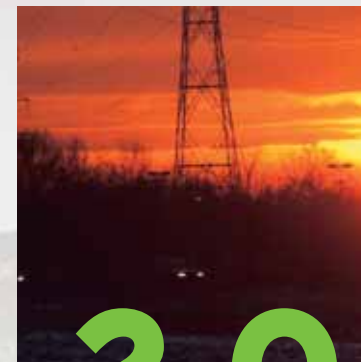


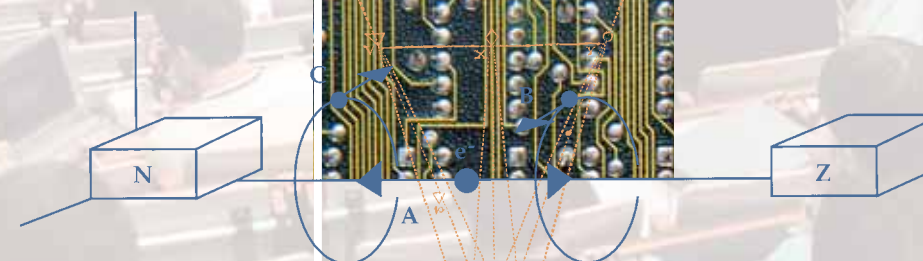
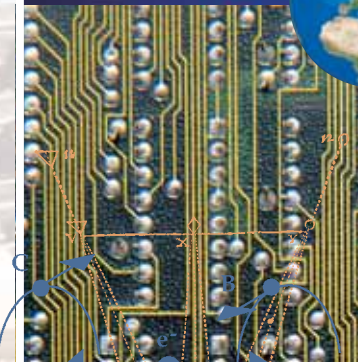


Wetenschaps- en Technologie- Indicatoren

2005

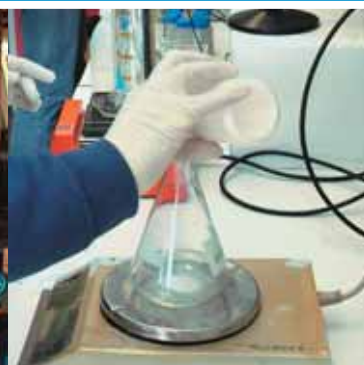
Het Nederlands
Observatorium
van Wetenschap
en Technologie

Wetenschaps- en Technologie- Indicatoren 2005



O N D E R
N O S S I M
L T U U R
N E T E M
S C H A P

MERIT



Publicatie van het Ministerie van
Onderwijs, Cultuur en Wetenschap

Uitgave
november 2005

Productie
Leo Wijnhoven /Jan van Steen

Vormgeving
Wim Zaat, Moerkapelle

Druk
DeltaHage, Den Haag

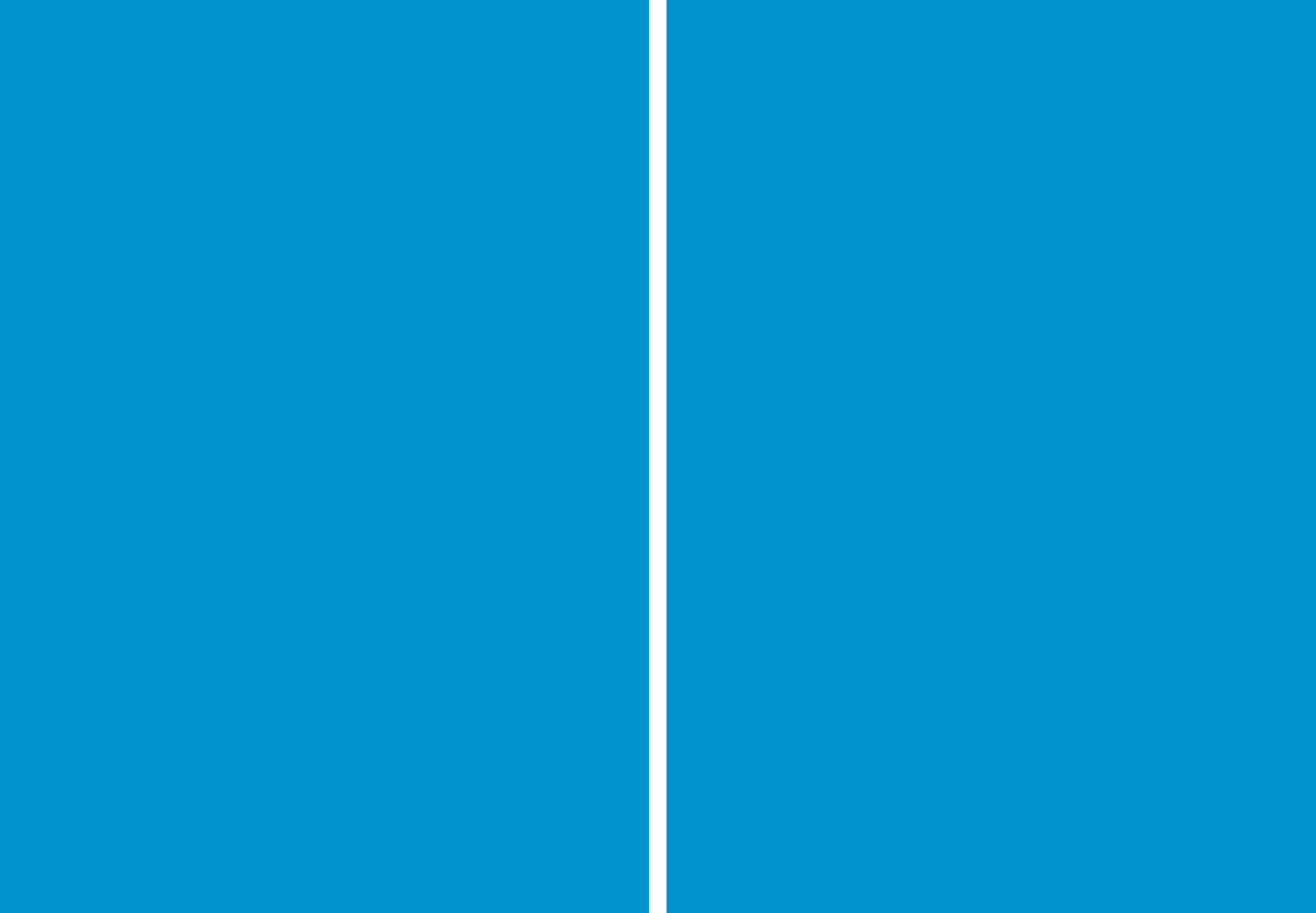
Nabestellen
Postbus 51
Telefoon 0800-8051 (gratis)
of www.postbus51.nl

ISBN 90-5910-463-3

Prijs € 21,00

Meer informatie
www.minocw.nl/

OCW35.088/700/08BK2005B035



Wetenschaps- en Technologie- Indicatoren 2005

Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie (NOWT)



Voor meer informatie over NOWT, of NOWT's *Wetenschaps- en Technologie Indicatoren Rapport 2005*:

Robert Tijssen (coördinator NOWT)

Centrum voor Wetenschaps en Technologie-Studies (CWTS)
Universiteit Leiden
Postbus 9555, 2300 RB Leiden
Tel: 071-5273960
Fax: 071-5273911
Email: tijssen@cwts.leidenuniv.nl

Hugo Hollanders

Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT)
Universiteit Maastricht
Keizer Karelplein 19
Postbus 616, 6200 MD Maastricht
Tel: 043-3506312
Fax: 043-3506395
Email: h.hollanders@merit.unimaas.nl

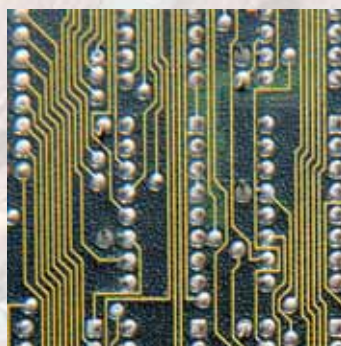
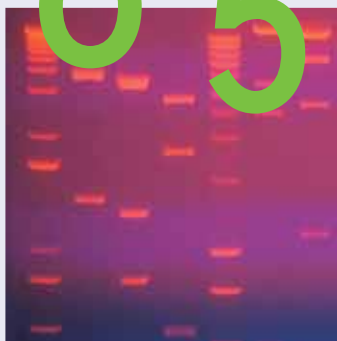
Jan van Steen

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
Directie Onderzoek en Wetenschapsbeleid
Postbus 16375, 2500 BJ Den Haag
Tel: 070-4123756
Fax: 070-4122080
Email: j.c.g.vansteen@minocw.nl



Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren

2005



**Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie
(NOWT)**

**Een publicatie in opdracht van het Ministerie van Onderwijs,
Cultuur en Wetenschap**

Directie Onderzoek en Wetenschapsbeleid



Robert Tijssen	CWTS, Universiteit Leiden
Hugo Hollanders	MERIT, Universiteit Maastricht
Thed van Leeuwen	CWTS, Universiteit Leiden
Anton Nederhof	CWTS, Universiteit Leiden

NOWT is een samenwerkingsverband tussen
Centrum voor Wetenschap en Technologie-Studies (CWTS)
Universiteit Leiden
Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT),
Universiteit Maastricht

Inhoudsopgave



Ten geleide 6

Samenvattend overzicht en
algemene conclusies 8

1 Inleiding 14

1.1 Doelstellingen en beleidscontext 14

1.2 Metingen en analyses 15

1.3 Leeswijzer 17

Literatuurverwijzingen 19

2 Investerings in kennisontwikkeling: R&D-investeringen en financieringsbronnen 20

Samenvatting 20

2.1 R&D en innovatie 22

2.2 R&D-investeringen en financieringsbronnen: een internationale vergelijking 22

2.3 Het Nederlandse R&D-systeem in detail 28

2.3.1 R&D-investeringen algemeen 28

2.3.2 R&D-investeringen van het bedrijfsleven 30

2.3.3 Financieringsbronnen 36

2.3.4 Niet-universitaire onderzoeksinstituten 38

2.3.5 Universiteiten 42

2.4 Onderzoek als bron voor technologische innovaties 44

2.4.1 Nederlandse kennisinstellingen, nationale programma's en aanstuuringsorganen 44

2.4.2 Internationale vergelijking 45

Literatuurverwijzingen 49

3 Kenniswerkers en kennisdragers: van studenten tot R&D-personeel 50

Samenvatting 50

3.1 Internationale vergelijking 51

3.2 R&D-personeel van Nederlandse universiteiten en publieke onderzoeksinstituten 55

3.3 Universitaire studenten en afgestudeerden 59

3.4 Mobiliteit en arbeidsmarkt van kenniswerkers 62

Literatuurverwijzingen 65

4 Kennisproductie: wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling 66

Samenvatting 66

4.1 Internationale vergelijking van wetenschappelijke prestaties 67

4.2 Het Nederlandse onderzoekbestel 72

4.3 Wetenschappelijke prestaties van universiteiten en kennisinstellingen 80

4.4 Technische uitvindingen en octrooien 86

Literatuurverwijzingen 91

5 Kennisbenutting en kennisgebruikers 92

Samenvatting 92

5.1 Inleiding 94

5.2 Publiek-private samenwerking, netwerken, en kennisinteracties 95

5.3 Economische benutting van kennis 100

5.4 Maatschappelijke effecten van wetenschap 101

5.5 Publiekshouding ten opzichte van wetenschap en technologie 103

Literatuurverwijzingen 108

Bijlagen

Bijlage 1 Lijst afkortingen 110

Bijlage 2 Technische bijlage van hoofdstuk 2 112

Bijlage 3 Statistische analyse van eigen R&D-intensiteit van het Nederlandse bedrijfsleven 114

Ten geleide



Wetenschap en technologische ontwikkeling staan in Nederland volop in de belangstelling. Niet alleen vanwege de toegenomen beleidsaandacht voor het stimuleren van de Nederlandse kennisintensieve economie, maar ook vanwege de internationalisering van ons hoger onderwijs, de jaarlijkse toekenning van Spinozaprijzen aan vooraanstaande Nederlandse wetenschappers, maatregelen om buitenlandse onderzoekers sneller te werk te kunnen stellen in Nederland, of de kennisvouchers waarmee Nederlandse bedrijven kennis en technische expertise kunnen inkopen bij universiteiten, onderzoeksinstituten of andere Nederlandse kennisinstellingen. Dit interactieve stelsel van personen, instellingen en activiteiten kan worden beschouwd als het Nederlandse 'kennissysteem' dat voortdurend in beweging is, bezig met de ontwikkeling en opslag van nieuwe kennis, en gedreven door de drang naar verspreiding en praktische toepassingen van die kennis. Het is ook een open systeem, weliswaar stevig ingebed in de Nederlandse samenleving, maar tegelijkertijd ook verbonden met, en mede afhankelijk van, vele instellingen en activiteiten in het buitenland. Een dergelijke dynamiek en complexiteit laat zich natuurlijk moeilijk beschrijven in al zijn facetten, zeker als het internationale vergelijkingen van belangrijke systeemkenmerken betreft.

Ondanks deze onvermijdelijke beperkingen is er voldoende betrouwbare informatie aanwezig om vele belangrijke aspecten van het kennissysteem cijfermatig in kaart te brengen, en Nederlandse prestaties tegen het licht te houden. Deze 2005 editie van het *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren rapport* presenteert zo'n vergelijkende analyse waarbij een brede schakering aan cijfermateriaal en kengetallen de revue passeert. Ons WTI rapport biedt de gebruikelijke dwarsdoorsnede van het kennissysteem, variërend van studentenaantallen aan de Nederlandse universiteiten in de technische wetenschappen tot de aantallen onderzoekspublicaties van universiteiten op het gebied van klinisch-medisch onderzoek, van trends in de R&D-investeringen van grote multinationals tot afbeeldingen van de netwerkstructuur van publiek-private R&D-samenwerkingsprojecten binnen de Nederlandse levenswetenschappen. Hoewel deze enorme diversiteit zich niet eenduidig laat samenvatten in slechts een enkele alinea, komt uit deze samenhangende analyse wel een totaalbeeld naar voren van een systeem dat over het geheel genomen, naar internationale maatstaven, redelijk tot goed functioneert. Maar op een aantal punten wordt duidelijk minder goed gepresteerd, en verliezen we in recente jaren aan terrein ten opzichte van landen waarmee we ons willen meten.

Dit WTI rapport heeft een draagtijd gekend van 18 maanden. Tijdens deze ontwikkeling heeft het NOWT-team dankbaar gebruik gemaakt van de stimulerende opmerkingen, kritisch commentaar, inzichten, data en analyses, van de begeleidingscommissie die uit de volgende leden bestond: Joke van den Bandt-Stel (VNO-NCW); Cornelis van Bochove (Min. OCW, voorzitter begeleidingscommissie); Emil Broesterhuizen (voormalig voorzitter begeleidingscommissie; thans KNAW); Pim Fenger (Min. OCW); Luuk Klomp (Min. EZ); Cas Maessen (NWO); Bert Minne (CPB); Jan van Steen (Min. OCW, secretaris begeleidingscommissie); Esther Stiekema (voormalig VSNU; thans VUA); Veronique Timmerhuis (AWT); Jan Vogel (TNO) en Ans Vollering (KNAW). Het NOWT-team is alle leden van de begeleidingscommissie bijzonder erkentelijk voor hun constructieve bijdragen aan de opzet en inhoud van dit rapport. Tenslotte wil ik ook graag de volgende personen bedanken voor hun bijdragen aan onderdelen van dit rapport: Bert van der Wurff en Clara Calero (CWTS), Jos Winnink en Niels Tans (Octrooicentrum), Peter van den Berg (SenterNovem), en Jan Maas (voorheen STW).

Dr. Robert Tijssen
NOWT coördinator

Samenvattend ov



Algemeen

Nederland ontwikkelt zich tot een dynamische kenniseconomie

Nederland ontwikkelt zich gaandeweg in de richting van een samenleving waarin “kennis” een steeds grotere stempel drukt op alle facetten van ons leven. Zo zijn veel van de huidige veranderingen en verbeteringen in ons dagelijkse bestaan, variërend van nieuwe geneesmiddelen tot de jongste generatie mobiele telefoons, het gevolg van wetenschappelijke ontdekkingen en technische uitvindingen uit het verleden. Hoog ontwikkelde economieën, waaronder de Nederlandse economie, produceren en concurreren in belangrijke mate op basis van hun kennisintensiteit in de vorm van innovatieve goederen, diensten en processen. Alleen langs die weg kan een productiviteitsgroei en concurrentievoordeel worden behaald die uitzicht biedt op duurzame welvaart, maatschappelijk verantwoorde economische ontwikkeling, en sociaal welzijn. Een goede en dynamische kenniseconomie is bovenal een economie met een groot innovatief vermogen en een hoge arbeidsproductiviteit, een economie die in sterke mate wordt bepaald door de effectieve inzet van voldoende goed opgeleide werknemers, en een voldoende beschikbaarheid van bruikbare kennis en faciliteiten. Mensen vormen de motor van de kenniseconomie, en hoogwaardige kennisproductie is de brandstof.

Nederland presteert goed op een aantal belangrijke aspecten van de kenniseconomie ...

Die “kennis” (informatie, inzichten, vaardigheden en ervaring) wordt deels opgedaan en verspreid via onderwijs, scholing en training, onderzoek, en voorlichting. Veel van de geavanceerde, nieuwe kennis komt voort uit wetenschappelijk onderzoek en technische ontwikkeling. Met slechts 0,25% van de wereldbevolking, produceert Nederland 2,5% van alle wetenschappelijke publicaties mondiaal, en ontvangen we 3,1% van alle citaties wereldwijd naar deze wetenschappelijke publicaties. Onze universiteiten en onderzoeksinstituten behoren op veel gebieden tot de beste in Europa. Nederland is daarmee één van de wetenschappelijk meest vooraanstaande naties ter wereld. Ook op het gebied van technische vooruitgang en technologische innovaties staat Nederland er redelijk goed voor; ons land is de thuisbasis van een aantal zeer grote kennisintensieve bedrijven zoals *Philips*, *Shell* en *Unilever*, en

erzicht en algemene conclusies

ook het Nederlandse MKB kent talloze innovatieve kennisintensieve bedrijven. We beschikken daarnaast over een relatief hoogopgeleide beroepsbevolking. Bovendien neemt een groot deel van de Nederlandse bevolking met interesse kennis van nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen en technische uitvindingen, en men maakt vaak enthousiast gebruik van de nieuwste technologieën.

... maar er is ook reden tot zorg door achterblijvende ontwikkelingen in recente jaren

Onze uitgangspositie in de mondiale kenniseconomie lijkt dus redelijk goed. Toch is er voldoende reden om zeer alert te blijven. Deze goede resultaten zijn immers ook het gevolg van investeringen en inspanningen uit het verleden. De Nederlandse samenleving en haar omgeving veranderen echter voortdurend en stellen nieuwe eisen. We moeten dus vooruit kijken en investeren in de toekomst. Het aandachtig volgen van nationale en mondiale trends, en het signaleren van tekortkomingen binnen ons kennissysteem, aan de hand van verifieerbare feiten en statistieken, verschaffen ons de nodige informatie om nader onderzoek en gerichte analyses te kunnen uitvoeren. Op basis van die resultaten kunnen passende maatregelen worden getroffen.

De *facts and figures* in dit rapport geven een samenhangende analyse van de meest recente Nederlandse prestaties en ontwikkelingen op macro niveau. Het accent ligt op cijfermateriaal over investeringen, activiteiten en opbrengsten van wetenschappelijk onderzoek en technische ontwikkeling, wellicht de belangrijkste voedingsbronnen van onze huidige en toekomstige kenniseconomie. Deze analyse betreft enerzijds een algemene vergelijking met andere rijke, geïndustrialiseerde landen waar wij ons aan willen spiegelen, en anderzijds een interessante dwarsdoorsnede van het Nederlandse kennissysteem in al haar facetten.

De algemene conclusie is dat Nederland op sommige onderdelen (zeer) goed scoort en op andere onderdelen minder goed, of zelfs zwak. Dat geldt echter ook voor de referentielanden, waarvan geen enkele systematisch beter of slechter presteert dan Nederland. Op onderdelen zijn er wel degelijk noemenswaardige verschillen tussen Nederland en die vergelijkingslanden, waarvan sommigen duidelijk reden geven tot zorg, die hierna zullen worden behandeld en toegelicht.

Investerings en financiering

Het verrichten van onderzoek en ontwikkeling (*Research and Development – R&D*) draagt bij aan zowel het creëren van nieuwe kennis, als aan het verbeteren en toepassen van reeds ontwikkelde kennis ten behoeve van maatschappelijke en economische opbrengsten in het algemeen, en organisatorische en technologische innovaties in het bijzonder. Hoewel slechts één van de investeringen in onze kenniseconomie, zijn R&D-investeringen één van de belangrijkste indicatoren voor het meten van onze prestaties op dat vlak vanuit een internationaal vergelijkend perspectief.

Nederlandse R&D-investeringen blijven achter bij die van onze belangrijkste concurrenten

De totale Nederlandse R&D-investeringen bedroegen ruim 8,3 miljard euro in 2003, ofwel 1,76% van ons Bruto Binnenlands Product (BBP). Dit percentage wordt ook wel aangeduid als de *R&D-intensiteit*, en deze intensiteit is gedurende de laatste vijf jaar sterk gedaald. Als gevolg van de achterblijvende ontwikkeling van de Nederlandse investeringen in R&D is ons land enigszins achterop geraakt in vergelijking met onze buurlanden (België, Duitsland, Verenigd Koninkrijk) en de overige referentielanden in deze studie (Finland, Zweden, Zwitserland, Canada, en Australië). De Nederlandse R&D-intensiteit is nu één van de laagste van die groep landen. Nederland toont veruit de laagste groei van de investeringen gecorrigeerd voor inflatie in de afgelopen vijf jaar. Nederland investeert dus relatief weinig in kennisontwikkeling en lijkt daarmee achter te blijven bij een aantal van onze grote concurrenten in de mondiale kenniseconomie. Daarnaast zijn de huidige R&D-investeringen beslist onvoldoende om de Barcelona-ambitie van 2010 waar te maken, de ambitie van de EU om te streven naar een R&D-intensiteit van 3% van het BBP en om de Nederlandse ambitie waar te maken om tot de top van Europa te behoren.

Dalende R&D-investeringen in Nederland worden voor een groot deel verklaard door een toenemende R&D-extensivering van het bedrijfsleven

De daling in R&D-intensiteit kan grotendeels worden teruggevoerd op relatief afnemende R&D-prestaties van het Nederlandse bedrijfsleven. Enerzijds is dit een gevolg van een afnemend belang van de industrie in de Nederlandse economie,

anderzijds door een daling van de eigen R&D-intensiteit van het bedrijfsleven. Deze daling is echter vooral het gevolg van verschuivingen binnen het bedrijfsleven: zowel van de R&D-intensieve industrie naar de R&D-extensieve dienstensectoren, als binnen de industrie van R&D-intensieve hoogtechnologische bedrijfstakken naar laagtechnologische bedrijfstakken. Het is onduidelijk in hoeverre deze ontwikkelingen een ongunstig effect zullen sorteren op het innovatievermogen en de productiviteit van de Nederlandse economie.

Geen tekenen van netto verplaatsing R&D bedrijfsleven naar buitenland

Ongeveer 15% van de R&D-investeringen van het bedrijfsleven wordt gefinancierd door het buitenland. Zo'n 90% van de financiering uit het buitenland komt uit slechts zes landen: de Verenigde Staten, België, Frankrijk, Japan, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Voor het bedrijfsleven als geheel wordt er jaarlijks meer door het buitenland in Nederland geïnvesteerd dan omgekeerd. De daling van de investeringen door de grote multinationals lijkt niet te worden veroorzaakt door een netto verplaatsing van R&D-activiteiten naar het buitenland.

Een relatief hoog, maar niet langer toenemend aandeel private financiering van publieke R&D

De bedrijfsfinanciering van publieke R&D heeft zich gestabiliseerd. Nederlandse bedrijven financieren vooral R&D bij de niet-universitaire kennisinstellingen. Het bedrijfsleven financiert nu ongeveer éénzesde van de R&D in de niet-universitaire kennisinstellingen in de (semi-)publieke sector; het belang van financiering uit het buitenland is sinds begin jaren negentig sterk toegenomen. Daarnaast is in de afgelopen tien jaar aanvankelijk het aandeel van het universitaire onderzoek dat wordt gefinancierd door bedrijven in omvang sterk toegenomen tot zo'n 7% van de universitaire R&D-investeringen gevolgd door een fase van stabilisering in recente jaren.

Groei R&D-investeringen publieke sector blijft ver achter bij die van de referentielanden

Bij zowel de universiteiten als de niet-universitaire kennisinstellingen is de R&D-intensiteit vergelijkbaar met het gemiddelde van de referentielanden. Wel blijft ook in deze beide sectoren de groei van de reële R&D-investeringen achter bij die van de meeste referentielanden. Gecorrigeerd voor inflatie is het niveau van de universitaire investeringen de laatste vijf jaar gedaald met bijna 0,5% op jaarbasis; in de referentielanden is er daarentegen een stijging van de reële investeringen met gemiddeld bijna 5% op jaarbasis.

Betrekkelijk weinig draagvlak onder de Nederlandse bevolking voor extra investeringen in wetenschappelijk onderzoek

Het draagvlak onder de Nederlandse bevolking voor overheidsfinanciering van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek is vergelijkbaar met dat in de andere landen. Uit een recente Europese enquête blijkt dat zo'n driekwart van de Nederlandse respondenten een voorstander daarvan is. Nederlanders zijn echter veel minder enthousiast voor extra investeringen in wetenschappelijk onderzoek; slechts 25% van de Nederlandse respondenten vindt dat onze overheid daar méér geld aan moet uitgeven als dat ten koste gaat van andere overheidsuitgaven.

Kenniswerkers en kennisdragers

Nederland heeft internationaal gezien relatief veel kenniswerkers maar weinig onderzoekers

Een hoogwaardige kenniseconomie en hoge arbeidsproductiviteit hangen in sterke mate af van voldoende aantallen goed opgeleide werknemers die bruikbare kennis goed kunnen benutten in de beroepspraktijk. Nederland heeft relatief veel kenniswerkers; bijna 15% van de bevolking van 25 tot 64 jaar behoort tot deze groep die een cruciale rol speelt in onze kenniseconomie. Deze personen zijn zowel binnen de industrie als de dienstensector werkzaam. Slechts een klein deel van alle kenniswerkers behoort tot het R&D-personeel dat zich daadwerkelijk bezig houdt met de ontwikkeling en verspreiding van nieuwe wetenschappelijke en technologische kennis. De onderzoekers vormen daarbij de voorhoede binnen het R&D-personeel. Nederland heeft echter relatief weinig R&D-personeel, en wat het relatief aantal onderzoekers betreft scoort Nederland zelfs het laagste van alle referentielanden. Bovendien is er onder deze groepen kennisspecialisten nauwelijks sprake van groei in recente jaren, met name in de private sector. Nederland heeft wel relatief veel ondersteunend personeel.

Groot aandeel uit het buitenland afkomstige universitaire onderzoekers, en klein aandeel vrouwen in hogere universitaire onderzoeksfuncties, duiden op structurele arbeidsmarktproblemen onder universitaire onderzoekers in Nederland

De arbeidsmarkt van universitair onderzoek kent structurele problemen door het hoge aandeel buitenlandse onderzoekers en het lage aandeel vrouwen in hogere functies. Veel onderzoekers zijn in dienst van onze universiteiten. De omvang van het wetenschappelijk personeel aan de Nederlandse universi-

teiten neemt sinds enige jaren weer toe, met gemiddeld ruim 1% per jaar. Bijna éénvijfde van alle universitaire onderzoekers is inmiddels afkomstig uit het buitenland, bij de technische universiteiten zelfs bijna éénderde. Het aandeel vrouwen dat als onderzoeker is aangesteld, groeit eveneens gestaag, hoewel nog relatief weinig daarvan zijn aangesteld in de hogere onderzoeksfuncties. Beide aspecten duiden op structurele problemen wat betreft de perspectieven die in Nederland worden geboden op het vlak van wetenschappelijke loopbanen. Een belangrijk deel van het Nederlandse “kenniskapitaal” lijkt dus onderbenut te blijven. Dit vormt reeds op de korte termijn een risicofactor in de zich verder ontwikkelende Nederlands kenniseconomie, onder meer vanwege de vergrijzing van het universitaire wetenschappelijke personeel en de internationalisering van de markt voor hooggekwalificeerde kenniswerkers in het algemeen (met het gevaar van een “brain drain”). Tevens bedreigt dit het volume van hoogwaardige *human resources* dat alom wordt beschouwd als een belangrijke vestigingsfactor van nieuwe kennisintensieve bedrijven. Het opleiden en behouden van onderzoekers en ander R&D-personeel verdient daarom een hoge prioriteit.

Toename in eerstejaarsstudenten en gepromoveerden in bèta-wetenschappen bieden een gunstig perspectief voor het aanbod van onderzoekers in de toekomst

Universitaire afgestudeerden en gepromoveerden vormen de kweekvijver waaruit bedrijven en kennisinstellingen hun toekomstige onderzoekers en technisch personeel zullen vissen, met name diegenen die afstuderen in de bèta-wetenschappen (de natuurwetenschappen en technische wetenschappen in het bijzonder). In deze gebieden vond een relatief sterke toename plaats van eerstejaarsstudenten in recente jaren, ook zien we hier een licht opgaande lijn in het aantal gepromoveerden. Wat de Nederlandse arbeidsmarkt voor kenniswerkers betreft, blijkt dat er vooral knelpunten worden verwacht bij de pedagogische, medische en paramedische en informatica beroepen.

Productie van nieuwe wetenschappelijke en technische kennis

Nederlands wetenschappelijk onderzoek is internationaal van een hoog niveau met relatief grote aantallen veelgeciteerde wetenschappelijke publicaties

Nederlandse onderzoekers produceren per werkdag gemiddeld zo'n 80 onderzoekspublicaties in internationale wetenschappelijke tijdschriften – dit gebeurt overigens vaak in samenwerking met Nederlandse collega's en/of buitenlandse partners. Nederland behoort daarmee tot de meest produc-

tieve landen, en is goed voor zo'n 2,5% van de wereldproductie. Het grootste gedeelte van die wetenschappelijke output wordt geleverd door de universitaire onderzoekers (69%), op afstand gevolgd door de niet-universitaire publieke onderzoeksinstituten (17%). Gemeten naar de internationale wetenschappelijke invloed (“citatie-impact”) van die onderzoekspublicaties behoort Nederland tot de best presterende landen, met een impact die 26% uitstijgt boven het mondiale gemiddelde. De Nederlandse wetenschap scoort dus vrij goed – zowel in kwantiteit als kwaliteit.

Nederlandse universiteiten behoren tot de Europese top

De impactscores van alle Nederlandse universiteiten liggen dan ook allemaal (ver) boven het mondiale gemiddelde, en behoren vaak tot de hoogste in Europa. Elke Nederlandse universiteit kent wel minstens één onderzoeksgebied waarin het tot de toppers behoort wat betreft het aantal veelgeciteerde onderzoekspublicaties dat men heeft geproduceerd. Daaronder bevinden zich gebieden uit zowel de natuurwetenschappen, de medische- en levenswetenschappen, de technische wetenschappen, maar ook de sociale wetenschappen. Het Nederlandse universitaire onderzoek is vaak van zeer hoog niveau.

Daarnaast behoren ook een aantal niet-universitaire onderzoeksinstituten tot de Europese- of wereldtop: de onderzoekspublicaties van deze onderzoeksinstituten tezamen worden zelfs 38% meer dan gemiddeld geciteerd in de internationale wetenschappelijke literatuur.

Onderzoeksbestel biedt goede perspectieven voor de toekomst

De huidige wetenschappelijke prestaties zijn echter mede een gevolg van onderzoeksinspanningen die enkele jaren geleden zijn verricht, vaak met behulp van (infrastructurele) investeringen uit de jaren negentig of eerder. Gezien de bovengenoemde dalingen van de R&D-investeringen in de publieke sector sinds de jaren negentig lijkt Nederland nu een betrekkelijk efficiënt onderzoeksbestel te hebben dat kwalitatief goede prestaties levert voor relatief weinig geld. Dit biedt een gunstige uitgangspositie om de investeringen in toponderzoek en kennisinfrastructuur uit te breiden in strategisch belangrijke ‘sleutelgebieden’. Alleen dan kan onze toekomstige concurrentiepositie veilig worden gesteld.

Een belangrijk deel van deze prestaties is het gevolg van internationale wetenschappelijke samenwerking met de meest vooraanstaande wetenschapslanden. Nederland kan echter alleen op topniveau blijven participeren als de nationale on-

derzoeksinfrastructuur ook van hoge kwaliteit blijft, zowel op het vlak van human resources als bij de technische faciliteiten. Het creëren van goede arbeidsvoorwaarden om toponderzoek mogelijk te maken en een verdere concentratie van middelen en faciliteiten, kan kwaliteitsbevorderend werken en de effectiviteit verbeteren. De universitaire onderzoekscholen en TTI's zijn daarvan een goed voorbeeld. Het zorgdragen voor meer "focus en massa" binnen het Nederlandse onderzoeksbestel, ondermeer via het bevorderen van meer samenwerking tussen Nederlandse onderzoekers in cruciale onderzoeksgebieden (sleutelgebieden), kan bovendien een gunstige invloed uitoefenen op het Nederlandse R&D-vestingsklimaat voor buitenlandse bedrijven en financiers.

Nederland is een 'netwerkland' met redelijk goed ontwikkelde publiek-private R&D-samenwerking

Publiek-private samenwerking is één van de stuwende krachten en bindende factoren van het Nederlandse kennissysteem, en speelt zeker een positieve rol in de benutting van wetenschappelijke en technische kennis. Nederland is in dat opzicht een 'netwerkland' bij uitstek dat veel publiek-private R&D-samenwerkingsverbanden kent waar collega's (en concurrenten) elkaar treffen. Ofschoon veel van de Nederlandse kennisintensieve bedrijven de universiteiten meestal niet beschouwen als een zeer belangrijke kennisbron voor hun innovatieactiviteiten (in tegenstelling tot intermediaire R&D-organisaties zoals TNO), zijn veel R&D-uitvoerende bedrijven wel nauw betrokken bij lokale en nationale R&D-netwerken waarin universiteiten en andere publieke onderzoeksinstituten participeren. De netwerken binnen de Bsik-onderzoeksprogramma's en STW-onderzoeksprojecten tonen een zeer grote verscheidenheid aan bedrijven, waarin zowel de allergrootste bedrijven als het MKB goed zijn vertegenwoordigd. Bovendien zijn alle Nederlandse universiteiten en vele publieke kennisinstellingen, zoals *TNO*, nadrukkelijk aanwezig in deze netwerken.

Onderzoekers in het bedrijfsleven publiceren veel samen met universitaire onderzoekers

De aard en intensiteit van succesvol verlopen publiek-private onderzoekssamenwerking kan deels worden afgemeten aan de hoeveelheid gezamenlijke wetenschappelijke artikelen. Zo'n 70% van de publicatie-output van het Nederlandse bedrijfsleven betreft gezamenlijke publicaties met onderzoekers uit de publieke sector, meestal universitaire onderzoekers. Ruim 50% van de onderzoeksartikelen door de Nederlandse industriële onderzoekers is afkomstig van slechts vijf bedrijven: *Philips*, *DSM*, *Unilever*, *Akzo Nobel* en *Shell*. Het resterende deel wordt geproduceerd door onderzoekers, ingeni-

eurs en technici die werkzaam zijn bij tal van middelgrote en kleinere kennisintensieve bedrijven.

Nederland scoort internationaal gezien slechts gemiddeld naar aantallen octrooien

Hoewel octrooien doorgaans slechts een topje van de ijsberg laten zien van technische vooruitgang en innovaties, verschaffen ze wel een goede eerste indruk van de mate waarin bedrijven en economieën succesvol zijn in de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technieken en technologieën. Ondanks de grote octrooi-productie van *Philips* scoort het Nederlandse bedrijfsleven slechts gemiddeld in vergelijking met de referentielanden wat betreft aantallen octrooien. Bij de zogeheten *high-tech* octrooien scoort Nederland beter, vooral dankzij *Philips*.

Octrooi-productie in (semi-)publieke sector is relatief klein en dalend

Het aandeel van de (semi-)publieke sector in de Nederlandse octrooi-productie is nog steeds zeer laag in vergelijking met het bedrijfsleven. Zowel bij de universiteiten als de niet-universitaire kennisinstellingen heeft er in recente jaren zelfs een daling plaatsgevonden in de aantallen octrooi-aanvragen. In veel gevallen worden de uitvindingen echter overgedragen of verkocht aan bedrijven en zullen betrokken onderzoekers uit de publieke sector als mede-uitvinder worden vermeld bij de octrooien die op naam staan van bedrijven.

Economische en maatschappelijke toepassingen van wetenschappelijke en technische kennis

"Nederlandse kennisparadox" kenmerkt zich door een onvoldoende gebruik door ons bedrijfsleven van Nederlandse onderzoeksinspanningen

Het vertalen van wetenschappelijke ontdekkingen en andere onderzoeksresultaten naar toepassingen binnen het bedrijfsleven wordt gezien als één van de belangrijkste structurele knelpunten van het Europese kennissysteem (de zogeheten "Europese kennisparadox") en is daarmee ook een belangrijk aandachtspunt binnen het Nederlandse kennissysteem. Als we de relatief goede prestaties van het Nederlandse onderzoeksbestel vergelijken met de prestaties op het gebied van octrooien lijkt er dus enige reden te zijn om te spreken van een "Nederlandse kennisparadox": wij lijken er onvoldoende in te slagen om onze wetenschappelijke en technische kennis om te zetten in (octrooieerbare) technische uitvindingen. Bovendien lijkt het aantal nieuwe kennisintensieve Nederlandse bedrijven (inclusief de universitaire spin-off bedrijven) achter

te blijven ten opzichte van andere landen. Wel blijkt er veel belangstelling te zijn onder Nederlandse bedrijven voor vouchers om kennis in te kopen van Nederlandse universiteiten en hogescholen.

Nederlands wetenschappelijk onderzoek sluit redelijk goed aan op de behoeften van het bedrijfsleven in de voedsel en agro-industrie, chemie en elektrotechniek

Wat de benutting ('valorisatie') van wetenschappelijke en technische kennis door Nederlandse bedrijven betreft, zijn er significante verschillen tussen de diverse industriële sectoren en aanverwante onderzoeksgebieden. Uit analyse van de citaties tussen onderzoekspublicaties blijkt dat het Nederlandse publieke onderzoeksbestel een relatief goede aansluiting lijkt te hebben met de kennisbehoeften van de Nederlandse industrie in vier wetenschappelijke onderzoeksgebieden: *Landbouw- en voedingswetenschappen*, *Milieu-wetenschappen en technologie*, *Chemie en chemische technologie*, en *Elektrotechniek en telecommunicatie*. Deze gebieden corresponderen met de R&D-intensieve sectoren waarin de Nederlandse private sector van oudsher actief is en tal van (zeer) grote bedrijven kent: voedsel en agro-industrie, chemie, informatie-technologie en elektronica.

Universiteiten besteden tijd aan het populariseren van de wetenschap

Wat de maatschappelijke benutting betreft blijkt uit een recente enquête dat Nederlandse onderzoekers ongeveer 13% van hun tijd besteden aan kennisoverdracht naar de maatschappij. Daarvan is een kleine 60% nationaal gericht, 30% internationaal en ruim 10% regionaal, terwijl ongeveer 40% van de kennisoverdrachttijd wordt besteed aan de overheid, 30% aan het bedrijfsleven en 30% aan het publiek. Bijna tweederde van de hoogleraren ziet het als een taak de wetenschap te populariseren, slechts een derde meent dat wetenschappers zich niet in het publieke debat behoren te mengen.

Nederlanders zijn geïnteresseerd in wetenschap en techniek

De belangstelling van Nederlanders voor wetenschappelijke en technische onderwerpen behoort tot de hoogste van de referentielanden: ruim 40% van de Nederlanders is zeer geïnteresseerd in nieuwe wetenschappelijke ontdekkingen, uitvindingen en technologieën. Nederlanders wijken evenwel nauwelijks af van de respondenten in die landen waar het gaat om het algemeen belang dat men toekent aan wetenschap en technologie voor het oplossen van maatschappelijke proble-

men en de rol van wetenschap en technologie in toekomstige ontwikkelingen: zo'n 50% van de respondenten geeft een (zeer) positief oordeel.

Nederlanders zijn ook betrekkelijk positief waar het gaat om de economische betekenis van wetenschap en technologie, met name over de rol van wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling binnen de industrie. Nederlanders zijn wel sceptischer inzake de toekomstige voordelen van technologieën zoals kernenergie en nanotechnologie. Er zijn echter nauwelijks verschillen tussen Nederland en de referentielanden wat betreft de algemene kritische houding die men heeft inzake ethische kwesties rondom de maatschappelijke verantwoordelijkheid van wetenschappelijke onderzoekers, en toepassingen van wetenschap en technologie in het algemeen.

Nederlanders voelen zich onvoldoende geïnformeerd over de kenniseconomie

Slechts een kwart van de Nederlanders vindt overigens dat zij voldoende worden geïnformeerd over de kennissamenleving, terwijl meer dan de helft denkt onvoldoende te worden geïnformeerd. De meerderheid van de lager opgeleiden denkt onvoldoende scholing en vaardigheden te hebben om mee te kunnen komen in de kenniseconomie. Vooral op het punt van omgaan met wetenschappelijke en technologische werktuigen en apparatuur lijken de vaardigheden van relatief veel Nederlanders tekort te schieten.

1

Inleiding

1.1 Doelstellingen en beleidscontext

Het is evident dat nieuwe kennis van cruciaal belang kan zijn voor het helpen voorkomen of oplossen van maatschappelijke problemen. Onderzoek draagt evenwel ook bij aan cultureel-maatschappelijke ontwikkelingen. Kenniscreatie en -verwerking schept een kennissamenleving waarin voldoende aandacht is voor wetenschap en techniek. Steeds meer zal de wijze waarop Nederland met wetenschappelijke en technische kennis omgaat de economische positie van ons land bepalen. Het ontwikkelen van hoogwaardige kennis, en effectief toepassen van die kennis, zijn van groot belang voor een duurzaam en slagvaardig kennissysteem.

Het besef dat goed wetenschappelijk onderwijs, excellent onderzoek, en effectieve kennisoverdracht en kennisbenutting van belang is, wordt inmiddels breed gedeeld. Tijdens de bijeenkomsten van de *Europese Raad* in Lissabon (2000) en Barcelona (2002) hebben deze overwegingen een belangrijke rol gespeeld voor het nieuwe strategische doel dat de *Europese Unie* zich stelt om tegen 2010 de meest concurrerende en dynamische kenniseconomie in de wereld te worden. Nederland wil tegen die achtergrond graag tot de besten in Europa behoren. Deze Nederlandse ambities zijn omgezet in concrete beleidsinitiatieven in de vorm van een nationale strategie voor kennisontwikkeling en kennisexploitatie door middel van het *Innovatieplatform*.

Het kabinet heeft in het Regeerakkoord van 2003 een extra budget gereserveerd voor onderwijs, onderzoek en innovatie van €800 miljoen, waarvan €185 miljoen voor prioriteiten op het gebied van onderzoek en innovatie. Bovendien wordt de subsidieruimte in het kader van de WBSO met €100 miljoen verhoogd. Daarnaast is uit het Fonds Economische Structuurversterking (FES) €802 miljoen beschikbaar gesteld voor de periode van 2004 tot 2010. Uit deze middelen worden projecten gefinancierd die erop gericht zijn om de kennisinfrastructuur te versterken in speerpuntgebieden. In maart 2005 heeft het kabinet Balkenende-II besloten om extra te investeren in de kennissector. De onderwijsbegroting wordt met €250 miljoen verruimd om de groei van het studentental op te vangen. In het Paasakkoord van maart 2005 kwamen de regeringspartijen overeen om €150 miljoen extra te besteden aan prioriteiten van het Innovatieplatform. €70 miljoen gaat naar vier nog te erkennen sleutelgebieden: water, bloemen en voeding, hightech systemen en materialen, en de creatieve industrie. Voor researchinfrastructuur is €40 miljoen extra beschikbaar, met name voor grote onderzoeksfaciliteiten. Deze financiële

injectie sluit aan bij reeds eerder aangekondigde investeringen voor toponderzoek in gebieden zoals nanotechnologie, biotechnologie/pharma, en innovatieve ICT-toepassingen. In de Miljoenennota die op Prinsjesdag 2005 is gepresenteerd, zijn daar de volgende investeringen en maatregelen aan toegevoegd: € 100 miljoen voor grootschalige Nederlandse onderzoeksinfrastructuur en € 27 miljoen wordt gestoken in voorzieningen bij TNO. Deze investeringen worden mogelijk gemaakt door de meevallers op de rijksbegroting en de aardgasinkomsten meer te richten op de versterking van de kennis-economie en minder op de fysieke infrastructuur. Ook bij toekomstige meevallers zal het aandeel van onderwijs, kennis en innovatie worden uitgebreid.

Dergelijke initiatieven en doelstellingen stellen hoge eisen aan de kwaliteit van de huidige kennisinfrastructuur, met name op het gebied van wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling (*Research and Development – R&D*). Deze zesde editie van NOWT's *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren Rapport* heeft tot hoofddoel om deze ontwikkelingen van het Nederlandse kennissysteem op hoofdlijnen te volgen en opvallende aspecten te signaleren. Het accent ligt daarbij op het schetsen en analyseren van de het Nederlandse publiek-gefinancierde onderzoeksbestel; enerzijds in relatie tot de Nederlandse infrastructuur, en anderzijds in een internationaal vergelijkend perspectief. Dit rapport geeft een compacte en inzichtelijke analyse van het Nederlandse kennissysteem, waarin de R&D-prestaties centraal staan. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van cijfermateriaal uit diverse informatiebronnen, waaronder een grote reeks kengetallen ('indicatoren'), gerenommeerde internationale databestanden, en relevante empirische studies.

Nederland heeft op het vlak van de kennissamenleving en kennis-economie de ambitie om tot de besten in Europa te willen behoren. Bij dergelijke aspiraties past een referentiekader met landen waaraan Nederland zich wil spiegelen en meten. We richten de blik op een achttal referentielanden, waaronder onze buurlanden (Duitsland, België, en het Verenigd Koninkrijk), een drietal West-Europese landen met een enigszins vergelijkbare bevolkingsomvang, economische ontwikkelingsgraad, en geavanceerd kennissysteem (Zweden, Finland en Zwitserland), aangevuld met twee middelgrote landen die voorop lopen in het innovatief gebruik van hun kennissystemen (Canada en Australië). De kernvraag is: hoe staat Nederland er thans voor ten opzichte van deze landen? En meer in het bijzonder: welke kenmerken van het Nederlandse systeem

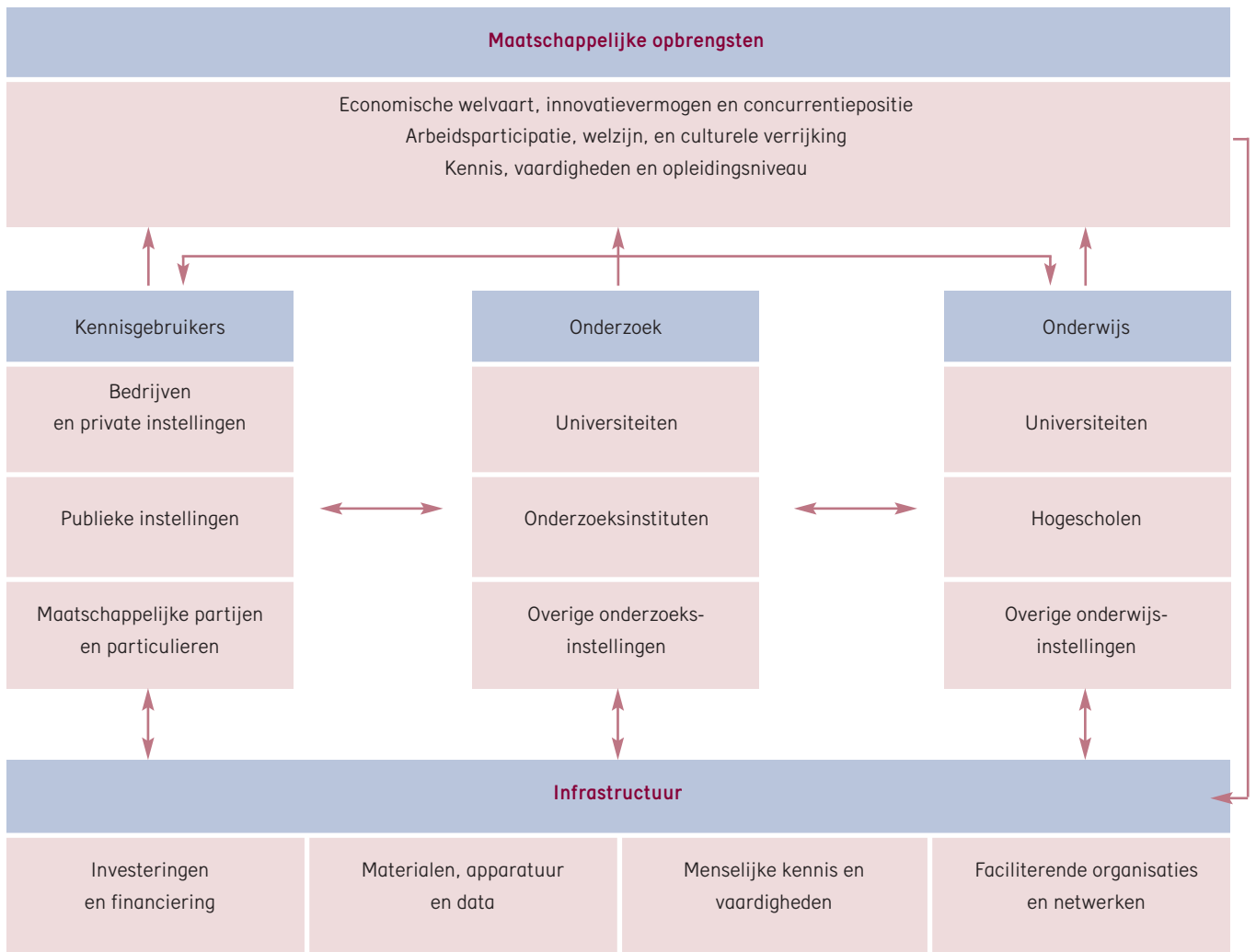
zijn onze relatief sterke punten ... en waar liggen onze knelpunten en zwaktes?

1.2 Metingen en analyses

Het Nederlandse kennissysteem is een zeer complex geheel van activiteiten en interacties tussen personen, instellingen, en faciliteiten waarin zowel het hoger onderwijsstelsel, het R&D-systeem, als het innovatiesysteem in elkaar grijpen en elkaar beïnvloeden. De ontwikkeling, overdracht en exploitatie van kennis is daardoor van veel factoren afhankelijk, en soms zeer specifiek voor een land, kennisdomein of instelling. Dit indicatorenrapport beoogt dan ook geen volledige analyse te presenteren van dit kennissysteem. Wij beperken ons tot een sterkte/zwakte-analyse op hoofdlijnen, gebaseerd op verifieerbare feiten en meetbare aspecten van dit systeem. Onze internationale vergelijking omvat cijfermateriaal en kengetallen waarmee de 'macro-niveau' kenmerken, ontwikkelingen en prestaties van het systeem worden geschetst. Aanvullende 'meso-niveau' analyses geven een meer gedetailleerd overzicht, zowel op het niveau van institutionele sectoren en kennisdomeinen, als voor afzonderlijke kennisinstellingen en bedrijven. De combinatie van beide invalshoeken verschaft een algemeen inzicht in diverse aspecten die specifiek zijn voor het Nederlandse kennissysteem, zoals de trends in investeringen, financieringsstromen, kenmerken van ons kennispotentieel, en de R&D-prestaties.

Wat verstaan we onder het begrip "kennissysteem"? In dit rapport hanteren we de volgende omschrijving: "Het geheel van onderling samenhangende investeringen, faciliteiten, fysieke infrastructuur, mensen, activiteiten en opbrengsten dat direct gerelateerd kan worden aan de creatie, verspreiding en gebruik van kennis". Dit systeem omvat dus veel meer dan de optelsom van *inputs*, *outputs*, en *outcomes*. De structurele samenhang en onderlinge afstemming van de relaties tussen de diverse onderdelen, en de bijbehorende kennisstromen, zijn minstens even belangrijk. **Figuur 1** geeft een zeer globale schets van de diverse kennisstromen binnen dit 'open' systeem, dat enerzijds ligt ingebed in de Nederlandse maatschappelijke omgeving en ons nationale innovatiesysteem, en anderzijds talloze verbindingen kent met buitenlandse kennissystemen.

Figuur 1 Schematisch overzicht van het Nederlandse kennissysteem en kennisstromen



Bron: CWTS

Het uitvoeren van technisch en wetenschappelijk onderzoek is van doorslaggevend belang voor het instandhouden van een goed functionerend kennissysteem. Het verrichten van hoogwaardig wetenschappelijk en technisch onderzoek is instrumenteel in de ontwikkeling en toepassing van specifieke analytische vaardigheden, technische expertise en professionele contacten - van zowel onderzoekers als ondersteunend technisch personeel. Onderwijsgerelateerd onderzoek draagt bij aan het opleiden en trainen van hoogwaardige arbeidskrachten (academici, ingenieurs en onderzoekers), en het creëren en verwerven van kennis op basis van eigen wetenschappelijk en technisch onderzoek. De ervaringen, vaardigheden en capaciteiten die daarmee worden opgedaan vertegenwoordigen 'kennis als vermogen'. De ontwikkeling van dit vermogen kan even belangrijk zijn - en op de langere termijn, zelfs belang-

rijker - dan het genereren van kennis die direct inzetbaar is. De concrete resultaten van (succesvol) onderzoek worden via diverse kanalen verspreid in het publieke domein en/of de private sector. Deze vorm van kennis ('kennis als product') kan door anderen worden benut voor diverse doelen - bijvoorbeeld door bedrijven voor de verbetering van bestaande technologieën, door overheden voor beleidsontwikkeling, of door maatschappelijke organisaties voor het opstarten van nieuwe culturele activiteiten. Een deel van deze vernieuwingen betreft uitvindingen die al dan niet via octrooien worden beschermd. De economische betekenis van wetenschappelijk en technisch onderzoek is gelegen in de bijdrage die het levert aan de ontwikkeling en verbetering van nieuwe technologieën die het productief vermogen en concurrentievermogen van de Nederlandse economie kunnen vergroten. Als die uitvindingen

en vernieuwingen op de markt worden gebracht of anderszins worden toegepast, spreekt men van 'innovaties'. Innovatie is dus meer dan louter R&D: een nieuw product of dienst commercialiseren vraagt nadrukkelijk ook om andere inbreng zoals marketing en ontwerp-activiteiten.

Dit dynamische kennissysteem kan slechts op onderdelen worden beschreven en geanalyseerd met kwantitatieve informatie. Het accent ligt op de beschrijving van algemene systeemkenmerken, met een nadruk op de institutionele dimensie van de Nederlandse kennisinfrastructuur en een beschrijvende interpretatie van de saillante uitkomsten. Waar mogelijk, wordt een verdieping en verbreding gegeven van de Nederlandse situatie, met een nadruk op de institutionele dimensie van het Nederlandse onderzoeksbestel. Er wordt daarvoor een breed palet aan informatiebronnen en analytische instrumenten ingezet om de ontwikkelingen en prestaties te meten en te vergelijken, met name kwantitatieve empirische informatie afkomstig van Nederlandse of internationale bronnen. Veel van het cijfermateriaal wordt verwerkt en gepresenteerd in de vorm van kwantitatieve indicatoren ('kengetallen'), waarmee wordt getracht een zo goed mogelijk beeld te geven van meetbare bijdragen aan R&D-investeringen en activiteiten ('inputs') en meetbare uitkomsten daarvan ('outputs'). Er wordt vanwege het gebrek aan bruikbare informatie minder aandacht geschonken aan meetbare aspecten van de processen zelf ('throughputs') en de gevolgen van de uitkomsten ('impacts'), of (tussen)doelen ('outcomes').¹ Om realistische vergelijkingen mogelijk te maken tussen de diverse landen van verschillende grootte wordt een sterke nadruk gelegd op analyses van prestaties in termen van relatieve verhoudingen en percentages (bijvoorbeeld, de omvang van de kennisinvesteringen gerelateerd aan de hoogte van het BBP). Deze uitkomsten kunnen daardoor ook deels worden bepaald door het 'noemer-effect' (de ontwikkeling van het BBP). Voor zover daarvan sprake is, zal dit in de tekst worden vermeld.

De gebruikte informatiebronnen en kwantitatieve indicatoren die in dit rapport de revue zullen passeren, verschaffen een onderling samenhangend overzicht van de stand van zaken en ontwikkelingen. Niettemin kennen deze bronnen en analyse-instrumenten beperkingen, en zullen dus slechts een onvolledig beeld kunnen leveren van een zeer complexe en dynamische werkelijkheid. Andere invalshoeken of informatiebronnen worden dan noodgedwongen minder goed belicht of buiten beschouwing gelaten (bijvoorbeeld, de doelmatigheid van R&D-investeringen, de oorzakelijke relaties tussen kennisproductie en kennisbenutting, of selectieproblemen van indicato-

ren). Tal van relevante aspecten laten zich bovendien niet of nauwelijks meten op een betrouwbare en wetenschappelijk verantwoorde wijze. Daardoor zullen allerlei belangrijke oorzaak/gevolg-relaties, oorzakelijke verbanden tussen initiatieven en uitkomsten, en bijeffecten daarvan buiten beeld blijven. Dit leidt tot vertekeningen, met name bij het in kaart brengen van complexe processen, en bij het vaststellen van de wetenschappelijke, economische of maatschappelijke waarde van onderzoeksresultaten. Nederland is een klein land, met een open kennissysteem, dat door vele algemene (internationale) verschijnselen en specifieke (Nederlandse) ontwikkelingen en trends wordt beïnvloed; de wijze waarop, en de mate waarin, nationale en internationale ontwikkelingen op elkaar inwerken zijn vaak nauwelijks op een betrouwbare manier vast te stellen.

Kwantitatieve analyses, kengetallen en internationale vergelijkingen kunnen slechts een partieel beeld geven van het functioneren van het Nederlandse kennissysteem. Het gebrek aan samenhangende informatie, de beperkingen van kwantitatieve indicatoren, en de combinatie van analytische benaderingen, nopen tot grote terughoudendheid voor wat betreft beleidsrelevante conclusies en aanbevelingen. Het cijfermateriaal en de statistische analyses in dit rapport kunnen dus geen rechtstreeks antwoord geven op de vraag met welk beleid Nederland beter kan presteren. Een bepaalde uitkomst of score is geen eindpunt, maar juist een vertrekpunt voor nadere analyse en eventuele verdere stappen. De resultaten in dit rapport dienen dan ook in een breder analytisch raamwerk en beleidsperspectief te worden geplaatst, waarbij het NOWT-materiaal in samenhang moet worden gezien met ander recent vergelijkend cijfermateriaal en beleidsgerichte analyses van het Nederlandse kennissysteem en onze kenniseconomie (m.n. Wijffels en Grosfeld, 2004; Van Steen e.a., 2004; CBS, 2005; OCW, 2005; Antenbrink e.a., 2005; OCW en EZ, 2005; EC, 2005). De lijst literatuurverwijzingen aan het eind van elk hoofdstuk biedt daarvoor een ingang.

1.3 Leeswijzer

Deze 2005 editie van ons *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren Rapport* heeft de vertrouwde indeling van eerdere WTI-rapporten. Daarin wordt veel aandacht besteed aan internationale vergelijkingen van R&D-investeringen en -financiering. Bibliometrische gegevens met betrekking tot wetenschappelijke publicaties en octrooien vormen het tweede vaste onderdeel van het rapport. Anderzijds kent het rapport ook een aantal nieuwe onderdelen en zwaardere accenten. Zo wordt gebruik gemaakt van cijfermateriaal afkomstig van rapporten, scoreboards en enquêtes, met name die van de *Europese Commissie* en het CBS, om enerzijds de raakvlakken tussen het kennissysteem en het nationale innovatiesysteem in

¹ Deze aspecten van het Nederlandse kennissysteem zullen in de komende jaren ook nader worden onderzocht door de Science System Assessment-afdeling van het KNAW Rathenau Instituut.

kaart te brengen, en anderzijds om de maatschappelijke dimensie van ons kennissysteem beter tot zijn recht te laten komen. Meer dan voorheen is getracht om verbindingen te leggen tussen analyse-onderdelen in de verschillende hoofdstukken; in aanvulling op de kruisverwijzingen is daarvoor gebruik gemaakt van de HOOP-gebieden om de diversiteit aan kennisdomeinen en onderzoeksgebieden zoveel mogelijk onder één noemer te brengen.

Het rapport kent een vijftal hoofdstukken die geordend zijn volgens een *input-proces-output-outcome* model, waarbij de productie en het gebruik van wetenschappelijke en technische kennis centraal staat. In tegenstelling tot het voorgaande WTI-rapport wordt in deze editie betrekkelijk weinig aandacht besteed aan de (langlopende) trends. We richten ons vooral op de opvallende prestaties en bijzondere kenmerken van Nederland en Nederlandse instellingen in de meest recente meetperiode, doorgaans betreft dat de jaren 2001-2004.

Hoofdstuk 2 gaat in op de infrastructuur van kennissysteem, zoals geschetst in figuur 1. De nadruk ligt daarbij op financiële kant, met een bijzondere nadruk op de R&D-investeringen en financiering van zowel het bedrijfsleven als de kennisinstellingen in de (semi-)publieke sector.

Ook hoofdstuk 3 heeft betrekking op de kennisinfrastructuur. Het accent ligt nu op de Nederlandse kenniswerkers en kennisdragers in relatie tot de pijler 'Onderwijs'. Er wordt meer aandacht besteed aan recente trends en knelpunten wat betreft het potentieel aan kenniswerkers, met een accent op de studenten, afgestudeerden en promovendi binnen de universiteiten. Daarnaast richten we de blik op wetenschappelijk onderzoekers en overige ondersteunend personeel aan onze universiteiten. Ook de mobiliteit en arbeidsmarkt van kenniswerkers komt aan bod.

Hoofdstuk 4 houdt zich bezig met de pijler 'Onderzoek', en meer in het algemeen de kwantificeerbare opbrengsten van R&D-activiteit van zowel de publieke kennisinstellingen als de bedrijven. We richten ons daarbij op de aantallen onderzoekspublicaties, en de citatie-impact van die publicaties in de internationale wetenschappelijke tijdschriften, maar ook op de aantallen octrooien en octrooi-aanvragen van zowel de Nederlandse bedrijven als onze publieke kennisinstellingen. We gaan daarbij nader in op de wetenschappelijke output en citatie-impact van een grote reeks individuele Nederlandse kennisinstellingen, waaronder alle grote instellingen in de publieke sector. In deze vergelijking wordt aandacht besteed aan de wetenschappelijke prestaties van de verschillende institutionele sectoren zoals de universiteiten, de niet-universitaire onderzoekscentra, het bedrijfsleven, en algemene ziekenhuizen.

Dit hoofdstuk richt zich niet louter op de productie van publicaties en octrooien, maar ook op de productiviteit per onderzoeker. Bovendien wordt er een analyse uitgevoerd van (inter)nationale wetenschappelijke samenwerking, meer in het bijzonder Nederlandse publiek/private R&D-netwerken. Tenslotte wordt ook ruim aandacht besteed aan het gebruik van Nederlands wetenschappelijk onderzoek binnen de wetenschappelijke wereld; hiervoor gebruiken we de zogeheten *citatie-analyse* die een goede indruk geeft van de internationale zichtbaarheid en wetenschappelijke invloed van Nederlands onderzoek.

Hoofdstuk 5 gaat nader in op de derde pijler, de kennisgebruikers. We richten de blik op toepassingen en effecten van wetenschappelijke en technische kennis. Dit hoofdstuk heeft vooral betrekking op de wijze waarop die kennis, en bijbehorende vaardigheden, worden gebruikt voor maatschappelijke en economische doeleinden en initiatieven. Daarnaast wordt informatie gepresenteerd over de wijze waarop het Nederlandse publiek aankijkt tegen diverse aspecten van wetenschap en technologie.

Elk hoofdstuk wordt voorafgegaan door een korte samenvatting van de inhoud, met name gericht op de belangrijkste algemene constatering op basis van het gepresenteerde cijfermateriaal. De NOWT-website <www.nowt.nl> biedt de mogelijkheid om het achterliggende cijfermateriaal te downloaden van de figuren en tabellen die in dit rapport worden gepresenteerd.

Literatuurverwijzingen

Antenbrink, P., K. Burger, M. Cornet, M. Rensman en D. Web-bink, *Nederlands onderwijs en onderzoek in internationaal perspectief*, Den Haag: Centraal Planbureau, CPB document no 88, 2005.

CBS, *Kennis en economie 2004*. Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek, 2005.

EC, *Key Figures 2005 on Science, Technology and Innovation: towards a European Knowledge Area*, Brussel: Europese Commissie, DG Research, 2005.

OCW, *Kerncijfers 2000-2004 Onderwijs, Cultuur en Wetenschap*, Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2005.

OCW en EZ, *Een verkenning naar de kennisinvesteringsquote (KIQ) en de prestaties van de kenniseconomie op hoofdlijnen*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2005.

Van Steen, J.C.G., P. Donselaar en I.P. Schrijvers, *Science, technology and innovation in the Netherlands. Policies, facts and figures*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2004.

Wijffels, H.H.F. en T.R.A. Grosfeld, *Vitalisering van de kenniseconomie. Het beter benutten van de mogelijkheden van mensen als de sleutel voor een dynamische kenniseconomie*, Advies Werkgroep dynamisering kennis- en innovatiesysteem, Den Haag: Innovatieplatform, 2004.



2

Investerings in k R&D-investeringe

Samenvatting

Hoewel slechts één van de investeringen in onze kenniseconomie, zijn de uitgaven voor onderzoek en ontwikkeling (Research and Development – R&D) één van de belangrijkste indicatoren voor het meten van onze prestaties in een internationaal vergelijkend perspectief. De Nederlandse R&D-investeringen bedragen ruim 8,3 miljard euro in 2003, ofwel 1,76% van ons Bruto Binnenlands Product (BBP). Dit percentage wordt ook wel aangeduid als de R&D-intensiteit, en deze intensiteit is gedurende de laatste vijf jaar sterk gedaald. Van de 8,3 miljard euro aan R&D-investeringen in 2003 werd 57% uitgegeven door het bedrijfsleven, 15% door de niet-universitaire kennisinstellingen (bijvoorbeeld TNO, NWO en KNAW) en 28% door de sector hoger onderwijs (voornamelijk de universiteiten). Als gevolg van de dalende R&D-intensiteit is ons land enigszins achterop geraakt in vergelijking met onze buurlanden en de overige referentielanden in deze studie (België, Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Finland, Zweden, Zwitserland, Canada, en Australië). Nederland toont veruit de laagste groei van de reële investeringen in de afgelopen vijf jaar. Bovendien is de Nederlandse R&D-intensiteit één van de laagste vergeleken met de groep referentielanden.

De R&D-prestaties van het bedrijfsleven laten evenmin een positief beeld zien in vergelijking met de referentielanden. De sterke daling van de Nederlandse R&D-intensiteit wordt mede veroorzaakt doordat de R&D-intensiteit van het bedrijfsleven de laatste vijf jaar met bijna 0,05%-punt is gedaald waar die in de referentielanden met gemiddeld 0,1%-punt is toegenomen. Deze afname is echter niet zozeer een gevolg van dalende R&D-investeringen binnen de verschillende bedrijfstakken, maar vooral het gevolg van een verschuiving van het relatieve belang van de bedrijfstakken. De relatieve omvang van bedrijfstakken met hogere R&D-investeringen is afgenomen ten gunste van bedrijfstakken met lagere uitgaven; enerzijds, vindt er een verschuiving plaats van de R&D-intensieve industrie naar de R&D-extensieve diensten, anderzijds is binnen de industrie een verplaatsing gaande van de R&D-intensieve 'high-tech' bedrijfstakken naar de R&D-extensieve 'low-tech' bedrijfstakken. Het Nederlandse MKB presteert naar verhouding goed, zowel nationaal als internationaal. De R&D-investeringen van het MKB vertonen een stijgende lijn tegenover dalende R&D-investeringen door de grote(re) bedrijven. Bij het uitvoeren van eigen onderzoeksactiviteiten behoort het MKB tot de Europese top: ruim 70% voert zelf wetenschappelijk of technisch onderzoek uit binnen de eigen onderneming.

Kennisonontwikkeling: financieringsbronnen

Het grootste deel van de R&D-investeringen van het bedrijfsleven worden gefinancierd door de bedrijven zelf (ruim vier-vijfde) en het buitenland (ongeveer 15%). Zo'n 90% van de financiering uit het buitenland komt uit slechts zes landen: de VS, België, Frankrijk, Japan, Duitsland en het VK. Voor het bedrijfsleven als geheel wordt er jaarlijks nog steeds meer door het buitenland in Nederland geïnvesteerd dan omgekeerd. De daling van de investeringen door de Grote Zeven multinationals lijkt niet te worden veroorzaakt door verplaatsing van R&D-activiteiten naar het buitenland.

Bij de universiteiten en niet-universitaire kennisinstellingen is de R&D-intensiteit vergelijkbaar met het gemiddelde van de referentielanden. Wel blijft ook in deze sectoren de groei van de reële R&D-investeringen achter bij die van de meeste referentielanden. De R&D-intensiteit is mede hierdoor gedaald met 0,1%-punt voor beide sectoren tezamen. De private financiering van de R&D-investeringen van de universiteiten en de niet-universitaire kennisinstellingen ligt boven het gemiddelde van de referentielanden en is sinds 1995 in omvang toegenomen. Bij de universiteiten kenmerkt zich dit door een sterk toegenomen financiering uit de derde geldstroom, waar contractonderzoek voor publieke en private instellingen toe behoort. Nederlandse bedrijven blijken relatief veel samen te

werken met Nederlandse niet-universitaire kennisinstellingen, en betrekkelijk weinig met onze universiteiten. Deze voorkeur is onder meer het gevolg van onze sectorstructuur, waarin talloze intermediaire kennisinstellingen, zoals TNO en de GTI's, zich specifiek richten op de behoefte aan innovatie-gerelateerde kennis binnen het bedrijfsleven. Niettemin is de "verdiencapaciteit" van de Nederlandse universitaire sector, de onderzoeksfinanciering door het verrichten van opdrachten voor derden, de laatste jaren met ruim 6% per jaar gegroeid tot bijna 600 miljoen euro in 2003. Het publiek-gefinancierde onderzoeksbestel lijkt zich gaandeweg meer te richten op kennisvragen en behoeften vanuit de maatschappij en de economie.

De bedrijfsfinanciering van publieke R&D heeft zich gestabiliseerd. Nederlandse bedrijven financieren vooral R&D bij de niet-universitaire kennisinstellingen. Het bedrijfsleven financiert nu ongeveer éénzesde van de R&D in de niet-universitaire kennisinstellingen in de (semi-)publieke sector; het belang van financiering uit het buitenland is sinds begin jaren negentig sterk toegenomen en bedraagt nu zo'n 11%. Daarnaast is in de afgelopen tien jaar het aandeel van het universitaire onderzoek dat wordt gefinancierd door bedrijven in omvang sterk toegenomen, en schommelt nu rondom de 7%.

Kader 1 Herziening BBP

Het CBS voert elke vijf tot tien jaar een revisie van de Nationale rekeningen uit. Deze revisie is een gevolg van internationale afspraken m.b.t. veranderingen in concepten en definities. Door een herziening van het bruto binnenlands product (BBP) voor de jaren vanaf 2001 zijn alle indicatoren in dit hoofdstuk waar het BBP in de noemer wordt gebruikt naar beneden bijgesteld.

R&D-investeringen als percentage van het BBP (R&D-intensiteit)

	Na revisie			Voor revisie		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Totaal	1.80	1.72	1.76	1.88	1.80	1.84
Bedrijfsleven	1.05	0.98	1.01	1.10	1.02	1.06
Kennisinstellingen(incl. PNP)	0.26	0.25	0.26	0.27	0.26	0.27
Hoger onderwijs	0.49	0.50	0.49	0.51	0.52	0.52

Voor de R&D-intensiteit (vgl. paragraaf 2.1 voor de definitie) betekent dit een benedenwaartse bijstelling van gemiddeld 0,08%-punt

Omdat de herziene BBP cijfers voor andere landen nog niet beschikbaar zijn via Eurostat, zullen in dit hoofdstuk bij vergelijkingen met andere landen intensiteiten op basis van niet-gereviseerde BBP cijfers worden gebruikt.

2.1 R&D en innovatie

De ontwikkeling en toepassing van kennis en innovaties zijn belangrijke factoren in de verbetering van onze arbeidsproductiviteit, en in de toegevoegde waarde van onze producten en diensten. Kennis en innovatie zijn bijgevolg van groot belang voor onze economische groei en concurrentiepositie. Technisch en wetenschappelijk onderzoek en daaraan verwante technologische ontwikkeling (veelal aangeduid als *Research & Development* – R&D) vormen vaak de basis van nieuwe of verbeterde producten, processen, diensten of distributiesystemen, en vormen daarmee één van de belangrijkste componenten in kennisinvesteringen.² R&D-activiteiten worden, conform de officiële OESO definities, opgesplitst in drie hoofdgroepen: fundamenteel onderzoek ofwel *basic research*; toegepast onderzoek ofwel *applied research*; en ontwikkelingswerk ofwel *experimental development*.³ Industriële bedrijven geven relatief meer uit aan R&D dan bedrijven in de dienstensector die veel meer vertrouwen op organisatorische innovaties, en andere vormen van innoveren, dan op grote investeringen in R&D, die doorgaans bedoeld zijn voor technologische toepassingen en innovaties. Aangezien de dienstensector een steeds belangrijker onderdeel vormt van de Nederlandse economie, en inmiddels ruim tweederde van de werkgelegenheid vertegenwoordigt, is het innovatievermogen van deze sector van groot belang. Uit recent onderzoek blijkt dat 56% van de dienstverlenende Nederlandse bedrijven met 5 tot 500 werknemers in de voorafgaande twee jaar één of meer innovaties heeft gerealiseerd (AWT/EIM, 2004).

² De overige belangrijke componenten zijn de uitgaven voor respectievelijk onderwijs en scholing/training. Deze componenten komen in dit rapport niet of nauwelijks aan bod, maar vormen, tezamen met R&D-investeringen, de basis voor de Kennisinvesteringsquote (KIQ) waarmee recentelijk een breed-georiënteerde kwantitatieve analyse van de Nederlandse kenniseconomie is verricht (Wijffels en Grosfeld, 2004; OCW en EZ, 2005).

³ “Basic research is experimental or theoretical work undertaken primarily to acquire new knowledge of the underlying foundation of phenomena and observable facts, without any particular application or use in view. Applied research is also original investigation undertaken in order to acquire new knowledge. It is, however, directed primarily towards a specific practical aim or objective. Experimental development is systematic work, drawing on existing knowledge gained from research and/or practical experience, which is directed to producing new materials, products or devices, to installing new processes, systems and services, or to improving substantially those already produced or installed” (OESO, 2002). De OESO statistieken zijn derhalve slechts indicatief omdat het in de praktijk soms moeilijk is om een goed onderscheid te maken tussen de diverse typen van R&D activiteiten.

De indicator R&D-investeringen wordt vaak gebruikt als een belangrijke graadmeter voor de mate waarin bedrijven, instellingen, industriële sectoren, en lokale of nationale economieën presteren op het vlak van innovatievermogen (zie **Kader 2** voor een nadere toelichting op het belangrijke verschil tussen de kernbegrippen ‘R&D’ en ‘innovatie’). Het uitgavenniveau van een land is doorgaans sterk afhankelijk van de economische omvang en de industriële structuur. De relatieve R&D-inspanning tussen landen wordt het best gemeten en vergeleken met behulp van de *R&D-intensiteit*: de R&D-investeringen als percentage van het Bruto Binnenlands Product (BBP). Het vergelijken van de R&D-intensiteit echter is een momentopname en geeft dus geen indicatie of een land het beter of slechter is gaan doen. Een vergelijking over de tijd kan op twee manieren, ofwel door te kijken of de R&D-intensiteit sneller is toegenomen dan die in de andere landen ofwel door te kijken of de R&D-investeringen zelf sneller zijn toegenomen dan die in de andere landen.

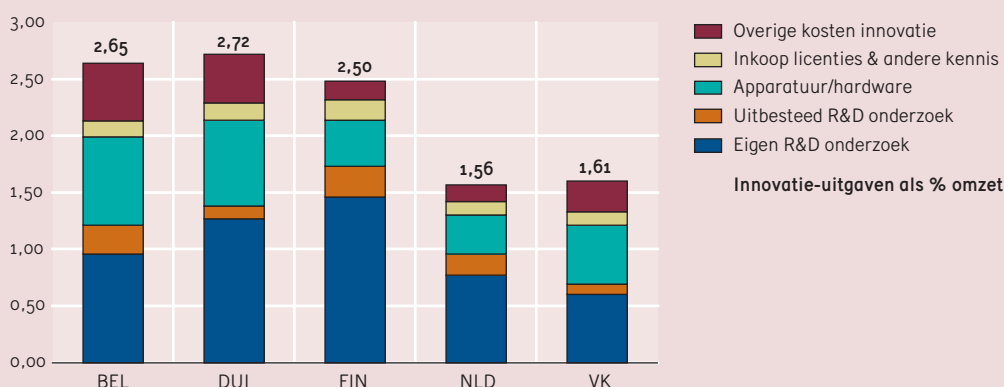
2.2 R&D-investeringen en financieringsbronnen: een internationale vergelijking

Een overzicht van de huidige situatie en recente trends van de R&D intensiteit en de reële R&D-investeringen wordt weergegeven in **Figuur 2.1**. Binnen de Europese Unie is al jaren sprake van een toenemende ongerustheid omtrent de achterstand in R&D ten opzichte van de Verenigde Staten. Een vergelijkbare zorg geldt voor de Nederlandse situatie waar de achterstand in R&D-investeringen ten opzichte van de groep referentielanden is toegenomen sinds de tweede helft van de jaren negentig. De groei van de reële R&D-investeringen, dit zijn de uitgaven gecorrigeerd voor inflatie, is in de periode 1998-2003 het hoogst in Finland en Zweden en het laagst in Nederland. De Nederlandse R&D-intensiteit behoort bovendien tot de laagste van de groep van referentielanden. Deze intensiteit is de laatste jaren gedaald doordat de R&D-investeringen minder snel zijn gegroeid dan het BBP. Nederland bevindt zich nu in de groep ‘achterblijvers’. Nederland presteert slecht ten opzichte van het gemiddelde van de referentielanden (vergelijk de horizontale stippellijn) en doet het alleen beter dan Australië. De achterblijvende groei voor Nederland kan deels worden verklaard door een achterblijvende groei van het BBP, maar de R&D-investeringen als percentage van het BBP zijn ook gedaald. Alleen in Nederland, Zwitserland en de VS zien we dat de R&D-intensiteit is gedaald. In alle andere landen is de relatieve omvang van de R&D-investeringen juist toegenomen, en dan vooral in Zweden en Finland.

Kader 2 R&D en innovatie

R&D en innovatie-uitgaven zijn twee verschillende maar gerelateerde begrippen. Innovatie is een ruimer begrip dat behalve R&D-investeringen ook de uitgaven omvat voor:

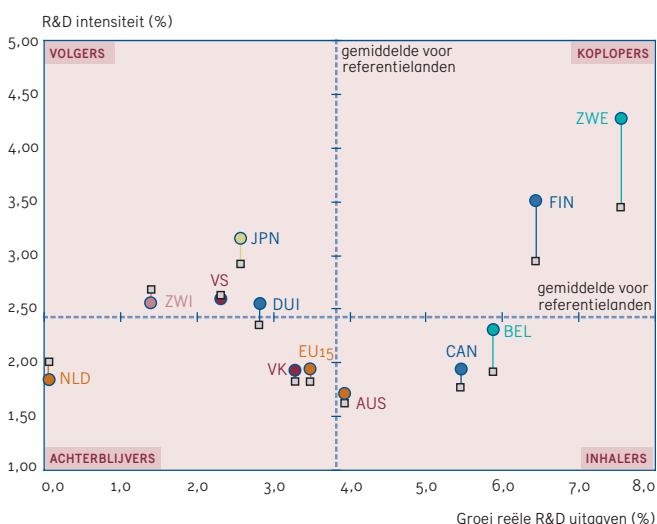
- ⌘ De inkoop van computers en machines voor het produceren van nieuwe of duidelijk verbeterde producten, diensten of processen;
- ⌘ De inkoop van licenties en andere kennis;
- ⌘ Overige kosten van innovatie, waaronder de kosten van marketing en opleidingskosten die direct te maken hebben met de ontwikkeling of introductie van nieuwe of duidelijk verbeterde producten, diensten of processen.



Bron: Eurostat (CIS-3 database). Bewerking: MERIT.

Bovenstaande figuur toont voor Nederland en vier van de referentielanden de verdeling van de innovatie uitgaven voor het jaar 2000 over de verschillende categorieën. In Finland bedragen de R&D-investeringen 70% van de innovatie uitgaven, in Nederland is dit 61% en in het VK 43%. Uitgaven voor de inkoop van apparatuur en hardware zijn het laagst in Nederland en Finland.

Figuur 2.1 Trends in R&D-intensiteit en reële R&D-investeringen (1998-2003)*



Bronnen: OESO (Main Science and Technology Indicators database), CBS (Kennis en economie). Nederlandse intensiteit gebaseerd op BBP gegevens voor revisie. Bewerking: MERIT.

* De R&D-intensiteit voor elk land van 1998 is weergegeven door een lichtgrijs vierkant.

Het feit dat de Nederlandse R&D-intensiteit internationaal gezien vrij laag is en dat de reële R&D-investeringen amper zijn gegroeid is op zich een slechte ontwikkeling maar vraagt toch om enige nuancering. De cijfers zeggen immers weinig over de absolute omvang van de R&D-activiteiten, de aanwezigheid van voldoende kritische massa en goed ontwikkelde R&D-netwerken, of er voldoende in speerpuntgebieden wordt geïnvesteerd, de rol van gespecialiseerde instellingen, en over de efficiëntie of effectiviteit van de R&D-investeringen.

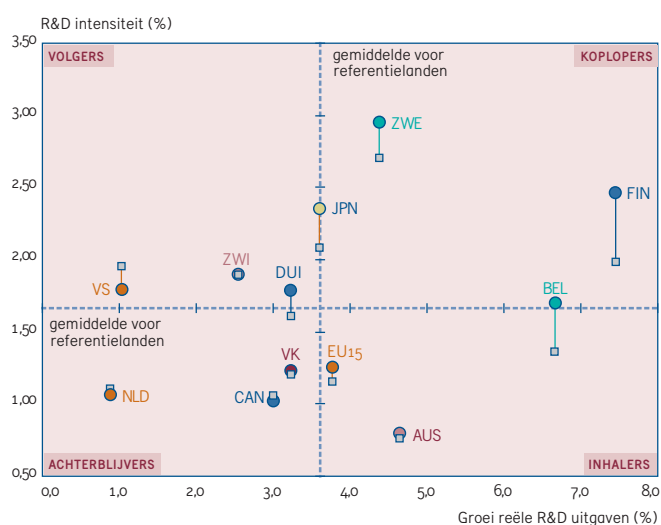
De R&D-intensiteit van het Nederlandse bedrijfsleven blijft achter bij die van de meeste referentielanden (**Figuur 2.2**); alleen in Australië en Canada is de intensiteit nog lager. Bij de meeste landen zien we zowel een sterke groei van de reële R&D-investeringen als een toename in de R&D-intensiteit, vooral in Zweden, Finland en België. In Canada, de Verenigde Staten en Nederland is de R&D-intensiteit afgenomen. In 2003 bedraagt die intensiteit in Nederland 1,06%.⁴

De Nederlandse R&D-intensiteit is mede lager dan in de meeste andere landen omdat de industrie in Nederland, onze meest R&D-intensieve sector, kleiner in omvang is dan die in landen met een hoge R&D-intensiteit. Het bedrijfsleven als zodanig levert een vergelijkbare bijdrage aan het BBP als in de verschillende landen (**Figuur 2.3**), maar binnen het bedrijfsleven is het aandeel van de industrie in Nederland beduidend minder groot dan in Finland, Duitsland en Zweden. En dit aandeel is in Nederland sinds begin jaren negentig bovendien sterk gedaald. Een verklaring voor de dalende R&D-intensiteit is dus

⁴ Op basis van BBP gegevens voor revisie. Na revisie is de intensiteit 1,01% (vgl. Kader 1).

het groeiend aandeel in het Nederlandse bedrijfsleven van de dienstensector, een sector die wordt gekenmerkt door een beduidend lagere R&D-intensiteit. Paragraaf 2.3 geeft een meer gedetailleerde beschrijving van de verschuivingen tussen de verschillende bedrijfstakken binnen zowel het bedrijfsleven als de industrie.

Figuur 2.2 Trends in R&D-intensiteit en reële R&D-investeringen (1998-2003): bedrijfsleven*

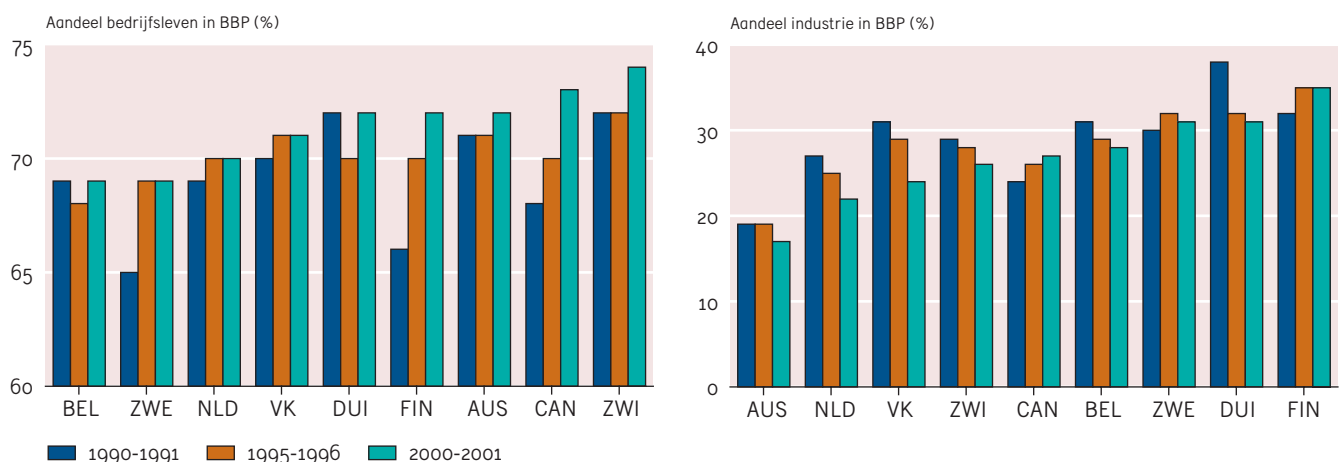


Bronnen: OESO (Main Science and Technology Indicators database), CBS (Kennis en economie). Nederlandse intensiteit gebaseerd op BBP gegevens voor revisie. Bewerking: MERIT.

* De R&D-intensiteit voor elk land van 1998 is weergegeven door een lichtgrijs vierkant.

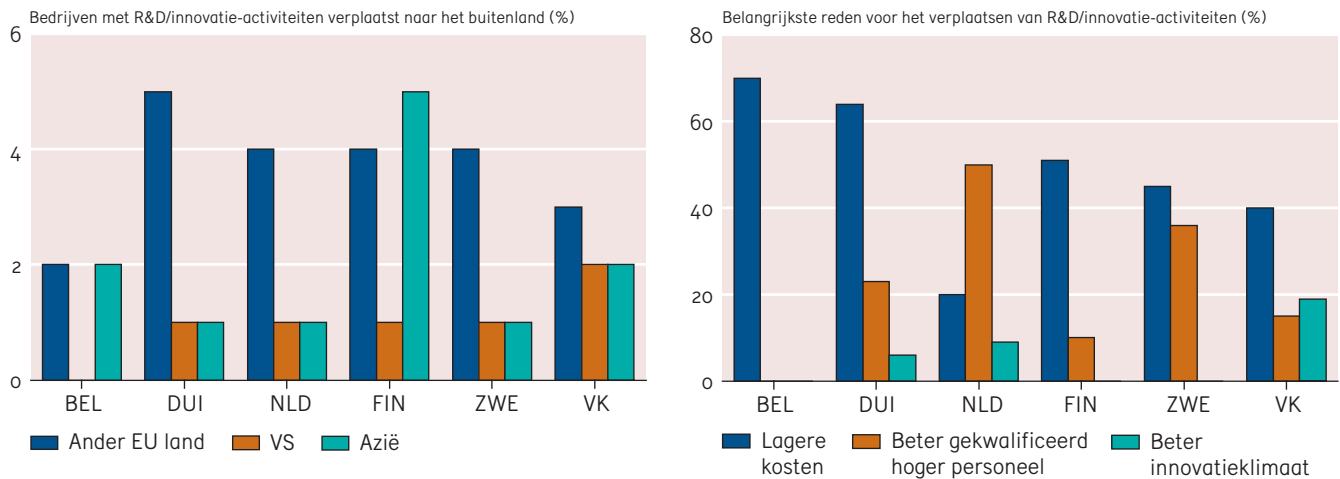
Figuur 2.3 Omvang bedrijfsleven en industrie in toegevoegde waarde bedrijfsleven

Aandeel toegevoegde waarde bedrijfsleven in Bruto Binnenlands Product (BBP) en aandeel toegevoegde waarde industrie in toegevoegde waarde bedrijfsleven



Bron: OESO. Bewerking: MERIT.

Figuur 2.4 Verplaatsing R&D-activiteiten naar buitenland (2003-2004)



Bron: Innobarometer 2004. Bewerking: MERIT.

Vooraf grotere bedrijven nemen hun R&D-beslissingen op mondiale schaal: R&D is zich in toenemende mate aan het internationaliseren. Niet alleen de productiefaciliteiten worden verplaatst naar lage(re) loonlanden, de R&D-activiteiten volgen. Dit proces doet zich niet meer alleen voor richting de lage(re) loonlanden in Europa, maar Westerse bedrijven investeren op dit moment in toenemende mate in R&D ook in China, Zuid-Korea en India. Op de vraag of deze toenemende internationalisering gevolgen heeft voor de in Nederland uitgevoerde R&D concluderen Gilsing en Erken (2003) dat er vooralsnog geen sprake is van een grootschalige verplaatsing van R&D naar het buitenland. Vanuit de optiek van de buitenlandse bedrijven die in Nederland zijn gevestigd, is de vestigingsfactor "Innovatie" slechts van ondergeschikt belang ten opzichte van economische factoren zoals afzetmarkt en arbeidsvoorwaarden (CBIN, 2004). De diverse componenten die onderdeel uitmaken van de factor "Innovatie" (waaronder "Kwaliteit van universiteiten, HBO's en kennisinstituten") scoren voldoende tot ruim voldoende in de ogen van die bedrijven.

Het aandeel van de Nederlandse bedrijven dat activiteiten naar het buitenland verplaatst, wijkt niet af van dat in de andere referentielanden (Figuur 2.4). In 2003/2004 heeft 4% van de Nederlandse bedrijven met 20 tot 499 werknemers R&D- of innovatie-activiteiten naar een ander EU land verplaatst, 1% naar de Verenigde Staten en 1% naar een Aziatisch land. We zien daarentegen wel een duidelijk verschil tussen Nederland en die landen voor wat betreft de reden waarom bedrijven hun activiteiten verplaatsen: in het buitenland worden de kosten van R&D genoemd als belangrijkste reden; Nederlandse bedrijven noemen de beschikbaarheid van beter gekwalificeerde onderzoekers en technici, waaruit we mogen afleiden dat er in Nederland

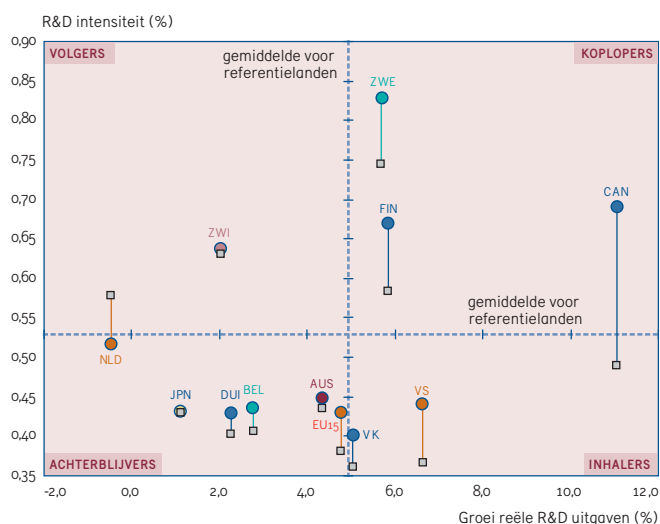
een tekort is aan voldoende (beta-technisch) gekwalificeerd personeel. Het CPB daarentegen concludeert in een recent rapport dat er geen aanwijzingen zijn voor een schaarste aan beta-technisch personeel (Noailly e.a., 2005). De arbeidsmarkt voor beta-technisch personeel zou zelfs relatief verslechterd zijn, mogelijk als gevolg van een toenemende internationalisering van de arbeidsmarkt voor beta-technisch personeel.

Binnen de sector Hoger Onderwijs hebben van de referentielanden Zweden, Zwitserland, Finland en Canada een hogere R&D-intensiteit dan Nederland (Figuur 2.5). In alle landen zien we een positieve groei van de universitaire R&D-investeringen, behalve in Nederland. Hier zijn de reële uitgaven gedaald met een gemiddelde groei van bijna een half procent per jaar. De sterkste groei vindt plaats in Canada, Finland, Zweden en de VS. In deze landen zien we ook een zeer sterke toename van de R&D-intensiteit. In bijna alle landen is de intensiteit toegenomen, behalve in Nederland. De universitaire R&D-investeringen als percentage van het BBP zijn met 0,07%-punt gedaald tot 0,52%⁶, waardoor Nederland is weggezakt in de internationale rangorde. Behoorde de Nederland-

⁵ Gemakshalve duiden we deze sector in dit rapport aan als universitaire sector.

⁶ Op basis van BBP gegevens voor revisie. Na revisie is de intensiteit 0,49% (vgl. kader 1). De in Figuur 2.5 weergegeven veranderingen voor Nederland zijn mede gebaseerd op geschatte waarden voor de universitaire R&D-investeringen die rekening houden met het onderbrengen van het door NWO gefinancierde tweede geldstroomonderzoek bij de universiteiten. Zie de bijlage van dit rapport voor meer details omtrent de berekeningswijze.

Figuur 2.5 Trends in R&D-intensiteit en reële R&D-investeringen (1998-2003): hoger onderwijs-instellingen*



Bronnen: OESO (Main Science and Technology Indicators database), CBS (Kennis en economie). Nederlandse intensiteit gebaseerd op BBP gegevens voor revisie. Bewerking: MERIT.

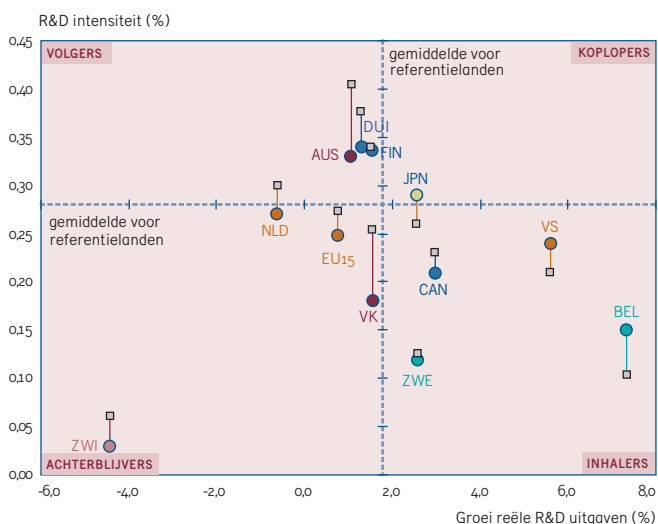
* De R&D-intensiteit voor elk land van 1998 is weergegeven door een lichtgrijs vierkant.

se universitaire sector vijf jaar geleden nog bij de koplopers qua R&D-intensiteit, in 2003 bevinden we ons in de middenmoot van de groep referentielanden.

Bij de niet-universitaire publieke kennisinstellingen scoort Nederland qua R&D-intensiteit net onder het gemiddelde van de referentielanden (**Figuur 2.6**). In de meeste landen zien we een dalende intensiteit. Alleen in België, Japan, de VS en Duitsland zien we een stijging van de intensiteit. De R&D-investeringen in Nederland als percentage van het BBP zijn met 0,03%-punt gedaald tot 0,27%.⁷ De groei van de reële R&D-investeringen is negatief in Nederland en Zwitserland.⁸ Binnen een periode van vijf jaar tijd is Nederland weggezakt van de groep van volgers naar de groep achterblijvers.

Het Nederlandse bedrijfsleven financiert een kleiner deel van de R&D-investeringen dan gemiddeld in de referentielanden. In Finland, Zweden, Zwitserland, Duitsland en België financiert het bedrijfsleven een aanzienlijk groter deel van de R&D-investeringen (**Figuur 2.7**).⁹ Van de R&D-investeringen in het bedrijfsleven wordt het leeuwendeel gefinancierd door de bedrijven zelf, waarbij het financieringsaandeel in veel landen boven de 90% ligt. In Nederland bedraagt dit slechts 80%. In 1990 bedroeg dit financieringsaandeel nog 85%, maar vooral door een sterk toegenomen financiering uit het buitenland is dit percentage gedaald.¹⁰

Figuur 2.6 Trends in R&D-intensiteit en reële R&D-investeringen (1998-2003): niet-universitaire (semi-)publieke kennisinstellingen*



Bronnen: OESO (Main Science and Technology Indicators database), CBS (Kennis en economie). Nederlandse intensiteit gebaseerd op BBP gegevens voor revisie. Bewerking: MERIT.

* De R&D-intensiteit voor elk land van 1998 is weergegeven door een lichtgrijs vierkant.

Van de universitaire R&D-investeringen wordt het leeuwendeel gefinancierd door de overheid. Gemiddeld financiert de overheid 77% van de universitaire R&D-investeringen in de referentielanden¹¹ waarvan bijna tweederde in de vorm van universitaire fondsen. In Nederland financiert de overheid een veel groter deel van de universitaire R&D met een financieringspercentage van bijna 90%. Ruim viervijfde van deze overheidsfinanciering is in de vorm van universitaire fondsen. De Nederlandse financieringsstructuur wijkt dus sterk af van die in de andere landen.

Van de R&D-investeringen door de kennisinstellingen in de

⁷ Op basis van BBP gegevens voor revisie. Na revisie is de intensiteit 0,26% (vgl. kader 1).

⁸ Vanaf 2000 wordt het onderzoekspersoneel gefinancierd door NWO niet langer meegeteld bij de niet-universitaire kennisinstellingen maar bij de universiteiten. In de berekeningen in de figuur is hiervoor gecorrigeerd. Zie de technische bijlage.

⁹ De vergelijkbare figuren voor de meetpunten 1990, 1995 en 2001 zijn verkrijgbaar op de NOWT website.

¹⁰ In 2001 kwam 35% van deze financiering uit de VS, 11% uit Japan en 50% uit de EU15. Binnen de EU15 waren België en Frankrijk de grootste financiers met een aandeel elk van bijna eenderde (bron: OESO AFA database).

¹¹ Exclusief België.

Figuur 2.7 Procentueel aandeel van verschillende financieringsbronnen in R&D-investeringen van de betreffende sector, 2002*



Bronnen: OESO (Research and Development Statistics), CBS (Kennis en economie). Bewerking: MERIT.

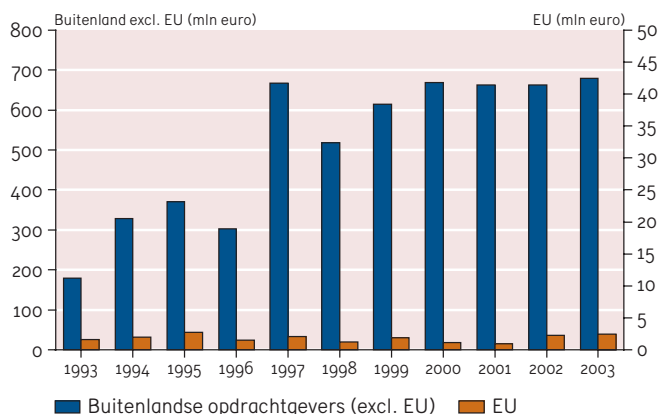
* Financiering hoger onderwijs door overheid België inclusief universitaire fondsen.

semi-publieke sector wordt het grootste deel gefinancierd door de overheid, gemiddeld 86% binnen de groep referentielanden, waarbij vooral Zwitserland en Canada zeer hoge percentages laten zien. In Nederland financiert de overheid slechts 67%. In Nederland, België en Finland, wordt een relatief groot gedeelte van de R&D gefinancierd door het bedrijfsleven, een duidelijke indicatie dat in deze landen met name de (lokale) kennisintensieve bedrijfsleven deze sector van de kennisinfrastructuur goed weet te vinden voor contractonderzoek en het uitbesteden van R&D. Voor Nederland is het financieringsaandeel van het bedrijfsleven tussen 2001 en 2002 gedaald met bijna 3%-punt tot 19%.

Bedrijven die innoveren verwerven naast financiële inkomsten van hun nationale overheid ook subsidies vanuit Brussel. De financiering van de R&D-investeringen van het bedrijfsle-

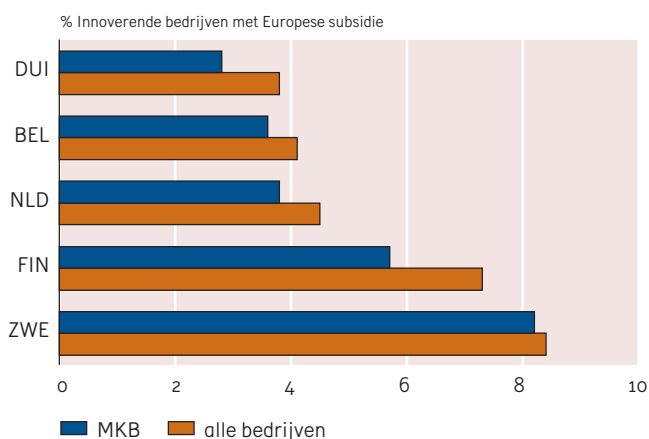
ven door buitenlandse opdrachtgevers, exclusief EU, is tussen 1993 en 2000 sterk gestegen tot bijna 670 miljoen euro en heeft zich daarna op dit niveau gestabiliseerd (**Figuur 2.8**). De financiering door de EU is tussen 1993 tot 2001 met gemiddeld 5% per jaar afgenomen maar is de laatste twee jaar weer sterk toegenomen tot 39 miljoen euro in 2003. Uit de Europese *Community Innovation Survey* (CIS)-enquête 1998-2000 blijkt dat van alle innoverende bedrijven in 2000 ongeveer 4,5% Europese steun ontving, van het innoverende midden- en kleinbedrijf (MKB) ontving 3,8% Europese steun. Binnen Europa neemt Nederland hiermee niet meer dan een middenpositie in. Een vergelijking met de innovatie-enquête 1996-1998 laat zien dat het aantal Nederlandse bedrijven dat een Europese subsidie ontvangt, is afgenomen van ruim 700 in 1998 tot ongeveer 650 in 2000.

Figuur 2.8 Het gebruik van internationale subsidie-regelingen door het bedrijfsleven



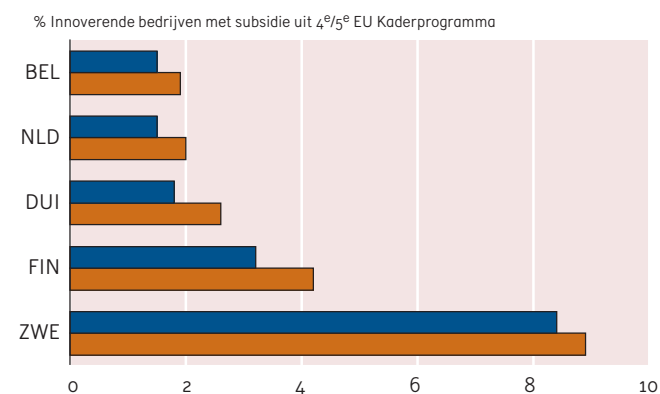
Bron: CBS (Kenniss en economie). Bewerking: MERIT.

Figuur 2.9 Innoverende bedrijven met Europese subsidies voor innovatieve doeleinden



Bron: Eurostat (CIS-3 database). Bewerking: MERIT.

Eén vorm van Europese steun wordt verkregen door deel te nemen aan projecten in het EU Kaderprogramma. Hierbij moet met minstens één andere partner in een ander land worden samengewerkt. Van alle innoverende bedrijven neemt maar 2% deel aan het Kaderprogramma, van het innoverende MKB maar 1,5% (**Figuur 2.9**). Nederland neemt hiermee binnen de groep referentielanden een voorlaatste plaats in, met België als hekkensluiter. Ondanks het feit dat dit cijfermateriaal fragmentarisch is en niet compleet (zo ontbreken EU-financieringscijfers voor de innovatie-enquête 1994-1996), lijken de bevindingen toch te duiden op een afname van de slagkracht of belangstelling onder Nederlandse bedrijven om Europese subsidies te bemachtigen voor hun innovatie-inspanningen. Gezien de gestaag toenemende concurrentie binnen de Europese onderzoeksruimte voor het verkrijgen van subsidies mag dit een minder positieve ontwikkeling worden genoemd.



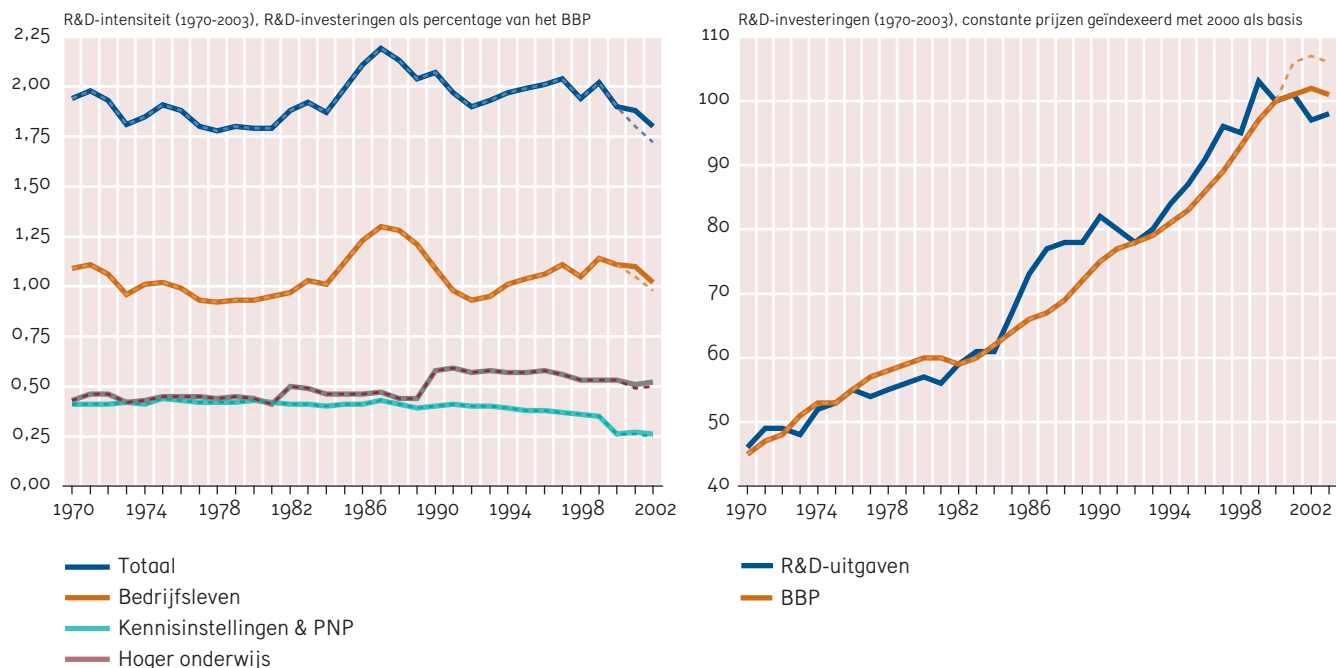
2.3 Het Nederlandse R&D-systeem in detail

In het begin van dit hoofdstuk zijn het investerings- en financieringspatroon van Nederland vergeleken met die van het buitenland. De volgende paragrafen gaan meer specifiek in op verschillende aspecten van de Nederlandse R&D-infrastructuur. Hierbij wordt zowel aandacht besteed aan de uitgaven en financiering van R&D binnen de verschillende institutionele sectoren als aan een beschrijving op microniveau van de belangrijkste uitvoerders.

2.3.1 R&D-investeringen algemeen

Figuur 2.10 schetst het verloop over de tijd van de R&D-intensiteit sinds 1970. Over deze periode zijn de zowel de methodiek als de bedrijfsensample meerdere malen gewijzigd, onder an-

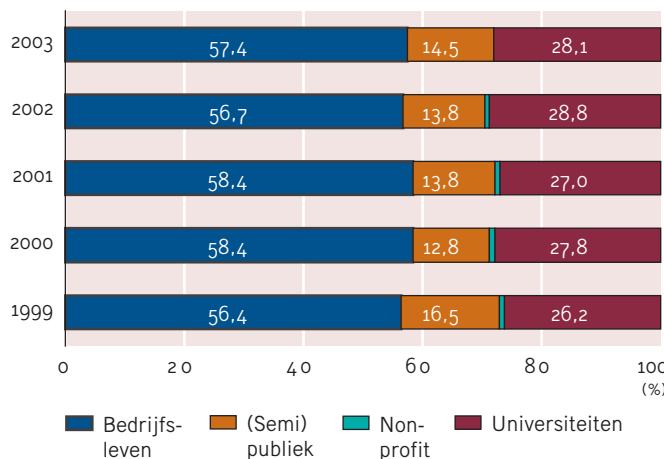
Figuur 2.10 Trends in R&D-intensiteit en R&D-investeringen



Intensiteiten en indexcijfers, voor 2001-2003 (na revisie BBP) weergegeven door dunne lijnen.

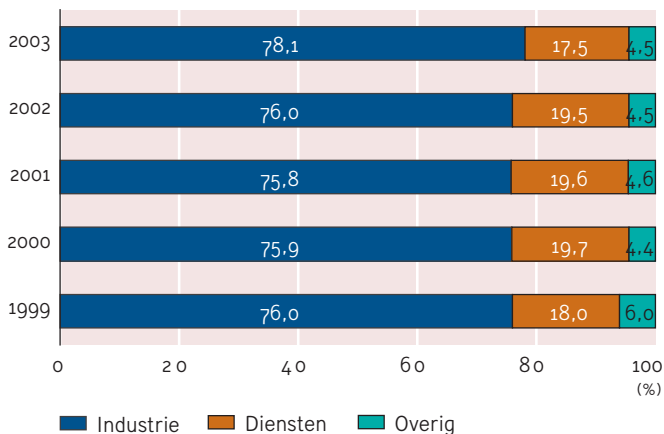
Bronnen: OESO, CBS. Bewerking: MERIT.

Figuur 2.11 Trends in de verdeling van de totale R&D-investeringen naar uitvoerende sector



Bron: CBS. Bewerking: MERIT.

Figuur 2.12 Trends in de verdeling van de R&D-investeringen van het bedrijfsleven naar uitvoerende sector

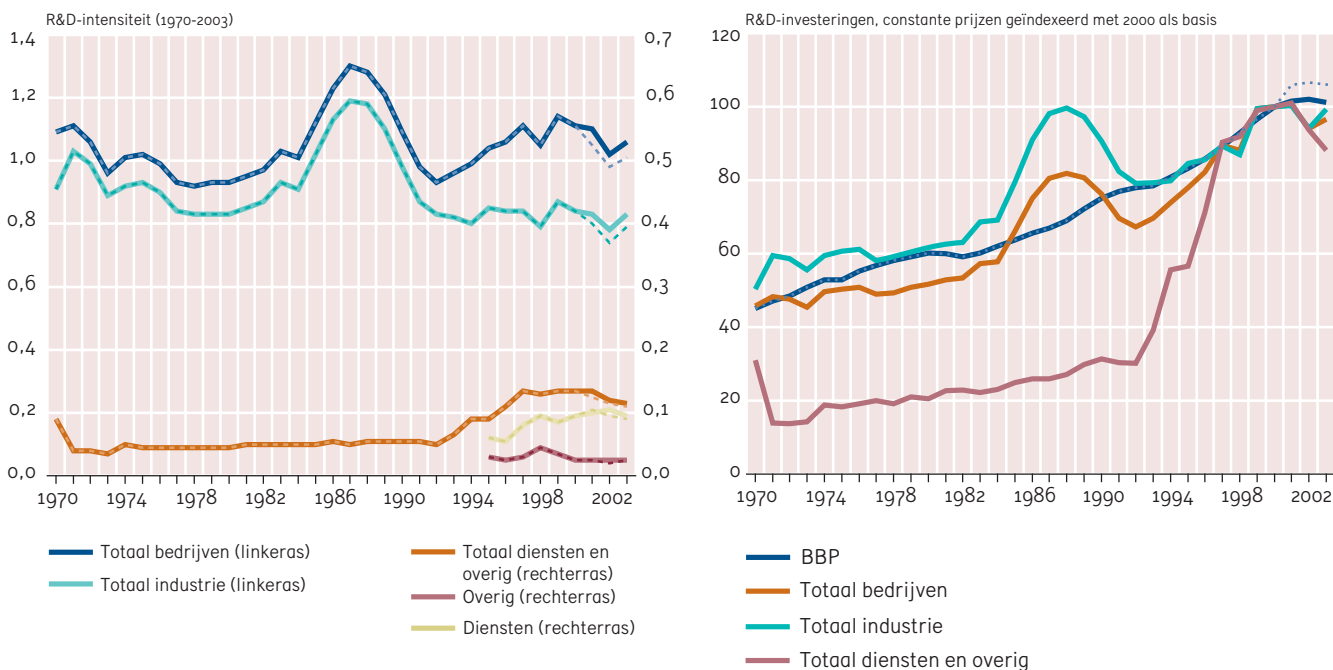


Bron: CBS. Bewerking: MERIT.

dere in 1990, 1994, 1996 en 2002¹² en de recente revisie van het BBP voor de jaren vanaf 2001. Ondanks deze wijzigingen kan globaal toch worden gesteld dat de Nederlandse R&D-intensiteit de laatste jaren aan het dalen is. Lag deze eind jaren negentig nog rond de 2%, inmiddels is de R&D-intensiteit gedaald tot gemiddeld 1,76% in de laatste drie jaar (1,84% op basis van BBP data voor revisie). Het aandeel in de Neder-

¹² Voor details omtrent deze wijzigingen verwijzen we naar verschillende jaargangen van het CBS rapport *Kennis en economie en diens voorloper* *Speur- en ontwikkelingswerk in Nederland*.

Figuur 2.13 Trends in R&D van het bedrijfsleven



Intensiteiten en indexcijfers voor 2001-2003 (na revisie BBP) weergegeven door dunne lijnen.

Bronnen: OESO, CBS. Bewerking: MERIT.

landse R&D-investeringen van de verschillende institutionele sectoren vertoont overigens significante fluctuaties gedurende de laatste 30 jaar. De recente daling van de R&D-intensiteit is het directe gevolg van een daling sinds 1999 van de R&D-investeringen gemeten in constante prijzen terwijl het BBP gemeten in constante prijzen tot 2002 is blijven stijgen en pas in 2003 is afgenomen.

Het aandeel van het bedrijfsleven in de Nederlandse R&D-investeringen schommelt de laatste jaren rond de 57% (**Figuur 2.11**). Het aandeel van de (semi-)publieke sector is ongeveer 14%, waarbij de sterke daling in 2000 wordt verklaard door het onderbrengen van het door NWO gefinancierde tweede geldstroomonderzoek bij de universiteiten. Hiermee is ook de sterke stijging van het aandeel van de universiteiten in 2000 verklaard. Het aandeel van de universitaire sector schommelt sindsdien rond de 28%.

¹³ Deze daling is onder andere het gevolg van het onderbrengen van KPN Research bij TNO.

2.3.2 R&D-investeringen van het bedrijfsleven

De R&D-investeringen van het bedrijfsleven zijn sinds begin jaren negentig toegenomen met een piek voor de R&D-intensiteit in 1999 van 1,14%. De laatste vier jaar zijn de R&D-inspanningen van het bedrijfsleven achtergebleven bij de ontwikkeling van het BBP (**Figuur 2.13**). De R&D-intensiteit is daardoor gedaald tot 1,01% in 2003 (1,06% op basis van BBP data voor revisie). Binnen het bedrijfsleven besteedt de industrie verreweg het meeste aan R&D. In 2003 is dit aandeel gestegen tot 78% doordat de R&D-investeringen in de diensten zowel in 2002 als 2003 zijn gedaald (**Figuur 2.12** en **Tabel 2.14**).¹³

De R&D-investeringen in het bedrijfsleven zijn in 2003 gestegen tot 4.804 miljoen euro. Tussen 2001 en 2002 waren deze nog sterk gedaald. Deze daling werd volledig veroorzaakt door de grotere bedrijven met meer dan 50 werknemers. De uitgaven van de grotere bedrijven dalen tussen 2001 en 2002 en stijgen vervolgens weer in 2003. Bij de kleine bedrijven met 10 tot 49 werknemers zien we een tegenovergestelde ontwikkeling. Een gewijzigde indeling van de bedrijven naar grootte tussen 2001 en 2002 bemoeilijkt echter een directe vergelijking tus-

Tabel 2.14 R&D-investeringen van het bedrijfsleven naar grootteklasse

		1996	1999	2000	2001	2002	2003
Bedrijven	Totaal	3342	4263	4457	4712	4543	4804
	10-49	163	349	265	378	422	387
	50+	3179	3915	4192	4333	4121	4417
	50-199	456	477	590	685		
	50-249					830	898
	200+	2723	3438	3602	3648		
	250+					3291	3519
Industrie	Totaal	2645	3242	3385	3573	3454	3750
	10-49	68	103	78	122	151	142
	50+	2578	3139	3306	3450	3304	3609
	50-199	296	301	345	435		
	50-249					504	528
	200+	2282	2838	2961	3015		
	250+					2800	3081
Diensten	Totaal	549	766	877	922	884	839
	10-49	86	186	168	230	257	231
	50+	463	580	709	692	627	607
	50-199	135	140	224	219		
	50-249					289	302
	200+	328	440	485	473		
	250+					338	305
Overig	Totaal	148	255	195	217	204	215
	10-49	9	60	19	27	14	14
	50+	138	196	176	190	190	201
	50-199	25	36	21	30		
	50-249					37	68
	200+	113	160	155	160		
	250+					153	133

Bron: CBS (Kennis en economie). Bewerking: MERIT.

sen de verschillende grootteklassen in deze jaren.¹⁴ Zo is de populatie aan de benedengrens verruimd en is de grens tussen middelgrote en grote bedrijven opgetrokken van 200 naar 250. Mede door de verruiming van de benedengrens is het aantal kleine bedrijven binnen de industrie toegenomen met bijna 24% en binnen de diensten met bijna 12%.

Tussen 2002 en 2003 dalen zowel in de industrie als in de diensten de R&D-investeringen van de kleine bedrijven. De R&D-investeringen van de grotere bedrijven dalen in de diensten, maar stijgen sterk in de industrie. Binnen de diensten dalen de uitgaven het sterkst bij de bedrijfstakken *Computerservicebureaus* (-73 miljoen euro) en *Groothandel* (-28), met name

14 Vanaf 2002 wordt bij de indeling niet langer gebruik gemaakt van het aantal werknemers maar van het aantal werkzame personen. Bij de kleinere bedrijven zijn hierdoor een aantal bedrijven in de populatie meegenomen die voor 2002 niet werden meegeteld. Denk hierbij aan bedrijven met 9 werknemers en 1 directeur die in 2002 meetellen omdat er 10 werkzame personen zijn maar voor 2002 niet in de populatie werden opgenomen. Ook is de grens tussen middelgrote en grote bedrijven (samen de grotere bedrijven) aangepast. Vanaf 2002 ligt die grens bij 250 werkzame personen, voor 2002 lag die grens bij 200 werknemers (vgl. CBS 2004, p. 96-97).

bij de kleine bedrijven. De sterkste toename zien we bij *Researchondernemingen* (+67), met name bij de kleine bedrijven. Binnen de industrie zien we de grootste daling bij de *Basismetaalindustrie* (-26). De bedrijfstakken met de grootste stijging in R&D-investeringen zijn de *Elektrotechnische industrie* (+183) en de *Farmaceutische industrie* (+73). De veranderingen in deze drie industriële bedrijfstakken worden volledig verklaard door veranderingen in de R&D-investeringen van de grootste bedrijven (CBS, 2005).

De groei van de reële private Nederlandse R&D-investeringen van bedrijven is laag vergeleken met die in de meeste referentielanden (Figuur 2.2). Tussen 1998 en 2003 bedraagt de gemiddelde jaarlijkse groei zo'n 0,9%, slechts een kwart van de gemiddelde jaarlijkse groei in de referentielanden. Die achterblijvende groei laat zich vertalen in een tekort in de toename van de reële private R&D-investeringen van 179 miljoen euro. Van dit tekort wordt 58% verklaard door het structuureffect en 42% door het intrinsiek effect (zie **Kader 3** voor een meer gedetailleerde analyse). Het negatieve structuureffect duidt op de relatief kleine omvang van het Nederlands bedrijfsleven. Het negatieve intrinsieke effect duidt op te lage R&D-investeringen binnen het bedrijfsleven: de daling in de private R&D-intensiteit komt geheel op conto van het feit dat ons bedrijfsleven kennisextensiever wordt.¹⁵

In aanvulling op de tot nu toe gepresenteerde cijfers geeft **Tabel 2.15** een overzicht van de R&D-bestedingen en R&D-werknemers van de grootste Nederlandse industriële bedrijven. Dit cijfermateriaal is afkomstig uit verschillende jaargangen van het *Technisch Weekblad* en betreft gegevens van de bedrijven zelf.¹⁶ De grootste industriële bedrijven, met meer dan 100 miljoen euro aan R&D-investeringen in 2004, omvat de zogeheten 'Grote Zeven': *Philips*, *ASML*, *Shell*, *DSM*, *Unilever*, *Akzo Nobel* en *Océ*. Vier hiervan behoren geheel of gedeeltelijk tot de chemische industrie, de andere drie bedrijven zijn vooral actief in de elektrotechnische industrie.¹⁷

De R&D-investeringen door het bedrijfsleven zijn in Nederland in 2002 sterk gedaald en in 2003 weer toegenomen. Vooral bij de grote bedrijven zijn de uitgaven in 2003 sterk gestegen (Tabel 2.14), en gegeven de aanwezigheid van enkele zeer grote bedrijven in Nederland moet een verklaring mogelijk worden gezocht in sterk gewijzigde R&D-investeringen bij enkele van de grootste R&D-investeerders. De optelsom van de uitgaven van de 12 grootste bedrijven in Tabel 2.15 laat echter geen wezenlijke verandering zien tussen 2001 en 2002, terwijl tussen 2002 en 2003 zelfs een kleine daling optreedt. Wel zijn er op bedrijfsniveau verschillende ontwikkelingen waar te nemen. Bij *Philips Research* en

ASML dalen de R&D-investeringen licht, bij *Unilever* stijgen ze sterk. De sterke afname van de R&D-investeringen van *Lucent* tussen 2001 en 2002 draagt bij aan een verklaring voor de daling van de R&D uitgaven in het bedrijfsleven in 2002.

¹⁵ Erken en Ruiter (2005) komen tot een vergelijkbare conclusie bij hun verklaring van de private R&D-achterstand ten opzichte van het OESO-gemiddelde. Die achterstand wordt voor 61% verklaard door het structuureffect en voor 39% door het intrinsiek effect. Met een over de tijd in omvang toenemend structuureffect concluderen Erken en Ruiter (2005) dat vergeleken met het OESO-gemiddelde er "over de tijd sprake is van een steeds kennisextensievere sectorstructuur in Nederland".

¹⁶ De informatie van de bedrijven zelf is verkregen via directe opgaven, uit de jaarverslagen, of van diverse andere bronnen. De gegevens komen als zodanig niet overeen met die van het CBS, maar de dekkingsgraad van deze gegevens en die van het CBS was bijzonder hoog voor het jaar 2000 (zie NOWT 2003; CBS, 2003).

¹⁷ De elektrotechnische industrie omvat de bedrijfstakken Kantoor-machines en computers, Audio-, video- en telecommunicatieapparaten, Medische apparaten en instrumenten en Elektrische machines.

Kader 3 Verklaring achterblijvende R&D-investeringen bedrijven: structuureffect en intrinsiek effect

Het structuureffect verklaart de achterblijvende toename in de R&D-investeringen door veranderingen in de samenstelling van het bedrijfsleven, dat wil zeggen een mogelijke verandering in de relatieve omvang van bijvoorbeeld industrie of diensten of een mogelijke verandering in de relatieve omvang van de verschillende bedrijfstakken binnen bijvoorbeeld de industrie. Het tweede effect, het intrinsiek effect, verklaart de achterblijvende toename in de R&D-investeringen door veranderingen in de "eigen" R&D-intensiteiten van de verschillende bedrijfstakken. De "eigen" R&D-intensiteit is hier gedefinieerd als de ratio van de R&D-investeringen van een bedrijfstak ten opzichte van de toegevoegde waarde van alleen die bedrijfstak, dus niet ten opzichte van het BBP. Een cijfermatig overzicht van beide effecten voor de periode 1998-2003 is weergegeven in de onderstaande tabel.

Opsplitsing tekort aan reële R&D-investeringen in structuureffect en intrinsiek effect (in miljoenen euro)

	R&D uitgaven 1998, constante prijzen	BBP 1998, constante prijzen	R&D uitgaven 2003, constante prijzen	BBP 2003 (voor revisie), constante prijzen	R&D intensiteit (RDI) 1998	R&D intensiteit (RDI) 2003 (voor revisie)	R&D 2003 indien BBP groei, constante prijzen*	"Tekort"	waarvan Structuur effect	waarvan Intrinsiek effect
Bedrijfsleven	4116	373659	4301	406746	1.10 %	1.06 %	4480	-179	-104	-75

Bron: CBS. Bewerking: MERIT.

* R&D-investeringen in 2003 indien de uitgaven even snel zouden zijn gegroeid als het BBP voor revisie. Voor de berekeningen is voor 1998 het gemiddelde gebruikt voor de jaren 1997, 1998 en 1999.

De daling van de R&D-intensiteit van 1,10 in 1998 naar 1,06 in 2003 (voor revisie) is deels het gevolg van een langzame groei van het bedrijfsleven vergeleken met het BBP (het structuureffect) en deels het gevolg van een dalende eigen R&D-intensiteit van het bedrijfsleven (het intrinsiek effect). Beide effecten dragen bij aan de achterblijvende groei van de reële R&D-investeringen, waarbij het structuureffect bijna anderhalf keer zo groot is als het intrinsiek effect. Belangrijker dan de vraag welk van beide effecten het grootste is, is de dubbele conclusie dat de R&D-investeringen ook zouden zijn gedaald indien de relatieve omvang van het bedrijfsleven niet zou zijn afgenomen en dat de R&D-investeringen ook zouden zijn gedaald indien deze relatieve omvang gelijk zou zijn gebleven omdat de eigen R&D-intensiteit is gedaald.

Voor de verklaring van de daling van de eigen R&D-intensiteit gebruiken we een andere definitie voor het structuureffect en het intrinsiek effect (vgl. Hollanders en Verspagen, 1999). De eigen R&D-intensiteit is gedaald met 0,026%-punt. Deze daling komt volledig op rekening van het structuureffect (zie Tabel in **Bijlage 3**): door een verschuiving van het relatieve belang van de verschillende bedrijfstakken binnen het bedrijfsleven zou de R&D-intensiteit zelfs met 0,194%-punt zijn gedaald. Dit komt zowel doordat de industrie als geheel in omvang afneemt als door een verschuiving tussen de verschillende bedrijfstakken binnen de industrie waarbij het belang van de zogenaamde high-tech bedrijfstakken afneemt.¹⁸ Opvallend is dat het intrinsiek effect zowel voor de industrie als voor het bedrijfsleven positief is: de gemiddelde R&D-intensiteit in de verschillende bedrijfstakken is dus juist toegenomen. Zonder de verschuiving van industrie naar diensten en van high-tech industrie naar de andere industriële bedrijfstakken zou de eigen R&D-intensiteit van het bedrijfsleven dus met 0,168%-punt zijn toegenomen.

Bedrijven zijn als zodanig dus niet minder aan R&D gaan uitgeven; dat het bedrijfsleven als geheel minder R&D uitgeeft komt dus volledig op conto van het feit dat het belang van de meer R&D-intensieve bedrijfstakken afneemt en dat van de minder R&D-intensieve bedrijfstakken toeneemt. Het Nederlandse bedrijfsleven wordt minder R&D intensief.

¹⁸ Conform de OESO-standaard worden de verschillende industriële bedrijfstakken ingedeeld als high-tech, medium-high-tech, medium-low-tech en low-tech op basis van hun gemiddelde afnemende R&D intensiteit, waarbij de R&D intensiteit is gedefinieerd als de R&D uitgaven als percentage van de eigen omzet.

Alhoewel de Grote Zeven een zeer vooraanstaande plaats innemen binnen het Nederlandse R&D-landschap, zijn de meeste hiervan bescheiden 'global players' wat hun R&D-investeringen betreft: in een door de Europese Commissie gepubliceerd rapport (EC, 2004) met een overzicht van top-500 be-

drijven binnen de Europese Unie met de hoogste R&D-investeringen in 2003, en de top-500 buiten de EU, weten alleen *Philips*, *Unilever*, en *Akzo Nobel* een plaats te veroveren in de mondiale top-50.

Tabel 2.15 Trends in de R&D-omvang van Nederlandse industriële bedrijven

	Uitgaven in miljoenen euro's					% R&D in NL	Werknemers (fte's)				
	2000	2001	2002	2003	2004		2000	2001	2002	2003	2004
Philips Research	1045	1103	1050	1001	1024	38	8683	8200	8130	7830	7634
Akzo Nobel			286	291	293	33	3400	3450	2260	2300	2250
Shell	157	215	298	249	273	63	2550		1500	1500	1500
ASML	269	286	267	252	246	82	1167	1335	1175	1210	1200
DSM	210	204	195	180	177	67	1520	1230	1100	1215	1135
Unilever	114	118	149	172	168	14	1350	1300	1050	1080	1080
Océ	114	135	140	140	132	65	1100	1100	1100	1100	1070
Stork	59	24	32	71	69	96	800	837	900	465	531
Thales	87	83	84	69	63		907	880	890	816	782
Corus Technology	55	64	69	60	57	70	443	480	493	469	450
Dow Benelux	37	37	40	37	38	4	251	292	293	280	234
Ericsson				37						400	
Medtronic Bakken				25						160	
Vitatron	17	14	21	24	25	84	200	175	160	180	180
FEI Company				21	24					140	145
GE Plastics	20	18	16	18	21	1	205	185	160	170	190
Campina			20	21	20	85			193	163	174
Siemens VDO		15	19	20	20			165	195	201	202
Delft Instruments	12	13	14	17	18	100	125	98	104	162	130
Teijin Twaron			13	14	15				78	86	91
Van Doorne Transmissie	14	12	12	15	14			108	124	125	120
Avebe				13	13					105	105
Gasunie Research	11	9.6	10	11	12	100	101	75	90	94	96
Inalfa Roof Systems	7	12	12	12	12	70	45	55	103	109	116
BE Semiconductor	11	14	10	12	11	88	68	60	64	79	84
Nutreco		7.9	8.2	11	11	47		98	112	114	110
Nedap				11	11					144	151
ASMI	15	16	19	10	10	18	51	87	110	84	80
Lucent	114	105	55	10	10	1	929	510	350	70	70
Grote bedrijven industrie (250+)	2547 ^a	2660 ^a	2665	2532	2550		23100	...	19241	18335	17936
Grote bedrijven industrie (200+) - CBS	2961	3015									
Grote bedrijven industrie (250+) - CBS			2800	3081							

Bronnen: Technisch Weekblad; CBS. Bewerking: MERIT.

^a Inclusief veronderstelde 286 miljoen euro R&D-investeringen door Akzo Nobel in 2000 en 2001.

Figuur 2.16 Ontwikkeling R&D-investeringen multinationals: in Nederland en wereldwijd

R&D-investeringen geïndexeerd met 2001 als basisjaar



Bronnen: Technisch Weekblad, Europese Commissie (2004). Bewerking: MERIT.

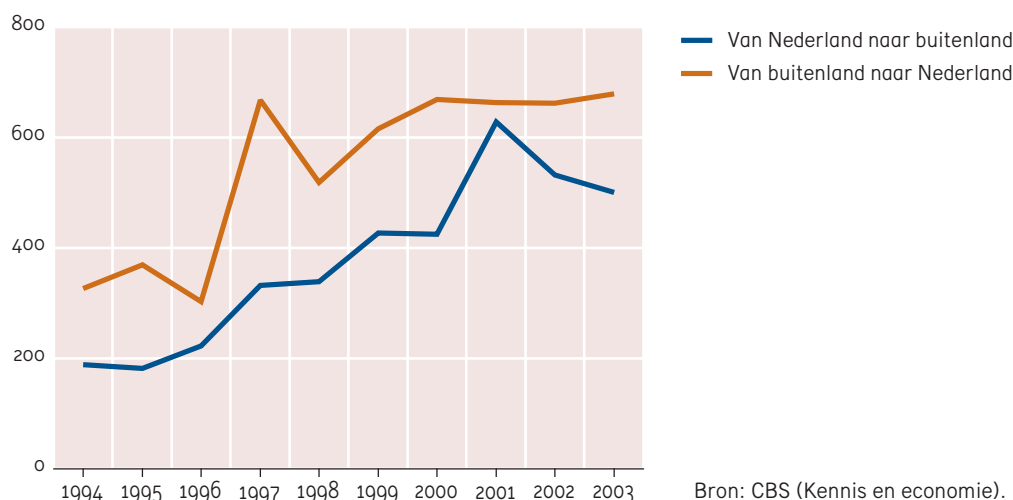
Voor verschillende bedrijven is in **Tabel 2.15** tevens aangegeven welk gedeelte van de wereldwijde concern R&D-investeringen aan R&D in Nederland wordt besteed.¹⁹ *Lucent* heeft amper nog R&D-activiteiten in Nederland. *Philips Research*, *Akzo Nobel* en *Unilever* besteden het grootste gedeelte van hun concernuitgaven in het buitenland. *ASML*, *Stork*, *Corus Technology*, *Shell* en *DSM* daarentegen besteden het grootste gedeelte in Nederland zelf. Een aantal van de R&D-intensieve bedrijven is ook actief op het vlak van fundamenteel onderzoek, een relatief kostbare en risicovolle bezigheid voor bedrijven. Sommige van deze Nederlandse bedrijven publiceren relatief veel onderzoekspublicaties in de openbare wetenschappelijke en technische literatuur, waarmee men bijdraagt aan de internationale kennisontwikkeling en een belangrijke brug slaat naar kennisleveranciers en onderzoekspartners in de publieke sector (zie Tabel 4.11). Recent onderzoek toont echter aan dat de onderzoeksagenda's van de Nederlandse kennisinstellingen op een aantal belangrijke R&D-terreinen mogelijk niet goed aansluit bij de agenda's van het

bedrijfsleven (Rensman, 2004). In paragraaf 5.2 komen wij hier nader op terug (zie o.a. Tabel 5.3).

De R&D-investeringen van enkele van de grootste multinationals zijn gedaald (Tabel 2.15). Zo zijn de R&D-investeringen van Philips in Nederland sinds 2001 met bijna 100 miljoen euro gedaald. Maar is deze recente daling mogelijk een gevolg van het verplaatsen van R&D-activiteiten naar het buitenland? Vergelijken met landen als Japan, de VS, Duitsland en Frankrijk heeft Nederland immers te maken met een hogere uitstroom van R&D (Erken e.a., 2004). In **Figuur 2.16** wordt voor zes van de Grote Zeven multinationals de ontwikkeling van de R&D-investeringen in Nederland vergeleken met de totale uitgaven wereldwijd. Voor *Philips*, *ASML*, *DSM* en *Océ* zien we dat da-

¹⁹ Omdat het hier om de uitgaven van het concern gaat mogen deze percentages dus niet worden geïnterpreteerd als R&D-investeringen van Nederlandse bedrijven in het buitenland. Een buitenlandse vestiging van een concern hoeft immers geen dochtermaatschappij van de vestiging van het concern in Nederland te zijn.

Figuur 2.17 Nederlandse bedrijven besteden evenveel aan R&D in het buitenland als buitenlandse bedrijven in Nederland
Trends in R&D-investeringen buitenlands bedrijfsleven in Nederland, en R&D-investeringen Nederlands bedrijfsleven in het buitenland



Bron: CBS (Kennis en economie). Bewerking: MERIT.

lende uitgaven in Nederland samengaan met dalende uitgaven wereldwijd. Bij *Philips* en *ASML* dalen de concernuitgaven zelfs sterker dan de Nederlandse R&D-investeringen. Bij *Shell* zien we een verschillend patroon met stijgende uitgaven, waarbij de uitgaven in Nederland wel minder sterk stijgen dan die wereldwijd. Bij *Unilever* gaan dalende uitgaven wereldwijd juist samen met sterk stijgende uitgaven in Nederland.

Hoewel het beschikbare cijfermateriaal slechts een fragmentarisch beeld schetst, lijkt het er toch op dat de daling van de R&D-investeringen door de Grote Zeven niet wordt veroorzaakt door een verplaatsing van R&D-activiteiten naar het buitenland. Hiermee sluiten we aan op een eerder rapport van het *Ministerie van EZ* waarin werd geconcludeerd dat er in Nederland geen sprake is van een grootschalige verplaatsing van R&D-activiteiten naar het buitenland (Gilsing en Erken, 2003). Deze conclusie wordt verder onderbouwd door het feit dat buitenlandse bedrijven nog altijd meer in R&D investeren in Nederland dan dat Nederlandse bedrijven investeren in het buitenland (**Figuur 2.17**). Van de ruim 650 miljoen euro aan R&D-investeringen door het buitenlandse bedrijfsleven in Nederland in 2001 was het leeuwendeel afkomstig uit slechts zes landen: de VS (35%), België (16%), Frankrijk (16%), Japan (11%) en Duitsland en het VK (beiden 6%).²⁰

2.3.3 Financieringsbronnen

Een deel van de uitgevoerde R&D in de institutionele sectoren wordt door de andere sectoren gefinancierd, bijvoorbeeld via het uitvoeren van opdrachten, of door het gezamenlijk uitvoe-

ren van R&D-projecten. Zo zien we dat het bedrijfsleven ongeveer de helft financiert van de totale Nederlandse R&D. De totale overheidsfinanciering, afkomstig van de rijksoverheid en in de vorm van universitaire fondsen, is afgenomen van 42% in 1995 tot 36% in 2003 (**Figuur 2.18**). Het financieringsaandeel van het buitenland lijkt na de sterke groei in de jaren negentig niet langer toe te nemen.²¹ Het bedrijfsleven financiert ongeveer 80% van de eigen R&D-investeringen; buitenlandse financieringen vertegenwoordigen zo'n 15%. De Nederlandse overheid financiert dus maar een klein deel van bedrijfs-R&D, waarbij wel moet worden aangetekend dat de WBSO-gelden niet in deze financieringscijfers zijn opgenomen (zie **Figuur 2.19**).

De overheid financiert wel het grootste deel van de universitaire R&D-investeringen. Het overheidsaandeel is sinds eind jaren negentig sterk toegenomen tot 87% in 2003. De wijze waarop universitaire onderzoeksuitgaven moeten worden gefinancierd staat volop ter discussie, met name rondom de matchingproblematiek (AWT, 2004) en de eventuele invoering van prestatiebekostiging (AWT, 2005). Deze toename is enerzijds het gevolg van het onderbrengen van het door NWO gefinancierde tweede geldstroomonderzoek bij de universiteiten en anderzijds door de toename van de eerste geldstroom. Het aandeel van het bedrijfsleven lijkt zich te hebben gestabiliseerd rond 7%. Het is voorsnog niet duidelijk in hoeverre hiermee (voorlopig) een

²⁰ OESO: AFA database.

²¹ Het financieringsaandeel van het buitenland was in 1990 nog maar 2%. Eind jaren negentig was dit aandeel bijna vervijfvoudigd.

grens is bereikt, dan wel of er sprake is van (tijdelijke) stagnatie in een proces van verdere commercialisering ('valorisatie') van universitaire kennis ten behoeve van het bedrijfsleven.

De rijksoverheid is ook nog steeds de belangrijkste financier van de niet-universitaire kennisinstellingen in de (semi-)publieke sector. TNO en de GTI's worden voor een belangrijk deel door de overheid gefinancierd door middel van zowel basisfinanciering als doelfinanciering. Het overheidsaandeel is sinds 1995 sterk afgenomen maar laat de laatste jaren weer een stijging zien. Het financieringsaandeel van het bedrijfsleven is gedaald tot ongeveer éénzesde van de R&D in deze sector.²² Het belang van financiering uit het buitenland is sinds begin jaren negentig sterk toegenomen en bedraagt nu ruim 11%.

Sinds 1994 kunnen Nederlandse bedrijven in het kader van de WBSO (Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk) een tegemoetkoming krijgen in de loonkosten die direct aan R&D zijn verbonden.²⁴ De WBSO is een veelgebruikte subsidieregeling die vooral veel aftrek vindt bij het MKB. Het succes van de

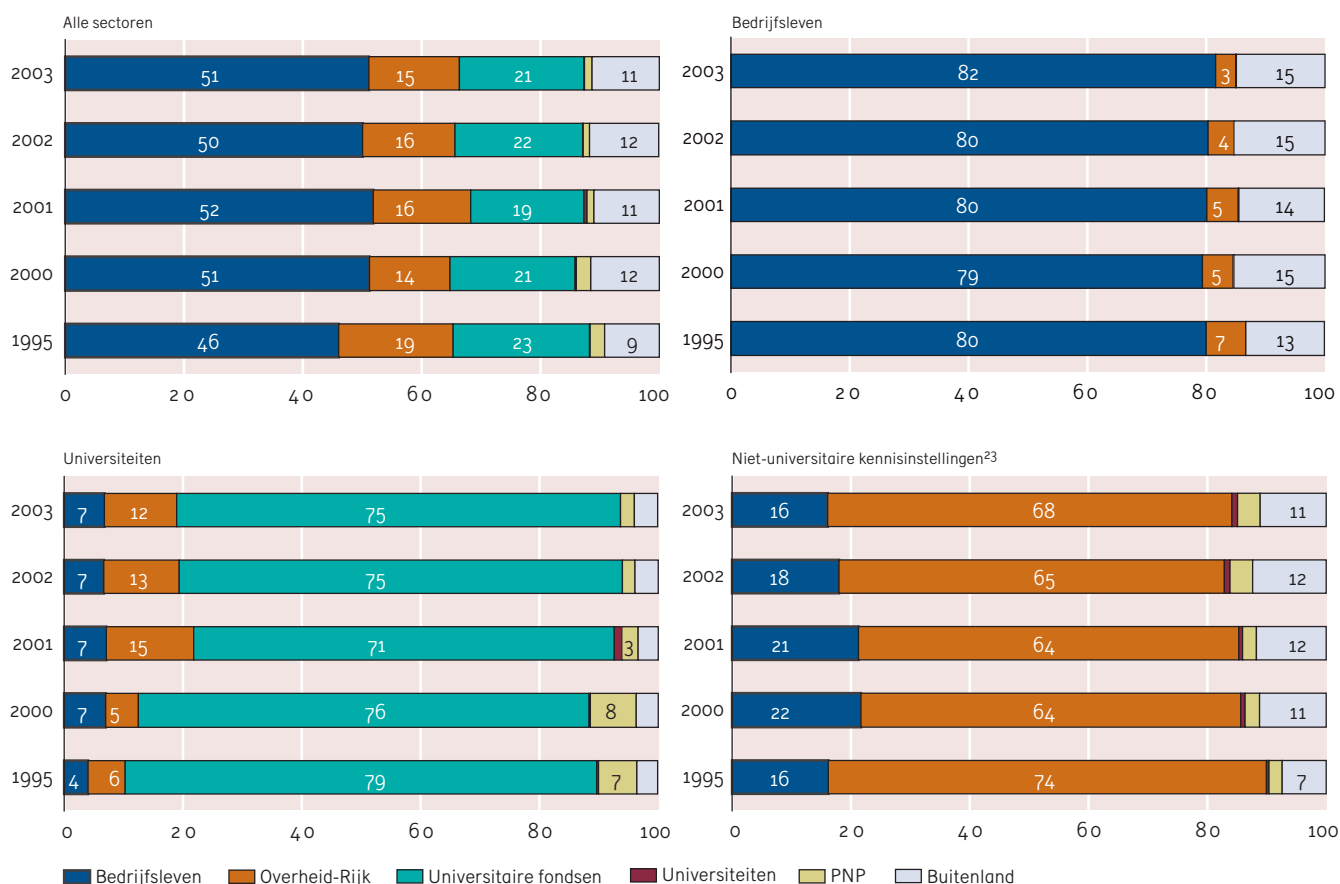
regeling blijkt uit de sterke stijging van de omvang in de eerste jaren na de introductie. Na de eerste piek in 1998 volgde een tweede piek in 2002. In 2003 zijn de WBSO-gelden voor het eerst in vijf jaar weer gedaald tot 425 miljoen euro (**Figuur 2.19**). Mogelijke verklaringen hiervoor zijn dat in 2003 het per-

²² De daling in 2002 en 2003 wordt veroorzaakt doordat de bedrijfsfinanciering in absolute zin is afgenomen met meer dan 50 miljoen euro terwijl de R&D-investeringen van de niet-universitaire kennisinstellingen met 100 miljoen euro is toegenomen.

²³ Inclusief Particuliere non-profit instellingen (o.a. KWF Kankerbestrijding, de Nederlandse Hartstichting en het Nederlandse Reuma-fonds).

²⁴ Tegenwoordig de Wet Vermindering afdracht loonbelasting en premie voor de volksverzekeringen, hoofdstuk VIII S&O vermindering. Op grond van de WBSO mogen bedrijven minder loonbelasting en premie volksverzekeringen afdragen. Deze WBSO-subsidies zijn, evenals de fiscale maatregelen in andere landen, niet inbegrepen in de R&D-financieringscijfers van het CBS en de OESO.

Figuur 2.18 R&D-investeringen naar financieringsbron



Bronnen: OESO (Research and Development Statistics); CBS (Kennis en economie). Bewerking: MERIT.

centage afdrachtvermindering voor startende innovatieve ondernemingen in de eerste schijf is verlaagd van 70 naar 60 procent, en dat bedrijven geen WBSO meer konden aanvragen voor op zichzelf staand haalbaarheidsonderzoek en voor werkzaamheden op het gebied van de klassieke veredeling en kleine technische wijzigingen in bestaande producten en processen (Senter, 2004). Van het totaal aantal aanvragen in 2003 was 95% afkomstig van het MKB, van de WBSO gelden ging 68% naar het MKB. Het Nederlandse MKB heeft binnen de groep referentielanden een redelijk goede positie wat betreft het uitvoeren van eigen onderzoek, het uitbesteden daarvan aan externe partijen, en participatie in innovatiegerichte netwerken (zie Figuur 2.35).

De *Interdepartementale Commissie Economische Structuurversterking* (ICES) is ingesteld om investeringsprojecten te stimuleren die de economische structuur van Nederland versterken. Vanwege het grote belang van investeren in de kennisinfrastructuur (KIS) is de werkgroep ICES/KIS in het leven geroepen ten behoeve van ICES/KIS-projecten (thans de Bsik programma's, zie paragrafen 2.4.1 en 4.4). Vanwege het grote belang van investeren in kennis voor de toekomst van Nederland heeft het kabinet besloten voor de derde investeringsronde (de periode 2004-2010) in totaal 800 miljoen euro te besteden. In de eerdere subsidierondes ging het om projecten ter waarde van 113 miljoen euro (1994) en 211 miljoen euro (1998). Het geld voor de investeringsimpuls komt uit het *Fonds Economische Structuurversterking* dat onder andere wordt gevoed uit de aardgasbaten en door verkoop van staatsdeelnemingen.

In feite zouden ook de WBSO-gelden bij de overheidsfinanciering, zoals die in voorgaande tabellen en figuren zijn weergegeven, moeten worden opgeteld (Figuur 2.20). In 2002 be-

25 Inclusief WBSO-gelden stijgt het percentage overheidsfinanciering met gemiddeld bijna 4%-punt waarbij dit percentage in de tijd oploopt tot 5,8%-punt in 2002. Dit nuanceert de dalende overheidsfinanciering op basis van CBS en OESO cijfers.

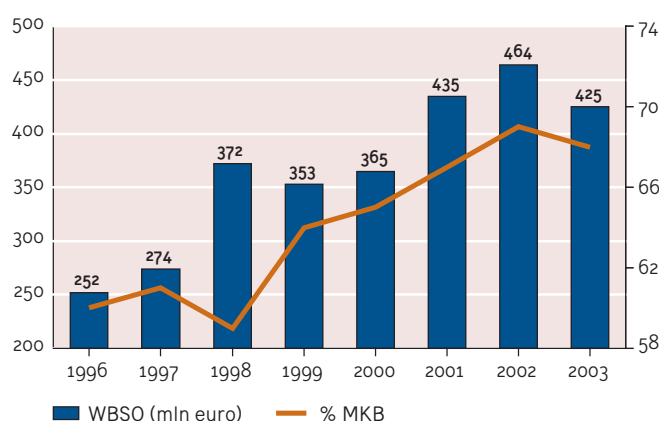
26 De ICES/KIS-gelden zijn voor elk van de perioden gelijk verdeeld over de betreffende jaren.

droeg het op CBS-cijfers gebaseerde percentage van door de overheid gefinancierde R&D 38%, inclusief de WBSO-gelden zou dit percentage stijgen naar ruim 43%.²⁵

2.3.4 Niet-universitaire onderzoeksinstellingen

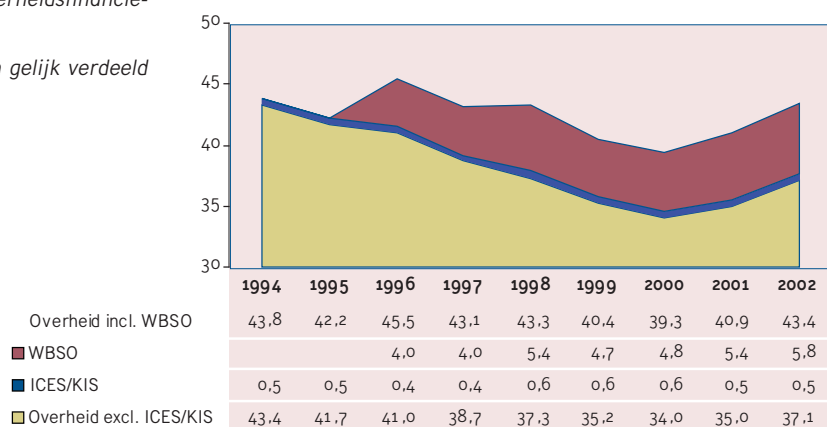
De (semi-)publieke sector is, samen met de universiteiten, van oudsher één van de sterktes van de Nederlandse R&D-infrastructuur. Organisaties zoals TNO, de vijf *Grote Technologische Instituten* (GTI's) en de DLO-instituten²⁷ zijn sterk gericht op de praktijk en op specifieke technologiegebieden; ze verrichten eigen toegepast of strategisch onderzoek en/of vertalen resultaten van extern fundamenteel onderzoek naar commerciële toepassingen. TNO richt zich daarbij enerzijds

Figuur 2.19: Trends in gebruik van de WBSO subsidieregeling



Bron: Senter (2004). Bewerking: MERIT.

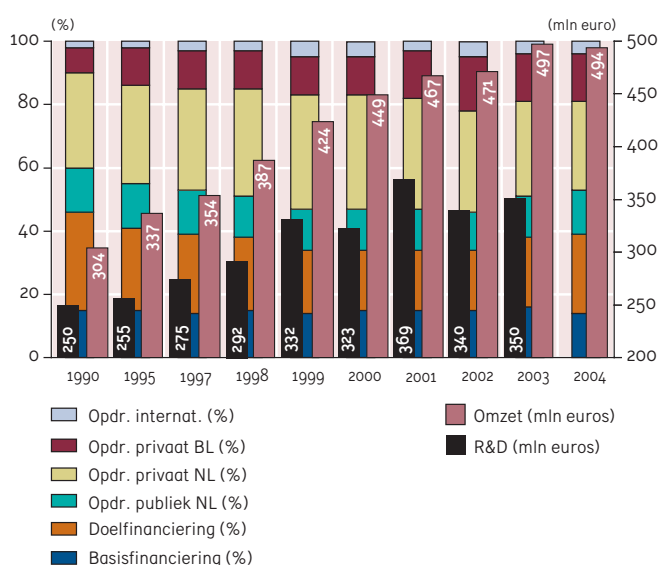
Figuur 2.20 Overheidsfinanciering van R&D inclusief WBSO (als % van totale Nederlandse R&D-investeringen)



Bronnen: CBS, Senter (2004), Bewerking: MERIT.²⁶

op het ondersteunen van overheden bij de formulering en implementatie van beleid door middel van strategisch onderzoek, toegepast onderzoek en advisering, en anderzijds op het versterken van de concurrentiekracht van het bedrijfsleven. TNO onderhoudt ook veel samenwerkingsverbanden met de Nederlandse universiteiten en financiert een aantal universitaire leerstoelen. Daarnaast vervult TNO een taak in de ontwikkeling van specifieke technologieën voor overheid en bedrijfsleven.

Figuur 2.21 Trends in de R&D-investeringen en omzetfinanciering van TNO, 1990-2004



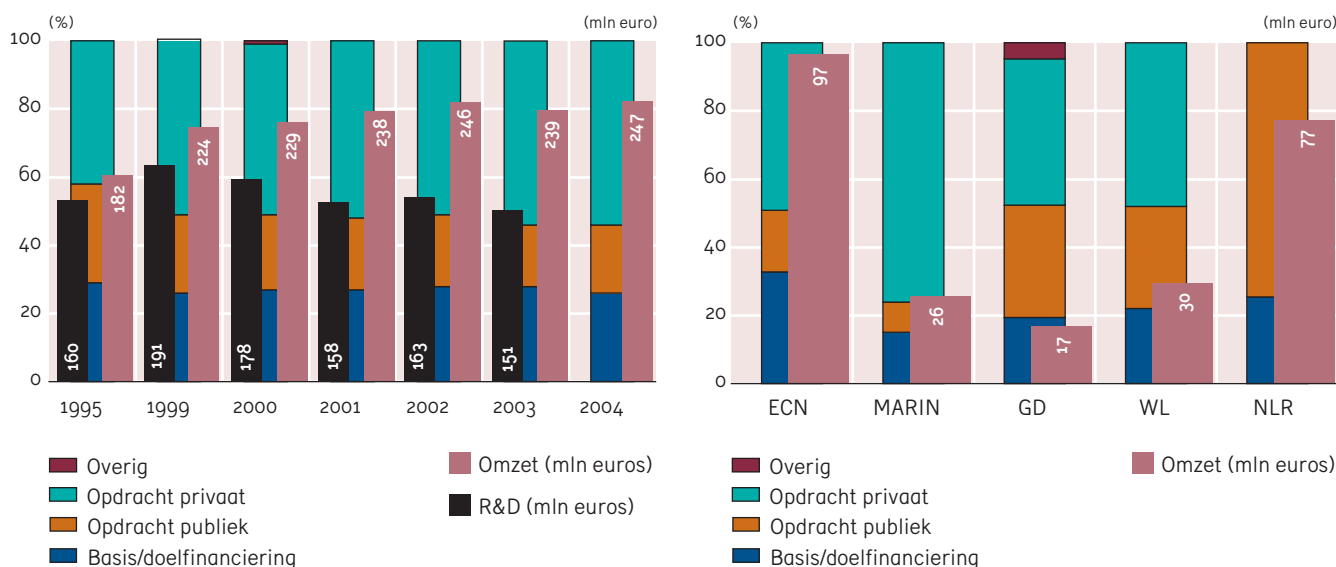
Bronnen: CBS, Min. OCW. Bewerking: MERIT.

Met het onderbrengen van de tweede geldstroom van NWO bij de universiteiten in 2000 zijn de uitgaven van deze sector in de R&D-statistieken naar beneden bijgesteld. Qua R&D-intensiteit en groei is de sector nu vergelijkbaar met het gemiddelde van de referentielanden. De onderzoeksinstituten in de (semi-)publieke sector gaven in 2003 ruim 1,2 miljard euro uit aan R&D, bijna 15% van de Nederlandse R&D-investeringen. TNO is veruit de grootste uitvoerder van R&D binnen de (semi-)publieke sector. In 2003 gaf TNO 350 miljoen euro uit aan R&D (Figuur 2.21) en is daarmee na Philips de grootste investeerder in Nederland. De omzet van TNO is tot 2003 sterk gestegen, waarbij de inkomsten tot eind jaren negentig voor een steeds groter deel afkomstig zijn uit private bronnen. Sinds 2000 stijgt het gezamenlijke aandeel van basis- en doel-financiering.²⁸

²⁷ De DLO-instituten zijn ondergebracht in de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). De DLO-instituten vormen een kenniscluster met de Universiteit Wageningen en zijn sedert enige jaren onderdeel van de Wageningen Universiteit en Researchcentrum (WUR). De Stichting DLO kende een omzet van ruim 350 miljoen euro in 2002. Sommige DLO-instituten zijn de laatste jaren geprivatiseerd (Plant Research International BV) of opnieuw gegroepeerd. In juni 2003 zijn ID-Lelystad, RIVO, Praktijkonderzoek Veehouderij en Wageningen Universiteit Dierwetenschappen verder gegaan onder de naam Animal Sciences Group. In oktober 2003 gingen ATO en IMAG verder als Agrotechnology & Food Innovations.

²⁸ Basissubsidies dienen ter financiering van het onderhoud van de kennisbasis en doelsubsidies dienen de strategische technologische ontwikkeling ten behoeve van marktpartijen.

Figuur 2.22 Trends in de R&D-investeringen en omzetfinanciering van de GTI's, 1995-2004



Voor NLR is de financiering uit private bronnen incl. publieke bronnen.

Bronnen: CBS, Min. OCW, CPB. Bewerking: MERIT.

De vijf GTI's vormen als groep de tweede uitvoerder binnen de (semi-)publieke sector. Deze R&D-instellingen hebben tot taak kennis te verwerven en/of te onderhouden met betrekking tot één specifiek technologiegebied. De R&D-investeringen van de GTI's zijn in 2003 gedaald tot 151 miljoen euro (**Figuur 2.22**) en volgen hiermee de omzetsdaling in dat jaar. Van de GTI's geeft NLR (*Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium*) het meeste uit aan R&D. De financiering van de omzet is voor driekwart afkomstig van private bronnen. De omzet van ECN (*Energieonderzoek Centrum Nederland*) overstijgt die van NLR, maar de R&D-investeringen liggen zo'n 10% onder die van NLR. Ongeveer de helft van de omzet wordt gefinancierd uit private bronnen. WL (*Waterloopkundig Laboratorium*) geeft jaarlijks zo'n 20 miljoen euro uit aan R&D. Een groeiend deel hiervan wordt gefinancierd uit basis- en doelsubsidies. Bij GD (*GeoDelft*) wordt in 2001 ongeveer de helft van de omzet aan R&D-uitgegeven. De financiering uit basis- en doelsubsidies is sterk toegenomen sinds het instellen van doelsubsidies door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat in 1999. MARIN (*Maritiem Research Instituut Nederland*) wordt voor drievierde gefinancierd uit private bronnen. MARIN geeft in 2002 ongeveer 9 miljoen euro uit aan R&D. Voor de GTI's als groep zijn de aandelen van de verschillende financieringsvormen vrijwel constant. De belangrijkste vorm van inkomsten zijn de private bronnen.

De *Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek* (NWO) heeft als doel het stimuleren en coördineren van fundamenteel en strategisch wetenschappelijk onderzoek. Dit gebeurt enerzijds door het toekennen van subsidies aan universitaire onderzoekers, anderzijds door het financieren van

onderzoek verricht binnen de eigen NWO-instituten.²⁹ NWO financierde via de tweede geldstroom in 2004 275 miljoen euro aan universitair onderzoek (**Figuur 2.23**). Bij de eigen instituten werd nog eens zo'n 125 miljoen euro uitgegeven aan R&D. Sinds 1999 is het werkgeverschap van het personeel werkzaam bij de universiteiten overgedragen aan de universiteiten. Hierdoor daalt het aantal werknemers bij NWO gestaag sinds 1999.³⁰

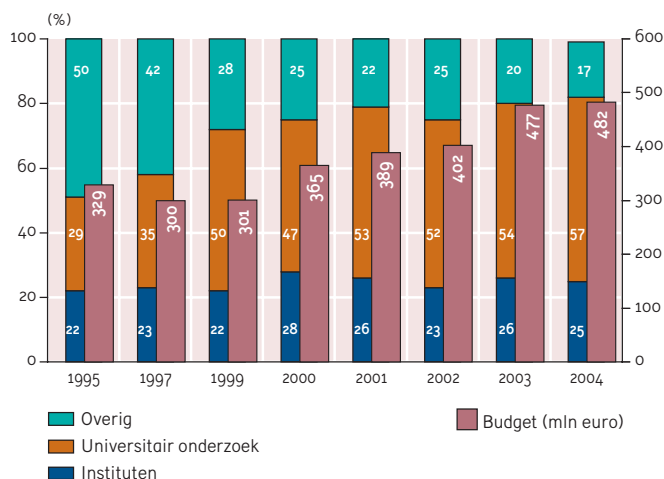
De andere instelling die universitair onderzoek financiert met tweede geldstroomfinanciering is de KNAW (*Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*)³¹. **Figuur 2.24** geeft de hoogte en de verdeling van het KNAW-budget. Ongeveer driekwart van het budget gaat naar de KNAW-instituten. Bin-

²⁹ Deze instituten zijn ASTRON (*Astronomisch Onderzoek in Nederland*), FOM (*Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie*), NIKHEF (*Nationaal Instituut voor Kernfysica en Hoge Energie Fysica; een samenwerkingsverband tussen FOM, UvA, VU, RU en UU*), AMOLF (*FOM-Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica*), FOM-Instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen, ING (*Instituut voor Nederlandse Geschiedenis*), NIOZ (*Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee*), CWI (*Centrum voor Wiskunde en Informatica*), NSCR (*Nederlands Studiecentrum voor Criminaliteit en Rechtshandhaving*), en SRON (*Stichting Ruimteonderzoek Nederland*).

³⁰ Het CBS heeft deze wijziging éénmalig doorgevoerd, zodat vanaf 2000 de gehele tweede geldstroomfinanciering door NWO direct bij de universiteiten is ondergebracht.

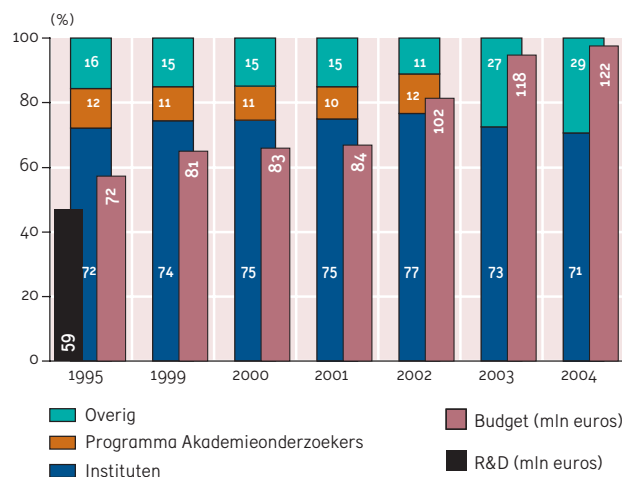
³¹ Tot en met het jaar 2002 gebeurde dit met name door het financieren van postdocplaatsen op basis van het Programma Akademieonderzoekers. Dit programma is opgevolgd door het Programma Akademiehoogleraren.

Figuur 2.23 Trends in de R&D-investeringen en omzetfinanciering van NWO, 1995-2004



Bronnen: NWO, Min. OCW, CPB. Bewerking: MERIT.

Figuur 2.24 Trends in de verdeling van het KNAW budget, 1995-2004



Bronnen: KNAW, Min. OCW, CPB. Bewerking: MERIT.

nen veel van deze instituten wordt fundamenteel wetenschappelijk onderzoek verricht. Daarnaast worden taken op het gebied van wetenschappelijke informatievoorziening uitgevoerd.

Tabel 2.25 geeft een beperkt overzicht van de R&D-investeringen van de verschillende onderzoeksinstituten in de (semi-)publieke sector. Het overzicht is beperkt omdat voor veel instellingen gegevens omtrent hun R&D-uitgaven ontbreken of niet voor alle jaren beschikbaar zijn. TNO is veruit de grootste instelling, gevolgd door de groep GTI's, en de NWO-instituten. Voor de groep WUR-instituten is geen totaalcijfer beschikbaar omdat R&D-investeringen slechts voor vier van de tien instituten beschikbaar zijn.³² Dit overzicht bevat tevens gegevens over de grootste instellingen in de PNP-sector. De

eigen R&D-investeringen voor deze sector zijn in 2003 sterk gedaald van 58 naar 3 miljoen euro, terwijl de R&D-uitbestede

³² De WUR-instituten zijn: *Agrotechnology & Food Innovations* (tot oktober 2003 ATO en IMAG), *Alterra*, *Animal Sciences Group* (per juni 2003 zijn ID-Lelystad, RIVO en Praktijkonderzoek Veehouderij onder deze naam verder gegaan), *CIDC-Lelystad*, *Internationaal Agrarisch Centrum (IAC)*, *LEI*, *Plant Research International BV*, *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*, *RIKILT-Instituut voor Voedselveiligheid en Wageningen Business School* (voorheen WSM en PHLO).

³³ Voor veel instellingen ontbreken de financiële gegevens omtrent hun R&D uitgaven of zijn deze niet volledig. Zo ontbreekt van de grotere instellingen bijvoorbeeld het RIVM.

Tabel 2.25 R&D-investeringen van Nederlandse onderzoeksinstituten en semi-overheids-instellingen (in miljoenen euro's)³³

		1999	2000	2001	2002	2003
(Semi-)overheidsinstellingen - totaal		1250	974	1114	1106	1213
TNO		332	323	369	340	350
GTI's - totaal		191	178	158	163	151
NLR	- Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium	--	--	60	63	--
ECN	- Energieonderzoek Centrum Nederland	52	--	53	--	--
WL/Delft Hydraulics		21	--	19	--	--
GD	- GeoDelft	--	2	9	--	--
MARIN	- Maritiem Research Instituut Nederland	--	--	4	9	--
NWO-instituten - totaal		80	104	100	106	120
ASTRON	- Instituut voor Astronomisch Onderzoek in Nederland	--	11	11	10	15
CWI	- Centrum voor Wiskunde en Informatica	--	14	14	14	15
FOM	- Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie	--	42	36	40	47
ING	- Instituut voor Nederlandse Geschiedenis	--	2	3	3	3
NIOZ	- Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee	--	20	20	20	20
NSCR	- Nederlands Studiecentrum voor Criminaliteit en Rechtshandhaving	--	1	2	2	2
SRON	- Stichting Ruimteonderzoek Nederland	--	14	15	17	18
WUR-instituten						
Alterra	- Research Instituut voor de Groene Ruimte	--	--	--	51	--
Plant Research International BV		--	--	51	49	--
CIDC-Lelystad	- Centraal Instituut voor Dierziekte Controle	--	35	42	--	--
ATO	- Agrotechnology & Food Innovations	--	--	25	--	--
KNAW-instituten						
GSW ^a	- Instituten voor Geesteswetenschappen en Wetenschappelijke Informatie	12	13	15	14	--
LW ^a	- Instituten voor Levenswetenschappen	28	30	30	32	--
NIH	- Nederlands Instituut voor Hersenonderzoek	--	--	36	--	--
NIOD	- Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie	--	--	--	18	--
CBS	- Centraalbureau voor Schimmelcultures	--	--	--	15	--
NIOO	- Nederlands Instituut voor Ecologie	--	27	--	14	--
NIOB	- Hubrecht Laboratorium	--	--	--	10	--

		1999	2000	2001	2002	2003
ICIN	- Interuniversitair Cardiologisch Instituut Nederland	--	--	--	5	--
IISG	- Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis	--	--	--	4	--
CHI	- Constantijn Huygens Instituut	--	--	--	3	--
Fryske Akademy		--	--	--	2	--
Meertens Instituut		--	--	--	2	--
IOI	- Interuniversitair Oogheelkundig Instituut	--	--	--	1	--
Overige instellingen						
Dimes/TU Delft		--	--	--	21	--
KIWA		16	10	--	13	--
KNMI		--	--	10	--	--
Sanquin Bloedvoorziening (CLB)		--	10	--	--	--
Particuliere Non-Profit (PNP) instellingen		67	75	65	58	3
KWF Kankerbestrijding		55	45	55	46	42
Nederlandse Hartstichting		--	15	--	13	--
Nationaal Reumafonds		--	--	6	--	--
Nierstichting		--	4	--	5	--

Bronnen: CBS, CPB, KNAW, NWO, Technisch Weekblad, individuele jaarverslagen van instellingen. Bewerking: MERIT.

a. De cijfers voor GSW- en LW-instituten zijn opgegeven door KNAW. De cijfers voor de individuele KNAW-instituten zoals weergegeven in CPB *R&D Hitlijst 2003*. De cijfers van de laatste tellen niet op tot het totaal van de GSW- en LW-instituten.

ding sterk is toegenomen van 81 naar 110 miljoen euro (bron: CBS, 2005).

Een belangrijk deel van de R&D-inspanningen door de Nederlandse niet-universitaire onderzoeksinstellingen betreft overigens fundamenteel wetenschappelijk en technisch onderzoek. Dit blijkt onder meer uit de grote aantallen gepubliceerde wetenschappelijke artikelen in de periode 2000-2003 (Tabel 4.11).

2.3.5 Universiteiten

De universiteiten vormen in Nederland van oudsher één van de belangrijkste pijlers van het nationale onderzoeksbestel. Universiteiten hebben een driedig doel. Naast het verrijken van onze kennisvoorraad door het verrichten van wetenschappelijk en technisch onderzoek, en het opleiden van een deel van de toekomstige beroepsbevolking, wordt ook verwacht dat universitaire kennis een bijdrage levert aan maatschappelijke toepassingen en economisch benutting. In deze paragraaf beperken we ons tot de onderzoeksinspanningen van de universiteiten (de andere doelen komen in de volgende hoofdstukken aan bod).

Nederland telt 14 universiteiten die in 2003 ruim 2,3 miljard euro uitgaven aan onderzoek en ontwikkeling, bijna 28% van alle in Nederland uitgevoerde R&D. Financiële gegevens per universiteit ontbreken echter en deze paragraaf zal daarom gebaseerd zijn op gegevens omtrent de input in de vorm van wetenschappelijk onderzoekspersoneel (WP). In 2003 bedroeg de personele inzet van wetenschappelijk personeel bijna

15.000 mensjaren (zie Tabel 3.9 voor de verdeling over de universiteiten).

Het wetenschappelijk personeel kan, conform de verschillende financieringsstromen, worden onderverdeeld in eerste, tweede, en derde geldstroom (WP1, WP2 en WP3). WP1 omvat de onderzoekers die worden gefinancierd via de universitaire fondsen afkomstig van het Ministerie van OCW. WP2 omvat de onderzoekers die worden gefinancierd via NWO en KNAW. WP3 ten slotte omvat de onderzoekers die worden gefinancierd uit andere bronnen, vaak in de vorm van onderzoeksopdrachten voor derden. Tot de belangrijkste van die opdrachtgevers behoren de verschillende ministeries, met name de Ministeries van OCW en EZ, de *Europese Commissie*, het bedrijfsleven, en charitatieve fondsen.

In **Tabel 2.26** zijn voor de universiteiten de groeicijfers voor de verschillende WP categorieën gegeven voor de periode 1992-2003. Voor alle universiteiten samen laat de personeelsomvang een kleine groei zien.³⁴ De *Universiteit Maastricht* (UM), de jongste van alle universiteiten, is de grootste groeier. Ook de *Vrije Universiteit Amsterdam* (VU), de *Erasmus Universiteit Rotterdam* (EUR) en de *Radboud Universiteit Nijmegen* (RU) en de *Universiteit Twente* (UT) laten een sterke groei zien. De personeelsomvang daalt het meest bij de *Rijksuniversiteit Groningen* (RUG), de *Universiteit van Amsterdam* (UvA) en de *Universiteit van Tilburg* (UvT).

³⁴ Deze groei is exclusief de personeelsomvang van TUD.

De eerste geldstroomfinanciering is in reële termen met 0,6% op jaarbasis gedaald tussen 1992 en 2003 (met 0,25% op jaarbasis). Een direct gevolg van deze dalende overheidsfinanciering is een daling van WP1 personeel met 1,2%. Door een sterke reële stijging van de tweede geldstroom is het WP2 personeel met 4,1% toegenomen. Ondanks een reële groei van 4,1% van de derde geldstroom is de bijbehorende personeelscategorie slechts met 0,6% gegroeid. Deze uitkomst roept vragen op in relatie tot vraagstukken en problemen rondom het vaststellen en ver-

gelijken van de productiviteit van (Nederlands) universitair onderzoek (zie ook figuur 4.2) en de valorisatie van onderzoeksresultaten (paragraaf 5.1). Het antwoord zal moeten volgen uit toekomstig onderzoek, mogelijk zelfs in een volgend NOWT rapport.

Het beeld voor de verschillende universiteiten is nogal divers. De omvang van de tweede geldstroom is het sterkst toegenomen bij UM en EUR. De omvang van de derde geldstroom is het sterkst toegenomen bij UM en de *Technische*

Tabel 2.26 Veranderingen in de omvang van universitair onderzoekspersoneel tussen 1992 en 2003 naar financieringsbron*, **

	LEI	UU	RUG	EUR	UM	UvA	VU	RU	UvT	TUD***	TUE	UT	WUR	Totaal
WP	0.4	1.5	-0.5	2.4	3.9	-0.4	3.6	2.1	-0.7		0.8	2.2	1.0	0.3
WP1	-1.3	1.1	-0.1	-0.1	1.4	-1.9	3.1	0.6	-0.5		-3.1	0.0	-2.5	-1.2
WP2	1.8	3.9	1.6	12.3	13.8	3.9	5.5	5.0	6.7		5.7	8.5	7.3	4.1
WP3	2.5	0.2	-3.4	2.5	5.1	-0.5	3.0	2.2	-6.6		6.0	0.8	1.9	0.6

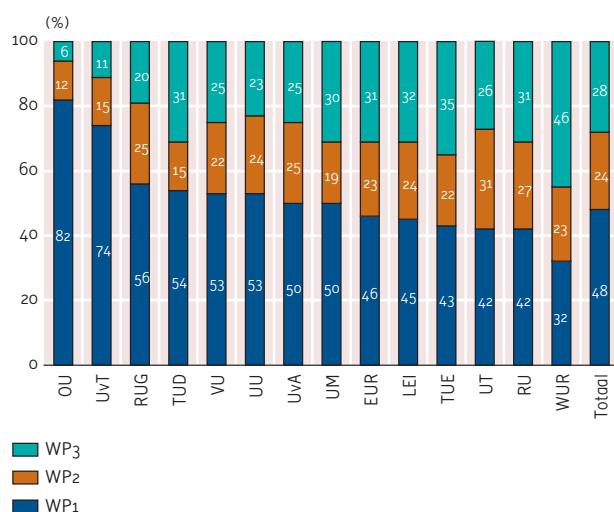
Bron: VSNU. Bewerking: MERIT.

* De groeivoeten zijn berekend als de gemiddelde jaarlijkse groei over 1992-2003. De groeivoeten voor alle universiteiten zijn excl. TUD. Voor de TUD zijn geen gegevens opgenomen omdat cijfers ontbreken voor de jaren vanaf 1999. Voor de OU zijn geen gegevens opgenomen omdat de personeelsaantallen klein zijn en te sterk veranderen per jaar.

** WP=wetenschappelijk personeel, WP1=WP gefinancierd uit eerste geldstroom, WP2=WP gefinancierd uit tweede geldstroom, WP3=WP gefinancierd uit derde geldstroom.

*** De TUD-gegevens ontbreken omdat deze instelling geen betrouwbare gegevens kan leveren voor de jaren 1999-2003.

Figuur 2.27 Verdeling van onderzoekers per universiteit naar financieringsbron*



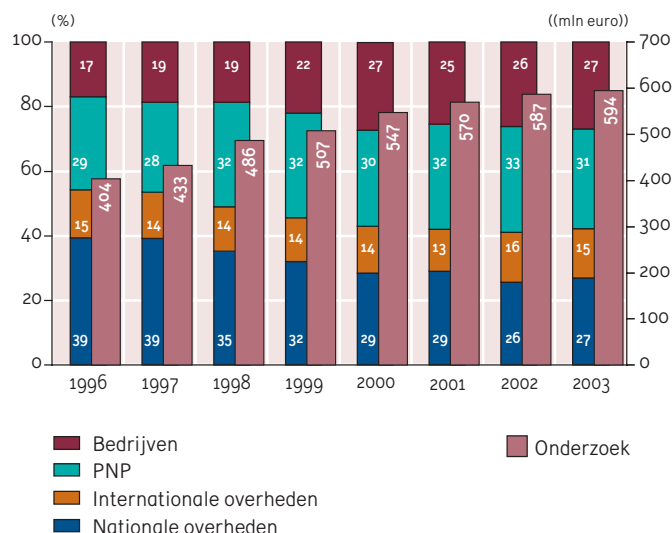
Bron: VSNU. Bewerking: MERIT.

* Percentages voor 2003, behalve 1998 voor TUD. WP1=wetenschappelijk personeel (WP) gefinancierd uit eerste geldstroom, WP2=WP gefinancierd uit tweede geldstroom, WP3=WP gefinancierd uit derde geldstroom.

Universiteit Eindhoven (TUE). Bij drie universiteiten is de derde geldstroom, ondanks de landelijke toename in de derde geldstroomfinanciering, afgenomen. Er zijn duidelijke verschillen in de relatieve aandelen van de drie geldstromen per universiteit (**Figuur 2.27**). In 2003 is het aandeel eerste geldstroomonderzoekers het hoogst bij UvT en RUG, het aandeel tweede geldstroomonderzoekers bij de *Universiteit Twente* (UT) en RU en het aandeel derde geldstroomonderzoekers bij *Wageningen Universiteit en Researchcentrum* (WUR) en TUE.

De onderzoeksfinanciering op basis van het verrichten van opdrachten voor derden, de "verdiencapaciteit" van universiteiten en daaraan gelieerde instellingen, is de laatste jaren met ruim 6% per jaar gegroeid tot bijna 600 miljoen euro in 2003 (**Figuur 2.28**). Na een daling begin jaren negentig is het aandeel van de bedrijven – in binnen en buitenland – toegenomen tot ruim éénvierde. Het financieringsaandeel van de overheid is juist afgenomen tot ruim 25%. Midden jaren negentig financierde de overheid nog bijna 40% van het contractonderzoek. De grootste financier is de PNP sector met een financieringsaandeel van ruim 30%. De sterke toename van universitaire onderzoeksopdrachten gefinancierd door het bedrijfsleven duidt - evenals

Figuur 2.28 Trends in de derde geldstroomfinanciering binnen de universiteiten en gelieerde onderzoeksinstituten, 1996-2003



Bron: CBS (Kenniss en economie). Bewerking: MERIT.

de toegenomen bedrijfsfinanciering van het in de (semi-)publieke sector uitgevoerde onderzoek - op een toegenomen publiek-private samenwerking, en dus op een betere aansluiting van de kennisvraag van bedrijven en het kennisaanbod van de publieke sector.

2.4 Onderzoek als bron voor technologische innovaties

2.4.1 Nederlandse kennisinstellingen, nationale programma's en aansturingsorganen

Nederland kent, zoals in de voorgaande paragrafen beschreven, een breed scala aan onderzoeksinstituten die zich nadrukkelijk bezighouden met de ondersteuning van toepassingsgerichte R&D in het bedrijfsleven. Soms hebben bedrijven ook behoefte aan fundamenteel (technisch-) wetenschappelijk onderzoek met een langere tijdshorizon. De gewenste informatie en expertise wordt dan verkregen via contractonderzoek, R&D-samenwerking en onderzoeksnetwerken, of via technologieoverdracht.³⁵ Om de benodigde fundamenteel wetenschappelijke kennis te kunnen absorberen en benutten zijn met name de grotere bedrijven samenwerkingsverbanden aangegaan en hebben ze contactpunten gerealiseerd met universiteiten en onderzoeksinstituten; zo worden de kosten voor kennisontwikkeling gedrukt en maximale keuzemogelijkheden gecreëerd. Het R&D-uitvoerende MKB heeft meer moeite om de weg te vinden naar de universiteiten en onderzoeksinstituten, en opereert

vaker via TNO, brancheorganisaties, en andere kennisnetwerken (AWT, 2003).

De interactie en samenwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven kan een diversiteit aan vormen aannemen, variërend van uitbestede onderzoekscontracten, informele contacten binnen professionele netwerken, stromen van afgestudeerden van kennisinstellingen naar bedrijfsleven, mobiliteit van onderzoekers tussen bedrijfsleven en kennisinstellingen, wetenschappelijke co-publicaties, gezamenlijke conferenties en beurzen, science parks en business incubators (zoals de *High Tech Campus Eindhoven*), gezamenlijke laboratoria, spin-offs van kennisinstellingen, tot de licentiering van geotrooideerde uitvindingen.

In aanvulling op de activiteiten van onze (semi-)publieke onderzoeksinstituten en universiteiten, kent het huidige Nederlandse wetenschaps- en technologiebeleid een aantal financiële instrumenten en organisatorische structuren gericht op netwerkvorming en een grotere interactie tussen het bedrijfsleven en het publieke onderzoeksbestel. Zo zijn er nationale programma's en aansturingsorganen, die de publiek-private kennisinfrastructuur ondersteunen op het gebied van speerpunttechnologieën voor het Nederlandse bedrijfsleven. Voorbeelden zijn de *Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's* (IOPs)³⁶, de *Bsik*-programma's (voorheen bekend als de *ICES/KIS*-programma's), alsmede een reeks domein-specieke initiatieven zoals *NanoNed* en *NanoImpuls* (nanotechnologie), *MicroNed* (microsysteemtechnologie), *Advanced Catalytic Technologies for Sustainability* (ACTS), *Nationaal Regie-Organ Genomics* (NROG), *Nationaal Regieorgaan voor ICT-onderzoek en -innovatie* (ICTRO). Belangrijke organisaties die momenteel een brugfunctie vervullen tussen de wetenschap en bedrijfsleven zijn de virtuele *Technologische Topinstituten* (TTIs)³⁷ en de *Technologiestichting STW*. Eén van de STW programma's is de zogeheten *Valorisation Grant*, een onderdeel van een gezamenlijk SBIR-initiatief van NWO, TNO en STW, dat bedoeld is

³⁵ Daarnaast heeft de publieke kennisinfrastructuur ook een indirecte meerwaarde voor bedrijven, met name via de scholing van onderzoekers en ingenieurs die hun expertise en vaardigheden inzetten voor nieuwe kennisontwikkeling en toepassing binnen innovatieve bedrijven.

³⁶ De IOPs, gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, richten zich op het innovatiegericht technologische onderzoek bij universiteiten en andere non-profit onderzoeksinstituten, waarbij zoveel mogelijk aansluiting wordt gezocht bij de (lange termijn) behoeften van het bedrijfsleven. Er bestaan IOPs voor tal van technologiegebieden: beeldverwerking, elektromagnetische vermogenstechniek, industriële eiwitten, generieke communicatie, mens/machine-interactie, zware metalen, oppervlaktetechnologie, en Genomics. In de meeste gevallen betreft het meerjarenprogramma's met een looptijd van vier jaar of langer.

Tabel 2.29 Percentage samenwerkende innoverende bedrijven met een samenwerkingsverband met universiteiten (1998-2000)

	Finland	Duitsland	Zweden	België	Nederland
Universiteiten in eigen land	56.4	45.0	42.5	41.9	21.6
Universiteiten in:					
EU15 + EFTA landen	10.0	6.9	8.2	12.2	7.8
Nieuwe lidstaten	0.4	0.9	0.6	0.6	1.9
Verenigde Staten	1.6	2.5	4.4	1.5	1.7
Japan	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6
Overig	1.1	0.9	0.7	0.4	0.8

EFTA landen: IJsland, Liechtenstein, Noorwegen en Zwitserland.

Bron: Eurostat (CIS3-enquête). Bewerking: MERIT.

voor de commercialisatie van bestaande universitaire kennis en expertise.³⁸ Het merendeel van de gehonoreerde aanvragen voor een Valorisation Grant uit de aanvraagronde in 2004 betrof innovatieve ideeën op het gebied van de medische- en levenswetenschappen, waarbij met name de TUE goed heeft gescoord. Daarnaast biedt het EZ programma *Technostarters* beginnende kennisintensieve bedrijven toegang tot kennis en geld, ondermeer via het *Subsidieprogramma KennisExploitatie* (SKE). De SKE stelt samenwerkingsverbanden van kennisinstellingen en bedrijfsleven in staat om technostarters te helpen met de start van hun bedrijf. Kennisinstellingen krijgen van het samenwerkingsverband steun bij het beter benutten van kennis, bijvoorbeeld voor het aanvragen van octrooien met het doel deze door technostarters te laten vermarkten.

³⁷ De Technologische Topinstituten die in 1997 zijn opgericht als een gezamenlijk initiatief van overheid, bedrijfsleven en onderzoeksorganisaties vormen inmiddels een belangrijk onderdeel van de Nederlandse kennisinfrastructuur. De vier TTI's zijn: Netherlands Institute for Metals Research (NIMR), Dutch Polymer Institute (DPI), Telematica Instituut, en Wageningen Centre for Food Sciences (WCFS). Deze virtuele organisaties verzorgen ook een onderwijscomponent in de vorm van promoties en ontwerpopleidingen onder verantwoordelijkheid van hoogleraren. TTI-personeel kan in dienst zijn bij het TTI zelf, of in dienst zijn van een bedrijf of publieke kennisinstelling en ter beschikking worden gesteld aan het TTI. Recentelijk heeft de overheid besloten om drie "Maatschappelijke topinstituten" (MTIs) in het leven te roepen; met betrekking tot stedelijke problemen (STIP), vergrijzing, pensioenen en sociale verzekeringen (Netspar), en internationaal recht (HIL).

³⁸ Voor meer informatie, zie de website www.stw.nl/sbir

2.4.2 Internationale vergelijking

De universiteiten en onderzoeksinstituten in de publieke sector zijn soms een belangrijke informatiebron voor het innovatieve bedrijfsleven. Nederlandse bedrijven werken echter relatief weinig samen met Nederlandse universiteiten. Ze geven de voorkeur aan partners in de bedrijfskolom (andere bedrijven, leveranciers en klanten), bijvoorbeeld om de kosten van innovatieactiviteiten te delen of om toegang te krijgen tot relevante informatie. Slechts 22% van de samenwerkende innoverende bedrijven had in de periode 1998-2000 een samenwerkingsverband met een Nederlandse universiteit (Tabel 2.29). Nederland scoort hiermee het laagste binnen de groep referentielanden.

Nederlandse bedrijven daarentegen werken relatief vaker samen met buitenlandse universiteiten: bijna 8% van de samenwerkende innoverende bedrijven had een samenwerkingsverband met een universiteit in één van de andere EU15-lidstaten. Nederlandse bedrijven werken naar verhouding ook veel samen met universiteiten in de nieuwe lidstaten. Het percentage samenwerkingsverbanden hoeft overigens niet indicatief te zijn voor de kwaliteit, intensiteit en effectiviteit van die publiek-private kennisinteracties.

De voorkeuren voor samenwerkingpartners is overigens in vergelijking met eerdere enquêtes in het bedrijfsleven tamelijk stabiel gebleven in recente jaren. In 1996-2000 werkte 22% van de Nederlandse bedrijven samen met één of meer Nederlandse universiteiten en 28% onderhield een samenwerkingsrelatie met Nederlandse (semi-)publieke kennisinstellingen (Bongers e.a., 2003). Buitenlandse universiteiten en kennisinstellingen werden door respectievelijk 13% en 18% van de bedrijven gebruikt als partner. De Nederlandse bedrij-

Tabel 2.30 Percentage samenwerkende innoverende bedrijven met een samenwerkingsverband met niet-universitaire kennisinstellingen (1998-2000)

	Finland	Nederland	Zweden	Duitsland	België
Kennisinstellingen in eigen land	35.3	26.3	18.4	19.9	17.2
Kennisinstellingen in:					
EU15 + EFTA landen	8.4	7.3	5.4	3.3	4.8
Nieuwe lidstaten	0.3	0.5	0.3	0.3	0.0
Verenigde Staten	0.4	0.6	1.4	1.0	0.6
Japan	0.0	0.2	0.0	0.2	0.6
Overig	0.7	0.8	0.2	0.6	1.0

EFTA landen: IJsland, Liechtenstein, Noorwegen en Zwitserland.

Bron: Eurostat (CIS3-enquête). Bewerking: MERIT.

ven zijn overigens iets minder geneigd om buitenlandse partners te nemen in vergelijking met de voorkeur van buitenlandse bedrijven voor Nederlandse universiteiten en kennisinstellingen. De buitenlandse bedrijven hebben bovendien een sterkere voorkeur voor de Nederlandse (semi-)publieke kennisinstellingen als samenwerkingspartner (31%) dan voor Nederlandse universiteiten (25%).

De situatie voor wat betreft de niet-universitaire kennisinstellingen in de publieke sector wordt weergegeven in **Tabel 2.30**. Nederlandse bedrijven blijken relatief veel samen te werken met Nederlandse kennisinstellingen. Ruim 26% van de innoverende bedrijven had een samenwerkingsverband met een Nederlandse kennisinstelling, Nederland scoort hiermee bovengemiddeld binnen de groep referentielanden. Nederlandse bedrijven werken ook veel samen met buitenlandse kennisinstellingen: ruim 7% van de innoverende bedrijven had een samenwerkingsverband met een kennisinstelling in één van de andere EU15-landen.

Overigens blijkt slechts 2% van de Nederlandse innoverende bedrijven de universiteiten te zien als een "(zeer) belangrijke" informatiebron om een innovatieproject op te starten of een lopend project af te ronden (**Figuur 2.31**). In alle referentielanden waarvoor vergelijkbare gegevens beschikbaar zijn, is dit percentage hoger. In Duitsland ziet zelfs 7% van de innoverende bedrijven de universiteiten als een zeer belangrijke kennisbron. In alle landen zijn de universiteiten van een groter belang voor de grote bedrijven dan voor het MKB. De kennis van de Nederlandse universiteiten lijkt dus minder goed aan te sluiten op de innovatie-gerelateerde kennisbehoeften van het bedrijfsleven dan in de referentielanden.³⁹ Hierbij moet de kanttekening worden geplaatst dat Neder-

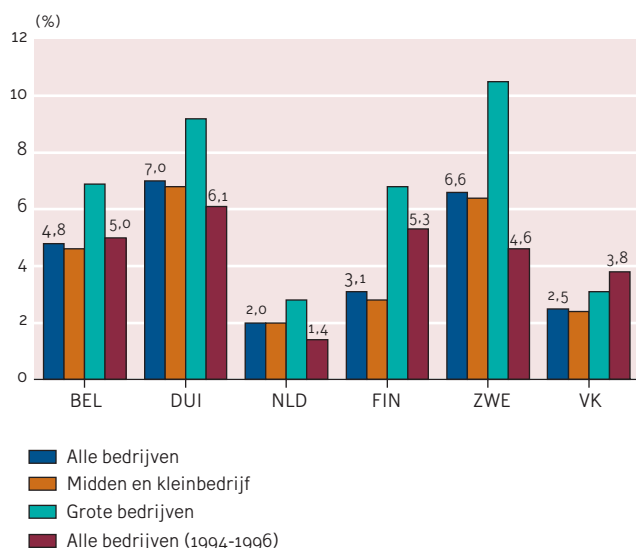
land, in tegenstelling tot veel van de referentielanden, talloze intermediaire kennisinstellingen bezit zoals TNO en de GTI's, die zich specifiek richten op de behoefte aan innovatie-gerelateerde kennis binnen het bedrijfsleven (zie o.a. paragraaf 5.1). De universitaire inbreng is, bijna per definitie, slechts een klein onderdeel in bedrijfs R&D-processen die leiden tot technologische of organisatorische innovaties (zie kader 2). Het belang van de Nederlandse universitaire sector is overigens toegenomen in vergelijking met de voorgaande metingen (de CIS2 enquête); toen achtte slechts 1,4% van de Nederlandse bedrijven de universitaire inbreng van groot belang voor hun innovatieprocessen.⁴⁰

De R&D van niet-universitaire publieke kennisinstellingen is doorgaans meer toegepast van aard, en staat daardoor dichterbij de kennisvraag en behoeften van bedrijven. **Figuur 2.32** toont de vergelijkbare cijfers voor het belang van de niet-universitaire publieke kennisinstellingen. Bijna 3% van de Nederlandse innoverende bedrijven zien deze kennisinstellingen als een belangrijke informatiebron. Alleen in Finland en Zweden is dit percentage hoger met respectievelijk 4,2% en 3,4%. In alle landen zijn de kennisinstellingen van groter belang voor de grote bedrijven dan voor het MKB. De input van de kennisinstellingen zoals TNO lijkt dus beter aan te sluiten op de kennisbehoeften van het bedrijfsleven dan de kennis afkomstig van de universiteiten. Deze uitkomst mag geen ver-

³⁹ Dit laat onverlet dat het aandeel van de bedrijfsleven in de financiering van Nederlandse universitaire R&D aanzienlijk is toegenomen gedurende de periode 1996-2002 (zie **Figuur 2.28**).

⁴⁰ De vergelijkbaarheid tussen de CIS2- en CIS3-enquête is beperkt vanwege verschillen in methodologie, de steekproef, vraagstellingen, en de definitie van het begrip 'innovatie' (Eurostat, 2004).

Figuur 2.31 Belang van universiteiten als kennisbron voor innoverende bedrijven

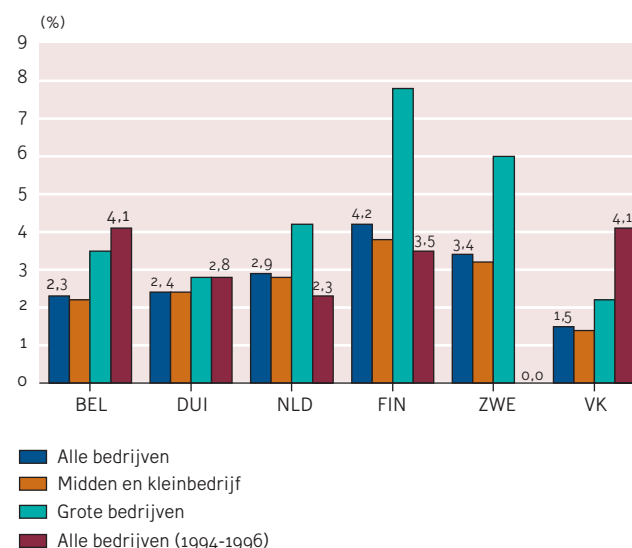


Bron: Eurostat (CIS3-enquête). Bewerking: MERIT.

bazing wekken omdat de universiteiten juist geacht worden zich meer bezig te houden met fundamenteel onderzoek dat verder afstaat van het toegepaste onderzoek en technologische ontwikkeling bij bedrijven. Dit beeld wordt bevestigd in het feit dat het bedrijfsleven een veel kleiner aandeel heeft in de R&D-financiering van universitaire kennisinstellingen in vergelijking met de niet-universitaire publieke kennisinstellingen (zie Figuur 2.7). Ook hier is sprake van een toename in het belang van Nederlandse niet-universitaire kennisinstellingen als kennisleveranciers van innoverende bedrijven; volgens de voorgaande CIS2-enquête vond 2,3% van de Nederlandse bedrijven de inbreng van groot belang.

Het is aannemelijk dat de potentie voor publieke-private R&D-samenwerking en effectiviteit van kennisinteracties positief zal worden beïnvloed door een goede afstemming van wederzijdse onderzoeksagenda's. Een recente empirische studie van het *Centraal Planbureau* presenteert een overzicht waaruit blijkt dat van R&D-specialisatieprofielen en onderzoeksagenda's van enerzijds het Nederlandse bedrijfsleven en anderzijds die van de Nederlandse universiteiten en overige publieke kennisinstellingen sterk van elkaar lijken te verschillen (Rensman, 2004).⁴¹ Volgens deze CPB-studie richt de Nederlandse bedrijfs-R&D zich vooral op ICT, procestechnologie, en fabricagetechnologie. De Nederlandse universiteiten en onderzoeksinstituten daarentegen leggen een accent op onderzoek met betrekking tot medische technologie, biotechnologie, levensmiddelentechnologie, bouw- en civiele techniek, milieu- en veiligheidsonderzoek, en energieonderzoek. Met name bij medische technologie lijkt er sprake te zijn van onderbenutting door het Nederlandse bedrijfsleven (zie Tabel

Figuur 2.32 Belang van niet-universitaire kennisinstellingen als kennisbron voor innoverende bedrijven (1998-2000)



Bron: Eurostat (CIS3 enquête). Bewerking: MERIT.

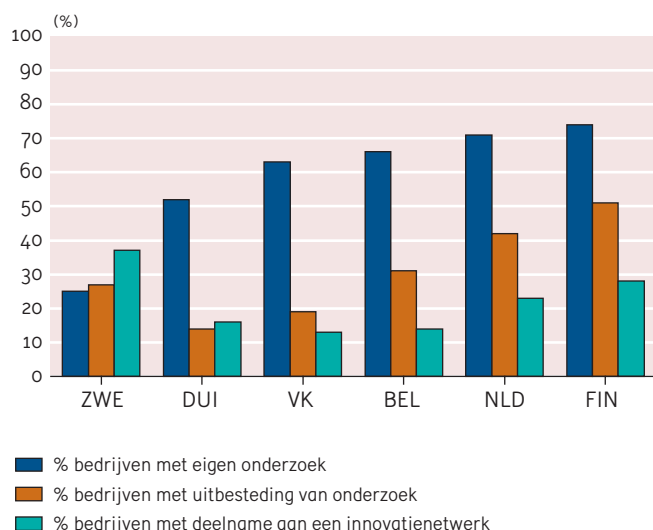
5.3). Er zijn overigens vele goede redenen aan te voeren voor deze verschillen, die enerzijds onlosmakelijk samenhangen met de algemene verschillen tussen private en publieke instellingen wat betreft economische en maatschappelijke taken en doelstellingen, en anderzijds het gevolg zijn van de historisch gegroeide sectorstructuur van bedrijfs-R&D in Nederland. Bovendien zijn er ook tal van onderzoeksgebieden waar wel een (redelijk) goede aansluiting lijkt te bestaan tussen de beiden sectoren (zie paragraaf 5.2).

Figuur 2.35 biedt een nader inzicht in kenmerken van innovatieve bedrijven in het midden- en kleinbedrijf. Het Nederlandse MKB behoort tot de Europese top waar het gaat om het uitvoeren van eigen onderzoeksactiviteiten: ruim 70% meldt dat men zelf wetenschappelijk of technisch onderzoek uitvoert binnen de onderneming. Van de groep Europese referentielanden scoren alleen Duitsland en Zweden beduidend lager. Gezien de praktische en commerciële insteek van bedrijfs-

⁴¹ Dit verschijnsel doet zich overigens ook voor in vergelijkbare landen, en is tot op zekere hoogte een onvermijdelijk gevolg van bedrijfseconomische motieven en rendementsoverwegingen waarin bedrijven voorrang geven aan toegepast onderzoek en technologische ontwikkeling binnen een beperkt aantal marktgerichte kennisgebieden die een belangrijk aandeel (kunnen) leveren aan winst- en omzetverbetering op de korte en middellange termijn, in plaats van bijdragen te leveren aan kennisontwikkeling en aan de publieke kennisinfrastructuur via risicovolle investeringen in fundamenteel (technisch-) wetenschappelijk onderzoek in een breed schaal aan (multidisciplinaire) kennisdomeinen en technologiegebieden.

Figuur 2.35 Onderzoek en innovatie door kleine en middel-grote Europese bedrijven

Percentage van de innovatieve Europese bedrijven in het MKB* dat in 2002-2003 eigen 'intra-muraal' onderzoek** heeft uitgevoerd; dan wel heeft uitbesteed aan publieke of private externe organisaties; en/of actief is in innovatiegerichte samenwerkingsverbanden met publieke of private externe organisaties - naar vestigingsland van bedrijven



Bron: Innobarometer 2004 (EC Flash Eurobarometer 164). Bewerking: CWTS.

* Bedrijven met 20-500 medewerkers.

** Wetenschappelijk onderzoek, technisch onderzoek, of andere vormen van R&D-gerelateerd onderzoek (exclusief marketingonderzoek).

R&D, zal het grootste deel van deze onderzoeksactiviteiten overigens toepassingsgericht ('strategisch') dan wel toegepast van aard zijn. Het Nederlandse MKB scoort hoog wat betreft het uitbesteden van onderzoek: ongeveer 40% van het innoverende MKB besteedt (een deel van) zijn onderzoek uit aan anderen. Finland gaat hier aan kop met 50%.

Hoewel deelname aan een innovatie-netwerk niet noodzakelijk impliceert dat een bedrijf zelfstandig onderzoek uitvoert of uitbesteedt, duidt een dergelijke participatie wel op R&D-gerelateerde innovatiegerichtheid. Ook op dit vlak blijkt Nederland beter dan gemiddeld te scoren binnen de groep referentielanden. Niet Finland, maar Zweden is de koploper in deelname aan innovatienetwerken, een vorm van externe kennisontwikkeling en kennisverwerving die binnen het Zweedse MKB zelfs populairder is dan het uitvoeren van eigen onderzoek, of de uitbesteding daarvan.

Deze uitkomsten stemmen redelijk goed overeen met het algemene beeld van de innovatie-prestaties van het Nederlandse MKB. Uit andere recente statistische analyses van VNO-NCW (2004) blijkt dat ongeveer 44% van de Nederlandse bedrijven in het MKB zich in 1998-2002 bezig hielden met innovatie in de ruime zin (zowel productinnovaties en/of procesinnovaties). Nederland scoort daarmee bovengemiddeld binnen de gekozen groep Europese referentielanden, met Duitsland als absolute koploper waar 65% van de MKB-bedrijven innoveert. Overigens wordt slechts 2% van de MKB-bedrijven tot de 'innovatieve koplopers' gerekend, de naar schatting 10.000 bedrijven met een eigen R&D-afdeling. Daarnaast bestaan er ongeveer 140.000 zogeheten 'innovatieve ontwikkelaars', met een eigen D-afdeling voor de ontwikkeling van prototypes. Uit de *Innovatiebarometer*-onderzoek van het EIM (De Jong, 2004) blijkt overigens dat 68% van de Nederlandse MKB-bedrijven in 2001-2003 één of meer innovaties heeft gerealiseerd; dit aandeel is sinds 2002 redelijk stabiel gebleven. Uit dezelfde EIM-studie blijkt dat 14% van de bedrijven in 2004 een innovatie heeft geïntroduceerd die nieuw was voor de gehele bedrijfstak in Nederland.

Literatuurverwijzingen

- AWT, *Netwerken met kennis: kennisabsorptie en kennisbenutting door bedrijven*, Rapport van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, november 2003.
- AWT/EIM, *Mythe en werkelijkheid: Gedrag van innovatieve dienstverleners in zeven sectoren*, Rapport van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid en EIM Onderzoek voor Bedrijf & Beleid, oktober 2004.
- AWT, *De prijs van succes: over matching van onderzoekssubsidies in kennisinstellingen*, Rapport van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, april 2004.
- AWT, *Een vermogen betalen: de financiering van universitair onderzoek*, Rapport van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, februari 2005.
- Bongers F., R. Goedegebuure, P. den Hertog, en J. Segers, *Een verkenning van internationale kennistransfers*, Den Haag, Ministerie van Economische Zaken, 2003.
- CBIN, *Visie op het vestigingsklimaat door in Nederland gevestigde buitenlandse bedrijven*, Den Haag, Ministerie van Economische Zaken, Commissariaat voor Buitenlandse Investeringen in Nederland (CBIN), 2004.
- CBS, *Kennis en economie 2004*, Centraal Bureau voor de Statistiek: Voorburg/Heerlen, 2004.
- CBS, *Kennis en economie, R&D-inspanningen in Nederland, 2003*, Centraal Bureau voor de Statistiek: Voorburg/Heerlen, 2005.
- De Jong J.P.J., *Innovatie in het MKB: ontwikkelingen sinds 1999*, Zoetermeer: EIM, 2004.
- Erken H., M. Kleijn en F. Lantzendörffer, *Buitenlandse directe investeringen in Research & Development, Een onderzoek naar de beweging van buitenlandse R&D investeringen en de achterliggende locatiefactoren*, Ministerie van Economische Zaken/Senter/Novem: Den Haag, 2004.
- Erken H. en M. Ruiter, *Determinanten van de private R&D-uitgaven in internationaal perspectief*, Ministerie van Economische Zaken: Den Haag, 2005.
- Europese Commissie, *EU industrial R&D Investment Scoreboard 2004*, Brussel: DG Research/DG Joint Research Centre, 2004.
- Eurostat, *Third community innovation survey, Eurostat Metadata in SDDS format: Summary Methodology*, Luxemburg: Eurostat, 2004.
- Gilsing V. en H. Erken, *Trends in R&D bij bedrijven*, Ministerie van Economische Zaken: Den Haag, 2003.
- Hollanders H. en B. Verspagen, *De invloed van de sectorstructuur op de R&D uitgaven van en het aantal toegekende patenten aan het Nederlandse bedrijfsleven*, MERIT: Maastricht, 1999.
- Noailly, J., D. Waagmeester, B. Jacobs, M. Rensman en D. Webbink, *Scarcity of science and engineering students in the Netherlands*, CPB Document No 92, Den Haag: Centraal Planbureau, 2005.
- NOWT, *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren 2003*, Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap: Zoetermeer, 2003.
- OCW en EZ, *Een verkenning naar de kennisinvesteringsquote (KIQ) en de prestaties van de kenniseconomie op hoofdlijnen*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2005.
- OESO, *Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OECD): Parijs, 2002.
- Rensman M., *Eenheid of verscheidenheid in onderzoeksagenda's? Over de bèta-gerichte R&D-specialisatiepatronen van wetenschap en bedrijven in Nederland*, CPB-rapport no 74: Den Haag, 2004.
- Senter, *Focus op speur- en ontwikkelingswerk. Het gebruik van de WBSO in 2003*, Senter: Zwolle, 2004.
- VNO-NCW, *Innovatiebevordering MKB*, Den Haag: VNO-NCW, 2004.
- Wijffels, H.H.F. en T.R.A. Grosfeld, *Vitalisering van de kenniseconomie. Het beter benutten van de mogelijkheden van mensen als de sleutel voor een dynamische kenniseconomie*, Advies Werkgroep dynamisering kennis- en innovatiesysteem, Den Haag: Innovatieplatform, 2004.

3

Kenniswerkers en R&D-personeel

Samenvatting

Een hoogwaardige kenniseconomie en hoge arbeidsproductiviteit hangen in sterke mate af van voldoende aantallen goed opgeleide werknemers die de beschikbaarheid van bruikbare kennis goed kunnen benutten. Nederland scoorde in 2002 relatief hoog wat betreft het percentage 'kenniswerkers' in onze beroepsbevolking; bijna 15% van de bevolking van 25 tot 64 jaar behoort tot deze groep die een cruciale rol speelt in onze kenniseconomie. Een deel van dit "menselijk kapitaal" wordt opgeleid in het middelbaar en hoger onderwijs, dat elk jaar weer een nieuwe lichter nieuwe afgestudeerden gereed maakt voor een rol in de maatschappij. Dit kennispotentieel wordt ondermeer ingezet door bedrijven, universiteiten en onderzoekinstellingen om wetenschappelijk onderzoek te verrichten en om vernieuwingen (innovaties) tot stand te brengen.

Vele van deze kenniswerkers behoren tot het zogeheten 'wetenschappelijk en technologisch arbeidspotentieel', dit zijn niet alleen de hoogopgeleiden, maar ook personen zonder dat opleidingsniveau, maar met een beroep op het gebied van wetenschap en technologie of een assisterende rol in onderzoeken en innovatieprocessen. Belangrijk onderdeel daarvan is het 'R&D-personeel', degenen die zich bezig houden met de creatie en verspreiding van nieuwe wetenschappelijke en technologische kennis - meer in het bijzonder de groep 'onderzoekers'. Maar juist in deze laatstgenoemde groep specialisten, de voorhoede onder de kenniswerkers, scoort Nederland relatief zwak; gemeten per 1000 mensen in de beroepsbevolking scoort Nederland alleen beter dan Australië wat betreft het R&D-personeel als geheel, en qua aantallen onderzoekers scoort Nederland zelfs het laagste van alle referentielanden, en is er nauwelijks sprake van groei in recente jaren, met name in de private sector. Nederland heeft wel relatief veel ondersteunend personeel.

De omvang van het wetenschappelijk personeel aan de Nederlandse universiteiten neemt sinds enige jaren wel weer toe, met gemiddeld ruim 1% per jaar. Bijna éénvijfde van alle universitaire onderzoekers is nu inmiddels afkomstig uit het buitenland, bij de technische universiteiten is dit zelfs bijna éénderde. Het aandeel vrouwen dat als onderzoeker is aangesteld, groeit eveneens gestaag, hoewel nog relatief weinig daarvan zijn aangesteld in de hogere onderzoeksfuncties. Bovendien zijn er vergeleken met Finland, Zweden en het Ver-

kennisdragers: van studenten tot

enigd Koninkrijk relatief weinig vrouwelijke onderzoekers werkzaam aan de Nederlandse universiteiten. De basis hiervoor wordt al gelegd bij de voorkeuren die blijken uit de eind-examenpakketten in het VWO, waar jongens vaker kiezen voor studies in de categorie Natuur en Techniek kiezen terwijl meisjes juist vaker de voorkeur geven aan Cultuur en Maatschappij.

Het aantal studenten aan de universiteiten is in 2003/2004 wederom toegenomen, zowel het aantal eerstejaars als het totaal aantal ingeschrevenen. Ook het aantal geslaagden voor een doctoraal of master diploma laat een stijging zien. Universitaire afgestudeerden en gepromoveerden vormen de kweekvijver waaruit bedrijven en kennisinstellingen hun toekomstige onderzoekers en technisch personeel zullen vissen, met name in de natuurwetenschappen en technische wetenschappen. Ook in deze twee gebieden zien wij een duidelijke toename van studenten. Het aantal promoties in de natuurwetenschappen en technische wetenschappen vertoont eveneens een opgaande lijn in recente jaren, waarbij vooral het aantal promoties in technische wetenschappen sterk is gestegen.

Bij het totaal aantal studenten en het aantal eerstejaarsstudenten zijn vrouwen goed vertegenwoordigd, er zijn inmiddels zelfs meer vrouwelijke eerstejaars dan mannelijke. Vooral bij Gezondheid, Gedrag en maatschappij en Taal en cultuur zijn vrouwen prominent aanwezig. Maar Economie, Natuur en vooral Techniek zijn vooralsnog duidelijk minder populair bij vrouwelijke studenten. Ook bij het aantal geslaagden voor een doctoraal of master diploma is het aantal succesvolle vrouwelijke studenten groter dan het aantal mannelijke. Alleen bij het aantal gepromoveerden zijn vrouwen nog steeds ondervertegenwoordigd, een direct gevolg van het feit dat het aantal vrouwelijke promovendi, dus zij die nog aan hun promotie werken, ongeveer eenderde lager ligt dan het aantal mannelijke promovendi.

Helaas is er weinig internationaal vergelijkend cijfermateriaal beschikbaar over inkomende en uitgaande stromen van kenniswerkers binnen het Nederlandse R&D-systeem. Wat de Nederlandse arbeidsmarkt voor kenniswerkers betreft, blijkt dat er vooral knelpunten worden verwacht bij de pedagogische, medische en paramedische en informatica beroepen.

3.1 Internationale vergelijking

Wetenschappelijke onderzoekers, technische ontwerpers, en ingenieurs vormen de kern van het R&D-personeel; zij vertegenwoordigen een belangrijke groep specialisten binnen de groeiende populatie aan kenniswerkers die zich in Nederland bezighoudt met de creatie, verzameling, opslag, verspreiding en/of toepassing van kennis voor maatschappelijke of economische doeleinden. Het R&D-personeel bestaat uit drie deelgroepen (a) 'Onderzoekers', de personen behorend tot de wetenschappelijke staf in R&D; (b) 'Assistenten', de (technische) assistenten die onder leiding van de onderzoekers meewerken aan R&D; en (c) 'Overig personeel', onderhouds-, secretariats-, en/of kantoorpersoneel direct werkzaam voor het R&D-proces. Alhoewel hoogwaardige R&D doorgaans onmogelijk is zonder technici en ander ondersteunend personeel, vormt de inbreng van creatieve, gemotiveerde en grensverleggende onderzoekers een noodzakelijke voorwaarde voor het uitvoeren van succesvolle R&D. Onderzoekers hebben bij uitstek de noodzakelijke wetenschappelijke en technische kennis om onzekerheden in het R&D-proces te kunnen doorgronden en mogelijke oplossingen te kunnen ontwikkelen. Het is voor een land dus van vitaal belang om een voldoende aantal hooggekwalficeerde onderzoekers op te leiden en werkzaam te laten zijn binnen het nationale kennissysteem.

Het R&D-personeel is een onderdeel van de veel ruimere groep *wetenschappelijk en technologisch arbeidspotentieel* (in de officiële internationale statistieken aangeduid als *Human Resources in Science and Technology* - HRST). Deze groep omvat alle werknemers die ofwel een hogere opleiding (HBO of WO) hebben afgerond (de deelgroep HRSTE) ofwel in een zogenaamd 'wetenschaps en technologie'-beroep werkzaam zijn (de deelgroep HRSTO).⁴² De kern van het menselijk en wetenschappelijk arbeidspotentieel (de deelgroep HRSTC) omvat die mensen die in beide groepen voorkomen, dus diegenen die zowel een hogere opleiding hebben genoten als een W&T-beroep uitoefenen. Deze HRSTC-groep wordt in dit rapport aangeduid als "kenniswerkers". **Figuur 3.1** maakt de relatie tussen de verschillende groepen duidelijk.

⁴² *Wetenschaps- en technologie-beroepen omvat ondermeer productie- en afdelingsmanagers (ISCO-klassen 122, 123 en 131), specialisten op het gebied van de natuurkunde, wiskunde, levenswetenschappen, gezondheid en onderwijs (ISCO2), alsmede en technici en ondersteunend personeel in deze gebieden (ISCO3).*

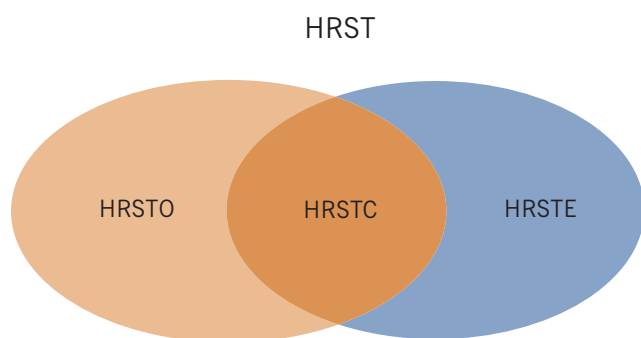
Ruim 38% van de Nederlandse bevolking tussen 25 tot 64 jaar behoort tot het wetenschappelijk en technologisch arbeidspotentieel. **Figuur 3.2** laat zien dat Nederland hiermee binnen de groep referentielanden de vierde plaats inneemt. In Nederland en België is deze HRST-groep de laatste jaren het sterkst in omvang toegenomen. Bijna 15% van de bevolking van 25 tot 64 jaar behoort tot de groep kenniswerkers. Nederland neemt hiermee binnen de groep referentielanden eveneens de vierde plaats in. In Nederland is deze groep de laatste jaren amper in omvang toegenomen.

Scoort Nederland nog relatief goed bij het wetenschappelijk en technologisch arbeidspotentieel en het aantal kenniswerkers, bij de voor de creatie en verspreiding van nieuwe kennis nog belangrijkere deelgroepen R&D-personeel en onderzoekers staat Nederland er veel minder goed voor. Wat betreft het aandeel van het R&D-personeel in de beroepsbevolking, laat Nederland alleen Australië achter zich (**Figuur 3.3**).⁴³ Dit aandeel is in Nederland de laatste 10 jaar echter amper ge-

stegen en is tussen 2001 en 2002 zelfs met 0,4%-punt afgenomen tot 10,6%. Aangezien personeel doorgaans de grootste kostenpost is in R&D-investeringen komt het geschetste beeld vrij goed overeen met dat voor de R&D-cijfers van de referentielanden (vergelijk **Figuur 2.1**). **Figuur 3.4** schetst de ontwikkeling van het aandeel van de onderzoekers (als promille van de totale beroepsbevolking), waarbij Nederland het laagste aandeel blijkt te hebben binnen de groep referentielanden. In Nederland is dit aandeel de laatste 10 jaar met ongeveer 16% toegenomen. In landen als België, Finland en Zweden zien wij een toename van meer dan 50%.

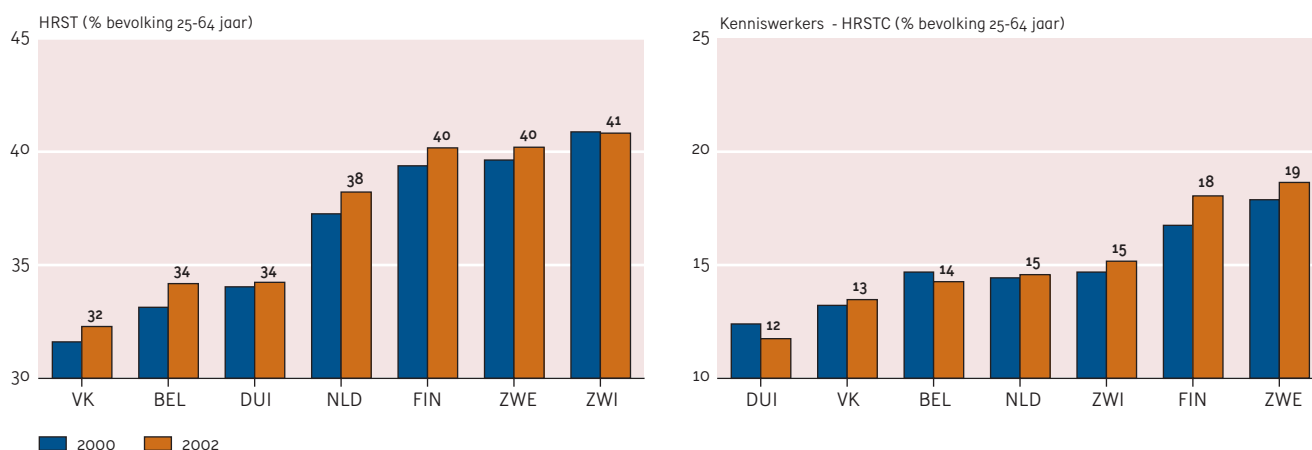
Het aandeel onderzoekers in Nederland is dus het laagste binnen de groep referentielanden. Eén verklaring hiervoor is dat het aandeel van de overige twee categorieën R&D-personeel ('Assistenten' en 'Overig personeel') in Nederland relatief hoog is in vergelijking met de aantallen onderzoekers (**Figuur 3.5**). Zowel in Nederland als Zwitserland is de totale groep ondersteunend personeel zelfs groter in omvang dan het aantal on-

Figuur 3.1 Het menselijk en wetenschappelijk arbeidspotentieel



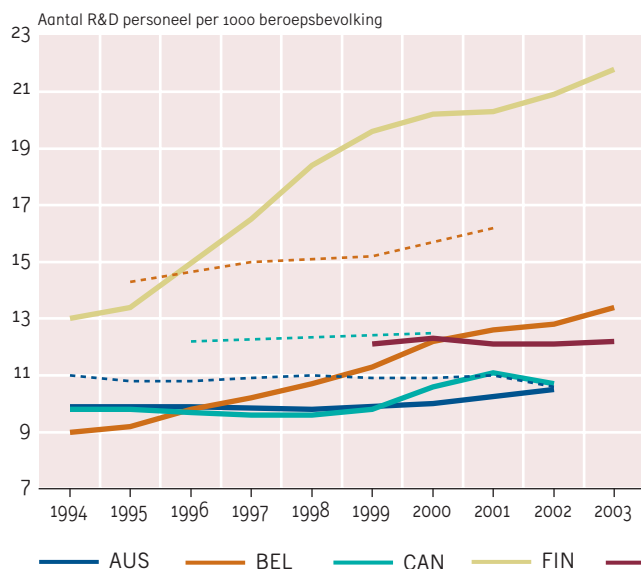
⁴³ Gegevens voor het Verenigd Koninkrijk zijn slechts t/m 1993 beschikbaar. Waarschijnlijk zou Nederland ook nu boven het Verenigd Koninkrijk scoren gelet op de onderlinge verhoudingen tot 1993.

Figuur 3.2 Wetenschappelijk en technologisch arbeidspotentieel naar land (%)



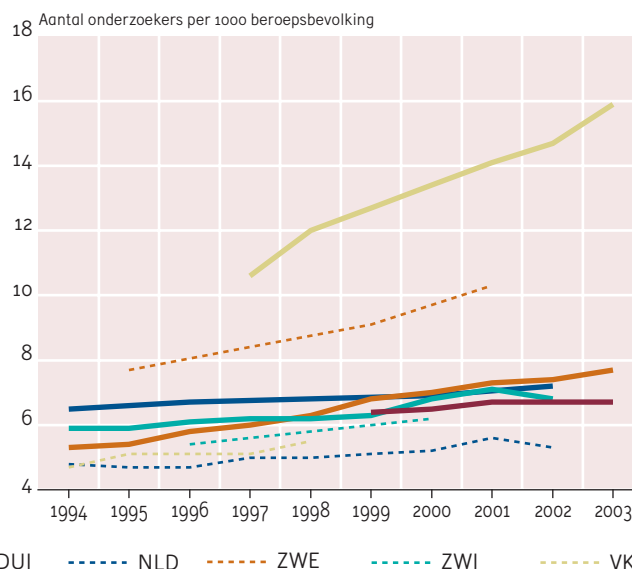
Bron: Eurostat. Bewerking: MERIT.

Figuur 3.3 Trends in het aandeel R&D-personeel in de nationale beroepsbevolking naar land (%)



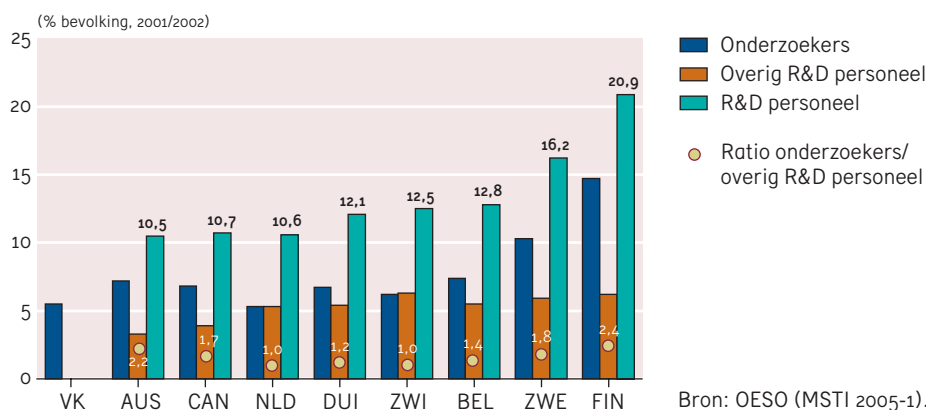
Bron: OESO (MSTI 2005-1). Bewerking: MERIT.

Figuur 3.4 Trends in het aandeel onderzoekers in de nationale beroepsbevolking naar land (%)



Bron: OESO (MSTI 2005-1). Bewerking: MERIT.

Figuur 3.5 Verdeling tussen onderzoekers en overig R&D-personeel, naar land (% van beroepsbevolking, 2001/2002)

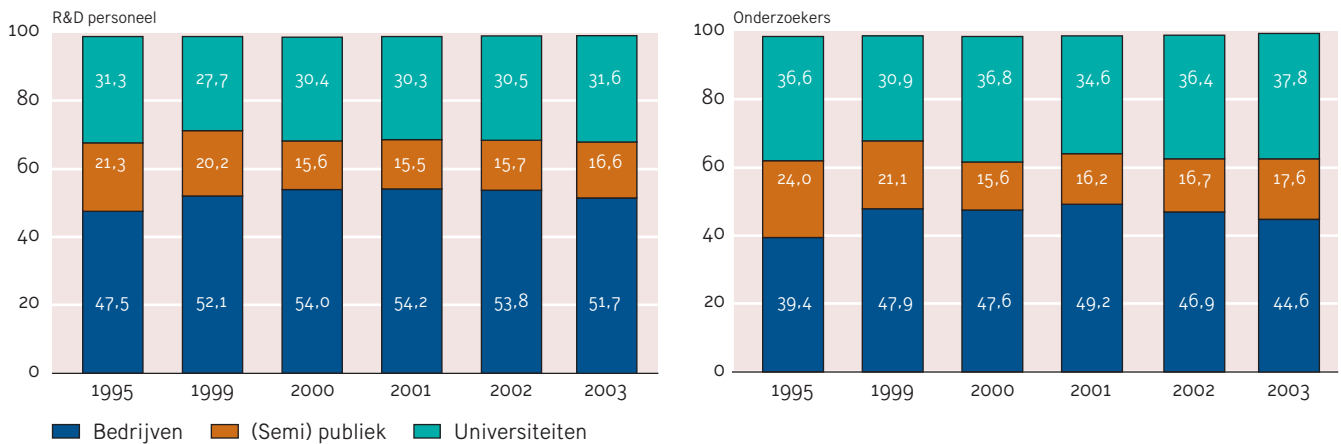


Bron: OESO (MSTI 2005-1). Bewerking: MERIT

derzoekers. In Finland, Australië en Canada is het aantal onderzoekers gemiddeld meer dan twee keer zo groot. Het is niet duidelijk in hoeverre deze relatief grote vertegenwoordiging van ondersteunend personeel in het geval van Nederland een uitvloeisel is van de organisatorische structuur en financiering van ons onderzoeksbestel en de missie van onderzoeksorganisaties. Midden jaren negentig was de verhouding tussen onderzoekers en overig R&D personeel zelfs nog kleiner, met een gemiddelde verhouding van 0,8. Het aantal onderzoekers in Nederland is echter tussen 1995 en 2001 sterk toegenomen met een gemiddelde jaarlijkse groei van 4,7%-punt. Maar in 2002 is aan deze sterke groei een eind gekomen met een daling met 4,35%-punt.

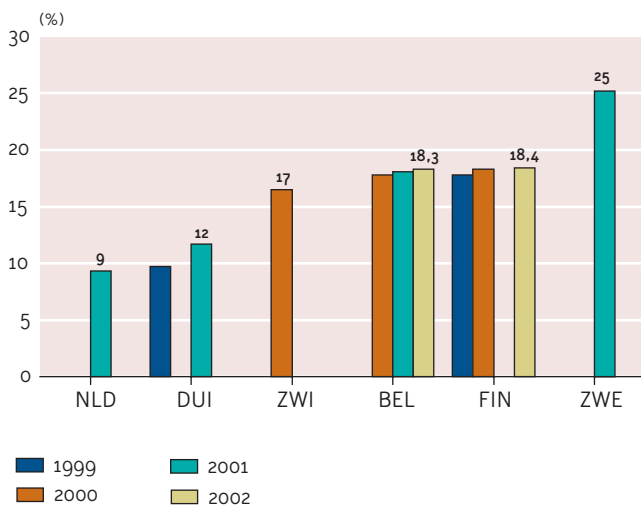
Verder blijkt dat de helft van het Nederlandse R&D-personeel werkzaam is in het bedrijfsleven (**Figuur 3.6**). Na de sterke groei van het aandeel van het bedrijfsleven tot 2001 zien we daarna weer een daling. Tussen 2001 en 2002 is de omvang van het R&D-personeel in het bedrijfsleven met 2,8%-punt gedaald, het aantal onderzoekers is zelfs met 8,9%-punt gedaald. Bij de universiteiten zien we een daling van 1,2%-punt bij het R&D-personeel en een kleine stijging van 0,5%-punt bij het aantal onderzoekers. Bij de (semi-)publieke kennisinstellingen (inclusief de instellingen in de non-profit sector) zijn deze percentages respectievelijk -1,0% en -0,8%. Bij de bedrijven wordt deze daling vooral veroorzaakt door dalende R&D-investeringen van de grote bedrijven (CBS, 2005a).

Figuur 3.6 Trends in de verdeling van Nederlands R&D-personeel en onderzoekers (% van totaal over institutionele sectoren)



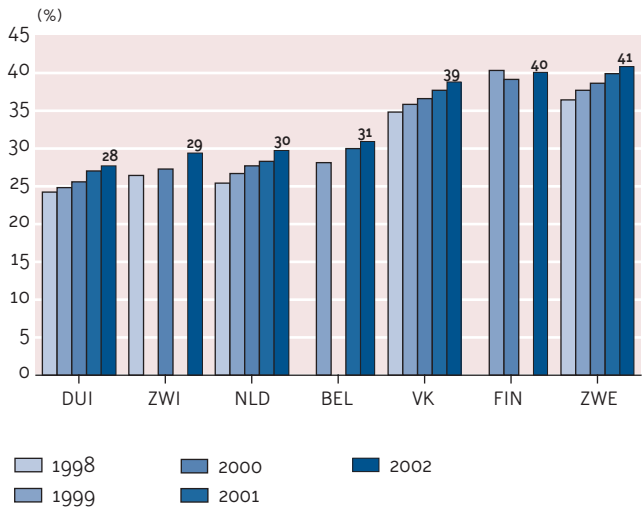
Bron: CBS. Bewerking: MERIT.

Figuur 3.7 Vrouwelijke onderzoekers in het bedrijfsleven naar land (%)



Bron: Europese Commissie, DG Research. Bewerking: MERIT.

Figuur 3.8 Trends in het aandeel van vrouwelijke onderzoekers aan universiteiten, naar land (%)



Bron: Europese Commissie, DG Research. Bewerking: MERIT.

Vooral in het Nederlandse bedrijfsleven zijn weinig vrouwelijke onderzoekers werkzaam (zie **Figuur 3.7**). Hoewel het beschikbare datamateriaal vrij beperkt is, mag worden aangenomen dat Nederland ver achterblijft bij Zwitserland, België, Finland en met name Zweden. In Zweden is één op de vier onderzoekers in het bedrijfsleven een vrouw, in Nederland is dit slechts één op de tien. Het relatief gering aantal vrouwelijke onderzoekers lijkt een structureel aspect te zijn van de Nederlandse arbeidsmarkt: de situatie binnen het bedrijfsleven vertoont namelijk veel overeenkomst met de situatie binnen de universitaire wereld. Uit **Figuur 3.8** blijkt dat er vooral in Finland, Zweden en VK relatief veel vrouwen als onderzoekers werkzaam zijn (inclusief student-assistenten, postdocs, overig wetenschappelijk personeel). Nederland laat zich het best

vergelijken met Zwitserland en België. Ondanks een gestage lichte toename van het aandeel vrouwelijke hoogleraren van 2,6% in 1990 naar 9,3% in 2004 sluit Nederland ook achteraan de groep referentielanden wat betreft het percentage vrouwelijke hoogleraren; alleen in Duitsland is het vrouwelijke aandeel (vrijwel) even laag (Eurostat, 2003).

Tabel 3.9 Trends in de omvang van universitair wetenschappelijk personeel, 1992-2003 (aantallen fte's)

Universiteit*	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
LEI	1641	1675	1546	1586	1580	1496	1486	1457	1574	1610	1720	1720
UU	1934	1946	2028	2005	1865	1896	1925	2089	2155	2108	2100	2268
RUG	1511	1495	1525	1521	1416	1326	1321	1293	1367	1470	1399	1426
EUR	800	802	836	847	847	821	739	820	845	847	987	1044
UM	514	532	526	530	526	577	601	647	714	783	781	786
UvA	1995	1943	1728	1664	1577	1632	1742	1824	1720	1708	1764	1903
VU	1006	1022	997	981	984	1014	1069	1133	1247	1269	1383	1479
RU	1217	1212	1206	1174	1216	1326	1358	1330	1461	1483	1493	1531
UvT	343	390	372	402	397	396	353	327	318	274	298	317
TUD**	1339	1503	1519	1484	1435	1374	1389	—	—	—	—	—
TUE	713	735	754	701	640	674	683	701	686	743	777	781
UT	648	674	688	711	677	663	676	692	721	771	737	821
WUR	769	828	833	896	916	898	893	867	794	839	853	857
OU	—	—	55	45	38	40	42	37	36	43	49	49
Totaal	14430	14757	14612	14545	14112	14131	14276	13216	13637	13946	14341	14982

Bron: VSNU, Min. OCW. Bewerking: MERIT.

— Geen data beschikbaar.

* De bijlage van dit rapport bevat de volledige benaming van elke universiteit.

** WP inzet van de TUD ontbreekt voor 1999-2003 omdat deze instelling geen betrouwbare gegevens kan leveren.

3.2 R&D-personeel van Nederlandse universiteiten en publieke onderzoeksinstituten

De 14 Nederlandse universiteiten vertegenwoordigden in 2003 een personele inzet van wetenschappelijk personeel van bijna 15 duizend mensjaren, exclusief de *Technische Universiteit Delft* waarvoor geen cijfers meer beschikbaar zijn vanaf 1999 (Tabel 3.9). Exclusief de TUD groeit de omvang van het WP met 0,9% op jaarbasis sinds 1992, met een feitelijke daling tot 1996 en een stijging vanaf 1997. Vanaf 1999 is er sprake van een groei van gemiddeld 2,8% op jaarbasis.

Wat de niet-universitaire kennisinstellingen betreft, vinden we zowel bij de NWO-instellingen⁴⁴, als de KNAW-instellingen⁴⁵, een sterke stijging van het aantal personeelsleden (zie Tabel 3.10). Daarentegen daalt, door de overheveling van het werkgeverschap van NWO naar de universiteiten, het aantal medewerkers in dienst van NWO. De totale personeelsomvang bij de verschillende GTI's is relatief constant tot 2002, daarna zien we een sterke daling vanaf 2003, vooral door toedoen van teruglopende personeelsaantallen bij NLR.⁴⁶ Bij TNO daalt de personeelsinput in zowel 2001 als 2002, om vervolgens in 2003 weer sterk te stijgen. Gemiddeld genomen is de personeelsinzet bij de grote wetenschappelijke kennisinstellingen de laatste jaren toegenomen met 2% per jaar.

⁴⁴ Betreft alle medewerkers gefinancierd door NWO. Deze stijging is vooral het gevolg van een toename van de financiering van universitaire onderzoekers via de zogeheten "tweede geldstroom".

⁴⁵ Deze stijging is vooral het gevolg van een toename van personeel in dienst van KNAW-instituten.

⁴⁶ De sterke daling van het NLR personeel is het gevolg van de herstructurering in 2003 in drie divisies waarbij de personeelsomvang met 20% moet afnemen.

Tabel 3.10 Trends in de omvang van het personeelsbestand van de grote wetenschappelijke kennisinstellingen (aantal fte)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
NWO (1)	4341	4348	4246	4419	4286	4554	4995	5018	5609	5942
NWO (2)						2917	2618	2541	2312	2303
KNAW	971	992	1002	1022	1067	1130	1187	1231	1341	1233
TNO (1)	3997	3997	4192	4442	4941	4975	4906	4735	4895	4710
TNO (2)								4493	4598	4473
ECN	675	664	647	695	649	685	647	639	623	599
MARIN	202	212	251	273	287	271	239	241	256	260
GeoDelft	255	229	225	227	240	243	220	220	214	210
WL	436	399	396	388	367	345	342	346	338	326
NLR	840	814	773	777	819	802	920	886	757	686
GTI's totaal	2408	2318	2292	2360	2362	2346	2368	2332	2188	2081

Bron: Min. OCW; individuele jaarverslagen van instellingen. Bewerking: MERIT.

NWO (1): inclusief medewerkers gefinancierd door NWO, maar in dienst van universiteit;

NWO (2): exclusief medewerkers gefinancierd door NWO, maar in dienst van universiteit;

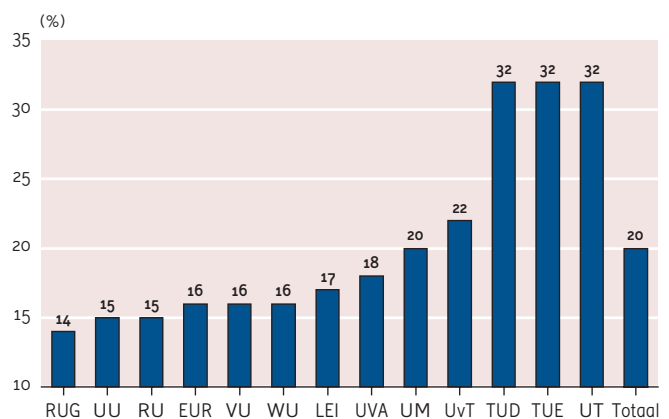
TNO (1): OCW in kerncijfers, verschillende jaargangen;

TNO (2): TNO jaarverslag, aantal medewerkers (gem. effectief) exclusief groepsmaatschappijen.

De Nederlandse universiteiten zullen meer en meer om schaars talent moeten concurreren, ook op de buitenlandse markt. Het wetenschapsbedrijf internationaliseert en inmiddels draait ook de Nederlandse universitaire wetenschap voor een aanzienlijk deel op kenniswerkers van buitenlandse komaf, zo'n 20% volgens een recent uitgevoerde studie door *Research voor Beleid* (2003).⁴⁷ In totaal betreft dit ongeveer 5.000 buitenlandse kenniswerkers. Uit **Figuur 3.11** blijkt dat de drie technische universiteiten (TUD, TUE en UT) het hoogste aandeel buitenlandse kenniswerkers kennen in hun personeelsbestand. Het merendeel van de buitenlandse kenniswerkers zijn AIO's, promovendi of jonge onderzoekers. De helft van alle AIO's aan de drie technische universiteiten komt uit het buitenland; aan de TUE is zo'n driekwart van de jonge onderzoekers een buitenlandse wetenschapper. De meeste jonge buitenlandse wetenschappers zijn bovendien niet van plan in Nederland te blijven. De grote meerderheid (77%) heeft ook slechts een tijdelijke aanstelling.

Over enkele jaren kampen de universiteiten voorts met een grote pensioneringsgolf. De leegvallende plaatsen zullen slechts deels kunnen worden opgevuld uit het zittend perso-

Figuur 3.11 Buitenlandse onderzoekers verbonden aan de universiteiten (% van totale aantal onderzoekers per universiteit)

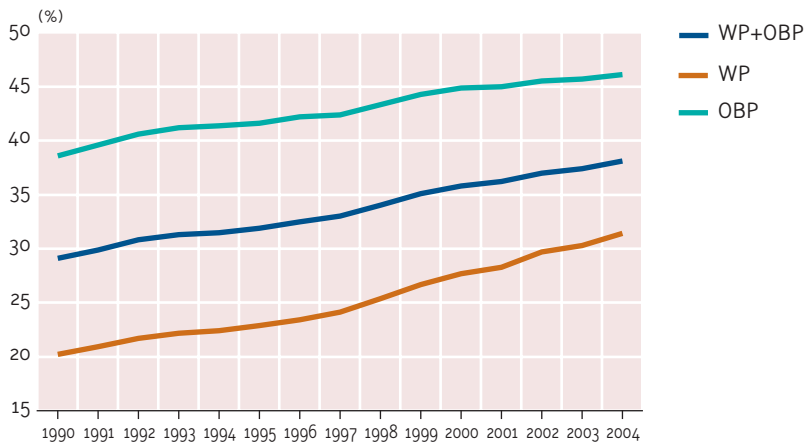


Bron: Research voor Beleid (2005), Bewerking: MERIT.

neel. Men zal onder andere buitenlandse kenniswerkers moeten aantrekken en deze ervan overtuigen om in Nederland te blijven. Om mogelijke tekorten aan te vullen kan gebruik worden gemaakt van het aanwezige kennispotentieel in Nederland, waaronder de vrouwen die een ondervertegenwoordigde groep vormen binnen het Nederlands R&D-personeel. **Figuur 3.12** laat zien dat het aandeel vrouwen werkzaam aan een Nederlandse universiteit in vast en tijdelijk dienstverband de laatste sterk jaren is verbeterd, maar dat vooral bij het we-

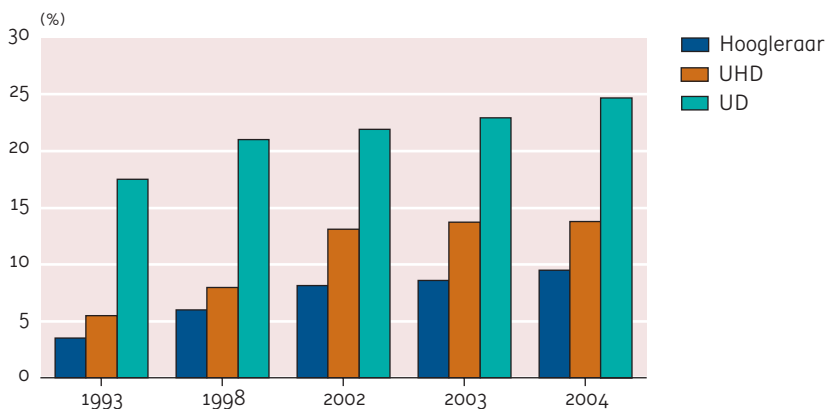
⁴⁷ Er zijn drie methoden gebruikt om het aantal buitenlandse kenniswerkers in kaart te brengen: een internet-enquête onder de kenniswerkers zelf, personeelsgegevens van de verschillende universiteiten en een CV-zoekactie via het internet (*Research voor Beleid*, 2005).

Figuur 3.12 Trends in het aandeel van vrouwelijk universitair personeel (%)



Bron: VSNU. Bewerking: MERIT.

Figuur 3.13 Trends in het aandeel vrouwen in vaste dienst van universiteiten, naar universitaire rang (in % van aantal arbeidsjaren)



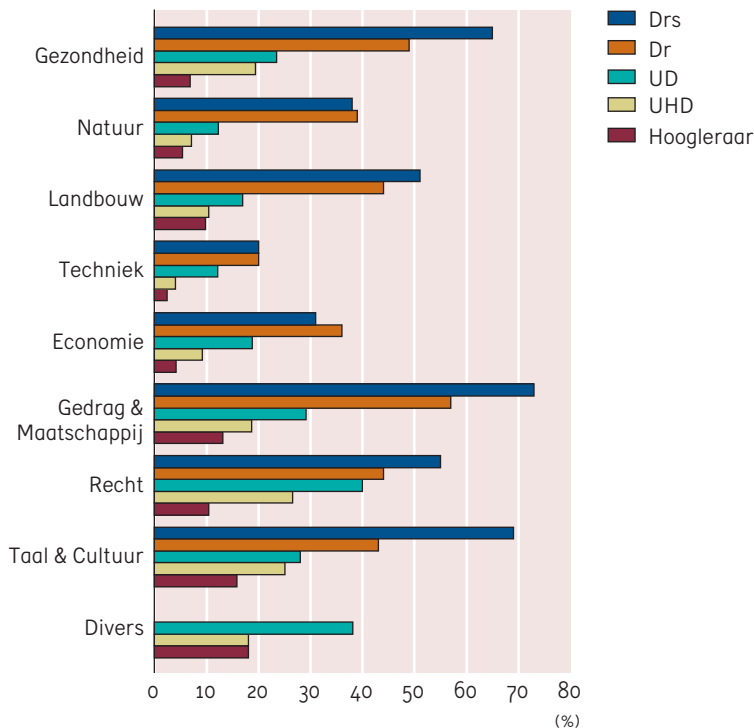
Data: VSNU. Bewerking: CWTS.

tenschappelijk personeel (inclusief student-assistenten, post-docs, overig wetenschappelijk personeel) dit aandeel nog steeds vrij laag is.

Het percentage vrouwelijk wetenschappelijk personeel in vaste dienst neemt slechts in bescheiden mate toe. Uit **Figuur 3.13** valt ook op te maken dat het percentage vrouwen in vaste universitaire posities relatief laag is. Tussen 1993 en 2002 nam het percentage vrouwelijke hoogleraren en universitaire hoofddocenten (UHD's) sneller toe dan verwacht (NOWT, 2003, p. 79), terwijl het percentage vrouwen in een vaste positie als universitair docent (UD) sinds 1998 weinig is gestegen. Na de verandering van NWO's *Aspasia* programma in 2002 werd in 2003 en 2004 op elk van deze fronten enige winst

geboekt. De grootste vooruitgang vond plaats bij het aandeel UD's, dat van 21,9% naar 24,7% steeg. De groei in het percentage vrouwelijke onderzoekers in 2003 en 2004 wordt voornamelijk veroorzaakt door een flinke reductie in het aantal mannelijk wetenschappelijk personeel in vaste dienst (-516 fte of -7,6%) terwijl de stijging van het aantal vrouwen in vaste dienst relatief licht is (+55 fte of +3,1%).

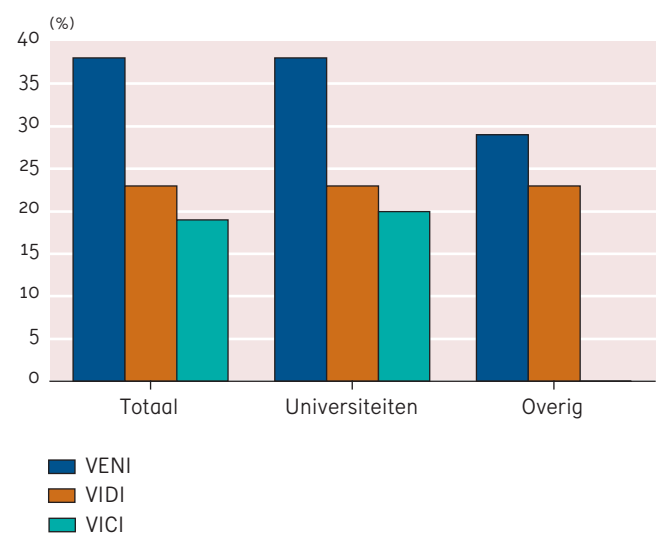
Figuur 3.14 Percentages vrouwen in vaste universitaire posities (2003), vrouwelijke afgestudeerden (2001/2002) en gepromoveerden (2002/2003), naar HOOP-gebied



Data: VSNU. Bewerking: CWTS.

Er bestaan evenwel aanzienlijke verschillen binnen HOOP-gebieden (zie **Figuur 3.14**). In de gebieden *Taal en Cultuur*, *Recht* en *Gedrag en Maatschappij* is meer dan 10% van de hoogleraren vrouw, terwijl dit in *Natuur*, *Techniek* en *Economie* hoogstens 6% bedraagt. Het percentage vrouwelijke UHD's komt in *Recht*, *Taal en Cultuur*, *Gezondheid* en *Gedrag en Maatschappij* boven de 18%, terwijl het in de overige onderzoeksgebieden 10% of minder is. In *Recht* is tenslotte het percentage vrouwelijke UD's relatief hoog met 40%, waar het slechts 12% bedraagt in de gebieden *Natuur* en *Techniek*. Vergeleken met het percentage vrouwen met een doctoraaldiploma (2001/2002; zie ook Tabel 3.18) is het percentage vrouwelijke UD's stevast lager, zij het dat het verschil relatief klein is in *Techniek*, *Recht* en *Economie* en relatief groot in *Gezondheid*, *Gedrag en Maatschappij* en *Taal en Cultuur*. De beste indicator van het vrouwelijk potentieel voor vaste wetenschappelijke functies is wellicht het percentage vrouwelijke gepromoveerden (41% tegen 52% onder de afgestudeerden; zie ook Tabel 3.19). Dit percentage ligt doorgaans dicht bij het percentage vrouwelijke UD's, maar het verschil is relatief groot bij *Landbouw*, *Natuur*, *Gezondheid* en *Gedrag en Maatschappij* en relatief klein bij *Techniek* en *Recht*. Deels weerspiegelen deze verschillen het kleiner aandeel vrouwelijke gepromoveerden in een aantal onderzoeksgebieden in het verleden.

Figuur 3.15 Percentage VENI, VIDI, VICI-toekenningen aan vrouwen; universiteiten en overige onderzoeksinstituten (2002-2004)*



Bronnen: NWO, Min. OCW. Bewerking: CWTS.

* Subsidies die in 2002-2004 zijn toegekend aan vrouwelijke onderzoekers verbonden aan universiteiten (inclusief gelieerde universitaire ziekenhuizen) en overige onderzoeksinstituten (KNAW, NWO).

In het kader van de Vernieuwingsimpuls geeft NWO vanaf 2000 talentvolle onderzoekers met persoonsgebonden subsidies de kans om onderzoek van hun keuze uit te voeren. Vanaf 2002 is er onderscheid in het VENI-, VIDI- en VICI-programma waarbij de onderzoeksprogramma's van pas-gepromoveerde onderzoekers (VENI), onderzoekers die al enige jaren postdoctoraal werkzaam zijn (VIDI), en senior-onderzoekers (VICI) worden gefinancierd. De cijfers in **Figuur 3.15** tonen aan dat vrouwen vooral relatief goed zijn vertegenwoordigd in het VENI-programma (38%), maar minder onder VIDI (23%), en nog minder in VICI (19%). Voor zover gegevens over aanvragers bekend zijn, laten deze zien dat vrouwen net iets vaker voorkomen onder de gesubsidieerden dan onder de aanvragers. Gesubsidieerde vrouwen zijn met name verbonden aan de algemene universiteiten, de UM en de EUR (30-45%), maar komen minder vaak voor aan technische universiteiten, WUR en de RU (7-22%), en de KNAW- en NWO-instituten.

In hoeverre zijn de verschillen tussen mannen en vrouwen terug te voeren op verschillen in interesse en vooropleiding? Hoewel blijkt uit Europese enquêtes Nederlandse mannen vaker dan vrouwen geïnteresseerd zijn in wetenschap in het algemeen, tonen vrouwen op een aantal specifieke terreinen zoals gezondheid, milieu en genetica, vaker interesse dan mannen (NOWT, 2003). Deze verschillen in interesse uiteten zich ook in gedrag (profielkeuze op VWO, studiekeuze, keuze van universitair werkterrein). Zo blijkt uit de Onderwijsstatistiek van het CBS (CBS, 2005b) dat onder geslaagden voor VWO aan het eind van het schooljaar 2002/2003 slechts 4% van de meisjes gekozen had voor het profiel *Natuur en techniek* tegen 27% van de jongens. Jongens kozen frequenter voor het profiel *Economie en maatschappij* (40% tegen 29%) en veel minder vaak voor *Cultuur en maatschappij* (6% tegen 31%) en minder voor het profiel *Natuur en gezondheid* (23% tegen 32%). Zolang de verschillen tussen jongens en meisjes al in een vroeg stadium zo groot zijn voor wat betreft vakkenkeuze, is niet te verwachten dat dit tijdens de universitaire studie gelijk zal trekken, en vervolgens zal leiden tot een meer evenwichtige verdeling binnen universitaire onderzoeksinstellingen. De cijfers voor de ingeschrevenen in het wetenschappelijk onderwijs naar HOOP-gebied voor 2003/2004 (CBS, 2005b) laten zien dat mannen in veel grotere getale kiezen voor *Techniek* (21.400) en *Economie* (21.800) dan vrouwen (respectievelijk 4.000 en 9.100), maar minder vaak voor *Gezondheid* (8.300 tegen 15.100), *Gedrag en maatschappij* (11.800 versus 27.200) en *Taal en cultuur* (9.300 versus 15.900).

Deze cijfers wijzen erop dat voor een grotere participatie van vrouwen in wetenschap en technologie het van belang is dat, naast het slechten van maatschappelijke obstakels, de interesse van vrouwen in wetenschap en technologie al jong

wordt gestimuleerd en voldoende kans krijgt zich te ontwikkelen. Anders worden vrouwen al in het VWO bij de profielkeuze voor een belangrijk deel vastgelegd in studiekeuze en loopbaanmogelijkheden buiten harde bèta-vakken en techniek.

3.3 Universitaire studenten en afgestudeerden

In paragraaf 3.1 zijn de Nederlandse trends op het gebied van R&D-personeel en onderzoekers in een internationaal kader geplaatst. Een groot deel van het toekomstige Nederlandse R&D-personeel wordt thans opgeleid aan onze hogescholen en universiteiten. De trends in de huidige cohorten universitaire studenten zullen doorwerken in de toestroom van de nieuwe kenniswerkers én in de aanwas van toekomstige onderzoekers. Die studentenaantallen vertonen na een forse daling midden jaren negentig weer een stijging. Het totaal aantal ingeschreven studenten is sinds 1998 toegenomen met een gemiddelde groei van 3,4% per jaar (**Tabel 3.16**), waarbij de HOOP-gebieden *Gedrag en maatschappij*, *Economie* en *Taal en Cultuur* de hoogste groeicijfers laten zien.⁴⁸ De groei van het aantal ingeschreven studenten is het laatste jaar nog versneld, alleen bij *Economie* en *Techniek* vertraagt de groei. Er zijn vrijwel evenveel vrouwelijke als mannelijke studenten, maar tussen de HOOP-gebieden bestaan grote verschillen. Onder vrouwelijke studenten zijn *Techniek*, *Natuur* en *Economie* het minst populair en *Gezondheid*, *Gedrag en maatschappij* en *Taal en Cultuur* het meest populair.

Ook het aantal eerstejaarsstudenten vertoont sinds 1998 een sterke toename met 3,9% op jaarbasis (**Tabel 3.17**). Bij *Landbouw*, *Gezondheid* en *Taal en Cultuur* is de toename het grootst. Ook bij het aantal eerstejaars zien we een groeiversnelling in 2003, vooral bij *Natuur*, *Gezondheid* en *Recht*. Bij *Economie* stagneert de groei van het aantal eerstejaarsstudenten. In 2003 zijn er meer vrouwen dan mannen bij de eerstejaars, maar *Natuur*, *Techniek* en *Economie* zijn bij vrouwen nog steeds de minder populaire studiekeuzes. Wel laten zowel *Natuur* als *Economie* een lichte toename zien van de interesse van vrouwen in deze studies.

⁴⁸ Het hoge groeipercentage voor Onderwijs komt deels voort uit het relatief kleine aantal studenten in 1998.

Tabel 3.16 Ingeschreven studenten in het wetenschappelijk onderwijs

	Totaal studenten 2003/2004	Toename sinds 2002/2003 Groei per jaar		Toename sinds 1998/1999 Groei per jaar		% Vrouwen 2003/2004
		Absoluut	%	Absoluut	%	
Totaal	187597	8817	4.9	28671	3.4	49.4
per HOOP gebied						
Landbouw	4328	309	7.7	518	2.6	49.2
Natuur	12733	499	4.1	427	0.7	31.7
Techniek	26111	625	2.5	3278	2.7	18.0
Gezondheid	23377	1550	7.1	3674	3.5	64.6
Economie	30840	868	2.9	5915	4.4	29.4
Recht	24577	267	1.1	-51	0.0	55.9
Gedrag en maatschappij	39936	2639	7.1	10159	6.0	69.5
Taal en cultuur	24819	1837	8.0	4416	4.0	63.3
Onderwijs	876	223	34.2	335	10.1	55.6

Bron: ECHO (Een Cijfer Hoger Onderwijs). Bewerking: MERIT.

Tabel 3.17 Eerstejaarsstudenten in het wetenschappelijk onderwijs

	Totaal eerstejaars 2003/2004	Toename sinds 2002/2003 Groei per jaar		Toename sinds 1998/1999 Groei per jaar		% Vrouwen 2003/2004
		Absoluut	%	Absoluut	%	
Totaal	36727	2056	5.9	6350	3.9	51.3
per HOOP gebied						
Landbouw	1065	104	10.8	314	7.2	52.7
Natuur	2670	310	13.1	136	1.1	34.8
Techniek	4939	284	6.1	613	2.7	17.5
Gezondheid	4007	524	15.0	1135	6.9	67.7
Economie	6331	16	0.3	841	2.9	31.3
Recht	4256	133	3.2	105	0.5	57.8
Gedrag en maatschappij	8455	158	1.9	1873	5.1	71.5
Taal en cultuur	4952	507	11.4	1293	6.2	65.7
Onderwijs	52	20	62.5	40	34.1	44.2

Bron: ECHO (Een Cijfer Hoger Onderwijs). Bewerking: MERIT.

Ook het aantal geslaagden voor een doctoraal diploma (vanaf 2002 inclusief *masters* diploma) stijgt (**Tabel 3.18**). Maar de groei sinds 1998 is wel kleiner dan die bij het aantal studenten en het aantal eerstejaars. *Landbouw* vertoont een zeer sterke toename (13,7% jaarlijks) sinds 1998. Het laatste jaar bedraagt de stijging van het totaal aantal geslaagden zelfs ruim 6%. *Natuur* laat als enige studierichting een negatieve ontwikkeling zien. Het aantal geslaagden is sinds 1998 met 2,5% per jaar afgenomen, in 2003 is er zelfs een daling van 10,6%.

Ondanks het feit dat er iets meer mannelijke dan vrouwelijke studenten zijn, zijn de vrouwen in de meerderheid bij het totaal aantal geslaagden.

Nederland kent internationaal gezien een relatief gering aantal onderzoekers (zie Figuur 3.4). De huidige groep onderzoekers zal voor een groot deel aangevuld (moeten) worden met degenen die met succes een universitaire dissertatie afronden.

Tabel 3.18 Geslaagden in het wetenschappelijk onderwijs*

	Totaal geslaagden 2003/2004	Toename sinds 2002/2003 Groei per jaar		Toename sinds 1998/1999 Groei per jaar		% Vrouwen 2002/2003
		Absoluut	%	Absoluut	%	
Totaal	23238	1372	6.3	2903	2.7	52.7
per HOOP gebied						
Landbouw	992	370	59.5	471	13.7	50.0
Natuur	1388	-165	-10.6	-191	-2.5	37.5
Techniek	3059	247	8.8	353	2.5	21.4
Gezondheid	2651	30	1.1	591	5.2	65.5
Economie	4128	114	2.8	465	2.4	34.1
Recht	3099	50	1.6	88	0.6	56.3
Gedrag en maatschappij	5242	607	13.1	1070	4.7	73.9
Taal en cultuur	2679	119	4.6	56	0.4	66.7

* Voor doctoraalexamen en vanaf 2002/2003 inclusief aantal geslaagden master.

Bron: ECHO (Een Cijfer Hoger Onderwijs). Bewerking: MERIT.

Tabel 3.19 Totaal aantal promoties in het wetenschappelijk onderwijs

	Totaal promoties 2003/2004	Toename sinds 2002/2003 Groei per jaar		Toename sinds 1998/1999 Groei per jaar		% Vrouwen 2003/2004	% Vrouwelijke promovendi ultimo 2004
		Absoluut	%	Absoluut	%		
Totaal	2666	106	4.1	183	1.4	39.9	41.3
per HOOP gebied							
Landbouw	205	-15	-6.8	22	2.3	39.0	45.9
Natuur	499	9	1.8	35	1.5	40.7	32.7
Techniek	483	43	9.8	63	2.8	18.6	26.4
Gezondheid	863	93	12.1	152	4.0	43.5	63.0
Economie	107	-33	-23.6	-8	-1.4	45.8	35.3
Recht	86	-4	-4.4	-21	-4.3	43.0	52.2
Gedrag en maatschappij	223	13	6.2	-19	-1.6	58.3	58.0
Taal en cultuur	200	-10	-4.8	-41	-3.7	49.5	55.9

Bron: CBS (Onderwijsstatistieken); VSNU (WOPI). Bewerking: MERIT.

Het aantal gepromoveerden (doctoraat geslaagden) vertoont een kleine gemiddelde jaarlijkse groei van 1,4% sinds 1998 (Tabel 3.19), dankzij *Landbouw*, *Natuur*, *Techniek* en *Gezondheid*. De andere HOOP-gebieden laten een daling zien. Het aantal promoties is in 2003 toegenomen met 4,1%, waarbij vooral bij *Gezondheid* en *Techniek* de stijging fors is. Bij *Landbouw*, *Recht*, *Taal en Cultuur* en vooral bij *Economie* (-23,6%) is het aantal promoties gedaald. Met een gemiddeld aandeel van 40% zijn vrouwen ondervertegenwoordigd bij het aantal

promoties in bijna alle HOOP-gebieden behalve *Gedrag en maatschappij*. Een directe verklaring hiervoor ligt in het feit dat het aandeel vrouwelijke promovendi, dus zij die nog werken aan hun dissertatie, niet veel groter is met 41%.

3.4 Mobiliteit en arbeidsmarkt van kenniswerkers

Een hoogwaardige kenniseconomie en hoge arbeidsproductiviteit hangen in sterke mate af van voldoende aantallen goed opgeleide werknemers die de beschikbaarheid van bruikbare kennis goed kunnen benutten. De instroom van HBO-ers, universitair afgestudeerden en gepromoveerden, en de mobiliteit van reeds actieve kenniswerkers, zijn zeer bepalende factoren in de overdracht en benutting van (nieuwe) kennis en ervaring binnen onze economie. De mobiliteit van (jonge) onderzoekers, technici, en ingenieurs vormt een zeer belangrijke bijdrage aan de dynamisering van de kenniseconomie, en de R&D-wisselwerking tussen onderzoek en het bedrijfsleven.⁴⁹ Tekorten aan voldoende kenniswerkers en gekwalificeerd R&D-personeel vormen een belangrijke reden waarom R&D-activiteiten en innovatieprocessen vertraging oplopen, of zelfs helemaal niet worden gestart. Het aantrekken van personeel uit het buitenland biedt een mogelijkheid om te voorzien in tekorten aan onderzoekers. Kennisintensieve bedrijven zijn immers voor de werving van onderzoekers en technici niet gebonden aan Nederland. Met name de grote bedrijven begeven zich dan ook meer en meer op de internationale kennismarkt – zij zullen de benodigde kennis en vaardig-

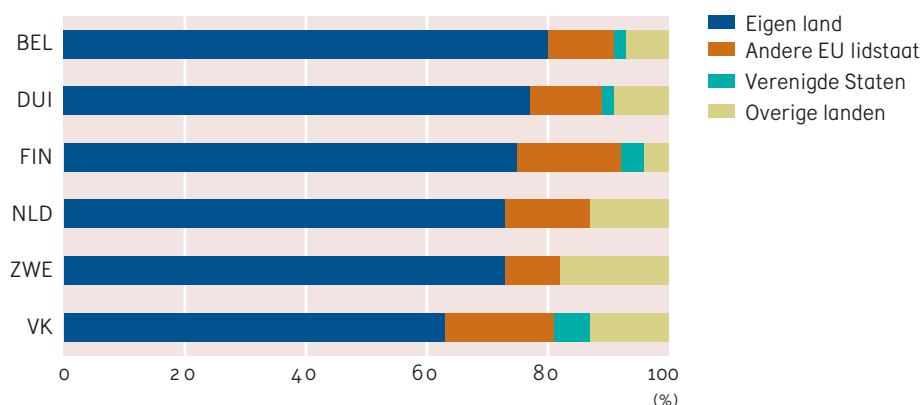
heden daar zoeken waar deze excellent van kwaliteit zijn, gemakkelijk toegankelijk, en bij voorkeur relatief goedkoop. Ondanks het evidente belang van mobiliteit voor het Nederlandse kennisinfrastructuur is er weinig vergelijkend statistisch materiaal beschikbaar over de aard en intensiteit van interacties en mobiliteit van kenniswerkers - hetzij tussen de publieke en private sector in Nederland, hetzij wat betreft grensoverschrijdende mobiliteit.

Uit één van de weinige informatiebronnen, een vergelijkend onderzoek van de Europese *Innobarometer*, blijkt dat ongeveer een vijfde (21%) van de innovatieve Nederlandse bedrijven in 2002-2003 jonge academici in dienst heeft genomen die in Nederland zijn opgeleid (zie **Figuur 3.20**). Bijna 5% van de bedrijven meldt daarnaast ook universitair personeel uit andere EU-landen te hebben geworven. De Nederlandse bedrijven blijken niet wezenlijk af te wijken van het EU gemiddelde voor wat betreft de geografische herkomst van hun nieuw universitair personeel dat wordt ingezet voor innovatie: zo'n 75% van de jonge afgestudeerden komt uit eigen land en nog eens 15-20% is afkomstig van andere EU-landen. In vergelijking met Europese referentielanden is de Nederlandse wervingskracht of attractiviteit voor buitenlands personeel het best te vergelijken met die van Duitsland of Finland. Nederland is in vergelijking met deze twee landen wel sterker gericht op de EU als bron van menselijk kapitaal. Met name het Verenigd Koninkrijk vertoont een afwijkend profiel, met een relatief groot aandeel van afgestudeerden afkomstig van de overige EU-lidstaten en uit de Verenigde Staten.

Uit ander Europees onderzoek is inmiddels wel gebleken dat mobiliteit van het Nederlandse wetenschappelijke en technologisch arbeidspotentieel op de binnenlandse arbeidsmarkt iets lager is dan gemiddeld in de referentielanden (**Figuur**

49 Per 1 april 2005 is het Casimir-programma van NWO en het Platform Beta Techniek opengesteld voor aanvragen. Doel van het dit programma is de mobiliteit van onderzoekers te vergroten en meer uitwisseling van onderzoekers tot stand te brengen tussen bedrijven en publieke kennisinstellingen. Kern van het programma is om onderzoekers van publieke kennisinstellingen in de natuurwetenschappen en technische wetenschappen tijdelijk bij bedrijven te laten werken, en vice versa.

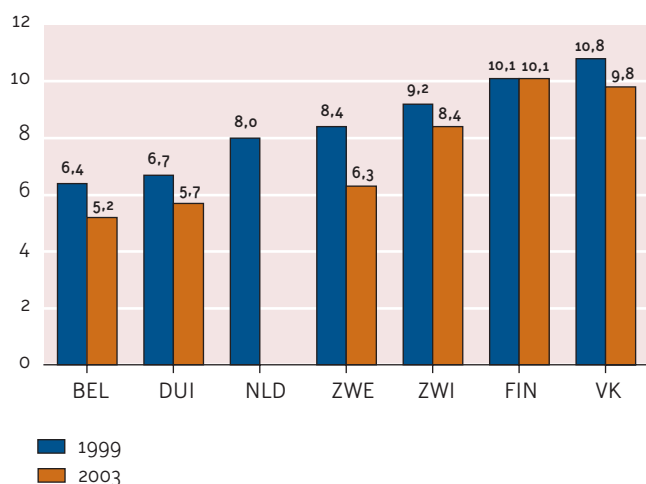
Figuur 3.20 Nieuwe universitair afgestudeerden in dienst van het MKB, naar land van oorsprong (2002-2003)*



Bron: Innobarometer 2004 (EC Flash Eurobarometer 164). Bewerking: CWTS.

* Universitair afgestudeerden die in dienst zijn getreden van innovatieve bedrijven in het MKB ten behoeve van innovatie-activiteiten - verdeeld naar land/regio van herkomst. Betreft bedrijven met 20-500 medewerkers.

Figuur 3.21 Trends in mobiliteit van HRST-personeel, naar land (1998-1999; 2002-2003)*



Bron: Eurostat. Bewerking: MERIT.

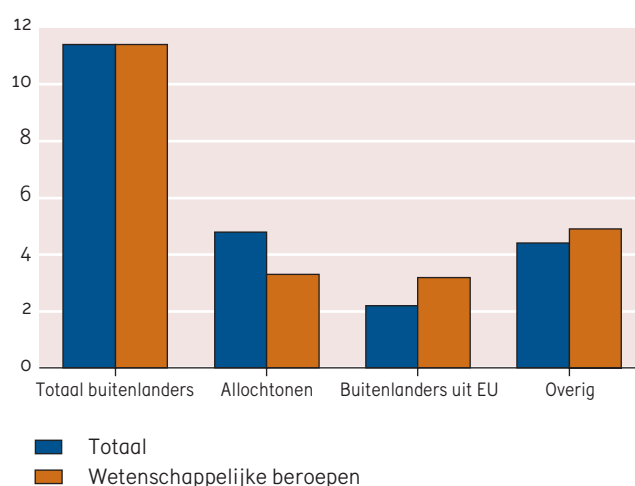
* Mobiliteit is hier gemeten als het wisselen van baan tussen twee opeenvolgende jaren (respectievelijk, 1998-1999 en 2002-2003).

3.21). Binnen de groep referentielanden is deze mobiliteit tussen 1999 en 2003 gedaald van 8,6% naar 7,5%. Voor Nederland ontbreken gegevens na 1999, maar gelet op de ontwikkeling in de andere landen mogen we ook voor Nederland een afname in de mobiliteit verwachten.

Bijna 90% van de in Nederland werkende beroepsbevolking is ook Nederlander van nationaliteit (De Loo en Corvers, 2003). Dit geldt evenzeer voor wetenschappelijke beroepen, waarin Nederlanders een constant aandeel van 89% hadden in de periode 1998-2002. Allochtonen (3,3%) zijn ondervertegenwoordigd in de wetenschappelijke beroepen, maar in de periode 1998-2002 nam hun aandeel wel toe. Buitenlanders uit de EU15-lidstaten hebben een constant aandeel van 3,2% in de wetenschappelijke beroepen, en dat van overige buitenlanders is gestegen tot bijna 5% (zie **Figuur 3.22**).

De huidige gegevens over de omvang en samenstelling van inkomende en uitgaande onderzoekers zijn eveneens zeer fragmentarisch en bieden weinig aanknopingspunten voor een betrouwbaar overzicht. De weinige beschikbare studies duiden erop dat onderzoekers relatief lang werkzaam zijn binnen de wetenschappelijke wereld en er relatief weinig sprake is van mobiliteit richting het bedrijfsleven en *vice versa* (Van Vucht Tijssen, 2000). Over de mobiliteit van onderzoekers tussen de publieke en private sector in Nederland is eveneens zeer weinig bekend. Duidelijk is dat Nederlandse universiteiten een groot aantal onbezoldigde of bijzondere hoogleraren tellen waarvan de leerstoel geheel of gedeeltelijk wordt bekostigd door het bedrijfsleven. Daarnaast heb-

Figuur 3.22 Buitenlandse kenniswerkers in Nederland in de totale beroepsbevolking en in wetenschappelijke beroepen (% van werkzame beroepsbevolking, 2001/2002)



Bron: CBS, ROA. Bewerking: CWTS.

ben tal van hoogleraren en universitaire medewerkers deeltijdaanstellingen bij bedrijven. Helaas ontbreekt een landelijk overzicht van deze deeltijdhoogleraren. Uit recent onderzoek is overigens wel komen vast te staan dat 35% van de Nederlandse professoren minstens één bezoldigde nevenfunctie heeft buiten de universiteit; in samenwerking met de KNAW hield het weekblad *Vrij Nederland* een enquête onder 1.010 hoogleraren aan Nederlandse universiteiten.⁵⁰ 30% van de respondenten bestond overigens uit deeltijdhoogleraren. Ook van de voltijdhoogleraren heeft een kwart een betaalde nevenfunctie. Ruim 50% van de nevenfuncties is in het bedrijfsleven, 14% in de gezondheidszorg, 11% in het onderwijs, en 11% in het openbaar bestuur. Hoogleraren in de bèta-vakgebieden hadden het vaakst een nevenfunctie (41%), professoren in de alfa- of gammawetenschappen volgden met 37%, terwijl nevenfuncties het minst in zwang zijn bij medische hoogleraren (28%).

Wat de Nederlandse arbeidsmarkt voor kenniswerkers betreft, blijkt uit onderzoek van ROA dat voor de HRST-beroepen grote knelpunten worden verwacht in de personeelsvoorziening bij de pedagogische, medische en paramedische en informatica beroepen (ROA, 2002). Bij de onderzoeksberoepsgroepen worden er zeer grote knelpunten verwacht bij weg- en waterbouwkundigen, elektrotechnici, en economen

⁵⁰ De respons bedroeg 44%, waarbij de verdeling van respondenten naar leeftijd, geslacht en universiteit representatief bleek (Albrecht et al., 2004).

Tabel 3.23 Verwachte knelpunten in de personeelsvoorziening (ITKB), 2001-2006

Klasse HRST-beroepen	ITKB*	Typering
Pedagogische beroepen	0.86	Zeer groot
Informatica beroepen	0.87	Zeer groot
Medische en paramedische beroepen	0.88	Zeer groot
Sociaal-culturele beroepen	0.91	Groot
Technische en industriële beroepen	0.91	Groot
Culturele beroepen	0.91	Groot
Transport beroepen	0.91	Groot
Economisch-administratieve beroepen	0.92	Groot
Agrarische beroepen	0.93	Groot
Openbare orde- en veiligheids beroepen	0.94	Groot
Verzorgende en dienstverlenende beroepen	—	—
Totaal HRST-beroepen	0.90	Groot
Onderzoeksberoepsgroepen naar opleiding		
Elektrotechnici	0.83	Zeer groot
Weg- en waterbouwkundigen	0.86	Zeer groot
Economen en sociaal-wetenschappers	0.88	Zeer groot
Werktuigbouwkundigen	0.92	Groot
Materiaalkundigen	0.92	Groot
Wiskundigen en natuurwetenschappers	0.93	Groot
Medici en farmaceuten	0.94	Groot
Landbouwkundigen	0.95	Enige
Totaal Onderzoeksberoepsgroepen	0.91	Groot

Bron: Tabel 3.9 en 3.10 ROA 2002, De arbeidsmarkt voor kenniswerkers. Bewerking: MERIT.

* De Indicator Toekomstige Knelpunten in de personeelsvoorziening naar Beroep (ITKB) heeft een waarde tussen 0 en 1. Hoe dichter de waarde bij 1 hoe lager de knelpunten zijn in de personeelsvoorziening voor de desbetreffende beroepsgroep.

en sociaalwetenschappers (**Tabel 3.23**). De innovatie-enquête van het CBS met betrekking tot de jaren 1998-2000 laat zien dat het innovatieproces bij 18% van de innoverende bedrijven sterk negatief is beïnvloed door een tekort aan voldoende gekwalificeerd personeel. Industriële bedrijven ondervonden meer hinder van een tekort aan voldoende gekwalificeerd personeel dan bedrijven in de dienstensector. Onvoldoende gekwalificeerd personeel was vooral een knelpunt in de *Basismetaalindustrie*, *Transportmiddelindustrie* en *Rubber- en kunststofindustrie*. De vervolgenquête van het CBS, die betrekking heeft op de situatie in 2000-2002, laat zien dat door een tekort aan voldoende gekwalificeerd personeel bij 7% van de innoverende bedrijven projecten niet zijn begonnen, bij 2% projecten voortijdig zijn gestopt en bij 22% projecten ernstig zijn vertraagd. Vooral bij de *Detailhandel en reparatie* en de *Delfstoffenwinning* zijn door een tekort aan personeel innovatieprojecten niet begonnen. Het personeelstekort speelt het sterkst bij de *Aardolie-industrie*, de *Detailhandel en reparatie*,

Overige chemische basisproductenindustrie, *Computerservicebureaus* en *Milieudienstverlening*.

Eén van de belangrijkste factoren die een rol speelt in deze mogelijke tekorten is de loopbaankeuze deel van recent afgestudeerden: velen zullen niet aan de slag gaan in een beroep dat in het direct verlengde ligt van hun opleiding. Dit geldt ook voor R&D-beroepen, zoals onderzoekers of ingenieurs. Recent CPB-onderzoek naar overheidsbeleid om deelname van studenten aan Nederlandse bèta-opleidingen te stimuleren, komt tot de eindconclusie dat dit beleid weinig effect heeft op het bevorderen van Nederlandse R&D. Zo blijkt onder andere dat meer dan helft van de bèta-afgestudeerden niet verder gaat in een R&D-beroep (Noailly e.a., 2005). Desalniettemin lijkt het zinvol om vergroting van het relatief geringe aantal Nederlandse afgestudeerden in de natuurwetenschappen en technische wetenschappen (zie Figuren 3.18 en 3.19) te blijven nastreven met het oog op actuele tekorten aan specifieke

groepen van bèta's en technici in bepaalde sectoren van het bedrijfsleven, en om mogelijke toekomstige tekorten te voorkomen die kunnen ontstaan vanwege overheidsambities om de R&D-intensiteit van de Nederlandse economie te verbeteren.

Literatuurverwijzingen

Albrecht, Y., T. Broer, en H. Vervoort, *Onder professoren*. Vrij Nederland, 1 mei 2004, nr. 18, pp. 24-31 en 42-45.

CBS, *Kennis en economie 2004*. Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek, 2005a.

CBS, *Jaarboek Onderwijs*, Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek, 2005b.

De Loo, J. en F. Cörvers, *Internationale kennistransfers: Een verkenning van de grensoverschrijdende mobiliteit van werkkenden en studenten van en naar Nederland*, Maastricht: Rapport van Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt (ROA) in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, 2003.

Eurostat, *She figures 2003*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003.

Noailly J., Waagmeester D., Jacobs B., Rensman M. en D. Webbink, *Scarcity of science and engineering students in the Netherlands*, Den Haag: Centraal Planbureau, CPB Document 92, 2005.

NOWT, *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren 2003*, Rapport van het Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2003.

Research voor Beleid, *De internationale mobiliteit van kenniswerkers in het hoger onderwijs: een onderzoek naar de omvang en samenstelling anno 2004*, Leiden: Research voor Beleid, Rapport in opdracht van Nuffic, 2005.

ROA, *De arbeidsmarkt voor kenniswerkers*, ROA rapport 2002/9, 2002.

Van Vucht Tijssen, B.E., *Talent voor de toekomst, toekomst voor talent*, Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2000.



4

Kennisproductie: technologische on

Samenvatting

Succesvol wetenschappelijk onderzoek of technologische ontwikkeling genereert, op korte of langere termijn, tastbare resultaten. Zo laat de omvang van het fundamentele (technisch-) wetenschappelijk onderzoek, en de productie van wetenschappelijke kennis, zich enigszins afmeten aan aantallen wetenschappelijke publicaties. Nederlandse wetenschappelijke onderzoekers produceerden, vaak in samenwerking met Nederlandse collega's en/of buitenlandse onderzoekers, in de periode 2000-2003 jaarlijks zo'n 20.000 onderzoekspublicaties in internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften; gemiddeld zo'n 80 publicaties per werkdag. Ten opzichte van het totaal aantal onderzoekers in de publieke sector betekent dit een gemiddelde productie van bijna één publicatie per jaar in een internationaal tijdschrift. Nederland behoort daarmee tot de meest productieve landen, en is daarmee goed voor 2,5% van de wereldproductie.

Van de totale Nederlandse wetenschappelijke publicatie-output in deze internationale tijdschriften heeft 80% betrekking op de bèta-wetenschappen: ruim de helft daarvan betreft de natuurwetenschappen en exacte wetenschappen; de andere helft wordt door de medische- en levenswetenschappen geleverd. De sociale- en gedragswetenschappen zijn goed voor ruim 8% van de kennisproductie, de technische wetenschappen dragen 5% bij, de landbouw- en voedingswetenschappen vertegenwoordigen bijna 2%, de resterende 1-2% heeft betrekking op letteren, rechtswetenschappen, en humaniora.

Het grootste gedeelte van die wetenschappelijke output wordt geproduceerd door de universiteiten (69%), op grote afstand gevolgd door de niet-universitaire onderzoeksinstituten (17%). Gemeten naar internationale wetenschappelijk impact van die tijdschriftpublicaties staat Nederland op een derde positie wereldwijd, met een impact die 25% uitstijgt boven het mondiale gemiddelde. Wetenschappelijke samenwerking leidt vaak tot beter geciteerde onderzoekspublicaties, waarbij internationale co-publicaties het vaakst worden geciteerd. De citatie-impactscores van alle Nederlandse universiteiten liggen (ver) boven het mondiale gemiddelde, en behoren tot de hoogste in Europa. Elke Nederlandse universiteit kent wel één onderzoeksgebied waarin het tot de mondiale toppers behoort wat betreft het aantal veelgeciteerde onderzoekspublicaties dat men heeft geproduceerd. Vele Ne-

wetenschappelijk onderzoek en twikkeling

derlandse onderzoeksinstituten behoren ook tot de internationale top: de onderzoekspublicaties van de niet-universitaire onderzoeksinstituten worden zelfs 38% meer geciteerd dan het gemiddelde in de internationale wetenschappelijke literatuur.

Een hoge citatie-impactscore gaat echter niet altijd samen met een grote productie aan publicaties in internationale tijdschriften. Een grote publicatie-output in een onderzoeksgebied is vaak een afgeleide van het aantal onderzoekers. De citatie-impactscores worden echter ook bepaald door de specialisatiegraad van een universiteit of onderzoeksinstituut, de mate waarin men samenwerkt met andere kennisinstellingen, alsmede de internationale zichtbaarheid en wetenschappelijke kwaliteit van het onderzoek.

Nederland kent een aantal bèta-wetenschappelijke specialisatie-gebieden met een betrekkelijk kleine omvang in vergelijking met de referentielanden, maar met (zeer) hoge citatie-impactscores. Met name de chemie en de fysica scoren opvallend goed. Anderzijds, zijn vooral de Nederlandse gamma-wetenschappen numeriek 'oververtegenwoordigd' binnen de Nederlandse publicatie-output in relatie tot de omvang van deze onderzoeksgebieden binnen de referentielanden, maar laten de Nederlandse onderzoekspublicaties desondanks betrekkelijk lage citatiescores zien.

De aard en intensiteit van succesvol verlopen publiek-private onderzoeksamenwerking kan ook deels worden afgemeten aan de gezamenlijke wetenschappelijke artikelen die door de onderzoekers worden gepubliceerd in internationale tijdschriften. Het Nederlandse bedrijfsleven levert zo'n 5% van de Nederlandse publicatie-output, 70% daarvan betreft overigens co-publicaties met onderzoekers uit de publieke sector. Ruim de helft van de onderzoeksartikelen door de Nederlandse industriële onderzoekers is afkomstig van slechts vijf bedrijven: Philips, DSM, Unilever, Akzo Nobel (Organon), en Shell. Het resterende deel van de private onderzoeksartikelen wordt geproduceerd door onderzoekers, ingenieurs en technici werkzaam bij middelgrote en kleinere kennisintensive bedrijven, zoals Numico, IsoTis, Crucell, Corus, Dow Chemical, en Medtronic.

Octrooien geven een indruk van de mate waarin bedrijven en economieën succesvol zijn in de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technieken en technologieën. Ondanks de grote octrooi-productie van Philips scoort het Nederlandse bedrijfs-

leven slechts gemiddeld wat betreft de aantallen octrooien. Bij de zogenaamde hightech-octrooien scoort Nederland beter, vooral dankzij Philips. Het aandeel van de (semi-)publieke sector in de Nederlandse octrooi-productie is nog steeds laag; zowel bij de universiteiten als de niet-universitaire kennisinstellingen daalde in recente jaren zelfs het aantal octrooi-aanvragen.

4.1 Internationale vergelijking van wetenschappelijke prestaties

Uit eerdere NOWT-analyses van de wetenschappelijke literatuur, gepresenteerd in *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren Rapport 2003* (NOWT, 2003), bleek dat Nederland tot de middelgrote landen behoort wat betreft wetenschappelijke output, met ongeveer 2,5% van de wereldproductie. De publicatie-output van landen hangt echter sterk samen met de relatieve omvang van hun publieke bestedingen voor R&D (zie ook EC, 2005). Wetenschappelijke prestaties laten zich echter niet alleen meten in termen van kwantiteit, maar ook van impact. Wat het laatste betreft, gemeten naar internationale wetenschappelijke impact, staat Nederland op een derde positie wereldwijd – na Zwitserland en de Verenigde Staten – met een 'citatie-impactscore'⁵¹ die 25% uitstijgt boven het mondiale gemiddelde. Uit de meest recente data, met betrekking tot de scores van de referentielanden in 2000-2003, blijkt dat Nederland met een 26%-score nog steeds tot de mondiale top behoort (**Figuur 4.1**). Deze topospositie heeft overigens alleen betrekking op onderzoeksartikelen in de internationale weten-

⁵¹ Deze citaties zijn uitsluitend afkomstig van andere publicaties in tijdschriften die worden verwerkt voor de gebruikte bibliografische bestanden (CWTS/Thomson Scientific-bestand). Verwijzingen vanuit andere bronnen en publicatievormen (boeken, rapporten, octrooien, e.d.) worden hier buiten beschouwing gelaten. Dit kan tot belangrijke vertekeningen aanleiding geven, met name in die gebieden waar betrekkelijk weinig wordt gepubliceerd in tijdschriften die door CWTS/Thomson Scientific-bestand worden geïndexeerd. Het aantal citaties ontvangen door een onderzoekspublicatie is over het algemeen positief gecorreleerd met de intrinsieke wetenschappelijke 'kwaliteit' van het betreffende onderzoek. Wetenschappelijke kwaliteit is een zeer veelzijdig en moeilijk definieerbaar begrip. Citatie-aantallen en gebiedsgenormeerde citatiescores representeren de wetenschappelijke invloed/ weerklink van een onderzoekspublicatie in de internationale wetenschappelijke gemeenschap. Deze invloed/ weerklink geeft slechts een beperkte indruk van kwaliteit.

Kader 4 Representativiteit van onderzoeksartikelen in internationale tijdschriften

Hoewel tijdschriftartikelen in veel onderzoeksgebieden vaak het belangrijkste product zijn van onderzoeksinspanningen, met name van het fundamentele universitaire onderzoek, zijn er echter ook onderzoeksgebieden waarin wetenschappers hun werk ook publiceren via rapporten, boeken, congres- en conferentiebundels, en andere media. Dit geldt vooral voor de alfa- en gammawetenschappen. Bovendien wint het publiceren van onderzoekspublicaties op internet ook langzaam aan terrein, onder meer in de vorm van *peer-reviewed* elektronische tijdschriften, en via de websites van onderzoeksinstituten en individuele wetenschappers. In het geval van technisch-wetenschappelijk onderzoek kunnen instrumenten, ontwerpen, software, octrooien, data(bestanden) en beeldmateriaal die tijdens het onderzoeksproces tot stand komen, eveneens tot de concrete producten van onderzoek worden gerekend.

De hoge citatie-impactscores van Nederlandse onderzoeksartikelen in internationale tijdschriften zijn zeker indicatief voor het hoge internationale niveau van het fundamentele onderzoek binnen ons onderzoeksbestel als geheel, maar ook hier geldt dat de resultaten van deze meetmethode niet noodzakelijkerwijs maatgevend of voldoende representatief zijn voor prestaties op het niveau van afzonderlijke onderzoeksgebieden of kennisinstellingen die actief zijn in die gebieden. Deze beperking geldt vooral voor de zeer toegepaste vakgebieden en de nationaal-georiënteerde kennisdomeinen.

Onderzoeksartikelen in internationale tijdschriften geven dus een onvolledig beeld van wetenschappelijke output en citatie-impact, vooral binnen de technische wetenschappen, en de alfa- en gammawetenschappen.

schappelijke en technische vaktijdschriften die met name in de bèta-gebieden het meest belangrijke medium zijn om onderzoeksresultaten te presenteren en toegankelijk te maken.

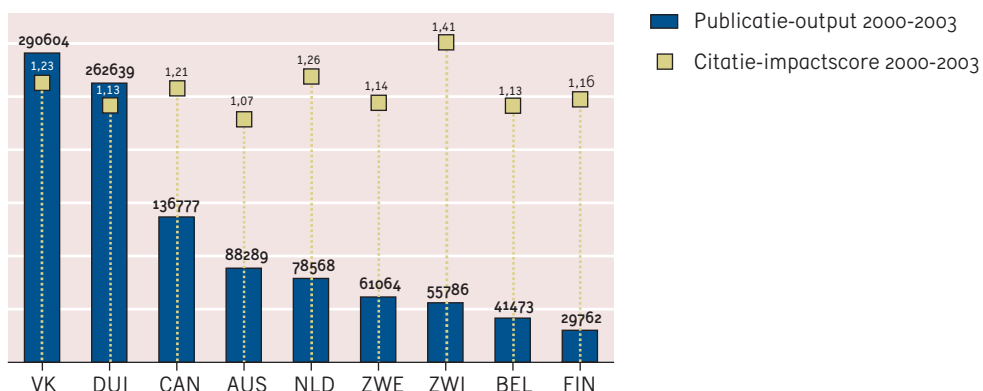
De citatie-impactscore is overigens gebaseerd op onderzoeksartikelen afkomstig van alle Nederlandse kennisinstellingen en kennisintensieve bedrijven, dus niet alleen van onze universiteiten en onderzoeksinstituten. Bovendien zijn vele van de geciteerde onderzoeksartikelen het resultaat van wetenschappelijke samenwerking tussen Nederlandse en buiten-

landse instellingen (zie ook Figuur 4.3). 'Nederlands onderzoek' ontwikkelt zich meer en meer in de richting van internationaal onderzoek waarbij ten minste één Nederlandse instelling of onderzoeker betrokken is. De verschillen tussen de Nederlandse citatiescore en die van de meeste referentielanden zijn overigens betrekkelijk gering.

Nederlandse onderzoekers hebben, vaak in samenwerking met buitenlandse onderzoekers, in de afgelopen vier jaar bijna 80.000 onderzoekspublicaties laten verschijnen in de in-

Figuur 4.1 Onderzoeksomvang en wetenschappelijke impact

Aantal wetenschappelijke publicaties en citatie-impactscores*, 2000-2003

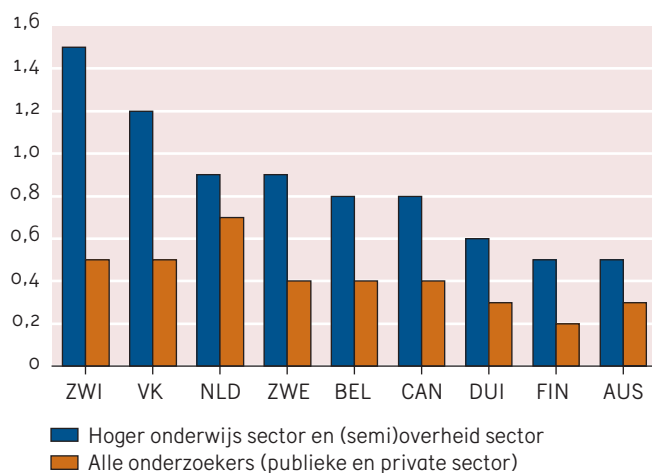


Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* De gebiedsgenormeerde citatiescore geeft aan in hoeverre de Nederlandse citatie-impact afwijkt van het wereldwijde gemiddelde. Deze citatiescore betreft het aantal ontvangen citaties vanuit internationale wetenschappelijke tijdschriften ten opzichte van het gemiddeld aantal ontvangen citaties in het desbetreffende onderzoeksgebied op mondiaal niveau (de mondiale citatiescore wordt gelijk gesteld aan 1.0 per onderzoeksgebied).

Figuur 4.2a Onderzoeksproductiviteit per onderzoeker

Aantal wetenschappelijke publicaties per jaar in 2000-2003 per onderzoeker werkzaam in 1997-2000 (fte)*



Bronnen: CWTS/Thomson Scientific; OESO/MSTI-bestand 2003/2; bewerking: CWTS.

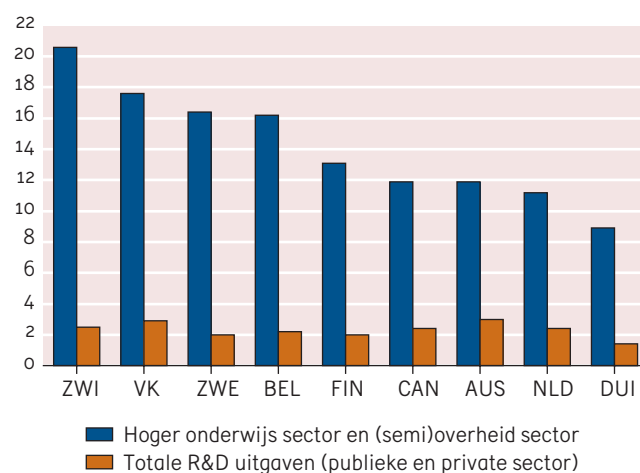
* Gemiddeld aantal onderzoekers in de periode 1997-2000 (in FTEs; 'onderzoekers' inclusief 'postgraduate students' zoals aio's); gemiddelde aantal wetenschappelijke publicaties in 2000-2003 met een auteursadres dat verwijst naar het betreffende land.

ternationale wetenschappelijke en technische tijdschriften; gemiddeld zo'n 80 publicaties per werkdag.⁵² Nederland behoort daarmee tot de meest productieve landen binnen de groep referentielanden (Figuur 4.2a).⁵³ Ten opzichte van het totaal aantal onderzoekers in de publieke sector in de periode 1997-2000 betekent dit een gemiddelde jaarlijkse productie van bijna één publicatie in een internationaal tijdschrift. Alleen Zwitserland en het Verenigd Koninkrijk scoren beter. Als alle Nederlandse onderzoekers in deze vergelijking worden betrokken, ook diegenen die in dienst zijn van bedrijven, daalt de productiviteit naar gemiddeld 0,7 publicatie per jaar – waarmee Nederland echter wel aan de top staat binnen de referentielanden.

Deze productiviteitscores zijn echter mede afhankelijk van de onderzoeksgebieden waarin een land zich heeft gespecialiseerd; als een wetenschappelijk gebied waarin onderzoekers relatief veel publiceren, zoals bijvoorbeeld de (bio)medische wetenschappen in het geval van Nederland, een groot aandeel heeft in de totale publicatie-ouput van een land zal dat de algehele productiviteit verhogen. Het Nederlandse wetenschappelijke specialisatiepatroon vertoont in dat opzicht de meeste overeenkomst met dat van Zweden en Finland, die derhalve als de meest geschikte referentielanden dienen om de Nederlandse wetenschappelijke productiviteit te bench-

Figuur 4.2b Onderzoeksproductiviteit naar R&D-investeringen

Aantal wetenschappelijke publicaties per jaar in 2000-2003 per miljoen R&D-investeringen in 1997-2000*



Bronnen: CWTS/Thomson Scientific; OESO/MSTI-bestand 2003/2; bewerking: CWTS.

* Gemiddelde R&D-investeringen in de jaren 1997-2000 (in miljoen 1995 dollars, constante prijzen, PPP); gemiddelde aantal wetenschappelijke publicaties in 2000-2003 met een auteursadres dat verwijst naar het betreffende land.

marken. Nederland blijkt in vergelijking met deze twee landen beter te scoren wat betreft de productiviteit per onderzoeker, maar Nederland ligt onder het gemiddelde waar het gaat om de productiviteit per uitgegeven miljoen dollar aan R&D (zie Figuur 4.2b).⁵⁴ Nederland produceert jaarlijks zo'n 11 weten-

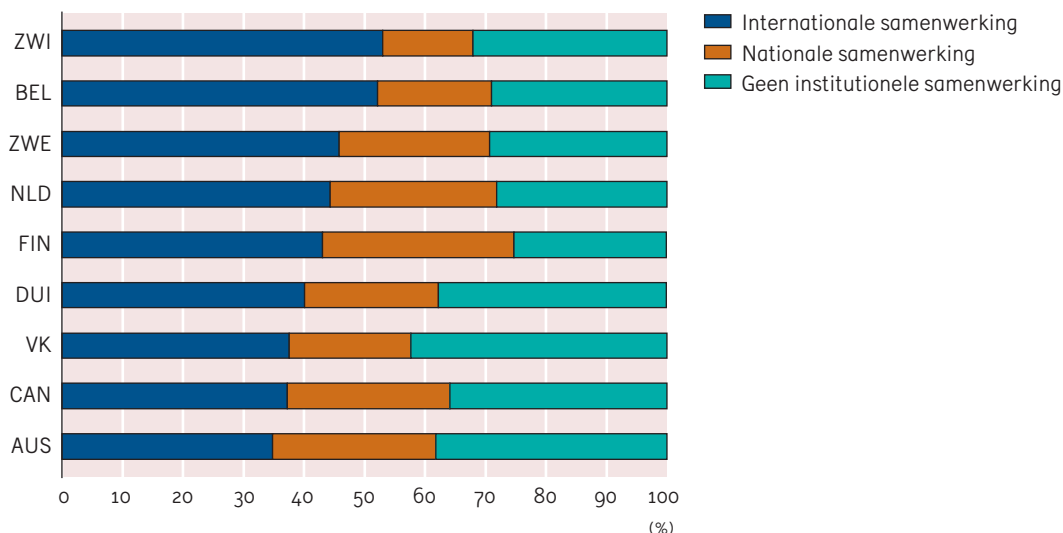
⁵² De universitaire onderzoekers produceren een breed scala aan publicaties. Volgens de meest recente VSNU/KUOZ-gegevens betrof de oogst over het verslagjaar 2003 zo'n 2.645 dissertaties, 52.481 'wetenschappelijke publicaties', en nog eens 14.067 overige 'vakpublicaties' (VSNU, 2004).

⁵³ Uit NOWT's WTI 2003 rapport (figuur 5.4) blijkt dat de stijging van publicatieproductiviteit van Nederlandse onderzoekers in de publieke sector sterker toenam dan in de meeste referentielanden (NOWT, 2003). De productiviteit kan ook worden berekend ten opzichte van de totale bevolking van een land (werkenden en niet-werkenden). Uit de meest recente cijfers van de Europese Commissie blijkt dat Nederland daarmee een vierde positie inneemt binnen de EU25, na Zweden, Denemarken en Finland (EC, 2005).

⁵⁴ De goede scores van Nederland wat betreft onderzoeksproductiviteit zijn berekend over alle onderzoekers werkzaam binnen het Nederlandse R&D-systeem, en worden dus mede bepaald door de relatief hoge productiviteit van het Nederlandse bedrijfsleven (relatief veel onderzoekspublicaties in relatie tot het aantal onderzoekers).

Figuur 4.3 Onderzoeksactiviteiten naar type samenwerkingsrelatie

Verdeling van onderzoekspublicaties naar institutionele en geografische herkomst van auteurs*



Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* Geen institutionele samenwerking - geen auteurs buiten de hoofdinstituut; Nationale samenwerking – ten minste één co-auteur afkomstig van ten minste een andere hoofdinstituut van hetzelfde land; Internationale samenwerking – ten minste één co-auteur afkomstig van ten minste één ander land.

schappelijke publicaties in internationale tijdschriften per miljoen dollar aan R&D-investeringen in de publieke sector, terwijl Finland 13 publicaties produceert, en Zweden zelfs tot een output van 16 publicaties komt.

Deze opvallende discrepantie tussen beide productiviteitscores is reeds in eerdere studies geconstateerd (o.a. CPB, 2002). Er zijn een aantal mogelijk verklaringen aan te voeren, zoals: hogere personeelskosten, hogere overheadkosten van onderzoeksinstituten, de relatieve omvang van de universitaire sector, de mate waarin universiteiten en onderzoeksinstituten contractonderzoek uitvoeren (en daarover niet publiceren), en de R&D-investeringen van andere institutionele sectoren (m.n. het bedrijfsleven). De precieze reden(en) voor de verschillende uitkomsten tussen beide productiviteitsmetingen zijn onbekend; een nadere analyse van de kostenstructuur van wetenschappelijk onderzoeksactiviteiten in Nederland, en in vergelijkbare landen, is dan ook zeer gewenst.

Een hoge of lage productiviteit correspondeert overigens niet noodzakelijkerwijs met een hoge of lage wetenschappelijke kwaliteit of bruikbaarheid, noch met een groter of kleiner potentieel voor (verdere) ontwikkeling, overdracht, of exploitatie van onderzoeksgerelateerde kennis. De context waarin onderzoeksinspanningen plaatsvinden, en de aanwezigheid van een kritische massa aan kennis en een hoogwaardige kennisinfrastructuur kunnen ook bepalend zijn voor de aard van en de hoeveelheid onderzoeksresultaten, en de effectieve of efficiënte benutting daarvan.

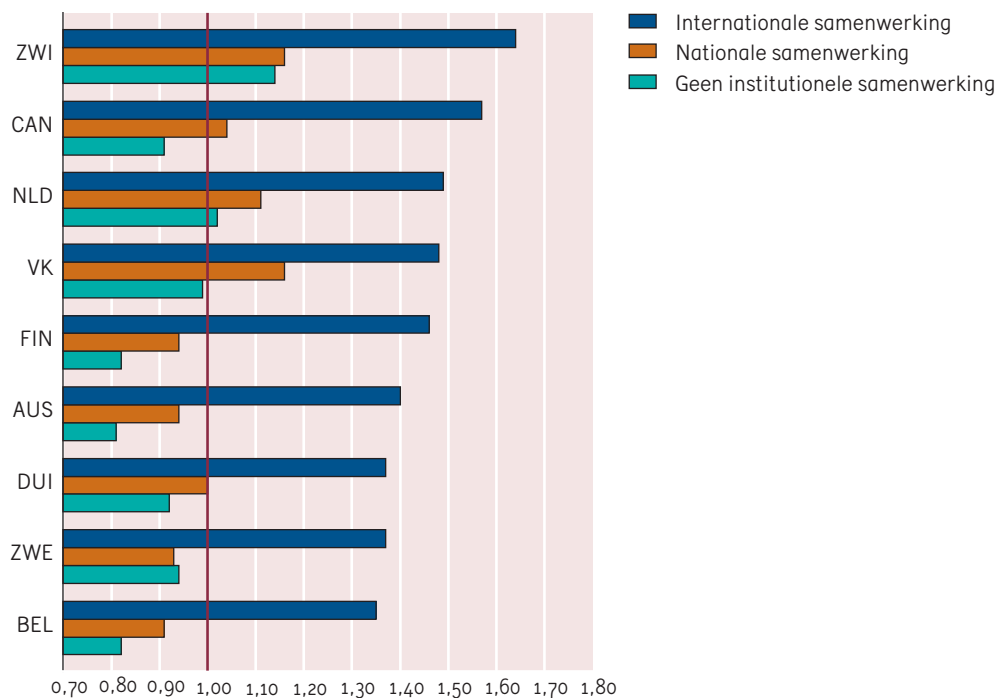
Als gevolg van de toenemende complexiteit en hoge kosten van baanbrekend onderzoek, het toenemend belang van gecoördineerd onderzoek voor de aanpak van mondiale maatschappelijke vraagstukken, zijn kennisinstellingen tegenwoordig geneigd tot het aangaan van samenwerking met andere instellingen en/of R&D-uitvoerende bedrijven – met partners zowel binnen de landsgrenzen als daarbuiten. Vaak gebeurt dit in de vorm van kleinschalige (in)formele en kortlopende samenwerkingsrelaties, soms ook via een structurele en langdurige bundeling van de beperkte en verspreid aanwezige middelen en faciliteiten – zowel financieel, infrastructureel, als in termen van onderzoekspersoneel.

Over deze algemene tendens naar meer samenwerking is reeds verslag gedaan in NOWT's eerdere WTI-rapporten (NOWT, 2000; 2003). De aard en intensiteit van wetenschappelijke samenwerking kunnen deels worden afgemeten aan de gezamenlijke wetenschappelijke artikelen van onderzoekers. Deze 'co-publicaties' geven een indicatie van de mate waarin succesvolle samenwerking heeft plaatsgevonden.⁵⁵ De betrokken instellingen (universiteiten, onderzoeksinstituten of ken-

⁵⁵ De co-publicatierelaties betreffen zogeheten 'institutionele co-auteurschappen' met auteurs afkomstig van verschillende hoofdinstituten. Meervoudige werkadressen kunnen overigens ook verwijzen naar dubbele en/of tijdelijke aanstellingen van onderzoekers in verschillende instellingen en/of landen.

Figuur 4.4 Citatie-impactscores naar type samenwerkingsrelatie

Gebiedsgeïmponeerde citatie-impact naar categorie van onderzoekspublicaties wat betreft de institutionele of geografische herkomst van mede-auteurs*, **



Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* Geen institutionele samenwerking - geen auteurs buiten de hoofdinstituut; Nationale samenwerking – ten minste één co-auteur afkomstig van ten minste een andere hoofdinstituut van hetzelfde land; Internationale samenwerking – ten minste één co-auteur afkomstig van ten minsten één ander land

** De gemiddelde citatie-impact score per onderzoeksgebied wereldwijd is gelijk gesteld aan 1.0

nisintensieve industriële bedrijven) en landen waar deze gevestigd zijn, worden doorgaans vermeld in het institutionele adres van de betreffende auteurs. De co-publicaties worden verdeeld in twee onderling uitsluitende categorieën: (a) nationale co-publicaties, waar twee of meer instellingen worden genoemd die in hetzelfde land zijn gevestigd; en (b) internationale co-publicaties, waar één of meer instellingen uit het betrokken land worden genoemd in combinatie met minstens één instelling uit een ander land. Publicaties die slechts een enkele Nederlandse hoofdinstituut vermelden (inclusief publicaties van meerdere deelinstellingen die tot dezelfde hoofdinstituut behoren) zijn ondergebracht in de categorie 'Geen institutionele samenwerking'. Nationale co-publicaties kunnen worden beschouwd als een indicator van samenwerking binnen Nederland; internationale co-publicaties wordt gezien als een belangrijke graadmeter van de mate waarin Nederland zich oriënteert op buitenlandse wetenschappelijk ontwikkelingen en buitenlandse samenwerkingsverbanden aangaat.

De resultaten in **Figuur 4.3** geven aan dat de Nederlandse publicatie-output voor bijna 30% bestaat uit onderzoekspubli-

caties afkomstig van één Nederlandse hoofdinstituut – een universiteit, een onderzoeksinstituut, een bedrijf, of een ander type organisatie. Nog eens 30% betreft nationale co-publicaties, en de resterende 40% zijn internationale co-publicaties. Dit is een structureel kenmerk van geavanceerde kleinere onderzoekssystemen; het 30:30:40-profiel is dan ook goed vergelijkbaar met dat van de overige kleinere Europese referentielanden, in het bijzonder het Zweedse en Belgische systeem.

Wetenschappelijke samenwerking is vaak aan de orde als het grensverleggend onderzoek betreft. Samenwerking leidt dan ook vaak tot beter geciteerde onderzoekspublicaties, waarbij de internationale co-publicaties gemiddeld genomen het vaakst worden geciteerd. Ook dit is een structureel kenmerk van de onderzoekssystemen in alle referentielanden, zoals blijkt uit de citatie-impactscores voor elk van de drie typen publicaties (**Figuur 4.4**). Nederland wijkt hierbij af van de meeste andere landen omdat zowel de nationale co-publicaties als de publicaties zonder institutionele samenwerking relatief veel worden geciteerd; in beide gevallen meer dan het mondiale gemiddelde in de bijbehorende onderzoeksgebie-

den. Alleen Zwitserland scoort beter. Hoewel de zeer hoge citatie-impact score van het Nederlandse onderzoek (26% boven het mondiale gemiddelde; zie Figuur 4.1) vooral bepaald wordt door internationale samenwerking, scoort het '100% Nederlandse onderzoek' iets boven het gemiddelde.

4.2 Het Nederlandse onderzoeksbestel

Wat zijn nu de relatief sterke en de zwakke onderzoeksgebieden in Nederland als we de publicatie-output en citatie-impact als referentiekader nemen? **Tabel 4.5** geeft meer detail over Nederlandse onderzoeksactiviteiten en prestaties, op het niveau van afzonderlijk onderzoeksgebieden. Deze gebieden zijn doorgaans afgeleid van de conventionele universitaire gebiedsindeling (bijv. *Informatica*, *Sterrenkunde*, en *Psychologie*), zoals deze nog vaak worden gehanteerd in Nederlandse universitaire organisaties, en worden gebruikt in NOWT's WTI-rapporten.⁵⁶ De informatie met betrekking tot de publicatie-output in elk onderzoeksgebied is genormaliseerd voor de totale publicatie-output in het desbetreffende referentieland. Op basis hiervan is berekend in hoeverre de Nederlandse onderzoeksactiviteit in een bepaald gebied afwijkt van de onderzoeksactiviteit in de referentielanden. Deze onderzoekspecialisatiegraad wordt vervolgens in deze tabel vergeleken met de citatie-impactscores van hetzelfde gebied, om sterkere en zwakkere gebieden te identificeren. Aldus kan worden vastgesteld in hoeverre wetenschappelijke specialisatiegraad samengaat met een internationale wetenschappelijke invloed en kwaliteit.⁵⁷

Als we de Nederlandse situatie vergelijken met die in de referentielanden, zien we enerzijds een aantal bèta-wetenschappelijke specialisatie-gebieden met een betrekkelijke kleine omvang (een 'ondervertegenwoordiging'), die wel een (zeer) hoge citatie-impact weten te bereiken. Met name de chemie en de fysica scoren daarbij opvallend goed. Anderzijds zijn vooral de Nederlandse gamma-wetenschappen 'oververtegenwoordigd' binnen de Nederlandse publicatie-output, zonder opvallend hoge citatiescores te genereren (de *Informatie- en communicatiewetenschappen* uitgezonderd).⁵⁸

Deze Nederlandse prestatieprofielen per onderzoeksgebied zijn deels een afspiegeling van (traditionele) verschillen in specialisatiegraad, internationale oriëntatie en bijbehorende internationale impact van wetenschappelijke activiteiten, maar ook deels het gevolg van de aard van het wetenschappelijke onderzoek, de wijze waarop het is georganiseerd en gefinancierd, en de manier waarop onderzoeksresultaten binnen (sub)gebieden worden verspreid naar vakgenoten via onderzoekspublicaties. Hoewel een hoge citatie-impact in combinatie met een ondervertegenwoordiging duidt op een kwalitatief-hoogwaardige wetenschappelijke specialisatie binnen het Nederlandse onderzoeksbestel, laten de discrepanties tussen specialisatiegraad en citatie-impact, zowel binnen als

tussen onderzoeksgebieden, zich niet eenduidig interpreteren in termen van louter verschillen in de doelmatigheid en kwaliteit van het onderzoek. De tabellen in de volgende paragraaf gaan nader in op de kenmerken van deze Nederlandse onderzoeksgebieden, en mogelijke redenen voor die verschillen. Zo geeft Tabel 4.12 informatie over de mate waarin de grote Nederlandse kennisinstellingen in onderzoeksgebieden behoren tot het mondiale topsegment wat betreft hun citatie-impact. Daaruit blijkt ondermeer dat de relatief goede Nederlandse prestaties in *Informatie- en communicatiewetenschappen* voor een belangrijk deel op het conto komen van de *Universiteit van Amsterdam* en de *Universiteit Leiden*.

De Nederlandse publicatie-output is zeer scheef verdeeld over de diverse onderzoeksgebieden. Dit is deels het gevolg van de verdeling van onderzoekscapaciteit en onderzoekers over de universitaire onderzoeksgebieden, deels vanwege verschillen in publicatiegedrag tussen die onderzoeksgebieden en de onderzoeksinstituten die daarin actief zijn, maar ook omdat het bibliografische gegevensbestand waarin de analyses plaatsvinden een onder- of oververtegenwoordiging kent van bepaalde gebieden. Zo is bijvoorbeeld het zeer grote aandeel van de medische wetenschappen (vergelijkbaar met het NOWT/HOOP-gebied *Gezondheid*)⁵⁹ binnen de Nederlandse

⁵⁶ De afbakening van elk onderzoeksgebied berust op een verzameling wetenschappelijke tijdschriften zoals deze wordt gehanteerd in de Thomson Scientific's bibliografische bestanden (zoals de *Science Citation Index* en de *Web of Science*). Deze afbakening is meestal afgeleid van internationaal gangbare omschrijvingen van (brede) onderzoeksgebieden en wetenschappelijke disciplines, maar zal doorgaans slechts gedeeltelijk overeenkomen met organisatorische eenheden van (Nederlandse) universiteiten en onderzoeksinstituten.

⁵⁷ De resultaten van deze sterkte/zwakte-analyse met betrekking tot de wetenschappelijke specialisatiegraad (OSI) zijn in hoge mate afhankelijk van de gekozen referentielanden. Uit de resultaten van deze analyse kan derhalve geen algemeen geldend oordeel worden ontleend inzake de (relatieve) sterkte of zwakte van Nederlandse wetenschappelijke gebieden.

⁵⁸ Het gebied *Informatie- en communicatiewetenschappen* omvat een interdisciplinaire collectie van onderzoeksgebieden, waaronder de *bibliotheekwetenschappen*.

⁵⁹ De ordening van NOWT-onderzoeksgebieden over de 'VSNU/HOOP'-hoofdgebieden, d.w.z. de HOOP-gebieden zoals deze thans door de VSNU worden gehanteerd voor de universitaire input en outputgegevens (in navolging van de standaard OESO-indeling van wetenschapsgebieden), is primair bedoeld om een vergelijking met VSNU-gegevens te vereenvoudigen. De beide definities van HOOP-gebieden zijn op een aantal onderdelen dermate afwijkend, dat de NOWT-hoofdgebieden hierna worden aangeduid als 'NOWT/HOOP-gebied' om dit onderscheid te benadrukken.

Tabel 4.5 Profiel van het Nederlandse onderzoeksbestel (bèta- en gamma-onderzoeksgebieden*)

Onderzoekspecialisatie-index (OSI)**

Relatieve citatie-impact (RCI)***	Ondervertegenwoordiging (OSI ≤ -.10)	Gemiddeld (-.10 < OSI < +.10)	Oververtegenwoordiging (OSI ≥ +.10)
Zeer hoog (RCI ≥ 1.40)	Chemie en chemische technologie	Informatica	Informatie- en communicatiewetenschappen
Hoog (1.20 < RCI < 1.40)	Fysica en materiaalkunde Elektrotechniek en telecommunicatie		Klinisch-medische wetenschappen Landbouw- en voedingswetenschappen Sterrenkunde
Bovengemiddeld (1.10 < RCI ≤ 1.20)	Wiskunde Biologische wetenschappen Milieuwetenschappen en Technologie Kunst, cultuur en muziek	Fundamentele levenswetenschappen	Managementwetenschappen Onderwijswetenschappen
Gemiddeld (.90 < RCI ≤ 1.10)	Aardwetenschappen en technologie Technische apparatuur en instrumenten Civiele techniek Rechten	Klinisch-experimentele med. wetenschappen Gezondheidswetenschappen Medisch-technische wetenschappen Werktuigbouwkunde, lucht- en ruimtevaart Algemene technische wetenschappen Politieke- en bestuurswetenschappen	Psychologie Economie en bedrijfskunde Statistische methoden Overige sociale- en gedragswetenschappen Taalwetenschappen
Ondergemiddeld (RCI ≤ 0.90)	Brandstoffen en energie Literatuurwetenschappen	Sociologie en antropologie Geschiedenis, filosofie en religie	

Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* Onderzoeksgebieden toegekend aan de NOWT/HOOP-gebieden *Gezondheid, Natuur, Techniek, Landbouw, Gedrag en Maatschappij, Recht, en Taal en Cultuur* (zie Tabel 4.6).

** Onderzoekspecialisatie-index (OSI): Percentage onderzoekspublicaties van een onderzoeksgebied in de totale Nederlandse publicatie-output van 2000-2003, gedeeld door het gemiddelde percentage van de onderzoeksgebied in de output van alle referentielanden (ongewogen naar de publicatie-grootte van landen).

*** Relatieve citatie-impact (RCI): gebiedsgenormeerde aantal citaties ontvangen in 2000-2003 door publicaties met een Nederlands auteurs-adres, ten opzichte van het mondiale gemiddelde per onderzoeksgebied tijdens dezelfde periode.

Tabel 4.6 Nederlandse wetenschappelijke publicatie-output en citatie-impact per onderzoeksgebied

Onderzoeksgebieden geordend naar NOWT/HOOP-gebied	Publicatie- aandeel in NL*	Publicatie-output- specialisatie**	Citatie- impactscore***	1 ^e auteur- schap****
Gezondheid				
Klinisch-medische wetenschappen	23,1	15	1,25	79
Klinisch-experimentele med. wetenschappen	11,1	7	1,03	75
Gezondheidswetenschappen	2,7	-4	1,03	83
Medisch-technische wetenschappen	1,1	8	0,92	82
Natuur				
Fundamentele levenswetenschappen	10,2	-2	1,13	71
Fysica en materiaalkunde	8,9	-22	1,39	64
Chemie en chemische technologie	7,8	-11	1,54	75
Biologische wetenschappen	3,9	-15	1,12	71
Milieuwetenschappen en technologie	3,1	-17	1,11	75
Informatica	2,9	8	1,52	79
Aardwetenschappen en technologie	2,6	-15	1,08	67
Sterrenkunde	2,3	48	1,25	45
Wiskunde	1,7	-15	1,17	71
Techniek				
Elektrotechniek en telecommunicatie	1,8	-12	1,28	73
Werktuigbouwkunde, lucht- en ruimtevaart	1,2	-5	1,05	75
Brandstoffen en energie	1,0	-24	0,81	69
Technische apparatuur en instrumenten	0,8	-12	0,97	71
Algemene technische wetenschappen	0,5	-5	0,93	83
Civiele techniek	0,3	-18	0,97	77
Landbouw				
Landbouw- en voedingswetenschappen	2,7	13	1,21	74
Gedrag en Maatschappij				
Psychologie	2,6	41	0,95	82
Statistische methoden	1,3	41	0,91	78
Onderwijswetenschappen	0,5	19	1,14	86
Sociale- en gedragwetenschappen - overige	0,5	22	0,91	85
Sociologie en antropologie	0,4	3	0,87	86
Politieke- en bestuurswetenschappen	0,3	-23	1,06	85
Informatie- en communicatiewetenschappen	0,3	23	1,67	86
Economie				
Economie en bedrijfskunde	1,5	36	0,92	77
Managementwetenschappen	0,6	37	1,15	83
Recht				
Rechten	0,2	-29	1,04	74
Taal en Cultuur				
Geschiedenis, filosofie en religie	0,6	-12	0,65	91
Kunst, cultuur en muziek	0,2	-31	1,14	94
Taalwetenschappen	0,3	20	1,05	85
Literatuurwetenschappen	0,1	-59	0,87	99

Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* Aandeel in publicatie-output 2003 (in % van totale Nederlands output).

** Over- of ondervertegenwoordiging van een onderzoeksgebied in de Nederlandse output in 2000-2003 ten opzichte van het gemiddelde aandeel van dat onderzoeksgebied in de output van alle acht referentielanden tezamen in 2000-2003 (in %). Zie ook de Onderzoekspecialisatie-index (OSI) in Tabel 4.5.

*** Gebiedsgenormeerde citatie-impactscore (mondiale gemiddelde per gebied = 1.0); citatievenster: 2000-2003.

**** Percentage publicaties waarbij een Nederlands auteursadres als eerste wordt vermeld in de lijst adressen, 2000-2003 (inclusief in internationale co- publicaties met een Nederlands auteursadres).

publicatie-output het gevolg van een combinatie van deze factoren; hierdoor is bijna 40% van de publicaties geconcentreerd binnen dit gebied (zie **Tabel 4.6**).⁶⁰ Het grootste deelgebied, *Klinisch-medische wetenschappen*, omvat ruim 23% van alle publicaties.⁶¹ Die relatief grote publicatie-output wordt ook deels veroorzaakt door onze onderzoeksspecialisatie binnen dit kennisdomein: Nederlanders produceren 15% meer publicaties in dit gebied in vergelijking met het gemiddelde van de referentielanden tezamen (zie Tabel 4.5). In 79% van de publicaties is de eerste auteur van de publicatie een onderzoeker gevestigd in Nederland; vaak een indicatie dat Nederland een vooraanstaande, zonet leidende, rol heeft gespeeld in het onderzoek.⁶²

De grote onderzoeksomvang en hoge specialisatiegraad van Nederland in de klinisch-medische wetenschappen gaat in dit geval ook samen met een hoge internationale zichtbaarheid en wetenschappelijke invloed: de citatie-impactscore (1,25) ligt 25% boven het mondiale gemiddelde (Tabel 4.11 geeft meer informatie over de citatie-impact van de individuele Nederlandse kennisinstellingen in dit onderzoeksgebied).

Het Nederlandse onderzoeksbestel kent meer goede onderzoeksgebieden waar een relatief grote publicatie-output samengaat met een hoge citatie-impact: *Sterrenkunde*, *Informatica*, *Informatie- en communicatiewetenschappen*, *Landbouw- en voedingswetenschappen*, en *Management wetenschappen*. Het betrekkelijk lage aandeel eerste-auteurschap van Nederlandse onderzoekers in *Sterrenkunde*-publicaties (45%) is het gevolg van de zeer grote aantallen internationale co-publicaties in dit gebied en vanwege het gebruik van geavanceerde meetinstrumenten in het buitenland.

Een relatieve lage publicatie-output en een hoge citatie-impact vinden we vooral in bèta-gebieden, en met name in *Fysica en materiaalkunde*, en *Chemie en chemische technologie*. De Nederlandse gamma-wetenschappen (vergelijkbaar met de NOWT/HOOP-gebieden *Gedrag en Maatschappij* en *Economie*) hebben over het algemeen een relatief grote output in vergelijking met de referentielanden, maar geen opvallend hoge impactscores. De onderzoeksgebieden behorende bij NOWT/HOOP-gebieden *Recht* en *Taal en Cultuur* zijn doorgaans ondervertegenwoordigd qua publicatie-output (met uitzondering van de onderzoeksgebied *Taalwetenschappen*), en laten een gevarieerd beeld zien wat betreft de citatie-impactscores.⁶³ De gamma-wetenschappen, en met name de alfa-wetenschappen, kenmerken zich door een hoog percentage publicaties met een Nederlandse eerste-auteurschap. In deze wetenschapsgebieden is minder sprake van samenwerking vanwege de meer individualistische onderzoeksbeoefening, de lokale onderzoeksthematiek, en grotere verschillen in wetenschappelijke methoden, benaderingen en theorieën; vaak is er sprake van slechts één auteur.

60 Deze situatie doet zich ook voor in de meeste westerse landen (waaronder de referentielanden), waardoor de internationale vergelijkbaarheid van de meeste Nederlandse gegevens gewaarborgd is, met name de data die betrekking hebben op de bèta-wetenschappen.

61 Hoewel deze verdeling ook het gevolg is van gebiedsdefinities, wordt deze grote omvang vooral veroorzaakt door de hoge dekkingsgraad van klinisch-medisch en biomedisch onderzoek in het Web of Science, het bibliografische gegevensbestand van Thomson Scientific dat voor deze studie is gebruikt.

62 De positie van een auteur is niet in alle gevallen indicatief voor het belang van de bijdrage. De eerste auteur heeft niet altijd de meeste, de beste, of de doorslaggevende bijdrage geleverd aan het onderzoek of de totstandkoming van de onderzoekspublicatie. Gezien de bestaande praktijk in toekenning van eerste auteurschappen in de meeste onderzoeksgebieden mogen we aannemen dat er, althans op het aggregatieniveau van een onderzoeksgebied als geheel, een significante positieve correlatie bestaat tussen het belang van de bijdrage en de eerste auteurspositie.

*63 Met name voor de onderzoeksgebieden binnen de alfa-wetenschappen, maar ook voor sommige gamma-onderzoeksgebieden, geldt dat de publicatie-outputgegevens en citatie-impactscores gebrekkige indicatoren kunnen zijn van wetenschappelijke activiteit/capaciteit en wetenschappelijke invloed/kwaliteit - zie ook het recent verschenen rapport *Judging research on its merits* (KNAW, 2005). Veel van het hoogwaardige onderzoek wordt als boek of boekhoofdstuk gepubliceerd, of via publicaties in Nederlandstalige tijdschriften die geen onderdeel vormen van het Web of Science bestand.*

Tabel 4.7 Citatie-impactscores per onderzoeksgebied en type onderzoekspublicatie*

Onderzoeksgebieden geordend naar NOWT/HOOP-gebied	Alle publicaties	Nederlands 1 ^e auteurschap	Co-publicaties**		
			Nat.	Intern.	Publiek-privaat
Gezondheid					
Klinisch-medische wetenschappen	1,25	1,05	1,07	1,65	1,42
Klinisch-experimentele medische wet.	1,03	0,94	0,89	1,27	1,08
Gezondheidswetenschappen	1,03	0,90	0,94	1,23	0,99
Medisch-technische wetenschappen	0,93	0,95	0,77	1,08	1,02
Natuur					
Chemie en chemische technologie	1,53	1,62	1,52	1,46	1,80
Informatica	1,52	1,44	1,10	1,69	1,29
Fysica en materiaalkunde	1,39	1,30	1,45	1,45	1,56
Sterrenkunde	1,27	1,26	1,27	1,33	
Wiskunde	1,18	1,12	1,48	1,23	
Fundamentele levenswetenschappen	1,13	1,00	0,97	1,32	0,97
Biologische wetenschappen	1,13	1,12	1,04	1,16	0,93
Milieuwetenschappen en technologie	1,12	1,07	1,12	1,23	0,90
Aardwetenschappen en technologie	1,08	1,02	0,86	1,18	
Techniek					
Elektrotechniek en telecommunicatie	1,28	1,27	1,03	1,39	1,09
Werktuigbouwkunde, lucht- en ruimtevaart	1,05	1,00	0,96	1,18	1,14
Civiele techniek	0,98	1,02	0,71	1,21	
Technische apparatuur en instrumenten	0,96	1,01	1,12	0,86	
Algemene technische wetenschappen	0,92	0,89	0,97	0,92	
Brandstoffen en energie	0,81	0,82	0,70	0,80	0,65
Landbouw					
Landbouw- en voedingswetenschappen	1,21	1,22	1,33	1,18	1,46
Gedrag & Maatschappij					
Informatie- en communicatiewetenschappen	1,66	1,63	1,71	1,69	
Onderwijswetenschappen	1,14	0,97	1,05	1,62	
Politieke- en bestuurswetenschappen	1,06	1,11		1,40	
Psychologie	0,95	0,89	0,96	1,16	
Statistische methoden	0,92	0,87	0,68	1,14	0,38
Sociale- en gedragwetenschappen-overige	0,92	0,77	0,82	1,54	
Sociologie en antropologie	0,84	0,79	0,71	1,37	
Economie					
Managementwetenschappen	1,15	0,96	0,74	1,60	
Economie en bedrijfskunde	0,91	0,84	0,83	1,18	
Recht					
Recht	1,04	0,59		1,80	
Taal & Cultuur					
Kunst, cultuur en muziek	1,08	1,09			
Taalwetenschappen	1,04	0,88		1,78	
Geschiedenis, filosofie en religie	0,64	0,60	0,38	0,93	
Literatuurwetenschappen	0,86	0,87			

Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* Gebiedsgenormeerde citatie-impactscore (mondiale gemiddelde per gebied = 1.0); citatievenster: 2000-2003. Drempelwaarde voor vermelding van een impactscore: ten minste 50 publicaties in 2000-2003.

** Nationale co-publicaties - twee of meer Nederlandse instellingen; Internationale co-publicaties – één of meer Nederlandse instellingen alsmede één of meer buitenlandse instellingen; Publiek-private co-publicaties - ten minste één (Nederlandse) publieke instelling en ten minste één (Nederlands) bedrijf.

De internationale citatie-impact van het Nederlandse onderzoek is niet louter een intrinsiek kenmerk van het desbetreffende onderzoek, maar ook van institutionele kenmerken van het onderzoekssysteem. Uit de voorgaande figuren en tabellen is gebleken dat (inter)nationale samenwerkingsverbanden en Nederlandse eerste auteurschappen belangrijke systeemkenmerken kunnen zijn. **Tabel 4.7** geeft een overzicht naar onderzoeksgebied. Daaruit blijkt dat publicaties met een Nederlandse eerste auteur soms (aanzienlijk) minder worden geciteerd; zo ook in het grootste en veelgeciteerde gebied *Klinisch-medische wetenschappen*, waar de hoge citatiescore een gevolg is van internationale co-publicaties en de publiek-private co-publicaties. In andere hooggeciteerde gebieden, zoals *Sterrenkunde*, *Chemie en chemische technologie*, *Landbouw- en voedingswetenschappen*, en *Informatie- en communicatiewetenschappen*, is de hoge score echter vooral een Nederlandse verdienste.

Zeer opvallend zijn de hoge impactscores van de internationale co-publicaties in de gamma-wetenschappen (NOWT/HOOP gebied *Gedrag en Maatschappij*), de *Taalwetenschappen*, en *Recht*; met name in deze gebieden lijkt buitenlandse samenwerking een mogelijkheid om de impact van Nederlands onderzoek te vergroten bij internationale vakgenoten. Hoewel de alfa- en gamma-onderzoeksgebieden zich vaak minder goed lenen voor internationale samenwerking, vanwege de thematiek en problematiek van de onderwerpen, heeft het werk van de minderheid van Nederlandse alfa/gamma-onderzoekers die zich wel nadrukkelijk richten op grensverleggende en grensoverschrijdende onderzoeksthema's, of samenwerkingsverbanden aangaan met buitenlandse onderzoekers, een significante impact in de internationale wetenschappelijke literatuur.⁶⁴

Het Nederlandse nationale onderzoekssysteem omvat talloze publiek-gefinancierde, semi-publieke en private instellingen, die zich geheel of gedeeltelijk bezig houden met het uitvoeren van wetenschappelijk of technisch onderzoek van fundamentele of meer toegepaste aard. De institutionele afkomst van Nederlandse onderzoekspublicaties in internationale tijdschriften weerspiegelt de fysieke locatie van onderzoeksactiviteiten, in het bijzonder de verdeling van het fundamentele (technisch-) wetenschappelijke onderzoek over de diverse typen Nederlandse R&D-instellingen. Van oudsher wordt het leeuwendeel van dit onderzoek uitgevoerd aan de universiteiten, deels in onderzoeksinstituten en andere publieke kennisinstellingen, en daarnaast in geringere mate in de private onderzoeksinstituten en laboratoria van grote R&D-intensieve ondernemingen. Alvorens de afzonderlijke instellingen de revue te laten passeren, geven wij eerst een algemeen overzicht op het niveau van institutionele sectoren binnen het Nederlandse R&D-systeem. **Tabel 4.8** geeft een algemene indruk van de weten-

schappelijke publicatie-output en citatie-impact van elk van de volgende sectoren:

- a Universiteiten (inclusief de universitaire ziekenhuizen en medische centra, en overige hoger onderwijs instellingen);
- b Niet-universitaire publieke onderzoeksinstellingen, waaronder de NWO- en KNAW-instituten, RIVM, TNO en de GTIs;
- c Kennisinstellingen verbonden aan de rijksoverheid (bijvoorbeeld KNMI en Rijkswaterstaat);
- d Algemene ziekenhuizen en medische centra (exclusief de universitaire ziekenhuizen en medische centra);
- e Overige publieke instellingen zoals musea, bibliotheken en verenigingen;
- f Bedrijven en (grotendeels) privaat-gefinancierde instellingen (bijvoorbeeld NIZO);
- g Internationale organisaties, met name Euratom, ESTEC, en EC-JRC Petten.

Zoals mag worden verwacht, wordt het grootste gedeelte van de wetenschappelijke output geproduceerd door de universitaire sector (69,3%), op grote afstand gevolgd door de niet-universitaire onderzoeksinstellingen (16,9%). De overige sectoren nemen slechts een klein deel van de Nederlandse wetenschappelijke kennisproductie voor hun rekening. Het Nederlandse bedrijfsleven vertegenwoordigt 5,7% dat met name afkomstig is van de grote kennisintensieve bedrijven (zie Tabel 4.11 en paragraaf 4.4 voor meer informatie over onderzoeksactiviteiten door bedrijven).

Vanwege een toenemende complexiteit van kennisvragen en de hoge kosten van grensverleggend onderzoek, worden steeds meer kenniscreatieprocessen een kwestie van gezamenlijke inspanningen en samenwerking tussen onderzoekers en onderzoeksteams waarbij zowel institutionele als geografische grenzen worden overschreden. De aantallen wetenschappelijke auteurs, en de landen waaruit zij afkomstig zijn, vermeld op gezamenlijke onderzoekspublicaties, weerspiegelen de aard en omvang van deze samenwerkingsrelaties

⁶⁴ De vraag rijst welke onderzoekers en/of onderzoeksinstellingen verantwoordelijk zijn voor deze internationalisering van de alfa- en gammawetenschappen. Zijn het de Nederlandse toponderzoekers (die daarnaast ook veelvuldig alleen publiceren – in het Nederlands en/of Engels)? Of zijn het juist de jonge generaties onderzoekers, met een sterke internationale oriëntatie die bijvoorbeeld lid zijn van onderzoekscholen? Anderzijds kan de toegenomen internationaliseringsgraad ook een representatief kenmerk zijn van de gehele populatie Nederlandse onderzoekers in deze gebieden. Een nadere empirische studie naar de aard en achtergronden hiervan valt buiten het bestek van dit rapport

Tabel 4.8 Onderzoekprestatieprofiel van Nederlandse sectoren

Aandeel van institutionele sectoren in de totale Nederlandse wetenschappelijke publicatie-output en citatie-impact, met een onderverdeling naar type wetenschappelijke samenwerking, 2000-2003*, **

Institutionele sector	Publicatie-output (P)		Co-publicaties			Citatie-impact van (co-)publicatie			
	% totaal NL		Int.	Nat.	Geen	totaal	Int.	Nat.	Geen
Universitaire instellingen	69,3%		42%	31%	27%	1,25	1,48	1,10	1,03
Niet-universitaire onderzoeksinst.	16,9%		47%	33%	20%	1,38	1,57	1,27	1,10
Ziekenhuizen en medische centra	5,3%		24%	65%	11%	1,11	1,79	0,91	0,53
Overheidsinstellingen	0,6%		26%	58%	17%	1,20	1,69	1,09	0,55
Overige publieke instellingen	0,6%		41%	43%	16%	0,99	1,25	0,79	0,75
Bedrijven	5,7%		44%	37%	19%	1,28	1,41	1,22	1,06
Internationale organisaties	1,5%		77%	7%	16%	1,02	1,06	1,61	0,55

Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* Internationale co-publicaties – één of meer Nederlandse hoofdinstanties alsmede één of meer buitenlandse instanties; Nationale co-publicaties - twee of meer Nederlandse hoofdinstanties; Geen – publicaties met slechts één Nederlands auteursadres (op hoofdinstantieniveau).

** De gebiedsgeïmponeerde citatie-impactscore betreft het aantal ontvangen citaties vanuit internationale wetenschappelijke tijdschriften ten opzichte van het mondiaal gemiddelde in het desbetreffende onderzoeksgebied (de gemiddelde mondiale score is gelijk gesteld aan 1.0); citatievenster: 2000-2003.

(zie paragraaf 4.1). Deze co-publicaties lenen zich ook voor een nadere beschrijving van wetenschappelijke samenwerking op het niveau van instanties en de institutionele sectoren waartoe deze instanties behoren. Conform de reeds gehanteerde indeling (zie o.a. Figuur 4.3) kan de publicatie-output van elke sector verdeeld worden in drie categorieën: (a) publicaties die voortvloeien uit internationale samenwerking met zowel Nederlandse hoofdinstanties en buitenlandse hoofdinstanties vermeld in de auteursadressen; (b) uitsluitend twee of meer Nederlandse hoofdinstanties, en (c) publicaties die slechts een enkele Nederlandse hoofdinstantie vermelden (inclusief publicaties van meerdere afdelingen binnen dezelfde hoofdinstantie).

De verdeling van deze drie typen publicaties per sector geeft een indruk van de mate waarin men samenwerkt met anderen, en de (inter)nationale oriëntatie van die samenwerking. De voorkeur voor partners in binnen- of buitenland weerspiegelt uiteraard de rol die deze sectoren spelen in het Nederlandse wetenschappelijke systeem. De Nederlandse overheidsinstellingen en de ziekenhuizen zijn het meest gericht op nationale wetenschappelijke samenwerking; circa 60% van hun onderzoekspublicaties vermeldt een partner in Nederland. Aan de andere kant staan de in Nederland gevestigde internationale organisaties, waar slechts 7% van hun publica-

ties verwijst naar samenwerking met een Nederlandse instantie. Deze internationale organisaties lijken dus geen grote bijdrage te leveren aan het Nederlandse kennisstelsel voor wat betreft samenwerkingsrelaties. Bij de universiteiten, maar ook de niet-universitaire onderzoeksinstanties, de overige publieke instanties, en de private sector vinden we een meer evenwichtige verdeling tussen nationale en internationale samenwerking. De universiteiten vallen op door een relatief groot percentage publicaties (27%) waarbij geen sprake is van samenwerking met andere Nederlandse of buitenlandse hoofdinstanties; een significant deel van de wetenschappelijke kenniscreatie in Nederland speelt zich nog immer af binnen de muren van één Nederlandse universiteit.

Onderzoekers publiceren over hun onderzoek in internationale tijdschriften, met name als de verworven kennis, data en inzichten van belang worden geacht voor een breder, internationaal publiek. De analyse van de citatie-impact van die publicaties geeft een indruk van hun bijdrage op wetenschappelijke vooruitgang wereldwijd. In die context is het van belang om te weten of het type kennisinstelling, en eventuele wetenschappelijke samenwerking, van invloed is op de citatie-impact van Nederlands onderzoek. Uit de totaalcijfers blijkt dat het type instelling inderdaad een significante rol speelt; onderzoekspublicaties afkomstig van niet-universitaire onderzoeksinstanties worden 38% meer geciteerd (citatie-

impactscore 1.38) dan het mondiale gemiddelde, terwijl de impact van (weinig) publicaties van overige publieke instellingen van gemiddeld niveau zijn (impactscore 0.99). Hoewel de universitaire sector door zijn omvang de dominerende factor is in de Nederlandse wetenschappelijke wereld, en daardoor de totale citatie-impact van het Nederlandse onderzoek bepaalt, zijn het de overige publiek-gefinancierde onderzoeksinstellingen die de toon zetten voor wat betreft de (zeer) hoge citatie-impactscores.

Deze verschillen in impact worden deels bepaald door de aard en omvang van wetenschappelijke samenwerkingsrelaties. Uit de cijfers in Tabel 4.8 blijkt dat de citatie-impact van de internationale co-publicaties in alle Nederlandse institutionele sectoren veel hoger is dan de impact die wordt gegenereerd door de andere typen publicaties; internationale samenwerking heeft dus een zeer positief effect op de internationale invloed van Nederlands wetenschappelijk onderzoek, ongeacht het betreffende type Nederlandse kennisinstelling. In sommige gevallen zullen Nederlandse onderzoekers de leidende rol hebben in deze internationale samenwerkingrelaties; in andere gevallen zal Nederland een meer ondergeschikte rol spelen. Onder de aanname dat er een positieve relatie bestaat tussen internationale wetenschappelijk invloed en wetenschappelijke kwaliteit, mag worden verondersteld dat dergelijke samenwerkingrelaties kwaliteitsbevorderend werken. Voor de drie grootste kenniscreërende sectoren geldt dat de citatie-impact voor alle drie de typen van wetenschappelijke output boven het wereldgemiddelde ligt. Het feit dat publica-

ties waarbij niet wordt samengewerkt, of sprake is van nationale samenwerking, eveneens een impact hebben die boven het wereldgemiddelde ligt, impliceert dat Nederland ook op eigen kracht voortreffelijke wetenschappelijke prestaties kan leveren. Opvallend daarbij is de hoge score van de nationale co-publicaties van de internationale kennisorganisaties in Nederland (impactscore 1.61). Daar staat tegenover dat veel publicaties afkomstig van de kleinere sectoren, waar geen sprake is van wetenschappelijke samenwerking, doorgaans betrekkelijk weinig worden geciteerd in de internationale wetenschappelijke literatuur (scores tussen 0,5 en 0,6); wellicht dat juist deze wetenschappelijke publicaties zich vooral richten op interessegebieden van individuele onderzoekers en op lokale Nederlandse onderwerpen, waardoor men relatief weinig weerklank vindt buiten onze grenzen.

De institutionele sectoren binnen het Nederlandse onderzoeksbestel spelen elk een eigen rol, en richten zich daarbij vaak op bepaalde kennisdomeinen. Deze specialisatiepatronen worden zichtbaar gemaakt in **Tabel 4.9** met een uitsplitsing van de publicatie-output naar NOWT/HOOP-gebieden. De universiteiten nemen in de meeste gebieden het grootste deel van de output van hun rekening, variërend van 60% tot 70%. In de traditioneel universitaire gebieden, *Economie*, *Gedrag en Maatschappij*, en *Taal en Cultuur*, wordt echter ruim 80% van de kennisproductie door de universiteiten uitgevoerd. In het NOWT/HOOP-gebied *Landbouw* vinden we echter een zeer grote bijdrage van de niet-universitaire publieke onderzoeks-

Tabel 4.9 Onderzoekprestatieprofiel van Nederlandse institutionele sectoren per kennisdomein
Percentage van publicatie-output (P) en citatie-impactscores (C), per NOWT/HOOP-gebied (2000-2003)*, **

NOWT/HOOP-gebied	Univ.		Niet-univ. onderzoekinst.		Ziekenhuizen, med. centra		Overheidsinstellingen		Overige publieke inst.		Bedrijven	
	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
Gezondheid	71%	1,18	13%	1,34	11%	1,11	1%	1,06	1%	1,07	3%	1,30
Natuur	67%	1,26	20%	1,26	1%	0,9	1%	1,02	1%	0,72	8%	1,24
Techniek	64%	1,10	14%	0,99	—	—	1%	0,61	—	—	15%	0,98
Landbouw	37%	1,15	51%	1,35	1%	n.a.	1%	n.a.	—	—	10%	1,50
Gedrag & Maatsch.	84%	0,98	9%	1,20	3%	0,82	1%	n.a.	1%	n.a.	2%	1,16
Economie	82%	0,94	10%	0,94	—	—	4%	n.a.	—	—	2%	n.a.
Recht	69%	1,24	11%	na	2%	n.a.	11%	n.a.	—	—	2%	n.a.
Taal & Cultuur	83%	0,76	11%	1,15	2%	n.a.	1%	n.a.	2%	n.a.	1%	n.a.

Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* De citatiescore betreft het aantal ontvangen citaties vanuit internationale wetenschappelijke tijdschriften ten opzichte van het mondiaal gemiddelde in het desbetreffende onderzoeksgebied (de gemiddelde mondiale score wordt gelijk gesteld aan 1.0).

** Drempelwaarden: publicatie-output (P) - meer dan 1% van Nederlandse totaal in 2000-2003 (—); citatiescores (C) - meer dan 100 publicaties in 2000-2003 (n.a.).

instituten. In een aantal NOWT/HOOP-gebieden (*Techniek*, *Landbouw* en *Natuur*) vinden we een relatief sterke inbreng vanuit het bedrijfsleven. De score van Nederlandse bedrijven met betrekking tot *Landbouw* richt zich op vooral op onderzoek op het gebied van voedingsmiddelen (o.a. *Unilever*). Opmerkelijk is ook de grote bijdrage vanuit de overheidsinstellingen in het gebied *Recht*. De corresponderende citatie-impactscores laten zien dat de universiteiten hoog scoren in *Natuur* en *Recht*, met citatie-impactscores significant ruim boven het mondiale gemiddelde van 1.0. Complementair daaraan, scoren de niet-universitaire onderzoeksinstituten (o.a. de NWO- en KNAW-onderzoeksinstituten, RIVM, en NKI) bijzonder goed in *Gezondheid*, *Natuur* en *Landbouw*.

4.3 Wetenschappelijke prestaties van universiteiten en kennisinstellingen

In NOWT's voorgaande WTI-rapport is uitvoerig stilgestaan bij de prestaties van de Nederlandse universiteiten, die ook internationaal gezien goed tot zeer goed scoorden qua wetenschappelijke prestaties (NOWT 2003, hoofdstuk 5). De trendanalyse van die prestaties, zowel qua publicatie-output als impact, over het geheel van de onderzoeksgebieden liet zien dat de publicatie-output van *Universiteit Utrecht* het meest was toegenomen in recente jaren, terwijl *Leiden* en *Wageningen* een daling vertoonden (NOWT 2003, Figuur 5.12). De citatie-impactscores van alle Nederlandse universiteiten zijn ruim boven het mondiale gemiddelde, en behoren tot de hoogste in Europa (zie o.a. EC, 2003).

Wat de citatie-impact betreft vertonen de universiteiten van *Tilburg*, *Utrecht*, *Nijmegen* en *Delft* een opmerkelijk groei sinds het eind van de jaren 90. Utrecht is nog steeds veruit de grootste Nederlandse universiteit wat betreft de aantallen wetenschappelijke publicaties in internationale tijdschriften. Zowel voor de *UU* als voor de andere universiteiten geldt dat deze aantallen vooral bepaald worden door de personeelsomvang; de *UU* was in 2003 de grootste universiteit van Nederland met 2268 onderzoekers in dienst (zie Tabel 3.9).⁶⁵ Het geringe aantal publicaties van de *Universiteit van Tilburg* is enerzijds een gevolg van het betrekkelijk kleine aantal onderzoekers, en anderzijds een uitvloeisel van de *UvT's* specialisatie in de economische wetenschappen en sociale- en gedragwetenschappen, vakgebieden die minder goed zijn vertegenwoordigd in de internationale tijdschriftbestanden die aan de basis staan van de analyses in dit rapport. De *Technische Universiteit Eindhoven* staat nog steeds bovenaan wat betreft de citatie-impactscore (50% boven het mondiale gemiddelde), gevolgd door de *Universiteit Twente*, de *Technische Universiteit Delft* en de *Erasmus Universiteit Rotterdam*.

Een meer genuanceerd beeld van universitaire output- en impactprestaties vereist een vergelijkende analyse per kennis-

domein. Een belangrijke vraag daarbij: is er een positieve relatie tussen de onderzoekspecialisatiegraad van een universiteit en wetenschappelijke kwaliteit? Met andere woorden; gaat een relatief grote publicatie-output in een onderzoeksgebied samen met een hoge citatie-impact? **Tabel 4.10** geeft een meer gedetailleerd vergelijkend overzicht van de universitaire onderzoeksprestaties voor de diverse NOWT/HOOP-gebieden. Daarbij blijkt een hoge specialisatiegraad in vele gevallen inderdaad samengaat met een relatief hoge citatie-impact score. Zo is het gebied *Gezondheid* verreweg het grootste onderzoeksgebied van de *Erasmus Universiteit* (74% van de publicatie-output) en scoort men in dat gebied de hoogste citatie-impact van alle Nederlandse universiteiten (1,38). Men wordt echter op voet gevolgd door de *Universiteit Maastricht* (67% en 1,29) en *Leiden* (46%, 1,30). In de gebieden *Natuur* en *Techniek* is het beeld minder éénduidig: hoewel de drie technische universiteiten hier verreweg de meest gespecialiseerde universiteiten zijn, worden hun citatiescores in sommige gevallen wel (ruimschoots) overtroffen door de andere universiteiten, met name in het gebieden *Natuur* waar de *Erasmus Universiteit*, *Universiteit van Amsterdam* en *Universiteit Leiden* scores laten zien van 1,30 of meer. De *Universiteit Twente* is wel de onbetwiste koploper in *Techniek* met een citatiescore van 1,24. De *WUR* domineert in *Landbouw* qua output en impact. Met name de *Erasmus Universiteit* en de *Universiteit van Tilburg* specialiseren zich in onderzoek op het gebied van *Gedrag & Maatschappij*, zonder daarbij tot opvallend hoge citatiescores te komen in vergelijking met de andere Nederlandse universiteiten. Dat gebeurt wel in het gebied *Economie* (met inbegrip van bedrijfskunde en management), waar de dominantie van de *Universiteit van Tilburg* samengaat met een hoge citatie-impact score (1,33). Opvallend genoeg, wordt deze score nog overtroffen door die van de *Universiteit van Amsterdam* (1,50), echter gebaseerd op een betrekkelijk kleine publicatie-output die relatief veel wordt geciteerd in de internationale vakliteratuur. Tabel 4.12 bevat meer informatie over de hoge citatie-impactscores van universiteiten voor die onderzoeksgebieden waarin men excelleert.

Hoewel het onderzoek binnen vele van de niet-universitaire instellingen minder gericht is op kennisproductie voor de (inter)nationale wetenschappelijke gemeenschap, en er dus

⁶⁵ Een directe normering van deze publicatie-aantallen met de aantallen universitaire onderzoekers geeft geen betrouwbare indicatie van de onderzoeksproductiviteit, met name vanwege de verschillen tussen universiteiten wat betreft de financieringsbronnen (1e, 2e en 3e geldstroom) en de verschillende wetenschappelijke onderzoeksgebieden waarin men actief is, dan wel waarin men zich heeft gespecialiseerd. Beide factoren zijn (in onbekende mate) mede bepalend voor de publicatie-aantallen.

Tabel 4.10 Internationale wetenschappelijke output en impact van Nederlandse universiteiten naar publicatie-output per NOWT/HOOP-gebied

Publicatie-output (P) en citatie-impactscore (C) in 2000-2003*

NOWT/HOOP-Gebied**		UU	UvA	LEI	RUG	VU	RU	EUR	UM	UvT	TUD	TUE	UT	WUR
Gezond.	P	44%	44%	46%	39%	52%	52%	74%	67%	10%	2%	3%	5%	13%
	C	1,16	1,32	1,30	1,08	1,26	1,10	1,38	1,29	0,97	0,73	1,13	0,65	1,08
Natuur	P	45%	43%	44%	48%	35%	36%	16%	14%	28%	74%	78%	72%	62%
	C	1,16	1,32	1,30	1,08	1,26	1,10	1,38	1,29	0,97	0,73	1,13	0,65	1,08
Techniek	P	—	—	—	2%	2%	—	—	—	—	20%	15%	15%	—
	C	—	—	—	1,13	0,74	—	—	—	—	1,05	0,98	1,24	—
Landbouw	P	2%	—	—	—	—	—	—	4%	—	—	—	—	21%
	C	1,07	—	—	—	—	—	—	1,16	—	—	—	—	1,39
G&M	P	5%	7%	6%	6%	6%	7%	4%	11%	24%	2%	3%	6%	—
	C	1,08	1,04	0,94	0,79	0,92	1,17	1,06	0,79	1,10	0,58	0,93	0,65	—
Economie	P	—	2%	—	2%	3%	—	3%	3%	29%	—	—	—	2%
	C	—	1,50	—	1,10	0,74	—	0,75	0,74	1,33	—	—	—	0,88
Totaal***	P	11112	9246	7917	7189	6902	6719	6458	4295	895	4658	3080	2370	5767

Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* Aandeel van een NOWT/HOOP-gebied in de totale publicatie-output van een universiteit.

** Informatie met betrekking tot de NOWT/HOOP gebieden *Recht* en *Taal en Cultuur* is buiten beschouwing gelaten vanwege de gebrekkige representativiteit van onderzoeksartikelen in internationale tijdschriften voor de publicatie-output op het niveau van afzonderlijke instellingen (zie kader 3, paragraaf 4.1).

*** Totale publicatie-output aan onderzoeksartikelen in internationale tijdschriften over alle NOWT/HOOP-gebieden.

— Geen weergave van de data vanwege te geringe publicatie-output, d.w.z. minder dan 2% van de totale output per universiteit (voor de UvT geldt een drempelwaarde van 5%).

minder frequent wordt gepubliceerd in de internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften, is deze publicatie-output, en bijbehorende citatie-impactscores, een interessante indicatie van de omvang en kwaliteit van de kennisproductie door deze instellingen. **Tabel 4.11** biedt een algemeen overzicht van de output- en impact-prestaties van zowel de niet-universitaire publieke kennisinstellingen en bedrijven die een relatief grote bijdrage leveren aan de nationale kennisontwikkeling. De score met betrekking tot de "wetenschappelijke kwaliteit" van de tijdschriften betreft de citatie-score van het tijdschriftpakket waarin men heeft gepubliceerd ten opzichte van alle beschikbare internationale tijdschriften in de desbetreffende onderzoeksgebieden. Deze score geeft een indruk in hoeverre ook de niet-universitaire onderzoekers in Nederland publiceren in de veelgeciteerde internationale "academische" tijdschriften. De resultaten tonen een grote verscheidenheid aan instellingen, waaronder vele niet-universitaire ziekenhuizen en onze grote onderzoeksintensieve multinationals. Over het geheel genomen ligt de citatie-impact van deze instellingen (ver) boven het mondiale gemiddelde. In

enkele bijzondere gevallen, zoals *FOM* en het *NKI*, is de citatie-impact uitzonderlijk goed. Ook de kwaliteit van de tijdschriften waarin men publiceert is redelijk tot goed.

Onderzoekskwaliteit komt met name tot uiting in vorm van zeer frequent geciteerde onderzoekspublicaties. Publicaties die tot de mondiale top-1% of top-10% meest geciteerde behoren binnen hun vakgebied hebben in de meeste gevallen betrekking op baanbrekend onderzoek. In **Tabel 4.12** worden die pieken in het Nederlandse onderzoekslandschap verder in kaart gebracht. Dit overzicht betreft de grote publieke kennisinstellingen, en de selectie van onderzoeksgebieden waar men erin geslaagd is om relatief grote aantallen veelgeciteerde onderzoekspublicaties te produceren. Het betreft die gevallen waarin de hoofdinstantie oververtegenwoordigd is in de top-10% meest geciteerde publicaties wereldwijd per onderzoeksgebied; men heeft een surplus van minstens 20% veelgeciteerde publicaties in verhouding tot de statistisch verwachte aantallen gezien de publicatie-output van de instelling in dat gebied.

Tabel 4.11 Wetenschappelijk activiteit en wetenschappelijke kwaliteit van niet-universitaire kennisinstellingen (2000-2003)

	Publicatie-aantallen in wetenschappelijk tijdschriften*	Citatie- impactscore**	Wetenschappelijk kwaliteit van tijdschriften***
Onderzoeksinstituten			
TNO	1738	1,10	1,09
RIVM	1204	1,34	1,11
NKI	1285	2,04	1,54
NIKHEF	516	1,35	1,49
KNMI	262	1,07	1,17
NIZO	214	1,33	1,11
ECN	162	1,61	1,42
Wageningen Center for Food Science (TTI)	179	1,09	1,04
BPRC	151	1,18	1,26
Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek	141	1,27	1,29
NIVEL	135	1,02	0,97
Ministerie V&W (Rijkswaterstaat)	125	1,51	1,09
RIZA	111	1,14	1,07
Trimbos Instituut	103	1,43	1,31
KNAW - NIOO	421	1,53	1,27
KNAW - ICIN	250	1,32	1,60
KNAW - NIH	250	1,26	1,08
KNAW - CBS	190	0,99	0,81
KNAW - NIOB	173	1,17	0,94
KNAW - IOI	140	1,45	1,53
NWO - FOM	589	2,07	1,63
NWO - SRON	507	1,34	1,05
NWO - CWI	497	1,39	1,19
NWO - NIOZ	456	1,43	1,39
NWO - Astron	176	1,03	1,18
Ziekenhuizen en medische centra			
Slotervaart Ziekenhuis	260	1,31	1,14
St. Antonius Ziekenhuis Nieuwegein	257	1,37	1,13
Catharina Ziekenhuis Eindhoven	192	1,93	1,31
Isala Ziekenhuis	184	1,42	1,06
Sanquin Bloedvoorziening	183	1,22	1,12
Medisch Spectrum Twente	169	1,49	1,06
GG&GD Amsterdam	164	1,23	1,24
St. Elisabeth Maria Ziekenhuis	162	0,91	0,97
Canisius Wilhelmina Ziekenhuis Nijmegen	152	1,13	1,02
OLV Ziekenhuis Amsterdam	148	1,11	1,00
Atrium Medisch Centrum Heerlen	146	1,06	0,82
Rijnstate Ziekenhuis Arnhem	138	1,24	1,19
Leyenburg Ziekenhuis Den Haag	118	1,88	1,24

	Publicatie-aantallen in wetenschappelijk tijdschriften*	Citatie- impactscore**	Wetenschappelijk kwaliteit van tijdschriften***
Medisch Centrum Alkmaar	114	1,02	0,96
Maxima Medisch Centrum	108	0,89	0,84
Onderzoeksintensieve grote bedrijven			
Philips	973	1,60	1,28
DSM	528	1,25	1,09
AKZO Nobel	497	1,35	1,10
Unilever	313	1,41	0,98
Shell	218	1,06	1,05

Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* Drempelwaarde is 100 wetenschappelijke publicaties verricht in 2000-2003.

** De citatiescore betreft het aantal ontvangen citaties vanuit internationale wetenschappelijke tijdschriften ten opzichte van het mondiaal gemiddelde in het desbetreffende onderzoeksgebied (de gemiddelde mondiale score wordt gelijk gesteld aan 1.0).

*** De mate waarin de publicaties in het tijdschrift waarin men heeft gepubliceerd meer/minder worden geciteerd dan alle publicaties in het desbetreffende vakgebied. Scores groter dan 1 geven aan het tijdschrift meer dan gemiddeld wordt geciteerd.

Tabel 4.12 Wetenschappelijke pieken in het Nederlandse onderzoekslandschap

Mondiaal hooggeciteerde onderzoeksartikelen afkomstig uit Nederland met een verdeling over grote Nederlandse kennisinstellingen en onderzoeksgebieden *, **, ***

	UU	UvA	LEI	RU	VUA	RUG	EUR	UvT	UM
Klinisch-medische wetenschappen	+	+	+	.	+	.	+	.	+
Gezondheidswetenschappen	+	.	.	.	.	.	+	.	.
Klinisch-experimentele medische wet.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fundamentele levenswetenschappen	.	.	.	+	+	.	+	.	.
Biologische wetenschappen	.	++	.	.	+	+	.	.	.
Milieuwetenschappen en technologie	+	++	.	.	.	+	.	.	.
Landbouw- en voedingswetenschappen	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Chemie en chemische technologie	++	++	++	++	+	+++	.	.	.
Fysica en materiaalkunde	++	.	+	.	+	++	.	.	.
Aardwetenschappen en technologie	+	.	.	.	+	.	.	.	.
Sterrenkunde	++	+++	+++	.	.	++	.	.	.
Wiskunde	+	++	++	.	.	.	.	.	.
Informatica	++	.	+	.	.	.	.	.	.
Elektrotechniek en telecommunicatie	+++	++	.	.	.	.	.	.	.
Werktuigbouwkunde, lucht- en ruimtevaart	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Brandstoffen en energie	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Technische apparatuur en instrumenten	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Algemene technische wetenschappen	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Psychologie	.	+	.	+	.	.	.	.	.
Statistische methoden	+	.	.	.	.	.	++	.	.
Onderwijswetenschappen	.	++	.	.	.	.	.	.	++
Informatie- en communicatiewetensch.	.	++	+++	.	.	.	.	.	.
Economie en bedrijfskunde	.	+	.	.	.	.	.	+	.
Management en planning	.	.	.	.	.	+	.	.	++
Sociale en gedragswetensch. - overige	+	.	.	.	.	.	.	.	.

Bron: CWTS/Thomson Scientific; bewerking: CWTS.

* Zie de bijlage van dit rapport voor de lijst van instellingennamen behorende bij de afkortingen.

** + 20-50% oververtegenwoordiging van onderzoeksartikelen in de mondiale top-10% meest geciteerde artikelen per onderzoeksgebied.
++ 50-100% oververtegenwoordiging; +++ >100% oververtegenwoordiging; . overige gevallen (minder dan 20% oververtegenwoordiging of ondervertegenwoordiging)

*** Betreft de publicatiejaren 2000 en 2001, elk met een vierjaars-citatievenster. Drempelwaarden per instelling en gebied: Béta-wetenschappen: 50 of meer artikelen in 2000-2001, waarvan er 10 of meer tot de mondiale top-10% meest geciteerde behoren; Technische wetenschappen en gammawetenschappen: 20 of meer artikelen in 2000-2001, waarvan er 4 of meer tot de mondiale top-10% meest geciteerde behoren.

TUD	TUE	UT	WUR	ACTA	FOM	CWI	NIOZ	SRON	ICIN	NIOO	RIVM	NKI	NIKHEF	TNO	ECN
.	.	.	.	+	.	.	.	.	++	.	++	+	.	++	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+++	.	.	.
.	.	.	+	.	.	.	+++	.	.	++	.	.	.	.	.
+	.	.	+	.	.	.	+++	.	.	+++	+	.	.	.	.
.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
++	+++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	++	++	.	.	+++	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.
.	++	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	++	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+++
.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Deze “topgeciteerde” gebieden representeren doorgaans de kennisdomeinen waarin instellingen in voorgaande jaren grensverleggend onderzoek hebben uitgevoerd, en excelleren wat betreft de invloed van dat werk op de internationale wetenschappelijke voortuitgang.⁶⁶ Bovendien zijn veel van de hooggeciteerde Nederlandse publicaties in feite internationale co-publicaties die over het algemeen meer dan gemiddeld worden geciteerd (zie Figuur 4.4, en Tabellen 4.7 en 4.8). Elke Nederlandse universiteit kent minimaal één onderzoeksgebied waarin het tot de mondiale toppers behoort. Daarnaast zijn nog 12 hoofdinstituten vertegenwoordigd in deze selectie, waaronder één interuniversitaire organisatie (ACTA) en een aantal para-universitaire onderzoeksinstellingen (w.o. NWO- en KNAW-instituten). Opvallend is dat de niet-universitaire instellingen (zoals RIVM, NKI, ECN, en TNO), die gespecialiseerd zijn in bepaalde kennisdomeinen, in meerdere gebieden blijken te excelleren, een indicatie van

de kwaliteit van hun multidisciplinaire onderzoeksprogrammering.

Het is ook opmerkelijk dat de voortreffelijk citatiescore van het Nederlands onderzoek in *klinisch-medische wetenschappen*, *chemie en chemische technologie*, en *fysica en materiaalkunde* (zie Tabellen 4.6 en 4.7), het resultaat is van onderzoek in een zeer groot aantal instellingen; deze pieken hebben een stevige basis in het Nederlandse onderzoeksbestel. Hoewel de Nederlandse technische wetenschappen en gamma-wetenschappen over het geheel genomen niet bijzonder hoog worden geciteerd (zie Tabel 4.6), zijn er een aan-

⁶⁶ Dit overzicht wordt in sterke mate bepaald door de toegepaste meetmethodiek; er kan in andere gebieden (en door andere instellingen) eveneens sprake zijn van excellent onderzoek – deze prestaties worden echter (nog) niet via deze citatie-impactscores zichtbaar in de internationale wetenschappelijke literatuur.

tal gebieden waarin Nederland zeer goed vertegenwoordigd is in de mondiale top. Opvallend zijn de prestaties op het gebied van *Informatie- en communicatiewetenschappen* en de *Onderwijswetenschappen*. Hoewel de TU's vooral uitblinken in (toegepast) natuurwetenschappelijke onderzoek, zijn diverse gebieden binnen de technische wetenschappen waar hun onderzoekspublicaties tot de mondiaal hoogst geciteerden behoren zoals *Werktuigbouwkunde*, *lucht- en ruimtevaart*.

Dit beeld wordt bevestigd door de mate waarin onderzoekers uit de Nederlandse publieke sectoren co-publiceren met werknemers van bedrijven.⁶⁷ Hoewel deze indicator betrekking heeft op wetenschappelijke samenwerking en in tegenstelling tot de citaties geen indicatie geeft van de richting van bijbehorende kennisstromen, is het duidelijk dat de Nederlandse bedrijven bovenmatig vertegenwoordigd zijn in de bovengenoemde industrieel-relevante vakgebieden waar de Nederlandse publieke kennisinfrastructuur een specialisatie heeft ontwikkeld. Dit komt het meest nadrukkelijk naar voren in *Chemie en chemische technologie*, waar bijna 82% van de co-publicerende bedrijven in Nederland zijn gevestigd. De tweede plaats wordt bezet door *Milieu-wetenschappen en technologie* (78,0%), met op de derde positie *Elektrotechniek en telecommunicatie* (76,5%). Aan de andere kant van het spectrum ligt *Klinisch-medische wetenschappen*, waar slechts 45,3% van de partnerbedrijven in Nederland zijn gevestigd.

Veel van de publiek-private kennisstromen zijn bovendien vaak geconcentreerd rondom de grote R&D-intensieve bedrijven die actief zijn in het Nederlandse onderzoekslandschap (zie o.a. de netwerkfiguren in hoofdstuk 5). Veel citaties zijn immers afkomstig van Nederlandse onderzoekspublicaties met een auteursadres dat verwijst naar één van de vijf grote Nederlandse R&D-intensieve multinationals die relatief veel onderzoeksartikelen publiceren in de internationale wetenschappelijke literatuur: *Philips*, *DSM*, *Unilever*, *Akzo Nobel* (*Organon*), en *Shell*. Philips domineert in het Nederlandse industriële onderzoekslandschap met zo'n 20% van alle onderzoeksartikelen afkomstig van industriële onderzoekers. Die vijf multinationals zijn goed voor ruim de helft van de onderzoeksartikelen van de Nederlandse private sector (zie NOWT 2003; Figuur 4.2). Maar ook de onderzoekers en ingenieurs werkzaam bij middelgrote en kleinere kennisintensive bedrijven, zoals *Numico*, *IsoTis*, *Crucell*, *Corus*, *Dow Chemical*, *Medtronic* en vele andere, publiceren in de internationale wetenschappelijke vakbladen. Een belangrijk deel van deze ruim 1.500 onderzoekspublicaties zijn co-publicaties met Nederlandse universiteiten of onderzoeksinstituten. De onderzoekspublicaties van het Nederlandse bedrijfsleven worden ook relatief veel geciteerd in de internationale wetenschappelijke en technische literatuur (zie Tabel 4.9).

4.4 Technische uitvindingen en octrooien

Octrooien geven een indruk van de mate waarin bedrijven en economieën succesvol zijn in de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technieken en technologieën. Octrooien zijn vaak ook een noodzakelijke voorwaarde voor het creëren van groei en concurrentievoordeel op basis van technologisch innovatievermogen.⁶⁸ De belangrijkste octrooien, internationaal gezien, worden aangevraagd bij het *Europese Octrooibureau* (EPO) of het *Amerikaanse Octrooibureau* (USPTO) - hetzij direct bij het octrooibureau, hetzij indirect via een zogeheten PCT-aanvraag.⁶⁹ Octrooien die zowel bij EPO, USPTO als bij het *Japanse Octrooibureau* (JPO) worden ingediend worden aangeduid met de term "triade-octrooien".⁷⁰

Nederland scoort gemiddeld bij zowel het aantal EPO, USPTO

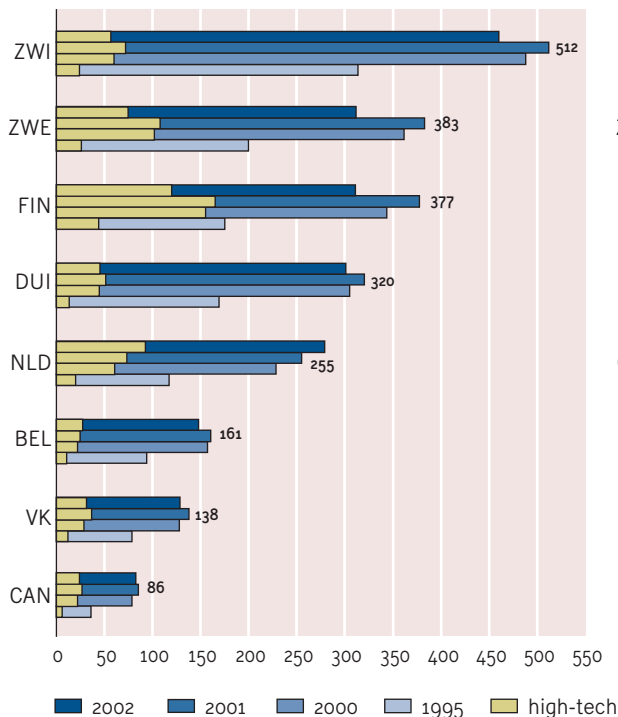
67 Wetenschappelijk publiceren en citatiestromen zijn verschillende facetten van soms dezelfde kennisstromen binnen het Nederlandse onderzoeksbestel, die deels via gedrukte ('gecodeerde') vorm verlopen, en daardoor (tijdelijk) zichtbaar worden. Dit meetvenster geeft slechts een beperkte kijk op een zeer complexe en dynamische werkelijkheid aan kennisstromen en partnerrelaties (de netwerkdiagrammen vormen een illustratief voorbeeld). Onderzoekspublicaties en citaties hebben uitsluitend betrekking op succesvol onderzoek waarvan resultaten in de openbaarheid zijn gebracht. Bovendien kennen deze gegevens een vertragingfactor vanwege de doorlooptijd van vele jaren tussen het verrichten van onderzoek, het publiceren daarover, en het moment dat de publicaties worden geciteerd in de internationale wetenschappelijke literatuur.

68 De aantrekkelijkheid van een octrooi(-aanvraag) varieert echter al naar gelang de aard van vinding, de strategisch-economische doelstelling(en) van de aanvrager, de mate waarin de (eventuele) baten van het octrooi zullen opwegen tegen de kosten voor het aanvragen en onderhouden. Vaak wordt de voorkeur gegeven aan geheimhouding in plaats van octrooibescherming. Octrooien kunnen als gevolg hiervan een vertekend beeld geven van de totale technische vernieuwing en het innovatief vermogen van een instelling, sector of land. Dit is onder meer het geval bij de universiteiten, de onderzoeksinstituten en technologische instituten. Het jaarlijkse aantal verkregen octrooien of octrooiaanvragen van de Nederlandse (semi-)publieke sector is dan ook verwaarloosbaar ten opzichte van het bedrijfsleven.

69 Gezien de kostbare en nauwgezette aanmeldings- en beoordelingsprocedures van beide organisaties mag men veronderstellen dat de ingediende octrooiaanvragen betrekking hebben op uitvindingen van een hoge technische kwaliteit en/of grote strategische dan wel commerciële waarde.

70 Een nadeel van triade-octrooien is dat met name de grote internationale bedrijven in zowel de VS, de EU als Japan octrooieren. De overige octrooierende bedrijven, met name in het MKB, zijn hierdoor niet goed vertegenwoordigd.

Figuur 4.13a EPO-octrooien per miljoen inwoners

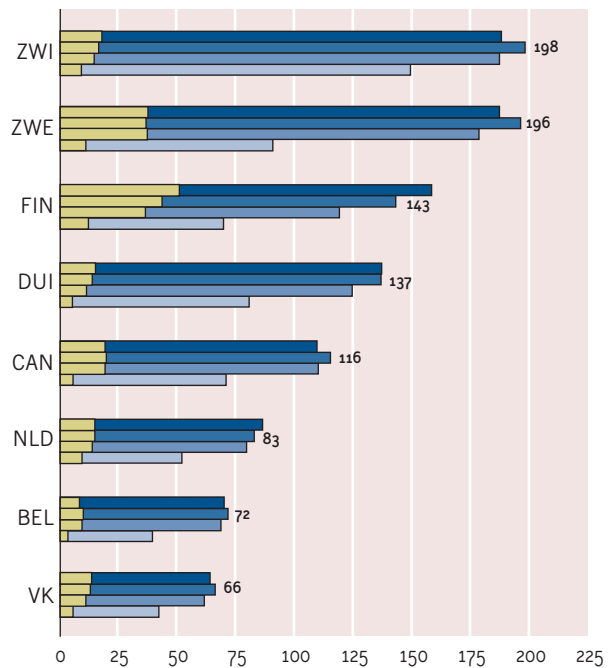


Bron: Eurostat. Bewerking: MERIT.

Meest recente gegevens zijn voor 2002. Octrooien zijn toegewezen naar woonland van uitvinder. De gegevens voor aantallen *octrooiaanvragen* voor 2002 zijn voorlopig en kunnen t.z.t. worden bijgesteld. Het voorlopige karakter verklaart tevens de daling tussen 2001 en 2002 voor veel landen. De rangorde in de figuur is derhalve gebaseerd op de gegevens van 2001. Recentere octrooi gegevens zijn nog niet beschikbaar vanwege de integratie van de Eurostat octrooi database in een wereldwijde octrooi database. Vergeleken met Figuur 5.28 in NOWT2003 is Nederland binnen de groep van referentielanden één plaats gezakt doordat nu ook gegevens voor Zwitserland beschikbaar zijn.

en triade octrooien.⁷¹ Als we kijken naar het aantal bij EPO ingediende octrooien per miljoen inwoners neemt Nederland binnen de groep referentielanden de vijfde plaats in met 255 octrooien in 2001 (**Figuur 4.13a**). In 2002 stijgt dit aantal tot 279, maar omdat we bij alle andere landen een daling zien bestaat het vermoeden dat voor deze landen nog niet alle in 2002 ingediende octrooiaanvragen in de statistieken zijn verwerkt.⁷² Bij het aantal door USPTO toegekende octrooien neemt Nederland de zesde plaats in met 83 octrooien per miljoen inwoners in 2001 (**Figuur 4.13b**). Bij de triade octrooien neemt Nederland een vijfde plaats in met 61 octrooien in 2000 (**Figuur 4.13c**).

Figuur 4.13b USPTO-octrooien per miljoen inwoners



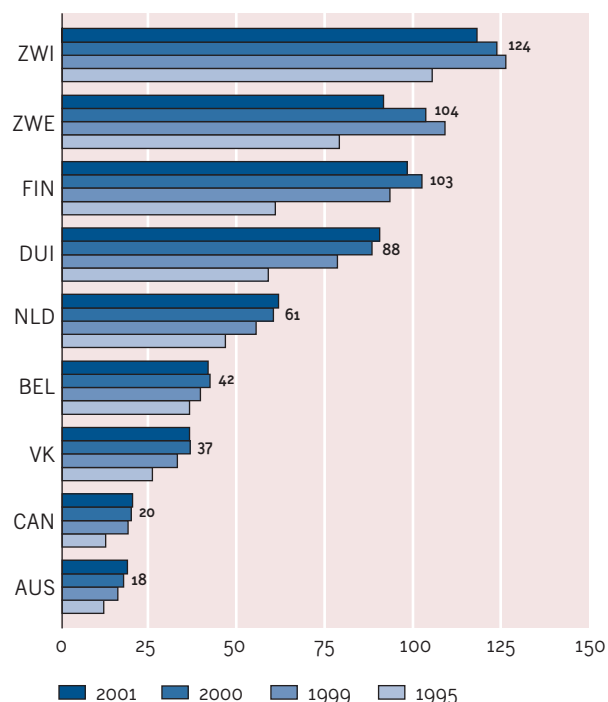
Bron: Eurostat. Bewerking: MERIT.

Meest recente gegevens zijn voor 2002. Octrooien zijn toegewezen naar woonland van uitvinder. De gegevens voor aantallen *toegekende octrooien* voor 2002 zijn voorlopig en kunnen t.z.t. worden bijgesteld. Het voorlopige karakter verklaart tevens de daling tussen 2001 en 2002 voor veel landen. De rangorde in de figuur is derhalve gebaseerd op de gegevens van 2001. Vergeleken met Figuur 5.29 in NOWT2003 is Nederland binnen de groep van referentielanden één plaats gezakt doordat nu ook gegevens voor Zwitserland beschikbaar zijn.

⁷¹ *Uitgangspunt van deze analyse is het innovatief vermogen van landen, en niet zozeer de toe-eigening van vindingen door bedrijven, en octrooiaanvraagpraktijken via agentschappen en dochterondernemingen ofwel moederondernemingen. De toekenning van een octrooi aan een land vindt in deze analyse plaats op basis van de nationaliteit en het woonland van de uitvinder(s) - in plaats van het land van vestiging van de octrooihouder ofwel de octrooi-aanvrager. Dit voorkomt onder meer vertekeningen met betrekking tot octrooiaanvragen van grote Nederlandse multinationals zoals Philips, die octrooien aanvragen via buitenlandse vestigingen.*

⁷² *De cijfers voor 2002 voor zowel EPO als USPTO octrooien zijn voorlopige cijfers.*

Figuur 4.13c Triade-octrooien per miljoen inwoners



Bron: Eurostat; OESO. Bewerking: MERIT.

Meest recente gegevens zijn voor 2001. Octrooien zijn toegewezen naar woonland van uitvinder. De rangorde in de figuur is gebaseerd op de gegevens van 2000.

Het aantal octrooien in een land is sterk afhankelijk van de industriële structuur en ook van de manier waarop de aanwezige multinationals octrooieren. Vooral die sectoren waar relatief veel in R&D wordt geïnvesteerd, de zogenaamde “high-tech” sectoren zoals elektronica, laten ook een sterke octrooiactiviteit zien. Bij de zogenaamde high-tech octrooien scoort Nederland beter. In 2001 neemt ons land na Finland en Zweden de derde plaats in bij de EPO high-tech octrooien met 73 octrooien per miljoen inwoners. Bij de USPTO high-tech octrooien haalt Nederland in 2001 nog de vijfde plaats met 15 octrooien maar in 2002 is dit aantal nog maar goed voor de zesde plaats. Deze betere score bij de high-tech octrooien komt vooral op conto van onze multinationals die actief zijn in de high-tech sectoren, met name *Philips*.⁷³

Landen kunnen veel van elkaar verschillen wat betreft het aantal onderzoekers in de totale bevolking of beroepsbevolking (zie o.a. Figuren 3.2 en 3.3). Om een zuiverder beeld te krijgen van de octrooiproductiviteit per land verdient het aanbeveling om, analoog aan de berekening van de publicatieproductiviteit, te normeren op de inzet van het bijbehorende R&D-personeel, dat wil zeggen de “onderzoekers” werkzaam in het bedrijfsleven. Nederland heeft samen met

Zwitserland de hoogste octrooiproductiviteit gemeten naar het aantal EPO-octrooien per 1000 private onderzoekers.⁷⁴ Per 1000 onderzoekers werden in 2001-2002 218 octrooien aangevraagd bij het Europese octrooibureau (Figuur 4.14). De Nederlandse octrooiproductiviteit vertoont een jaarlijkse groei van 2,4%, alleen het Verenigd Koninkrijk en Canada laten een duidelijk hogere groei zien. Bij de octrooiproductiviteit gemeten naar het aantal USPTO-octrooien per 1000 onderzoekers in het bedrijfsleven neemt Nederland slechts een vierde plaats in achter Zwitserland, Zweden en Duitsland. Vergeleken met de eerdere NOWT-analyses is de Nederlandse positie verslechterd; Nederland stond toen op de tweede positie achter Zwitserland (NOWT, 2003). De Nederlandse octrooiproductiviteit vertoont een jaarlijkse daling van 2,6%, die van Duitsland en Zweden zijn daarentegen juist sterk gestegen. Een verklaring voor de negatieve Nederlandse groei ligt in de sterke stijging van het aantal onderzoekers in Nederland.

De octrooicijfers zijn gebaseerd op aantallen octrooien, en worden gedomineerd door een klein aantal grotere bedrijven met veel octrooiaanvragen of toegekende octrooien. Om deze vertekening te corrigeren is ook gekeken naar het aandeel van de kleine(re) bedrijven dat octrooieert. De CIS3-enquête vraagt de bedrijven met innovatieve activiteiten of ze in de periode 1998-2000 één of meerdere octrooien hebben aangevraagd. Het Nederlandse bedrijfsleven als geheel laat het laagste percentage zien binnen de groep referentielanden. Het Nederlandse bedrijfsleven wordt gedomineerd door de grote multinationals wat betreft de absolute aantallen octrooien (Figuur 4.15). Des te opvallender is dat ook bij de grote bedrijven Nederland het laagste percentage laat zien van innoverende bedrijven dat octrooieert. Nederland heeft dus relatief weinig bedrijven die octrooieren, maar daaronder bevinden zich wel enkele zeer productieve bedrijven (o.a. *Philips*).⁷⁵

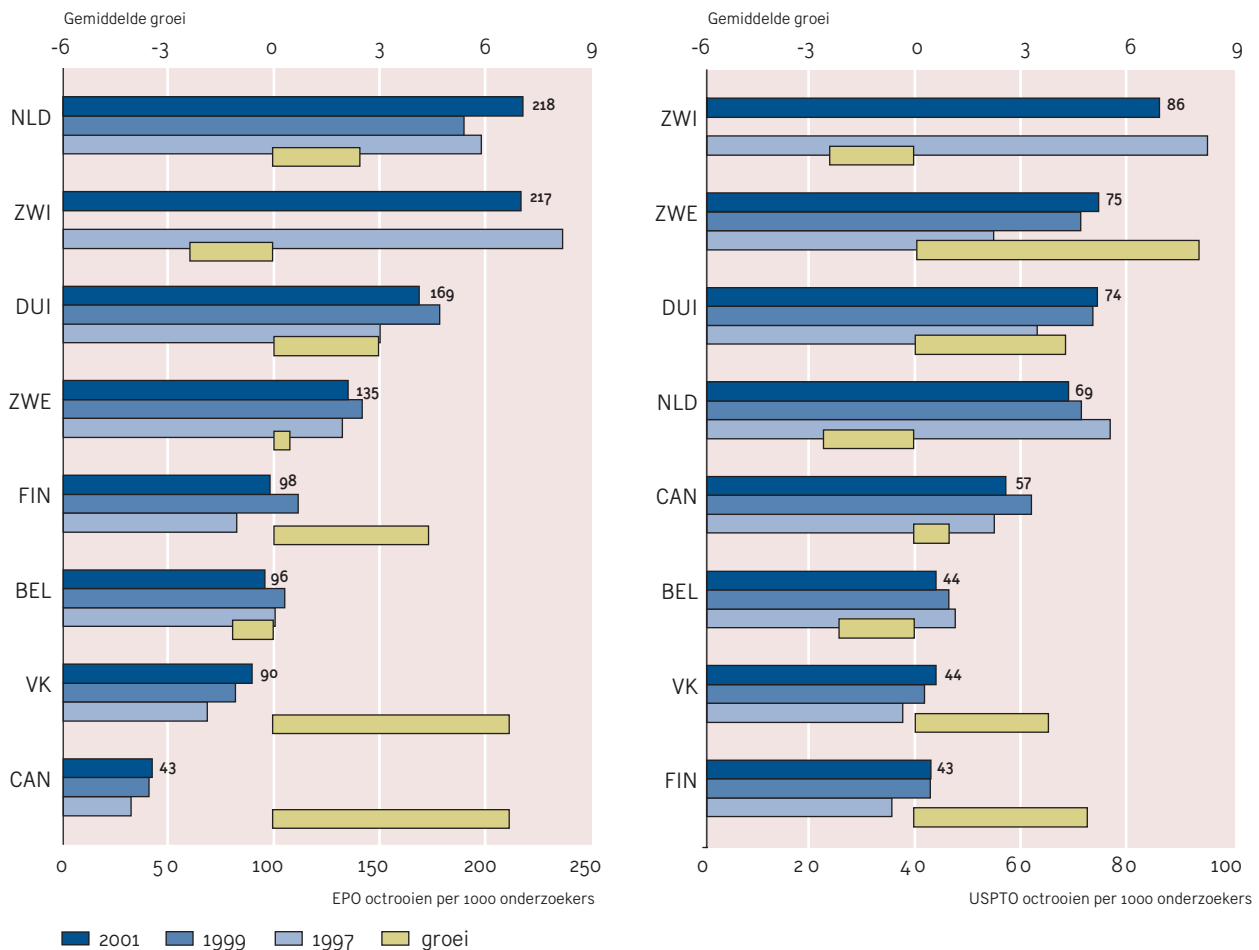
Binnen de industrie scoort Nederland wel beter dan België. In de dienstensectoren scoort Nederland alleen beter dan het Verenigd Koninkrijk. Industriële bedrijven die innoveren, oc-

⁷³ *Philips* bijvoorbeeld was in 2001 verantwoordelijk voor ruim 37% van de bij EPO ingediende Nederlandse octrooiaanvragen.

⁷⁴ De HRST-categorie “onderzoekers” omvat alle personeel behorende tot de R&D-staf (zie paragraaf 3.1). In NOWT's vorige WTI-rapport (NOWT, 2003) was Nederland koploper omdat de octrooigegevens voor Zwitserland toen niet beschikbaar waren.

⁷⁵ Of een bedrijf octrooieert - en zo ja, hoe - is van veel factoren afhankelijk, onder andere de aard van uitvindingen en innovaties, de bedrijfsstrategie op het gebied van eigendomsrechten en geheimhouding, en de (inter)national concurrentieverhoudingen binnen de economische sector waarin men opereert.

Figuur 4.14 Octrooiproductiviteit (octrooien per 1000 onderzoekers bedrijfsleven)



Bron: Eurostat; OESO. Bewerking: MERIT.

De octrooiproductiviteit is berekend als het gemiddeld aantal octrooien per jaarblok gedeeld door het gemiddeld aantal onderzoekers in het bedrijfsleven van het vorige jaarblok. De groei is berekend als de gemiddelde jaarlijkse groei tussen 1997-1998 en 2001-2002. Een directe vergelijking met de figuren 5.32 en 5.33 in NOWT/WTI-2003 betreffende octrooiproductiviteit is niet mogelijk omdat bij de berekening van de octrooiaantallen niet het gemiddeld aantal octrooien maar abusievelijk de som van de octrooien in elk jaarblok is gebruikt. De in NOWT/WTI-2003 gepubliceerde gegevens omtrent octrooiproductiviteit zijn dus het dubbele van de werkelijke gegevens. Voor Finland is vanwege een sterke trendbreuk in het aantal onderzoekers tussen 1995 en 1997 het gemiddeld aantal onderzoekers in 1997-1998 gebruikt voor de berekening van de octrooiproductiviteit in 1997-1998.

trooieren dus relatief vaker dan die in de dienstensector. Opvallend is dat in Zweden het percentage innoverende bedrijven in de dienstensector dat octrooieert bijna even hoog is als bij de innoverende bedrijven in de industrie.

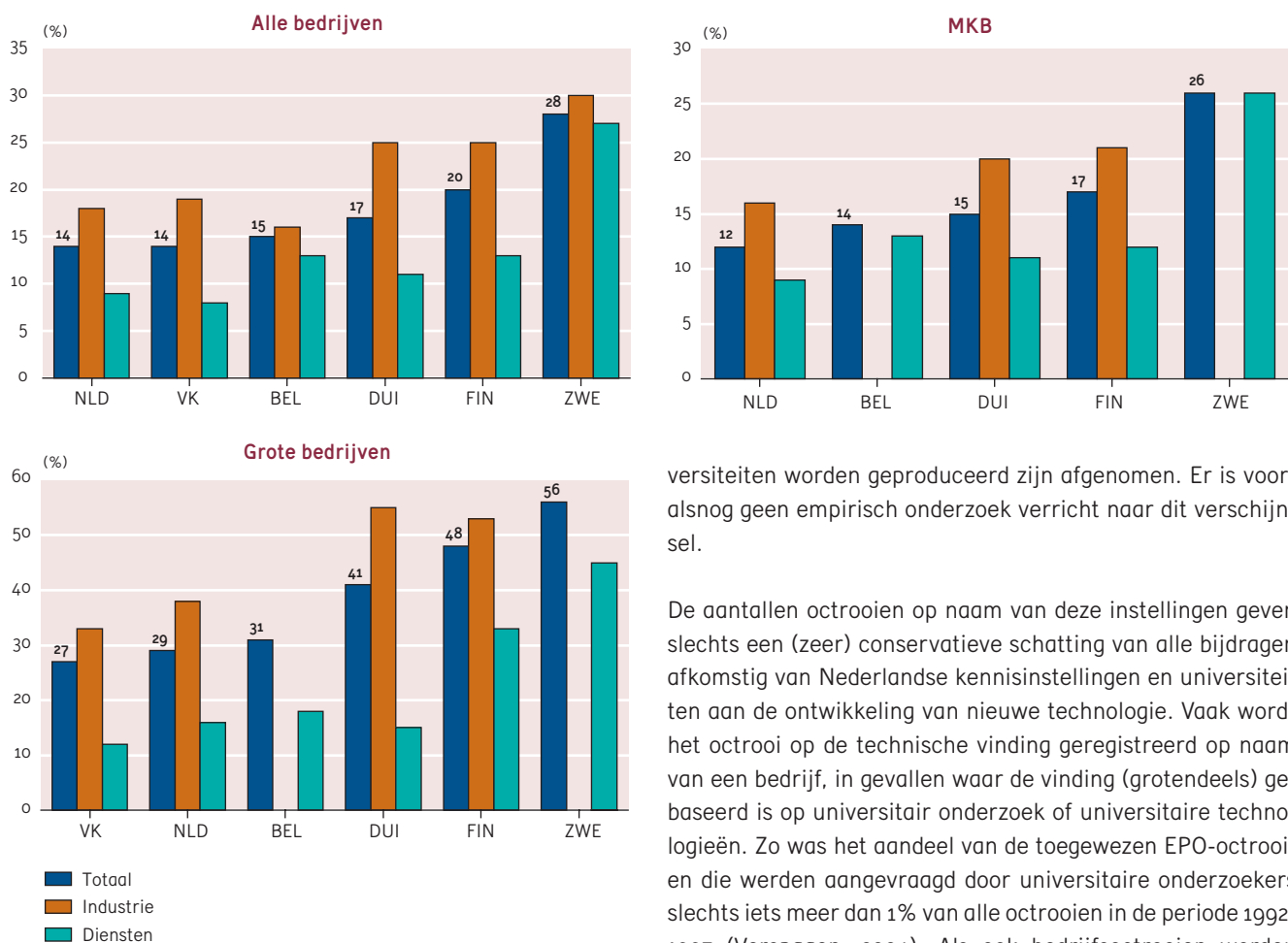
Nederland scoort gemiddeld tot goed bij het aantal octrooien per miljoen inwoners en per 1000 onderzoekers. Het relatieve aantal innovatieve bedrijven dat octrooieert zit echter onder het gemiddelde. Het feit dat een relatief groot aantal octrooien afkomstig is van een kleine groep grote(re) bedrijven maakt de Nederlandse positie kwetsbaar.

Het aandeel van de (semi-)publieke sector in de Nederlandse octrooiproductie is nog steeds laag, ondanks de zeer significante toename tijdens de jaren negentig (BIE, 2001; NOWT

2003).⁷⁶ In 2000 was in Nederland het aandeel van de universiteiten 3,3%, samen met de niet-universitaire (semi-)publieke instellingen 6,3% in EPO-octrooien (NOWT, 2003).

⁷⁶ In de trendgegevens over universitaire octrooien in NOWT's WTI 2003 rapport (NOWT, 2003; zie de lijndiagram in Figuur 5.34) zijn gegevens per abuis verwisseld. De correcte trend met betrekking tot de aantallen universitaire octrooien wordt vermeld met het label 'overige kennisinstellingen'. De lijn met betrekking tot 'universiteiten' verwijst naar de totale aantallen octrooien van alle publieke kennisinstellingen. De algemene conclusie ten aanzien van de trend in universitaire octrooien blijft dezelfde: er was sprake van een significante groei in de jaren 90.

Figuur 4.15 Aandeel innoverende bedrijven dat octrooieert (% van alle innoverende bedrijven)



Bron: Eurostat. Bewerking: MERIT.

Alle bedrijven zijn bedrijven met meer dan 10 werknemers, MKB zijn bedrijven met tussen de 10 en 250 werknemers, grote bedrijven zijn bedrijven met meer dan 250 werknemers.

Figuur 4.16 bevat een geactualiseerd overzicht van de trends in recente jaren, waaruit blijkt dat er een duidelijke daling heeft plaatsgevonden in de aantallen octrooi-aanvragen sinds de eeuwwisseling. Dit geldt voor zowel de universitaire sector als de overige Nederlandse kennisinstellingen (met name *TNO*). Deze opvallende tendens kan het gevolg zijn van meerdere oorzaken: het aanvragen en onderhouden van eigen octrooien wordt in toenemende mate als onvoldoende rendend gezien in relatie tot (hoge) kosten en mogelijke (lage) opbrengsten; octrooieerbare kennis wordt overgedragen aan het bedrijfsleven (de universitaire onderzoeker wordt als mede-uitvinder vermeld in de octrooi-aanvraag); de kennis wordt op andere manieren beschermd, of juist algemeen beschikbaar gesteld (bijv. via een wetenschappelijke publicatie), de octrooieerbare kennis en technologieën die door de uni-

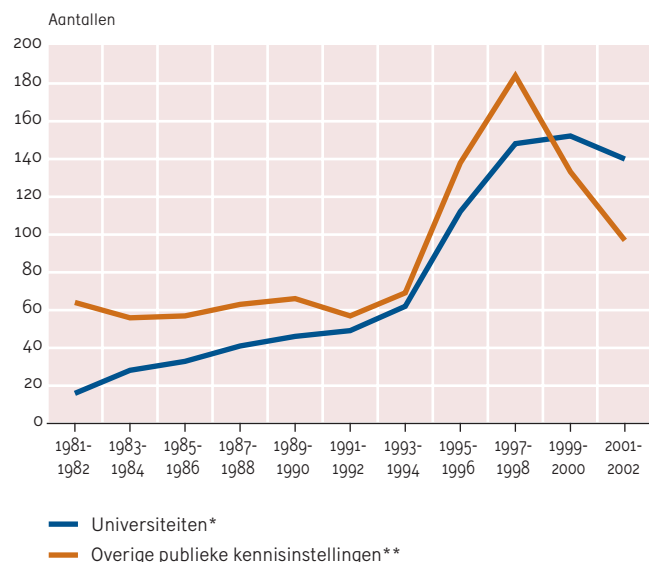
versiteiten worden geproduceerd zijn afgenomen. Er is voornamelijk nog geen empirisch onderzoek verricht naar dit verschijnsel.

De aantallen octrooien op naam van deze instellingen geven slechts een (zeer) conservatieve schatting van alle bijdragen afkomstig van Nederlandse kennisinstellingen en universiteiten aan de ontwikkeling van nieuwe technologie. Vaak wordt het octrooi op de technische vinding geregistreerd op naam van een bedrijf, in gevallen waar de vinding (grotendeels) gebaseerd is op universitair onderzoek of universitaire technologieën. Zo was het aandeel van de toegewezen EPO-octrooien die werden aangevraagd door universitaire onderzoekers slechts iets meer dan 1% van alle octrooien in de periode 1992-1997 (Verspagen, 2004). Als ook bedrijfsoctrooien worden meegenomen waarin tenminste één universitaire onderzoeker is betrokken als uitvinder, stijgt de betrokkenheid van universiteiten naar meer dan 5%. Als tenslotte ook octrooien worden meegeteld waarbij sprake was van samenwerking met een universiteit, dan wordt dit iets meer dan 8%.

Uiteraard wordt slechts een zeer klein deel van nieuwe universitaire kennis gepatenteerd of gelicentieerd. Een studie van Nederlandse EPO/USPTO-octrooien in 2002-2003 op het gebied van biotechnologie, toont aan dat naar schatting 25-40% van de Nederlandse universitaire bijdragen aan Nederlandse geoctrooieerde vindingen onzichtbaar blijft als men louter de aanvragers van octrooien in beschouwing neemt (Tijssen, 2004a; 2004b). Er lijkt dus meer wetenschappelijke kennis naar het bedrijfsleven te stromen dan de officiële octrooi-statistieken suggereren, met name in de 'science-based' technologiegebieden die afhankelijk zijn van wetenschappelijke vooruitgang.

Figuur 4.16 Trends in octrooi-aanvragen van Nederlandse publieke kennisinstellingen

Aantallen aanvragen voor Europese octrooien (EPO- en Euro/PCT-octrooien), naar jaar van oudste prioriteitsdatum



Bron: Octrooiencentrum Nederland: CWTS.

* Inclusief octrooien op naam van instellingen en bedrijven die direct gelieerd zijn aan universiteiten (Universitaire Holdings, WUR BVs, STW)

Literatuurverwijzingen

Antenbrink, P., K. Burger, M. Cornet, M. Rensman en D. Web-bink, *Nederlands onderwijs en onderzoek in internationaal perspectief*, Den Haag: Centraal Planbureau, CPB document no 88, 2005.

AWT, *Backing winners: van generiek technologiebeleid naar actief innovatiebeleid*, Den Haag: Adviesraad voor Wetenschaps- en Technologiebeleid, 2003a.

AWT, *Netwerken met kennis: kennisabsorptie en kennisbe-nutting door bedrijven*, Den Haag: Adviesraad voor Wetenschaps- en Technologiebeleid, 2003b.

CPB, *De pijlers onder de kenniseconomie: opties voor institu-tionele vernieuwing*. Den Haag: Centraal Planbureau, CPB Bijzonder document 35, 2002.

De Jong J.P.J., *Innovatie in het MKB: ontwikkelingen sinds 1999*, Zoetermeer: EIM, 2004.

EC, *Third European Report on Science and Technology Indica-tors*, Brussel/Luxemburg: Europese Commissie, Rapport EUR 2005, 2003.

EC, *Key Figures 2005 on Science, Technology and Innovation: towards a European Knowledge Area*, Brussel: Europese Com-missie, DG Research, 2005.

KNAW, *Judging research on its merits. An advisory report by the Council for the Humanities and the Social Sciences Coun-cil*, Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van We-tenschappen, 2005.

NOWT, *Wetenschaps- en Technologie-indicatoren Rapport 2000*, Leiden/Maastricht: Rapport van het Nederlands Obser-vatorium van Wetenschap en Technologie in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2000.

NOWT, *Wetenschaps- en Technologie-indicatoren Rapport 2003*, Leiden/Maastricht: Rapport van het Nederlands Obser-vatorium van Wetenschap en Technologie in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2003.

OESO, *Turning Science into Business: Patenting and Licensing at Public Research Organisations*, Parijs: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, 2004.

Rensman, M., *Eenheid of verscheidenheid in onderzoeks-agenda's? Over de bèta-gerichte R&D-specialisatiepatronen van wetenschap en bedrijven in Nederland*, CPB-rapport no 74, 2004.

Tijssen, R.J.W., *De universiteit als verborgen kennisbron: de (on)zichtbaarheid van Nederlandse universitaire co-uitvin-ders in bedrijfsoctrooien*. Leiden: CWTS rapport voor het Mi-nisterie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2004a.

Tijssen, R.J.W., *Universitaire uitvinders: een venster op onze kenniseconomie*, NOWT Update nr 4 (NOWT's elektronische nieuwsbrief), p. 5, 2004b. (zie www.nowt.nl).

Verspagen, B., *Rapport over de uitkomsten van het Neder-landse gedeelte van de PatVal enquête onder uitvinders van Europese patenten ingediend vanuit Nederland*. Rapport van Eindhoven Centre for Innovation Studies, Technische Univer-siteit Eindhoven, 2004.

VNO-NCW, *Innovatiebevordering MKB*, Den Haag: VNO-NCW, 2004.

VSNU, *Kengetallen Universitair Onderzoek (KUOZ) 2002*; ge-corrigeerde definitieve data van November 2004 (gepubli-ceerd op de website www.vsnu.nl). Den Haag, Vereniging van Universiteiten (VSNU), 2004.

5

Kennisbenutting en

Samenvatting

Centraal in dit hoofdstuk staat de interactie tussen kennisvraag en aanbod, met een accent op de transformatie van wetenschappelijk en technische kennis in economische en maatschappelijke waarde ('valorisatie'). De stap van kennisproductie in de publieke sector naar toepassingen daarvan in de private sector wordt gezien als één van de belangrijkste knelpunten van het Nederlandse kennissysteem.

Publiek-private samenwerking op het gebied van R&D is een belangrijke stuwende kracht en een bindende factor van het Nederlandse kennissysteem, en speelt een positieve rol in de benutting van wetenschappelijke en technische kennis. De netwerken binnen de Bsik-onderzoeksprogramma's en STW-onderzoeksprojecten geven een indruk van R&D-relaties tussen Nederlandse bedrijven en Nederlandse kennisinstellingen met betrekking tot de medische en de levenswetenschappen. Hierin zijn zowel de allergrootste bedrijven als een grote verscheidenheid aan MKB bedrijven goed vertegenwoordigd, evenals alle Nederlandse universiteiten en vele publieke kennisinstellingen, zoals TNO.

Uit analyse van de onderzoekspublicaties blijkt de Nederlandse publieke kennisinfrastructuur een relatief goede aansluiting te hebben met de kennisbehoeften van de Nederlandse industrie in vier wetenschappelijke onderzoeksgebieden: Landbouw- en voedingswetenschappen, Milieuwetenschappen en technologie, Chemie en chemische technologie, en Elektrotechniek en telecommunicatie. Opvallend is dat met name het publieke onderzoek van Nederlandse (bio)medische wetenschappen lijkt te worden onderbenut door het Nederlandse bedrijfsleven.

Op basis van het weinige cijfermateriaal en de gebrekkige indicatoren kunnen slechts enkele algemene contouren worden geschetst van economische valorisatie in Nederland. Die uitkomsten geven een gemengd beeld. Zo lijkt ondermeer het aantal nieuwe kennisintensieve Nederlandse bedrijven (inclusief de universitaire spin-off bedrijven) achter te blijven ten opzichte van andere landen. Nederlandse bedrijven halen slechts een betrekkelijk gering deel van hun omzet uit innovatieve producten; dit is met name in de dienstensector het geval. Aan de andere kant blijkt er veel belangstelling te zijn onder Nederlandse bedrijven voor vouchers om kennis in te kopen van Nederlandse universiteiten en hogescholen.

n kennisgebruikers

Wat de maatschappelijke benutting van wetenschappelijke kennis betreft, besteden Nederlandse onderzoekers ongeveer 13% van hun tijd aan kennisoverdracht naar de maatschappij. Daarvan is een kleine 60% nationaal gericht, 30% internationaal en ruim 10% regionaal, terwijl ongeveer 40% van de kennisoverdrachtstijd wordt besteed aan de overheid, 30% aan het bedrijfsleven en 30% aan het publiek. Dit blijkt uit een recente, kleinschalige enquête. De disciplinaire achtergrond van onderzoekers hangt in belangrijke mate samen met deze aspecten van kennisoverdracht.

De verhouding tussen universiteiten en bedrijfsleven is niet zonder spanningen. De meeste hoogleraren vinden wel dat universitaire opleidingen moeten aansluiten op de arbeidsmarkt, maar men is evenzeer beducht om zich te veel te richten naar de wensen van het bedrijfsleven. Men vreest belangenverstrengeling en een te grote afhankelijkheid van het wetenschappelijk onderzoek van opdrachtgevers. Ook de verhouding met de samenleving kent nuances. Bijna tweederde van de hoogleraren ziet het als een taak de wetenschap te populariseren, maar 34% meent dat wetenschappers zich niet in het publieke debat behoren te mengen.

De belangstelling van Nederlanders voor wetenschappelijke en technische onderwerpen behoort overigens tot de hoogste van de referentielanden: ruim 40% van de Nederlandse ondervraagden is zeer geïnteresseerd in nieuwe wetenschappelijke ontdekkingen, uitvindingen en technologieën. Nederlanders wijken evenwel nauwelijks af van de respondenten in de andere landen waar het gaat om het algemeen belang dat men toekent aan wetenschap en technologie voor het oplossen van maatschappelijke problemen en de rol van wetenschap en technologie in toekomstige ontwikkelingen: zo'n 50% van de respondenten geeft een (zeer) positief oordeel. Nederlanders zijn ook betrekkelijk positief waar het gaat om de economische betekenis van wetenschap en technologie, met name over de rol van wetenschap en technologie binnen de industrie. Nederlanders zijn in vergelijking met de andere landen wel sceptischer inzake de toekomstige voordelen van ruimtevaart-onderzoek en enkele nieuwe technologieën zoals kernenergie en nanotechnologie. Er zijn echter nauwelijks verschillen tussen Nederland en de andere landen wat betreft de algemene kritische houding die men heeft inzake ethische kwesties rondom de maatschappelijke verantwoordelijkheid

van wetenschappelijke onderzoekers, en toepassingen van wetenschap en technologie in het algemeen.

Over het geheel genomen delen de Nederlanders de opinie van de burgers in de andere referentielanden ten aanzien van de steun voor wetenschappelijk onderzoek. Het draagvlak onder de Nederlandse bevolking voor overheidsfinanciering van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek is vergelijkbaar met dat in de andere landen: zo'n driekwart van de Nederlandse respondenten is een voorstander daarvan. Nederlanders zijn echter veel minder positief over het doen van extra investeringen in wetenschappelijk onderzoek; slechts 25% van het Nederlandse respondenten vindt dat onze overheid daar méér geld aan moet uitgeven als dat ten koste gaat van andere overheidsuitgaven.

Publieksmedia vervullen een belangrijke rol vervullen in de overdracht van kennis. Onder Nederlanders van 16 jaar en ouder blijkt 23% regelmatig een of meer populair-wetenschappelijke tijdschriften te lezen. Populair-wetenschappelijke tv-programma's worden regelmatig bekeken door 61% van de Nederlanders.

Slechts een kwart van de Nederlanders vindt dat zij voldoende wordt geïnformeerd over de kennissamenleving, terwijl meer dan de helft denkt onvoldoende te worden geïnformeerd. De meerderheid van de lager opgeleiden denkt onvoldoende scholing en vaardigheden te hebben om mee te kunnen komen in een kenniseconomie. Vooral op het punt van omgaan met wetenschappelijke/technologische werktuigen en apparatuur lijken de vaardigheden van relatief veel Nederlanders tekort te schieten.

5.1 Inleiding

Wetenschappelijk en technisch onderzoek beoogt kennis en vaardigheden te genereren. Behalve bijdragen aan de Nederlandse en internationale wetenschap dient onderzoek ook opbrengsten te leveren voor de Nederlandse samenleving, die zowel door het publiek als door publieke en private opdrachtgevers worden gewaardeerd (zie Figuur 1 in hoofdstuk 1). Naast goed opgeleide Nederlanders zijn dat, onder meer, bijdragen aan de oplossing van maatschappelijke vraagstukken en problemen, advies- en dienstverlening aan bedrijfsleven, overheid en publiek, het tot stand brengen van technologische vernieuwingen en nieuwe kennisintensieve bedrijven. Ethische kwesties, zoals dierproeven en genetische manipulatie, spelen soms een belangrijke rol in beslissingen om onderzoek uit te voeren, of onderzoeksresultaten in de praktijk toe te passen.

Een belangrijk aspect van een kenniseconomie is de behoefte aan kennis en kunde afkomstig van wetenschappelijk onderzoek en technische ontwikkeling. In hoeverre is deze kennisvraag aanwezig in Nederland en in hoeverre wordt daaraan voldaan? Uit onder meer hoofdstuk 2 en 4 blijkt dat Nederlandse universiteiten en overige (semi-)publieke kennisinstellingen actief zijn in het verspreiden en benutten van kennis en expertise naar opdrachtgevers en gebruikers in eigen land of daarbuiten. In hoeverre deze kennisoverdracht tegemoet komt aan de vraag is echter moeilijk te bepalen, ondermeer omdat vraag en aanbod niet goed in kaart zijn gebracht en de vraagarticulatie vaak gebrekkig is.

Evident is wel dat onder vele Europese nationale en regionale overheden een luide roep klinkt om de exploitatie van kennis te intensiveren en het rendement te verbeteren. Deze oproep gaat vaak vergezeld van een verwijzing naar de zogeheten 'European Paradox' waarbij wordt gesteld dat Europa op het vlak van kennisbenutting en kenniscommercialisatie sterk achterloopt bij de Verenigde Staten. Het *Wetenschapsbudget 2004* (OCW, 2003) heeft het omzetten van kennis in economische en maatschappelijke waarde (de zogeheten 'valorisatie' van kennis) verheven tot één van de speerpunten van het onderzoeksbeleid. Deze valorisatie kan op talloze manieren plaatsvinden, onder meer via het in dienst nemen van nieuw personeel. Dit hoofdstuk richt zich echter vooral op kennisvalorisatie via toepassingen van kennis direct afkomstig van (technisch-) wetenschappelijk onderzoek. Het systematisch vaststellen en meten van deze valorisatie-activiteiten wordt zeer wenselijk geacht, maar is nog volop in ontwikkeling, onder andere vanwege de complexiteit van het onderwerp en het gebrek aan voldoende bruikbare informatiebronnen (AWT, 2005a). Zo draagt bijvoorbeeld het verrichten van wetenschappelijk en technisch onderzoek ook bij aan de ontwikkeling van analytische vaardigheden en onderzoekscompeten-

ties die bij volgende werkgevers, zoals universitaire spin-off bedrijven en technostarters, van groot economisch belang kunnen zijn.⁷⁷

De overdracht en benutting van (nieuwe) wetenschappelijk en technische kennis is slechts één facet van de wijze waarop onderwijs, voorlichting, wetenschappelijk onderzoek en technische vooruitgang van invloed zijn op maatschappelijke verhoudingen en ontwikkelingen.⁷⁸ In dit hoofdstuk gaan wij nader in op een vijftal concrete onderdelen die te maken hebben met kenniseconomie en kennissamenleving:

- ⌘ R&D samenwerking en interacties tussen bedrijven en publieke instellingen;
- ⌘ economische benutting van kennis;
- ⌘ maatschappelijke effecten van wetenschap en technologie;
- ⌘ publiekshouding ten opzichte van wetenschap en de kenniseconomie;
- ⌘ wetenschaps- en techniekcommunicatie in Nederland.

Vanwege de complexiteit van deze materie, en het huidige gebrek aan goede vergelijkende informatiebronnen (zowel in Nederland als internationaal), zal het geheel aan kwantitatieve indicatoren die in dit hoofdstuk aan bod komen niet meer dan een fragmentarisch beeld kunnen geven.

77 De grote nadruk die wordt gelegd op de "harde" bèta-wetenschappen (natuurwetenschappen en technische wetenschappen) bij de economische betekenis van onderzoek laat de bijdragen van aanvullende capaciteiten en ervaring in de vorm van 'kennis als vermogen' sterk onderbelicht. Dit geldt ook voor de rol van de alfa- en gamma-wetenschappen voor wat betreft de niet-technische aspecten van (organisatorisch) innovaties, alsmede de meer algemene bijdragen vanuit deze "zachte" wetenschappen aan het creëren van een innovatieve en dynamische samenleving wat een zeer positief effect kan hebben op het vestigingsklimaat voor kenniswerkers en kennisintensieve bedrijven (zie o.a. Florida en Tinagli, 2004).

78 Dit hoofdstuk kan niet alle aspecten behandelen die samenhangen met de effecten van wetenschap en technologie op de samenleving in het algemeen, en de Nederlandse samenleving in het bijzonder. Het aantal aspecten is daarvoor te divers, de samenhang te ingewikkeld, en het vergelijkend cijfermateriaal schiet dikwijls tekort. Niet al het beschikbare materiaal wordt overigens in dit hoofdstuk gepresenteerd. Zo komen relaties van hoogleraren met het bedrijfsleven, en grensoverschrijdende mobiliteit van onderzoekers, in hoofdstuk 3 aan de orde. Het wetenschappelijk en technisch onderzoek voor technologische innovaties staat in hoofdstuk 2.

5.2 Publiek-private samenwerking, netwerken, en kennisinteracties

Voorgaande analyses in dit rapport gaven indicatief cijfermateriaal over de omvang van R&D-relaties tussen Nederlandse bedrijven en Nederlandse kennisinstellingen (zie Figuren 2.29 en 2.31, en Tabel 4.7). Achter deze statistieken gaat een enorme verscheidenheid en dynamiek schuil aan publiek-private kennisinteracties en samenwerkingsrelaties. De aard, intensiteit en omvang van deze interacties en wisselwerking laten zich onmogelijk vatten in enkele kerncijfers en statistieken. Een grafisch overzicht biedt wel een mogelijkheid om de overkoepelende structuur van netwerkrelaties inzichtelijker te maken.⁷⁹ Onze afbeelding van Nederlandse R&D-netwerken beperkt zich hier tot Bsik-onderzoeksprogramma's⁸⁰ en STW-onderzoeksprojecten.⁸¹ Waar de STW-projecten zich vooral bezighouden met toepassingsgericht onderzoek met benuttingsmogelijkheden ('utilisatie') binnen het bedrijfsleven op de kortere termijn, zo zijn de Bsik-programma's vooral bedoeld voor strategisch onderzoek en kennisontwikkeling over een langere periode van vier tot zes jaar. De aard van de relaties tussen bedrijven en kennisinstellingen is doorgaans tijdsgebonden en projectspecifiek, en kan variëren van directe wetenschappelijke samenwerking (zowel STW als Bsik) tot deelname aan gebruikerscommissies (STW).

De grafische overzichten van de netwerkstructuur hebben betrekking op de medische wetenschappen en de levenswetenschappen, de twee gebieden waar, volgens recent onderzoek van het *Centraal Planbureau* (Rensman, 2004), de universiteiten en onderzoeksinstituten relatief veel onderzoek uitvoeren in relatie tot medische- en farmaceutische technologieën, biotechnologie, en levensmiddelentechnologieën. **Figuren 5.1a en 5.1b** tonen de netwerkstructuur van kennisinstellingen en bedrijven die participeren in recente STW-onderzoeksprojecten.⁸² De *WUR* neemt een bijzondere positie in binnen de STW-projecten op het gebied van de levenswetenschappen, als onderzoekspartner en kennisleverancier van een grote diversiteit aan bedrijven waaronder *DSM*, *Plant Research International*, biotechnologie-bedrijven en diverse plantveredelingsbedrijven. Het grote netwerk rondom de *WUR* is deels regionaal gebonden ('Food Valley'), en wordt tegenwoordig beschouwd als een *hot spot* van innovatieve clustervorming op het gebied van biotechnologie, landbouwtechnologieën, milieu- en veiligheidstechnologieën, en levensmiddelentechnologieën (AWT, 2003a). Ook de *UT* en *TUD* zijn actief binnen de levenswetenschappen, maar behoren niet tot de kern van dit netwerk. Binnen de STW-projecten op het gebied van de medische wetenschappen (Figuur 5.1b) neemt de universitaire sector een centrale positie in, met name de *UU*, *EUR*, *UM*, *LEI*, en hun universitaire medische centra waar o.a. nieuwe operatietechnieken en behandelmethoden worden ontwikkeld

en getest. *Philips*, *DSM* en *Medtronic Bakken Research* behoren tot de meest actieve private partners in deze STW-projecten. Deze bedrijven zijn met name bezig met het ontwikkelen van nieuwe geneesmiddelen en medische apparatuur.

Figuur 5.2 bevat het netwerk van Bsik-onderzoeksprogramma's die behoren tot het Bsik-cluster *Gezondheids-, voedings-, gen- en biotechnologische doorbraken* (waaronder genomics).⁸³ Elk van de figuren geeft een afbeelding van de onderlinge relaties van hoofdinstituten die participeren in een gezamenlijk project. Het geheel toont een zeer grote verscheidenheid aan bedrijven, waarin zowel de allergrootste bedrijven als het MKB goed zijn vertegenwoordigd. Bovendien zijn

79 Het begrip 'netwerk' verwijst hier, in breedste zin, naar een onderling samenhangend geheel van afzonderlijke publiek-private onderzoeksprojecten, en niet zozeer naar een enkelvoudig samenwerkingsproject en/of -programma waarin de deelnemers een netwerk van samenwerkingsrelaties vormen.

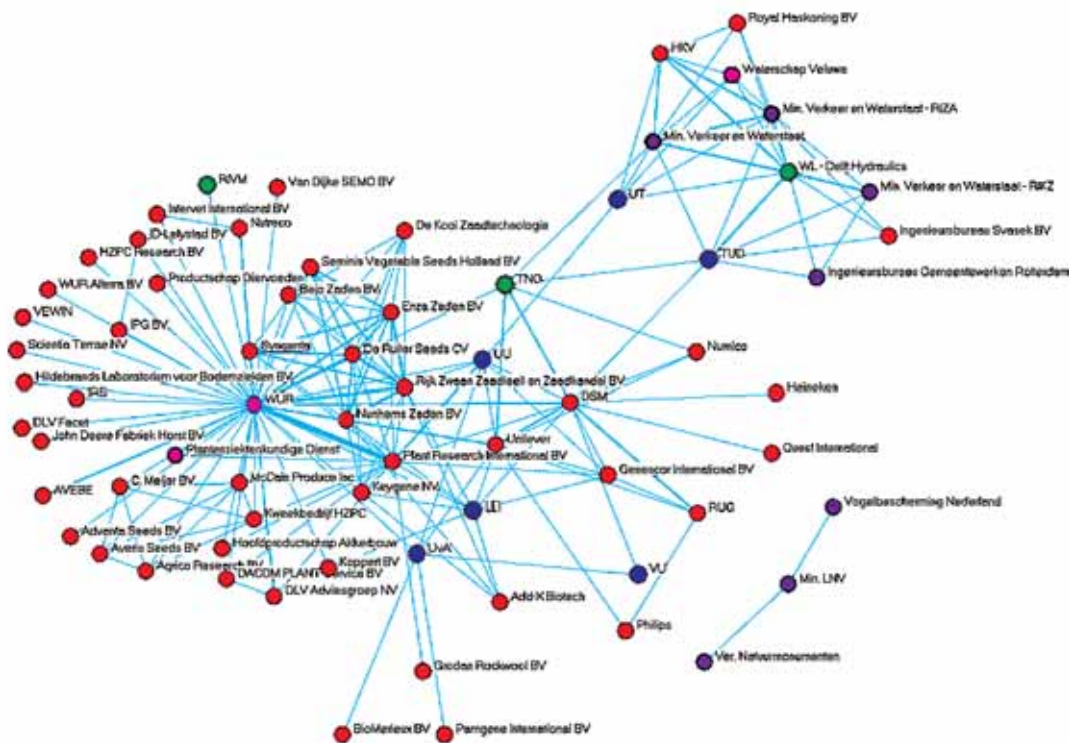
80 De Bsik-regeling, een gezamenlijk initiatief van de ministeries van EZ, OCW, LNV, V&W en VROM en VWS, is gericht op het bevorderen van structurele onderzoekssamenwerking en kennisuitwisseling via samenwerkingsverbanden tussen Nederlandse universiteiten, onderzoeksinstituten en bedrijven. De 37 Bsik-programma's hebben een looptijd van vier tot zes jaar en moeten leiden tot meer bruikbare kennis en researchcapaciteit en zijn verdeeld over vijf toepassingsgerichte, multidisciplinaire kennisdomeinen ('clusters'): 'gezondheids-, voedings-, gen- en biotechnologische doorbraken' (€165 miljoen budget); 'Microsysteem- en nanotechnologie' (€130 miljoen); 'ICT' (€215 miljoen); 'Ruimtegebruik' (€134 miljoen); en 'Duurzame systeeminnovatie' (€86 miljoen).

81 De Technologiestichting STW stimuleert technisch-wetenschappelijk onderzoek aan de Nederlandse universiteiten en bevordert de toepassing van de resultaten van het onderzoek door bedrijven. Het belangrijkste instrument van STW voor de financiering van onderzoeksprojecten is het Open Technologie Programma (OTP), waarbinnen aanvragen met een utilisatieaspect (d.w.z. kans op mogelijke toepassing) worden ingediend. Het OTP is dus niet gebieds- of themagebonden. Aanvragen worden beoordeeld op toepassingsmogelijkheden en wetenschappelijke kwaliteit. Naast het OTP is STW verantwoordelijk voor de uitvoering van diverse themagebonden programma's.

82 De STW-data hebben betrekking op alle onderzoeksprojecten die op 1 augustus 2004 in uitvoering waren. De toekenning van elk van deze projecten aan de medische wetenschappen of levenswetenschappen is verricht door CWTS met behulp van het STW-gebiedsclassificatiesysteem. Deze afbeeldingen tonen uitsluitend de meest frequent voorkomende partnerrelaties (d.w.z. minstens twee relaties met verschillende hoofdinstituten; zie ook de legenda van de figuren).

83 De Bsik-data betreffen alle programma's behorende tot het thema Gezondheids-, voedings-, gen- en biotechnologische doorbraken zoals deze in april 2005 waren geregistreerd bij SenterNovem.

Figuur 5.1a Netwerk van R&D-relaties tussen Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven: Levenswetenschappen
 Relaties tussen hoofdinstituten in STW-gefinancierde onderzoeksprojecten in 2004 *, **, ***



Bron: STW, bewerking: CWTs.

- * Alle hoofdinstituten (zowel publiek als privaat) verbonden aan een STW-project, inclusief de instelling van de penvoerder/projectleider. Elk project is toegekend aan een geaggregeerd wetenschappelijk hoofdveld met gebruikmaking van de STW-gebiedsindeling.
- ** De netwerkkaart toont uitsluitend de hoofdinstituten die twee of meer STW-projectrelaties hadden met dezelfde partner; de vetgedrukte verbindingslijnen verwijzen naar drie of meer relaties.
- *** Kleurcodes: blauw-universiteiten; groen-publieke onderzoeksinstellingen; rood-bedrijven en private instellingen; paars-publieke (niet-universitaire) instellingen

alle Nederlandse universiteiten en vele publieke kennisinstellingen, zoals *TNO* en *RIVM*, aanwezig.

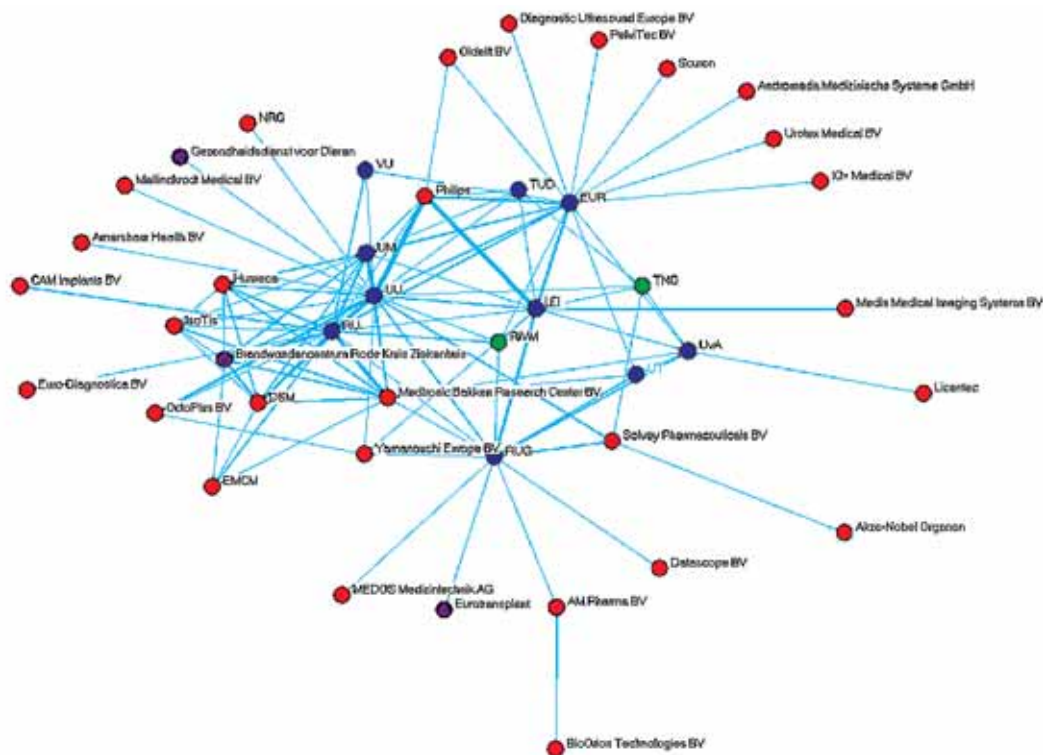
Bsik's R&D-netwerk op het gebied van de medische- en levenswetenschappen kenmerkt zich echter door een duidelijk zichtbaar "universitair hart" dat wordt gevormd door enkele algemene universiteiten (met inbegrip van hun medische centra) en *TNO*, de instellingen die in de meeste Bsik-projecten deelnemen. Rondom deze kenniskern bevinden zich de deelnemers die gegroepeerd zijn naar de diverse programma's die tot dit Bsik-cluster behoren. Opvallend daarbij is de grote diversiteit aan bedrijven en publieke instellingen waaronder enkele van de *KNAW*-onderzoeksinstellingen, en een aantal nieuwe publiek-private consortia (*Netherlands Bioinformatics Centre*; *Cancer Genomics Centre*; *Centre for Biosystems Genomics*). Deze netwerkorganisaties zijn gericht op het aanbieden van een organisatorische structuur en een kritische massa om gezamenlijke activiteiten te kunnen uitvoeren zoals

wetenschappelijk onderzoek, actieve bevordering van kennisuitwisseling, het ontwikkelen en aanbieden van een hoogwaardig en aantrekkelijk dienstenpakket en/of het genereren van nieuwe bedrijfsactiviteiten.

De bovenstaande netwerkdiagrammen, alsmede bestaande empirische studies en informatiebronnen, bieden weinig aanknopingspunten voor een systematisch en vergelijkend overzicht van publiek-private R&D en kennisinteracties in Nederland in relevante onderzoeksgebieden en technologiegebieden. De structuur van netwerkrelaties is vanzelfsprekend niet indicatief voor de omvang, intensiteit, effectiviteit, doelmatigheid, stabiliteit, relevantie, en (beoogde) doelen en effecten van de afzonderlijke relaties. Daarvoor is aanvullend (kwalitatief) onderzoek nodig.

De aard en intensiteit van succesvol verlopen publiek-private samenwerking op het gebied van fundamenteel onderzoek

Figuur 5.1b Netwerk van R&D-relaties tussen Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven: Medische wetenschappen
Relaties tussen hoofdinstituten in STW-gefinancierde onderzoeksprojecten in 2004 *, **, ***



Bron: STW, Bewerking: CWTS.

- * Alle hoofdinstituten (zowel publiek als privaat) verbonden aan een STW-project, inclusief de instelling van de penvoerder/projectleider. Elk project is toegekend aan een geaggregeerd wetenschappelijk hoofdveld met gebruikmaking van de STW-gebiedsindeling.
- ** De netwerkaart toont uitsluitend de hoofdinstituten die twee of meer STW-projectrelaties hadden met dezelfde partner; de vetgedrukte verbindingslijnen verwijzen naar drie of meer relaties.
- *** Kleurcodes: blauw-universiteiten; groen-publieke onderzoeksinstituten; rood-bedrijven en private instellingen; paars-publieke (niet-universitaire) instellingen

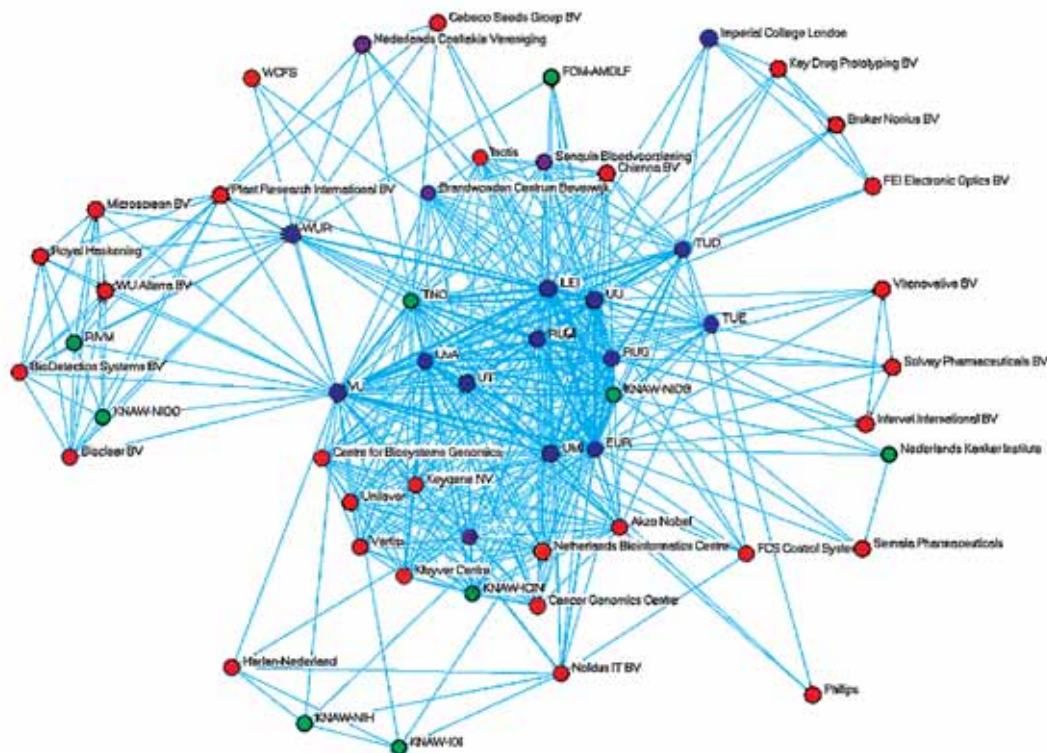
kan echter wel deels worden afgemeten aan de gezamenlijke wetenschappelijke artikelen die door de onderzoekers worden gepubliceerd in internationale (technisch-)wetenschappelijke tijdschriften.⁸⁴ Eerder NOWT-onderzoek heeft namelijk aangetoond dat ons bedrijfsleven zo'n 5% van de Nederlandse onderzoekspublicaties produceert, waarvan 70% publiek-private co-publicaties betreft (NOWT, 2003; Figuur 4.1). Bovendien is gebleken dat onderzoekspublicaties afkomstig van Nederlandse publieke kennisinstellingen iets meer dan het mondiale gemiddelde worden geciteerd door onderzoekspublicaties van bedrijven wereldwijd (NOWT, 2003; Figuur 6.2).

De uiteindelijke economische baten van kennisstromen worden deels bepaald door de mate waarin het Nederlandse bedrijfsleven profiteert van Nederlands fundamenteel onderzoek. Nederland is slechts een kleine speler in het mondiale onderzoekslandschap; er zal dus veel *spillover* plaatsvinden van Nederlandse onderzoeksresultaten naar buitenlandse ge-

bruikers (CPB, 2004). Uit eerder onderzoek is reeds gebleken dat Nederlands onderzoek op het gebied van de *Landbouw- en voedingswetenschappen* naar verhouding de meeste aandacht trok bij buitenlandse industriële onderzoekers, gevolgd door *Milieuwetenschappen en technologie* (NOWT, 2003; Tabel 6.1). Hoe verhoudt de internationale verspreiding van Nederlandse onderzoekskennis zich tot de nationale kennis-

⁸⁴ Deze publiek-private co-publicaties vertegenwoordigen namelijk een breed scala aan samenwerkingsvormen. Bovendien is er een diversiteit aan onderliggende redenen voor bedrijfsonderzoekers om hun naam (niet) te verbinden aan een dergelijke onderzoekspublicatie. Duidelijk is wel dat deze publicaties slechts een klein deel omvatten van al het (fundamentele) onderzoek dat is uitgevoerd in samenwerking tussen bedrijven en publieke instellingen. Het is niet bekend in hoeverre deze beperkte weergave tot vertekeningen leidt, en in welke mate dit landspecifiek en/of sectorspecifiek zou kunnen zijn.

Figuur 5.2 Bsik-netwerk van R&D-relaties tussen Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven: Medische en levenswetenschappen



Relaties tussen hoofdinstituten in het kader van Bsik-gefinancierde R&D-projecten behorende tot het Bsik cluster “Gezondheid, voeding, gen en biotechnologische doorbraken” (toegekend in 2004 of 2005)*, **, ***

Bron: SenterNovem (april 2005), Bewerking: CWTS.

* Alle hoofdinstituten (zowel publiek, privaat als mede hybride organisatievormen) die participeren in een project.

** De netwerkrelaties verwijzen naar de hoofdinstituten die aan hetzelfde project deelnemen. De vetgedrukte verbindingslijnen verwijzen naar twee of meer gezamenlijke projecten.

*** Kleurcodes: blauw-universiteiten; groen-publieke onderzoeksinstituten; rood-bedrijven en private instellingen; paars-publieke (niet-universitaire) instellingen; oranje-consortia (publiek, of publiek/privaat)

overdracht? En in welke Nederlandse onderzoeksgebieden is er relatief veel interactie met het kennisintensieve bedrijfsleven? Gezien de sterke Nederlandse landbouw- en voedingssector, en de R&D-netwerken tussen kennisinstellingen en bedrijven (zie Figuren 5.1 en 5.2), is het aannemelijk dat juist deze gebieden ook goed scoren voor wat betreft de benutting van onderzoek van eigen bodem. Vergelijkende cijfers ontbreken echter wat betreft de cont(r)acten met buitenlandse bedrijven. De internationale onderzoeksliteratuur biedt wel enig bruikbare informatie hierover op het niveau van onderzoeksgebieden. **Tabel 5.3** geeft een ordening van industrieel-relevante onderzoeksgebieden naar: (a) de mate waarin Nederlandse publieke kennisinstellingen co-publiceren met Nederlandse bedrijven; (b) de mate waarin Nederlandse onderzoekspublicaties worden geciteerd door onderzoekspublicaties (mede) afkomstig van Nederlandse bedrijven.⁸⁵

De onderzoekspublicaties van Nederlandse kennisinstellingen in de publieke sector ontvingen in de periode 2000-2003 11.520 citaties uit onderzoekspublicaties (mede) gepubliceerd door bedrijven. In slechts 6% van de gevallen betrof het een citerende publicatie waar een Nederlands bedrijf werd vermeld in het auteursadres. De spillovers van Nederlandse kennis zijn

85 Het aantal verwijzingen ('citaties') naar onderzoeksartikelen in latere onderzoeksartikelen geeft indirect een indruk van de verspreiding en benutting van het Nederlandse wetenschappelijk onderzoek. Het betreft de citerende onderzoekspublicaties waarbij minstens één in Nederland gevestigd bedrijf wordt genoemd in het auteursadres. Hierbij moet de kanttekening worden geplaatst dat het aantal publicaties door bedrijven (wereldwijd) laag ligt. Het zijn vooral de grote kennisintensieve bedrijven, die veel samenwerkingsrelaties onderhouden met publieke kennisinstellingen, die publiceren en citeren.

Tabel 5.3 De benutting van Nederlands wetenschappelijk onderzoek door het kennisintensieve Nederlandse bedrijfsleven

Aandeel van de Nederlandse bedrijven in onderzoekspublicaties van het wereldwijde bedrijfsleven die citeren naar onderzoekspublicaties van Nederlandse (semi-)publieke kennisinstellingen*; aandeel van de Nederlandse bedrijven in Nederlandse publiek-private onderzoekspublicaties**

NOWT/HOOP-gebied en onderzoeksgebieden***	Citaties vanuit bedrijfspublicaties*		% NL bedrijven in co-publicaties**
	% naar gebied	% citaties NL bedrijven	
Gezondheid			
Klinisch-medische wetenschappen	29,2	3,6	45,3
Fundamentele en exp. medische wet.	19,2	4,5	53,0
Gezondheidswetenschappen	1,4	5,1	74,0
Overige medisch-technische wet.	1,1	7,8	70,1
Natuur			
Fundamentele levenswetenschappen	16,6	6,6	66,5
Chemie en chemische technologie	8,9	12,0	81,9
Fysica en materiaalkunde	4,9	5,3	68,5
Biologische wetenschappen	2,6	6,6	69,0
Milieuwetenschappen en technologie	1,7	7,6	78,0
Aardwetenschappen en technologie	1,3	2,1	57,9
Informatica	1,2	4,9	71,6
Landbouw			
Landbouw- en voedingswetenschappen	2,3	14,7	74,4
Techniek			
Elektrotechniek en telecommunicatie	1,1	11,1	76,5
Aandeel over alle onderzoeksgebieden	100%	5,9%	65,0%
Totaal aantallen	11.520 citaties	679 citaties	5.425 co-publicaties

Bron: CWTS/Thomson Scientific, Bewerking: CWTS.

* Citerende publicaties uit 2003 met citaties naar publicaties in 2000-2003.

** Publicaties uit 2003.

*** Selectie van de industrieel-relevante onderzoeksgebieden waar de onderzoekspublicaties uit 2000-2003 van de Nederlandse publieke kennisinstellingen meer dan 100 citaties ontvingen vanuit de citerende onderzoekspublicaties verricht door het mondiale bedrijfsleven in 2003.

dus zeer internationaal; dat is begrijpelijk omdat ons onderzoeksbestel slechts 2-3% van het mondiale onderzoekssysteem vertegenwoordigt, en slechts een betrekkelijk gering aantal (grote) Nederlandse bedrijven fundamenteel of strategisch (technisch-)wetenschappelijk onderzoek zelf uitvoert, waardoor het vermogen van het Nederlandse bedrijfsleven om onderzoekskennis van eigen bodem te absorberen en benutten tamelijk beperkt is. De Nederlandse publieke onderzoeksinstituten zoals *TNO* vervullen daarin een belangrijke intermediaire taak, zoals ook uit de voorgaande netwerkdiagrammen naar voren komt.

De medische wetenschappen zijn goed voor ruim 50% van alle Nederlandse onderzoekspublicaties die worden geciteerd vanuit het kennisintensieve bedrijfsleven. Het gros van die citerende publicaties is afkomstig van de grote farmaceutische bedrijven, met name de buitenlandse bedrijven. De Neder-

landse bedrijven zijn goed voor slechts 4 tot 5% van die citatiestroom. Dat is iets minder dan het gemiddelde aandeel dat Nederlandse bedrijven hebben (5,9%) in de totale citatiestroom vanuit het mondiale bedrijfsleven over het geheel van alle onderzoeksgebieden. Deze opvallend grote discrepantie tussen het aantal citaties naar Nederlands onderzoek, en het betrekkelijk geringe aandeel van de Nederlandse bedrijven hierin, duidt op (zeer) grote internationale spillovers van Nederlandse onderzoekskennis naar het buitenlandse bedrijfsleven.

Hoewel de citatie-aantallen over het geheel genomen veel lager zijn dan in de medische wetenschappen, kennen de landbouw en milieuwetenschappen een veel sterkere benutting van het onderzoek van Nederlands publieke kennisinstellingen door het lokale bedrijfsleven; in de *Landbouw- en voedingswe-*

tenschappen is bijna 15% van de citaties afkomstig van onderzoekspublicaties waarbij één of meer Nederlandse bedrijven worden vermeld in het auteursadres. Ook de *Milieu-wetenschappen en technologie* scoren met 7,6% beduidend hoger dan het gemiddelde van 5,9% over alle onderzoeksgebieden. De andere twee onderzoeksgebieden waar onderzoek van Nederlandse kennisinstellingen betrekkelijk veel worden geciteerd door Nederlandse bedrijven zijn *Chemie en chemische technologie* (12%), en *Elektrotechniek en telecommunicatie* (11%). Het zijn vooral deze vier onderzoeksintensieve kennisgebieden waar de Nederlandse publieke kennisinfrastructuur een relatief goede aansluiting lijkt te vinden met de kennisbehoeften binnen het Nederlandse bedrijfsleven. In deze kennisgebieden heeft de Nederlandse kenniseconomie een aantal duidelijke zwaartepunten wat betreft de benutting van de lokale wetenschap. Met name het onderzoek van Nederlandse medische wetenschappen lijkt echter onderbenut te worden door het Nederlandse bedrijfsleven: dit geldt dan overigens vooral voor “kennis als produkt”; de opgebouwde vaardigheden en capaciteiten van de betreffende kenniswerkers en onderzoekers (“kennis als vermogen”) is veel minder mobiel en komt daardoor gemakkelijker ten goede aan de lokale economische ontwikkeling – als er Nederlandse bedrijven in staat zijn om deze kennis te benutten, of nieuw ondernemerschap en bedrijvigheid kan worden gecreëerd in de vorm van bijvoorbeeld octrooien, licenties, en spin-off bedrijven. Met de komst van een vijfde TTI, het *Top Instituut Farma*, dat specifiek gericht is op het verbeteren van R&D-interacties tussen de Nederlandse farmaceutische industrie en Nederlandse kennisinstellingen, zal naar verwachting de industriële onderbenutting van Nederlandse wetenschap verder worden gereduceerd.⁸⁶

5.3 Economische benutting van kennis

Op basis van de spaarzaam voorhanden zijnde gegevens en indicatoren kunnen enkele contouren worden geschetst van de economische valorisatie van wetenschappelijke en technische kennis in Nederland. Het aantal nieuw opgerichte R&D-uitvoerende bedrijven (de ‘technostarters’) vormt een eerste interessante indicator. Uit eerdere NOWT-analyses is reeds gebleken dat Nederland in dit opzicht maar gemiddeld scoort binnen Europa (NOWT, 2003; Tabel 5.36). Volgens meer recente gegevens blijft het totale aantal Nederlandse technostarters (inclusief de universitaire spin-off bedrijven) juist achter ten opzichte van onder andere Duitsland, de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk (EZ, 2004). Veel van de Nederlandse nieuwe bedrijven zijn echter actief in de dienstensector en zijn veeleer toepassers van kennis. Deze kennistoepassers vormen een brede middencategorie binnen het MKB die innoveren door middel van de benutting en toepassing van bestaande kennis, en niet via eigen R&D en kennisontwikkeling.

Deze groep bedrijven blijft vaak onderbelicht in het Nederlandse innovatiesysteem, maar vervult een belangrijke rol in de economische benutting van kennis (AWT, 2005b).

Om aan de kennisbehoefte van het gehele Nederlandse bedrijfsleven te voldoen worden met ingang van dit jaar kennisvouchers verstrekt door het Ministerie van EZ. Deze tegoedbonnen stellen bedrijven, met name het MKB, in staat om voor een maximaal bedrag van 7500 euro aan kennis in te kopen die aanwezig is binnen Nederlandse universiteiten en hogescholen. Dit initiatief van het *Innovatieplatform* blijkt een groot succes: in de eerste twee ronden zijn reeds 500 vouchers vergeven, en EZ heeft toegezegd dit aantal spoedig te willen verhogen (Financieel Dagblad, 2005).

De mate waarin kennisinstellingen contractonderzoek uitvoeren voor externe opdrachtgevers (maatschappelijke organisaties, overheden of bedrijven) biedt eveneens enig houvast om valorisatie-prestaties nader in kaart te brengen. Zo wordt TNO voor circa 65% gefinancierd door externe bronnen (zie Tabel 2.21), terwijl de 3^{de} geldstroom van universiteiten gemiddeld 25% van de totale financiering vertegenwoordigt (zie Tabel 2.7). Deze 3^{de} geldstroom bevat echter ook onderzoek dat kennis oplevert die niet direct in economisch of maatschappelijk nut kan worden omgezet, zoals fundamenteel medisch onderzoek voor één van de Nederlandse collectebusfondsen, Bsik-gefinancierd onderzoek, of fundamenteel economisch onderzoek in samenwerking met andere Europese onderzoeksgroepen als onderdeel van de Europese Kaderprogramma's. Deze economische ‘werfkracht’-cijfers van universiteiten zijn uiteraard ook sterk afhankelijk van de kennisportfolio van afzonderlijke kennisinstellingen en de marktomstandigheden waarin men moet opereren; een universiteit met een sterk accent op onderwijs in de alfa- en gammawetenschappen laat zich uiteraard moeilijk vergelijken met een technische universiteit die veel R&D verricht in industrieel-relevante onderzoeksgebieden.⁸⁷

⁸⁶ De Rijksoverheid heeft een toezegging gedaan van € 130 miljoen voor de oprichting van dat in januari 2006 van start gaat. Binnen deze TTI zullen acht Nederlandse universiteiten en negen Nederlandse (bio)farmaceutische bedrijven - waaronder Akzo Nobel-Organon, Solvay, Numico, Crucell en OctoPlus - samenwerking op het gebied van R&D. De helft van de financiering is afkomstig van de Rijksoverheid, 25% van de universiteiten, en 25% van het bedrijfsleven.

⁸⁷ De universitaire sector is, vanwege de grote verschillen in maatschappelijke missies en financieringsstructuren, niet goed vergelijkbaar met de KNAW- of NWO-onderzoeksinstituten, of met een marktgerichte TNO of de GTIs. Financiële stromen naar universiteiten en kennisinstellingen zijn bovendien slechts een partiële indicator van valorisatie-activiteiten omdat inkomsten vanuit het bedrijfsleven ook betrekking kunnen hebben op R&D-samenwerking en netwerkvorming.

Het aanvragen van octrooien door kennisinstellingen, of het verkopen van licenties aan bedrijven, bieden eveneens een kijk op de economische valorisatie van wetenschappelijke en technisch onderzoek. De aantallen octrooien zijn echter betrekkelijk gering en vertonen tevens een dalende tendens in recente jaren (zie Figuur 4.21). Er is geen betrouwbare vergelijkende informatie beschikbaar over licenties. Verder is al eerder aangegeven (paragraaf 4.5) dat er meer wetenschappelijke kennis naar het bedrijfsleven stroomt dan de officiële octrooistatistiek laten zien.

Uiteindelijk zal een deel van de nieuwe wetenschappelijke en technische kennis zijn weg vinden naar nieuwe of verbeterde producten en processen die door bedrijven in de markt worden gezet. Deze nieuwe kennis is overigens ook vaak het gevolg van bijvoorbeeld nieuwe marketing en reclame-technieken, of andere organisatorische verbeteringen (zie ook Kader 2 in hoofdstuk 2). Uit de Eurostat-statistiek afkomstig van de CIS3-enquête blijkt dat Nederlandse bedrijven in de Europese middenmoot verkeren wat betreft het aandeel van innovatieve producten in de bedrijfsomzet, dat circa 20% bedraagt in het geval van de industrie (zie ook figuur 8.5 in Van Steen e.a., 2004). Nederland behoort echter tot de Europese achterhoede in het geval van de dienstverlening, waar slechts 9% van de omzet wordt verdiend met innovatieve producten.

5.4 Maatschappelijke effecten van wetenschap

Uit een eerdere *CWTS/Science Alliance*-enquête was reeds gebleken dat, volgens de mening van Nederlandse onderzoekers, de maatschappelijke effecten van wetenschap voor een belangrijk deel slechts indirect zichtbaar zijn; tweederde van de responderende onderzoekers vond ook dat de direct zichtbaarheid van wetenschap in de maatschappij dient te worden verbeterd (NOWT, 2003). Mede met het oog hierop werd in 2004 een vervolg enquête-onderzoek gehouden onder 300 onderzoeksdirecteuren van universiteiten en hoogleraren (Nederhof et al., 2004). Doel daarvan was het toetsen en uitwerken van een model van kennisoverdracht vanuit de wetenschap naar contractpartijen: bedrijfsleven, overheid, en openbare partijen (het publiek). Enerzijds werd getracht de overdracht in beeld te brengen via het meten van relevante productie (zoals publicaties, optredens in massamedia en directe interacties met de doelgroep). Anderzijds werd gepoogd de invloed van de kennisoverdracht vast te stellen middels onder andere bereikmeting, verwijzingen naar het (kennisoverdracht)werk van de onderzoekers, en waardering van doelgroepen.

Over het geheel genomen bleek dat de respondenten⁸⁸ tijdens de afgelopen drie jaar 13% van hun tijd besteden aan 'kennisoverdracht naar de maatschappij (inclusief contractonderwijs, adviesfunctie etc.)' en 78% aan 'onderzoek en onderwijs'. De overige tijd werd waarschijnlijk besteed aan beheer,

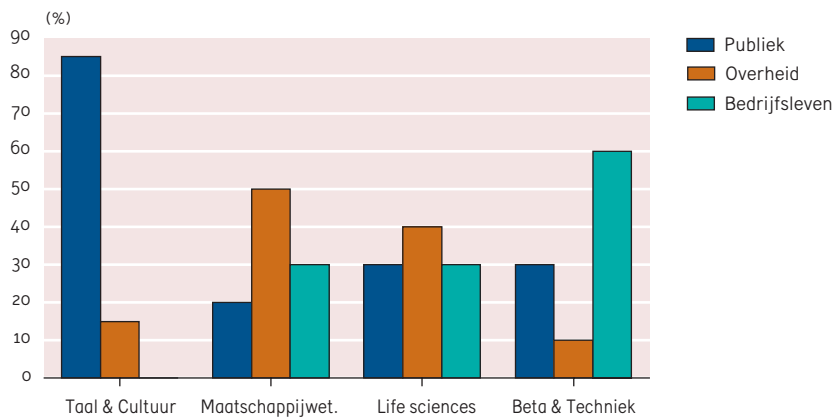
de traditionele derde taak van universitaire onderzoekers. Bij de overgrote meerderheid van de desbetreffende onderzoeksgroepen heeft de overheid eerste of tweede prioriteit bij kennisoverdracht naar de maatschappij, terwijl ongeveer de helft zich richt op het bedrijfsleven. Over de afgelopen 3 jaar bleek dat het grootste deel van de kennisoverdrachtinspanningen van onderzoeksgroepen (56%) nationaal was gericht, 30% internationaal en 13% regionaal (2% gaf geen antwoord).

Respondenten gaven ook informatie over het belang dat men hecht aan een aantal kwantitatieve indicatoren van niet-wetenschappelijke output voor de maatschappelijke waarde van hun onderzoeksgroep. Wat betreft indicatoren van maatschappelijke communicatie, scoorden publicaties in vak tijdschriften, gericht op de praktijk het hoogst (score 7,7 op een schaal van 1 tot 10), terwijl publicaties gericht op het brede publiek, in kranten, in/van populair-wetenschappelijke boeken naast interviews in kranten en tijdschriften en optredens op televisie een score van 7 kregen. Optredens op de radio en publicaties op het internet behaalden een 6,5. Bij regionaal gerichte onderzoekers kregen publicaties in populair-wetenschappelijke boeken overigens slechts een 6. Alleen het aanvragen van octrooien kreeg een lagere score (4,5).

Nagegaan werd in hoeverre de disciplinaire achtergrond van onderzoekers van invloed is op kennisoverdracht, iets waarover recent de KNAW (2005) een advies heeft uitgebracht. Onderzoeksgroepen in de alfawetenschappen (HOOP-gebied *Taal & Cultuur*) gaven een significant lagere prioriteit aan internationale kennisoverdracht dan de overige respondenten. Bij een beoordeling op kennisoverdracht zou volgens ongeveer eenderde van de respondenten bij hun onderzoeksgroep het publiek de hoogste prioriteit krijgen, terwijl bedrijfsleven en overheid even vaak worden genoemd (beide 32%). Hoe besteedt men zijn tijd aan kennisoverdracht verdeeld naar doelgroep? Onderzoeksgroepen actief in *Taal & Cultuur* besteedden gemiddeld 38% van hun tijd aan de overheid (inclusief semi-overheid en non-gouvernementele organisaties), 31% aan de doelgroep bedrijfsleven (inclusief brancheorganisaties) en 29% aan de doelgroep publiek. Degenen met de overheid als primaire doelgroep besteedden significant meer tijd (58%) aan kennisoverdracht naar hun doelgroep vergeleken met anderen (ongeveer 30%). Dit geldt ook voor degenen met doelgroep bedrijfsleven (52% vs. ongeveer 20%) en voor hen met doelgroep publiek (44% versus ongeveer 20%). Zoals **Figuur 5.4** laat zien is de prioriteit voor het bedrijfsleven significant lager, en de prioriteit voor het publiek significant hoger, bij *Taal & Cultuur* in vergelijking met onderzoeksgroepen die tot de andere brede onderzoeksgebieden behoren: *Maatschappijwetenschappen* (HOOP gebieden *Gedrag & Maat-*

⁸⁸ Door de betrekkelijk geringe respons (15%) hebben de resultaten een indicatieve waarde (Nederhof e.a., 2004).

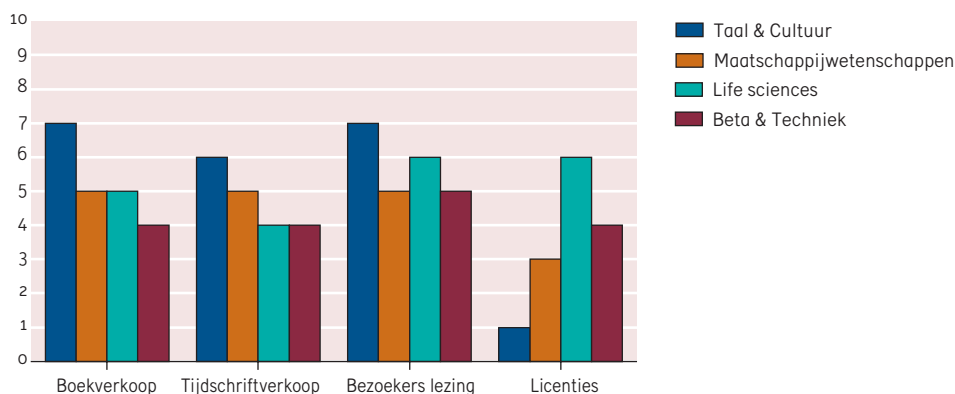
Figuur 5.4 De doelgroepen van kennisoverdracht van Nederlandse onderzoekers (% respondenten)*



Bron: CWTS en Science Alliance. Bewerking: CWTS.

* Nederlandse onderzoekers gecategoriseerd naar HOOP-gebied; de doelgroepen naar institutionele sector.

Figuur 5.5 Belang van bereikcijfers als indicator van kennisoverdracht per onderzoeksgebied*



Bron: CWTS en Science Alliance. Bewerking: CWTS.

* Nederlandse onderzoekers gecategoriseerd naar HOOP-gebied. Scores met betrekking tot het belang op een schaal van 1 ('Niet belangrijk') tot 10 ('Zeer belangrijk').

schappij, en *Economie*), *Life Sciences* (HOOP gebied *Gezondheid*) en *Bèta & Techniek* (HOOP gebieden *Natuur*, *Techniek* en *Landbouw*).

Andere indicatoren beogen de interactie met het publiek te meten. De hoogste gemiddelde score is hier weggelegd voor 'Geven van lezingen' en 'Participatie aan fora en discussiebijeenkomsten'. Relatief weinig belangrijk vindt men het 'Verzorgen van exposities', het 'Geven van rondleidingen aan het brede publiek' en 'Plaatsnemen in de redactie van een krant/publiekstijdschrift'. Van tamelijk groot belang zijn vier indicatoren die zich richten op interactie met de overheid en semi-overheid, namelijk 'Contractonderzoek', 'Advieswerkzaamheden', 'Bestuursfuncties' en 'Cursussen/trainingen'. Dezelfde indicatoren hebben een vergelijkbaar belang wanneer het om interactie met het bedrijfsleven gaat. Zoals mag worden verwacht is de indi-

cator 'Contractonderzoek' doelgroepgevoelig; onderzoeksgroepen gericht op het bedrijfsleven geven hiervoor een significant hogere score dan onderzoeksgroepen gericht op overheid of publiek. Voor het vaststellen van de maatschappelijke waarde van onderzoeksgroepen worden citaties in boeken (ook bronvermeldingen) het meest op prijs gesteld, gevolgd door citaties in kranten (ook recensies) en citaties in overheidspublicaties. Aan citaties in bedrijfspublicaties en verwijzingen naar publicaties in octrooien wordt minder belang gehecht. Deze laatste score blijkt onderzoeksgebiedgevoelig; *Taal & Cultuur*-onderzoeksgroepen scoren hierop significant lager dan onderzoeksgroepen van *Bèta en Techniek* en *Life sciences*. Daarentegen stelden *Taal & Cultuur*-onderzoeksgroepen significant meer belang in citaties in boeken (ook bronvermeldingen) dan *Life sciences*-groepen.

Over het algemeen wordt het meeste belang wordt gehecht aan de tevredenheid van opdrachtgevers over onderzoek en advies. Waardering/evaluaties van lezingen krijgt maar weinig minder. Daarentegen hecht men in doorsnee weinig belang aan waarderingscijfers van radio- en tv-programma's en waardering voor het bezoek aan musea, tentoonstellingen en exposities.

Het maatschappelijk bereik van onderzoeksgroepen laat zich deels vangen met indicatoren zoals kijkcijfers van wetenschapsprogramma's, verkoopcijfers van boeken, tijdschriften en niet-wetenschappelijke vakbladen, oplage van kranten, en bezoekersaantallen van musea, tentoonstellingen en exposities. Er wordt door de respondenten echter betrekkelijk weinig belang gehecht aan deze indicatoren; alleen bezoekersaantallen bij lezingen kreeg een magere zes (**Figuur 5.5**). Overigens was de oplage van kranten significant belangrijker voor degenen met het publiek als doelgroep dan voor respondenten met het bedrijfsleven als doelgroep. Hekensluis is het aantal afgenomen licenties van patenten. *Taal & Cultuur*-onderzoeksgroepen wegen dit significant lager dan in zowel *Bèta en Techniek* als *Life sciences*.

Wat betreft indicatoren voor de impact van onderzoeksgroepen op de overheid, scoort 'Aantoonbare invloed op het ontstaan van nieuwe beleidsvoering' het hoogst, gevolgd door 'Aantoonbare betrokkenheid bij ontstaan van nieuwe regelgeving' en 'Bijdrage ontwikkeling van nieuwe processen'. Opvallend is dat 'Nieuwe processen' significant belangrijker worden gevonden door degenen met een internationale oriëntatie. Een magere zes behaalt de bijdrage aan de ontwikkeling van zowel 'Nieuwe producten' als 'Nieuwe diensten'.

Bij indicatoren voor impact op het bedrijfsleven worden bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe producten, nieuwe technologieën en nieuwe processen het belangrijkste gevonden, gevolgd door 'Aantoonbare invloed op het ontstaan van nieuwe ondernemingen' en 'Bijdrage ontwikkeling nieuwe diensten'. Voor *Taal & Cultuur*-onderzoeksgroepen zijn deze punten significant minder belangrijk dan voor respondenten uit het gebied *Bèta en Techniek*.

De resultaten laten zien dat onderzoeksgroepen bij de beoordeling van kennisoverdracht verschillen in het belang dat zij hechten aan indicatoren al naar gelang hun doelgroep, geografische oriëntatie en disciplinaire achtergrond.

In de *Vrij Nederland*/KNAW-enquête (Albrecht et al., 2004) kwam de relatie tussen de universitaire wetenschap en het bedrijfsleven herhaaldelijk aan de orde (zie ook Hoofdstuk 3). Enerzijds vond 70% van de responderende hoogleraren dat "De universitaire opleidingen moeten aansluiten op de arbeidsmarkt". Anderzijds was 72% het oneens met de stelling "De universiteit moet goed aansluiten bij de wensen van het

bedrijfsleven". Slechts 35% vond het goed voor de universiteit dat hoogleraren steeds vaker commerciële activiteiten ontplooiën naast hun werk. Een reden daarvoor ligt wellicht in angst voor belangenverstremming. Een meerderheid (59%) was het eens met de stelling "Wetenschappelijk onderzoek op commerciële basis is minder objectief, vanwege belangenverstremming", terwijl 27% het daarmee oneens was. 62% vond dat de groei van de derde geldstroom het wetenschappelijk onderzoek te zeer afhankelijk maakt van opdrachtgevers. Overigens verwachtte een ruime meerderheid, 68%, dat in de komende tien jaar 'de invloed van het bedrijfsleven op het universitaire onderzoeksprogramma' groter zal worden, slechts 4% meende dat deze kleiner wordt, terwijl 25% geen verandering zag.

Bijna tweederde van de hoogleraren ziet het als een taak om de wetenschap te populariseren. Toch vindt ruim 40% niet dat hoogleraren vaker opiniestukken moeten schrijven dan wel vaker in de media moeten optreden. Opmerkelijk is dat 34% vindt dat het niet tot de taak van wetenschappers behoort om zich te mengen in het publieke debat.

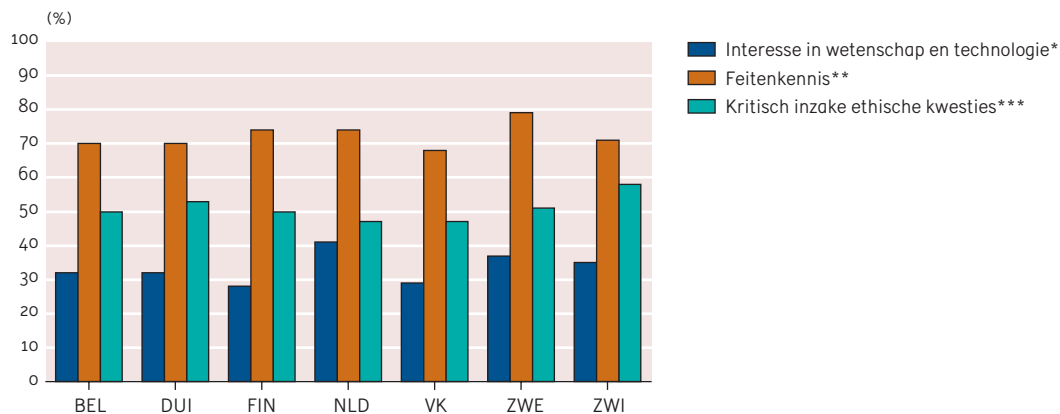
5.5 Publiekshouding ten opzichte van wetenschap en technologie

De Europese Commissie laat, via de zogeheten *Eurobarometer*, geregeld de meningen en kennis van de burgers in de EU-lidstaten peilen met betrekking tot wetenschap en techniek. Uit de onlangs verschenen uitgave van het Eurobarometer-rapport "*Europeans, Science and Technology*" (EC, 2005a), blijkt dat de belangstelling van Nederlanders voor deze onderwerpen tot de hoogste behoort van de referentielanden: ruim 40% van de ondervraagden is zeer geïnteresseerd in nieuwe wetenschappelijke ontdekkingen, uitvindingen en technologieën (zie **Figuur 5.6**).

Wat feitenkennis betreft scoort Nederland overigens gemiddeld ten opzichte van die groep landen: 74% van de kennisvragen in de wetenschapsquiz werd correct beantwoord door de Nederlandse respondenten.⁸⁹ Nederlanders wijken ook nauwelijks af van de respondenten in de andere landen waar het gaat om het algemeen belang dat men toekent aan wetenschap en technologie voor het oplossen van maatschappelijke problemen en de rol in toekomstige ontwikkelingen: zo'n 50% van de respondenten geeft een (zeer) positief oordeel. Nederlanders zijn in vergelijking met de andere landen wel opvallend sceptisch inzake de toekomstige voordelen van wetenschap: slechts 39% onderschrijft de stelling "De voordelen van wetenschap zijn groter dan mogelijke negatieve effecten". Er zijn echter nauwelijks verschillen tussen Nederland

⁸⁹ Het Eurobarometer rapport is verkrijgbaar via de website europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf.

Figuur 5.6 Algemene interesse en publiekshouding met betrekking tot wetenschappelijke en technologische onderwerpen en ontwikkelingen (% van respondenten)



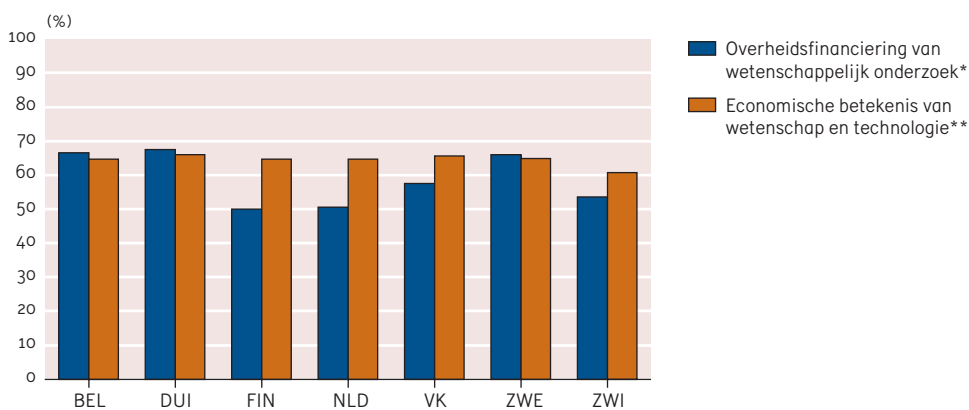
Bron: Eurobarometer 2005. Bewerking: CWTS.

* Enquête-vragen 1-5, 1-6, en 6-1; gemiddeld percentage respondentent dat 'zeer geïnteresseerd' was in "New inventions and technologies" en "New scientific discoveries", en "Read articles on science in newspapers, magazines, or on the Internet"

** Enquête-stellingen 12a-1 tot 12a-4, 12b-6, 13a-6, 13b-2 tot 13b5, 15a-5; gemiddeld percentage respondentent met een positieve reactie ten aanzien van het belang van wetenschap en technologie (i.c. 'volledig mee eens' of 'deels mee eens', bij de positief geformuleerde stellingen).

*** Enquête-stellingen 12a-5, 12b-1, 13b-6, 15a-1 tot 15a-4, 15a6, 15b-6, 17-10; gemiddeld percentage respondentent met een kritische houding over ethische kwesties inzake wetenschap en technologie (i.c. 'volledig mee eens' of 'deels mee eens', bij de negatief geformuleerde stellingen).

Figuur 5.7 Positieve publiekshouding ten aanzien van de overheidsfinanciering van wetenschappelijk onderzoek, en het economisch belang van wetenschap en technologie (% van respondenten)

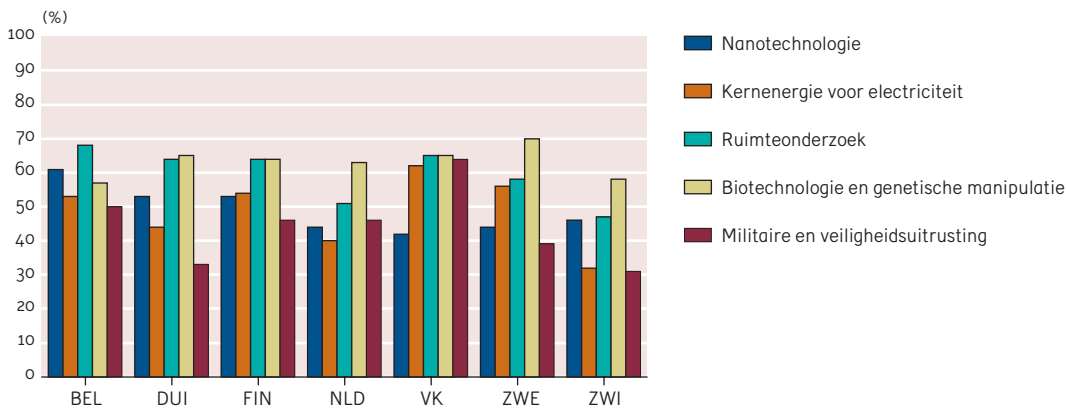


Bron: Eurobarometer 2005. Bewerking: CWTS.

* Enquête-vragen 13a-1 en 17-1; gemiddeld percentage van de gestelde vragen waarop positief werd gereageerd ('volledig mee eens'; 'deels mee eens').

** Enquête-vragen 12b-2, 12b-4, 13a-2, 13a-3, 13a-5, 13b-1, 15b-1, 17-7, 17-9; gemiddeld percentage van de gestelde vragen waarop positief werd gereageerd ('volledig mee eens'; 'deels mee eens').

Figuur 5.8 Positieve verwachtingen van het publiek ten opzichte van nanotechnologie, kernenergie en ruimte-onderzoek (% van respondenten)*



Bron: Eurobarometer 225, 2005. Bewerking: CWTS.

* Percentage respondentent (15 jaar en ouder) dat een positief effect verwacht van de betreffende technologie 'op onze levenswijze in de volgende 20 jaar'.

en de andere landen wat betreft de algemene kritische houding die men heeft inzake ethische kwesties rondom de maatschappelijke verantwoordelijkheid van wetenschappelijke onderzoekers, en toepassingen van wetenschap en technologie in het algemeen.

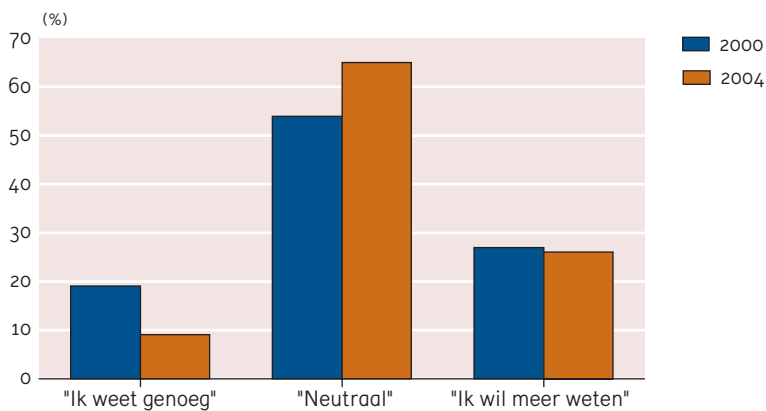
Over het geheel genomen delen Nederlanders de opinie van de burgers in de andere referentielanden ten aanzien van de steun voor wetenschappelijk onderzoek (Figuur 5.7). Het draagvlak onder de Nederlandse bevolking voor overheidsfinanciering van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek is vergelijkbaar met de situatie in de andere landen: 43% van de Nederlandse respondenten is een uitgesproken voorstander van een dergelijke financiering, en nog eens 33% is het daar in ieder geval deels mee eens. Deze positieve waardering voor de wetenschap kent wel zijn grenzen, met name in Nederland en Finland. Slechts 25% van het Nederlandse respondenten vindt dat onze overheid méér geld moet uitgegeven aan wetenschappelijk onderzoek als dat ten koste gaat van andere overheidsuitgaven; Nederland scoort hiermee beduidend lager dan alle referentielanden.

De meerderheid van Nederlanders is ook positief over de economische betekenis van wetenschap en technologie, met name over de rol van wetenschap en technologie binnen de industrie, waarbij zelfs 85% van de respondenten het oneens is met de stelling "Wetenschap en technologie spelen geen belangrijke rol in industriële ontwikkeling". Nederland behoort echter tot de middenmoot inzake de verwachtingen die men koestert wat betreft de bijdrage van geavanceerde technologieën aan onze concurrentiepositie: 55% is het volledig of deels eens met de stelling "Alleen door toepassingen van de meest geavanceerde technologieën kan onze economie meer

concurrerend worden". Wat de valorisatie van onderzoek betreft (zie paragraaf 5.2), blijkt zo'n 85% van de Nederlandse respondenten sterk voorstander te zijn van meer samenwerking tussen de publieke en private sector op het gebied van wetenschap en technologie (d.w.z. samenwerking tussen 'scientists and industrialists'), een voorkeur die men overigens deelt met de bevolking in de referentielanden. Wij zijn echter minder overtuigd van de noodzaak om meer aandacht te besteden aan het benutten van de resultaten van wetenschappelijk onderzoek in de vorm van octrooien en praktische toepassingen; 'slechts' 45% van de respondenten is het daar mee eens. Binnen de groep referentielanden scoort alleen Zweden iets lager (44%); in Duitsland en België is echter ruim 60% van de respondenten deze mening toegedaan. Hoewel bijna de helft van deze groep Nederlanders een grotere nadruk op toepassingen van wetenschappelijke kennis wenselijk acht, lijkt men over het geheel genomen minder gespitst op verdergaande valorisatie dan in onze buurlanden. Deze uitkomst is echter voor meer dan een uitleg vatbaar: heeft men de indruk dat er in Nederland al voldoende wordt gedaan op dit vlak? Of is men minder overtuigd van de noodzaak?

Nederlanders zijn dus over het algemeen meer geïnteresseerd in wetenschap dan de inwoners van de meeste referentielanden. Maar betekent dat tevens dat men ook meer van wetenschap en technologie verwacht? Uit een ander recent Eurobarometer-onderzoek (2005b) blijkt dat Nederlanders inderdaad doorgaans positieve verwachtingen hebben van de effecten die een aantal nieuwe technologieën in de komende 20 jaar op hun levenswijze zullen uitoefenen. Zo is 95% positief gestemd over de effecten van respectievelijk zonne-energie, energiebeperkende maatregelen thuis en nieuwe energiebronnen

Figuur 5.9 Informatiebehoefte met betrekking tot wetenschap (% van respondenten)*



Bron: TNS-NIPO/Stichting Weten. Bewerking: CWTS.

* Betreft de respondenten uit een steekproef van 1058 Nederlanders van 16 jaar en ouder in het bezit van een PC.

voor auto's. Ook van biotechnologie en genetische manipulatie verwacht 63% van de Nederlanders een positief effect. Maar er zijn negatieve uitzonderingen. Zo heeft slechts 40% van Nederlanders positieve verwachtingen heeft van de effecten van kernenergie voor elektriciteitsproductie; alleen de Zwitsers zijn nog minder positief gestemd (zie **Figuur 5.8**). Bovendien verwacht minder dan de helft van de Nederlanders (44%) veel van nanotechnologie, maar dat ligt deels aan het hoge percentage respondenten die, net als overigens elders in Europa, weinig bekend zijn met deze technologie. Tenslotte is het percentage Nederlanders (52%) dat positieve effecten verwacht van ruimteonderzoek eveneens relatief laag te noemen in vergelijking met de meeste van de referentielanden. Ook hier hebben alleen de Zwitsers nog minder positieve verwachtingen.

In hoeverre wordt aan de kennisbehoefte onder Nederlanders op het gebied van wetenschap en technologie voldaan? Volgens een onderzoek van *TNS-NIPO* (in samenwerking met de voormalige *Stichting Weten*) dat werd uitgevoerd in april 2004 onder een representatieve steekproef heeft slechts 9% van de Nederlandse bevolking *geen* behoefte aan meer kennis afkomstig van wetenschap (**Figuur 5.9**). In 2000 was dit meer dan het dubbele (Schildmeijer, Frerichs en Kanne, 2004). Desalniettemin is het percentage dat behoefte heeft aan *meer* kennis gelijk gebleven. De meerderheid is in beide jaren min of meer neutraal. Lager opgeleiden (BaO-LBO) vinden vaker dat zij genoeg weten, terwijl hoger opgeleiden (HBO, WO) vaker meer willen weten. Mannen willen vaker meer weten over wetenschap (31%) dan vrouwen (22%).

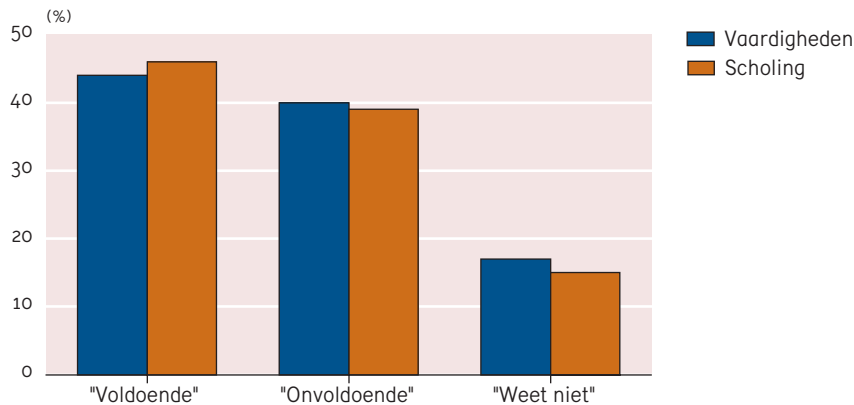
Publieksmedia kunnen een belangrijke rol vervullen in de overdracht van kennis en daarmee, althans idealiter, een kennisamenleving smeren. Schildmeijer et al. (2004, p. 36) onderzochten ook welke populair-wetenschappelijke tijdschrif-

ten en tv-programma's het meest werden gevolgd. Onder Nederlanders van 16 jaar en ouder blijkt 23% regelmatig een of meer populair-wetenschappelijke tijdschriften te lezen. Het populairst waren *National Geographic Nederland* (10% van de Nederlanders), de *Kijk* (7%), *Intermediair* (6%) en *Quest* (4%). Populair-wetenschappelijke tv-programma's werden regelmatig bekeken door 61% van de Nederlanders van 16 jaar en ouder. Bijna de helft van de Nederlanders (42%) zegt regelmatig te kijken naar *Jules Unlimited*, terwijl ook het *Klokhuis* (37%) en *Willem Wever* (30%) en in mindere mate *Hoe? Zo!* (12%) en *Stof* (1%) worden gevolgd.

Maar wordt men ook voldoende voorgelicht over de kenniseconomie, en beschikt men over voldoende vaardigheden om daarin goed te kunnen functioneren? Slechts 27% van de Nederlanders in een recent *TNS/NIPO*-onderzoek zegt dat zij zelf voldoende worden geïnformeerd over de kenniseconomie, terwijl meer dan de helft de voorlichting onvoldoende vindt. Minder dan de helft van de Nederlanders (46%) vindt dat zij zelf over voldoende scholing beschikt om in een kenniseconomie mee te kunnen komen (**Figuur 5.10**). Onder degenen met maximaal een lagere beroepsopleiding vindt zelfs 61% dat zij onvoldoende scholing hebben tegen 6% van de academici. Ook 56% van de vijftigers denkt onvoldoende geschoold te zijn. De cijfers over vaardigheden bieden een vergelijkbaar beeld. Hier is de relatie met opleiding nog sterker. Onder degenen met een lagere opleiding denkt slechts 21% over voldoende vaardigheden te beschikken tegen 100% van de academici (Schildmeijer e.a., 2004). Onder Nederlanders van 45 jaar en ouder denkt slechts een derde voldoende vaardigheden te hebben om goed mee te kunnen komen in een kenniseconomie.

Europees onderzoek gaat nader in op enkele van de benodigde vaardigheden en wijst op sterke en zwakke punten van Ne-

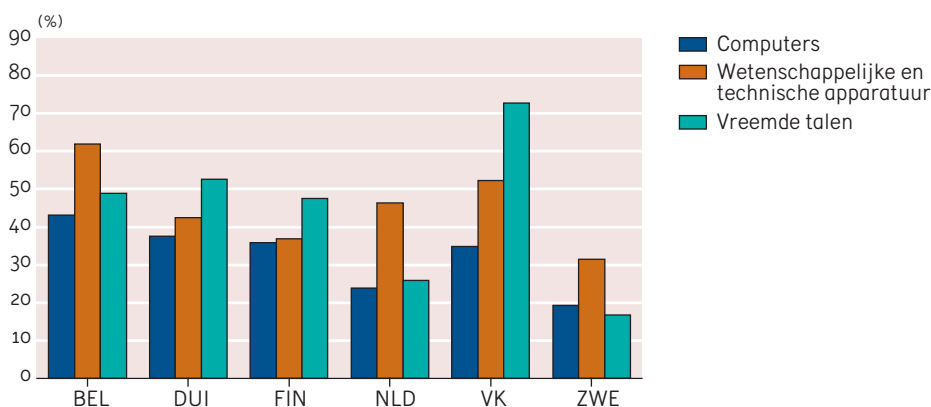
Figuur 5.10 Percentage Nederlanders dat meent zelf voldoende vaardigheid en/of scholing te bezitten om mee te kunnen in een kenniseconomie (% respondenten)



Bron: TNS-NIPO/Stichting Weten. Bewerking: CWTS.

* Betreft de respondenten uit een steekproef van 1058 Nederlanders van 16 jaar en ouder in het bezit van een PC.

Figuur 5.11 Percentage respondenten met gebrek aan kritische vaardigheden: computers, wetenschappelijke/technische apparatuur, en/of vreemde talen*



Bron: Eurobarometer 2003. Bewerking: CWTS.

* Percentage respondent van 15 jaar en ouder die de vaardigheden ontberen.

derlanders. Uit *Eurobarometer*-onderzoek (CEDEFOP, 2003) gehouden in 2003 blijkt dat Nederlanders ten opzichte van alle referentielanden behalve Zweden minder vaak een gebrek denken te hebben aan computervaardigheden en een grotere beheersing van vreemde talen ten toon spreiden (**Figuur 5.11**). Echter, relatief vaak (46%) vergeleken met de meeste referentielanden denken Nederlanders niet te kunnen omgaan met wetenschappelijke/technologische werktuigen en apparatuur ('W&T apparatuur'), hetgeen duidt op gebrekkige algemene affiniteit met techniek, maar wellicht ook – in mindere mate – op te kort schietende technische opleidingen in Nederland.

Literatuurverwijzingen

Albrecht, Y., T. Broer, en H. Vervoort, *Onder professoren*. Vrij Nederland, 1 mei 2004, nr. 18, pp. 24-31 en 42-45.

AWT, *De waarde van weten: de economische betekenis van universitair onderzoek*, Den Haag: Adviesraad voor Wetenschaps- en Technologiebeleid, 2005a.

AWT, *Innovatie zonder inventie: kennisbenutting in het MKB*, Den Haag: Adviesraad voor Wetenschaps- en Technologiebeleid, 2005b.

CEDEFOP, *Lifelong learning: citizen's views*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003.

EC, *Europeans, Science and Technology*, Special Eurobarometer 224/Wave 63.1, TNS Opinion & Social, Brussel/Luxemburg: Europese Commissie, 2005a.

EC, *Social values, Science and Technology*. Special Eurobarometer 225/Wave 63.1, TNS Opinion & Social, Brussel/Luxemburg: Europese Commissie, 2005b.

EZ, *Actieprogramma TechnoPartner: "Van kennis naar welvaart"*, Den Haag, 2004.

Financieel Dagblad, *Brinkhorst beloofd extra geld vouchers*, 6 juli 2005.

Florida R. en I. Tinagli, *Europe in the Creative Age, and how it is transforming work, leisure, community and everyday life*. Londen: Demos, 2004.

KNAW, *Judging research on its merits. An advisory report by the Council for the Humanities and the Social Sciences Council*. Amsterdam: KNAW, 2005.

Nederhof, A.J., A.F.J. Van Raan, F.J.M. Zwetsloot en M.S. De Groot, *Maatschappelijke waarde van wetenschap. Rapportage resultaten CWTS & Science Alliance*. Rapport aan Stichting Weten. Den Haag: Science Alliance, 2004.

NOWT, *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren 2003*, Rapport van het Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2003.

OCW, *Wetenschapsbudget 2004*, Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2003.

Schildmeijer, R.J., Frerichs, R. en P.J. Kanne, *Kennis van de kenniseconomie. De beleving van wetenschap en kennis door de Nederlandse bevolking*. Amsterdam: Stichting Weten, 2004.

Van Steen, J.C.G., P. Donselaar en I.P. Schrijvers, *Science, technology and innovation in the Netherlands: Policies, facts and figures*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2004.



Bijlage 1 - Lijst af



ACTA	Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam
AHCI	Arts and Humanities Citation Index
AIO	Assistent in opleiding
ASTRON	Astronomisch Onderzoek in Nederland
AUS	Australië
AWT	Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid
BBP	Bruto Binnenlands Product
BIE	Bureau voor de Industriële Eigendom (Octrooi-centrum Nederland)
BEL	België
BPRC	Biomedical Primate Research Centre
Bsik	Besluit subsidies investeringen in de kennisinfrastructuur
CAN	Canada
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CBS	Centraalbureau voor Schimmelcultures (KNAW)
CHI	Constantijn Huygens Instituut
CIS	Community Innovation Survey
CPB	Centraal Planbureau
CWI	Centrum voor Wiskunde
CWTS	Centrum voor Wetenschaps- en Technologie-Studies
DNK	Denemarken
DUI	Duitsland
EC	Europese Commissie
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EPO	European Patent Office (Europees Octrooibureau)
ESA	European Space Agency
EU	Europese Unie
ESTEC	European Space Research and Technology Centre
EUR	Erasmus Universiteit Rotterdam
EZ	Ministerie van Economische Zaken
FES	Fonds Economische Structuurversterking
FIN	Finland
FOM	Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie
FTE	Full-time equivalent
GD	GeoDelft
GTIs	Grote Technologische Instituten
HBO	Hoger beroepsonderwijs
HOOP	Hoger Onderwijs en Onderzoek Plan
HRST	Human Resources in Science and Technology (menselijk en wetenschappelijk arbeidspotentieel)
ICIN	Interuniversitair Cardiologisch Instituut Nederland

kortingen

IOI	Interuniversitair Oogheelkundig Instituut	RU	Radboud Universiteit (Nijmegen)
IOP	Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's	RUG	Rijksuniversiteit Groningen
JCR	Joint Research Centre (onderdeel van Europese Commissie)	SCI	Science Citation Index
KNAW	Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen	SRON	Stichting Ruimteonderzoek Nederland
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut	SSCI	Social Sciences Citation Index
KP	Europees Kaderprogramma	STW	Technologiestichting STW (Stichting voor Technische Wetenschappen)
LEI	Universiteit Leiden	TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Wetenschappelijk Onderzoek
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit	TTI	Technologisch topinstituut
MERIT	Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology	TU	Technische Universiteit
MKB	Midden- en kleinbedrijf	TUD	Technische Universiteit Delft
mld	miljard	TUE	Technische Universiteit Eindhoven
mln	miljoen	UD	Universitair docent
NIH	Nederlands Instituut voor Hersenonderzoek	UHD	Universitair hoofddocent
NIKHEF	Nationaal Instituut voor Kernfysica en Hoge Energie Fysica	UM	Universiteit Maastricht
NIOB	Nederlands Instituut voor Ontwikkelingsbiologie (Hubrecht Laboratorium)	USPTO	United States Patent and Trademark Office (Amerikaans Octrooibureau)
NIOO	Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek	UT	Universiteit Twente
NIOZ	Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee	UU	Universiteit Utrecht
NIZO	NIZO Food Research BV (voorheen Nederlands Instituut voor Zuivelonderzoek)	UvA	Universiteit van Amsterdam
NIVEL	Nederlands Instituut voor Onderzoek van de Gezondheidszorg	UvT	Universiteit van Tilburg
NLD	Nederland	VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium	VS	Verenigde Staten
NKI	Nederlands Kanker Instituut	VSNU	Vereniging van Universiteiten
NOWT	Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie	VUA	Vrije Universiteit Amsterdam
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek	V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
OCW	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap	VWO	Voorbereidend wetenschappelijk onderwijs
OESO	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling	WBSO	Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk
O&O	Onderzoek en Ontwikkeling (Research and Development)	WCFS	Wageningen Centre for Food Sciences
R&D	Research and Development (Onderzoek en Ontwikkeling)	WTI	Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren Rapport (van NOWT)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu	WL	Waterloopkundig Laboratorium
RIZA	Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling	WO	Wetenschappelijk onderwijs
ROA	Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt	WP	Wetenschappelijk personeel
		WP1	Wetenschappelijk personeel gefinancierd uit eerste geldstroom
		WP2	Wetenschappelijk personeel gefinancierd uit tweede geldstroom
		WP3	Wetenschappelijk personeel gefinancierd uit derde geldstroom
		WUR	Wageningen Universiteit en Researchcentrum
		ZWE	Zweden
		ZWI	Zwitserland

Bijlage 2 - Technis



Berekeningswijze van metingen in vermeld in Figuur 2.1

De R&D-intensiteit is gedefinieerd als de omvang van de R&D-investeringen als percentage van het Bruto Binnenlands Product (BBP).

De groei van de reële R&D-investeringen is berekend als de gemiddelde jaarlijkse groei tussen de reële R&D-investeringen in het laatst bekende jaar (T) en de gemiddelde reële R&D-investeringen van 6, 5 en 4 jaar geleden (resp. T-6, T-5, T-4):

$$Groei = 100 * \left(\left(\frac{RD_T}{(RD_{T-6} + RD_{T-5} + RD_{T-4})/3} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 \right)$$

De gemiddelden voor de groep referentielanden zijn gewogen gemiddelden.

Berekeningswijze van metingen vermeldt in Figuur 2.5

Vanaf 2000 wordt het onderzoekspersoneel gefinancierd door NWO niet langer meegeteld bij de (semi-)publieke kennisinstellingen maar bij de universiteiten. In de berekeningen in de figuur is hiervoor gecorrigeerd door te veronderstellen dat de investeringen in 2000 niet zouden zijn gestegen indien de NWO onderzoekers niet zouden zijn overgegaan naar de universiteiten. Deze correctie wordt als volgt toegelicht in het CBS rapport *Kennis en Economie 2003* (p. 95) "De toename van de uitgaven in 2000 ten opzichte van 1999 was ... ruim 7 procent ... Deze uitkomst werd echter vrijwel geheel bepaald door de ... overgang van het werkgeverschap van de NWO onderzoekers ...".

Onderstaande tabel geeft in rij (1a) de investeringen in lopende prijzen weer t/m 2000 waar het werkgeverschap van de onderzoekers nog volledig bij NWO is ondergebracht. Rij (1b) geeft de investeringen in lopende prijzen vanaf 2000 waar het werkgeverschap van de onderzoekers volledig bij de universiteiten is ondergebracht. In rij (3) worden alle investeringen in lopende prijzen omgerekend naar investeringen in constante prijzen. In rij (4) worden deze vervolgens geïndexeerd met het jaar 2000 als basisjaar. Op deze manier verkrijgen we één indexreeks voor de hele periode. Met behulp van deze indexreeks en de investeringen in 2000 worden in rij (5) de investeringen voor de hele periode berekend als zou het werkgeverschap van de onderzoekers voor de hele periode volledig bij de universiteiten zijn ondergebracht.

De in de tabel vetgedrukte waarden (rij 7) zijn gebruikt voor het berekenen van de trend. De gemiddelde geschatte waarde voor de R&D-intensiteit in de periode 1997-1999 is gelijk aan 0,58 (vergelijk de vetgedrukte waarden in rij 7). De 2001-2003 BBP cijfers en R&D-intensiteiten zijn voor revisie cijfers.

che bijlage van hoofdstuk 2

Berekening correctie R&D-investeringen van Nederlandse universiteiten

	1997	1998	1999	2000	2000	2001	2002	2003
(1a) Investerings in euro's	1860	1895	1983	1983				
(1b)					2120	2184	2312	2356
(2) Prijs deflator (2000=1.000)	0,931	0,947	0,962	1,000	1,000	1,052	1,085	1,117
(3) Investerings in 2000 euro's (rij 1 / rij 2)	1997	2000	2061	1983	2120	2076	2131	2109
(4) Constante investeringen 2000=100	100,7	100,9	103,9	100,0	100,0	97,9	100,5	99,5
(5) Investerings in 2000 euro's - gecorrigeerd (rij 4* rij 3)	2135	2138	2204	2120	2120	2076	2131	2109
(6) BBP in 2000 euro's	358305	373859	388806	402291	402291	408045	410361	406746
(7) R&D-intensiteit (rij 5/ rij 9)	0,60	0,57	0,57	0,53	0,53	0,51	0,52	0,52

Berekening correctie van de R&D-investeringen van Nederlandse (semi-)publieke kennisinstellingen

	1997	1998	1999	2000	2000	2001	2002	2003
(1a) Investerings in euro's	1166	1217	1250	1112				
(1b)					975	1114	1106	1213
(2) Prijs deflator (2000=1)	0,931	0,947	0,962	1,000	1,000	1,052	1,085	1,117
(3) Investerings in 2000 euro's (rij 1 / rij 2)	1252	1285	1299	1112	975	1059	1020	1086
(4) Constante investeringen 2000=100	112,6	115,5	116,8	100,0	100,0	108,6	104,6	111,4
(5) Investerings in 2000 euro's - gecorrigeerd (rij 4* rij 3)	1098	1126	1139	975	975	1059	1020	1086
(6) BBP in 2000 euro's	358305	373859	388806	402291	402291	408045	410361	406746
(7) R&D-intensiteit (rij 5/ rij 9)	0,31	0,30	0,29	0,24	0,24	0,26	0,25	0,27

Berekeningswijze van metingen vermeldt in Figuur 2.6

Vanaf 2000 wordt het door NWO gefinancierde onderzoekspersoneel niet langer meegeteld bij de (semi-)publieke kennisinstellingen, maar is men ondergebracht bij de universiteiten. In de berekeningen is hiervoor gecorrigeerd door de investeringen in 2000 met 137 miljoen euro te verhogen indien de NWO onderzoekers niet zouden zijn overgegaan naar de universiteiten.

Onderstaande tabel geeft in rij (1a) de investeringen in lopende prijzen weer t/m 2000 waar het werkgeverschap van de onderzoekers nog volledig bij NWO is ondergebracht. Rij (1b) geeft de investeringen in lopende prijzen vanaf 2000 waar het werkgeverschap van de onderzoekers volledig bij de universiteiten is ondergebracht. In rij (3) worden alle investeringen in lopende prijzen omgerekend naar investeringen in constante prijzen. In rij (4) worden deze vervolgens geïndexeerd met het jaar 2000 als basisjaar. Op deze manier verkrijgen we één in-

dexreeks voor de hele periode. Met behulp van deze indexreeks en de investeringen in 2000 worden in rij (5) de investeringen voor de hele periode berekend als zou het werkgeverschap van de onderzoekers voor de hele periode volledig bij de universiteiten zijn ondergebracht.

De in de tabel vetgedrukte waarden (rij 7) zijn gebruikt voor het berekenen van de trend. De gemiddelde geschatte waarde voor de R&D-intensiteit in de periode 1997-1999 is gelijk aan 0,30 (vergelijk de vetgedrukte waarden in rij 7). De 2001-2003 BBP cijfers en R&D-intensiteiten zijn voor revisie cijfers.

Bijlage 3 Statistiek R&D-intensiteit v



De eigen R&D-intensiteit is gedaald met 0,026%-punt. Deze daling komt volledig op rekening van het structuureffect; door een verschuiving van het relatieve belang van de verschillende bedrijfstakken binnen het bedrijfsleven zou de R&D-intensiteit zelfs met 0,194%-punt zijn gedaald (zie onderstaande tabel). Dit komt zowel doordat de industrie als geheel in omvang afneemt als door een verschuiving tussen de verschillende bedrijfstakken binnen de industrie waarbij het belang van de zogenaamde high-tech bedrijfstakken afneemt.⁹⁰ Opvallend is dat het intrinsiek effect zowel voor de industrie als voor het bedrijfsleven positief is: de gemiddelde R&D-intensiteit in de verschillende bedrijfstakken is dus juist toegenomen. Zonder de verschuiving van industrie naar diensten en van high-tech industrie naar de andere industriële bedrijfstakken zou de eigen R&D-intensiteit van het bedrijfsleven dus met 0,168%-punt zijn toegenomen. Het structuureffect is bijzonder negatief in *Kantoormachines en computers* (-0,091) en in mindere mate ook in de *Farmaceutische industrie* (-0,022), *Medische apparaten en instrumenten* (-0,014), *Machine-industrie* (-0,014) en *Elektrische machines* (-0,011). Het intrinsiek effect is zeer hoog in *Kantoormachines en computers* (0,182) en laag in *Overige bedrijfsactiviteiten* (-0,035), *Financiële instellingen* (-0,030), *Vervoer en communicatie* (-0,025) en *Delfstoffenwinning* (-0,024).

Bedrijven zijn als zodanig dus niet minder aan R&D gaan uitgeven; dat het bedrijfsleven als geheel minder R&D uitgeeft komt dus volledig op conto van het feit dat het belang van de meer R&D-intensieve bedrijfstakken afneemt en dat van de minder R&D-intensieve bedrijfstakken toeneemt. Het Nederlandse bedrijfsleven wordt minder R&D-intensief.

⁹⁰ Conform de OESO-standaard worden de verschillende industriële bedrijfstakken ingedeeld als high-tech, medium-high-tech, medium-low-tech en low-tech op basis van hun gemiddelde afnemende R&D-intensiteit, waarbij de intensiteit is gedefinieerd als de R&D-uitgaven als percentage van de eigen omzet.

che analyse van de eigen an het Nederlandse bedrijfsleven

Opsplitsing van daling eigen R&D-intensiteit Nederlands bedrijfsleven in structuureffect en intrinsiek effect

	R&D uitgaven 1998	TW 1998	R&D uitgaven 2003	TW 2003	Eigen RDI 1998	Eigen RDI 2003	Afname	Structuur effect	Intrinsiek effect
Bedrijfsleven - totaal	4116	265712	4301	282531	1,55	1,52	-0,026	-0,194	0,168
waarvan Industrie	3110	57429	3358	54251	5,42	6,19		-0,210	0,228
waarvan high-tech (HT)								-0,134	0,161
waarvan medium-high-tech (MHT)								-0,073	0,083
waarvan medium-low-tech (MLT)								-0,004	-0,009
waarvan low-tech (LT)								0,000	-0,004
waarvan Diensten	733	165201	751	180660	0,44	0,42		0,011	-0,021
waarvan Overig	272	43082	193	47620	0,63	0,40		0,005	-0,040
Industrie									
Farmaceutische industrie (HT)	370	1349	407	1212	27,44	33,62		-0,022	0,026
Kantoormachines en computers (HT)	910	451	1225	352	201,80	347,77		-0,091	0,182
Audio-, video- en telecommunicatie- apparaten (HT)	89	2722	8	2236	3,26	0,36		-0,008	-0,023
Medische apparaten en instrumenten (HT)	197	1195	120	1027	16,46	11,70		-0,014	-0,017
Vlieg- en ruimtevaartindustrie (HT)	21	410	2	439	5,15	0,47		0,000	-0,007
Chemische basisproducten- en overige eindproductenindustrie (MHT)	541	6762	488	5775	8,00	8,45		-0,040	0,009
Machine-industrie (MHT)	297	4495	449	4177	6,61	10,76		-0,014	0,061
Elektrische machines (MHT)	75	1066	77	705	7,08	10,88		-0,011	0,009
Auto-industrie (MHT)	106	1707	101	1448	6,20	7,00		-0,008	0,004
Spoor- en tramwegindustrie (MHT)	8	168	7	191	4,67	3,63		0,000	-0,001
Aardolie-industrie (MLT)	43	1313	4	2036	3,29	0,22		0,007	-0,022
Rubber- en kunststofindustrie (MLT)	42	1926	39	1862	2,19	2,12		-0,001	0,000
Glas- en aardewerkindustrie (MLT)	16	2277	34	2207	0,72	1,55		-0,001	0,006
Basismetalaalindustrie (MLT)	58	1767	51	1417	3,28	3,60		-0,005	0,002
Metaalproductenindustrie (MLT)	46	4695	45	3983	0,98	1,12		-0,003	0,002
Scheepsbouw- en reparatie (MLT)	8	733	17	658	1,15	2,51		0,000	0,003
Voedings- en genotmiddelen- industrie (LT)	224	10801	243	12031	2,08	2,02		0,004	-0,003
Textiel- en lederindustrie (LT)	14	1384	12	1180	1,05	0,99		-0,001	0,000
Papierindustrie/Uitgeverijen en drukkerijen (LT)	26	8087	18	7357	0,32	0,24		-0,001	-0,002
Overige industrie (LT)	17	4119	10	3958	0,41	0,26		-0,001	-0,002

(Vervolg op pagina 116)

	R&D uitgaven 1998	TW 1998	R&D uitgaven 2003	TW 2003	Eigen RDI 1998	Eigen RDI 2003	Afname	Structuur effect	Intrinsiek effect
Diensten									
Groot- en detailhandel	191	45457	191	46246	0,42	0,41		-0,003	-0,001
Vervoer en communicatie	89	25450	24	26826	0,35	0,09		0,000	-0,025
Financiële instellingen	102	20494	40	25360	0,50	0,16		0,006	-0,030
Computerservicebureaus	111	5682	201	6645	1,95	3,02		0,004	0,025
Researchondernemingen	30	1461	161	1621	2,05	9,96		0,000	0,045
Overige bedrijfsactiviteiten	210	66656	134	73962	0,32	0,18		0,003	-0,035
Overige industrie									
Landbouw, bosbouw en visserij	65	10280	61	9164	0,63	0,66		-0,004	0,001
Delfstoffenwinning	126	8185	85	9887	1,54	0,86		0,006	-0,024
Energie, gas en water	24	5839	21	6856	0,41	0,31		0,001	-0,002
Bouwnijverheid	56	18779	26	21714	0,30	0,12		0,002	-0,014

Bronnen: OESO, CBS. Bewerking: MERIT.

RDI = R&D-intensiteit. TW = toegevoegde waarde