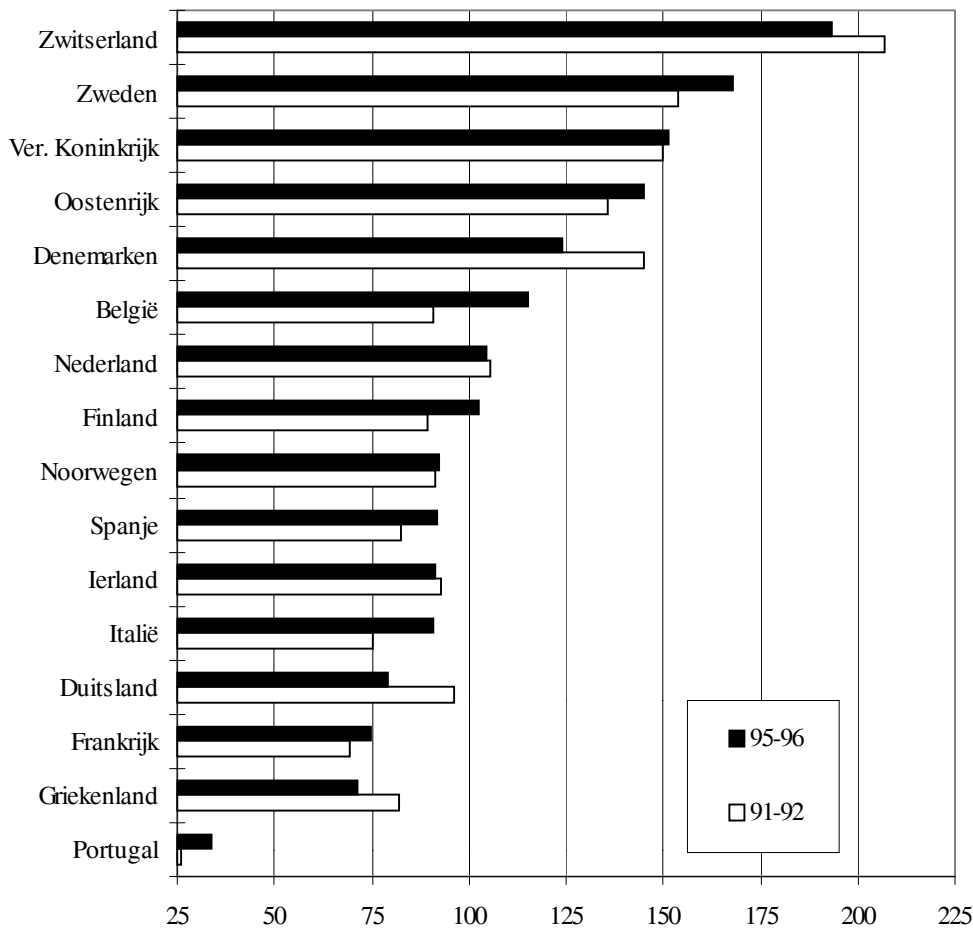
Tegenover de output aan publicaties staat een input aan R&D-personeel. Een normering van output op de aanwezige onderzoekscapaciteit in de publieke sector geeft een (ruwe) indicatie van de publicatieproductiviteit van Nederlandse onderzoekers, en in het verlengde daarvan een eerste inzicht in de efficiëntie van het Nederlandse publieke onderzoekssysteem. Hierbij dient te worden aangetekend dat elk substantieel output-niveau sowieso een omvangrijke algemene input vereist in termen van brede en solide wetenschappelijke kennisinfrastructuur - waarin zowel de financiële bestedingen voor onderzoek, de wetenschappelijke opleidingen, als het kennispotentieel van voldoende niveau moeten zijn.

Uit Figuur 3.2 blijkt dan in eerste instantie dat de relatieve Nederlandse publicatieproductiviteit¹⁰ van een gemiddeld niveau is ten opzichte van de Westeuropese landen. Bovendien is dit niveau stabiel gebleven in recente jaren.¹¹ Een dergelijke inter-

¹⁰ Input en output op het gebied van de alfa- en gamma-wetenschappen worden buiten beschouwing gelaten gelet op de grote verschillen in nationale en disciplinaire publicatiegewoonten. Deze beperking kan leiden tot negatieve vertekening van de (relatieve) productiviteit in die landen met veel output in alfa- en gammawetenschappelijke Engelstalige tijdschriften (met name het Verenigd Koninkrijk) of een relatief klein aandeel onderzoekspersoneel in de alfa- en gammawetenschappen. Zo heeft de herberekening van de 1995-96 productiviteit inclusief de gamma-wetenschappen (de Social Sciences Citation Index) tot resultaat dat het Verenigd Koninkrijk op de eerste plaats belandt - op grote afstand gevolgd door Zwitserland en Zweden. Nederland handhaaft zich op de zevende plaats met score rondom aan het Westeuropese gemiddelde (Nederland daalt in deze ranglijst echter één plaats t.o.v. score m.b.t. 1991-92).

11 De bovengenoemde daling van de universitaire inzet - en in het bijzonder van het aantal aio's en oio's (zie paragraaf 4.1.3) - vindt pas plaats vanaf 1994. Deze ontwikkeling kan derhalve geen factor van betekenis zijn geweest in de geconstateerde stagnatie van de Nederlands productiviteit die immers gebaseerd is op een vergelijking met de inputgegevens van 1993-94.

Figuur 3.2: Relatief aantal publicaties in de bèta-wetenschappen per capita R&D-personeel, 1991-92 ten opzichte van 1995-96*



* Index: aantal publicaties in 1991-92 en 1995-96 per capita R&D-personeel werkzaam in de publieke sector in resp. 1989-90 en 1993-94, ten opzichte van gemiddelde publicatieproductiviteit in geselecteerde landen per jaarblok (gemiddelde=100).

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, OESO

nationale vergelijking van wetenschappelijke productiviteit noopt echter tot enige voorzichtigheid. De omvang en inzet van R&D-personeel van landen is immers afhankelijk van tal van achtergrondvariabelen met betrekking tot het socio-economische niveau, de economische structuur, en het hogeronderwijsstelsel. Daarnaast is de wetenschappelijke output van publicaties in voornamelijk Engelstalige internationale tijdschriften mede afhankelijk van de landstaal en nationale wetenschappelijke specialisaties en specifieke aandachtsgebieden. Een zorgvuldige input-output analyse van Nederland dient zich dan ook bij voorkeur te beperken tot die niet-Engelstalige referentielanden met een (enigszins) vergelijkbaar wetenschappelijk profiel. Op grond van de wetenschappelijke specialisatie -in termen van de verdeling van publicatie-output over disciplines- bestaat deze selecte groep uit

slechts drie landen: Zweden, Denemarken en Finland.¹² Ons land blijkt dan binnen deze groep qua relatieve productiviteit genoeg te moeten nemen met de derde plaats, op de voet gevolgd door Finland waarvan de productiviteit sinds 1991-92 bovendien duidelijk is gestegen.

De relatieve lage posities van een aantal grotere wetenschappelijke naties (Frankrijk, Duitsland en Italië) zijn overigens voor een belangrijk deel het gevolg van publicatiegewoonten; wetenschappers in deze landen publiceren vaker in boeken en/of in nationale fundamenteel/toegepast- of technisch-wetenschappelijke tijdschriften in hun eigen taal. Deze publicaties en tijdschriften zijn over het algemeen niet opgenomen in de Engelstalig-georiënteerde ISI-bestanden.

Op grond van de bovengenoemde uitkomsten mag worden afgeleid dat de Nederlandse output in internationale wetenschappelijke tijdschriften redelijk groot is. Vanuit een wetenschappelijk standpunt gezien moet dit - in het licht van de noodzakelijke openbare kennisverspreiding en verdere mondialisering van onderzoek - worden opgevat als een positieve ontwikkeling. De relatieve productiviteit is echter gelijk gebleven, en er vindt bovendien vanaf 1995 een lichte daling plaats in de publicatie-output. In hoeverre deze signalen indicatief zijn voor een zorgelijke ontwikkeling is voorsnog een open vraag. Daarvoor dienen de (mogelijke) directe en indirecte effecten van deze stagnatie te worden afgewogen tegen ontwikkelingen in onder andere de effectiviteit van het Nederlandse wetenschappelijke onderzoekssysteem, zoals bijvoorbeeld ten aanzien van de wetenschappelijke kwaliteit van die publicaties, de gebruikswaarde van de resultaten, en het praktische rendement van kennis en vaardigheden (bijv. doorstroming van informatie naar gebruikers binnen en buiten het W&T-systeem).

3.3.4 Het Nederlandse specialisatieprofiel: disciplines en trends

De verdeling van Nederlandse publicatie-output over de diverse wetenschappelijke disciplines vertoont de laatste jaren een aantal duidelijk zichtbare trends. Tabel 3.3 geeft enerzijds een weergave van de huidige situatie en recente trends binnen Nederland, en anderzijds een overzicht het Nederlandse aandeel in West-Europa en de OESO (Tabel SB-3.2 toont de veranderingen in de verdeling van Nederlandse publicaties over alle wetenschappelijke disciplines en hoofdvelden over de periode 1983-84 t/m 1995-96).

Nederland vertegenwoordigt 6,1% van de publicaties verricht door de Westeuropese landen

¹² Deze selectie is verkregen via een clustering van de Westeuropese landen op grond van de relatieve verdeling van publicatie-aantallen in 1995-1996 over de diverse bèta- en gammadisciplines. Deze groep bevat overigens ook de twee Engelstalige landen in West-Europa: Verenigd Koninkrijk en Ierland.

Tabel 3.3: Aandeel disciplines in publicatie-output 1995-96 (in %), trends ten opzichte van 1991-92 (in %-punten)

	% totaal Nederland	verschil tov 91-92	% van West-Europa	verschil tov 91-92	% van OESO	verschil tov 91-92
Natuurwetenschappen	35.4	-0.2	5.4	-0.4	2.4	-0.2
Biologische wetenschappen	13.1	0.5	6.3	-0.4	2.6	0.0
Chemie	8.9	-1.1	4.6	-0.5	2.2	-0.1
Fysica	7.7	-0.4	4.5	-0.6	2.1	0.0
Aard- en omgevingswetens.	4.2	0.6	6.4	0.3	2.5	0.4
Wiskunde en informatica	2.3	-0.2	5.7	-1.3	2.4	-0.1
Sterrenkunde	1.5	0.3	6.6	0.2	2.9	0.3
Technische wetenschappen	8.2	-0.1	5.4	-0.5	2.2	-0.1
Elektrotechniek	1.5	-0.5	4.1	-1.8	1.6	-0.4
Materiaalkunde	1.4	0.0	3.9	-0.3	1.7	0.1
Chemische technologie	0.9	0.1	8.2	1.0	3.3	0.6
Werktuigbouwkunde	0.5	0.0	4.9	-1.1	1.7	0.0
Civiele techniek	0.3	0.1	6.4	-1.2	2.3	0.4
Overige technische wetens.*	3.7	0.4	6.6	-0.1	2.7	0.1
Medische wetenschappen	41.9	-0.6	6.7	0.3	2.9	0.0
Klinische geneeskunde	20.8	2.6	6.7	0.7	3.0	0.4
Algemene geneeskunde	15.0	-2.5	6.6	-0.3	2.8	0.0
Farmacologie	2.1	-0.6	5.3	-0.2	2.3	-0.1
Gezondheidswetenschappen	3.0	0.7	8.5	0.6	2.7	0.6
Diergeneeskunde	0.6	-0.5	7.3	1.3	3.0	0.6
Tandheelkunde	0.4	-0.4	8.9	0.3	4.1	0.5
Landbouwwetenschappen	2.4	0.1	8.4	-3.0	3.0	0.0
'Multidisciplinair'	0.8	-0.1	4.2	0.4	1.3	0.2
Sociale wetenschappen	7.2	1.2	8.9	0.5	2.5	0.4
Psychologie	3.3	0.7	10.5	0.9	3.0	0.7
Economie	1.0	0.2	9.0	-0.7	3.1	0.5
Onderwijswetenschappen	0.5	0.2	8.7	2.2	1.7	0.7
Politieke wetenschappen	0.3	0.0	4.2	-0.6	1.3	0.2
Sociologie	0.3	0.1	6.7	1.7	2.1	0.7
Overige sociale wetenschap.*	1.9	0.1	8.3	-0.2	2.2	0.4
Rechtswetenschappen	0.1	0.0	5.4	-1.4	0.7	-0.1
Alfa-wetenschappen	1.7	0.0	4.5	0.6	1.5	0.2
Taal- en literatuurwetenschap.	0.6	-0.1	4.4	-0.8	1.4	0.0
Geschiedenis	0.3	-0.1	4.0	0.3	1.6	0.1
Overige alfa-wetenschappen*	0.8	0.2	4.7	1.5	1.6	0.6
Alle disciplines	100		6.1	-0.1	2.5	0.2

* 'Overige technische wetenschappen' bestaat voor het merendeel uit publicaties toegekend aan de ISI deelgebieden: Biomedical engineering, Food science and technology, en Nuclear science and technology. 'Overige sociale wetenschappen' bevat m.n. publicaties op het gebied van Management, Planning and development, Information science and library science, Anthropology, and Business. 'Overige alfa-wetenschappen' bevat m.n. Philosophy, Archaeology en Religion.

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index, Arts & Humanities Citation Index

(EU-15, Zwitserland, Noorwegen) en 2,5% van de OESO-landen. Het Nederlands aandeel is licht gedaald binnen West-Europa (-0,1%), maar daarentegen enigszins gestegen binnen de OESO (0,2%). Met name de Landbouwwetenschappen zijn relatief fors in omvang afgenomen ten opzichte van andere Westeuropese landen (-3,0%). De Nederlandse wetenschap lijkt zich op een aantal andere gebieden ook naar verhouding minder goed te presenteren dan voorheen. Deze disciplines met dalingen van het Nederlandse aandeel binnen West-Europa en/of de geselecteerde OESO-landen zijn vooral te vinden in de bèta-wetenschappen. Het aandeel van de Nederlandse output op het gebied van de Chemie, Wiskunde en informatica, Elektrotechniek, en Farmacologie vertonen op drie fronten een dalende tendens in recente jaren - zowel binnen Nederland, ten opzichte van West-Europa, alsmede ten opzichte van de OESO. Een vijftal disciplines vertoont zelfs een daling van het absolute aantal publicaties over de afgelopen vijf jaar (1991-92 t/m 1995-96): Algemene geneeskunde, Farmacologie, Diergeneeskunde, Tandheelkunde en Elektrotechniek. Hoewel het aantal publicaties in Fysica en Chemie in die periode ongeveer gelijk is gebleven, is er vanwege de groei van de Nederlandse output als geheel echter sprake van een relatieve achteruitgang in beide grote bèta-disciplines. Opvallende stijgers zowel ten opzichte van West-Europa alsmede de OESO zijn: Aard- en omgevingswetenschappen, Chemische technologie, Klinische geneeskunde, Gezondheidswetenschappen, Diergeneeskunde, Psychologie, Onderwijswetenschappen, Sociologie, en de Overige alfa-wetenschappen.

Voor wat betreft het aandeel in de Nederlandse publicatie-output laten met name de sociale wetenschappen een duidelijk stijging zien. Dit is vooral te danken aan de aanzienlijke toename binnen Psychologie. Vergelijkbare toenames op disciplinair niveau treft men alleen aan in Aard- en omgevingswetenschappen, Gezondheidswetenschappen en Klinische geneeskunde. Er kunnen velerlei redenen zijn voor de positieve ontwikkelingen in deze disciplines. Deze kunnen worden samengevat in drie hoofdfactoren: (1) grotere onderzoekscapaciteit, (2) efficiëntere kennisproductie en verbeterde productiviteit, (3) toenemende internationale oriëntatie. Wat deze derde factor betreft, mag men aannemen dat deze internationalisering inderdaad reeds duidelijker zichtbaar wordt naarmate een groter aantal publicaties verschijnt in tijdschriften die zijn opgenomen in de ISI-bestanden. Deze tendens zal echter vooral van belang zijn bij de alfa- en gammadisciplines, zoals Psychologie, waar van oudsher relatief veel in nationale Nederlandstalige tijdschriften werd gepubliceerd. Gelet op de slechts geringe groei van het universitaire onderzoekspersoneel (in de eerste- en tweede geldstroom) bij psychologie over de periode 1990-1994 (zie Tabel SB-3.3) mag men aannemen dat de internationalisering inderdaad een duidelijke rol heeft gespeeld in de toename van de publicatie-output. In het geval van Aard- en

omgevingswetenschappen is de stijging waarschijnlijk vooral te danken aan capaciteitsuitbreiding binnen de universiteiten (in de tweede- en derde geldstroom). De gezondheidswetenschappen hebben in die periode eveneens een aanzienlijke personeelsuitbreiding doorgemaakt binnen de universiteiten (met name in de eerste geldstroom). Ten aanzien van de disciplines met een dalende output vindt men geen éénduidig beeld van mogelijke oorzaken. Duidelijk is wel dat deze negatieve ontwikkeling in Chemie, Tandheelkunde, en Taal- en literatuurwetenschappen samenvalt met een afname van de universitaire onderzoekscapaciteit.

3.4 Internationale wetenschappelijke invloed en kwaliteit

Een Nederlandse publicatie in een toonaangevend internationaal wetenschappelijk tijdschrift mag beschouwd worden als een eerste, belangrijke indicator van wetenschappelijke kwaliteit. Als deze publicatie vervolgens wordt aangehaald ('geciteerd') in de literatuurlijst van recentere internationale tijdschriftpublicaties, dan zijn deze expliciete verwijzingen indicatief voor de zichtbaarheid en bruikbaarheid van die Nederlandse publicatie. Als men deze redenering toepast op alle Nederlandse publicaties in die tijdschriften, dan kan aldus een indruk worden verkregen van het belang van Nederlands onderzoek in de internationale wetenschappelijke gemeenschap.

De bovengenoemde ISI-bestanden (SCI, SSCI, A&HCI) bevatten alle literatuurverwijzingen van de daarin opgenomen tijdschriftpublicaties. De citatie-telling van elke Nederlandse publicatie in een ISI-tijdschrift wordt genormeerd met het 'verwachte' aantal citaties, dat wil zeggen de gemiddelde citatiescore van alle publicaties in de verzameling internationale tijdschriften die aan het betreffende vakgebied zijn toegewezen (zie de methodologische bijlage voor nadere informatie). Citatiescores hoger dan 1 duiden op een relatieve citatie-impact boven het mondiale gemiddelde in de groep vergelijkbare publicaties.¹³

Als er veel naar een wetenschappelijke publicatie wordt verwezen - hetzij door de onderzoeker zelf (de zogeheten 'zelf-citaties'), hetzij in publicaties van anderen ('externe citaties') - mag men veronderstellen dat deze publicatie op enigerlei wijze van invloed is geweest op nieuw wetenschappelijk onderzoek. Zeker waar het gaat om relatief grote aantallen externe citaties, mag men concluderen dat deze 'citatie-impact' gerelateerd is aan zowel wetenschappelijke relevantie als wetenschappelijke kwaliteit van dat onderzoek, en

¹³ Deze genormeerde scores geven een accurater beeld van de relatieve invloed dan citatiestudies die simpelweg gebaseerd zijn op de deling van citatie-aantallen en publicatie-aantallen, en die bovendien vaak ook andere belangrijke methodologische beperkingen kennen (bijv. geen normering per vakgebied, en de toekenning van publicaties aan landen louter op grond van de eerst genoemde auteur).

een blijk is van (inter)nationale waardering voor de desbetreffende onderzoeker(s) en onderzoeksgroep(en).

Tellingen van deze citaties ('citatie-analyse') is met name geschikt voor internationaal-georiënteerde fundamenteel-wetenschappelijke gebieden waar dergelijke literatuurverwijzingen een algemeen geaccepteerd verschijnsel zijn: de natuur- en levenswetenschappen, delen van de technische wetenschappen, en de meer kwantitatief-empirisch georiënteerde delen van de gamma-wetenschappen. Over het geheel genomen mag men aannemen dat citatie-analyse in deze gebieden enig inzicht geeft in de internationale zichtbaarheid en de wetenschappelijke kwaliteit van Nederlands onderzoek.¹⁴

In drie recente citatiestudies - Braun et al. (1995), May (1997), en ISI's Science Watch (1997) - wordt de relatieve positie van Nederland in de bèta-wetenschappen gepresenteerd. Daaruit blijkt dat Nederland tot de top-naties behoort (respectievelijk, de 4de, 6de, en 3de plaats) met een citatie-impact die ruim boven het wereldgemiddelde ligt.¹⁵ Gelet op de 9de positie van Nederland in de mondiale publicatie-output (zie Tabel SB-3.1) mag men concluderen dat het bèta-wetenschappelijk onderzoek over het geheel genomen van goede kwaliteit is, en dat Nederland daarmee tot de toonaangevende wetenschappelijke landen behoort. Deze uitstekende klassering wordt bevestigd in de NOWT-analyse waarin de citatie-impact van de gehele Nederlandse output wordt bekeken voor de periode 1992-1996.¹⁶ Daaruit blijkt dat Nederlandse publicaties:

- 24% meer worden geciteerd dan het mondiale gemiddelde in alle internationale tijdschriften van het betrokken vakgebied;
- 7% meer worden geciteerd in vergelijking met het mondiale gemiddelde in de deelverzameling van die internationale tijdschriften waarin Nederlanders hebben gepubliceerd;
- Nederlandse onderzoekers over het algemeen in de betere internationale wetenschappelijke tijdschriften publiceren (d.w.z. de relatief veel geciteerde tijdschriften).

Tabel SB-3.4 bevat een overzicht van de veld-genormeerde citatie-impactscores per discipline.¹⁷

Tabel 3.4 geeft een overzicht van deze citatiescores voor elk van de bèta- en gamma-disciplines, vergezeld van de top-20 meest geciteerde subdisciplines met 100 of meer

14 Wetenschappelijke kwaliteit is een zeer veelzijdig en moeilijk definieerbaar begrip. Duidelijk is wel dat het aantal citaties ontvangen door publicatie en de intrinsieke wetenschappelijke kwaliteit van het betreffende onderzoek over het algemeen positief gecorreleerd zijn. Desalniettemin kan wetenschappelijke invloed, in termen van ontvangen citaties, slechts een beperkte indruk geven van die kwaliteit.

15 Het mondiale citatie-gemiddelde wordt overigens grotendeels bepaald door de OESO-landen die gezamenlijk verantwoordelijk zijn voor circa 80% van de internationale tijdschriftpublicaties.

16 De methodologische bijlage bevat uitleg over de berekeningswijze van deze citatie-impact.

17 De normering betreft alle tijdschriften die tot het vakgebied zijn toegewezen. De rechtswetenschappen en de alfa-wetenschappen zijn niet in deze analyse opgenomen vanwege de te beperkte bruikbaarheid van citatiegegevens als indicator van internationale wetenschappelijke invloed in deze vakgebieden.

Nederlandse publicaties in 1992-1996. Daaruit blijkt dat Nederlandse publicaties op het gebied van de Landbouwwetenschappen - relatief gesproken - het meest worden geciteerd in internationale wetenschappelijk tijdschriften: maar liefst 50% meer dan het mondiale gemiddelde. De andere toppers zijn de Diergeneeskunde, Fysica, 'Multidisciplinair' (i.c. algemene, multidisciplinaire tijdschriften zoals *Nature*, *Science*, e.d.), Chemische technologie, en Aard- en omgevingswetenschappen. In deze gebieden is Nederlands onderzoek klaarblijkelijk van zeer hoog niveau en als zodanig duidelijk zichtbaar in de mondiale wetenschappelijke wereld. De overige disciplines hebben eveneens citatiescores die ruim boven of rondom het wereldwijde gemiddelde. De citatie-impact van Politieke wetenschappen blijft echter als enige duidelijk onder dat gemiddelde. Zoals reeds eerder vermeld, dienen de uitkomsten met betrekking tot de gamma-disciplines met enige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd. Gamma-wetenschappelijke publicaties uit niet-Angelsaksische landen worden over het algemeen minder geciteerd, enerzijds als gevolg van gebrekkige internationale cognitieve consensus (d.w.z. internationaal geaccepteerde wetenschappelijke paradigma's), en anderzijds vanwege de dominantie van Engelstalige onderzoekers (m.n. uit de VS) in de internationale gamma-wetenschappelijke tijdschriften.

Tabel 3.4: Citatie-impactscores per discipline, en de top-20 subdisciplines, 1992-96

Discipline	Impact	Top-20 sub-disciplines*	Impact	Discipline
Landbouwwetenschappen	1.50	Medicine - general	2.35	Algemene geneesk.
Diergeneeskunde	1.47	Agriculture - soil science	2.18	Landbouwwet.
Fysica	1.43	Agriculture - dairy & animal science	2.02	Landbouwwet.
'Multidisciplinair'	1.40	Physics - general	1.99	Fysica
Chemische technologie	1.38	Veterinary medicine	1.92	Diergeneeskunde
Aard- en omgevingswetens.	1.37	Instruments & instrumentation	1.84	Overige techn. wet.
Elektrotechniek	1.26	Biotechnology and applied microbiology	1.77	Overige techn. wet.
Klinische geneeskunde	1.25	Metallurgy & mining	1.76	Materiaalkunde
Chemie	1.23	Nuclear science & technology	1.74	Overige techn. wet.
Tandheelkunde	1.22	Environmental sciences	1.67	Aard- en omg. wet.
Overige technische wetens.	1.18	Orthopedics	1.66	Klinische geneesk.
Gezondheidswetenschap.	1.12	Metallurgy & metallurgical engineering	1.63	Materiaalkunde
Biologische wetenschap.	1.11	Agriculture - general	1.60	Landbouwwet.
Materiaalkunde	1.11	Analytical chemistry	1.59	Chemie
Wiskunde en informatica	1.10	Marine & freshwater biology	1.59	Biologische wet.
Overige sociale wet..	1.09	Materials science	1.56	Materiaalkunde
Sterrenkunde	1.07	Electrical & electronic engineering	1.55	Elektrotechniek
Algemene geneeskunde	1.07	Horticulture	1.55	Landbouwwet.
Psychologie	1.07	Information science & library science	1.54	Overige soc. wet.
Onderwijswetenschappen	1.06	Food science & technology	1.53	Overige techn. wet.
Werktuigbouwkunde	1.04			
Civiele techniek	0.98			
Sociologie	0.98			
Farmacologie	0.95			
Economie	0.90			
Politieke wetenschappen	0.73			

* Engelstalige aanduiding van sub-disciplines zoals gebruikt door ISI voor de zogeheten Subject Categories.
Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

Er gaan achter de disciplinaire citatiescores relatief grote verschillen schuil op het niveau van de diverse sub-disciplines. Ter illustratie is in deze tabel de top-20 meest geciteerde Nederlandse sub-disciplines opgenomen. Bovenaan deze lijst prijkt Medicine-general met een citatiescore die 135% boven het wereldgemiddelde ligt. Dit Nederlandse topgebied wordt gevolgd door een aantal deelgebieden behorende tot de top-geciteerde disciplines (waaronder Environmental sciences als onderdeel van Aard- en omgevingswetenschappen). Deze lijst bevat bovendien een opvallend groot aantal sub-disciplines die ressorteren onder de noemer van de Overige technische wetenschappen. Hieruit blijkt ondermeer dat Nederlands onderzoek op het gebied van biotechnologie, en met betrekking tot voedingswetenschap en technologie, bijzonder goed wordt geciteerd in internationale tijdschriften. Gezien de betrekkelijk lage citatiescores van de gamma-disciplines mag het opmerkelijk worden genoemd dat deze top-20 ook een gamma-subdiscipline bevat, namelijk Information science & library science, waarin kennelijk sociaal-wetenschappelijk onderzoek van internationale allure wordt uitgevoerd. Tabel SB-3.5 bevat de citatiescores voor alle sub-disciplines met 100 of meer Nederlandse publicaties in de periode 1992-1996.

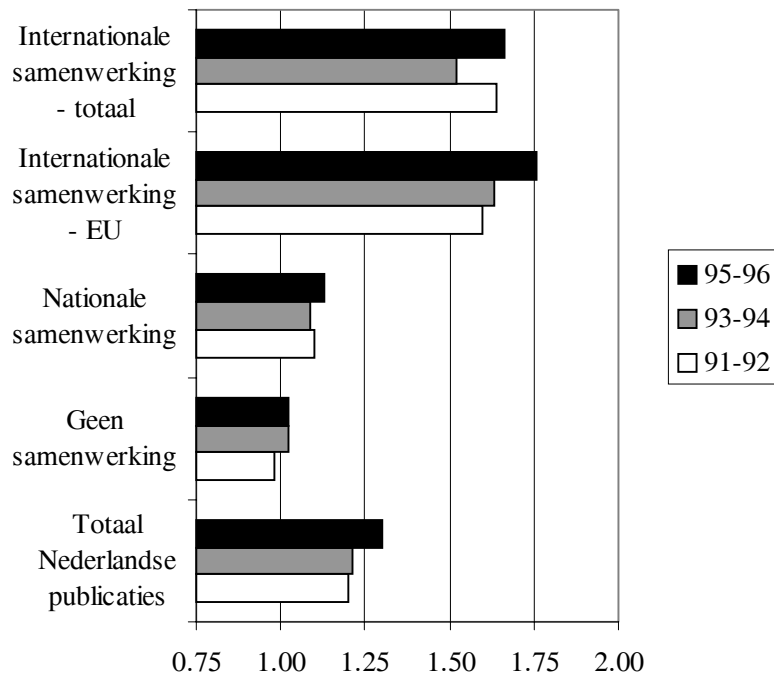
De internationale impact van de Nederlandse wetenschap is over het geheel genomen betrekkelijk constant gebleven in de afgelopen 10 jaar, met een lichte stijging in de meest recente citatie-periode (1992-96). Op disciplinair niveau hebben zich echter tal van wijzigingen voorgedaan. De citatie-impact is het meest gegroeid op het gebied van Aard- en omgevingswetenschappen, Elektrotechniek, Diergeneeskunde, en in de meeste disciplines van de gamma-wetenschappen. Nederlands onderzoek binnen de Sterrenkunde, Materiaalkunde, en Politieke wetenschappen vertoont een dalende tendens. Tabel SB-3.6 bevat de data met betrekking tot recente trends. Diagram 3.6 in de volgende paragraaf geeft een totaaloverzicht van deze trends in relatie tot ontwikkelingen in de publicatie-output.

De recente toename in Nederlandse citatie-impact blijkt vooral veroorzaakt te worden door de publicaties voortkomende uit internationale samenwerking. De resultaten in Figuur 3.5 wijzen uit dat de lichte groei in de totale Nederlandse impact grotendeels het gevolg is van publicaties met één of meer EU-partners.¹⁸ De impact van deze co-publicaties vertoont een gestage groei in recente jaren en bevindt zich nu op een hoger niveau dan het gemiddelde van alle internationale co-publicaties tezamen. De impactscores van de groep internationale co-publicaties een kwart hoger dan de gemiddelde voor alle Nederlandse publicaties, en de helft

¹⁸ Hier kunnen ook andere (non-EU) landen bij zijn betrokken, die als zodanig in de auteursadressen zijn genoemd.

hoger dan de citatie-impact van publicaties waarbij geen sprake is van expliciete institutionele samenwerking (d.w.z. publicaties waarbij slechts één Nederlands instelling wordt genoemd). De impact van gezamenlijk publicaties waarbij louter Nederlanders zijn betrokken ('nationale co-publicaties') bevindt zich eveneens iets onder de gemiddelde Nederlandse impact.

Figuur 3.5: Recente trends in de citatie-impact van Nederlandse publicaties, naar type co-publicatie, 1991-92, 1993-94, 1995-96*,**



* Betreft de korte-termijn citatie-impact van publicaties per jaarblok (d.w.z. binnen de desbetreffende twee jaren). Gemiddelde wereldwijde citatie-impact = 1.

** Definities categorieën:

- Internationaal – totaal publicaties met ten minste één buitenlands adres
- Internationaal - EU publicaties met ten minste één buitenlands adres in een EU-lidstaat
- Nationaal publicaties zonder buitenlands adres en tenminste twee Nederlandse adressen
- Geen samenwerking Slechts één Nederlands adres

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

De aanzienlijk hogere impact van de Nederlandse internationale co-publicaties laat zich niet éénduidig verklaren. Enerzijds mag men aannemen dat een dergelijke samenwerking geleid heeft tot wederzijdse toegevoegde waarde en in dat opzicht kwaliteitsbevorderend is geweest, hetgeen tot uitdrukking komt in goede publicaties met hoge citatiescores. Anderzijds mag verondersteld worden dat dergelijke grensoverschrijdende samenwerking veelal plaats vindt tussen kwalitatief hoogwaardige onderzoeksgroepen die reeds internationaal bekend zijn (en waarvan de publicaties doorgaans relatief veel worden geciteerd). Bovendien zullen er veel gevallen zijn waarbij sprake is van baanbrekende onderzoeksresultaten verkregen met behulp van nieuwe geavanceerde (gezamenlijke) faciliteiten die elders niet voorhanden zijn.

Duidelijk is wel dat internationale wetenschappelijke samenwerking over het algemeen beloond wordt met een relatief grote internationale zichtbaarheid en hoge impactscores. Voorts leiden deze uitkomsten tot de conclusie dat de goede citatie-impactscores van de Nederlandse wetenschap mede gebaseerd zijn op wetenschappelijke kwaliteit en prestige van de internationale onderzoekspartners en derhalve slechts ten dele op het conto kunnen worden geschreven van het Nederlandse onderzoekssysteem. Andere EU-landen – en achterliggende EU R&D-programma's – spelen daarin klaarblijkelijk een belangrijke rol. Paragraaf 3.6 gaat nader in op kenmerken van zowel nationale als internationale wetenschappelijke samenwerking in ons onderzoekssysteem.

3.5 Publicatie-output en citatie-impact: een profiel van de Nederlandse wetenschap

Een aantal van de bovengenoemde output- en citatiegegevens zijn in Diagram 3.6 geïntegreerd tot een totaaloverzicht van de bibliometrische stand van zaken voor elk van Nederlandse bèta- en gamma-disciplines. De dimensies van dit samengestelde profiel worden gevormd door enerzijds de relatieve citatie-impact en anderzijds de Nederlandse publicatie-omvang ten opzichte van het Westeuropese totaal. Voorts wordt een indruk gegeven van recente trends in de Nederlandse positie ten opzichte van het buitenland.

Wat als eerste opvalt, is de afwezigheid van een duidelijke relatie tussen specialisatiegraad en citatie-impact over de diverse disciplines: sterke Nederlandse specialisatie (d.w.z. oververtegenwoordiging qua publicatie-output) in een bepaalde discipline gaat lang niet altijd samen met grote wetenschappelijke invloed. De trends in recente jaren laten bovendien zien dat elke discipline een eigen ontwikkeling doormaakt in termen van output en impact. Duidelijk is wel dat een groei in publicaties niet altijd samenhangt met toegenomen internationale zichtbaarheid danwel hogere kwaliteit - en omgekeerd. Sommige disciplines, zoals de Gezondheidswetenschappen en Psychologie, vertonen in alle opzichten een zeer positieve ontwikkeling: (1) een groter aandeel in de Nederlandse output; (2) een groter aandeel in de output van alle Westeuropese landen, en (3) toename van de internationale citatie-impact. Er zijn uiteraard grenzen aan een dergelijke groei. In sommige disciplines lijkt er dan ook veeleer sprake te zijn van consolidatie en/of verzadiging zoals bijvoorbeeld in het geval van twee van Nederland's top-disciplines: de Landbouwwetenschappen en de Chemische technologie. Zo vindt men in de Landbouwwetenschappen een relatieve daling in output binnen West-Europa in samenhang met een duidelijke toename in impact, terwijl de output van Chemische technologie wel verder groeit, maar deze toename zich echter niet vertaalt in een hogere impact.

Een tweede opvallende uitkomst betreft de gunstige ontwikkelingen binnen de sociale wetenschappen. Vele gamma-wetenschappelijke disciplines hebben een groter aandeel ver-

Diagram 3.6 invoegen

worven in de Nederlandse danwel Westeuropese output. Met uitzondering van Politieke wetenschappen, laten alle deze disciplines bovendien een duidelijke verbetering zien voor wat betreft de citatie-impact.

Op de derde plaats is het opmerkelijk dat disciplines een enigszins achterblijvende ontwikkeling (in output en/of impact) zich voornamelijk bevinden aan de linkerzijde van het diagram. Dat wil zeggen, binnen de groep disciplines waarin Nederland ondervertegenwoordigd is binnen West-Europa. Dit betreft ondermeer een aantal belangrijke bèta-gebieden zoals de Fysica, Chemie, Elektrotechniek, en Wiskunde en informatica. In het geval van de Chemie en Elektrotechniek mag dit opmerkelijk worden genoemd gelet op het belang van beide wetenschappelijke disciplines voor de Nederlandse technologisch-industriële structuur (zoals o.a. blijkt uit de analyse van Nederlandse octrooien beschreven in paragraaf 3.7). Uit nadere analyse van de publicatie-output blijkt dat de daling bij Chemie mede veroorzaakt wordt door de bedrijven - met name in de groep van de vijf grote multinationals (Philips, Shell, DSM, Akzo Nobel, en Unilever). Deze kennisintensieve bedrijven publiceren jaarlijks vele honderden wetenschappelijke publicaties, maar de aantallen lopen na 1992-1993 gestaag terug. Tabel SB-4.14 bevat een overzicht van de langjarige trends in de publicatie-output van deze groep multinationals en van de groep overige bedrijven.¹⁹ Daaruit blijkt bovendien dat het aandeel van het gehele bedrijfsleven in de publicatie-output eveneens terugloopt op het gebied van de andere belangrijke bèta-industriële disciplines: Chemische technologie, Fysica en Materiaalkunde. Onduidelijk is in hoeverre deze significante trend een afspiegeling vormt van verminderde private R&D-activiteit in het algemeen, een lagere prioriteit voor fundamenteel onderzoek, danwel een meer terughoudend publicatiebeleid van ondernemingen. Desalniettemin geeft deze tendens tot afkalving van Nederlandse wetenschappelijke positie in deze bèta-disciplines enige reden tot zorg omdat het hier wetenschappelijke gebieden betreft waar veel kennisintensieve Nederlandse ondernemingen een aanzienlijke R&D-activiteit ontplooiën en daarbij belangrijke kennisinteracties aangaan met de publieke onderzoeksinstellingen (zie tabellen 3.7 en 4.26). Het risico bestaat dat de publieke kennisinfrastructuur op termijn onvoldoende is toegerust om de huidige capaciteit en het hoge niveau van onderzoek en academische opleidingen binnen dergelijke gebieden in stand te houden. Hierdoor zou een neergaande spiraal kunnen ontstaan waardoor uiteindelijk onvoldoende know-how aanwezig is in Nederland om nog van strategisch belang te zijn voor Nederlandse ondernemingen ter ondersteuning van technologische ontwikkelingen en innovaties.

¹⁹ Zie Tijssen e.a. (1996) voor een meer uitgebreide analyse van de wetenschappelijke publicatie-output van het Nederlandse bedrijfsleven met een accent op de vijf grote Nederlandse multinationals.

3.6 Nationale en internationale wetenschappelijke samenwerking

3.6.1 Inleiding

Het verrichten van wetenschappelijk onderzoek - en de verspreiding van resultaten - vindt sinds de zeventiende eeuw plaats in een geïnstitutionaliseerde wetenschappelijke gemeenschap. Wetenschappelijke samenwerking heeft sindsdien een hoge vlucht genomen. Vooral in de contemporaine tijd is deze ontwikkeling mede het gevolg van: (1) de sterk verbeterde communicatiemiddelen (bijv. e-mail, fax en Internet); (2) de omvang en complexiteit van onderzoek; en (3) het toenemend belang van gecoördineerd onderzoek voor de aanpak van mondiale maatschappelijke vraagstukken. Wetenschappers zijn tegenwoordig dan ook over het algemeen goed op de hoogte van elkaars werk. Men bouwt voort op het werk van andere, uitwisselt informatie uit over resultaten en methoden, en werkt waar nodig samen. Aldoende profiteert men van elkaars kennis en vaardigheden. Bundeling van kennis en faciliteiten zijn tegenwoordig ook vaak een noodzaak vanwege beperkte nationale budgettaire ruimte in combinatie met stijgende kosten van grensverleggend onderzoek en technologische doorbraken die vaak enorme investeringen vergen. Samenwerking en netwerkvorming is echter niet alleen van belang om efficiënt om te gaan met schaarse middelen, maar ook om verlies aan wetenschappelijke kwaliteit en versnippering te voorkomen. De verspreiding en uitwisseling van wetenschappelijke kennis en kennisdragers wordt tegenwoordig dan ook van wezenlijk belang geacht voor het goed functioneren van een modern, geavanceerd W&T-systeem gericht op overdracht en interactie tussen fundamenteel (technisch-)wetenschappelijk onderzoek, en toegepast onderzoek, en praktische toepassingen. Dergelijke kennisdiffusie kan ondermeer van doorslaggevende belang zijn voor ontwikkeling van technologische innovaties in het bedrijfsleven, die op hun beurt weer kunnen leiden tot algemeen bruikbare (en commercieel aantrekkelijke) processen, producten en diensten.

3.6.2 Nationale samenwerking

Samenwerking en kennisdiffusie is van groot belang voor het adequaat functioneren van het relatief kleine Nederlands onderzoekssysteem. Het gebruik van complementaire kennis en faciliteiten vindt ondermeer plaats door middel van directe samenwerking tussen publieke onderzoeksinstituten onderling, en door hun samenwerking met de talloze kennisintensieve industriële bedrijven die in Nederland zijn gevestigd (zie o.a. Tijssen e.a., 1997a). Succesvolle wetenschappelijke samenwerking tussen Nederlandse onderzoekers leidt geregeld tot een gezamenlijk artikel in een internationaal tijdschrift (een 'nationale co-publicatie') - met name waar het gaat om meer fundamenteel wetenschappelijk onderzoek

waarbij Nederlandse universitaire onderzoekers waren betrokken. Deze gezamenlijke publicaties kunnen in veel disciplines een eerste (conservatieve) schatting geven van de mate waarin nationale samenwerking heeft plaatsgevonden.²⁰ Dergelijke co-auteurschappen kunnen ook gezien worden als een indicatie van de overdracht van wetenschappelijke kennis van de ene Nederlandse kennisinstelling naar de andere.

De verschillende instellingen vermeld in auteursadressen van gezamenlijke publicaties ('co-publicaties') geven een indicatie van de aard en omvang van Nederlandse wetenschappelijke samenwerking — zowel binnen als tussen de institutionele sectoren. Daarbij is de volgende sectorale deling gemaakt: (1) private sector; (2) hoger onderwijs (universiteiten, academische ziekenhuizen, HBO-instellingen); (3) overige (semi-)publieke onderzoekinstellingen (NWO en KNAW-instituten, TNO, GTI's, etc.). De zogeheten 'intrasectorale co-publicaties' verwijzen dan naar samenwerking binnen dezelfde sector. Gelet op de omvang van universiteiten in de totale Nederlandse publicatie-output, zal dit in de praktijk veelal betrekking hebben op co-publicaties waarbij tenminste twee universitaire groepen zijn betrokken - hetzij binnen dezelfde universiteit, hetzij van verschillende universiteiten. De 'intersectorale co-publicaties' geven een indruk van de samenwerking tussen verschillende institutionele sectoren. In de praktijk zullen deze publicaties veelal betrekking hebben op meer toepassingsgericht onderzoek.

Uit Tabel 3.7 blijkt dat de totale nationale co-publicatieactiviteit (d.w.z. de som van intrasectorale en intersectorale co-publicaties) in 1995-96 18,9% van de publicaties beslaat.²¹ De medisch-wetenschappelijke disciplines zijn koploper voor wat betreft nationale co-publicaties, met aandelen in de totale output die variëren tussen de 17% en 25%. Een belangrijk onderdeel hiervan wordt gevormd door samenwerkingsverbanden tussen enerzijds academische instellingen (met inbegrip van academische ziekenhuizen), en anderzijds niet-academische ziekenhuizen en para-universitaire instellingen.

Als Nederlandse onderzoekers uit verschillende instellingen samen publiceren in internationale tijdschriften, gebeurt dat toch vooral met vakgenoten werkzaam in dezelfde institutionele sector (in de praktijk vooral de universitaire sector). Deze intrasectorale co-publicatieactiviteit bedraagt bijna het drievoudige van de intersectorale samenwerking. Nederlandse onderzoekers blijken relatief veel met elkaar samen te werken in vergelijking

20 Meervoudige Nederlandse adressen in deze co-publicaties kunnen ook verwijzen naar dubbele aanstellingen van onderzoekers (bijv. een ziekenhuis en medische faculteit, bedrijf en technische universiteit, onderzoekschool en vakgroep).

21 Een ongefractioneerde telling van de nationale co-publicaties (% van alle publicaties met minstens één Nederlands adres) wijst uit dat deze 37% vertegenwoordigen van de totale publicatie-output voor 1995-1996.

met de situatie in een viertal andere EU-landen (België, Duitsland, Denemarken, en het Verenigd Koninkrijk) - althans voor wat betreft de intrasectorale co-publicaties (gemiddelde

Tabel 3.7: Trends in nationale samenwerking: % nationale co-auteurschappen in Nederlandse publicaties per discipline, 1991-92 t/m 1995-96*,**

	Intrasectoraal			Intersectoraal					
	Totaal			Totaal			Publiek-privaat		
	91-92	93-94	95-96	91-92	93-94	95-96	91-92	93-94	95-96
Biologische wetenschappen	21.0	17.6	15.1	4.7	5.2	3.7	.7	1.3	.7
Chemie	13.3	12.4	12.3	4.2	4.5	3.8	2.6	2.7	2.3
Fysica	11.0	8.5	8.1	5.2	4.3	2.9	2.6	2.3	1.5
Aard- en omgevingswetenschap.	24.4	13.3	17.9	4.5	5.6	3.7	.8	1.1	.6
Wiskunde en informatica	21.3	14.9	14.4	4.8	3.7	1.9	1.7	.9	.3
Sterrenkunde	5.7	9.0	3.7	12.3	12.3	5.7			.3
Elektrotechniek	9.2	10.6	8.2	3.6	4.1	4.0	2.0	2.8	2.8
Materiaalkunde	18.7	15.6	13.5	6.3	7.3	4.3	4.6	4.6	3.3
Chemische technologie	2.3	4.1	4.2	4.3	5.1	3.8	3.7	4.3	3.6
Werktuigbouwkunde	8.8	8.4	10.1	5.8	7.9	3.9	2.0	4.2	2.1
Civiele techniek	14.9	22.1	8.7	7.0	4.7	6.3	4.1	.8	2.8
Overige technische wetenschap.	19.0	17.1	13.0	7.1	5.3	4.0	2.8	2.2	1.5
Klinische geneeskunde	24.5	22.9	19.5	5.8	6.0	4.6	.5	.5	.4
Algemene geneeskunde	18.1	20.5	16.3	6.0	6.9	5.1	.6	.8	.6
Farmacologie	14.0	15.2	14.4	7.6	6.9	5.8	2.9	2.3	1.9
Gezondheidswetenschappen	27.9	18.4	21.1	5.4	6.6	3.7	.6	.8	.5
Diergeneeskunde	8.4	15.9	14.9	5.9	10.4	7.6	.8	1.6	.5
Tandheelkunde	9.8	19.2	15.0	1.6	2.0	1.9			.3
Landbouwwetenschappen	22.6	12.4	14.0	9.2	6.5	6.5	1.4	.5	.9
‘Multidisciplinair’	7.4	8.4	6.0	7.0	6.6	3.8	1.1	1.5	.2
Psychologie	21.8	18.6	19.9	3.1	2.9	2.0	.9	.4	.3
Economie	9.2	10.1	9.0	2.5	4.0	2.3	1.3	.7	1.5
Politieke wetenschappen	11.1	9.3	10.3	2.3	1.5	.1			
Onderwijswetenschappen	11.3	12.5	12.4	1.5	2.4	.7			
Sociologie	8.4	6.1	8.9		4.1	1.3			
Overige sociale wetenschappen	19.8	16.4	16.6	2.8	2.6	2.0	1.0	.9	.7
Rechtswetenschappen	13.2	19.0	16.1	4.2		1.3			
Taal- en literatuurwetenschappen	29.4	16.8	21.8	.2					
Geschiedenis	18.9	19.2	16.8		.8	.1			
Overige alfa-wetenschappen	10.9	10.8	8.7		.4	.7			
Alle disciplines	18.4	16.8	14.9	5.3	5.5	4.0	1.3	2.3	0.9

* Betreft het aandeel van de combinaties van institutionele sectoren behorende bij instellingen, als percentage van alle genoemde Nederlandse instellingen vermeld in die publicaties.

** Erratum: de 1991-92 gegevens wijken af van de data in het voorgaande NOWT rapport gebaseerd op een verouderde berekeningswijze.

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index, Arts & Humanities Citation Index

score over de vier landen voor 1995-96: intrasectoraal 10.1%, intersectoraal: 3,9%). Diagram 3.13 bevat hierover meer informatie op het niveau van disciplines.

De trendanalyse laat zien dat Nederlandse onderzoekers werkzaam in verschillende instellingen minder geneigd lijken om gezamenlijk te publiceren in internationale tijdschriften. Het aandeel van deze nationale co-publicaties is in recente jaren gestaag gedaald van 23,7% in 1991-92 naar 18,9% in 1995-96. Een aantal disciplines, zoals Wiskunde en informatica, Sterrenkunde, Gezondheidswetenschappen, en de Landbouwwetenschappen, zijn in dit opzicht aanzienlijk teruggevallen. Deze uitkomsten lijken haaks te staan op toenemende formele samenwerking en netwerkactiviteiten binnen het Nederlandse onderzoekssysteem (bijv. in het kader van de vele onderzoekscholen). Een gevolg van deze trend is echter een toename van gezamenlijke onderzoekspublicaties onder de noemer van de overkoepelende organisatie - zo worden er meer en meer publicaties verricht waarbij de desbetreffende onderzoekschool expliciet als werkadres wordt genoemd. Een tweede mogelijke reden voor het afnemend aandeel intrasectorale co-publicaties wijst in de richting van een voortgaande tendens tot wetenschappelijke specialisatie en bijbehorende niche-vorming (deels binnen formele netwerken) tegen een achtergrond van verscherpte concurrentieverhoudingen op de Nederlands kennismarkt (bijv. ten aanzien van opdracht- en projectverwerving in de tweede en derde geldstroom – zie paragraaf 4.3.3). Deze ontwikkelingen kunnen er ook toe leiden dat Nederlandse onderzoekers onderling minder samenwerken en/of het accent verleggen naar buitenlandse onderzoekspartners.

Het percentage sector-overschrijdende co-publicatie-relaties is naar verhouding aanzienlijk gedaald ten opzichte van 1991-92/1993-94 (van respectievelijk 5,3% en 5,5% naar 4,0% in 1995-96). Ook deze afname doet zich voor in vrijwel alle disciplines. Nadere analyse leert dat de recente daling zich vooral voordoet binnen de deelverzameling van de publiek/private co-publicaties (van 2,3% naar 0,9%) en plaats vindt in alle industrieel-relevante disciplines met uitzondering van Elektrotechniek. Het gemiddeld aandeel van publiek-private co-publicaties is eveneens gelijk aan 0,9% van de 1995-96 publicaties in de groep geselecteerde EU-landen (België, Duitsland, Denemarken, en het Verenigd Koninkrijk). De daling in de Nederlandse publiek-private co-publicatie-activiteit hangt waarschijnlijk samen met de teruglopende publicatie-activiteit van de private sector - en met name die van de vijf grote R&D-intensieve multinationals (zie ook paragraaf 3.5 en paragraaf 4.5.2). Een dergelijke ontwikkeling is overigens niet noodzakelijkerwijs (louter) een gevolg van verminderde publiek-private samenwerking of vanwege bezuinigingen op fundamenteel onderzoek in de

industrie. Men mag, gelet op de toenemende strategisch-commerciële waarde van toepassingsgerichte wetenschappelijke informatie en kennis, namelijk ook veronderstellen dat interessante resultaten van succesvolle publiek-private samenwerking minder dan vroeger openbaar gemaakt zullen worden via wetenschappelijk artikelen in een internationaal tijdschrift.

De meeste publiek-private samenwerking heeft uiteraard betrekking op toegepast technisch-wetenschappelijk onderzoek. Industriële bedrijven zijn immers primair gericht op het financieel steunen van fundamentele of toegepaste onderzoeksactiviteiten als deze kunnen bijdragen aan technologische ontwikkelingen die op termijn tot commercieel aantrekkelijke uitkomsten kunnen leiden. Publiek-private co-publicaties komen dan ook naar verhouding veel voor in de technische wetenschappen, waar 3% van de co-publicaties verwijst naar een bijdrage van een Nederlands bedrijf, en in het bijzonder in die gebieden waar de Nederlandse industrie internationaal sterk vertegenwoordigd is: elektronica en chemie (zie paragraaf 3.7). Het betreft veelal samenwerkingsrelaties met de technische universiteiten. De industriële bèta-disciplines met de meeste co-publicaties zijn: Civiele techniek, Materiaalkunde, en Chemische technologie. Opvallend daarbij is het geringe aandeel intra-sectorale co-publicaties op het gebied van de Chemische technologie. Co-auteurschappen blijken in dit gebied meestal sector-overschrijdend te zijn waarbij de Nederlandse industrie als onderzoekspartner fungeert.²²

Overigens blijken ook de sociale wetenschappen enige tientallen publiek-private co-publicaties op te leveren. Hierbij zal in sommige gevallen sprake zijn van de zo belangrijk geachte wisselwerking tussen 'zachte' en 'harde' kennis (AWT, 1997), bijvoorbeeld op het gebied van wetenschappelijk onderzoek naar consumentengedrag en marketing.

Over het algemeen genomen, ziet men een significante daling in het aandeel van gezamenlijke Nederlandse onderzoekspublicaties. Op basis van dit datamateriaal is echter op voorhand niet duidelijk in hoeverre er sprake is van een reële afname in nationale samenwerking, danwel een vertekening vanwege bovengenoemde wijzigingen in de adressering van publicaties (m.n. in de publieke sector) en/of meer terughoudende publicatiestrategieën (m.n. bij de industrie). Men mag daarnaast niet uitsluiten dat er in sommige disciplines binnen het Nederlandse onderzoekssysteem wellicht sprake is van een verzadigingspunt waarbij het ontbreekt aan voldoende complementaire kennis, faciliteiten, onderzoekscapaciteit en/of organisatorisch-financiële middelen om tot verdere vruchtbare samenwerking te komen. De vraag is of deze mogelijke stagnatie louter betrekking heeft op de nationale samenwerking of zich wellicht ook voordoet op het internationale vlak. De volgende paragraaf gaat hier nader op in.

²² Zie Tijssen en Korevaar (1997) en Tijssen (1998) voor meer uitvoerige analyses van Nederlandse publiek-private R&D-netwerken op het gebied van katalyse en procestechnologie.

3.6.3 Internationale samenwerking

Internationale samenwerking is tot op zekere hoogte een logisch gevolg van de ontwikkelingen in de internationale culturele, politieke en economische relaties tussen landen. Met de komst van EUREKA en de EU-kaderprogramma's hebben internationale samenwerkingsverbanden en grensoverschrijdende R&D-netwerken belangrijk aan betekenis gewonnen in Nederland. Naast deze wetenschappelijke toenadering in de publieke sector, en de sterkere wisselwerking tussen de publieke en private sector, heeft de toenemende internationalisering van economiën in de laatste decennia eveneens geleid tot meer intensieve transnationale contacten en samenwerking op het gebied van technologische ontwikkeling tussen bedrijven (bijvoorbeeld via het Europese R&D-programma ESPRIT). De groei in de verscheidenheid van technologiën, de stijgende kosten verbonden aan bedrijfs-R&D, en de tijd die nodig is om technologische doorbraken te realiseren bevorderen de vorming van grensoverschrijdende allianties en de internationale overdracht van kennis en know-how.

Relatief kleine landen met een beperkte R&D-infrastructuur zullen daarbij eerder een beroep moeten doen op het buitenland dan de (zeer) grote landen zoals de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk, Duitsland of Frankrijk die een brede wetenschappelijke basis hebben en een zeer omvangrijke kennisinfrastructuur bezitten. Nederlandse onderzoekers krijgen via internationale samenwerking betere toegang tot de kennisontwikkeling en kennisreservoirs in het buitenland. Participatie in dergelijk internationaal wetenschappelijk onderzoek vergt veelal een inbreng op een kwalitatief hoog niveau, hetgeen eveneens een positieve uitwerking kan hebben op nationaal-georiënteerde wetenschappelijke activiteiten.

Co-publicaties waaraan auteurs uit meerdere landen hebben bijgedragen geven enig inzicht in (in)directe internationale samenwerking tussen onderzoekers, alsmede de intensiteit van grensoverschrijdende kennisstromen en internationale kennisdiffusie.²³ Het aantal internationale co-publicaties in internationale (technisch-)wetenschappelijke tijdschriften waarbij tenminste één Nederlandse instelling was betrokken is vanaf begin jaren tachtig sterk toegenomen. Het aantal Nederlandse internationale co-publicaties is gedurende die periode aanzienlijk sneller gestegen dan het totaal aantal Nederlandse publicaties. In 1995-1996 bevatte 29,8% van Nederlandse publicaties ten minste één buitenlandse instelling als co-auteursadres. Eerdere NOWT-studies hebben reeds aangetoond dat dit aandeel overeenkomt met dat in de grotere EU-landen en Canada (NOWT, 1994). In veel gevallen zullen dergelijke internationale co-publicaties afkomstig zijn van meerdere Nederlandse

23 Deze internationale co-publicaties duiden in sommige gevallen uitsluitend op het gebruik van gezamenlijke instrumenten of intra-organisatorische faciliteiten in het buitenland. Bijvoorbeeld, de sterrenkundige observatoria

instellingen, in samenwerking met vele buitenlandse partners (denk hierbij aan artikelen op het gebied van hoge-energiefysica). Een meer zuivere berekening van het aandeel internationale co-publicaties, op basis van proportionele publicatie-fracties voor elk van de deelnemende organisaties, leidt overigens tot een aandeel van 17,2% - hetgeen nauwelijks afwijkt van de 1993-94 cijfers. Ander recent onderzoek bevestigt deze tendens naar afvlakking van de groei. Volgens Science Watch (1996) lijkt het aandeel internationale co-publicaties zich in talloze landen te hebben gestabiliseerd of zelfs daalt. Er is dus óók op het gebied van internationale samenwerking een kentering waarneembaar in de groei. Toekomstige ontwikkelingen zullen moeten uitwijzen in hoeverre deze trends duiden op een evenwichtssituatie danwel een omslagpunt.

Tabel 3.8 geeft een overzicht van de Nederlandse trends voor de diverse disciplines. Daaruit blijkt dat internationale samenwerking het meest frequent voorkomt bij Sterrenkunde, Fysica, en de categorie 'Multidisciplinair'. Wat de laatst genoemde betreft, deze bestaat voor een aanzienlijk deel uit artikelen in internationale toptijdschriften zoals *Nature*. Deze publicaties bevatten, meer dan in andere tijdschriften, resultaten die voortkomen uit internationale onderzoeksprogramma's waarbij gebruik gemaakt is van gezamenlijke onderzoeksfaciliteiten. De zeer sterke internationale oriëntatie van beide genoemde bèta-disciplines is grotendeels het gevolg van het gezamenlijk gebruik van dergelijke (vaak grootschalige) buitenlandse onderzoeksfaciliteiten.

Ondanks de afvlakking van de algehele groei in internationale co-publicaties, zijn er een negental bèta- en gammadisciplines waarin deze toename zich ook in recente jaren voortzet. Hier blijkt de grens van de internationalisering dus nog niet bereikt. In sommige gevallen, zoals Algemene geneeskunde, Farmacologie, en Psychologie, is het aandeel van deze gezamenlijke publicaties ten opzichte van 1985-86 zelfs meer dan verdubbeld.

Uit eerdere NOWT-studies is gebleken dat de Verenigde Staten de meest frequente co-publicatiepartner van Nederland is (met een 30%-aandeel van de internationale co-publicaties) hetgeen te verwachten is gezien de wetenschappelijke grootte van dit land. De VS wordt op enige afstand gevolgd door het Verenigd Koninkrijk, Duitsland en Frankrijk (NOWT, 1996). Het aandeel van de EU als geheel bedroeg in 1995-96 inmiddels 60% (in 1993-94 was dit 50%, en in 1983-84 slechts 40%). Deze groei van het percentage internationale co-auteurschappen komt dus grotendeels op het conto van samenwerking met andere EU-landen (zie ook Figuur 3.10). De trend naar een toenemende Europeanisering van

in Chili, de nucleaire deeltjesversnellers van CERN in Zwitserland, of samenwerkingsverbanden tussen verschillende vestigingen van een internationale organisatie zoals ESA.

de Nederlandse wetenschap lijkt dus onverminderd door te gaan. Het EU kaderprogramma - dat sterk is gericht op de bevordering van intra-EU R&D-samenwerking - speelt daarin ongetwijfeld een rol van betekenis (zie paragraaf 4.3.3 voor een overzicht van het Nederlandse aandeel in dit programma).

Tabel 3.8: Trends in internationale samenwerking: % internationale co-auteurschappen in Nederlandse publicaties per discipline, 1983-84 t/m 1995-96*

	83-84	85-86	87-88	89-90	91-92	93-94	95-96
Biologische wetenschappen	10	11	13	14	17	18	18
Chemie	8	9	9	11	13	15	13
Fysica	18	19	20	21	25	29	27
Aard- en omgevingswetenschappen	11	12	13	16	17	19	19
Wiskunde en informatica	12	14	17	15	18	18	18
Sterrenkunde	41	41	40	42	45	46	49
Elektrotechniek	8	10	9	11	10	14	17
Materiaalkunde	8	12	13	13	19	18	16
Chemische technologie	4	3	4	4	7	7	8
Werktuigbouwkunde	6	11	5	10	10	13	12
Civiele techniek	6	11	16	13	18	19	11
Overige technische wetenschappen	9	9	10	11	13	15	17
Klinische geneeskunde	8	8	8	10	11	12	12
Algemene geneeskunde	10	10	13	15	16	19	20
Farmacologie	7	7	8	11	11	13	15
Gezondheidswetenschappen	8	7	7	10	14	15	13
Diergeneeskunde	5	5	7	7	11	13	13
Tandheelkunde	6	5	8	8	13	12	10
Landbouwwetenschappen	10	7	7	8	11	11	10
'Multidisciplinair'	20	21	21	20	26	27	32
Psychologie	5	8	9	10	11	11	11
Economie	6	6	9	9	10	14	16
Politieke wetenschappen	13	11	3	4	8	8	6
Onderwijswetenschappen	5	6	8	6	9	5	11
Sociologie	5	7	9	4	7	8	11
Overige sociale wetenschappen	7	7	9	9	10	10	12
Rechtswetenschappen	7	8	1	8	7	1	6
Taal- en literatuurwetenschappen	2	3	2	3	2	3	3
Geschiedenis	4	3	2	3	4	3	3
Overige alfa-wetenschappen	2	4	4	5	4	4	2
Alle disciplines	11	11	12	13	15	17	17

* Betreft de fractie van buitenlandse instellingen in Nederlandse publicaties ten opzichte van het totaal aantal vermelde instellingen.

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index, Arts & H. Citation Index

Tabel 3.9: Relatieve specialisatie in Nederlandse internationale co-publicatie-activiteit, naar Westeuropees land van samenwerking en wetenschappelijke discipline, 1995-96*,**

	BEL	DEN	DUI	FIN	FRA	GRC	IRL	ITA	NOR	OOS	POR	SPA	VK	ZWE	ZWI
Biologische wetenschap.	0	0	0	-	0	-	-	0	0	0	+	0	0	0	0
Chemie	0	-	0	+	-	+	+	0	-	-	+	+	0	0	-
Fysica	-	-	0	-	+	+	0	+	--	-	-	0	0	-	0
Aard- en omgevingswet.	-	0	0	+	0	-	-	-	++	+	0	0	0	0	-
Wiskunde en informatica	0	+	0	+	+	+	-	0	-	0	+	-	-	0	0
Sterrenkunde	-	-	+	-	0	--	+	+	--	--	--	+	0	-	--
Materiaalkunde	0	+	0	+	0		-	0	-	0	0	0	0	--	+
Overige technische wet.	0	-	0	0	0	+	+	-	-	+	+	+	0	-	0
Klinische geneeskunde	+	0	0	0	0	0	-	0	-	+	-	-	0	0	0
Algemene geneeskunde	0	0	0	0	0	-	-	0	+	0	0	-	0	+	0
Farmacologie	+	0	0	0	-	+	-	-	-	-		--	0	+	++
Gezondheidswetenschap.	0	+	--	++	-	+	-	0	+	--	+	0	+	0	+
Landbouwwetenschap.	+	+	0	--	-	+	+	-	+	--	-	-	0	0	-
Psychologie	0	-	0	--	-	+	++	-	0	-	--	-	+	--	-

* Index: Relatieve Specialisatie Index (RSI)=a/b, waarbij a=het relatief aantal co-publicaties met een land in een discipline en b=het relatief aantal co-publicaties in die discipline ten opzichte van het totaal aantal co-publicaties over alle disciplines. Rekenkundige correctie: $RSI^* = (RSI - 1) / (RSI + 1)$.

- ++ zeer hoog actief $0.50 \leq RSI^* \leq 1.00$
- + hoog actief $0.10 \leq RSI^* < 0.50$
- 0 gemiddeld $-0.10 < RSI^* < 0.10$
- laag actief $-0.50 < RSI^* \leq -0.10$
- zeer laag actief $-0.50 \leq RSI^* \leq -1.00$

** Betreft alle lidstaten van Europese Unie en de EFTA met een aandeel van minimaal 0,1% in de Nederlandse internationale co-publicaties in 1995-96. Betreft disciplines met minimaal 50 Nederlandse internationale co-publicaties in 1995-96 (gefractioneerde co-publicatie-aantallen).

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

Tabel 3.9 geeft per discipline een overzicht van die Westeuropese partnerlanden waarmee Nederlandse onderzoekers naar verhouding sterke wetenschappelijke banden onderhouden. Dat wil zeggen, waarmee men een relatief groot aantal gezamenlijke co-publicaties heeft verricht - hetzij in het kader van bilaterale samenwerkingsverbanden, hetzij als onderdeel van gezamenlijk onderzoek publicaties waarbij drie of meer landen waren betrokken. Uit de resultaten blijkt dat de Nederlandse internationale co-publicaties in de diverse disciplines allerminst gelijkelijk verdeeld zijn over de Westeuropese partnerlanden. Gelet op de wetenschappelijke specialisaties van landen is een dergelijk gedifferentieerd samenwerkingspatroon ook te verwachten. Zo kent het Nederlands onderzoek op het gebied van Aard- en omgevingswetenschappen relatief veel relaties met Noorwegen, en zijn de samenwerkingsrelaties binnen ons farmacologisch onderzoek, en daaraan verwante

gezondheidswetenschappen, sterk gericht op Zwitserland (w.o. de Zwitserse farmaceutische industrie). Op tal van gebieden vindt men relatief sterke banden met Griekenland en Portugal die vooral gezien moeten worden in het licht van EU stimuleringsprogramma's. De wetenschappelijke relaties met België kennen een zwaartepunt bij de Klinische geneeskunde en Farmacologie. De Scandinavische landen zijn eveneens goed vertegenwoordigd op het terrein van de medische wetenschappen. De relatief intensieve samenwerking met Duitsland en Spanje in de Sterrenkunde, en Frankrijk op het gebied van Fysica, is deels bepaald door de aanwezigheid van internationale onderzoeksfaciliteiten in die landen (bijv. de observatoria op de Canarische Eilanden en buitenlandse vestigingen van ESA).

De toegenomen internationalisering en Europeanisering heeft, zoals reeds is geconstateerd, een gunstig effect op de internationale wetenschappelijke invloed op de Nederlandse wetenschap. Uit citatie-analyses van recente publicaties blijkt namelijk dat de internationale co-publicaties waarbij Nederlanders zijn betrokken veel meer worden geciteerd dan andere Nederlandse publicaties (zie Figuur 3.6).

3.6.4 Samenwerking tussen Nederland en de grensregio's

In het verlengde van de analyse van de internationale wetenschappelijke samenwerking tussen Nederland en de andere OESO-landen, zal in deze paragraaf specifiek aandacht besteed worden aan de samenwerking met België en Duitsland, en in het bijzonder met de regio's in die landen die aan Nederland grenzen. Het betreft de volgende grensregio's: Vlaanderen, Nedersaksen (inclusief de stadsdeelstaat Bremen), en Noordrijnland-Westfalen. Daarvoor is dezelfde methode gevolgd als in eerdere NOWT-studies van bilaterale wetenschappelijke samenwerkingsrelaties op nationaal niveau.²⁴

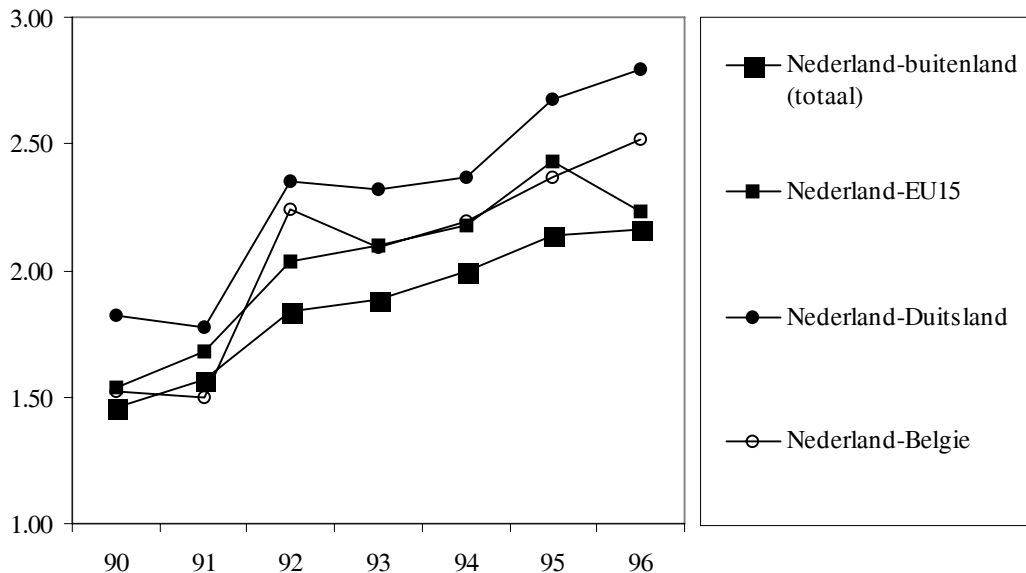
In Figuur 3.10 wordt de trend in de internationale co-publicatieactiviteit van Nederland met beide buurlanden vergeleken met die van Nederland met alle landen en de EU-landen. Daaruit blijkt ten eerste dat de totale internationale samenwerking van Nederland vanaf het index-jaar 1981 meer dan verdubbeld is.²⁵ De samenwerking met andere EU-landen overtreft deze groeivoet. De figuur laat ook zien dat de wetenschappelijke samenwerking met Duitsland nog sneller toeneemt dan het EU-gemiddelde. De groei in de Nederlands-Belgische

²⁴ Zie o.a. de toepassing in Tijssen en Van Leeuwen (1997b) voor een toelichting van deze methodiek.

²⁵ Een belangrijk deel van die internationale wetenschappelijke samenwerking betreft de grote algemene universiteiten. In absolute zin neemt de rol van die universiteiten nog steeds toe, maar in relatieve zin is er sprake van een dalend aandeel (van ongeveer 55% van de totale internationale wetenschappelijke samenwerking in het midden van de jaren '80 tot ongeveer 50% in het midden van de jaren '90). De toename van de internationale wetenschappelijke samenwerking komt vooral op het conto van de groei van kleinere (universitaire) instellingen.

samenwerking bevond zich in het begin van de jaren negentig rondom dat gemiddelde, maar laat in 1996 een bovengemiddelde stijging zien.

Figuur 3.10: Internationale samenwerking van Nederland met Duitsland en België: relatieve groei in het aantal gezamenlijke onderzoekspublicaties, 1991-1996*



* De toename in Nederlands-Duitse en Nederlands-Belgische publicaties ten opzichte van de totale stijging van alle Nederlandse internationale co-publicaties (score indexjaar 1981=1).

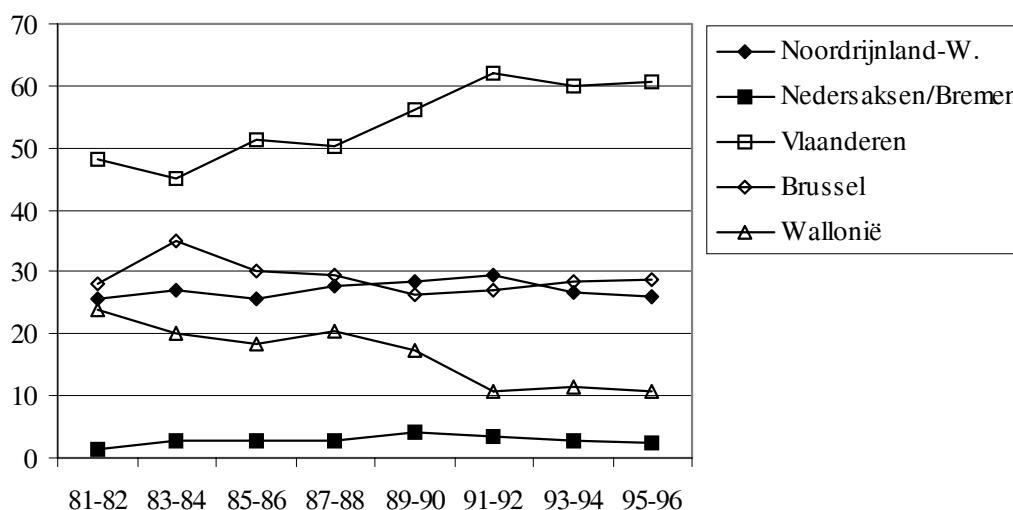
Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Science Citation Index, Arts & Humanities Citation Index

Figuur 3.11 geeft een overzicht de relatieve aandelen van de grensregio's in de bilaterale wetenschappelijke samenwerking (de achterliggende data zijn opgenomen in Tabel SB-3.7). Daaruit blijkt dat de samenwerking met België meer en meer op Vlaanderen is gericht. Het Vlaamse aandeel is gestegen van minder dan 50% in het begin van de jaren '80 naar circa 60% in de jaren '90. Bovendien blijkt dat deze groei gaat, in relatieve zin, duidelijk ten koste is gegaan van de samenwerking met Wallonië.

De samenwerking met instellingen in de Duitse grensstreken beperkt zich vooral tot Noordrijnland-Westfalen. Het betreft gemiddeld 25% van de gezamenlijke Nederlands-Duitse onderzoekspublicaties. De andere grensregio - Nedersaksen/Bremen - speelt met een aandeel van 3 à 4% nauwelijks rol van betekenis. De Nederlandse samenwerking met Duitsland is dus grotendeels geconcentreerd in andere Duitse deelstaten. Deze samenwerkingsrelaties betreffen met name de grote universiteiten (bijv. de universiteiten van Hamburg, Heidelberg, Aken, Karlsruhe, München en Berlijn) en de overige grote Duitse kennisinstellingen zoals DESY en Max Planck-instituten. De minder sterke rol van de beide grensregio's in de Nederlandse-Duitse samenwerking is vooral het gevolg van de omvang van het Duitse onderzoekssysteem en de regionale verdeling van academische

onderzoeksinstituten waardoor (potentiële) partners geografische meer verspreid liggen over de diverse Duitse Länder. Bovendien is er sprake van een betrekkelijk omvangrijke en kwalitatief hoogwaardige industriële en kennisinfrastructuur in die andere Duitse regio's, met een grote diversiteit aan overige wetenschappelijke partners.

Figuur 3.11: Trends in Nederlands-Duitse en Nederlands-Belgische wetenschappelijke samenwerking, in % per buurland, 1981-82 t/m 1995-96*



* Betreft het aandeel van de gezamenlijke publicaties met de grensregio's t.o.v. het totaal aantal co-publicaties met het desbetreffende buurland.

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Science Citation Index, Arts & Humanities Citation Index

Tabel 3.12 laat zien dat de Nederlands-Belgische samenwerking zich vooral concentreert op de Natuurwetenschappen²⁶ en de Medische wetenschappen (ongeveer 100 co-publicaties per jaar met Vlaanderen in beide gebieden, zie Tabel SB-3.8). De samenwerking met Vlaanderen vertegenwoordigt in de periode 1990-1996 66% van de Nederlands-Belgische samenwerking in de Medische wetenschappen, en 73% in de Natuurwetenschappen. De wetenschappelijke samenwerking tussen Nederland en Duitsland heeft eveneens vooral betrekking op de Natuurwetenschappen en de Medische wetenschappen. De samenwerking met instellingen in Noordrijnland-Westfalen omvat in 1990-1996 echter slechts 31% van de gezamenlijke publicaties in de Natuurwetenschappen en ongeveer 23% op het gebied van de Medische wetenschappen.

Nadere analyse leert dat een breed scala aan Nederlandse kennisinstellingen participeren in de samenwerking met de grensregio's. Het betreft met name de grote algemene universiteiten

²⁶ Zie Tabel 3.3 voor de disciplinaire indeling van de wetenschappelijke hoofdgebieden.

(KUN, UU, RUL, RUG, UvA en EUR), maar ook kleinere publieke instellingen en enkele grote multinationals. Er is over het algemeen weinig onderscheid tussen de Nederlandse 'grens'-instellingen en 'Randstad'-instellingen waar het gaat om dergelijke samenwerkingsverbanden, hoewel de TUE en UM als 'grens'-instellingen een relatief sterke positie innemen in respectievelijk de Natuurwetenschappen en de Medische wetenschappen. In het geval van de Nederlands-Vlaamse samenwerking in de Medische wetenschappen vindt men een tamelijk grote diversiteit aan Nederlandse instellingen, met een relatief groot aandeel van talloze kleinere instellingen zoals ziekenhuizen. De TUE en RUG zijn belangrijke instellingen in de Nederlands-Vlaamse samenwerking op het gebied van de Natuurwetenschappen. Daarnaast vindt men bij de KUN en de UvA een toenemend aantal co-publicaties waarbij Vlaamse instellingen zijn betrokken. Eenzelfde beschouwing van de Nederlandse samenwerking met Noordrijnland-Westfalen op het gebied van de Medische wetenschappen levert een vertrouwd beeld op: de grote universiteiten leveren het leeuwendeel, maar zijn er tevens andere, kleinere kennisinstellingen die samenwerken met deze Duitse grensregio (o.a. het NKI, CLB, maar ook de UM en TNO).

Tabel 3.12: Relatieve verdeling van Nederlandse internationale co-publicaties over hoofdvelden en grensregio's, % per jaar en buurland*,**

Land/Hoofdveld	Regio	Periode		Jaar						
		81-89	90-96	90	91	92	93	94	95	96
België										
Natuurwetenschappen	Vlaanderen	35	73	74	73	75	72	63	75	79
	Brussel	14	29	24	28	29	32	32	34	26
	Wallonië	13	17	16	11	21	18	17	20	16
Medische wetenschappen	Vlaanderen	25	66	65	67	64	72	62	64	66
	Brussel	24	36	36	39	36	34	34	39	36
	Wallonië	14	9	8	9	12	7	12	7	9
Duitsland										
Natuurwetenschappen	Noordrijnland-W.	16	31	29	29	33	36	27	29	33
	Nedersaksen/Bremen	2	4	6	3	5	3	4	4	2
	Overige regio's	42	80	75	77	80	77	83	85	82
Medische wetenschappen	Noordrijnland-W.	13	23	19	31	26	21	23	22	19
	Nedersaksen/Bremen	0	2	2	1	1	2	2	0	4
	Overige regio's	46	85	83	82	82	88	87	88	85

* De percentages zijn uitgedrukt t.o.v. respectievelijk het totaal aantal Nederlands-Belgische en Nederlands-Duitse co-publicaties.

** Betreft afgeronde aantallen publicaties gefractioneerd naar auteurslanden. Bevat dubbeltellingen van publicaties (naar regio) waardoor het totaal van de percentages per land en jaar groter dan 100% kunnen zijn.

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Science Citation Index, Arts & Humanities Citation Index

In het algemeen mag men concluderen dat de wetenschappelijke samenwerking van Nederland met haar buurlanden duidelijk toeneemt, en dat in het geval van België sprake is van een relatief sterke toename in de samenwerking met Vlaanderen. Op basis van de gevonden recente trends moet worden vastgesteld dat deze toename van de Nederlandse samenwerking met België en Duitsland veeleer een intensivering betreft van een algemene trend naar meer internationale samenwerking – met name met andere EU-landen.

3.6.5 Een profiel van Nederlandse wetenschappelijk samenwerking

In de voorgaande paragrafen zijn een aantal facetten van Nederlandse wetenschappelijke samenwerking geanalyseerd vanuit een bibliometrisch perspectief. Daarbij is de internationale vergelijking op het niveau van Nederlands disciplines enigszins onderbelicht bebleven. Dit betreft onder andere de volgende twee belangrijke vragen inzake de Nederlandse geneigdheid (of noodzaak) tot samenwerking zijn: (1) in welke disciplines werken Nederlandse onderzoekers meer samen met buitenlanders in vergelijking met andere landen? en (2) in hoeverre wordt er in Nederland meer intersectoraal samengewerkt dan elders? Dergelijke informatie kan verder inzicht geven in relatief sterke en zwakte punten van het Nederlandse onderzoekssysteem.

In aansluiting op het disciplinaire profiel van de Nederlandse wetenschap in termen van output en impact (zie Diagram 3.6), wordt in Diagram 3.13 een schematische samenvatting gegeven van de Nederlandse wetenschappelijke samenwerking binnen en buiten onze grenzen. Hierin worden de resultaten per discipline vergeleken met die van andere Westeuropese landen. Wat het eerste aspect betreft, blijken Nederlanders relatief sterk internationaal gericht: de mate waarin men samen publiceert met buitenlandse onderzoekers is in alle onderzochte bèta- en gammadisciplines gelijk aan – of (ver) boven – het Westeuropese gemiddelde. Dergelijk hoge niveau's blijken overigens niet alleen voorbehouden aan de van oudsher meer internationaal-georiënteerde bèta-disciplines, maar worden ook aangetroffen in Algemene geneeskunde en Overige sociale wetenschappen.

Ten aanzien van de sectoroverschrijdende samenwerking ziet men tal van disciplines waarin Nederland qua nationale intersectorale co-publicaties beduidend lager scoort dan in vier van de ons omringende landen (België, Denemarken, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk). Er wordt in Nederland in deze disciplines kennelijk meer samengewerkt binnen dezelfde institutionele sector dan tussen verschillende sectoren. Gelet op de grote inbreng van de universiteiten in de publicatie-output (zie paragraaf 4.5.2) betekent dit dat er naar verhouding vaker sprake is van samenwerking op het gebied van (meer fundamenteel) universitair onderzoek dan op het vlak van meer toepassingsgericht onderzoek waarbij universitaire

onderzoekers samenwerken met onderzoekers van andere publieke onderzoeksinstituten en/of bedrijven.

Diagram 3.13 invoegen

Opvallend is het aantal medische disciplines (en de daaraan gerelateerde Biologische wetenschappen) met scores onder het gemiddelde. Hierbij moet worden aangetekend dat met name het Verenigd Koninkrijk en Denemarken relatief veel intersectorale samenwerking kennen als gevolg van de sterke medisch-wetenschappelijke sector en de betrekkelijk omvangrijke medisch-farmaceutische industrie in die landen. Op het gebied van de technisch-wetenschappelijke disciplines - waar veelal sprake is van intensieve kennisinteractie tussen de publieke en private sector - verschilt de situatie in Nederland niet wezenlijk van die vier andere Westeuropese landen. Disciplines waarin Nederland traditioneel een sterke positie heeft, zoals de Chemische technologie en de Landbouwwetenschappen, vertonen eveneens geen opvallende verschillen qua intersectorale nationale samenwerking.

Tenslotte blijkt dat Nederland in slechts vier disciplines relatief veel intersectorale samenwerking vertoont: Wiskunde en informatica, Aard- en omgevingswetenschappen, Economie, en Overige sociale wetenschappen. De drie laatstgenoemden laten overigens ook opmerkelijk goede scores zien voor wat betreft de toename in de relatieve publicatie-omvang, en op het gebied van de citatie-impact die in recente jaren duidelijk is gestegen (zie Diagram 3.6).

3.7 Technologische output en specialisatie

Resultaten van wetenschappelijk onderzoek kunnen een belangrijk element zijn in technologische vooruitgang die kan leiden tot concrete verbeteringen van producten, processen en diensten. Dergelijke innovaties dragen onder andere bij aan het oplossen van maatschappelijke problemen (bijv. gezondheid, afvalreiniging, en communicatie), maar ook aan een betere concurrentiepositie van industriële en dienstverleningsbedrijven. Gegevens over dergelijke industriële innovatie-activiteiten kunnen worden ontleend aan octrooien die een juridische beschermingsconstructie vertegenwoordigen voor uitvindingen verricht door individuen, instellingen of bedrijven.

Een octrooi is een bewijs van intellectueel eigendom van een nieuw product of proces (of een wezenlijke verandering), waaraan de uitvinder het exclusieve recht ontleent om de uitvinding voor een bepaalde duur te produceren, te verkopen, of in licentie aan anderen beschikbaar te stellen. Het verleent de octrooihouder een tijdelijk monopolie en verzekert hem zo van voldoende vruchten uit de innovatieve inspanningen. Octrooien dienen enerzijds om technische vindingen te documenteren en de desbetreffende technische kennis openbaar te maken, en anderzijds om strategische en economische belangen van de uitvinder veilig te stellen.

Het octrooieergedrag kan sterk verschillen tussen technologiegebieden en economische sectoren, en daarbinnen weer tussen bedrijven. Het aantal octrooiaanvragen is dus mede afhankelijk van de sector en het bedrijf, al naargelang de baten en kosten die de uitvinder van het octrooisysteem verwacht. Octrooieringsactiviteit kan derhalve een enigszins vertekend beeld geven van innovatief gedrag. Met name universiteiten, maar ook technologische instituten, zijn veelal van oordeel dat de kosten gemoeid met het voeren van actief octrooibeleid niet opwegen tegen de baten ervan. Het jaarlijkse aantal octrooi-aanvragen van universiteiten is dan ook verwaarloosbaar. Octrooien voortkomend uit universitair onderzoek zijn veelal het eigendom van bedrijven waarbij de universiteit (soms) royalties ontvangt (zie o.a. STW, 1996).

Over het geheel genomen vormen octrooien een belangrijke internationaal vergelijkbare bron van empirische informatie over technologische activiteiten bij kennisintensieve bedrijven in de industrie. Dit betreft met name de zogeheten 'high-tech'-gebieden, en aanverwante R&D-intensieve economische sectoren, waar octrooien meer direct de resultaten van R&D-inspanningen zullen weergeven. Tellingen van octrooien geven in die gevallen enige indicatie over de aard en omvang van technologische activiteiten per geografisch gebied, economisch-industriële sector, en per technologie-gebied. Octrooi-indicatoren zijn als zodanig bruikbaar voor kwantitatieve analyses van de relatieve technologische posities van landen in R&D-intensieve technologie-gebieden en industriële sectoren.

De internationale vergelijking wordt uitgevoerd met behulp van octrooigegevens afkomstig van twee belangrijke octrooi-organisaties:

- Het Europese Octrooibureau (European Patent Office, EPO) dat alle EU-lidstaten en EFTA-landen omvat. Onder het EPO-octrooisysteem worden octrooiaanvragen zonder uitzondering 18 maanden na de prioriteitsdatum gepubliceerd. Vanaf dat moment behoren ze dus tot het publieke domein, ook als het octrooi nadien niet wordt toegekend. De analyse van de EPO-octrooien heeft betrekking op technologiegebieden.
- Het Amerikaanse U.S. Patent and Trademark Office (USPTO). Bij USPTO worden uitsluitend de toegekende octrooien gepubliceerd - dit gebeurt soms pas vele jaren na het indienen van de aanvraag. De USPTO-octrooien worden per economische sector geanalyseerd.

Gezien de kostbare en nauwgezette aanmeldings- en beoordelingsprocedures van beide organisaties mag men veronderstellen dat de daar ingediende octrooi-aanvragen betrekking hebben op innovaties van een hoge technologische kwaliteit en in de meeste gevallen afkomstig zijn van bedrijven.

Het Nederlandse aandeel octrooien in het EPO-bestand bedraagt ruim 2%.²⁷ Hiermee neemt Nederland een relatief sterke octrooi-positie in binnen West-Europa. Het aantal octrooien van een land is echter mede afhankelijk van de omvang en structuur van de nationale industriële R&D-activiteiten. De grote Nederlandse R&D-intensieve multinationals, Philips voorop, leveren een zeer substantiële bijdrage aan deze sterke technologische positie. Normering van de octrooi-output aan R&D-input geeft dan een beter vergelijkbaar beeld. Figuur 3.14 toont het aantal EPO-octrooien van elk Westeuropees land genormeerd aan de hoeveelheid R&D-personeel in de private sector.²⁸ Daaruit blijkt dat Nederland een zeer vooraanstaande plaats inneemt in gezelschap van Zwitserland. Beide top-posities zijn vooral te danken aan het relatief grote aantal multinationals binnen hun landsgrenzen. Dergelijke internationaal-opererende industriële bedrijven bezitten betrekkelijk veel octrooien om hun posities op internationale markten veilig te stellen. Opvallend is de sterke toename van België en Finland over de afgelopen vier à vijf jaar – beide landen vertonen ook een duidelijk groei op het vlak van de wetenschappelijke productiviteit (zie Figuur 3.2).

Het technologische profiel van de Nederlandse industrie kan worden bepaald met behulp van de reeds eerder gebruikte ‘Relatieve Specialisatie Index’ (RSI). Deze indicator geeft een indruk van de over- of ondervertegenwoordiging van Nederlandse octrooi-activiteit ten opzichte van het gemiddelde van alle geselecteerde Westeuropese landen. Aldus krijgt men enig inzicht in de relatief sterke en minder sterke Nederlandse technologiegebieden - zowel in een meer kwalitatieve zin (welke gebieden of sectoren) als in kwantitatieve zin (in welke mate). Overigens moet daarbij worden opgemerkt dat een relatieve onder- of oververtegenwoordiging niet maatgevend hoeft te zijn voor de technische en/of commercieel-strategische waarde van geoctrooieerde Nederlandse innovaties.

Tabel 3.15 geeft een overzicht van het Nederlandse sterkte/zwakte-profiel in vergelijking met andere OESO-landen. Deze octrooi-analyse is gebaseerd op een indeling van EPO-octrooien in 28 technologie-gebieden aan de hand van wetenschappelijk-technologisch georiënteerde IPC-codes (International Patent Classification).²⁹ Per land wordt aangegeven in welke technologie-gebieden er sprake is van een duidelijke oververtegenwoordiging van een land – een sterke ‘specialisatie’ (++)– binnen het geheel van technologie-gebieden en ten opzichte

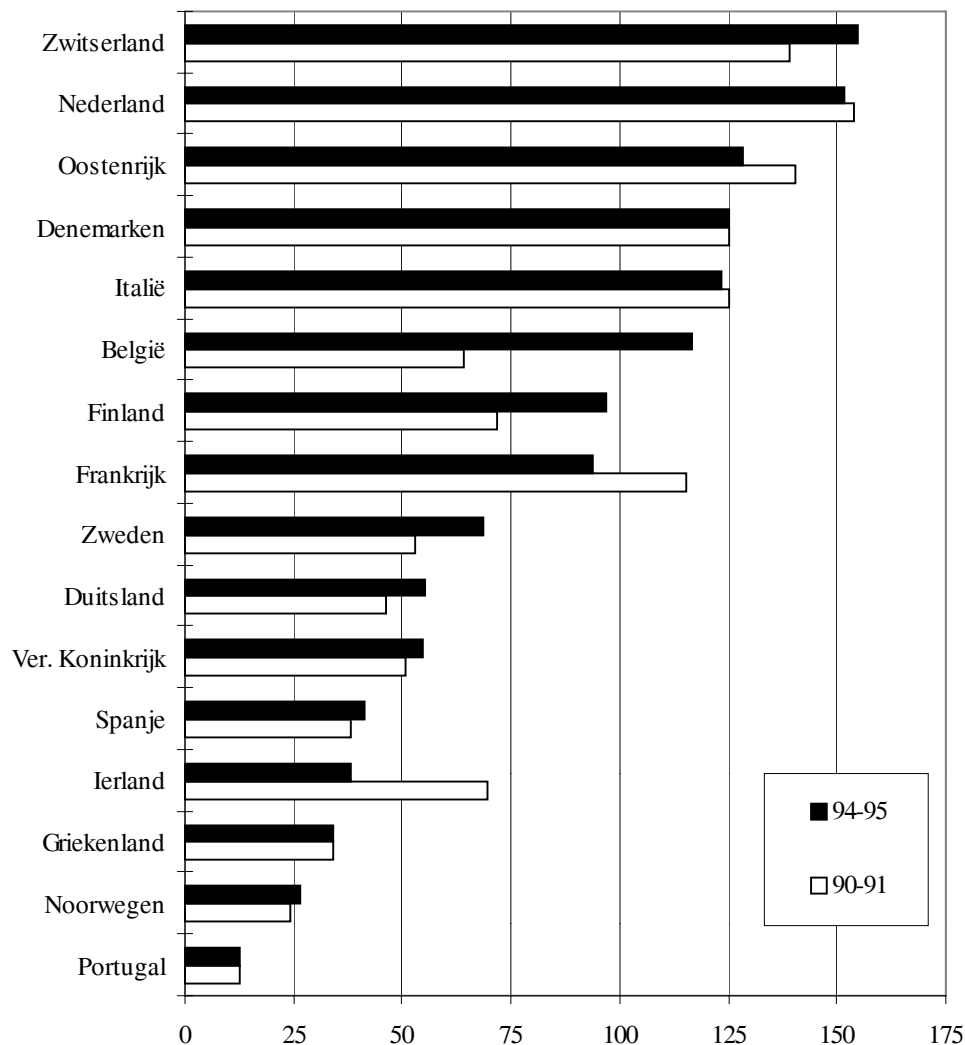
27 Betreft Nederland als octrooi-aanvrager (‘inventor’) en gefractioneerde aantallen over landen en technologie-gebieden (octrooien met aanvragers in meerdere landen/gebieden zijn proportioneel aan de desbetreffende landen/gebieden toegewezen).

28 Erratum: de posities van Duitsland en Denemarken zijn per abuis verwisseld in de vergelijkbare figuur van het vorige NOWT-rapport (figuur 4.13).

29 Octrooien die door EPO aan meerdere technologie-gebieden zijn toegekend worden gefractioneerd geteld, dat wil zeggen naar rato toegewezen aan de desbetreffende gebieden. Zie Engelsman en Van Raan (1990) voor de IPC-definitie van deze technologie-gebieden.

van de gehele groep, danwel een zwakke specialisatie (+), een neutrale positie (0), een zwakke despecialisatie (-), of een sterke despecialisatie (--).³⁰

Figuur 3.14: Relatief aantal octrooien per capita R&D-personeel, 1990-91 ten opzichte van 1994-95*



* Index: aantal octrooien in 1990-91 en 1994-95 per capita R&D-personeel werkzaam in de private sector in respectievelijk 1989-90 en 1993-94, ten opzichte van gemiddelde octrooiproductiviteit in geselecteerde landen (gemiddelde=100).

Bron: CWTS, data: EPO, OESO

Uit de resultaten blijkt dat Nederland naar verhouding zeer veel octrooieert is op het gebied van de Landbouwtechnologie, en met betrekking tot Voedings- en genotsmiddelen (o.a. via Unilever, Heineken, en CSM). Een relatief sterke positie vindt men ook in een aantal 'high-

³⁰ Deze RSI-scores zijn derhalve niet noodzakelijkerwijs een goede weergave van de absolute omvang van octrooieringsactiviteit van een land in een specifiek gebied. In het geval van de grote geïndustrialiseerde landen met een brede en omvangrijke octrooieringsactiviteit (m.n. de Verenigde Staten) zal deze rekenmethode tot veel neutrale scores (of zelfs negatieve scores) leiden in technologie-gebieden of industriële sectoren waar desalniettemin veel wordt geoctrooieerd.

tech' gebieden waar met name Philips zeer actief is: Beeldoverdracht, Informatieopslag en Telecommunicatie. Nederland kent daarnaast ook relatief veel octrooi-activiteit ten aanzien van Constructietechniek, Weg- Water- en Mijnbouw (o.a. Shell, DSM, Hunter Douglas) en op het gebied van Productiemachines. De Nederlandse octrooieringsactiviteit in de chemische sector - met grote bedrijven zoals Shell, Akzo Nobel, en DSM - is echter van gemiddeld niveau gebleven. 'Medium-tech' gebieden zoals Polymeerchemie (DSM), en Meet- en regeltechniek, Procestechiek, Polymeerproductie, bevinden zich rondom het gemiddelde binnen deze groep Europese landen. Op het gebied van de Organische chemie en petrochemie (o.a. Shell) lijkt er zich daarentegen een verslechtering af te tekenen.

Uit de trendanalyse over de afgelopen 10 jaar (zie Tabel SB-3.9) valt bovendien op te maken dat de Constructietechniek pas sinds enkele jaren tot één van de sterkere Nederlandse gebieden behoort. Andere trends zijn vooral aan technologische activiteiten van Philips gerelateerd. Zo is in recente jaren met name een verbetering opgetreden in de Nederlandse octrooipositie op het gebied van Biomedische technologie en op het vlak van Dataverwerking, en vindt men een relatieve teruggang op het gebied van Elektrische machines en Electronica.

Tabel 3.15 laat ook zien dat Nederland haar zeer sterke octrooipositie op het gebied van de Landbouw-, voedings- en genotsmiddelentechnologie moet delen met Denemarken en Noorwegen (Portugal octrooieert zeer weinig). Op het gebied van Informatieopslag, Beeldoverdracht en Telecommunicatie zijn Japanse, Zweedse en Finse bedrijven eveneens sterk vertegenwoordigd (o.a. Nokia en Ericsson). De relatieve sterke positie van Nederland op het gebied van Constructietechniek, en Productiemachines wordt met een groter aantal landen gedeeld. Voor wat betreft de Nederlandse positie in de Polymeerchemie zijn met name Duitsland, België en Japan van belang. Ten aanzien van de twee bovengenoemde technologiegebieden met een groei in de relatieve octrooipositie van Nederland (i.c. Biomedische technologie en Dataverwerking) vindt men slechts weinig landen met een sterke positie. Op het gebied van Biomedische technologie betreft dit Zweden en Ierland, terwijl de VS een belangrijk aandeel heeft in octrooien met betrekking tot Dataverwerking.

Aangezien het octrooieren vooral een economisch motief heeft, is het zinvol om octrooigegevens eveneens vanuit die invalshoek te analyseren. De sterke en zwakke punten van de Nederlandse economie worden derhalve bekeken aan de hand van de Nederlandse octrooieringsactiviteit binnen verschillende economische sectoren. Tabel 3.16 geeft een indruk van de technologische specialisatie van het Nederlandse bedrijfsleven op basis van toegekende Amerikaanse octrooien. Daarvoor is gebruik gemaakt van dezelfde RSI-berekeningsmethodiek. Het Nederlandse patroon wijst weer op de voedingsmiddelen-

Tabel 3.15 invoegen

Tabel 3.16 invoegen

industrie als een relatief sterke specialisatie. Hierbij spelen met name enkele multinationale ondernemingen, waaronder Unilever, een rol. Verder scoren de sectoren Elektrische machines en Elektronica positief, evenals Textiel. De eerste van deze twee sectoren zijn duidelijk gerelateerd aan de activiteiten van Philips. De de positie van de laatste sector is opmerkelijk gezien de ondervertegenwoordig in Europese octrooien - dit duidt wellicht op een meer omvangrijke bescherming van Akzo Nobel en DSM innovaties op het gebied van kunstmatige vezels ten behoeve van de Amerikaanse markt. De chemische sectoren, zoals Farmacie, Aardolie en Chemie, scoren negatief (Farmacie) of neutraal. Gezien het relatief grote belang van de chemie in de Nederlandse economische structuur, en de activiteiten van Akzo Nobel, DSM en Shell, is dit enigszins verrassend.

Ten opzichte van de andere landen is het Nederlandse patroon apart te noemen. Buiten Nederland zijn er slechts twee landen met een positieve specialisatie in Elektronica: Japan en Portugal. Voor wat de eerste betreft, is deze score duidelijk verbonden aan economisch leiderschap, de positieve score van Portugal geeft vooral aan dat binnen de relatief zwakke technologische positie van dat land elektronica het minst slecht scoort. Voor Elektrische machines is Nederland zelfs het enige land dat een positieve score heeft.

In de voedingsmiddelen industrie, de andere Nederlandse specialisatie, scoren vooral landen met een soortgelijk karakter als Nederland (in termen van hoofdstuk 3, de 'middengroep') hoog. Voorbeelden hiervan zijn Denemarken, België en Zwitserland.

4 Wetenschappelijk onderzoek en het Nederlandse kennissysteem

4.1 Wetenschappelijk onderwijs en de arbeidsmarkt voor academici

4.1.1 Inleiding

Een succesvolle maatschappelijke ontwikkeling vereist dat er op alle niveaus voldoende mensen worden opgeleid met adequate kennis en vaardigheden die verspreid en benut kunnen worden in een samenleving die steeds kennisintensiever wordt. Scholing, bijscholing en omscholing zijn dan ook van groot belang voor het algehele kennisniveau van de Nederlandse bevolking. In veel beroepen is er tegenwoordig meer en meer sprake van een continu proces van kennisverwerving en -toepassing ('levenslang leren') met als doel om breed inzetbaar en flexibel personeel te kunnen inzetten en de mobiliteit onder personeel te vergroten.¹ Het hoger onderwijs (HO) speelt in dit opzicht een cruciale rol.

De in het hoger onderwijs opgedane kwalificaties zijn gaandeweg een essentiële factor geworden in de Nederlandse samenleving. Er wordt een toenemend belang gehecht aan HO-kwalificaties met een evidente waarde voor onze culturele verrijking, en het verwerken van nieuwe kennis in maatschappelijke processen en producten. Zo wordt in het verlengde van de algemene sociale en culturele waarde die wordt gehecht aan kwalitatief goede hogere opleidingen, de economische positie en concurrentiekracht van Nederland steeds meer afhankelijk van het kennisniveau van de bevolking. Een kwalitatief goed opleidingsniveau van de Nederlandse bevolking - met name op het vlak van de bèta- en technische opleidingen - wordt gezien als een 'productiemiddel' dat bovendien een belangrijke rol kan spelen bij het creëren van goede vestigingsvoorwaarden voor (buitenlandse) instellingen en bedrijven. De waarde van deze kennis en vaardigheden beperkt zich echter niet louter tot commerciële exploitatie van natuurwetenschappelijk- en technisch onderzoek ten behoeve van economische bedrijvigheid en tot verbetering van onze industriële productie en dienstverlening. Het betreft evenzeer niet-commerciële benutting van kennis vanuit de maatschappijwetenschappen en de humaniora, bijvoorbeeld op het gebied van opiniërende of documentaire bijdragen aan maatschappelijke discussies.

Onze complexe en kennisintensieve samenleving vereist een kwalitatief goede kennisinfrastructuur met een daarbij aansluitend HO-systeem. Zowel het hoger beroepsonderwijs (HBO) als het wetenschappelijk onderwijs (WO) leveren, in de vorm van

¹ Zo is het percentage Nederlandse werknemers in de sectoren landbouw, industrie en dienstverlening dat deelneemt aan bedrijfsscholing circa driemaal hoger dan het EU-gemiddelde (Kleinknecht en Ter Wengel, 1996).

hoog opgeleiden in onze beroepsbevolking, een belangrijke bijdrage aan het nationale ‘menselijk kapitaal’. Met name de academici worden niet alleen geacht hun wetenschappelijke inzichten en vermogen tot abstract denken toe te passen op praktische vraagstellingen, maar ook een systematische aanpak te volgen bij het oplossen van concrete problemen.

Het Nederlandse wetenschaps- en technologiesysteem is eveneens zeer gebaat bij kwalitatief goede Nederlandse opleidingen en trainingen om te kunnen voldoen aan de vraag naar onderzoekers, technici en onderzoeksondersteunend personeel. Dergelijk personeel is niet alleen van groot belang om zelfstandig internationaal vooraanstaand onderzoek uit te kunnen voeren, maar ook om snel en efficiënt te kunnen inspelen en voortbouwen op waardevolle wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen in het buitenland. Het hoger onderwijs vormt een cruciale voedingsbodem voor dat kennisstelsel. Hier worden immers specifieke beroepskwalificaties verworven die relevant zijn voor de beoefening van wetenschappelijke en technologische activiteiten. Aan de universiteiten worden academici opgeleid die vervolgens taken en functies gaan uitoefenen op, bijvoorbeeld, het gebied van technologische ontwikkeling in industrie, wetenschappelijk onderzoek aan de universiteiten, of als docent in het hoger onderwijs. Naast deze opleidingsrol houden de universiteiten met hun onderzoek een kennisgenererend systeem in stand dat onmisbaar is voor de Nederlandse samenleving en een belangrijk element vormt in de nationale innovatiecapaciteit (o.a. via publiek-private R&D-samenwerking – zie paragraaf 3.6.2). Zowel academisch onderzoek als onderwijs maken dus een essentieel onderdeel uit van de nationale kennisinfrastructuur. De hoofddoelen van overheidsfinanciering van academisch onderzoek betreffen dus niet louter de bijdrage aan academische opleidingen, maar ook bestudering van maatschappelijke problemen en - indirect - de toepassingen daarvan voor economische bedrijvigheid.

4.1.2 Financiering van het hoger onderwijs

In onze moderne kenniseconomie zijn universiteiten en hogescholen van eminent belang om hoger opgeleiden af te leveren. Een kwalitatief goed hoger onderwijssysteem vraagt om voldoende financiële middelen. Tabel 4.1 toont een overzicht van de financiële investeringen van OESO landen voor het hoger onderwijs. Het betreft een internationale vergelijking van 1994-uitgaven vanuit het perspectief van de nationale onderwijsuitgaven. Daarbij dient men zich te realiseren dat deze landen zeer verschillend zijn, zowel op het gebied van de nationale onderwijssystemen als de wijze waarop deze worden gefinancierd. Uit deze cijfers blijkt dat de Nederlandse uitgaven voor alle onderwijssectoren naar verhouding relatief laag zijn: 9,4% van de totale overheidsuitgaven, en 5,4% van het BNP. De Nederlandse uitgaven voor het

hoger onderwijs (1,7% van het BNP) liggen echter iets boven het gemiddelde van de Westeuropese landen. Nederland wordt daarin slechts overtroffen door Zweden, Denemarken en Finland.

Tabel 4.1: Nationale uitgaven voor onderwijs in OESO-landen, 1994

	Publieke uitgaven (% overheidsuitgaven)*	Publieke en private uitgaven (% van BNP)**		
	Alle schoolniveau's	Alle school-niveau's	Primair en secundair onderwijs	Hoger onderwijs
Australië	13.6	6.2	4.1	2.0
België	10.2	-	-	-
Canada	13.8	7.2	4.4	2.6
Denemarken	12.6	8.4	4.8	2.1
Duitsland	9.4	6.0	3.9	1.1
Finland	11.9	7.3	4.6	1.9
Frankrijk	10.8	6.4	4.5	1.2
Griekenland	7.0	2.4	1.7	0.7
Ierland	13.2	6	3.8	1.6
Italië	8.8	4.8	-	0.9
Japan	10.8	-	3.1	1.1
Korea	17.4	6.2	3.9	1.8
Nederland	9.4	5.4	3.4	1.7
Noorwegen	15.5	-	-	-
Oostenrijk	-	5.6	4.0	1.0
Portugal	-	5.5	4.0	0.9
Spanje	12.6	5.8	4.1	1.1
Verenigd Koninkrijk	11.6	-	-	1.2
Verenigde Staten	13.6	6.6	3.9	2.4
Zweden	11.0	7.8	5.1	2.2
Zwitserland	15.6	-	-	-

* Inclusief subsidies aan de private sector (bijzonder onderwijs).

** Publieke, private en internationale uitgaven, inclusief uitgaven voor universitair onderzoek (eerste en tweede geldstroom) en subsidies aan huishoudens (inclusief studiefinanciering).

- Geen gegevens.

Bron: CWTS, data: OESO

Tabel 4.2 vergelijkt de Nederlandse positie op het gebied van hoger onderwijs met een groot aantal andere OESO-landen. De vier indicatoren hebben enerzijds betrekking op de resultaten van eerdere inspanningen - het huidige HO-niveau van de bevolking en de werkloosheid onder HO-opgeleiden, en anderzijds op de onderwijsuitgaven ten behoeve van de huidige generatie HO-studenten. Het opleidingsniveau van de bevolking kan daarbij beschouwd worden als een indicator van de Nederlandse uitgangspositie op dit gebied - met name voor wat betreft het aandeel van de beroepsbevolking met een HO-opleiding. Uit deze gegevens blijkt dat 21% van de Nederlandse bevolking in de leeftijdsklasse tussen de 25 en

65 jaar een HO-opleiding² heeft voltooid, hetgeen van gemiddeld niveau is binnen de groep OSEO-landen. In de Verenigde Staten, Canada, Noorwegen en Zweden ligt dat aandeel boven de 25%. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze resultaten deels beïnvloed worden door verschillen in de nationale definities van het hoger onderwijs.³ De Nederlandse score ligt op hetzelfde niveau als van ons omringende landen zoals België, Duitsland, Denemarken, en Verenigd Koninkrijk - landen met een redelijk vergelijkbaar onderwijssysteem en sociaal-economische situatie.

Tabel 4.2: Aandeel HO-afgestudeerden van bevolking, en HO-uitgaven, 1994

	HO-opgeleiden (% van de bevolking 24 t/m 65 jaar)	Directe publieke uitgaven voor HO (% van BBP)*	Gemiddelde uitgaven per HO-student (US \$)	
			incl. R&D	excl. R&D**
Australië	24	1.2		
België	25	1.0	-	5.095
Canada	47	1.6	12.350	10.584
Denemarken	20	1.4	6.710	4.865
Duitsland	23	0.9		
Finland	21	1.5	-	7.408
Frankrijk	19	0.9		
Griekenland	17	0.7		
Ierland	20	1.0	7.270	6.210
Italië	8	0.7		
Japan	-	0.5		
Korea	18	0.3		
Nederland	21	1.2	8.720	6.210
Noorwegen	29	1.4		
Oostenrijk	8	0.9	5.820	3.653
Portugal	13	0.8		
Spanje	16	0.8		
Verenigd Koninkrijk	21	0.7	-	8533
Verenigde Staten	33	1.1		
Zweden	28	1.5		
Zwitserland	21	1.1		

* Exclusief private en internationale uitgaven, en subsidies aan huishoudens (studiefinanciering). Inclusief uitgaven voor universitair onderzoek (eerste en tweede geldstroom).

** Betreft ramingen op basis van OESO-gegevens voor R&D in de HO-sector.

- Geen gegevens

Bron: CWTS, data: OESO

² Met uitzondering van leerlingen en studenten in het dagonderwijs en werkenden ouder dan 64 jaar.

³ Voor Nederland worden alleen HBO- en WO-opleidingen gerekend tot het HO. Sommige andere landen plaatsen ook MBO-opleidingen in deze categorie. Als gevolg hiervan geven deze gegevens een lichte onderschatting van het opleidingsniveau van de Nederlandse bevolking, en een overschatting van de kosten per student in het Nederlandse tertiaire onderwijs.

Als men uitsluitend de directe publieke uitgaven beschouwt, dan blijkt Nederland tot de landen te behoren met de hoogste uitgaven voor het hoger onderwijs. Met 1,2% van het Bruto Binnenlands Product (BBP) ligt Nederland boven het OESO-gemiddelde, en wordt binnen West-Europa slechts overtroffen door de Scandinavische landen (Finland, Noorwegen, Zweden en Denemarken). In de Nederlandse cijfers worden overigens ook de uitgaven voor het universitaire wetenschappelijk onderzoek en ontwikkelingswerk meegenomen. Dit leidt tot een vertekening omdat deze R&D-kosten in vele OESO-lidstaten niet (in gelijke mate) tot uitgaven voor het hoger onderwijs wordt gerekend, hetgeen een betrouwbare vergelijking tussen de diverse OESO-landen zeer bemoeilijkt. Uit vergelijkbare gegevens voor een beperkt aantal landen blijkt dat de gemiddelde kosten per HO-student voor een substantieel bestaan uit deze universitaire R&D-uitgaven, en al naar gelang het land kan variëren tussen 15% tot bijna 40%. In het geval van Nederland betreft deze R&D-component circa 20% van de totale kosten per student. Nederland heeft op grond van deze herziene berekening een middenpositie in deze (kleine) groep landen voor wat betreft de kosten voor het HO.

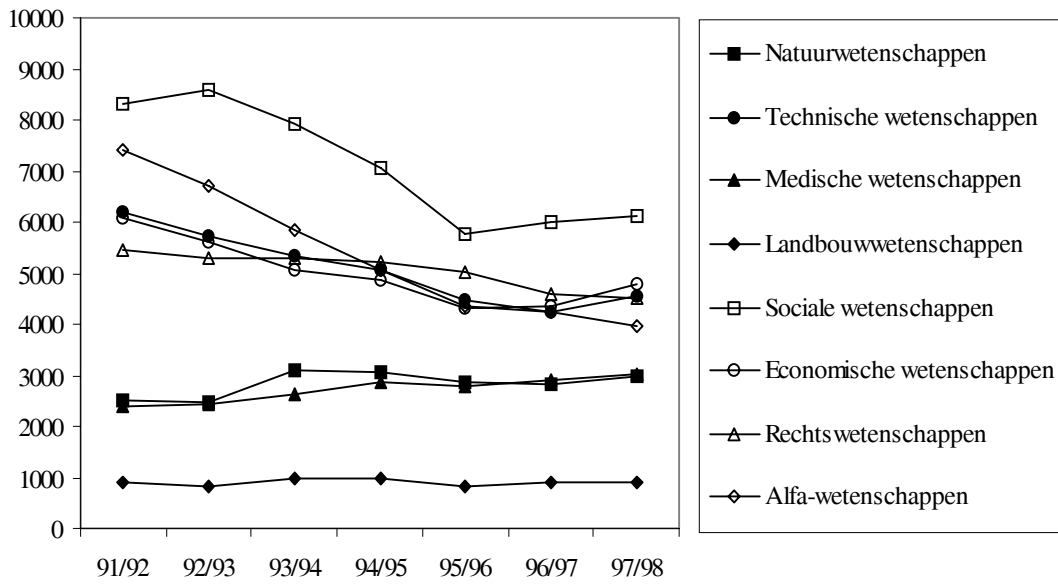
4.1.3 Het wetenschappelijk onderwijs: studenten, aio's en oio's

Over de afgelopen jaren hebben zich belangrijke structurele wijzigingen voorgedaan aan Nederlandse universiteiten en hogescholen op het gebied van studenteninstroom, promotieplaatsen en financieringsbronnen. Zo heeft de groei van het aantal HO-studenten zich vanaf het begin van de jaren negentig gestabiliseerd (toename HBO en afname WO) bij een gelijkblijvend budget van 1,2% van het BBP (zie Tabel SB-4.1). Figuur 4.3 toont de ontwikkelingen in studentenaantallen in het wetenschappelijk onderwijs aan onze universiteiten vanaf het studiejaar 1990/91. Het totale aantal eerstejaars WO-studenten is inmiddels gedaald met meer dan 20% van 37.810 tot iets meer dan 30.814 in 1997/98. De sociale wetenschappen hebben sinds enige jaren de grootste aantrekkingskracht op nieuwe studenten. Na een daling in begin jaren negentig, lijkt de belangstelling te stabiliseren op een 20%-aandeel van de eerstejaars. Het aandeel van de natuurwetenschappen bevindt zich iets onder de 10% en vertoont inmiddels een duidelijke afvlakking na groei in begin jaren negentig. Het aandeel van de alfa-wetenschappen en de technische wetenschappen laat in die periode een duidelijke daling zien en lijkt zich vanaf 1997/98 lijkt te stabiliseren rondom de 14%. De instroom van de technisch-wetenschappelijke studenten is echter sinds 1990/91 met 30% afgenomen en bevindt zich nu op het niveau van 4.536 eerstejaars.⁴ Deze daling is

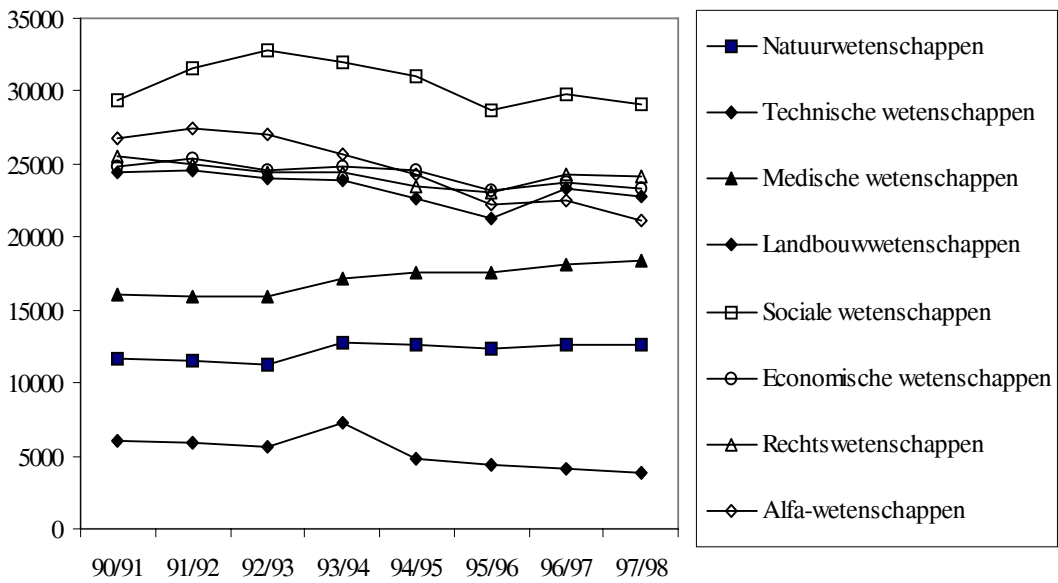
⁴ De daling in de technische- en bèta-studierichtingen deed zich met name voor bij wiskunde, chemie, elektrotechniek en werktuigbouwkunde. Informatica en civiele techniek lieten een groei zien.

zorgelijk gezien de inbreng van technisch opgeleiden op het vlak van technologisch ontwikkelingswerk en de innovatieve kracht van de Nederlandse industrie (o.a. m.b.t.

Figuur 4.3: Aantal eerstejaarsstudenten WO naar wetenschapsgebied, 1990/91-1997/98*,**



Figuur 4.4: Aantal ingeschreven WO-studenten naar wetenschapsgebied, 1990/91-1997/98*,**



* Omvat vol- en deeltijdstudenten (exclusief extraneï en auditoren).

** De wetenschapsgebieden komen overeen met de zogeheten HOOP-gebieden (Hoger Onderwijs en Onderzoek Plan, Ministerie van OCenW).

Bron: CWTS, data: CBS

publiek-private wetenschappelijke samenwerking in paragraaf 3.6.2), maar ook in het licht van hun belang voor de dienstensector en andere sectoren in onze samenleving die een collectief belang vertegenwoordigen zoals de gezondheidssector, milieu, en waterstaat.⁵

De toenemende complexiteit van vraagstellingen en problemen, en de wereldwijde economische concurrentie, vereist dat R&D-personeel van een voldoende hoog niveau is, met name op het gebied van toegepast technisch en natuurwetenschappelijk onderzoek. De beschikbaarheid van voldoende top-onderzoekers en hoog opgeleide technici is daarvoor een noodzakelijke voorwaarde. Dit betreft niet louter de R&D-intensieve industriële sectoren in Nederland maar geldt evenzeer - vanwege de voortschrijdende invloed van wetenschap en technologie op de samenleving - voor commerciële dienstverlening en handelsactiviteiten. Een belangrijk deel van onze toekomstige onderzoekers zijn nu werkzaam op promotieplaatsen aan de universiteiten. De groep omvat de zogeheten assistenten-in-opleiding (aio's) met een formele vierjaars-aanstelling bij de universiteiten, en de in dienst van NWO aangestelde onderzoekers-in-opleiding (oio's). Vanaf 1987 kennen de 13 universiteiten een jaarlijkse instroom van 1200 tot 1400 aio's. Vanaf 1995 worden er ook beurspromovendi aangesteld.⁶ De instroom van vierjarige aio's is vanaf 1993 met meer dan 10% teruggelopen, en is in 1996 voor het eerst weer gestegen tot ruim 1300.⁷ De grootste afname van de aio-instroom vond plaats bij de natuurwetenschappen, technische wetenschappen, en in mindere mate bij de sociale wetenschappen en de alfa-wetenschappen (VSNU, 1997a). De invoering van het bursalenstelsel aan sommige universiteiten (o.a. RUL en UvA) zal hier deels debet aan zijn. In sommige bèta-disciplines, zoals de chemie, valt die daling in het aantal aio's samen met een afname in de omvang van eerste geldstroom personeel (zie paragraaf 3.3.4 en Tabel SB-3.3).

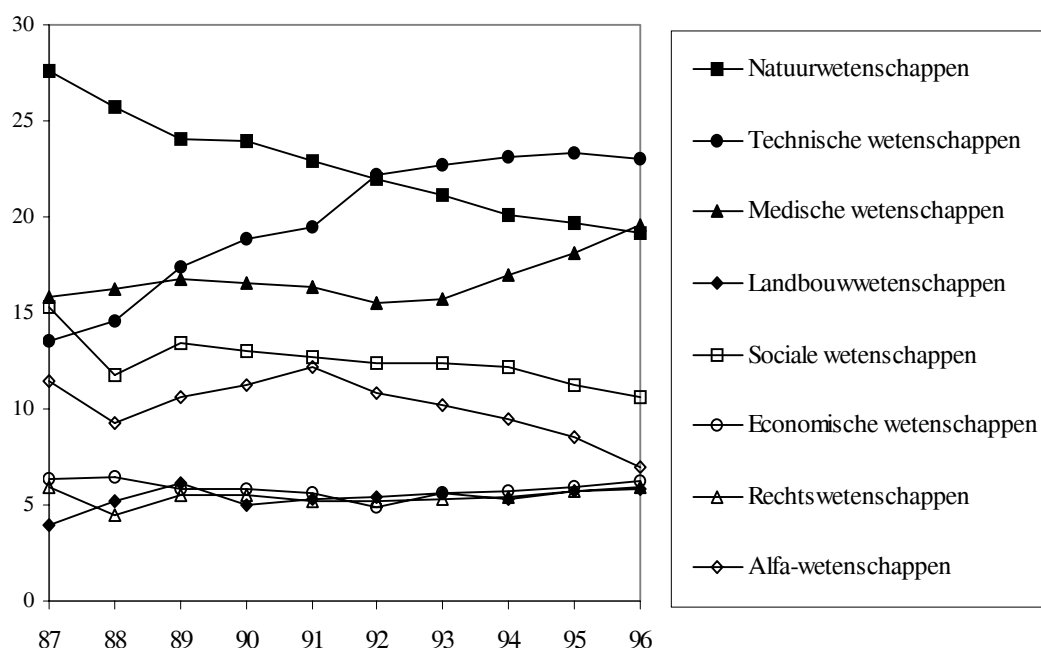
Naast de vele aio's werden er vanaf 1989 jaarlijks 400 of meer oio's aangesteld bij de universiteiten. De instroom van de oio's is echter gestaag afgenomen sinds 1993 en bevond zich in 1996 op een niveau van circa 330. Deze daling is met name het gevolg van gewijzigd NWO-beleid ten gunste van arbeidsplaatsen voor reeds gepromoveerden ('post-docs').

⁵ Teneinde een halt toe te roepen aan de dalende instroom van studenten in de technische- en bèta-studies is vorig jaar door de ministeries van EZ, OCenW en Sociale Zaken, in samenwerking met VNO-NCW, besloten een bedrag van f 80 miljoen (50% overheid-50% bedrijfsleven) te besteden aan een plan om meer interesse voor technische- en natuurwetenschappelijke studies te kweken en om deze studies aantrekkelijker te maken. Dit plan bevat projecten binnen het gehele onderwijssysteem - van de basisschool tot en met de universiteit.

⁶ Deze zogeheten 'bursalen' krijgen geen formele aanstelling aan een universiteit, maar ontvangen gedurende de promotie-periode slechts een vergoeding om in het levensonderhoud te voorzien.

⁷ Het aantal ontwerpers-in-opleiding (tweejarige aio's, oftewel 'twaio's') is sinds 1995 eveneens gedaald.

Figuur 4.5a: Aio's per wetenschapsgebied, 1987-1996 (in % van totaal)*,**

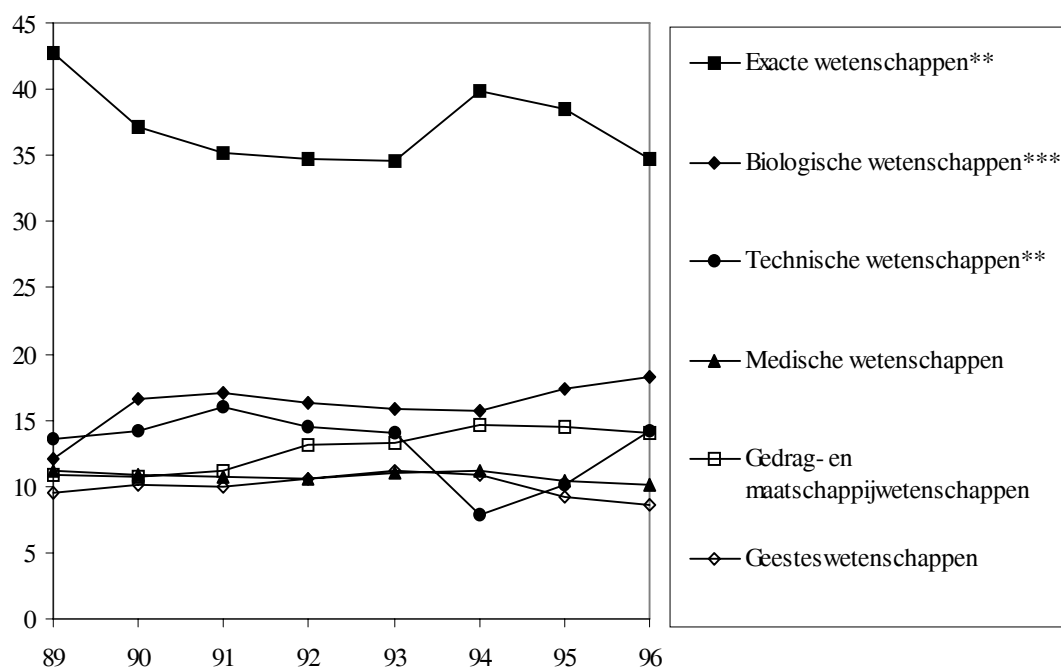


* Betreft vierjarige aio's, beurspromovendi ('bursalen'), en overige promotie-studenten.

** De wetenschapsgebieden komen overeen met de zogeheten HOOP-gebieden.

Bron: CWTS, data: Research voor Beleid (tot 1990), VSNU (vanaf 1990)

Figuur 4.5b: Oio's per wetenschapsgebied, 1989-1996 (in % van totaal)*



* Betreft oio's in dienst van NWO, en werkzaam bij universiteiten en andere dan eigen NWO-instituten.

** De data m.b.t. de technische wetenschappen betreft vanaf 1994 uitsluitend door STW toegekende arbeidsplaatsen. De overige -door SON en FOM toegekende- arbeidsplaatsen aan de TU's zijn ondergebracht bij de exacte wetenschappen.

*** Betreft biologisch, oceanografisch en atmosferisch onderzoek.

Bron: CWTS, data: NWO

Figuur 4.5 toont de ontwikkelingen in de relatieve verdeling van het totaal aantal aangestelde aio's en oio's over de diverse wetenschapsgebieden. Uit de gegevens met betrekking tot de aio's blijkt dat de grootste groep wordt gevormd door diegenen die zich bezig houden met promotie-onderzoek op het gebied van de technische wetenschappen: dit was in 1996 bijna een kwart van het totaal. De reeds gesignaleerde afname van de instroom binnen de natuurwetenschappen komt goed tot uiting in het sterk dalende aandeel. Ook de alfa-wetenschappen laten een duidelijke daling zien, die zich in de komende jaren nog zal voortzetten als gevolg van de dalende instroom. De stabilisatie bij de technische wetenschappen zal in de nabije toekomst ook omslaan in een daling vanwege de geringere aantallen aio's in de 1995 en 1996-cohorten. De toename bij de medische wetenschappen is deels het gevolg van een stijgende instroom in eerdere jaren, maar ook het resultaat van de langere duur om de promotie af te ronden (VSNU, 1997a). Vergelijkbare gegevens met betrekking tot de oio's laten minder duidelijke trends zien, hoewel men ook hier een daling aantreft in het aandeel oio's werkzaam op het gebied van de (exacte) natuurwetenschappen.⁸

De dalende instroom van aio's en oio's in de afgelopen jaren zal ongetwijfeld hebben bijgedragen aan de afname van de Nederlandse publicatie-output vanaf 1995 (zie paragraaf 3.3.2). Belangrijker nog is dat deze afname aan jonge academische onderzoekers in de nabije toekomst zal leiden tot een minder groot aanbod van hooggekwalificeerd Nederlands R&D-personeel. Verdere bezuinigingen en vergrijzing van het zittend universitair personeelsbestand kunnen dit negatieve effect nog versterken. Ongeveer eenderde van het personeel is nu 50 jaar of ouder. De gestage toename van de oudere leeftijdscategorieën (45 jaar en ouder) en de gestage daling van het aandeel 40-44 jarigen duidt ook op een mogelijk gebrek aan geschikte opvolgers op de langere termijn (VSNU, 1997b). Hierdoor dreigt jong schaars talent verloren te gaan. Dit zou met name op het gebied van de natuurwetenschappen kunnen leiden tot een aantasting van ons onderzoekssysteem en het daaraan gerelateerde universitaire onderwijs. Eventuele personeelstekorten kunnen wellicht worden aangevuld door werving van buitenlands personeel. Duidelijk is wel dat de toenemende internationalisering (en in het bijzonder de 'Europeanisering' – zie paragraaf 3.6.3) van wetenschappelijk onderzoek en technologisch ontwikkelingswerk in ieder geval zal leiden tot een grotere inbreng van buitenlanders in het Nederlandse onderzoekssysteem (er worden nu bijvoorbeeld reeds tal van buitenlanders als aio of oio aangesteld in de natuurwetenschappen bij gebrek aan geschikte Nederlandse kandidaten⁹).

⁸ De 1994-'knik' binnen de natuurwetenschappen en de technische wetenschappen is het resultaat van een verandering van de toewijziging van oio's over beide gebieden.

⁹ Zie o.a. "De Russen komen – steun aan leraar moet meer harde bèta's opleveren", NRC Handelsblad, 15 maart 1997.

Tenslotte mag niet onvermeld blijven dat het aio/oio-rendement niet optimaal is. Ongeveer 20 à 25% van de aio's en oio's staken hun promotie-onderzoek voordat de dissertatie is afgerond. Ongeveer 60% van diegenen die hun proefschrift wel met succes hebben voltooid, deden dit binnen 5 jaar. Slechts een kleine minderheid rondde de promotie af in de daartoe bestemde formele periode van 4 jaar.

4.1.4 Arbeidsmarkt en werkloosheid onder academici

Algemeen

De cijfers in Tabel 4.1 van de voorgaande paragraaf tonen duidelijk aan dat het hoger onderwijs gezien wordt als een belangrijke investering in menselijk kapitaal met evident maatschappelijk nut. De maatschappelijke relevantie van de universiteiten en hogescholen wordt vooral bepaald door het opleiden van mensen aan wie maatschappelijk behoefte bestaat. Hoe groot is echter de maatschappelijke relevantie van academisch afgestudeerden en promovendi? Heeft men een passende baan gevonden? En sluiten verworven kennis en vaardigheden inderdaad aan bij de eisen van de samenleving? De investeringen in ons HO-stelsel blijken evenwel op enigszins gespannen voet te staan met de vraag vanuit onze arbeidsmarkt naar bepaalde typen van academische opleidingen. Zo heeft de relatief grote uitstroom van afgestudeerden, en de soms gebrekkige perspectieven op een betaalde baan die aansluit op de opleiding, geleid tot een groot aantal werklozen onder academici. Het percentage werkloze academici is ondanks die relatieve grote toestroom in de afgelopen jaren gedaald naar 5,7% van de totale beroepsbevolking in 1996, hetgeen beduidend lager is dan de gemiddelde werkloosheid van 7,4% onder de totale beroepsbevolking (CBS, 1996).

Prognoses van het *Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt* (ROA) over vraag en aanbod van afgestudeerden duiden bovendien op een relatief gunstige arbeidsmarkt voor academici in de nabije toekomst (ROA, 1997). De combinatie van vergrijzing onder de huidige beroepsbevolking en dalende aantallen afgestudeerden leiden in bijna alle studierichtingen tot goede of zelfs uitstekende perspectieven in de komende vijf jaar. Grote knelpunten worden verwacht bij informatici en technici, zoals civiele ingenieurs en bouwkundigen. Deze arbeidsmarktfricties kunnen met name een belangrijke hinderpaal vormen voor de Nederlandse concurrentiepositie in kennisintensieve economische sectoren. Als gevolg van de huidige hoogconjunctuur is de arbeidsmarkt voor academici inmiddels verbeterd. Hoewel de werkloosheidspercentages momenteel relatief laag zijn onder academici, lijkt een sterkere aandacht voor het creëren van meer mobiliteit, gekoppeld aan gecoördineerde inspanningen op het vlak van her- of bijscholing, onontbeerlijk voor de toekomstige afstemming tussen vraag en aanbod op de arbeidsmarkt voor afgestudeerden.

Werkloosheid per academische studierichting

Een recent Elsevier/SEO-onderzoek onder een grote landelijke steekproef van ruim 4100 afgestudeerde academici in het studiejaar 1994-1995 toont aan dat het percentage werkzoekenden zeer sterk varieert per studierichting (Berkhout & Webbink, 1997). Voor een aantal opleidingen, zoals Filosofie, Psychologie en Engels, was meer dan 10% van de afgestudeerden na twee jaar nog op zoek naar een baan. De verhouding tussen vraag en aanbod ligt aanzienlijk gunstiger in het geval van Technische wiskunde, Technische informatica en fiscaal-juridische opleidingen, waar alle afgestudeerden een baan hadden gevonden binnen twee 2 jaar. Gemiddeld was 5,4% van de lichte 1994-1995 werkzoekende. In het algemeen waren afgestudeerden in de sectoren techniek en economie het minst zonder baan. De zwakste arbeidsmarktpositie betreft afgestudeerden in de alfa-opleidingen. De gamma-wetenschappen nemen een tussenpositie in, waarbij Bestuurskunde, Sociologie en Communicatiewetenschappen gunstig afsteken met werkloosheidspercentages lager dan 4%. De statistische bijlage bevat de werkloosheidspercentages voor alle 40 (clusters) van academische opleidingen uit dit onderzoek (zie Tabel SB-4.2).

Het bovengenoemde beeld van de werkloosheid onder jonge academici wordt in hoofdlijnen bevestigd door de uitkomsten van een arbeidsmarktstudie van academici tot 45 jaar op grond van een onderzoek uitgevoerd onder de circa 75 duizend (gratis) abonnees van *Intermediair*.¹⁰ Daarin is gevraagd of men werkloos was (op basis van een eigen definitie). Uit de resultaten blijkt dat het percentage werklozen met een Technische studierichting slechts 3,8% bedraagt, voor de Economische wetenschappen 4,1%, Rechtswetenschappen 5,2% en Sociale wetenschappen 7,1%, Natuurwetenschappen 7,9%, de Landbouwwetenschappen 9,0% (Bos & Gilder, 1996a). Gelet op het lage percentage werklozen onder de afgestudeerden in combinatie met de dalende instroom van studenten, is in sommige studierichtingen sprake van een gespannen arbeidsmarkt. Hierbij moet momenteel vooral gedacht worden aan de technische studierichtingen, waar het aantal eerstejaarsstudenten tussen 1991 en 1996 afnam met bijna 30% (zie o.a. Figuur 4.3). In juli 1997 besloten de drie technische universiteiten om een extra 'bètabeurs' van f 5000,- aan eerstejaarsstudenten te verstrekken in een poging om deze dalende tendens een halt toe te roepen in Technische informatica en Elektrotechniek. Dit initiatief lijkt zijn vruchten af te werpen; het aantal inschrijvingen voor het studiejaar 1997/1998 is - volgens gegevens van december 1997 - met ruim 10% toegenomen in vergelijking met het vorige studiejaar.

¹⁰ Dit bestand biedt geen volledig overzicht van de arbeidsmarktpositie van afgestudeerden in het wetenschappelijk onderwijs. Het bevat geen afgestudeerden in de alfa-wetenschappen en slechts een deel van de gamma-wetenschappen.

De arbeidsmarktpositie van afgestudeerden in de alfa-studierichtingen tussen 1986 en 1996 is in een aparte studie in kaart gebracht (Bos & Gilder, 1996b). Uit de resultaten van deze enquête onder ruim 2600 afgestudeerden blijkt dat 8,5% van de academici in de alfa-sector als werkloos staat geregistreerd bij een arbeidsbureau, met als negatieve uitschieter Theater-, film- en televisiewetenschappen (16,5%) en een opvallend laag percentage voor de studierichting Frans (3,3%).¹¹ Een aanzienlijk deel van de afgestudeerden is langdurig werkloos: 22,8% is reeds langer dan twee jaar werkzoekende. Tabel SB-4.3 in de statistische bijlage bevat de werkloosheidspercentages voor alle studieclusters die in beide Bos & Gilder-studies zijn opgenomen.

De arbeidsmarktsituatie voor promovendi

Uit de resultaten van de Berkhout & Webbink-studie valt overigens ook af te lezen dat 11,8% van de afgestudeerden na twee jaar nog bezig was met een academische vervolgopleiding. Zo was 77% van de ondervraagde geneeskundigen werkzaam als co-assistent in de opleiding tot huisarts of medisch specialist. De bèta-studies voeren de lijst aan met betrekking tot het percentage afgestudeerden die actief zijn als assistent-in-opleiding (aio) dan wel als onderzoeker-in-opleiding (oio): Natuurkunde - 56%; Technische natuurkunde - 31%; Scheikunde - 42%; Biologie - 30%; Wiskunde - 29%. In de alfa- en gamma-wetenschappen vindt men een meer dan gemiddeld aandeel aio's bij de studierichtingen Wijsbegeerte (22%) en Psychologie (13%).

Uit een schriftelijk enquête van Hulshof, Verrijt en Kruijthof (1996) met betrekking tot de eerste fase van de beroepsloopbaan van gepromoveerde academici – d.w.z. de arbeidsmarktpositie in 1995 onder gepromoveerden uit de periode 1990-1994 – blijkt overigens dat ook hier grote verschillen bestaan tussen de studierichtingen. Uit de resultaten van deze (beperkte) steekproef, die grotendeels gebaseerd is op het abonneebestand van *Intermediair*, bleek dat géén van gepromoveerden in de economische wetenschappen werkloos was, terwijl maar liefst 22% van de aio's in de alfa-studierichtingen als werkloze was geregistreerd. In hetzelfde onderzoek zijn vergelijkbare cijfers verzameld voor bijna duizend niet-gepromoveerde academici die in de periode 1990-1994 waren afgestudeerd. Daaruit blijkt dat promoveren loont bij het zoeken naar een werkkring. Zo was bijvoorbeeld 21% van de universitair afgestudeerden in de technische studierichtingen werkloos in 1995,

Er is bovendien een lichte ondervertegenwoordiging van afgestudeerden in de rechtswetenschappen en een ondervertegenwoordiging van academici met een technische opleiding.

¹¹ In deze studie wordt de CBS-werkloosheidsdefinitie gehanteerd: (1) ingeschreven bij een arbeidsbureau; (2) geen betaald werk voor 12 uur of meer; (3) werkzoekende voor 12 uur of meer; (4) binnen 14 dagen beschikbaar voor de arbeidsmarkt.

terwijl dit bij de totale groep gepromoveerden slechts 10% was. In andere sectoren, zoals de landbouwwetenschappen, de sociale wetenschappen en de economische wetenschappen, lijken de arbeidsmarktperspectieven zelfs aanzienlijk gunstiger voor jonge promovendi. Daarbij moet evenwel worden aangetekend dat veel gepromoveerden zeer vaak een tijdelijke aanstelling hebben als zij werkzaam zijn als onderzoeker, waardoor hun toekomstperspectief op een carrière in R&D onzeker is. Bovendien is niet duidelijk in hoeverre men werkt beneden het opleidingsniveau.

Tabel 4.6: Korte-termijn werkloosheid onder academici per cluster WO-studierichtingen (% werklozen in 1995 onder afgestudeerden/gepromoveerden in de periode 1990-94).

WO-cluster	Gepromoveerden*	aio's*	oio's*	Doctoraal**
Natuurwetenschappen	10	10	14	21
Technische wetenschappen	10	6	14	13
Medische wetenschappen	6	10	12	16
Landbouwwetenschappen	6	12	7	28
Sociale wetenschappen	4	4	3	17
Economische wetenschappen	0	0	0	16
Rechtswetenschappen	3	5	0	5
Alfa-wetenschappen	11	22	8	13

* Percentage van aio's/oio's gepromoveerd in de periode 1990-94 die medio 1995 als werkloos waren geregistreerd (t.o.v. de feitelijke beroepsbevolking). De categorie 'gepromoveerden' omvat ook de 'buitenpromovendi' (d.w.z. gepromoveerd buiten het aio- of oio-stelsel) die circa 35% van het totale aantal promovendi vertegenwoordigden.

** Percentage van met doctoraaldiploma (eerste-fase) afgestudeerden in de periode 1990-94 die medio 1995 als werkloos waren geregistreerd (t.o.v. de feitelijke beroepsbevolking).

Bron: CWTS, data: Hulshof, Verrijt en Kruijthof, 1996.

Tabel 4.6 vat de bovengenoemde werkloosheidspercentages samen voorzover deze betrekking hebben op dezelfde clusters van WO-studierichtingen. Op basis hiervan kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken ten aanzien van de korte-termijn werkloosheid onder academici:

- De positie op de arbeidsmarkt is sterk afhankelijk van de gevolgde academische studierichting, met minder goede perspectieven voor studierichtingen in de natuurwetenschappen, de landbouwwetenschappen, de sociale wetenschappen (exclusief de economische wetenschappen) en alfa-studierichtingen.
- Jonge gepromoveerden hebben betere vooruitzichten op een baan in vergelijking met de niet-gepromoveerde academici. Dit geldt voor alle clusters van studierichtingen. Een afgeronde onderzoekersopleiding lijkt dus een meerwaarde te leveren op de arbeidsmarkt.

Als men deze korte-termijn werkloosheidscijfers afzet tegen de arbeidsmarktperspectieven op de langere termijn, zoals beschreven in de voorgaande paragrafen, dan blijkt dat de relatief hoge werkloosheid onder de academische nieuwkomers duidelijk afneemt met het verstrijken van de tijd. De grootste afname vindt plaats bij de technische wetenschappen en de economische wetenschappen, de kleinste bij de alfa-wetenschappen.

Werkende academici

Een tweede belangrijke indicator van de arbeidsmarktpositie betreft de aansluiting tussen opleiding en baan. Is er bijvoorbeeld sprake van een 'onderbenutting' van de academische opleiding? Uit de studie van Bos & Gilder (1996a) blijkt dat 63% van de afgestudeerden na twee jaar een baan gevonden heeft waarvoor een WO-opleiding werd gevraagd. Bijna 30% werkt in functies op HBO-niveau. Ook hier vindt men een algemene tendens ten nadele van de alfa-studierichtingen. In sommige richtingen heeft minder dan 40% een baan op academisch niveau. Dat geldt met name voor Europese studies, Algemene letteren, en Nederlands. Tabel SB-4.4 bevat de gegevens voor alle studierichtingen. Het is evenwel duidelijk dat met name in de alfa-sectoren sprake is van 'concurrentie' met HBO-afgestudeerden op de arbeidsmarkt. In hoeverre deze concurrentie duidt op enerzijds structurele en blijvende overscholing, en diploma-inflatie anderzijds, valt uit deze gegevens niet af te leiden; in veel gevallen zal het immers startfuncties betreffen van waaruit men kan doorstromen naar een baan waarvoor een hoger kennis- en opleidingsniveau wordt gevraagd. De resultaten uit de Bos & Gilder-studie met betrekking tot de loopbaanontwikkeling van afgestudeerde academici - op basis van het bovengenoemde *Intermediair*-bestand - geven aan dat het percentage leidinggevenden stijgt van 38% voor diegenen die twee tot vijf jaar geleden zijn afgestudeerd, tot 70% van de academici die langer dan 10 jaar geleden zijn afgestudeerd (Bos & Gilder, 1996). Overigens blijkt uit een eerdere studie van Coppens en Voorneveld (1994) dat de betekenis van de gevolgde WO-opleiding duidelijk afneemt naarmate men langer werkzaam is en de rol van werkervaring en persoonsgebonden kenmerken juist toeneemt. Bovendien wordt de aansluiting tussen het opleidingsniveau en het beroep beter na verloop van tijd (SEO, 1996).

Ook recent afgestudeerde academici komen meer en meer terecht in een baan buiten hun vakgebied. Met name in de landbouwwetenschappen, waarin de typische landbouwfuncties de afgelopen jaren sterk in aantal zijn gedaald, vindt men een relatief grote beroepenspreiding. Men wijkt daarbij onder andere uit naar banen in de zakelijke dienstverlening (bijv. ingenieursbureaus, bureaus voor organisatie en advies, bureaus voor werving en selectie). Steeds meer hoger opgeleiden vinden een (start)functie in deze snel

groeierende bedrijfstak. Deze ontwikkeling illustreert het algemeen vormende karakter van universitaire opleidingen waarbij het aanleren van wetenschappelijke methoden en analytisch/synthetiserend vermogen van groot belang zijn. Voorts blijkt uit dit onderzoek dat het percentage werklozen gestaag daalt naarmate men langer geleden is afgestudeerd: 14,6% van de recent afgestudeerden; 6,6% diegenen die hun studie tussen 1991 en 1994 hebben afgerond; en 2,0% die reeds 10 jaar geleden hun studie voltooiden. Van deze laatste groep academisch geschoolden heeft bijna driekwart inmiddels een leidinggevende functie.

Tabel 4.7: Arbeidsmarktbestemming van academisch gepromoveerden naar sector (% per WO-cluster), 1995*

	Natuur	Technisch	Medisch	Landbouw	Sociaal	Economisch	Recht	Alfa	Totaal
Universiteit	34	27	41	33	56	52	61	56	41
Industrie	24	40	10	19	1	4	1	2	19
Onderzoeksinstelling	18	14	11	20	13	10	2	15	13
Openbaar bestuur	7	2	8	8	13	9	22	7	8
Zakelijke dienstverlening	6	14	2	3	5	20	10	3	8
Gezondheidszorg	3		23	3	3	1		0	4
Overige dienstverlening	3		5	5	4	3	2	8	3
Onderwijs	2	0	1	1	4		1	9	2
Overige nijverheid	1	3		1	0	1		1	1
Landbouw	1			5					1

* De WO-clusters betreffen de overeenkomstige HOOP-gebieden.
Bron: CWTS, data: Hulshof, Verrijt en Kruijthoff (1996).

Universitair gepromoveerden vormen de nieuwe generatie top-onderzoekers. Hoe groot is het aandeel van die gepromoveerden dat vervolgens daadwerkelijk in een R&D-functie werkzaam is, en bij welk type werkgever vindt deze R&D-activiteit plaats? Hoeveel procent van hen vindt een baan in de Nederlandse industrie? Het al eerder genoemde onderzoek van Hulshof, Verrijt & Kruijthof geeft daarover enig uitsluitsel. Tabel 4.7 geeft een overzicht van de Nederlandse bedrijfstakken waarin de gepromoveerden werkzaam zijn. Daaruit blijkt dat de universiteiten de grootste afnemer zijn van deze gepromoveerde met een aandeel van 41%, op ruime afstand gevolgd door de industrie (19%) en de onderzoeksinstellingen (13%). De gepromoveerden in de alfa- en gamma-richtingen blijven in meerderheid verbonden aan universiteiten en komen in academisch onderzoek en/of onderwijs terecht, terwijl dit in het geval van bèta-wetenschappen slechts een minderheid betreft. De Nederlandse industrie biedt werk aan 40% van de jonge doctoren in de technische wetenschappen, en 24% van degenen met een doctorstitel in de natuurwetenschappen. De verschillende niet-universitaire publieke onderzoeksinstellingen laten daarentegen een tamelijke evenwichtige verdeling zien over de WO-clusters. Opvallend daarbij is het betrekkelijk grote percentage van gepromoveerden in

de landbouwwetenschappen (20%) - met name in vergelijking tot het geringe deel dat in de bedrijfstak zelf een werkring heeft gevonden (5%). De statistische bijlage bevat aanvullende gegevens met betrekking tot de arbeidsorganisaties en functiegebieden van de promoveerden per WO-cluster (zie Tabel SB-4.5).

4.2 Financieringsbronnen van R&D

In de eerste helft van de jaren negentig kende Nederland een relatief langzame groei van de totale R&D-uitgaven. In de periode 1990 - 1995 nam de totale financiering van R&D in de Nederlandse economie toe met iets meer dan 2,1 miljard gulden, een nominale groei van 3,59% op jaarbasis, tegenover een toename van zo'n 1,8 miljard gulden in de periode 1985 - 1990, een nominale groei van 3,56% op jaarbasis. Houden we echter rekening met de hogere inflatie in de eerste helft van de jaren negentig, dan zijn deze groei percentages respectievelijk 1,50% en 2,71% voor de totale R&D-uitgaven in constante prijzen. De reële groei is dus bijna gehalveerd.¹²

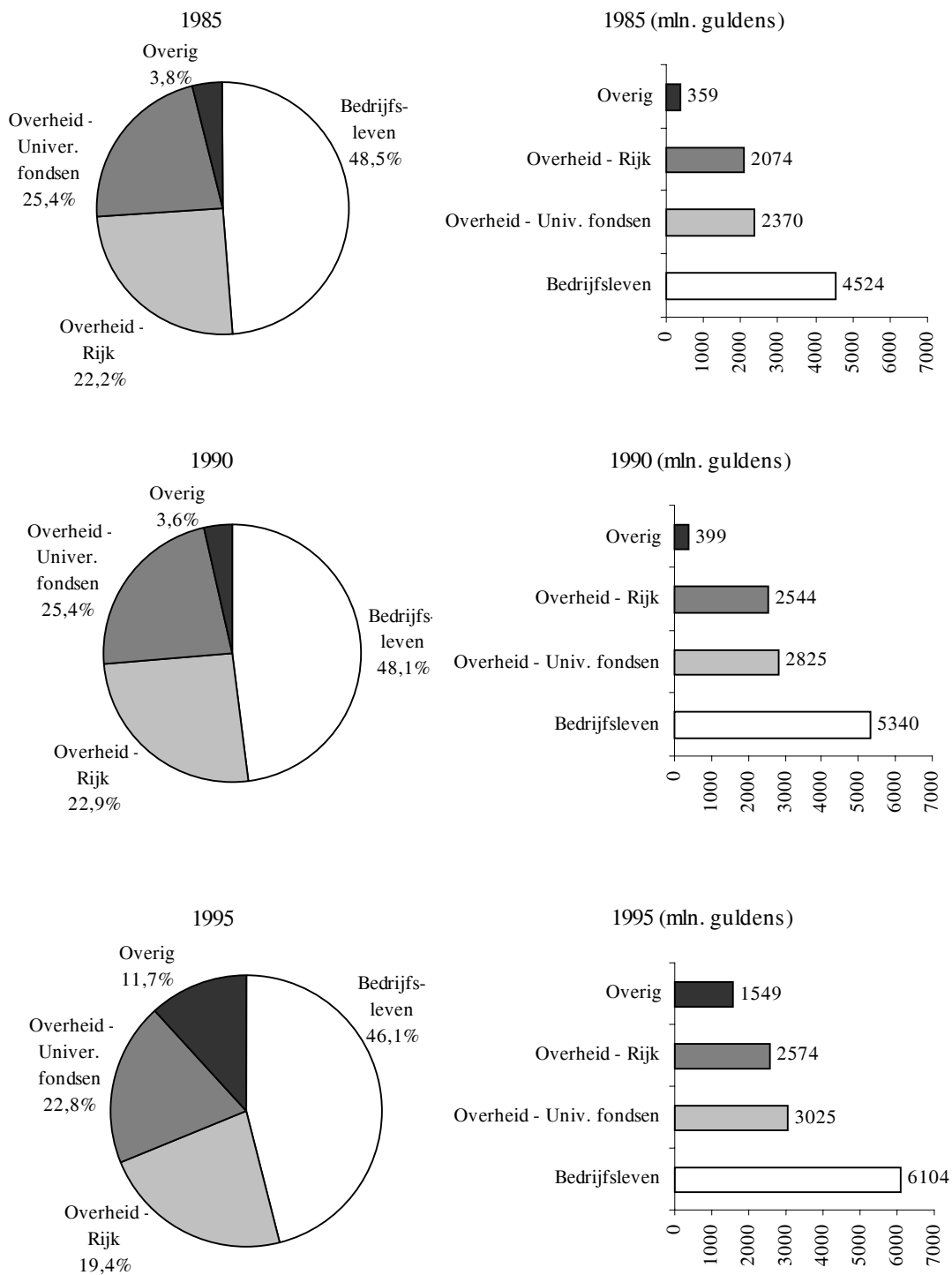
Figuur 4.8 geeft de procentuele verdeling van de totale R&D-uitgaven over vier categorieën van financiers. Het bedrijfsleven neemt het grootste gedeelte (iets minder dan de helft) van de totale financiering voor haar rekening, hoewel het aandeel, vooral in de laatste vijf jaar, iets terug loopt. De overheid is de andere grote financierder. Deze publieke bijdrage wordt onderverdeeld in twee categorieën: universitaire middelen en andere middelen voor R&D ('overheid - rijk' in de figuur, voornamelijk financiering van publieke onderzoeksinstituten, NWO, en subsidies aan bedrijven).

Ook het aandeel van de overheidsfinanciering van R&D loopt in de periode 1990-1995 terug, zelfs in sterkere mate dan het bedrijfsleven. Ondanks de bezuinigingen op universitair onderzoek loopt het aandeel van 'overheid rijk' sterker terug dan de universitaire middelen voor R&D.¹³ In nominale termen groeit de financiering van de categorie 'overheid rijk' slechts met 30 miljoen gulden over de totale periode 1990 - 1995. Relatief gezien gaat de teruggang van de overheid als financier van R&D dan ook gepaard met een verlegging van middelen naar de universitaire sector. Het onderzoek in de (semi-) publieke kennisinstellingen, zoals bijvoorbeeld TNO, komt dus in toenemende mate voor rekening van de private sector ('de markt'). In Hoofdstuk 2 is reeds aangetoond dat Nederland wat deze trend betreft internationaal gezien voorop loopt.

¹² Alleen Griekenland, Ierland, Noorwegen en Zweden zien in de eerste helft van de jaren negentig een toename in de reële groeivoet van de totale R&D-uitgaven (Tabel SB-4.1).

¹³ In 1996 is een correctie doorgevoerd met betrekking tot het meten van de universitaire R&D, waarbij de verdeling van de door universitaire medewerkers gewerkte uren over onderwijs en onderzoek is aangepast. De cijfers voor universitaire R&D in dit rapport zijn gebaseerd op de nieuwe schattingen, hetgeen voor eerdere jaren neerkomt op een aanpassing van het oudere cijfermateriaal, zoals bijvoorbeeld te vinden in de vorige twee versies van het NOWT-rapport.

Figuur 4.8: Financieringsbronnen Nederlandse R&D, aandeel in totaal (%) en de absolute cijfers (mln. guldens), 1985 - 1990 - 1995



Bron: MERIT, data: OESO/CBS.

Technologie, overheidsbeleid en markten

Vanuit economisch oogpunt bezien heeft technologie enkele speciale kenmerken. Tot op zekere hoogte is technologische kennis een non-exclusief goed. Dat betekent dat een bedrijf dat technologische kennis ontwikkelt, andere bedrijven er vaak niet van kan weerhouden om die kennis ook te gebruiken. Deze non-exclusiviteit is echter in de meeste gevallen niet compleet, dat wil zeggen, het bedrijf dat de kennis ontwikkelt heeft meestal een voorsprong bij het gebruiken van die kennis. De belangrijkste reden hiervoor is dat ook voor het gebruiken van 'andermans' kennis bepaalde capaciteiten nodig zijn, die vaak niet in voldoende mate beschikbaar zijn.

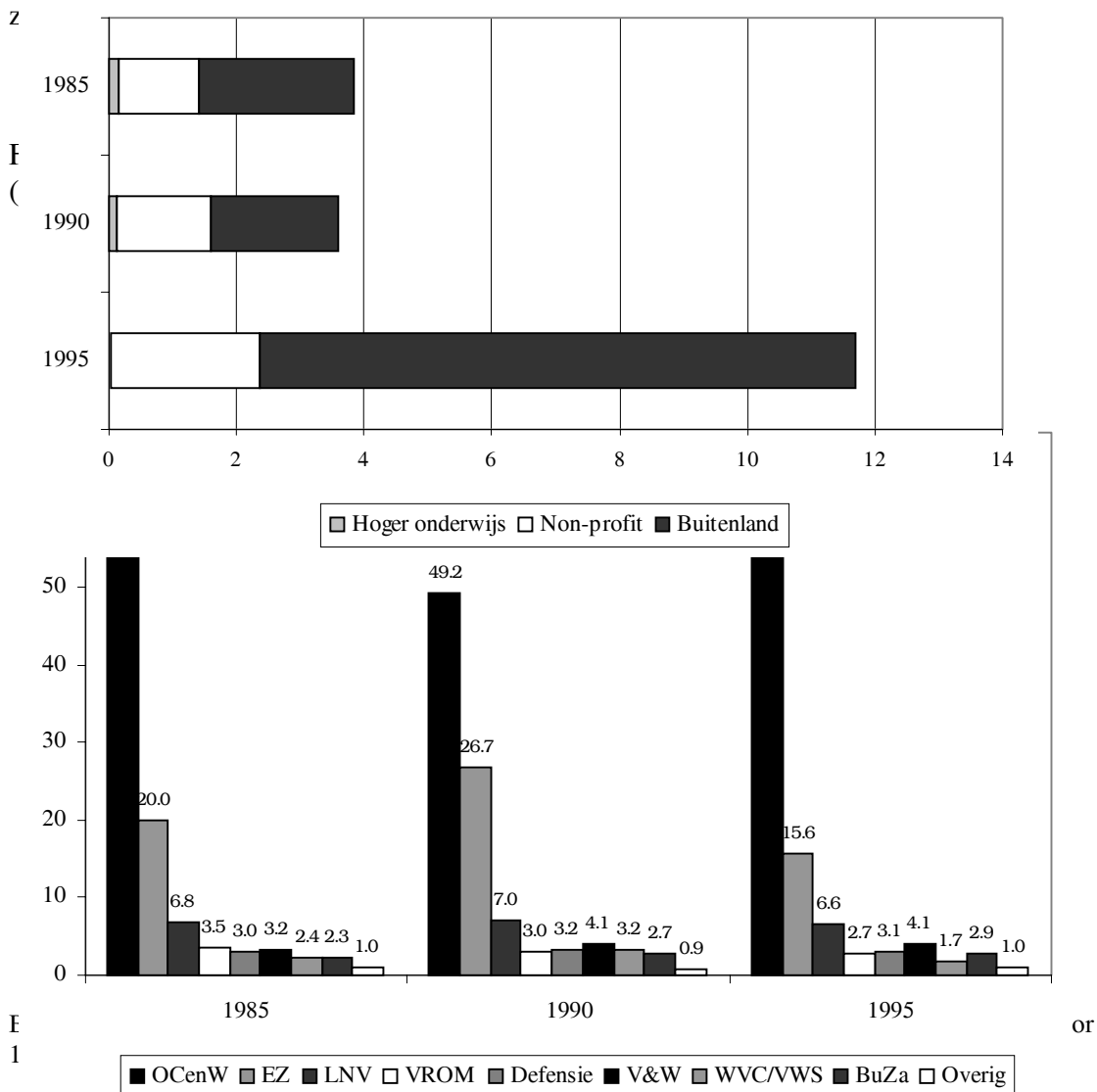
Daarnaast is technologische kennis een non-rivaal goed. Dat wil zeggen dat het gebruik van het ene bedrijf, (gelijktijdig) gebruik door een ander bedrijf niet uitsluit. In het geval van een tastbaar goed, zoals een fiets, is dit wel het geval (slechts één persoon kan tegelijk de fiets berijden).

Goederen die tegelijk de kenmerken van non-exclusiviteit en non-rivaliteit bezitten, worden niet door de vrije markt voortgebracht. In de economische theorie staan deze goederen bekend als 'collectieve goederen'. Een voorbeeld van een collectief goed is de nationale defensie. Omdat non-exclusiviteit in het geval van technologie niet compleet is, kan men technologie niet beschouwen als een puur collectief goed. De gedeeltelijke non-exclusiviteit (ook wel 'externe effecten' of 'spillovers' genoemd, zorgt er echter wel voor dat de vrije markt 'te weinig' kennis voortbrengt vanuit het perspectief van de totale economie. Er is sprake van marktfalen.

Voor de overheid is dit reden om in te grijpen in het proces van de vrije markt op het gebied van technologie en wetenschap. Vanuit dit standpunt bezien financiert de overheid bijvoorbeeld fundamenteel onderzoek in de hoger onderwijssector, of draagt ze bij aan het budget van instituten als TNO. Ook heeft de Nederlandse overheid er voor gekozen om bedrijfs-R&D actief te steunen door diverse programma's en stimuleringsregelingen, zoals de belastingaftrek voor R&D-kosten.

Bij dit overheidsingrijpen dient er voor gewaakt te worden dat er geen inefficiëncies in het systeem kruipen. Overheidsmonopolies, bijvoorbeeld in de telecommunicatie of het openbaar vervoer, leiden immers in het algemeen tot hoge kosten en geringe service aan de afnemers. Dit gevaar is ook in de R&D-sector niet irreëel. Daarom voert de overheid de laatste jaren, vooral in de sectoren die traditioneel sterk door de overheid gedomineerd worden, een actief beleid om de marktwerking te bevorderen. Ook voor de R&D-sector is deze trend zichtbaar. Hierbij dienen delicate afwegingen gemaakt te worden. Méér marktwerking in een sector waar duidelijk sprake is van marktfalen levert immers niet bij voorbaat een beter resultaat op. Behalve de kwantitatieve financiële variabelen die in deze analyse gebruikt worden, spelen

daarbij ook meer kwalitatieve trends, zoals een betere aansluiting tussen vragers en aanbieders van R&D-diensten, een rol. Omdat deze variabelen nauwelijks te kwantificeren



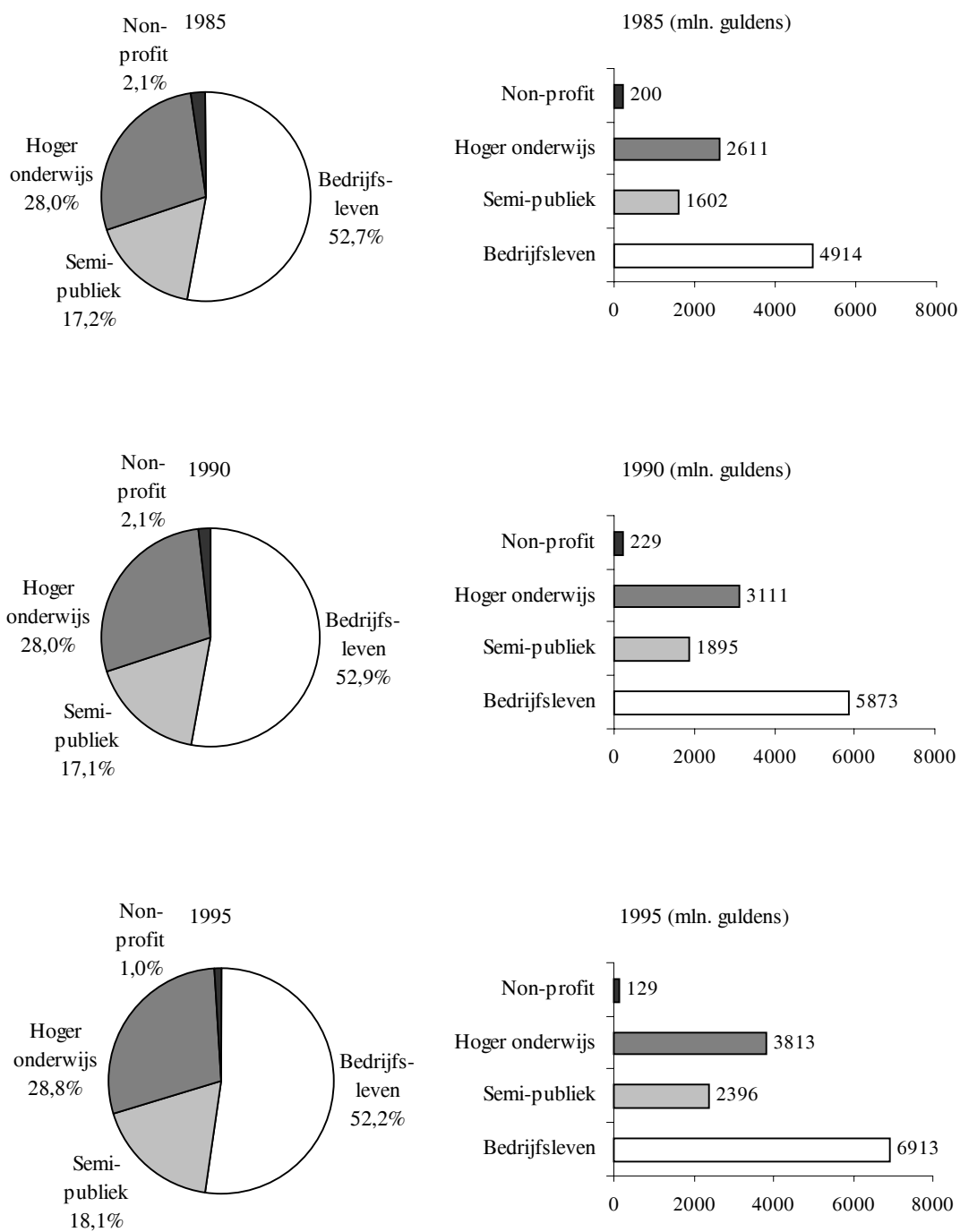
Deze trend is eveneens zichtbaar in Figuur 4.9, waarin de bijdrage van de overheid aan de totale R&D-financiering uitgesplitst is naar ministeries. Aangezien de universitaire middelen via het Ministerie van OCenW lopen, neemt het aandeel van dit ministerie in de tijd toe. Het Ministerie van EZ, dat voor een belangrijk gedeelte de (semi-) publieke kennisinstellingen subsidieert, ziet haar aandeel teruglopen. De andere ministeries, die voor een beduidend kleiner aandeel verantwoordelijk zijn, blijven per saldo een ongeveer gelijk aandeel financieren.

Figuur 4.10: Overige financieringsbronnen van Nederlandse R&D uitgesplitst (aandeel in totaal, %)

Bron: MERIT, data: OESO/CBS.

Figuur 4.8 laat ook zien dat in de periode 1990 - 1995 vooral het aandeel van de categorie 'overig' in de totale R&D-financiering spectaculair groeit. Deze stijging komt vooral voor rekening van het buitenland, zoals te zien is in Figuur 4.10. Hierbij gaat het zowel om R&D uitgevoerd door het bedrijfsleven, als R&D in de publieke sector (onderzoeksinstituten en universiteiten). In de private sector is de toename van buitenlandse financiering echter relatief het sterkst: een toename van 760 miljoen gulden over 1990 - 1995. Hierbij dient men overigens wel in het oog te houden dat de door het CBS gebruikte Frascati-definitie van door het buitenland gefinancierde R&D nogal speciaal is. Alleen door buitenlandse bedrijven speciaal geormerkte gelden die speciaal voor het doel van R&D naar Nederland worden doorgesluisd, worden als zodanig aangemerkt. Een Nederlandse dochter van een buitenlandse multinational die uit haar eigen cash flow een R&D-project financiert, draagt dus niet bij aan de door het buitenland gefinancierde R&D. Los van deze definitie, geeft Minne (1997) een overzicht van de belangrijkste buitenlandse bedrijven die in Nederland R&D verrichten. Hieruit blijkt dat in 1995 drie door het buitenland gefinancierde bedrijven meer dan 100 miljoen gulden R&D in Nederland verrichtten: Solvay/Duphar (farmacie), AT&T (telecommunicatie), en DAF/Paccar (vrachtauto's). Een overname zoals die van DAF door Paccar zorgt dus voor een belangrijke wijziging op dit gebied.

Figuur 4.11: Uitvoerders Nederlandse R&D, aandeel in totaal (%) en de absolute cijfers (mln. gulden), 1985 - 1990 - 1995



Bron: MERIT, data: OESO/CBS.

4.3 Uitvoerders van R&D in Nederland

Figuur 4.11 geeft de verdeling van de Nederlandse R&D-uitgaven over uitvoerende sectoren weer. Net als in het geval van financiering, is het bedrijfsleven de dominerende sector: iets meer dan de helft van de Nederlandse R&D wordt uitgevoerd door het bedrijfsleven. Aangezien de financiering door het bedrijfsleven iets minder dan 50% bedraagt, wordt de private sector gekenmerkt door een R&D-financieringstekort.

In netto-termen wordt dit financieringstekort vooral gedekt door het buitenland, en niet zozeer door de overheid. In 1995 financiert het rijk 450 miljoen gulden R&D die door het bedrijfsleven wordt uitgevoerd. Daar staat echter tegenover dat het bedrijfsleven zo'n 550 miljoen gulden R&D financiert die in de publieke sector wordt uitgevoerd (incl. universiteiten, zie Tabel 4.12). In 1990 en 1985 droeg de overheid nog aanzienlijk meer bij aan R&D uitgevoerd in het bedrijfsleven dan andersom.¹⁴ Deze cijfers zijn echter exclusief fiscale R&D-stimulering.

De verdeling van R&D over uitvoerende sectoren is over de periode 1985 - 1995 aanmerkelijk stabiel dan de eerder besproken verdeling van de financiering. De belangrijkste verschuiving is die van de non-profit sector naar de publieke sector over de periode 1990 - 1995. Verder verandert er weinig aan de sector-structuur van de Nederlandse R&D.

Wanneer men de geringe wijzigingen van de verdeling over uitvoerders vergelijkt met de trends met betrekking tot financiering, blijkt duidelijk de toegenomen rol van de marktwerking in de R&D-sector (zie Tabel 4.12). Zo neemt bijvoorbeeld het aandeel van (semi-) publieke instellingen in de totale R&D-uitvoering ('semi-publiek' in Figuur 4.11) met 1%-punt toe over de periode 1990 - 1995, terwijl het aandeel van 'overheid rijk' in de financiering over diezelfde periode juist terugliep. Deze trend wijst er op dat in de afweging tussen het bevorderen van marktwerking en het oplossen van marktfalen door middel van overheidsingrijpen (zie kader), de eerste trend in de recente periode de overhand heeft gehad. Ook de algemene trend tot bezuiniging op de overheidsuitgaven om het financieringstekort te verlagen speelt hierbij een rol. Dit heeft als gevolg dat de rol van de overheid op R&D-gebied

¹⁴ Hierbij dient aangetekend te worden dat de cijfers voor 1985 waarschijnlijk een onderschatting van de door het bedrijfsleven gefinancierde universiteits-R&D impliceren. De methodiek die het CBS voor het verzamelen van deze cijfers gebruikt is met ingang van de data voor 1994 aanzienlijk verbeterd

per saldo kleiner wordt en de semi-publieke R&D-sector sterker afhankelijk wordt van opdrachtonderzoek gefinancierd door de private sector en het buitenland. Voor de universiteiten geldt een soortgelijke ontwikkeling.

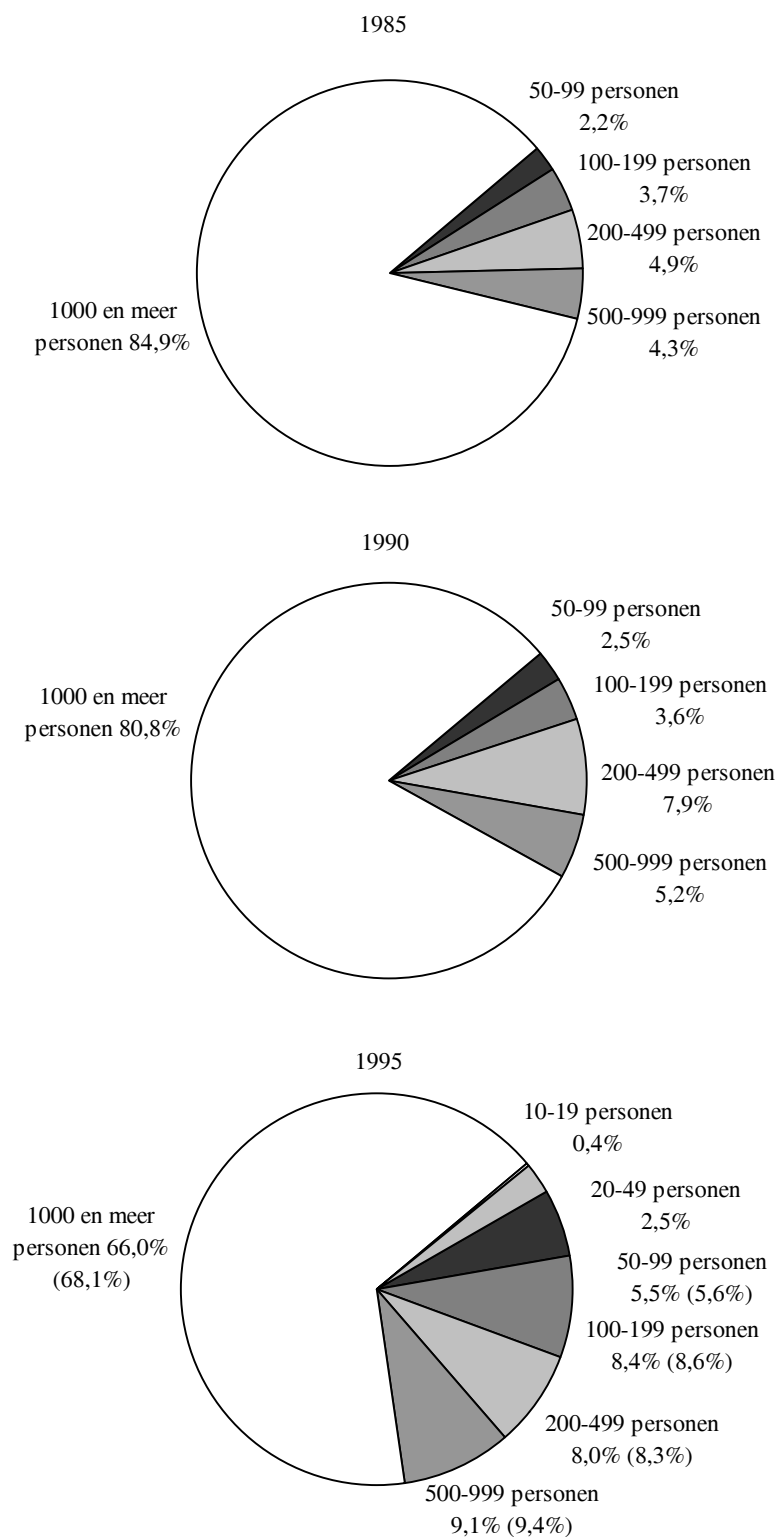
Tabel 4.12: De financieringsstromen naar de verschillende uitvoerders van R&D (in miljoen gulden), 1985 - 1990 naar uitvoerende sector:

	Bedrijfs- leven	Overheid	Hoger onderwijs	Non-profit	Totaal
1985					
Van financieringsbron:					
Bedrijfsleven	4114	372	21	17	4524
Overheid	620	1158	2514	152	4444
- Rijk	620	1158	144	152	2074
- Universitaire fondsen	0	0	2370	0	2370
Buitenland	167	39	8	13	227
Overig	13	33	68	18	132
Totaal	4914	1602	2611	200	9327
1990					
Naar uitvoerende sector:					
	Bedrijfs- leven	Overheid	Hoger onderwijs	Non-profit	Totaal
Van financieringsbron:					
Bedrijfsleven	5001	285	27	27	5340
Overheid	698	1513	3002	156	5369
- Rijk	698	1513	177	156	2544
- Universitaire fondsen	0	0	2825	0	2825
Buitenland	151	36	11	25	223
Overig	23	61	71	21	176
Totaal	5873	1895	3111	229	11108
1995					
Naar uitvoerende sector:					
	Bedrijfs- leven	Overheid	Hoger onderwijs	Non-profit	Totaal
Van financieringsbron:					
Bedrijfsleven	5537	399	155	13	6104
Overheid	454	1763	3285	97	5599
- Rijk	454	1763	260	97	2574
- Universitaire fondsen	0	0	3025	0	3025
Buitenland	913	180	133	9	1235
Overig	10	54	240	10	314
Totaal	6914	2396	3813	129	13252

Bron: MERIT, data: OESO/CBS.

(CBS, 1996 en 1997). Voor de jaren 1990 - 1993 heeft het CBS de universitaire R&D-uitgaven volgens de nieuwe methodiek herberekend.

Figuur 4.13: R&D uitgevoerd door ondernemingen naar grootteklasse (aandeel in %), 1985 - 1990 - 1995¹



¹ Vanaf 1994 zijn er ook gegevens voor bedrijven met minder dan 50 werknemers beschikbaar. Voor 1995 zijn de percentages zonder deze bedrijven tussen haakjes weergegeven.

Bron: MERIT, data: CBS.

4.3.1 R&D uitgevoerd door het bedrijfsleven

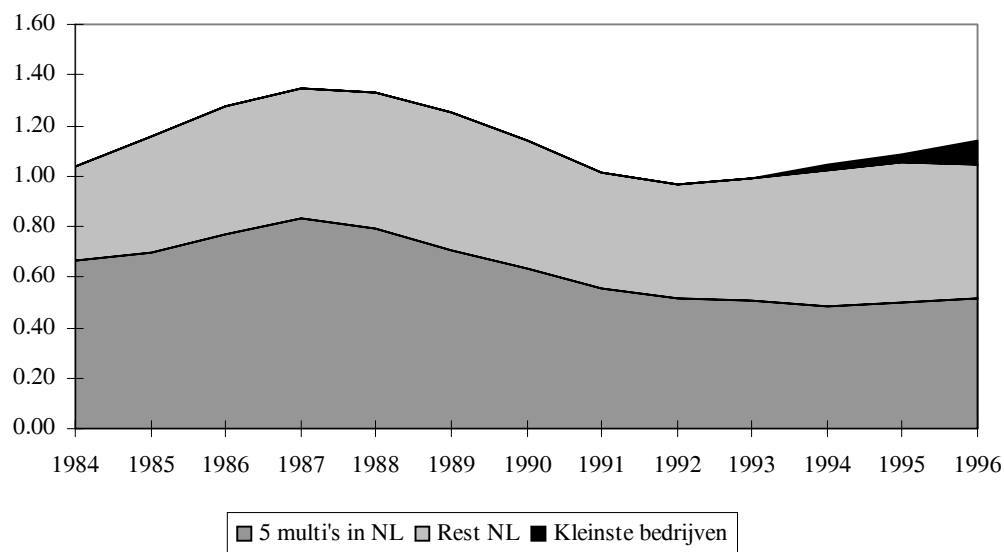
Door het CBS werd vóór 1994 de R&D in de kleinste bedrijven (minder dan 50 werknemers) niet gemeten. Met ingang van de cijfers voor 1994 worden wel gegevens verzameld voor bedrijven met 10 - 49 werknemers. Dit heeft geleid tot een toename van de gemeten bedrijfs-R&D in het rapportagejaar 1995.

De R&D in het Nederlandse bedrijfsleven wordt sterk gedomineerd door een klein aantal grote bedrijven. Sinds 1985 is deze dominantie echter minder sterk geworden. In Figuur 4.13 wordt de R&D in Nederlandse bedrijven uitgesplitst naar grootteklasse (aantal werknemers). Beduidend meer dan de helft (85% in 1985, 66% in 1995) komt voor rekening van bedrijven met meer dan 1000 werknemers. In de kleinere klassen nemen vooral de groepen 50-99 en 100-199 werknemers sterk toe sinds 1990. De percentages tussen haakjes voor 1995 hebben betrekking op de verdeling exclusief bedrijven met minder dan 50 werknemers. Deze percentages zijn rechtstreeks vergelijkbaar met de eerdere jaren, in tegenstelling tot de andere percentages. Hieruit blijkt dat het vanaf 1994 meenemen van de bedrijven met 10-49 werknemers heeft geleid tot een toename van 3% van de bedrijfs-R&D-uitgaven in 1995 (204 mln. gulden).

Figuur 4.14 geeft een indicatie van de vertekening die ontstaat doordat het CBS pas recent de R&D-inspanningen van de kleinste bedrijven meet. Vooral in 1996 is de vertekening relatief sterk.¹⁵ Vergeleken met de tweede helft van de jaren tachtig zijn de R&D-uitgaven van alle Nederlandse ondernemingen gedaald van bijna 1,3% tot bijna 1,1% van het BBP. Daarmee is de bedrijfs-R&D-intensiteit terug op het niveau van de midden jaren tachtig. De schommelingen worden grotendeels veroorzaakt door de vijf grote Nederlandse multinationals (Akzo Nobel, DSM, Philips, Shell en Unilever). De R&D van deze bedrijven uitgedrukt als percentage van het BBP daalt naar (ruim) 0,5% in de jaren negentig t.o.v. bijna 0,8% in de jaren tachtig. Het aandeel van deze bedrijven in de totale ondernemings-R&D is gezakt van 60% in 1985 tot 46% in 1995.

¹⁵ De cijfers voor 1996 zijn voorlopig. Met ingang van het meetjaar 1996 wordt ook R&D in kleine bedrijven in de dienstensector gemeten.

Figuur 4.14: Aandeel van de 5 multinationals in de totale Nederlandse ondernemings-R&D, 1985-1995 (als % van het BBP)

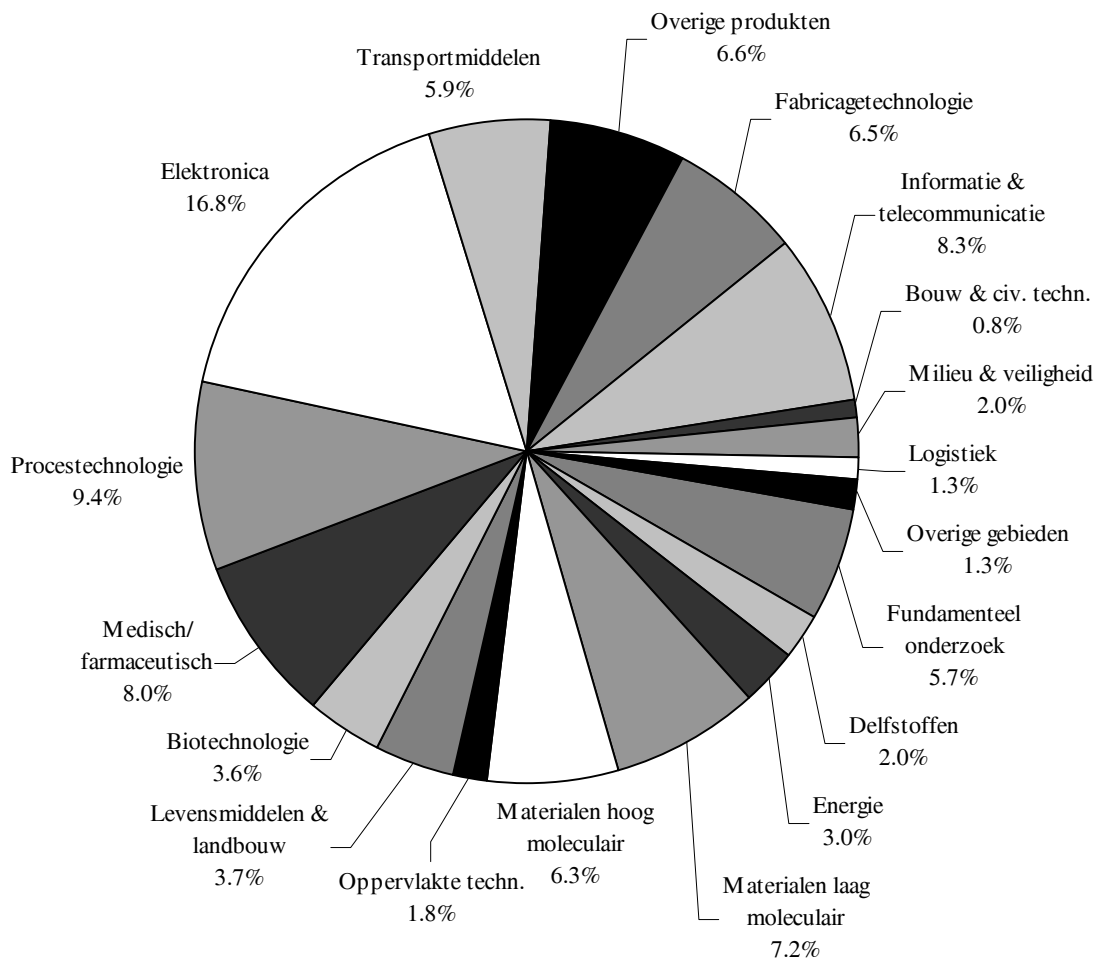


Bron: MERIT, data: MERIT databank, OESO en CBS.

De grote rol van de vijf grote Nederlandse multinationals komt tevens tot uitdrukking in de verdeling van de bedrijfs-R&D-uitgaven over technologische gebieden (Figuur 4.15). Deze cijfers zijn slechts voor 1995 beschikbaar¹⁶. Het technologiegebied met het grootste aandeel is electronica (16,8%), hetgeen voornamelijk voor rekening van Philips komt. Andere relatief grote technologiegebieden zijn materialen (opgesplitst in hoog- en laag moleculair, DSM), informatie en telecommunicatie (eveneens Philips), procestechnologie (DSM, Akzo Nobel) en medisch/farmacie (o.a. Solvay/Duphar en Akzo Nobel).

¹⁶ Een beschrijving van deze technologiegebieden is te vinden in *Kennis en Economie 1997* (CBS, 1997).

Figuur 4.15: R&D-arbeidsjaren naar technologiegebieden bij ondernemingen, relatieve aandelen (in %), 1995

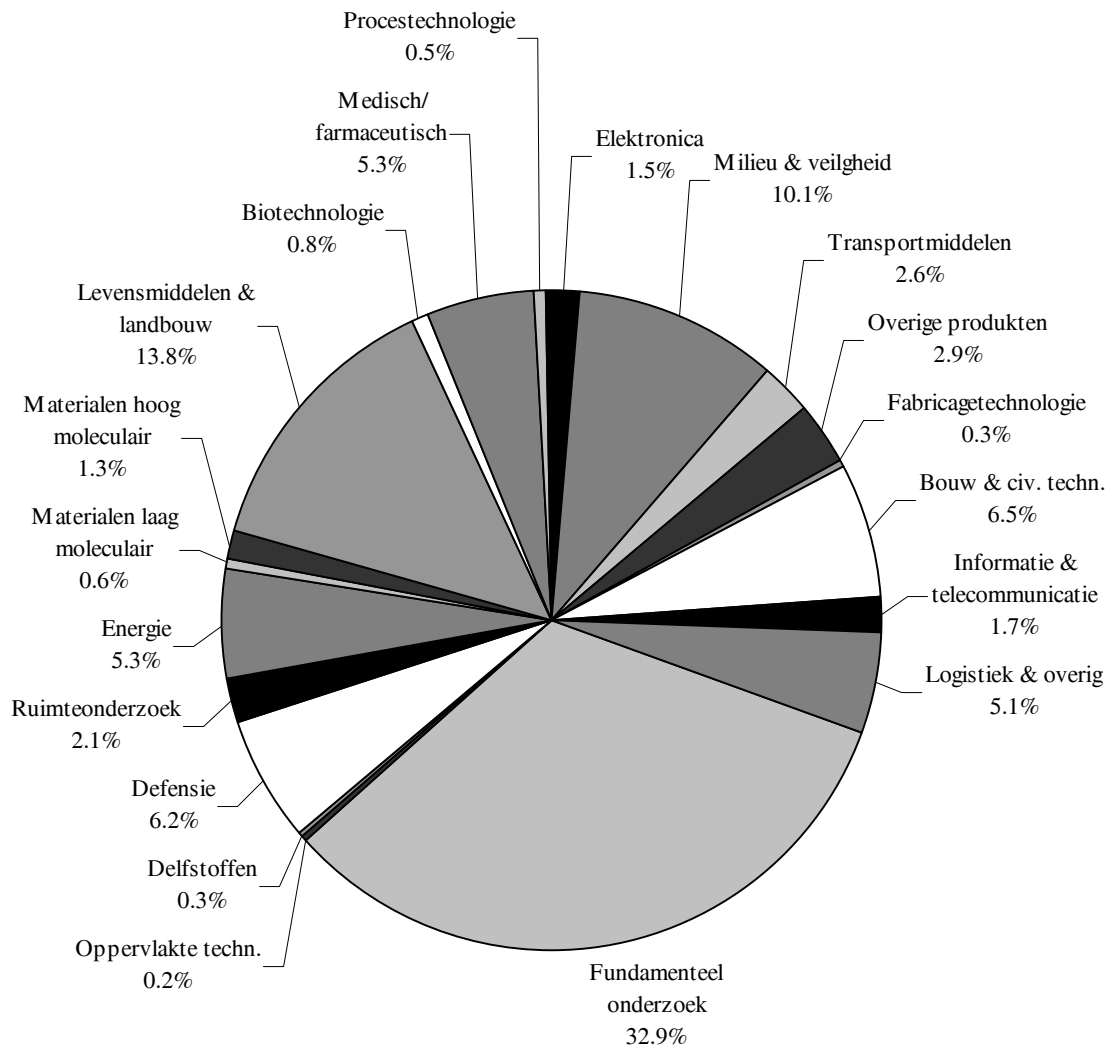


Bron: MERIT, data: CBS.

4.3.2 R&D uitgevoerd in de publieke sector

Het onderzoek in de publieke sector wordt uitgevoerd door een aantal uiteenlopende instellingen. Sommige van deze instellingen worden bijna volledig gefinancierd uit publieke middelen, andere zijn voor hun financiering gedeeltelijk op de markt aangewezen. Het is dus beter te spreken van de semi-publieke sector.

Figuur 4.16: R&D-arbeidsjaren naar technologiegebieden bij researchinstellingen, relatieve aandelen (in %), 1995



Bron: MERIT, data: CBS.

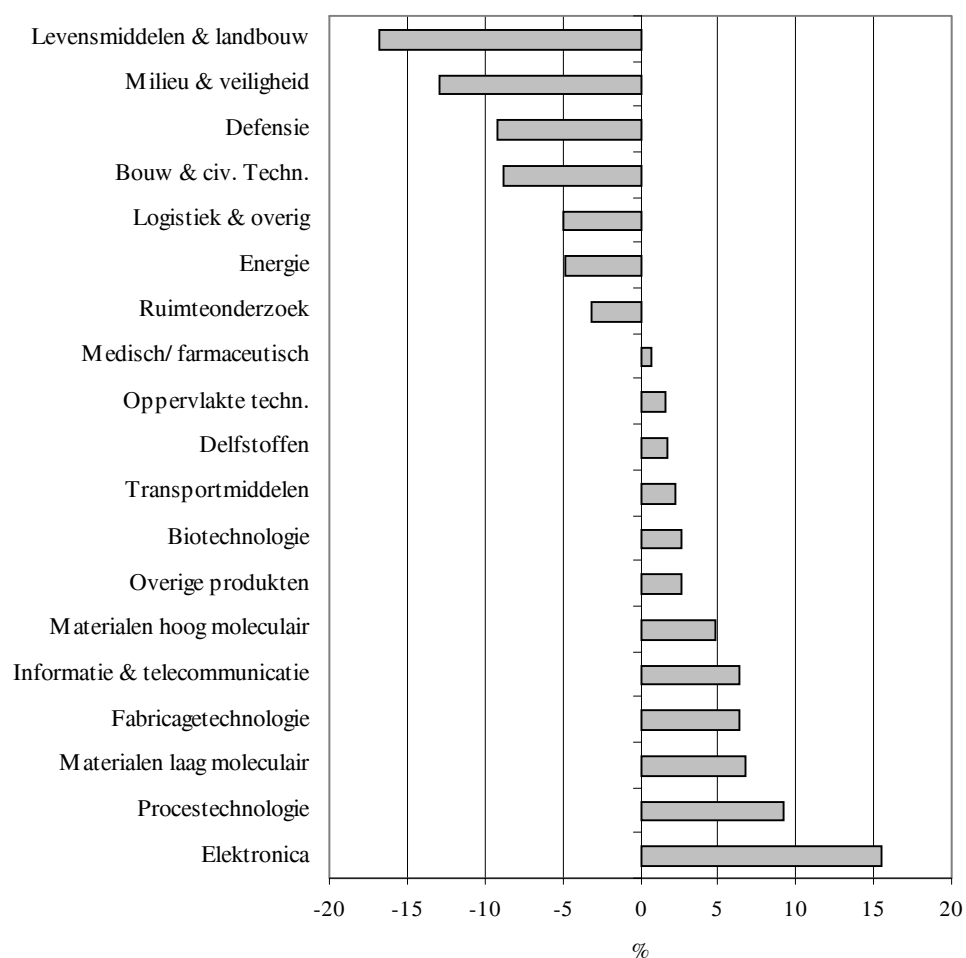
Het type onderzoek dat in deze sector wordt uitgevoerd heeft een eigen karakter. Aangezien het CBS gegevens verzamelt met betrekking tot (grotendeels) dezelfde technologiegebieden als bij het bedrijfsleven, is een vergelijking met de private sector mogelijk. Figuur 4.16 geeft de verdeling over de gebieden weer. Allereerst valt op dat het aandeel van fundamenteel onderzoek veel groter is dan in het bedrijfsleven. Dit stemt overeen met de verwachtingen, aangezien het onderzoek in deze sector een andere functie vervult dan in het bedrijfsleven.

Verder valt het grote aandeel van het gebied milieu en veiligheid op. Ook dit is volgens de verwachtingen, aangezien het hier een gebied betreft dat bij uitstek veel zogenaamde externaliteiten in zich bergt. De vrije markt genereert in dit soort situaties te weinig (vanuit sociaal oogpunt) van dit soort onderzoek, zodat de overheid de uitkomst van de markt kan verbeteren door gericht ingrijpen, bijvoorbeeld door het uitvoeren van het betreffende type onderzoek (zie ook het kader). Dit argument geldt eveneens voor gebieden als defensie en energie. Ook het gebied levensmiddelen en landbouw neemt een relatief groot aandeel voor haar rekening, vooral als gevolg van de activiteiten van DLO en TNO (zie verderop, voor een nadere bespreking).

Om de structuur van het onderzoek in het bedrijfsleven en in de (semi-) publieke sector beter te kunnen vergelijken, geeft Figuur 4.17 een overzicht van de verschillen in de procentuele aandelen van de technologiegebieden in beide sectoren. Hierbij is het fundamentele onderzoek buiten beschouwing gelaten. De zes gebieden waarin het bedrijfsleven ten opzichte van de publieke sector de sterkste inspanning levert hebben alle betrekking op de chemische of elektronische industrie. De Nederlandse (semi-) publieke kennisinstellingen laten deze gebieden grotendeels links liggen, terwijl ze voor het bedrijfsleven juist speerpunten vormen. Voor levensmiddelen en landbouw geldt het omgekeerde: op dit sterk economisch relevante gebied is de publieke inspanning sterk, maar de private inspanning laag.

Het is niet bij voorbaat duidelijk of men deze situatie moet aanmerken als een suboptimale. Aan de ene kant kan men beargumenteren dat de publieke R&D-inspanning op een aantal punten niet goed aansluit op de behoeften van het bedrijfsleven, zoals die tot uitdrukking komen in de structuur van de private R&D-inspanningen. Aan de andere kant is het zo dat de publieke inspanning zich juist sterk richt op een aantal gebieden waar de markt faalt (zoals defensie, energie en milieu). Vanuit het standpunt van marktfalen, zou men immers niet moeten streven naar grote overeenkomsten tussen de R&D-structuur van de beide sectoren, maar juist naar complementariteit.

Figuur 4.17: Technologiegebieden, verschillen in procentuele aandelen tussen de sector bedrijfsleven en (semi-) publieke instellingen, 1995



Bron: MERIT, data: CBS.

Figuur 4.18 geeft de verdeling van de onderzoeksuitgaven in deze sector over de verschillende instellingen. De grootste uitvoerder van onderzoek in de niet-universitaire publieke sector is TNO, met een aandeel dat in 1985 en 1990 ongeveer 35% bedroeg, maar in 1995 was dit gedaald tot 27,4%¹⁷. DLO (Dienst Landbouwkundig Onderzoek) neemt qua omvang de tweede plaats in, met een aandeel van 17,1% in 1995¹⁸. TNO en DLO zijn beide instellingen die voornamelijk toegepast onderzoek verrichten, dat zich in beginsel richt op

¹⁷ Deze daling wordt vooral veroorzaakt door de sterke toename van de categorie 'overig'. Vergelijken we deze percentages excl. de categorie 'overig', dan zien we voor TNO een daling van 37,9% naar 36,6% tussen 1985 en 1990, en een daling tot 32,3% in 1995.

¹⁸ Voor DLO zijn deze percentages excl. de categorie 'overig' resp. 21,4%, 20,6% en 20,2%.

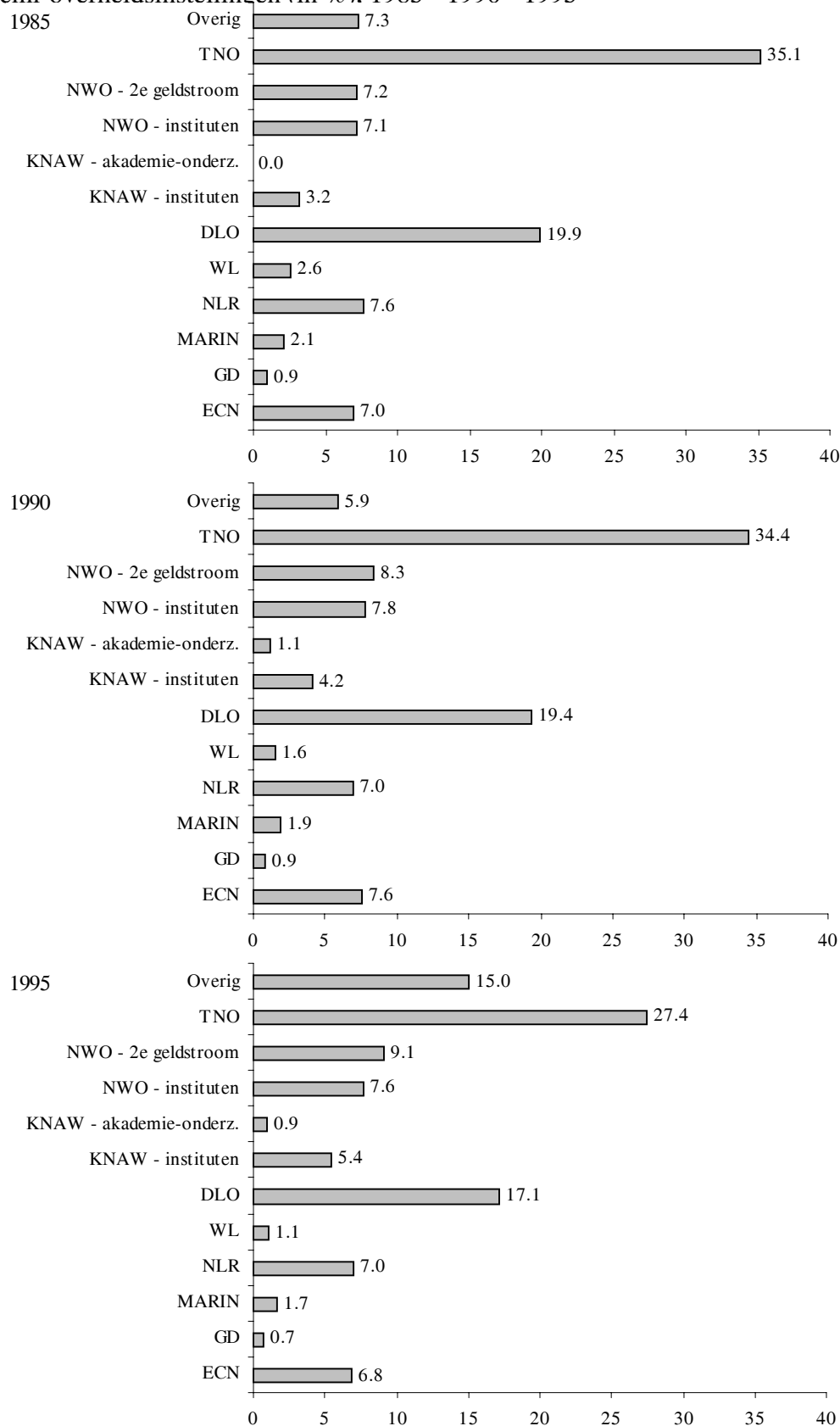
ondersteuning van maatschappelijke sectoren, waaronder het bedrijfsleven. TNO doet dit vanuit een breed disciplinair kader, DLO richt zich vooral op de landbouwsector. Het sterk toegepaste onderzoek vormt dus de hoofdmoot (in 1995 de helft, in 1990 en 1985 iets meer) van het publieke onderzoek (afgezien van de hoger onderwijssector).

De grote technologische instituten (GTI's, met de volgende instituten: Waterloopkundig Laboratorium, WL; National Lucht en Ruimtevaart Laboratorium, NLR; Maritiem Research Instituut Nederland, MARIN; Grondmechanica Delft, GD; en het Energie Centrum Nederland, ECN) verrichten ook voornamelijk toegepast onderzoek, hoewel hun taakstelling, meer dan bij TNO en DLO, ook meer fundamenteel onderzoek inhoudt. Tensamen waren ze in 1985 nog verantwoordelijk voor zo'n 20%, in 1995 is dit gedaald tot ruim 17%. Ook hier geeft de sterke toename van de categorie 'overig' een vertekening van het beeld. Indien we deze categorie nl. buiten beschouwing zouden laten, dan zou het percentage van de vijf GTI's tussen 1985 en 1990 weliswaar zijn gedaald van 21,8% naar 20,1%, maar in de periode 1990 - 1995 zou er zelfs een lichte stijging zijn tot 20,3%.

De Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen (KNAW) en de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) zijn binnen de publieke sector het sterkst gericht op fundamenteel onderzoek. Beide instellingen hebben sterke banden met de Nederlandse universiteiten, onder meer door het financieren van onderzoekersplaatsen (NWO financiert vooral promotie-onderzoek, de KNAW-postdocplaatsen). Tensamen zijn NWO en KNAW verantwoordelijk voor de zogenaamde tweede geldstroom in het budget van de universiteiten. Deze gelden worden vooral op basis van kwaliteits-selectie (en in toenemende mate ook op basis van een beoordeling op maatschappelijke relevantie) toegewezen.

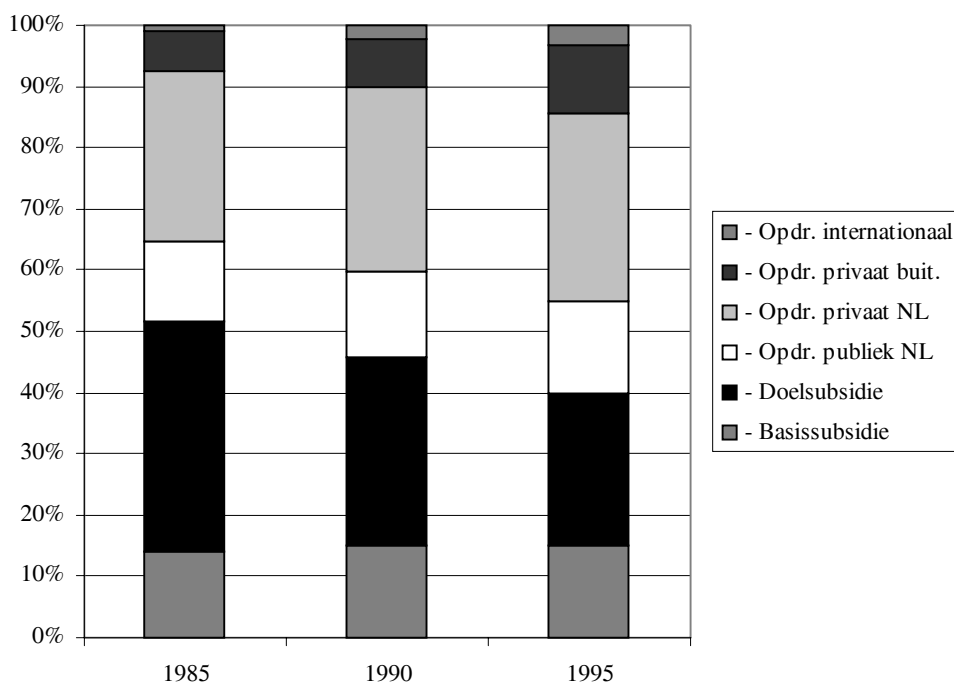
De tweede geldstroom van NWO naar de universiteiten is de categorie die in de publieke sector relatief snel is gegroeid over de periode 1990 - 1995, overigens een trend die al in de voorafgaande 5 jaar langzaam was ingezet. Deze trend is het gevolg van het beleid om de verdeling van universitaire geldmiddelen in toenemende mate afhankelijk te maken van de kwaliteit en de relevantie van het onderzoek. Ook de onderzoekscholen zijn een middel dat in het kader van dit beleidstreven wordt ingezet. KNAW en NWO zijn beide in sterke mate betrokken bij de erkenning van deze onderzoekscholen, en de toewijzing van financiële middelen aan de scholen. Het valt te verwachten dat ook in de toekomst het aandeel van de tweede geldstroom nog zal toenemen.

Figuur 4.18: Aandeel afzonderlijke instellingen in de totale R&D uitgevoerd door semi-overheidsinstellingen (in %). 1985 - 1990 - 1995



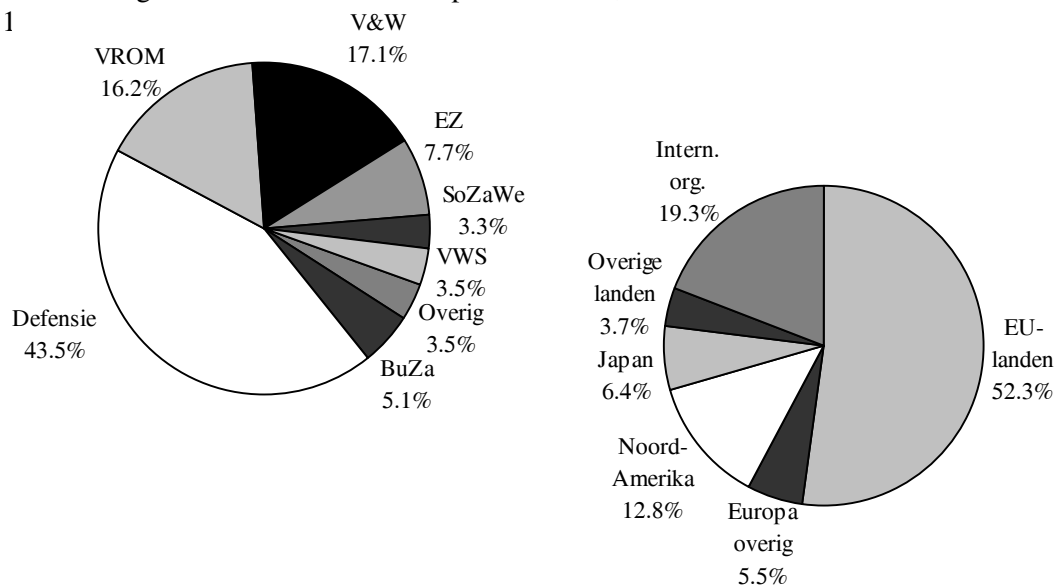
Bron: MERIT, data: Ministerie van OCenW, jaarverslagen van de afzonderlijke instituten.

Figuur 4.19: Herkomst middelen TNO (% in de totale financiering), 1985 - 1990 - 1995



Financiering contractonderzoek TNO per ministerie,

1



Middelen uit buitenlands contractonderzoek TNO naar land van herkomst, 1995 (aandeel in totaal, %)

Bron: MERIT, data: jaarverslagen TNO en Ministerie van OCenW.

Behalve als intermediair tussen de overheid en de universiteiten, hebben KNAW en NWO beide eigen onderzoeksinstituten. In deze instituten wordt voornamelijk fundamenteel onderzoek verricht. Buiten de universiteiten vormen deze KNAW- en NWO-instituten de belangrijkste bron van fundamenteel onderzoek in Nederland. Beide groepen instituten zien hun aandeel in de totale financiering groeien over de periode 1990 - 1995¹⁹.

Uit de voorafgaande analyse komen met betrekking tot de publieke onderzoeksector een aantal belangrijke trends naar voren. Ten eerste worden de uitvoerders van R&D in deze sector in sterkere mate afhankelijk van financiering uit de private sector of het buitenland. Mede als gevolg hiervan neemt de relatieve rol van de overheid als financier van onderzoek in deze sector af. Ten tweede vindt er een relatieve verschuiving plaats in de richting van het zogenaamde tweede geldstroom onderzoek aan de universiteiten. Deze laatste trend zal verder aan de orde gesteld worden in de volgende paragraaf (over onderzoek in het hoger onderwijs), terwijl de eerstgenoemde trend hier verder uitgediept zal worden.

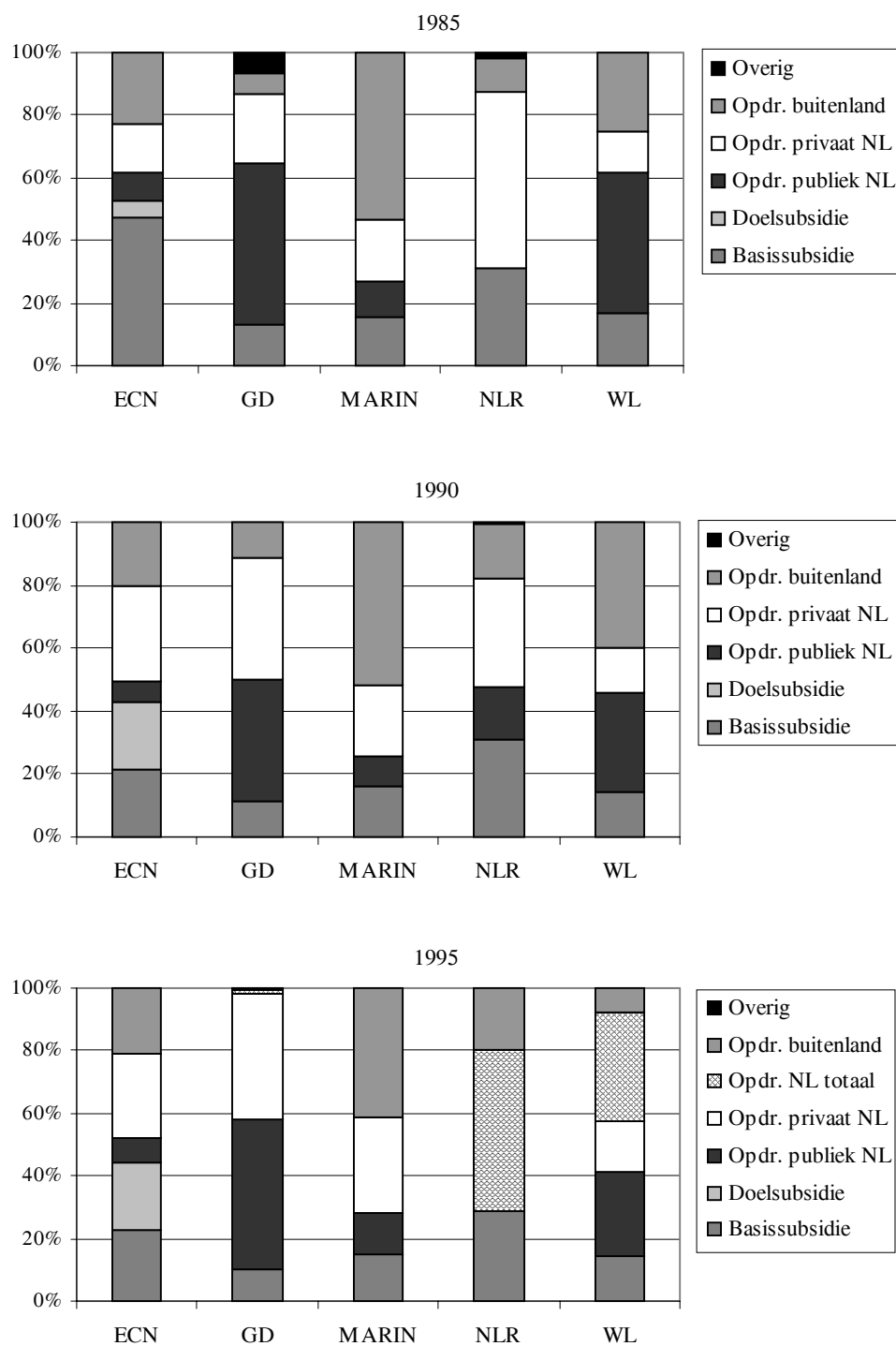
Om de verdergaande marktwerking in de publieke onderzoeksector verder te illustreren, zal gekeken worden naar de structuur van de budgetten van TNO en de 5 GTI's. Figuur 4.19 geeft de opbouw van het budget van TNO over de laatste 10 jaar. Duidelijk zichtbaar is een geleidelijke en continue trend van een relatieve afname van de zogenaamde doelsubsidie van de overheid aan TNO. Door TNO zelf worden doelsubsidieprogramma's ontworpen waarover vervolgens met de verschillende departementen wordt overlegd. In 1985 bedroeg deze doelfinanciering nog zo'n kleine 40% van het budget, in 1995 nog slechts zo'n 25%. De basisfinanciering van de overheid aan TNO, die niet aan specifieke voorstellen gebonden is, bleef over deze periode een ongeveer gelijk aandeel van het totale TNO budget vormen.

Tegenover de afname van de doelfinanciering staat een geringe toename van het door de publieke sector gefinancierde opdracht onderzoek bij TNO. Echter, deze toename kan de teruggang van de doelfinanciering niet geheel compenseren²⁰ (zie ook Tabel SB-4.6a), zodat er per saldo in het TNO budget sprake is van een duidelijk terugtrekkende overheid (zo'n 10%-punt over 1985 - 1995). Ook in 1995 is de overheid echter nog verantwoordelijk voor meer dan de helft van het TNO budget. Figuur 4.19 laat tevens zien dat de ministeries van Defensie, V&W en VROM de belangrijkste financiers binnen de overheid zijn.

¹⁹ Echter, meer recente cijfers van NWO laten zien dat tussen 1995 en 1996 de uitgaven voor de instituten met 5% dalen terwijl de uitgaven voor universitair onderzoek met 17% stijgen.

²⁰ Tabel SB-4.7a laat zien dat de toename van het door de publieke sector gefinancierde opdracht onderzoek en de afname van de doelfinanciering zowel relatief als absoluut zijn.

Figuur 4.20: Herkomst middelen GTI's (% in de totale financiering), 1985-1990-1995



Bron: MERIT, data: jaarverslagen van de instituten en Ministerie van OCenW.

De overige drie categorieën betreffen opdrachtonderzoek uit verschillende bronnen buiten de Nederlandse overheid. Hier vormen de opdrachten uit de Nederlandse private sector het grootste aandeel (30%). Private opdrachten uit het buitenland zijn een sterk groeiende categorie. Dit is een trend die aansluit op de grotere financiering van bedrijfs-R&D uit het buitenland.²¹ Het grootste deel van de buitenlandse financiering is afkomstig uit Europa, en dan vooral uit andere EU-landen. Opdrachten van internationale organisaties (zoals de Europese Commissie) betreffen nog slechts een klein, doch groeiend gedeelte van het TNO budget.

Figuur 4.20 geeft de verdeling van het budget van de GTI's over de verschillende financiers. Deze instituten kennen eenzelfde financiële structuur als TNO, met basis- en doelfinanciering vanuit de overheid, en opdrachtonderzoek. Deze structuur verschilt sterk tussen de instituten onderling. ECN en NLR (de grootste van de vijf GTI's) zijn traditioneel het sterkst afhankelijk van de basisfinanciering vanuit de overheid. Het financieringsaandeel van de basissubsidie loopt bij ECN over de periode 1985 - 1990 sterk terug, maar blijft bij de overige instituten ongeveer gelijk. ECN beschikt als enige van de vijf GTI's over doelsubsidie, die een groot gedeelte van de teruggang van de basisfinanciering over 1985 - 1990 heeft opgevangen.

Grondmechanica Delft is het sterkst afhankelijk van Nederlands opdrachtonderzoek gefinancierd door de publieke sector, MARIN van opdrachtonderzoek gefinancierd uit het buitenland. Over het algemeen is de terugtrekkende overheid bij de vijf GTI's minder goed zichtbaar dan bij TNO.

²¹ Het is niet duidelijk of er een verband bestaat tussen deze twee trends, bijvoorbeeld doordat buitenlandse bedrijven die in Nederland R&D uitvoeren ook meer R&D uitbesteden aan TNO.

4.3.3 R&D uitgevoerd door de universiteiten

In 1996 bedroeg de universitaire personele inzet voor onderzoek circa 14.000 mensjaren - een daling van 3% ten opzichte van 1995 (VSNU, 1997a). Ruim de helft (55,7%) van dat universitair wetenschappelijk personeel werd in 1996 direct gefinancierd door de Nederlandse overheid (de zogeheten 'eerste geldstroom'). Nog eens 17,3% wordt gefinancierd via de intermediaire koepelorganisaties NWO (STW) of de KNAW ('tweede geldstroom'). De financiering vanuit deze tweede geldstroom vindt plaats op basis van NWO-beoordelingen van onderzoeksvorstellen waarbij zowel wetenschappelijke kwaliteit als utiliteit beoordelingscriteria zijn.²² De overige 27,0% wordt extern gefinancierd door derden ('derde geldstroom'). Deze derde bron omvat ondermeer onderzoek dat gefinancierd wordt door collectebus-fondsen, contractonderzoek in opdracht van het bedrijfsleven, en contract-onderzoek ten behoeve van de publieke sector (Rijksoverheid, Europese Unie).²³

Het aandeel van de eerste geldstroom financiering is overigens in de afgelopen 10 jaar vanwege bezuinigingen duidelijk in omvang afgenomen (in 1986: 62,6%) ten gunste van de derde geldstroom (in 1986: 21,7%). De publieke onderzoekscapaciteit en de daarmee verbonden onderzoekswerkzaamheden in het hoger onderwijs worden derhalve voor een steeds groter deel extern gefinancierd. Deze trends zijn de uitkomst van het al eerder gesignaleerde proces van een terugtrekkende overheid, waardoor het steeds minder vanzelfsprekend is geworden dat universitair onderzoek louter op basis van een vaste overheidsbijdrage wordt gefinancierd. Universiteiten worden meer en meer afhankelijk van derde geldstroom-middelen. Deze trend is niet onomstreden. Verschuiving naar het meer marktgerichte en korte-termijn perspectief van veel derde geldstroom-activiteiten kan immers schadelijk zijn voor de primaire taak van universitair onderzoek: het verrichten van onderzoek om goede afgestudeerden en gepromoveerden op te leiden voor functies in de maatschappij.

Figuur 4.21 geeft een overzicht van de veranderingen in het aandeel van de tweede en derde geldstroom-personeel voor de verschillende wetenschappelijke gebieden. De tweede geldstroom blijkt vooral van groot belang voor onderzoek op het gebied van natuurwetenschappen. Deze geldstroom wordt echter in toenemende mate ook gebruikt ten behoeve van de wetenschapsgebieden met relatief weinig maatschappelijke werfkracht: de alfa-wetenschappen en de rechtswetenschappen. Hier vindt men ook de grootste toename in het aandeel tweede geldstroom-personeel.

²² Om zowel wetenschappelijke kwaliteit als maatschappelijke gerichtheid van het universitaire onderzoek te versterken is door het Ministerie van OCenW voorgesteld om circa fl 500 miljoen uit de eerste geldstroom over te hevelen naar de tweede geldstroom.

²³ Volgens CBS-cijfers bedroegen de derde geldstroom-inkomsten in 1995 fl 754 mln.: nationale overheden fl 224 mln.; bedrijven fl 153 mln.; internationale overheden (w.o. de EU) fl 131 mln.; overige non-profit organisaties (w.o. collectebusfondsen) fl 246 mln. (CBS, 1997).

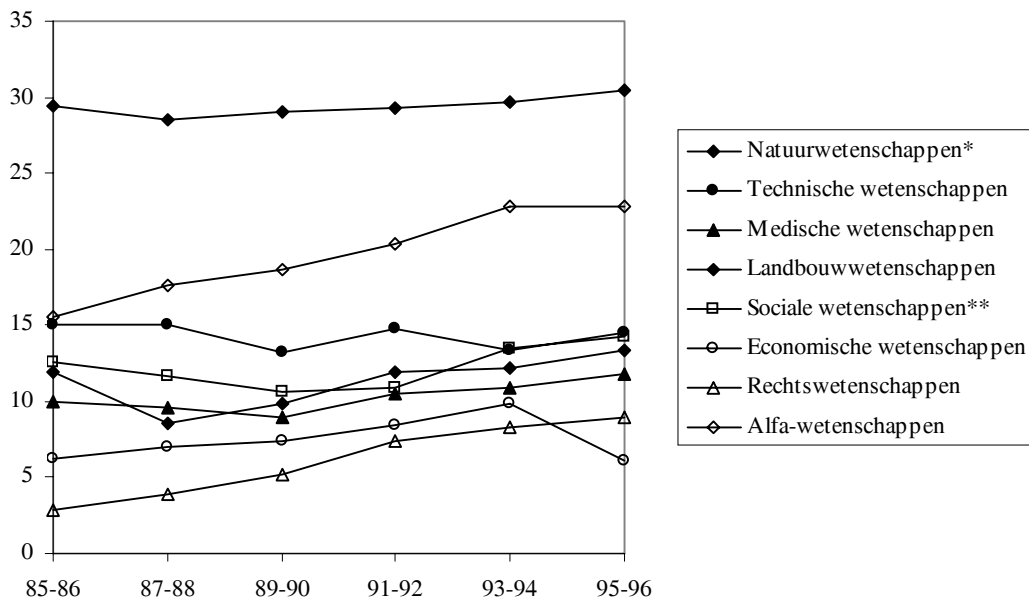
De toename van de derde geldstroom lijkt zich vooral te concentreren op de landbouwwetenschappen en de technische wetenschappen. Binnen de landbouwwetenschappen werd in 1995-1996 inmiddels 45% van het onderzoekspersoneel extern gefinancierd - voor een belangrijk deel afkomstig van het Ministerie van Landbouw. Hoewel externe financiering veelal plaatsvindt in het kader van bestaande langlopende relaties, geven deze trends ook blijk van de groeiende maatschappelijke werfkracht en marktorientatie van universiteiten, en zijn indicatief voor de toenemende wisselwerking tussen hoger onderwijsinstellingen en hun omgeving. Een dergelijke interactie kan bevorderend werken bij de verspreiding van toepassingsgerichte (technische-) wetenschappelijke kennis en (commerciële) exploitatie daarvan. De externe behoefte aan kennis via universitair sociaal-wetenschappelijk onderzoek (met name ten behoeve van de overheid) is daarentegen sterk dalend. In de medische wetenschappen lijkt een stabilisatie te zijn ontstaan waarbij circa 40% van het onderzoekspersoneel vanuit de derde geldstroom wordt betaald (m.n. door geld afkomstig uit collectebus-fondsen).

Op het niveau van de individuele instellingen zijn er echter substantiële verschillen voor wat betreft de invloed van tweede en derde geldstroom. Figuur 4.22 geeft inzicht in deze verschillen. Hierbij is in eerste instantie uitgegaan van een indeling in de categorieën Algemeen - breed, Algemeen - smal en Gespecialiseerd, een indeling die ook in paragraaf 4.5 zal worden gebruikt. Vervolgens zijn per universiteit, en voor ieder van deze geldstromen, de gerealiseerde groeicijfers over de periode 1990 - 1996 vergeleken met de gemiddelde groei, d.w.z. met de groei van het onderzoekspersoneel van alle universiteiten tezamen. Het cijfer in de figuur geeft dus aan in welke mate het personeel (in fte's) voor de desbetreffende universiteit en geldstroom is gegroeid ten opzichte van de gemiddelde groei van R&D personeel aan alle universiteiten. Een voorbeeld: de bovenste figuur geeft aan dat aan de Universiteit Maastricht (UM) de groeivoet van het eerste geldstroom personeel gelijk is aan de gemiddelde groeivoet, terwijl aan de Universiteit van Amsterdam (UvA) de inzet van eerste geldstroom personeel zo'n 5% minder hard groeide dan het gemiddelde.

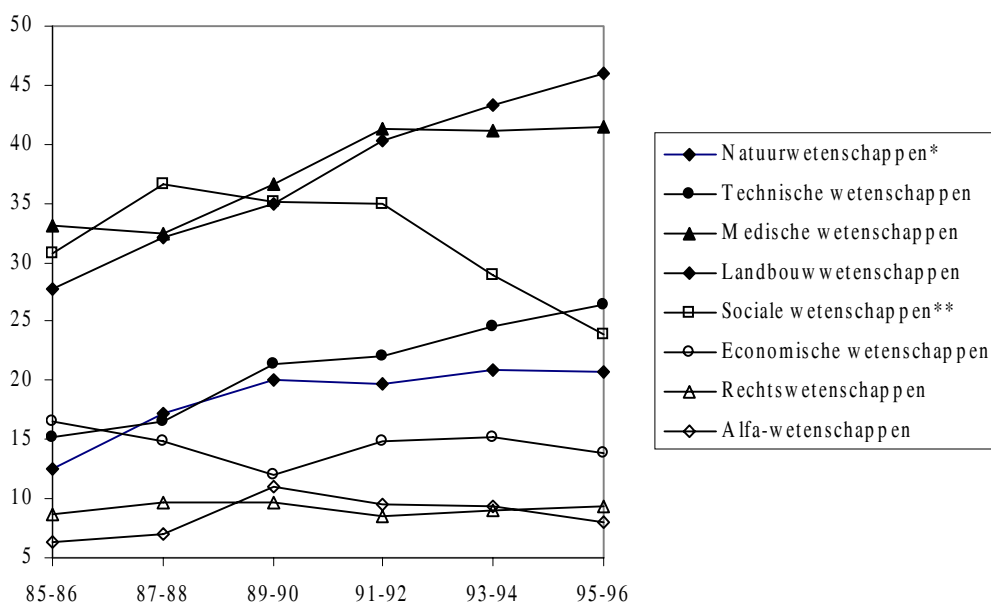
In de bovenste figuur, voor eerste geldstroom, zijn de groeicijfers in het algemeen bescheiden. Gemiddeld over alle instellingen is de relatieve groei in deze figuur negatief, maar dat is vooral te wijten aan de negatieve uitschieter voor de UvA. Van de andere universiteiten realiseren slechts de Rijksuniversiteit Leiden (RUL), de Universiteit Twente (UT), de Katholieke Universiteit Brabant (KUB) en de Technische Universiteit Delft (TUD) een bovengemiddelde groei. De percentages zijn echter bescheiden: de bandbreedte overschrijdt de 1%-punt in de meeste gevallen niet of slechts marginaal.

Figuur 4.21: Verdeling van universitair wetenschappelijk personeel naar financierings-bron, in % totaal fte's per wetenschapsgebied, 1985-86 t/m 1995-96.

Tweede geldstroom financiering



Derde geldstroom financiering

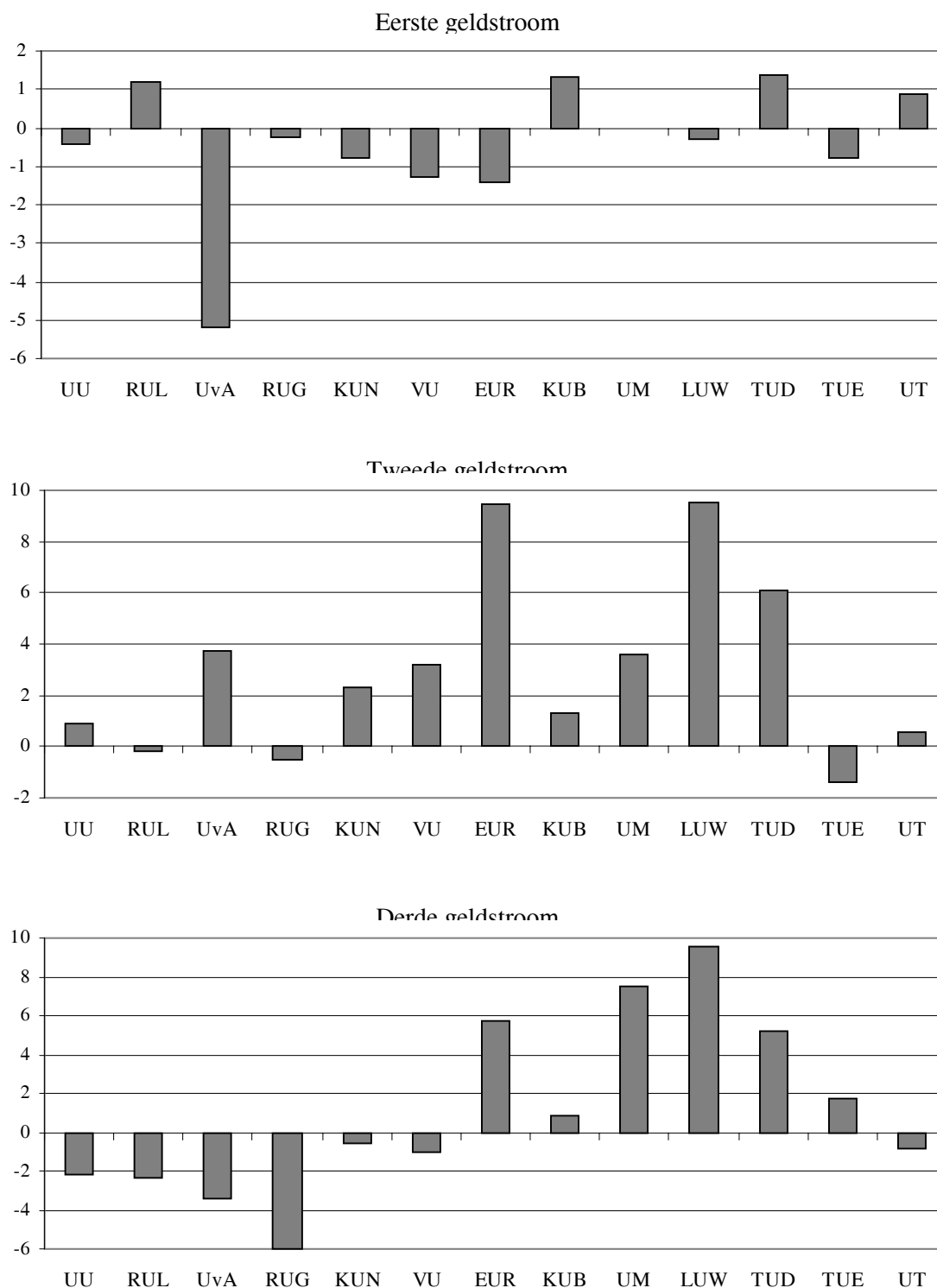


* Inclusief Wiskunde en informatica

** Exclusief Economische wetenschappen

Bron: CWTS, data: VSNU, Min. OCenW.

Figuur 4.22: Relatieve groei universitair onderzoekspersoneel*, 1990-1996



* De relatieve groei van bijv. het onderzoekspersoneel gefinancierd door de eerste geldstroom is gelijk aan het verschil van die groeiwet (per universiteit) en de groeiwet van het onderzoekspersoneel van alle universiteiten tezamen.

Bron: MERIT, data: VSNU, Ministerie van OCenW.

Voor de tweede geldstroom liggen de zaken duidelijk anders. De meeste instellingen scoren hier boven de gemiddelde groei. De Rijksuniversiteit Groningen (RUG), de Technische Universiteit Eindhoven (TUE) en de RUL zijn de enige uitzonderingen. Het zijn vooral de kleinere instellingen, zoals de Erasmus Universiteit Rotterdam (EUR), de TUD en de Landbouw Universiteit Wageningen (LUW) die het meest weten te profiteren van het groeiende belang van de tweede geldstroom (de UM scoort eveneens goed, maar niet echt sterker dan grotere universiteiten als de UvA en de Vrije Universiteit Amsterdam). Hierbij dient overigens wel aangetekend te worden dat deze instellingen in 1990 nog slechts relatief weinig tweede geldstroom onderzoek hadden. Ze groeien dus van een lage basis.

Het is opvallend dat de drie universiteiten die sterk groeien op het gebied van de tweede geldstroom eveneens goed scoren op het gebied van de derde geldstroom. Ook de Universiteit Maastricht scoort hierbij relatief goed. Voor de derde geldstroom zijn de verschillen tussen de universiteiten het grootst. Behalve de al genoemde vier instellingen, scoren de KUB en TUE eveneens goed. Alle andere universiteiten scoren hier echter een negatieve waarde, waarbij vooral de RUG in het oog springt.

Samenvattend blijkt ook uit de universitaire personeelscijfers het toenemende belang van de tweede geldstroom. Deze vormt een steeds groeiend alternatief voor de eerste geldstroom. Inhoudelijk gezien leidt dit tot een groeiende externe sturing van het universitaire onderzoek. Hoewel die sturing in eerste instantie verschuift naar NWO, dat betrekkelijk autonoom over de verdeling van de fondsen beschikt, kan deze trend indirect gezien worden als een grotere politieke sturing van de besteding van het universitaire onderzoeksbudget.

Daarnaast is er bij een aantal universiteiten duidelijk sprake van een toenemend aandeel van het door de markt gefinancierde onderzoek. Men zou kunnen aanvoeren dat juist dit onderzoek bij uitstek maatschappelijk relevant is, hetgeen impliceert dat er gedurende de periode 1990 - 1996, in ieder geval bij een aantal universiteiten, sprake is van een toenemende interactie tussen markt en universiteit.

4.4 Internationale onderzoeksfinanciering en -deelname

Onderzoek is, net als andere delen van de samenleving en economie, onderhevig aan internationalisering. Een substantieel gedeelte van het wereldwijde onderzoek wordt uitgevoerd door internationale organisaties. Voor Nederland is met name de Europese context van belang. Tabel 4.23 geeft een overzicht van de ontwikkeling van de Nederlandse bijdrage aan internationale onderzoeksorganisaties. Ten opzichte van de binnenlandse financiering van R&D door de overheid, neemt de internationale financiering in Tabel 4.23 vooral toe in de periode 1990 - 1995. De internationale bijdrage uitgedrukt als percentage van de binnenlandse financiering (excl. universitaire middelen) stijgt van 7,4% naar 12,6% (8,0% in 1985). Na 1995 daalt de bijdrage aan internationale onderzoeksorganisaties echter gestaag. Dit is echter veel meer het gevolg van een daling van het onderzoeksbudget van deze instellingen, dan van een bewuste Nederlandse beslissing tot het verlagen van de bijdrage.

Tabel 4.23: Totale bijdrage van het Nederlandse Rijk aan internationale onderzoeksinstellingen, en de bijdrage van het Ministerie van OCenW naar instelling (in mln. gulden)

Jaar	1985	1990	1995	1996	1997	1998
Totale bijdrage Rijk aan internationale organisaties	166	187	325	313	297	265
Totale bijdrage Min. van OCenW aan internationale organisaties	83.4	81.9	133.7	135.1	126.9	129.4
CERN	53.5	43.4	58.0	64.7	54.0	55.5
ESA	21.6	30.3	62.3	50.3	56.5	57.2
ESO	4.0	5.1	9.4	15.8	12.0	12.3
EMBL	2.5	2.8	3.3	3.5	3.6	3.6
EMBC	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8
NAVO-W**	1.2	-	-	-	-	-

* De cijfers t/m 1996 betreffen realisatiecijfers, voor 1997 de vastgestelde begroting en voor 1998 de ontwerp-begroting.

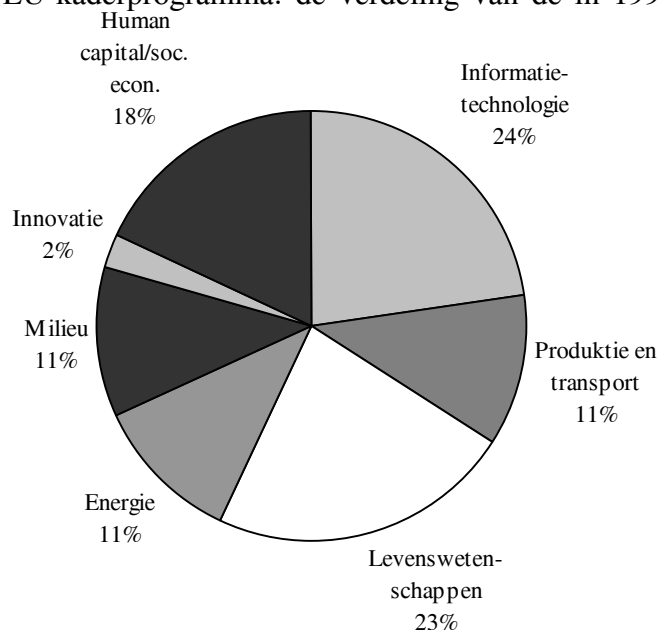
** De financiering van de bijdrage voor het wetenschappelijke comite van de NAVO is vanaf 1988 overgegaan naar het Min. van Binnenlandse Zaken.

Bron: MERIT, data: Ministerie van OCenW.

Voor de bijdrage die op de begroting van het Ministerie van OCenW staat, is een verdere onderverdeling beschikbaar naar organisaties. Hieruit blijkt dat CERN (fundamenteel

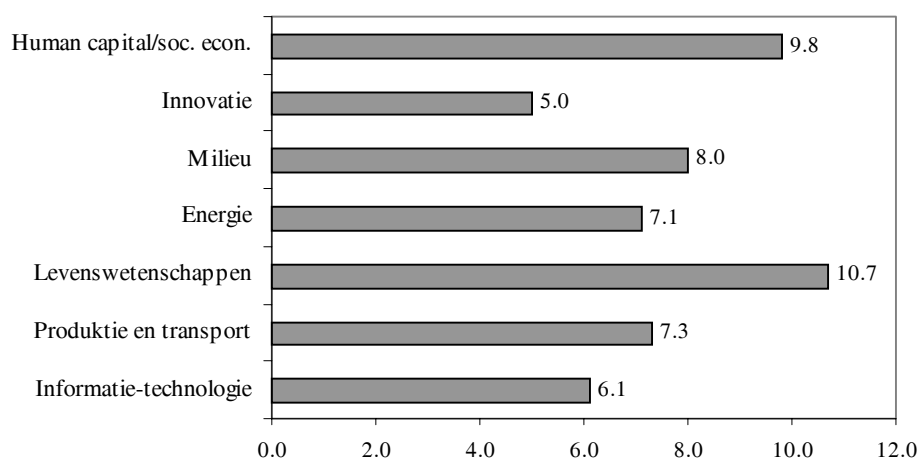
deeltjesonderzoek) in 1985 en 1990 verreweg het grootste gedeelte van de financiering krijgt. In 1995 en daarna gaat het grootste gedeelte naar het ruimte-onderzoek van ESA (met uitzondering van 1996), hoewel ESA en CERN beide belangrijke organisaties blijven in termen van Nederlandse financiering.

Figuur 4.24a: EU-kaderprogramma: de verdeling van de in 1997 ontvangen gelden over de v



Bron: MERIT, data: Ministerie van Economische Zaken.

Figuur 4.24b: EU-kaderprogramma: de door Nederland ontvangen gelden als aandeel van



Bron: MERIT, data: Ministerie van Economische Zaken.

Internationalisering van R&D betekent ook dat Nederlandse bedrijven en instellingen in aanmerking komen voor financiering van hun R&D-projecten door de Europese Commissie. Hiervoor zijn de zogenaamde kaderprogramma's opgezet. Binnen deze kaderprogramma's zijn afzonderlijke onderzoeksprogramma's opgezet op uiteenlopende terreinen. Binnen ieder van deze programma's kunnen onderzoeksteams bestaande uit deelnemers uit verschillende landen van de Europese Unie projecten indienen die door de Europese Commissie beoordeeld worden, waarna financiering mogelijk is. De mate waarin Nederlandse bedrijven en instellingen succesvol zijn in het verkrijgen van deze financiering hangt dus in belangrijke mate af van de kwaliteit van hun voorstellen, en dus van hun onderzoeksorganisatie.

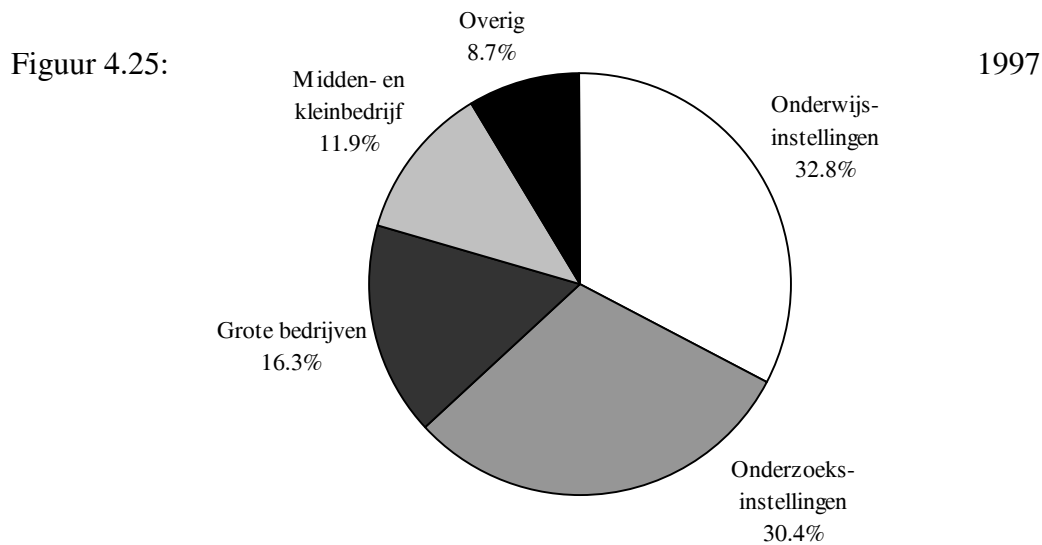
In 1997 was het totale bedrag dat op deze manier aan Nederlandse bedrijven en instellingen werd toebedeeld zo'n 450 miljoen gulden. Figuur 4.24 geeft aan hoe dit bedrag over de verschillende thematische velden was verdeeld, en hoe, per veld, de verkregen Nederlandse financiering zich verhoudt tot het totale Europese budget. Met name de levenswetenschappen en de informatie-technologie ontvangen een belangrijke impuls van de Europese Commissie. Het socio-economische onderzoek tezamen met het algemene beurzen-programma voor onderzoekers is derde met 18%. De andere velden zijn alle duidelijk kleiner.

In termen van het Nederlandse aandeel in de totale Europese budgetten per veld, blijkt dat vooral de levenswetenschappen en socio-economisch onderzoek plus het beurzenstelsel sterke punten in de Nederlandse onderzoeksstructuur zijn. In deze gebieden wordt aan Nederland zo'n 10% van het totale Europese budget toebedeeld, hetgeen hoog is gezien de omvang van het land. Relatief zwak scoren de sterk bedrijfsgerichte onderdelen, zoals innovatie en informatie-technologie. Energie en milieu, alsmede productie en transport scoren gemiddeld.

Figuur 4.25 geeft een overzicht van het aantal deelnemers en deelnames aan deze kaderprogramma's voor de periode 1988 - medio 1997. Het zijn vooral de publieke onderzoeks- en onderwijsinstellingen die het goed doen met samen ruim 60% van de deelnames over de afgelopen 10 jaar. Van deze publieke kennisinstellingen zijn vooral TNO en DLO het meest actief met samen ruim 50% van het aantal deelnames van de onderzoeksinstellingen²⁴.

²⁴ Zie ook van Essen, M. en B. Verspagen (1997), tabel 1.

Samenvattend kan gesteld worden dat Nederlandse onderzoekers relatief goed gebruik maken van Europese financiering van hun onderzoek, vooral in de levenswetenschappen.



Bron: MERIT, data: Europese Unie.

Conclusies met betrekking tot de Nederlandse R&D-infrastructuur

Vanuit internationaal standpunt werd al eerder (hoofdstuk 2) geconstateerd dat vooral de overheid een grote rol speelt in de Nederlandse R&D-infrastructuur, en dat de bedrijven internationaal gezien enigszins achterblijven. In dit hoofdstuk is aangetoond dat de relatieve achterstand van bedrijven vooral in de late jaren '80 en de eerste helft van de jaren '90 is ontstaan. Recent lijkt de teneergang tot staan te zijn gebracht, maar van een echte omslag in de trend lijkt nog slechts in zeer voorzichtige mate sprake. Met betrekking tot de rol van de overheid, is er in de laatste jaren sprake van een kleiner wordende rol van de overheid in termen van R&D-financiering. Deze trend moet vooral gezien worden in het licht van twee trends: het streven van de overheid naar meer marktwerking (ook in de R&D-sector), en bezuinigingen op de rijksbegroting in verband met het terugbrengen van het financieringstekort. De traditionale rol van de overheid als 'bedwinger' van marktfalen in de R&D-sector komt hiermee onder druk te staan. Het aandeel van de overheid in de totale Nederlandse R&D-financiering daalt. Wel stimuleert de overheid in toenemende mate R&D in de private sector door middel van fiscale maatregelen.

De relatieve daling van de overheidsfinanciering doet zich vooral voor in de semi-publieke kennissector. De instellingen in deze sector die vooral toegepast onderzoek verrichten (TNO, DLO, GTIs) zijn in toenemende mate aangewezen op de markt voor de financiering van hun onderzoek. Ook de rechtstreekse bijdrage van de Nederlandse overheid aan het universitaire onderzoek loopt terug als percentage van de totale R&D-financiering. Ook de bijdrage van de Nederlandse overheid aan internationale onderzoeksorganisaties loopt terug (sinds 1995).

Deze kwantitatieve trends zijn gedeeltelijk een afspiegeling van belangrijke kwalitatieve veranderingen in de rol van de overheid. Hierbij springen vooral twee trends in het oog. Ten eerste is er in de (semi-) publieke overheid sector in toenemende mate sprake van interactie met de private sector in de vorm van opdrachtonderzoek (marktwerking). De overheid speelt in deze sector een steeds minder dominante rol qua financiering. Ten tweede vindt er in de universitaire sector een langzame verschuiving plaats van eerste geldstroom naar tweede geldstroom. Dit betekent dat een steeds groter gedeelte van het universitaire onderzoek gestuurd wordt door NWO, dat hierbij kwaliteits- en andere overwegingen laat meespelen. Universitair onderzoek wordt aldus in toenemende mate gestuurd in bepaalde weloverwogen richtingen, in plaats van het van oudsher vrije academische karakter van het onderzoek in deze sector.

Er bestaat een complexe relatie tussen de kwalitatieve en kwantitatieve trends in de overheidsfinanciering van onderzoek, en de politieke besluitvorming rond de rol van technologie. Politiek gezien is de aandacht voor wetenschap en technologie als een belangrijk economische en maatschappelijk fenomeen duidelijk toegenomen. De teruglopende financiering van R&D lijkt daarmee enigszins in contrast, ondanks het feit dat er gedeeltelijk duidelijke kwalitatieve keuzes ten grondslag liggen aan die teruggang.

4.5 Publicatie-output en citatie-impact van Nederlandse kennisinstellingen

4.5.1 Inleiding

Het Nederlandse onderzoekssysteem bestaat uit een grote verscheidenheid aan wetenschappelijk-actieve instellingen. Aan de ene kant van dit spectrum vindt men de universiteiten, met hun nadruk op fundamenteel onderzoek en aanverwante onderwijsactiviteiten, en aan de andere kant, de kennisintensieve (middel)grote en kleinere bedrijven waar men - zij het vaak op bescheiden schaal - toegepast onderzoek uitvoert ten behoeve van technologisch ontwikkelingswerk en innovaties. In deze paragraaf worden de wetenschappelijke activiteiten van deze grote verscheidenheid aan actoren verder in kaart gebracht met behulp van dezelfde bibliometrische methodieken zoals toegepast in hoofdstuk 3. Er wordt een onderscheid gemaakt naar twee institutionele niveau's: (1) de verschillende typen Nederlandse instellingen ('institutionele sectoren'), en (2) de afzonderlijke universiteiten, die gezien de aard en omvang van hun onderzoeksinspanning een aparte beschrijving verdienen.²⁵ Deze bibliometrische data geven empirische informatie op tal van vragen zoals: Hoe groot is het aandeel van de universiteiten in onze nationale publicatie-output? Hoeveel wordt er gepubliceerd door onderzoekers verbonden aan de vijf grote Nederlandse multinationals? En welke Nederlandse universiteiten hebben de hoogste citatie-impact scores in een bepaalde discipline?

De meeste bibliometrische gegevens zijn gebaseerd op onderzoeksartikelen in vooraanstaande internationale (technisch-)wetenschappelijke tijdschriften. Er wordt verondersteld dat deze publicaties voldoende representatief zijn voor omvang, vakinhoudelijke aard, en wetenschappelijke invloed van de betreffende onderzoeksactiviteiten. De meerderheid van deze publicaties zullen betrekking hebben op fundamenteel onderzoek - en niet zozeer op toepassingsgericht (technisch-)wetenschappelijk onderzoek.

De analyse zal betrekking hebben op de disciplines binnen de bèta- en gamma-wetenschappen. De definitie van deze disciplines is voornamelijk gebaseerd op de gebiedsindeling van internationaal tijdschriften door de bestandsproducent ISI. Deze afbakening zal doorgaans niet volledig overeenstemmen met bestuurlijke en/of beheersmatige indelingen zoals die bijvoorbeeld aan de Nederlandse universiteiten worden gehanteerd, noch met de zogeheten HOOP-gebiedsindeling die door beleidsinstanties zoals het Ministerie van OCenW en de VSNU wordt gebruikt (zie o.a. paragraaf 4.1).

²⁵ Deze bibliometrische methode wordt inmiddels in meerdere OESO-landen toegepast ten behoeve van nationale overheden. Men richt zich daarbij voornamelijk op de kwantitatieve beschrijving en analyse van het onderzoekssysteem - zowel op het niveau van institutionele sectoren als afzonderlijke grote onderzoeksinstellingen. Andere toonaangevende landen zijn het Verenigd Koninkrijk (zie o.a. Katz e.a., 1995; Hicks & Katz, 1997) en Australië (Bourke e.a., 1996; Butler e.a., 1997).

4.5.2 Output en impact van institutionele sectoren

Het zijn niet louter universitaire onderzoekers die resultaten van hun wetenschappelijke onderzoek verspreiden via publicaties in internationale (technisch-)wetenschappelijk tijdschriften. Onderzoekers werkzaam bij kennisinstellingen in andere publieke sectoren en in het bedrijfsleven zijn vaak evenzeer gebaat bij het gebruik van dit communicatiekanaal voor kennisverspreiding en interactie met vakgenoten. In de praktijk wordt er dan ook vanuit vele typen instellingen en diverse institutionele sectoren veelvuldig gepubliceerd in deze internationale tijdschriften. In het geval van de private sector lijkt dit in eerste instantie haaks te staan op de marktgerichte oriëntatie van bedrijven en het belang dat men hecht aan de toeëigening en bescherming van wetenschappelijke en technologische kennis. Onderzoekers bij bedrijven zijn echter om tal van redenen bereid, danwel genoodzaakt, te participeren in de openbare kennisverspreiding. Wetenschap en technologie raken immers meer en meer met elkaar verweven, waarbij zowel fundamenteel als toepassingsgericht wetenschappelijk onderzoek in toenemende mate een strategisch belangrijke factor wordt voor de ontwikkeling van innovaties (zie o.a. Narin e.a., 1997). Tijdschriftpublicaties dragen dan bij aan de acceptatie en waardering van industriële onderzoekers in de internationale wetenschappelijke gemeenschap. Dit verhoogt de (h)erkenning en bevordert de gewenste kennisinteractie tussen onderzoekers, hetgeen een belangrijke voorwaarde kan zijn om toegang te krijgen tot bruikbare kennis die niet (direct) aanwezig is in de R&D-laboratoria van bedrijven (zie ook Tijssen e.a., 1996). Overheidsprogramma's gericht op de stimulering van dergelijke sectoroverschrijdende samenwerking en kennisoverdracht leiden dan ook geregeld tot gezamenlijke publiek-private onderzoekspublicaties in de toonaangevende internationale (technisch-)wetenschappelijke vaktijdschriften.

We onderscheiden in de output-analyse twee institutionele hoofdsectoren: de (semi)publieke sector en de private sector.²⁶ Deze sectoren omvatten 10 deelsectoren die elk ten minste twee Nederlandse hoofdinstanties bevatten. De (semi)publieke sector bestaat uit zes deelsectoren, een groep internationale onderzoekinstellingen met een vestiging in Nederland, en een restgroep. De private sector is verdeeld in de groep van de vijf grote R&D-intensieve multinationals (Philips, Shell, Unilever, Akzo Nobel en DSM), en een tweede deelsector waarin de overige Nederlandse bedrijven en private instellingen zijn ondergebracht (d.w.z. met een Nederlandse vestiging).

Tabel 4.26 geeft een overzicht van de publicatie-output op het niveau van 10 institutionele deelsectoren. Daaruit blijkt dat de hoger onderwijsinstellingen (i.c. de universiteiten) verantwoordelijk zijn voor 71% van de Nederlandse publicaties uit 1995-96 die in

internationale wetenschappelijke tijdschriften zijn verschenen. De niet-academische ziekenhuizen staan op de tweede plaats. Deze enigszins verrassende uitkomst is mede het gevolg van de relatieve grote publicatiestroom in het medisch-wetenschappelijk onderzoek

Tabel 4.26 Aandeel van institutionele categorieën in Nederlandse publicatie-output per discipline, 1995-96 (in %)*

	Hoger onderwijs inst.	NWO, KNAW inst.	Dept. onderz. inst.	TNO, GTI's inst.	Overige onderz. inst.	Zieken- huizen	Overige publiek. inst.	Top-5 multi- nat.	Overige private inst.	Inter- nat. inst.
Biologische wet.	71.1	5.2	10.3	2.4	2.8	3.4	.8	1.7	2.2	.1
Chemie	72.4	4.2	3.0	3.6	.5	2.3	.4	9.8	3.4	.3
Fysica	71.7	14.2	.6	2.0	1.0	.2	.1	7.9	1.4	.8
Aard- en omgev. wet.	55.4	10.7	14.4	4.8	2.0	.2	2.7	2.0	3.7	4.1
Sterrenkunde	52.7	23.1	.5	.2	3.1		.1	.1	.6	19.7
Wiskunde en inform.	83.5	6.7	2.4	1.6	1.1	.6		2.4	1.6	
Elektrotechniek	61.2	5.2	.8	2.4	1.2	.3		16.1	8.2	4.6
Materiaalkunde	71.0	1.3	.5	3.8	.3	.3		16.7	3.3	2.8
Chemische techn.	73.1	.7	1.0	3.9			.2	15.5	5.1	.5
Werktuigbouwk.	75.0	2.5	1.7	3.8	2.1		1.3	7.2	3.4	3.0
Civiele techniek	46.5	2.3	12.9	11.7	7.4		5.1	1.6	12.5	
Overige techn. wet.	62.4	6.1	8.4	6.3	2.1	1.2		6.3	4.0	3.2
Klinische geneesk.	75.1	1.9	1.0	2.2	2.7	14.8	.3	.9	1.0	.1
Algemene geneesk.	72.1	2.9	4.3	3.3	5.1	8.9	.4	.8	2.0	.1
Farmacologie	71.4	.5	3.3	3.7	2.1	9.5	.5	2.8	5.8	.4
Gezondheidswetens.	69.9	.5	6.5	5.7	5.2	7.8	1.0	1.7	1.1	.5
Diergeneeskunde	61.0	.4	26.8	3.3	1.6	.8	.6	.4	5.1	
Tandheeskunde	91.1			.8		5.6	.4	1.2	.8	
Landbouwwetens.	56.6	1.4	32.7	2.6	1.4	.3	.7	.5	3.8	.2
'Multidisciplinair'	60.9	8.8	2.5	2.0	7.0	2.5	1.5	10.8	1.0	3.0
Psychologie	84.8	.6	.4	3.1	4.6	3.5	.8	1.2	.9	.1
Economie	90.3	.2	2.7	.2	.5		1.4	.2	4.5	
Politieke wetens.	89.4	1.0	1.9		5.8		1.0		1.0	
Onderwijswetens.	93.8		.5		2.6	2.6			.5	
Sociologie	86.9	2.2	3.6	1.5	4.4		.7		.7	
Overige sociale wet.	83.7	1.3	1.4	1.4	4.4	.6	1.7	1.7	3.6	.3
Alle disciplines	71.0	3.6	5.2	3.2	3.2	6.8	.6	2.5	2.4	1.4

* Institutionele deelsectoren:

Hoger Onderwijs inst.	Universiteiten, acad. ziekenhuizen, interuniv. inst., onderzoeksscholen, hogescholen.
NWO/KNAW inst.	NWO en KNAW-instituten (w.o. FOM, NIKHEF en CWI)
Dept. onderzoek inst.	Departementale onderzoeksinstituten (w.o. DLO, RIVM en KNMI)
TNO en GTI's	TNO en de vijf Grote Technologische Instituten (ECN, GD, MARIN, NRL en WL)
Overige onderzoek inst.	Overige (semi-)publieke onderzoeksinstituten (w.o. NKI en NIDI)
Ziekenhuizen	Niet-academische ziekenhuizen

²⁶ Analoog aan de bibliometrische analyses op macro-niveau in Hoofdstuk 3, wordt het Nederlandse onderzoekssysteem hier louter gedefiniëerd op basis van de vestigingsplaats van instellingen - en niet op basis van (primaire) financieringsbron of anderszins.

Overige publieke inst.	Overige publieke instellingen (bijv. ministeries)
Top-5 multinationals	De vijf grote multinationals: Philips, Shell, Unilever, Akzo Nobel en DSM.
Overige private inst.	Overige bedrijven en private instellingen
Internationale inst.	Nederlandse vestiging van internationale (onderzoeks)instellingen (ESTEC en EC/JCR)

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

(zie ook Tabel 4.3) en is daardoor slechts ten dele terug te voeren op de omvang van onderzoeksactiviteiten in deze ziekenhuizen. Er zijn bovendien vaak sterke relaties tussen deze niet-academische ziekenhuizen en (para-)universitaire instellingen in de vorm van samenwerkingsverbanden en dubbele aanstellingen van onderzoekers/artsen. Als gevolg hiervan hebben vele medisch-wetenschappelijke artikelen een auteurslijst waarin instellingen uit de beide deelsectoren zijn vertegenwoordigd. De departementale onderzoeksinstituten, zoals de DLO en het RIVM, bezetten de derde plaats en zijn goed voor ruim 5% van de Nederlandse output. De para-universitaire NWO- en KNAW-instituten, die zich vooral met fundamenteel onderzoek bezighouden, vertegenwoordigen 3,6% van de output. De Nederlandse publieke sector als geheel vertegenwoordigt 93,7%. De Nederlandse bedrijven nemen 4,9% van de output voor hun rekening, ongeveer gelijk verdeeld tussen de vijf grote multinationals en de rest. De overige 1,4% van de publicaties komt op het conto van internationale instellingen, waarbij twee Europese instellingen - de European Space Agency's ESTEC-vestiging in Noordwijk, en het Joint Research Centre van de EU in Petten - verreweg de grootste bijdrage leveren.

Hoewel kennisinstellingen zoals TNO, DLO en de GTI's zich primair richten op toegepast wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling ten behoeve van opdrachtgevers in de publieke en private sector verspreid over diverse maatschappelijke of economische sectoren (zie o.a. hoofdstuk 4.3), blijkt uit deze gegevens dat men desalniettemin redelijk goed vertegenwoordigd is in internationale wetenschappelijke tijdschriften. Hieruit mag worden afgeleid dat ook dit deel van de publieke sector omvangrijke activiteiten ontplooit op het gebied van internationaal georiënteerd (fundamenteel en toepassingsgericht) wetenschappelijk onderzoek.

Op basis van deze uitkomsten kan in het algemeen worden geconcludeerd dat: (a) Nederland een brede wetenschappelijke kennisinfrastructuur kent met betrekking tot de uitvoering van internationaal-hoogwaardig wetenschappelijk onderzoek, (b) de universitaire sector daarin een zeer vooraanstaande rol heeft, (c) de overige grote institutionele sectoren (NWO en KNAW-instellingen, departementale onderzoeksinstituten, grote multinationals) eveneens een substantiële publicatie-output leveren, (d) de niet-academische ziekenhuizen, de kleinere publieke kennisinstellingen en overige bedrijven tezamen ruim 10% van de publicaties opleveren, (e) veel van het toegepaste en toepassingsgerichte onderzoek dat verricht wordt in niet-universitaire instellingen zijn weg vindt naar publicaties in internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften.

De verdeling van de publicatie-output over de verschillende typen instellingen en tijdschriftcategorieën laat zien dat de meeste institutionele sectoren in alle disciplines zijn vertegenwoordigd (soms overigens met slechts enkele publicaties). In het algemeen blijkt ons onderzoekssysteem dus ook op disciplinair niveau te worden gekenmerkt door een brede spreiding van kennis en onderzoeksactiviteiten. Daarnaast is er in een aantal disciplines sprake van een concentratie binnen een beperkt aantal institutionele sectoren. Dit komt het best tot uiting in die disciplines waarin de universiteiten een minder dominerend aandeel hebben. Zo wordt er in de fysica veel fundamenteel onderzoek verricht door para-universitaire instellingen van NWO (FOM), en vindt men bij Aard- en omgevingswetenschappen een substantiële inbreng van zowel departementale onderzoeksinstituten (m.n. Rijkswaterstaat en KNMI), alsmede van de NWO en KNAW-instituten zoals het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ). De Nederlandse output op het gebied van de Sterrenkunde bevat een belangrijke internationale component via de output van ESA-onderzoekers bij ESTEC.

De grote multinationals zijn belangrijke deelnemers op het gebied van Elektrotechniek (Philips), Materiaalkunde (Philips) en Chemische technologie (Shell, DSM, Unilever, Akzo Nobel). Ondanks de commerciële en strategische belangen die op het spel kunnen staan, en het voorschrijdende proces van R&D-uitbesteding aan andere bedrijven en kennisinstellingen, wordt er in de laboratoria van deze multinationals nog steeds veel technisch-wetenschappelijk onderzoek verricht dat via wetenschappelijke artikelen openbaar wordt gemaakt. De verspreiding van deze private kennis is, zoals reeds vermeld, ondermeer gericht op het leggen en onderhouden van wetenschappelijke contacten met de publieke sector. De overige bedrijven (waaronder het MKB) spelen een relatief belangrijke rol bij onderzoek op het gebied van Civiele techniek, en worden daarin ondermeer vergezeld door TNO en de GTI's. De medische wetenschappen kennen, naast de niet-academische ziekenhuizen waarover reeds is gesproken, een aanzienlijke inbreng vanuit de departementale onderzoeksinstituten (w.o. het RIVM), alsmede de overige onderzoeksinstituten waarbij vooral het Nederlands Kanker Instituut (NKI) een grote bijdrage levert. De grote onderzoeksactiviteit van de diverse instituten die ressorteren onder de departementale Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) komt goed tot uiting in het bijzonder hoge aandeel van de DLO op het gebied van Diergeneeskunde en Landbouwwetenschappen.

De algemene verdeling van de publicatie-output over de diverse (deel)sectoren blijkt niet wezenlijk veranderd te zijn over de afgelopen 15 jaar (zie Tabel SB-4.14). Er hebben zich in de afgelopen 3 à 4 jaar wel drie merkbare verschuivingen voorgedaan: een stijgend aandeel van de niet-academische ziekenhuizen (van 5,2% naar 6,8%), een afname in de output van de publieke organisaties die niet (primair) zijn gericht op het uitvoeren van R&D (van 1,4% naar 0,6%), en een daling in het aandeel van de grote multinationals (van 4,1% naar 2,5%).

Dit systematisch overzicht van de Nederlandse wetenschappelijk activiteit toont een complex en heterogeen onderzoekssysteem. Zo vindt men naast de universiteiten tal van andere publieke onderzoeksinstellingen die zich bezig houden met fundamenteel onderzoek. Daarnaast blijken er veel niet-academische kennisinstellingen en bedrijven te zijn die zich met name bezig houden met toepassingsgericht onderzoek, en daarover veelvuldig publiceren in internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften. Grote delen van het Nederlandse onderzoekssysteem blijken dus (mede) gericht te zijn op een internationaal publiek. De vraag is in hoeverre deze oriëntatie samengaat met de erkenning dat het onderzoek inderdaad van internationaal niveau is. Kunnen de onderzoekinspanningen van de niet-universitaire sectoren zich wat betreft internationale invloed ('citatie-impact') meten met het universitaire onderzoek? Of is het wellicht zelfs van een kwalitatief hoger niveau? En in welke disciplines is dat het geval? Een citatie-analyse van de publicaties levert ons daarover belangrijke empirische gegevens.

Bij de resultaten van dergelijke citatietellingen moet overigens worden opgemerkt dat verschillen in citatiescores niet louter beoordeeld kunnen worden in termen van wetenschappelijke invloed en kwaliteit. Men dient hierbij enerzijds rekening te houden met verschillen in doelstelling(en) van institutionele sectoren, en anderzijds met de organisatievorm en vakinhoudelijke homogeniteit van afzonderlijke instellingen.

Tabel 4.27 toont de resultaten van de citatie-analyse per discipline voor deelsectoren met voldoende 'kritische massa', dat wil zeggen met ten minste 100 publicaties over de periode 1992-96. De eerste kolom bevat de gemiddelde citatie-impactscore per discipline voor Nederland als geheel. Hieruit blijkt dat deze Nederlandse scores voor het merendeel hoger zijn dan het mondiale citatiegemiddelde in de desbetreffende discipline (mondiale citatiescore=1).²⁷ De scores voor de afzonderlijke institutionele subsectoren worden vergeleken met die gemiddelde Nederlandse score. De afwijkingen hiervan zijn verdeeld in vier categorieën, variërend van scores ver boven het nationale gemiddelde ('++') tot ver daaronder ('--'). Scores rondom het Nederlands gemiddelde worden aangegeven met een '0'. Aldus wordt een globale indicatie gegeven van 'heuvels' en 'dalen' in het Nederlandse wetenschappelijke landschap.

²⁷ Hoofdstuk 3.3 bevat een meer uitgebreide discussie van de Nederlandse scores ten opzichte van de wereldwijde gemiddelden.

Tabel 4.27: Internationale wetenschappelijke invloed van institutionele categorieën per discipline: citatie-impact over de periode 1992-96*,**

		Afwijkingen ten opzichte van de gemiddelde Nederlandse impact***									
		Hoger	NWO,	Dept.	TNO	Overige	Zieken-	Overige	Top-5	Overige	Inter
<i>Impact</i>		onderw.	KNAW	onderz	GTIs	onderz.	huizen	publiek.	multi.	private	nat.
<i>Ned.</i>		inst.	inst.	inst.	inst.	inst.	inst.	inst.	nat.	inst.	inst.
Biologische wetens.	1.11	0	+	+	0	++	0	0	0	0	
Chemie	1.23	0	+	+	--		--		+	-	
Fysica	1.43	0	++		--				++	--	
Aard- en omg. wet.	1.37	0	++	++	-			0	--	--	--
Sterrenkunde	1.07	0	0								0
Wiskunde en inf.	1.10	0	-								
Elektrotechniek	1.26	0							++	--	
Materiaalkunde	1.11	0			-				+	0	
Chemische techn.	1.38	0							-		
Werktuigbouwkunde	1.04	0									
Civiele techniek	0.98	+									
Overige techn. wet.	1.18	0	0	++	-	0			0	0	-
Klinische geneesk.	1.25	0	0	0	0	0	+		0	-	
Algemene geneesk.	1.07	0	-	0	0	++	+		0	-	
Farmacologie	0.95	0			-		--			0	
Gezondheidswet.	1.12	0		++	0	0	0	0			
Diergeneeskunde	1.47	0		+						-	
Tandheelkunde	1.22	0									
Landbouwwet.	1.50	0		0						--	
'Multidisciplinair'	1.40	0									
Psychologie	1.07	0				++	-				
Economie	0.90	0									
Politieke wetens.	0.73	0									
Onderwijswetens.	1.06	0									
Sociologie	0.98	0									
Overige soc. wet.	1.09	0				+					

* Data voor categorieën die in de desbetreffende discipline ten minste 100 publicaties hebben verricht in 1992-96, of ten minste 10% van de universitaire publicatie-output leverden. Genormeerde citatiescores met citatieperiode 1992-96.

** Institutionele deelsectoren: zie legenda Tabel 4.26.

*** Relatieve score 0 gemiddeld (gem. - 15 ≤ impact ≤ gem. + 15);
 ten opzichte van + boven gemiddeld (gem. +15 < impact < gem. +30);
 de gemiddelde ++ ver boven gemiddeld (impact ≥ gem.+ 30);
 score van - onder gemiddeld (gem. -30 < impact < gem. -15);
 Nederland: -- ver onder gemiddeld (impact ≤ gem. - 30)

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

De resultaten illustreren ten eerste de grote bijdrage van de universiteiten aan de totale Nederlandse publicatie-output (zie ook Tabel 4.26) als gevolg waarvan hun relatieve citatiescores zich in bijna alle disciplines bevinden rondom het Nederlands gemiddelde. De

enige uitzonderingen betreft Civiele techniek, vooral vanwege (het geringe aantal) internationale onderzoekspublicaties van TNO/GTI's en Nederlandse bedrijven die minder vaak worden geciteerd. Een tweede en meer opvallend resultaat betreft de citatie-impact van niet-universitaire instellingen. Dat ligt in sommige vakgebieden aanmerkelijk hoger dan het universitaire gemiddelde. Zo vindt men in een tiental disciplines hogere scores voor NWO en KNAW-onderzoeksinstituten, departementale onderzoeksinstituten, overige onderzoeksinstituten, en de grote multinationals. In sommige gevallen, zoals de multinationals op het gebied van Elektrotechniek, is deze impactscore zelfs meer dan 0,30 punten hoger dan het universitaire gemiddelde. Nederlands industrieel onderzoek blijkt in een aantal disciplines dus van wetenschappelijk hoog gehalte.

Een andere vermeldenswaardige uitkomst is de afwezigheid van hoge citatiescores voor wetenschappelijke publicaties afkomstig van de 'overige private instellingen' waaronder de middelgrote R&D-intensieve Nederlandse industriële bedrijven, ingenieursbureaus, e.d. ressorteren. Hoewel men relatief veel publiceert in een aantal toepassingsgerichte vakgebieden, wordt er in internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften toch betrekkelijk weinig verwezen naar die publicaties.

De relatief geringe internationale impact van toepassingsgericht onderzoek is wellicht het gevolg van de sterkere nadruk op zeer specifiek geografische (lokaal/nationaal) danwel technisch-wetenschappelijke onderwerpen (zie o.a. Le Pair, 1988). Onderzoekers en technici werkzaam bij middelgrote en kleinere bedrijven hebben anders dan vele collega's werkzaam bij grote R&D-laboratoria van multinationals doorgaans minder mogelijkheden voor wetenschappelijke publicatie-activiteit en profilering in de internationale wetenschappelijke gemeenschap (o.a. bezoek aan wetenschappelijke congressen). Deze groep is meer gericht op het ontwerpen en construeren van 'artefacten' dan op geschreven informatie - men leest minder wetenschappelijke literatuur en draagt minder bij aan kennisverspreiding via technisch-wetenschappelijke artikelen. Daarmee samenhangende geringe en/of onregelmatige publicatie-activiteit is niet bevorderlijk voor (inter)nationale wetenschappelijke zichtbaarheid, en interactie met internationale academische kringen. Dit kan zich ondermeer vertalen in relatief lagere citatiescores vanuit de internationale wetenschappelijke tijdschriften.

4.5.3 Output en impact van de Nederlandse universiteiten

Reeds enige jaren worden door het *Institute for Scientific Information* (ISI) overzichten gepubliceerd waarin de citatie-impact van universiteiten en andere grote onderzoeksinstituten (publiek en privaat) in bèta-disciplines met elkaar worden vergeleken (zie bijv. ISI Science Watch, 1997a; 1997b). De hoogst scorende instellingen worden dan beschouwd als de internationale toppers in het vakgebied. In het recentelijk verschenen *Europese Wetenschaps- en Indicatoren Rapport* is een overzicht opgenomen van, per land maximaal drie, veel-geciteerde wetenschappelijke instellingen in de EU (EC, 1998). Deze ranglijst bevat drie Nederlandse universiteiten met een eervolle vijfde plaats voor de Leidse universiteit vlak na Oxford en Cambridge, gevolgd door de UvA op de zevende positie en de UU op de achtste plaats. Deze goede klasseringen kunnen beschouwd worden als een blijk van het hoge niveau van de Nederlandse wetenschapsbeoefening. Onderling vergelijkbare uitkomsten van deze citatiestudies komen echter pas goed tot hun recht als men deze citatiescores differentieert en normeert voor elk van de disciplines in het wetenschappelijke profiel van de desbetreffende universiteit.

Tabel 4.28 geeft een overzicht van deze citatiescores voor elke Nederlandse universiteit.²⁸ De citatiescores zijn nu - anders dan in Tabel 4.27 - afgezet tegen de gemiddelde universitaire score in elke bèta- en gamma-discipline²⁹. Deze disciplinaire indeling is niet perfect, maar kan zeker in de meeste gevallen als een goede eerste benadering beschouwd worden.³⁰ De scores zijn weer ondergebracht in dezelfde vijf categorieën en hebben uitsluitend betrekking op die disciplines waarin voldoende publicatie-activiteit was. De resultaten laten grote verschillen zien tussen de citatie-impact van de universiteiten. Zelfs in de disciplines waar de gezamenlijke universiteiten reeds een zeer hoge citatie-impact hebben vindt men uitschieters naar boven (bijv. TUE in Chemische technologie). In deze gevallen is er zonder meer sprake van internationaal top-onderzoek. Maar ook in die gevallen waar een universiteit beduidend lager scoort, is er veelal sprake van een impact die nog ruim boven het internationale gemiddelde ligt in dat vakgebied - dit is zeker het geval binnen de bèta-disciplines.

²⁸ Met uitzondering van de Open Universiteit vanwege de geringe publicatie-output in internationale wetenschappelijke tijdschriften.

²⁹ Uit vergelijking van enerzijds het VSNU-materiaal m.b.t. het totaal aantal wetenschappelijke publicaties, en anderzijds de publicatie-output in internationale tijdschriften, blijkt dat deze tijdschriftpublicaties gemiddeld 30 à 40% van de totale output vertegenwoordigen in de sociale wetenschappen (d.w.z. de beide HOOP/VSNU-categorieën Gedrag & Maatschappij, en Economie). Op grond van deze dekkingsgraad mag men veronderstellen dat een citatie-analyse van de sociaal-wetenschappelijke publicaties in die tijdschriften een redelijke afspiegeling zal geven van de internationale zichtbaarheid en invloed van de afzonderlijke universiteiten in de diverse gamma-disciplines.

³⁰ Deze disciplines zullen slechts ten dele overeenstemmen met definities zoals deze aan Nederlandse universiteiten worden toegepast. Gedetailleerde citatie-analyses van Nederlandse vakgebieden en instellingen vereisen een institutioneel-onderbouwde definitie in overleg met vakdeskundigen en onderzoekers werkzaam bij de instellingen, zoals deze bijvoorbeeld zijn toegepast in door het CWTS uitgevoerde citatie-studies voor diverse Nederlandse bèta-disciplines (zie o.a. VSNU, 1994, 1996a, 1996b).

Tabel 4.28: Internationale wetenschappelijke invloed van Nederlandse universiteiten per discipline: citatie-impact over de periode 1992-96*

	<i>Gemiddelde impact Ned.</i>	<i>Afwijkingen t.o.v. gem. Nederlandse univ. impact**</i>												
	<i>univ.'s</i>	RUL	UU	RUG	UvA	VUA	KUN	EUR	KUB	UM	LUW	TUD	TUE	UT
Biologische wetenschappen	1.06	0	0	0	0	0	-	0	--	0	-			
Chemie	1.24	-	0	0	0	+	0			+	0	++	++	
Fysica	1.35	+	-	++	0	++	0				-	0	--	
Aard- en omgevingswet.	1.40	0	0	++	0	0				+	-			
Sterrenkunde	1.11	0	0	0	0									
Wiskunde en informatica	1.12	0	++	0	0	-	++	0			0	--	--	
Elektrotechniek	1.24		0		0						0	0	0	
Materiaalkunde	1.12	+	0	-	0						0	0	0	
Chemische technologie	1.48			--	-						0	++	0	
Werktuigbouwkunde	1.10										-	++	0	
Civiele techniek	1.25					++				0	0			
Overige technische wet.	1.22	+	0	0	0	--	0	-	--	++	0	--	0	
Klinische geneeskunde	1.30	0	0	0	+	0	0	+	0	++				
Algemene geneeskunde	1.06	0	0	0	+	0	0	0	0	0				
Farmacologie	0.97	0	0	0	0	+	-	++	0					
Gezondheidswetenschappen	1.14	-	0	-	-	-	-	+	0	++				
Diergeneeskunde	1.39		0							+				
Tandheelkunde	1.22		--	0		+	0							
Landbouwwetenschappen	1.55		-							0				
'Multidisciplinair'	1.54	0	--	--	++	++		++						
Psychologie	1.06	0	0	+	0	0	-	0	-	0				
Economie	0.97			-	0	0		+	+	0				
Politieke wetenschappen	0.83	0	-	0	++	0		-						
Onderwijswetenschappen	1.16	0	0		-	--	-			++				0
Sociologie	1.07		--	++	+		++							
Overige sociale wetenschap.	1.10	++	-	0	-	0	0	0	-					

* De citatiescores van de afzonderlijke universiteiten voor die disciplines waarin de universiteit ten minste 100 publicaties heeft verricht in 1992-1996, óf ten minste 10% van de universitaire publicatie-output leverde.

** Relatieve citatie-impactscore t.o.v. gemiddelde score Nederlandse universiteiten: 0 gemiddeld (gem. - 0.15 ≤ impact ≤ gem. + 0.15); + boven gemiddelde (gem. +0.15 < impact < gem. + 0.30); ++ ver boven gemiddelde (impact ≥ gem.+ 0.30); - onder gemiddelde (gem. - 0.30 < impact < gem. - 0.15); -- ver onder gemiddelde (impact ≤ gem. - 0.30)

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

Een nadere beschouwing van de resultaten in Tabel 4.28 in termen van een sterkte/zwakte-analyse van afzonderlijke universiteiten, geeft extra reliëf aan de internationale zichtbaarheid van het Nederlandse fundamentele onderzoek. De meeste universiteiten worden namelijk getypeerd door één of meer disciplines met citatiescores die tamelijk ver afwijken van het Nederlandse universitaire gemiddelde - hetzij naar boven, hetzij naar beneden. Slechts een

deel van positieve uitschieters behoort tot de gebieden waarin een universiteit relatief veel publiceert. Uit vergelijking met specialisatieprofielen van de universiteiten (zie Tabel SB-4.15). blijkt dit in slechts 14 van de 39 gevallen. Een relatief grote output of een specialisatie in een bepaalde discipline hangt dus lang niet altijd samen met een grote internationale zichtbaarheid en hoge impact - althans niet in termen van citaties naar tijdschriftartikelen. Daarbij moet overigens wèl worden aangetekend dat het aggregatieniveau tamelijk hoog is (universiteiten en disciplines als geheel), sommige disciplines zeer breed en heterogeen zijn, en citaties naar wetenschappelijke artikelen soms van beperkte waarde zijn om internationale invloed goed te kunnen beschrijven - dit geldt met name voor de sterk toepassingsgerichte vakgebieden.

Desalniettemin mag men op grond van dit empirisch materiaal concluderen dat er een grote heterogeniteit bestaat binnen het Nederlandse universitaire onderzoek in termen van citatie-impact. Deze variatie zal - tot op zekere hoogte - een afspiegeling vormen van verschillen in internationale zichtbaarheid en daarmee verbonden wetenschappelijke kwaliteit. Achter de goede prestaties van de Nederlandse universiteiten op het internationale niveau - blijkend uit de publicatieproductie (zie Figuur 4.26) en de relatief hoge citatie-impact (zie Tabel 4.27 en 4.28) - bevindt zich dus een gedifferentieerd universitair onderzoekssysteem met een aantal internationale toppers maar ook met onderdelen van slechts middelmatige kwaliteit.

4.5.4 Trends in output en impact van de Nederlandse universiteiten

Het onderzoekssysteem anticipeert en reageert - zoals elk sociaal-cognitief systeem - op (komende) veranderingen in de omgeving. Gewijzigde economische en sociale omstandigheden, en nieuwe beleidsprioriteiten hebben in tal van westerse landen geleid tot een sterker accent op internationalisering, interdisciplinariteit, toepassingsgerichtheid, maatschappelijke relevantie, en kwaliteitscontrole (zie o.a. Ziman, 1994; Gibbons e.a., 1994). In het geval van de Nederlandse universiteiten wordt de dynamiek in de afgelopen 10 à 15 jaar onder andere gekenmerkt door: toenemende samenwerking en netwerkvorming³¹ - zowel binnen als buiten de landsgrenzen, het streven naar (inter)nationale wetenschappelijke zichtbaarheid, en een grotere belang dat wordt toegekend aan meetbare wetenschappelijke prestaties. Deze heroriëntatie - en daarmee verbonden publicatiedruk ('publish or perish') - heeft geleid tot een sterke groei in de publicatie-output. Zowel de totale universitaire publicatie-output als de output in internationale tijdschriftartikelen zijn tijdens de periode 1985-86 en 1995-96 met circa 50% gestegen. Een dergelijke groei in output in combinatie met gelijkblijvende of dalende uitgaven (zie hoofdstuk 2) duidt op een toegenomen productiviteit van het universitaire onderzoekssysteem. Internationaal vergelijkbare cijfers

³¹ Zo is nu naar schatting 60 tot 80% van het universitaire onderzoekspersoneel betrokken bij universitaire of interuniversitaire onderzoekscholen (VSNU, 1997a).

wijzen echter uit dat dergelijke productiviteitsstijgingen zich ook in andere Westeuropese landen hebben voorgedaan. De relatieve Nederlandse productiviteit is daardoor naar verhouding redelijk constant in de jaren negentig (zie figuur 3.2 in paragraaf 3.3.3). De publicatie-output van de universiteiten in internationale tijdschriften is bovendien sinds 1995 dalende. Deze neergaande lijn wordt overigens ook gesignaleerd op nationaal niveau (zie paragraaf 3.3.2), en ten aanzien van de totale universitaire publicatie-output (VSNU, 1997a).

De totale universitaire output bevindt zich nu op het niveau van circa 50.000 wetenschappelijke publicaties per jaar, met een relatief sterke groei binnen de technische wetenschappen, de natuurwetenschappen en de gezondheidswetenschappen (VSNU, 1997a). Naar schatting eenderde van die publicaties betreffen onderzoeksartikelen in de internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften die zijn opgenomen in de ISI-indexen.³² Deze groei in output is voor een belangrijk deel terug te voeren op de hierboven aangestipte algemene cultuuromslag ten aanzien van wetenschappelijke activiteit en rendement. Mede hierdoor zijn er gedurende de gelopen 10 jaar aio's en oio's aangesteld die de Nederlandse publicatieproductiviteit hebben verhoogd, en loopt Nederland in de pas met de internationale toename in publiceeractiviteit (zie paragraaf 3.2.2). In het licht van de noodzakelijke openbare kennisverspreiding en verdere mondialisering van Nederlands onderzoek kan deze toename in publicatie-output worden opgevat als een positieve ontwikkeling. Dit betekent echter niet dat deze groei samengaat met een verbetering van wetenschappelijke kwaliteit. Uit de citatie-analyses in paragraaf 3.4 bleek immers dat de internationale wetenschappelijke invloed van de Nederlandse wetenschap (een partiële indicator van kwaliteit) nauwelijks is gestegen over de afgelopen jaren. De tabellen 4.30 en 4.31 gaan nader in op deze relatie tussen output en invloed - op het niveau van de afzonderlijke universiteiten en disciplines.

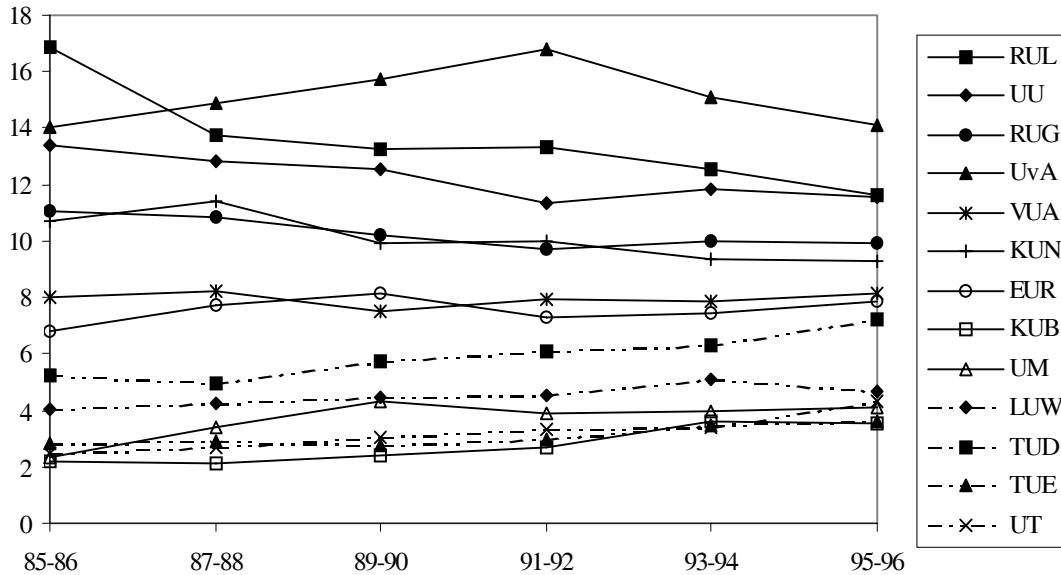
Figuur 4.29 geeft een overzicht van die wijzigingen in de relatieve hoeveelheid publicaties van de verschillende universiteiten. Uit de totale publicatie-productie blijkt een lichte trend naar nivellering - de verschillen in aandeel worden kleiner over de loop der jaren. Ten aanzien van de afzonderlijke universiteiten zijn er slechts twee vermeldenswaardige trends: de zwakker wordende kopposities van de Universiteit van Amsterdam (UvA) en de

³² Dit betreft een conservatieve schatting van het aandeel tijdschriftpublicaties in ISI-tijdschriften. De aantallen universitaire publicaties in deze internationale tijdschriften berust namelijk op een telling van de publicaties toegekend aan de hoofdinstituten. Dit heeft tot gevolg dat gezamenlijke publicaties waarbij meerdere universitaire onderdelen als participant worden genoemd slechts als één publicatie van de desbetreffende universiteit worden geteld. In het VSNU-telling op basis van de universitaire onderzoeksjaarverslagen zullen dergelijke co-publicaties (zeer waarschijnlijk) meervoudig worden geteld.

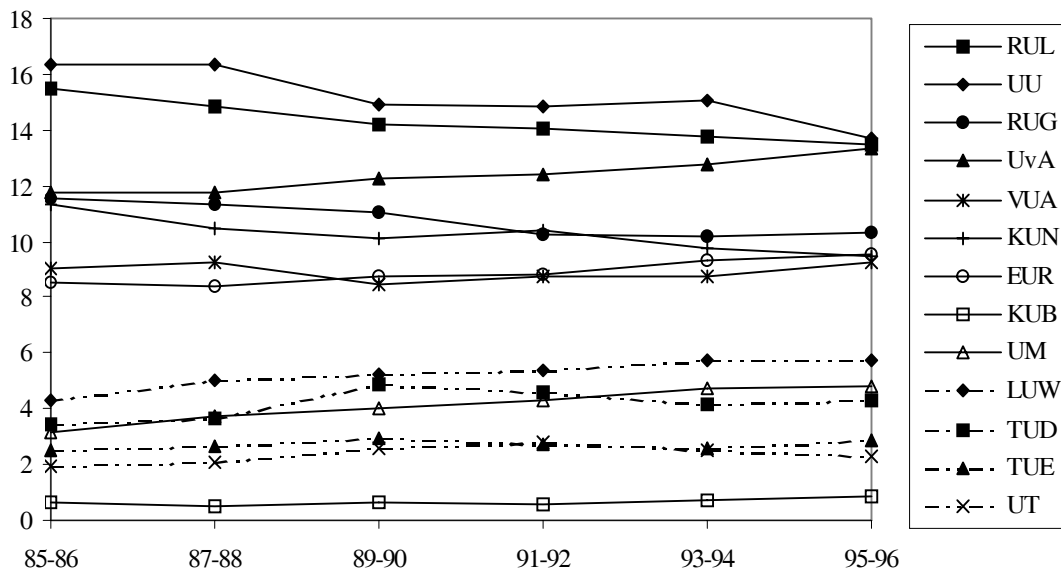
Rijksuniversiteit Leiden (RUL), en de geleidelijke stijging van de Technische Universiteit Delft (TUD), die inmiddels duidelijk meer publiceert dan de overige gespecialiseerde

Figuur 4.29: Trends in relatieve wetenschappelijke publicatie-output van universiteiten (% van totaal universitaire publicaties), 1985-86 t/m 1995-96

Alle wetenschappelijke publicaties*



Internationale wetenschappelijke tijdschriften**



* Wetenschappelijke publicaties vermeld in universitaire jaarverslagen en afkomstig van VF-onderzoek en overig onderzoek (excl. dissertaties, overige vakpublicaties, abstracts en annotaties). Ongefractioneerde aantallen publicaties.

** Publicaties in internationale tijdschriften opgenomen in de ISI-bestanden (ongefractioneerde aantallen).

Bron: CWTS, data: OC&W, VSNU, Science Citation Index, Social Science Citation Index, Arts & Humanities Citation Index

universiteiten. Deze trends kunnen het gevolg zijn van een groei in onderzoekscapaciteit, een hogere productiviteit, maar ook duiden op wijzigingen in wetenschappelijke specialisatie van universiteiten. Zo zal een sterkere concentratie van de TUD op vakgebieden waar traditioneel meer wordt gepubliceerd leiden tot een grotere output. Deze disciplinaire component - en verschuivingen daarin - komen in het volgende onderdelen van deze analyse aan bod.

In het geval van de internationaal wetenschappelijke publicatie-output vindt men dezelfde algemene tendens naar nivellering en trends in de posities van de drie grote universiteiten (UvA stijgend, RUL en UU dalend). De UvA en de RUL moeten hun toppositie nu delen met de Rijksuniversiteit Utrecht (UU). Deze drie instellingen vertegenwoordigen elk circa 13% van de universitaire output. Ze worden op afstand gevolgd door een groep bestaande uit vier algemene universiteiten (RUG, KUN, VU en EUR) die elk goed zijn voor circa 10%, met een duidelijk toename van de EUR over het afgelopen decennium en een dalende trend voor de RUG. De overige twee kleinere algemene universiteiten (KUB en UM), en de gespecialiseerde universiteiten (de LUW en de drie TU's), vertonen geen noemenswaardige veranderingen. Het aandeel van de TUD is echter nauwelijks toegenomen - de relatief sterke groei van de TUD's publicatie-output vindt kennelijk vooral plaats via andersoortige publicaties zoals bijdragen aan congresbundels, rapporten, en artikelen in (inter)nationale tijdschriften die niet zijn opgenomen in de ISI-bestanden. De laatste plaats van KUB is vooral te wijten aan het grote aandeel van de sociale wetenschappen in deze kleinere universiteit. Zoals reeds eerder aangegeven, geeft ISI's SSCI-bestand een beperktere dekking van internationale sociaal-wetenschappelijke tijdschriften waardoor de KUB relatief ondervertegenwoordigd blijft.

De output-niveaus worden zoals gezegd ondermeer bepaald door de vakgebieden waarin universiteiten actief zijn. Zo worden er bijvoorbeeld aanzienlijk meer publicaties geproduceerd door onderzoekers die actief zijn op het gebied van fundamenteel biomedisch onderzoek dan door diegenen die zich vooral bezighouden met toegepast technisch-wetenschappelijk onderzoek. Universiteiten met grote medische faculteiten produceren dan ook naar verhouding meer artikelen in internationale tijdschriften. Figuur 4.29 is weliswaar indicatief voor globale trends in algemene publicatie-output, het geeft geen uitsluitsel over (veranderingen in) wetenschappelijke activiteit binnen de universiteiten. Dat vereist een analyse op het niveau van de afzonderlijke disciplines.

Trends in de disciplinaire verdeling van internationale publicatie-activiteit kunnen inzicht geven in significante verschuivingen tussen de universiteiten over de afgelopen jaren. Meer

in het bijzonder: in hoeverre zijn de universiteiten in de periode tussen 1985-86 en 1995-96 zich in dat opzicht anders gaan profileren op het internationale vlak?

Tabel 4.30: Trends in het aandeel van de Nederlandse universiteiten in disciplines - aandeel internationale publicaties in 1995-96 ten opzichte van 1985-86*,**

	RUL	UU	RUG	UvA	VUA	KUN	EUR	KUB	UM	LUW	TUD
TUE UT											
Biologische wetenschappen	=	=	=	=	=	=	↑↑	↑	=		
Chemie	=	=	=	=	↓	=		=	↑↑	=	↑↑
Fysica	=	↓	=	=	=	=		↑	=		↑
Aard- en omgevingswet.	=	=	↓	↓	=			↑	=		
Sterrenkunde	=	=	=	↑							
Wiskunde en informatica	↓	=	=	=	↓	=	↑↑		=	=	=
Elektrotechniek		↓↓		↑↑					↑	=	=
Materiaalkunde	=	↓↓	↓	=					↑	↑↑	↑↑
Chemische technologie			=	↓					=	=	↑
Overige technische wet.	↑	↓	=	↓	=	=	=	↑	↑	=	↑
Klinische geneeskunde	=	=	↓	=	=	=	=	↑	↑		
Algemene geneeskunde	=	=	=	=	=	=	=	↑↑	↑		
Farmacologie	=	=	=	↓	↑	=	↓	↑			
Gezondheidswetenschappen		↓	↓	↓	=	=	=	↑↑	=		
Diergeneeskunde		=							↑↑		
Tandheekunde		=	↓		↑↑	=					
Landbouwwetenschappen		=							=		
'Multidisciplinair'	=	=	=	=	=		↑↑				
Psychologie	=	↓	↓	↑↑	↑	=	↓	↑↑			
Economie			↓	=	↑	=	↑	↑↑			
Overige sociale wetenschappen	=	=	↑	=	↓	↓	↑	↑↑			

* Trends in publicatie-activiteit voor die gevallen waarin een universiteit in 1992-96 100 of meer publicaties heeft verricht in de discipline, of waarin ten minste 10% van de totale universitaire publicatie-output werd geleverd (zie Tabel 4.28). Met uitsluiting van de disciplines met minder dan 100 publicaties in 1985-86.

** Omvang van aandeel in 1995-96 t.o.v. 1985-86 (in % verschil):

- ↑↑ sterk gestegen: 50% of meer toegenomen
- ↑ gestegen: 20% tot 50% toegenomen
- = stabiel: niet meer dan 20% gedaald of gestegen
- ↓ gedaald: 20% tot 50% afgenomen
- ↓↓ sterk gedaald: 50% of meer gedaald

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

Tabel 4.30 geeft een overzicht van deze veranderingen voor elk van de universiteiten. Deze differentiatie op disciplinair niveau toont aan dat de algemene stijging van de UvA, zoals te zien in Figuur 4.29, vooral plaats heeft gevonden in technisch-wetenschappelijk onderzoek (Sterrenkunde/Elektrotechniek³³) en op het gebied van de Psychologie. De toenames in

³³ De algemene universiteiten kennen slechts een beperkte publicatie-activiteit op het gebied Elektrotechniek - zeker in verhouding tot de technische universiteiten (zie ook Tabel SB-4.15). Deze publicaties hebben veelal betrekking op bèta-

publicatie-aandeel zijn over het algemeen terug te vinden bij kleinere universiteiten en de gespecialiseerde universiteiten in veel gevallen gestegen is - de Universiteit Maastricht is daarvan het beste voorbeeld. Met andere woorden, de groei van de Nederlandse universitaire publicatie-output in internationale tijdschriften komt vooral voor rekening van deze universiteiten. De twee uitzonderingen op deze regel zijn het dalende aandeel van de KUB in de Psychologie, en de afgenomen EUR-bijdrage in de Farmacologie.

De trends binnen de grote algemene universiteiten laten een meer gedifferentieerd beeld zien. Duidelijk is wel dat elk van deze universiteiten in één of meer disciplines terrein heeft moeten prijsgeven. Dit is het meest pregnant bij de UU - deze universiteit heeft in geen van de disciplines een significante stijging van publicatie-aandeel gerealiseerd.

De forse groei in output vond in veel gevallen plaats in de disciplines waar de desbetreffende universiteit in 1985-86 betrekkelijk weinig was vertegenwoordigd. De vraag is of deze inhaalslag ook heeft geresulteerd in een hogere internationale zichtbaarheid en citatie-impact. Tabel 4.31 geeft een overzicht van trends in de citatie-impact over de afgelopen 10 jaar. Alle disciplines kennen hun stijgers en dalers, een teken van de dynamiek in de diverse vakgebieden. Vergelijking met de huidige impactscores, zoals vermeld in Tabel 4.28, vergemakkelijkt de analyse en interpretatie. Daaruit blijkt bijvoorbeeld dat in het geval van de TUE in Chemische technologie een daling heeft plaats gevonden van een zeer hoge citatie-impact tot een impactscore die nog steeds ver boven het Nederlandse universitaire gemiddelde ligt. In andere gevallen is er juist sprake van een aanzienlijke stijging die echter niet verder reikt dan het gemiddelde universitaire citatiescore binnen die discipline (bijv. UvA in Psychologie).

Uit vergelijking met de trendgegevens in Tabel 4.30 blijken er bovendien 13 gevallen te zijn waarin stijgende publicatie-aandelen hand in hand gaan met een toegenomen impact. Men vindt deze 'voorspoedige groeiers' bij de grote algemene universiteiten (bijv. KUN in Aard- en omgevingswetenschappen), de kleinere algemene universiteiten (bijv. KUB in economie), en bij de gespecialiseerde universiteiten (TUD in Elektrotechniek). Slechts in één geval is er sprake van een zeer significante toename (d.w.z. '↑↑') in beide onderdelen (output en impact): de UvA op het gebied van Psychologie.

wetenschappelijk onderzoek, zoals in Sterrenkunde, waarin sprake is van raakvlakken met, danwel toepassing van, elektrotechniek. Bovendien wordt dergelijk onderzoek gepubliceerd in internationale tijdschriften waaraan ISI meerdere sub-disciplines heeft toegekend. Sommige daarvan behoren tot de discipline Elektrotechniek.

Tabel 4.31: Trends in citatie-impact van Nederlandse universiteiten per discipline, 1992-96 ten opzichte van 1982-86*,**

	RUL	UU	RUG	UvA	VUA	KUN	EUR	KUB	UM	LUW	TUD
TUE UT											
Biologische wetenschappen	=	=	=	↓	↓	↓	=	=	=	↓↓	
Chemie	↓	=	=	↓	↓	=			↑	=	=
Fysica	↑	=	↑	=	↑↑	↑			=	↑↑	=
Aard- en omgevingswet.	↑	↑	=	=	↑↑				↑↑	↑	
Sterrenkunde	↓↓	=	↓↓	↓							
Wiskunde en informatica	↓	=	↑	↓	=	=				=	=
Elektrotechniek		=		↓						↑	=
Materiaalkunde	=	=	↓↓	↓↓						↓	=
Chemische technologie			↓	↓↓						↑	↓↓
Overige technische wet.	↑↑	=	↓	↓↓	↓	=	=	↓	↑	=	=
Klinische geneeskunde	=	=	=	↑	=	=	↑	=	↑↑		
Algemene geneeskunde	=	=	=	↑	=	=	=	=	=		
Farmacologie	↓	↓	=	↓↓	↓↓	↓↓	↑	=			
Gezondheidswetenschappen	↓	=	↓↓	=	=	=	↑	=	↑		
Diergeneeskunde		=							↓		
Tandheelkunde		↓	↓		=	=					
Landbouwwetenschappen		=							=		
'Multidisciplinair'	↓↓	↑	↓	↑↑	↑↑		↓↓				
Psychologie	↑	=	=	↑↑	↑	=	↑	=	=		
Economie			=	=	↑		=	↑	=		
Overige sociale wetenschappen	↑↑	=	=	=	=	↑	=	↓↓			

* Trends in citatiescores voor die gevallen waarin een universiteit in 1992-96 100 of meer publicaties heeft verricht in de discipline, òf waarin ten minste 10% van de totale universitaire publicatie-output werd geleverd (zie Tabellen 4.28 en 4.30). Exclusief de disciplines met minder dan 100 publicaties in 1985-86.

** Citatie-impact in 1995-96 t.o.v. het impact in 1985-86 (verschil in punten; gemiddelde mondiale impact = 1.0):

- ↑↑ sterk gestegen: 0.5 of meer toegenomen
- ↑ gestegen: 0.2 tot 0.5 toegenomen
- = stabiel: niet meer dan 0.2 gedaald of gestegen
- ↓ gedaald: 0.2 tot 0.5 gedaald
- ↓↓ sterk gedaald: 0.5 of meer gedaald

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

Op grond van de diverse bevindingen in deze paragraaf mag worden geconcludeerd dat het Nederlandse universitaire onderzoekssysteem een complex en dynamisch systeem is, waarin de afgelopen jaren significante verschuivingen hebben plaatsgevonden in termen van wetenschappelijke specialisatie en internationale zichtbaarheid. In hoeverre de posities van de universiteiten, en veranderingen daarin, van wezenlijk effect zijn geweest op het functioneren van het gehele universitaire systeem - zowel op het gebied van fundamenteel onderzoek als daaraan gerelateerd toegepast onderzoek - en op de mondiale positie van de Nederlandse wetenschap blijft hier onbeantwoord. Vanuit de gekozen optiek van een output-

georiënteerde systeem- benadering van geïnstitutionaliseerde wetenschapbeoefening, mag men echter wel veronderstellen dat deze dynamiek blijkt geeft van een zelf-organiserend vermogen van de Nederlandse universitaire wetenschapsbeoefening in het streven om zo goed mogelijk te profiteren van zich wijzigende omstandigheden - zowel in de nationale als internationale context.

Literatuur

- Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, *Wisselwerking tussen 'zachte' en 'harde' kennis: bentting van α - en γ -kennis in van oudsher β -dominante sectoren*, Den Haag: AWT, 1997.
- Berkhout, P. en H. Webbink, *Goede studies, de beste banen: academici van 1994/1995 op de arbeidsmarkt*. Stichting voor Economisch Onderzoek der Univ. van Amsterdam, 1997.
Een overzicht van de belangrijkste resultaten zijn eveneens verschenen in het weekblad Elsevier nr 21 (24 mei 1997) onder de titel 'De kansen van de academicus op de arbeidsmarkt' (auteurs: P. de Hen en A. van Leeuwen).
- Bos, A. en T. Gilder, *De arbeidsmarktpositie van hoger opgeleiden*, Beleidsgerichte studies Hoger onderwijs en Wetenschappelijk Onderzoek nr. 42, Rapport voor Min. OC&W. 1996a.
- Bos, A. en T. Gilder, *Onderbenutting of aansluiting op langere termijn?: de arbeidsmarkt voor academici in de sector Taal en Cultuur*, Beleidsgerichte studies Hoger onderwijs en Wetenschappelijk Onderzoek nr. 41, Rapport voor Min. OC&W. 1996b.
- Bourke, P., L. Butler en B. Biglia, *Monitoring research in the periphery: Australia and the ISI indices*, REPP research monograph no. 3, Canberra: Australian National University, 1996 (ISBN 0-7315-2435-7).
- Braun, T., W. Glänzel en H. Grupp, The scientometric weight of 50 nations in 27 science areas, 1989-1993. *Scientometrics*, vol. 33, no. 3, 263-293, 1995.
- Butler, L., P. Bourke en B. Biglia, *CSIRO: profile of basic research*, REPP research monograph no. 4, Canberra: Australian National University, 1997 (ISBN 0-7315-2880-8).
- CBS, *Enquête Beroepsbevolking 1996*. Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek, 1996.
- CBS, *Kennis en Economie 1996*, Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek, 1996.
- CBS, *Kennis en Economie 1997*, Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek, 1997.
- Coppens, I., Voorneveld, H., *Hoger opgeleiden op de arbeidsmarkt*. Rapport Achtergrondstudies Hoger Onderwijs en Wetenschappelijk Onderzoek nr. 19a, Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, 1994.
- Engelsman, E.C. en A.F.J. Van Raan, *Nederland in de moderne technologie: een positiebepaling op basis van octrooien*, Beleidsstudies Technologie-Economie nr. 5, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken, 1990.
- Essen, M. van, en B. Verspagen, *De Nederlandse Deelname aan Europese Framework Programmes 1988-1997*. Rapportage voor het Ministerie van Economische Zaken op basis van de CORDIS-databank, MERIT-rapport voor het Ministerie van Economische Zaken, Maastricht, juli 1997.
- Europese Commissie, *Second European Report on Science and Technology Indicators*, EC: Brussels, 1998 (ISBN 0-903622-79-3).
- Gibbons, M., Lomoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., and M. Trow, *The New Production of Knowledge*, London: Sage, 1994.
- Hicks, D. en J.S. Katz, *The changing shape of British industrial research*, STEEP special report no 6, Brighton: SPRU, University of Sussex, 1997 (ISBN 0-903622-79-3).
- Hulshof, M., Verrijt A. en A. Kruijthof, *Promoveren en de arbeidsmarkt: ervaringen van de 'lost generation'*, Beleidsgerichte studies Hoger onderwijs en Wetenschappelijk Onderzoek nr. 43, Rapport voor Min. OC&W, 1996.
- ISI Science Watch, *The Best in Biology in the 1990s*, Philadelphia: Institute for Scientific Information, vol, 8, September/October, 1997a.
- ISI Science Watch, *The Finest in Physical Sciences*, Philadelphia: Institute for Scientific Information, vol, 8, November/December, 1997b.
- Katz, J.S., D. Hicks, M. Scharp en B. Martin, *The changing shape of British science*, STEEP special report no 3, Brighton: SPRU, University of Sussex, 1995 (ISBN 0-903622-72-6).

- Kleinknecht A.H. en J. Ter Wengel, *Technologie, werkgelegenheid en globalisering: een inventarisatie van feiten en meningen*. Amsterdam: Economisch en Sociaal Instituut VUA, 1996
- LePair, C., The citation gap of applicable science. In: Van Raan, A.F.J (ed.) *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, North-Holland: Amsterdam, 1988.
- May, R.M., The scientific wealth of nations, *Science*, vol. 275, 793-796, 1996.
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, *Onderzoek in Cijfers 1995*, Den Haag, 1995.
- Minne, B., *International battle of giants: the role of investment in research and fixed assets*, CPB Onderzoeksmemorandum No 136, 1997.
- Narin, F., K.S. Hamilton and D. Olivastro, The increasing linkage between US technology and public science, *Research Policy*, 26, 317-330, 1997.
- Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie (NOWT), *Wetenschaps- en Technologie Indicatoren 1994*, Rapport CWTS-MERIT, Leiden/Maastricht, 1994.
- Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie (NOWT), *Wetenschaps- en Technologie Indicatoren 1996*, Rapport CWTS-MERIT, Leiden/Maastricht, 1996.
- NRC Handelsblad, *De Russen komen: steun aan leraar moet meer bèta's opleveren*, 15 maart 1997.
- NOWT, Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie, *Wetenschaps- en Technologie-indicatoren 1994*, Leiden/Maastricht: CWTS/MERIT, 1994.
- NOWT, Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie, *Wetenschaps- en Technologie-indicatoren 1996*, Leiden/Maastricht: CWTS/MERIT, 1996.
- Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO), *Definitions of R&D: A summary of the Frascati Manual*, Parijs, 1993.
- ROA, *De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2002*, Maastricht: Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt, 1997.
- Science Watch, US share of world papers slides as Europe and Asia rise, *ISI's Science Watch*, vol. 8, nr. 3, 1-2, 1997.
- SEO, *De dynamische relatie tussen hoger onderwijs en de arbeidsmarkt*, Amsterdam: Stichting voor Economisch Onderzoek UvA, 1996.
- STW, *Jaarverslag 1996 Technologiestichting STW*, Utrecht: STW, 1997.
- Tijssen, R.J.W., Th.N. van Leeuwen en J.C. Korevaar, Scientific publication activity of industry in the Netherlands, *Research Evaluation*, vol. 6, 105-119, 1996.
- Tijssen, R.J.W. en J.C. Korevaar, Unravelling the cognitive and institutional structure of public/private R&D networks: a case study of catalysis research in the Netherlands, *Research Policy*, 25, 1277-1293, 1997a.
- Tijssen R.J.W. en Th.N. van Leeuwen, *Scientific co-operation between the Netherlands and Hungary. An overview of Dutch-Hungarian co-authored scientific publication activity*, Report NOWT/CWTS, 97-09, 1997b.
- Tijssen, R.J.W. Quantitative assessment of large heterogeneous R&D networks: the case of proces engineering in the Netherlands, *Research Policy*, 1998.
- Van Steen, J., *Methode van onderzoek in de sector universiteiten*, interne notitie Ministerie van OCenW, 22 maart 1996.
- VSNU, *Quality assessment of research: Netherlands biology in the nineties*, Utrecht: VSNU, 1994.
- VSNU, *Quality assessment of research: Chemistry - past performance and future perspectives*, Utrecht: VSNU, 1996a.
- VSNU, *Quality assessment of research: An analysis of physics in the Dutch universities in the nineties*. Utrecht: VSNU, 1996b.
- VSNU, *Kengetallen Universitair Onderzoek - KUOZ*, Utrecht: VSNU, 1997a.
- VSNU, *Wetenschappelijk onderwijs Personeelsinformatie WOPI 1997*, Utrecht: VSNU, 1997b.
- Ziman, J., *Prometheus Bound: Science in a Dynamic Steady State*, Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

Afkortingen

A&HCI	Arts & Humanities Citation Index
Aio	assistent-in-opleiding
BBP	Bruto Binnenlands Product
BNP	Bruto Nationaal Product
BEL	België
BiZa	Ministerie van Binnenlandse Zaken
BuZa	Ministerie van Buitenlandse Zaken
CLB	Centraal Laboratorium Bloedtransport Dienst
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CERN	Europese Organisatie voor Kern- en Hoge-Energiefysica
CWTS	Centrum voor Wetenschaps- en Technologie-Studies
DEN	Denemarken
DESY	Deutsches Elektronen Synchrotron
DLO	Dienst Landbouwkundig Onderzoek
DUI	Duitsland
EC	Europese Commissie
ECN	Energie-onderzoek Centrum Nederland
EFTA	European Free Trade Association
EMBC	Europese Moleculaire Biologie Conferentie
EMBL	Europees Moleculair Biologisch Laboratorium
EPO	European Patent Office
ESA	European Space Agency (Europees Ruimte-Agentschap)
ESO	Europese Organisatie voor Astronomisch Onderzoek op het Zuidelijk Halfrond
ESPRIT	European Strategic Programme for Research and Development in Information Technologies
ESTEC	European Space Research and Technology Centre
EU	Europese Unie
EUR	Erasmus Universiteit Rotterdam
EUREKA	European Research Coordination Agency
EZ	Ministerie van Economische Zaken
FIN	Finland
FOM	Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie
FRA	Frankrijk
GD	Grondmechanica Delft
GRC	Griekenland
GTI's	Grote Technologische Instituten
HBO	Hoger beroepsonderwijs
HO	Hoger onderwijs
HOOP	Hoger Onderwijs en Onderzoek Plan
IPC	International Patent Classification
IRL	Ierland
ISI	Institute for Scientific Information
ITA	Italië
JPN	Japan
KNAW	Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen
KUB	Katholieke Universiteit Brabant
KUN	Katholieke Universiteit Nijmegen
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
LUW	Landbouwuniversiteit Wageningen
MARIN	Maritiem Research Instituut Nederland
MERIT	Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology
MKB	Midden en Kleinbedrijf

NAVO-W	Noord Atlantische Verdragsorganisatie Wetenschappelijk comité
NIOZ	Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
NKI	Nederlands Kanker Instituut
NLD	Nederland
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NOR	Noorwegen
NOWT	Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OCenW	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen
OESO	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling
Oio	onderzoeker-in-opleiding
OOS	Oostenrijk
POR	Portugal
R&D	Research & Development (Speur- en ontwikkelingswerk)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
ROA	Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt
RSI	Relatieve Specialisatie Index
RUG	Rijksuniversiteit Groningen
RUL	Rijksuniversiteit Leiden
SB	Statistische bijlage
SCI	Science Citation Index
SEO	Stichting Economisch Onderzoek (UvA)
SoZaWe	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
SPA	Spanje
SSCI	Social Sciences Citation Index
STW	Stichting voor Technische Wetenschappen
TBB	Technologische betalingsbalans
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TUD	Technische Universiteit Delft
TUE	Technische Universiteit Eindhoven
UM	Universiteit Maastricht
USPTO	U.S. Patent and Trademark Office
UT	Universiteit Twente
UU	Rijksuniversiteit Utrecht
UvA	Universiteit van Amsterdam
V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
VK	Verenigd Koninkrijk
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VS	Verenigde Staten
VSNU	Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten
VU	Vrije Universiteit Amsterdam
W&T	Wetenschap & Technologie
WL	Waterloopkundig Laboratorium
WO	Wetenschappelijk onderwijs
WP	Wetenschappelijk personeel
VWS	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
ZWE	Zweden
ZWI	Zwitserland

Diagram 3.6: Profiel van Nederlandse wetenschappelijke disciplines: relatieve omvang, specialisatie*, citatie-impact**, en trends***

Specialisatiegraad van Nederland binnen West-Europa (RSI), 1995-96****				
	<i>Ondervertegenwoordiging (RSI ≤ -10)</i>	<i>Gemiddeld (-10 ≤ RSI ≤ 10)</i>	<i>Oververtegenwoordiging (RSI ≥ 10)</i>	
Relatieve citatie impact (RCI), 1992-96	Zeer hoog (RCI ≥ +30%)	Fysica (=/ \leftarrow /=) 'Multidisciplinair' (=/ \leftarrow /=)	Diergeneeskunde (\leftarrow / \leftarrow /↑) Aard- en omgevingswetenschappen (\rightarrow / \neq /↑)	Landbouwwetenschappen (=/ \leftarrow /↑) Chemische technologie (\rightarrow / \neq /=)
	Hoog (RCI ≥ +10%)	Elektrotechniek (\leftarrow / \leftarrow /↑) Chemie (\leftarrow / \leftarrow /=) Materiaalkunde (=/ \neq /↓)	Klinische geneeskunde (\rightarrow / \neq /=) Overige technische wetenschappen (\rightarrow / \neq /=) Biologische wetenschappen (=/ \neq /=) Wiskunde en Informatica (\leftarrow / \leftarrow /=)	Tandheelkunde (\leftarrow / \neq /=) Gezondheidswetenschappen (\rightarrow / \neq /↑)
	Gemiddeld (-10% ≤ RCI ≤ 10%)	Werktuigbouwkunde (\leftarrow / \leftarrow /=)	Sterrenkunde (\rightarrow / \neq /=) Algemene geneeskunde (\leftarrow / \neq /=) Civiele techniek (\rightarrow / \leftarrow /=) Sociologie (\rightarrow / \neq /↑) Pharmacologie (\leftarrow / \neq /↑)	Overige sociale wetenschappen (\rightarrow / \neq /↑) Psychologie (\rightarrow / \neq /↑) Onderwijskunde (\rightarrow / \neq /↑) Economie (\rightarrow / \leftarrow /↑)
	Laag (RCI ≤ -10%)	Politieke wetenschappen (=/ \leftarrow /↓)		

* Relatieve Specialisatie-index (RSI)=a/b, waarbij a=publicatie-aandeel van een land in een discipline, en b=publicatie-aandeel van een discipline over alle landen.
Normalisatie: $RSI^* = (RSI - 1) / (RSI + 1)$.

** Relatieve citatie-impact Nederlandse publicaties t.o.v. wereld gemiddelde (binnen alle tijdschriften behorende tot die discipline):

*** Trend-analyses (tussen haakjes aangegeven voor onderstaande onderdelen 1/2/3):

	(verschil ≥ -10%)	(-10% ≤ verschil ≤ 10%)	(verschil ≥ 10%)
1. Relatieve groei in publicatie-output per discipline binnen Nederland (95-96 t.o.v. 91-92)	(←)	(=)	(→)
2. Relatieve groei in Nederlandse publicatie-output per discipline binnen West-Europa (95-96 t.o.v. 91-92)	(⇐)	(=)	(⇒)
3. Relatieve toename van citatie-impact (92-96 t.o.v. 88-92; in %-punten)	(↓)	(=)	(↑)

**** West Europa = EU-15, Zwitserland en Noorwegen

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

Diagram 3.13: Profiel van Nederlandse wetenschappelijke disciplines: internationale en nationale co-publicaties, 1995-96*

Internationale samenwerking van Nederland t.o.v. gemiddelde West-Europa**			
	<i>Gemiddeld</i>	<i>Ruim boven gemiddelde (> +10%)</i>	<i>Ver boven gemiddelde (> +30%)</i>
<p><i>Relatief veel intersectoraal (> + 20%)</i></p> <p>Nationale samenwerking in NL t.o.v gemiddelde 4 EU-landen.***</p> <p><i>Relatief weinig intersectoraal (< - 20%)</i></p>	Aard- en omgevingswetenschappen Economie	Wiskunde en informatica	Overige sociale wetenschappen
	Chemie Chemische technologie Landbouwwetenschappen	Fysica Sterrenkunde Materiaalkunde Overige technische wetenschappen	Elektrotechniek 'Multidisciplinair'
	Biologische wetenschappen Klinische geneeskunde Gezondheidswetenschappen Psychologie	Algemene geneeskunde Farmacologie	

* Betreft bèta- en gammadisciplines met ten minste 200 publicaties in 1995-96 (vgl. ongefractioneerde telling).

** Aandeel van internationale co-publicaties in Nederland t.o.v. gemiddeld aandeel in West Europa (i.c. EU-15, Zwitserland en Noorwegen).

*** Verhouding tussen inter-sectorale en intra-sectorale nationale co-publicaties in Nederland t.o.v. gemiddelde verhouding in België, Denemarken, Duitsland en Ver. Koninkrijk.

Bron: CWTS, data: Science Citation Index, Social Sciences Citation Index

Figuur 3.15: Relatieve octrooieringsactiviteit in Europa door OESO-landen over technologie-gebieden, 1994-95*,**

Technologie-gebied***	NLD	BEL	DEN	DUI	FIN	FRA	GRC	IRL	ITA	JAP	NOR	OOS	POR	SPA	VK	VS	ZWE	ZWI
Landbouw- en voedingsmiddelentechnologie	++	0	++	0	0	0	+	+	+	-	++	-	++	+	+	-	0	+
Beeldoverdracht	+	0		--	+	0			--	+	0	-		-	0	0		-
Productiemachines, transportbanden, robotica	+	+	+	+	+	0		+	+	-	+	+		+	0	-	+	+
Constructietechniek, weg-, water- en mijnbouw	+	0	0	+	0	0	+	-	+	-	++	+		+	0	-	0	+
Informatieopslag	+	--		--	--	-			0	+	0	-		--	--	0		--
Telecommunicatie	+	0	-	-	++	0	0	+	-	0	-	-		-	0	0	+	-
Lasers	0			-		+			-	+		--		-	+	0	-	-
Procestechniek, separatie, mixing	0	0	0	+	0	0	+	0	0	-	+	0		-	0	0	+	0
Electrische en nucleaire-energietechnologie	0	0	+	0	0	+		-	+	-	--	+		-	0	0	+	0
Besturings- en controle-apparatuur	0	--	+	0	0	0		+	0	0	0	-		+	+	0	+	0
Biomedische technologie	0	-	0	-	0	-	+	++	0	-	-	-		0	0	+	++	0
Elektrische machines	0	-	-	0	-	0	-	+	0	0	--	-	0	0	0	0	-	0
Dataverwerking	0	-	-	--	-	-	+	0	-	0	--	-	+	--	0	+	-	--
Polymeerchemie	0	+	--	0	-	-	-		0	+	--	-		-	-	0	--	-
Meteorologie, sensoren	0	-	0	0	+	0		0	-	0	+	0		-	+	0	+	+
Werktuigbouw, machines	0	--	0	+	0	+		-	0	-	0	+		0	0	-	+	0
Polymeerproductie en -toepassingen	0	+	-	+	--	-	-	0	0	+	--	0		-	-	0	--	0
Optische apparatuur	-	++	--	-	--	-	-	--	-	+		--		--	0	0	--	-
Electronica	-	-	--	-	--	-		+	0	+	--	--			-	+	-	--
Verkeer en vervoer	-	-	-	+	-	+	+		0	-	+	0		0	0	-	0	-
Papier & druktechnieken	-	+	-	0	+	-	--	0	-	+	--	0	++	-	-	0	0	0
Biotechnologie, biogenetica, farmaceutica	-	0	+	-	-	+	+	0	-	-	+	0	+	+	+	+	0	-
Materiaalbewerking, machinegereedschappen	-	-	-	+	0	-	0	0	+	0	+	+	+	0	-	-	+	+
Anorganische chemie, glas en explosieven	-	0	+	0	+	+	++		0	0	+	-	-	-	0	0	-	-
Organische chemie en petrochemie	-	+	+	0	--	0	0	-	-	0	-	-	+	+	+	0	--	0
Textiel en textielproductie	-	+	0	0	-	+	+		+	-		+	++	+	0	-	-	+
Coating, kristalgroei	-	0	--	0	-	-		-	-	+	-	0		-	-	0	-	-
Motoren, turbines en pompen	-	--	+	+	0	0	0		0	0	--	0	++	-	0	0	0	+

* Index: Relatieve Specialisatie Index (RSI*):

'++' zeer hoog actief $0.50 \leq RSI^* \leq 1$; '+' hoog actief $0.10 \leq RSI^* < 0.50$; '0' gemiddeld $-0.10 < RSI^* < 0.10$; '-' laag actief $-0.50 < RSI^* \leq -0.10$; '--' zeer laag actief $-0.50 \leq RSI^* \leq -1$

** Betreft octrooien met Nederland als land van uitvinder ('inventor country') en op grond van jaar van aanvraag ('priority year').

*** Technologie-gebieden geordend naar RSI*-waarde voor Nederland in 1994-95.

Bron: CWTS, data: EPO

Figuur 3.16: Relatieve octrooieringsactiviteit in de Verenigde Staten door OESO-landen over industriële sectoren, 1996*,**

Industriële sector***	NLD	BEL	DEN	DUI	FIN	FRA	GRC	IRL	ITA	JAP	NOR	OOS	POR	SPA	VK	VS	ZWE	ZWI
Voedingsmiddelen	++	+	++	-	+	0	0	++	0	-		-		0	++	0	+	+
Elektronica	+	-	--	-	0	0	0	0	-	+	-	--	+	-	-	0	0	-
Textiel	+	+	++	+	--	0	0	+	0	0	-	+				0	-	+
Elektrische machines	+	-	-	0	0	0	0	-	0	0	-	-		-	-	0	0	0
Chemie	0	+	+	+	0	+	+	0	+	-	-	0		+	--	0	-	+
Niet-elektrische machines	0	0	+	+	+	0	0	0	+	-	+	+	0	+	--	0	+	+
Aardolie	0			--	0	0	+		--	-		-				+	--	--
Non-ferro basismetalen	0	-		0	0	+	0		--	0	++	+		+		0	+	0
Rubber en kunststof	0	+	--	+	-	0	0	-	+	0	-	0		+		0	-	0
Computers & kantoormachines	-	-	--	--	--	-	-	+	--	+	-	--	+	--	0	0	-	-
Instrumenten	-	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	+	0	0	0
Farmacie	-	+	++	0	0	+	+	0	+	-	++	+		+	++	0	0	+
Metaalprodukten	-	-	0	0	0	0	0	-	0	-	+	+		+		0	+	0
Overige industrie	-	0	0	-	0	0	-	+	0	-	+	+	+	0	-	+	0	-
Vliegtuigbouw	-	--	-	+	-	+	+	-	-	0		+		+	+	0	0	-
Automobiel	-	--	-	+	--	-	0	--	-	0	--	0		+	0	0	0	--
Ferro basismetalen	-	--		0	+	+	-		-	+		++		-		-	+	0
Steen, klei en glas	-	0	0	0	0	0	0		-	0	-	+		-		0	0	-
Overig transport	--	-	-	+	--	+	0		+	-	+	+		-		0	0	-
Scheepsbouw		0	+	--	0	-	0		-	-	++			+	++	0	++	

* Index: Relatieve Specialisatie Index (RSI*):

'++' zeer hoog actief $0.50 \leq RSI^* \leq 1$; '+' hoog actief $0.10 \leq RSI^* < 0.50$; '0' gemiddeld $-0.10 < RSI^* < 0.10$; '-' laag actief $-0.50 < RSI^* \leq -0.10$; '--' zeer laag actief $-0.50 \leq RSI^* \leq -1$

** Betreft octrooien met Nederland als land van aanvrager ('applicant country') en op grond van jaar van aanvraag ('priority year').

*** Industriële sectoren geordend naar RSI*-waarde voor Nederland in 1996.

Bron: MERIT, data: USPTO