

# 5

## R&D-resultaten: k

### Samenvatting

Het Nederlandse onderzoeksbestel presteert goed naar internationale maatstaven: zowel ten aanzien van de productie van wetenschappelijk onderzoeksartikelen in vakbladen, de productiviteit per onderzoeker, als de internationale wetenschappelijke impact van die publicaties. Nederland bezet nog steeds de derde positie in de wereld qua impact. De productiviteit van Nederlandse wetenschappers stijgt meer dan die in de focuslanden, na een periode van stabilisatie in het midden van de jaren negentig.

Nederland heeft een wetenschappelijk profiel dat sterk lijkt op dat van het Verenigd Koninkrijk en Finland, waarin de geneeskunde een belangrijke rol speelt. Hoewel de universitaire sector - in wetenschappelijk opzicht - veruit de grootste sector van het Nederlands kennisstelsel is, voeren andere sectoren ook vooraanstaand wetenschappelijk onderzoek uit, getuige de hoge impact-scores van met name de publieke niet-academische instellingen en de bedrijven.

Binnen de universitaire sector zien we een sterke tweedeling in publicatie-output: enerzijds de grote klassieke universiteiten met een medische faculteit en academische ziekenhuizen, anderzijds de kleinere, gespecialiseerde universiteiten. De impactscores van de kleinere universiteiten liggen tussen, en zelfs boven die van de grote universiteiten. Daarbij speelt de wetenschappelijke specialisatie van die kleine universiteiten een belangrijke rol.

De internationalisering van het Nederlandse wetenschappelijk onderzoek zet zich voort. Voor Nederland zien we een toenemende focus op de EU partnerlanden, waarbij vooral Duitsland een vooraanstaande positie inneemt. Nederlandse onderzoekspublicaties die voortkomen uit internationale samenwerking worden bovenmatig goed geciteerd in de internationale wetenschappelijke gemeenschap. Samenwerken loont in dit opzicht.

Nederlandse universiteiten en overige kennisinstellingen produceren een toenemend aantal octrooien. Op 19% van de universitaire octrooien, en 17% van de octrooien van de overige kennisinstellingen zijn licenties verstrekt. Spin-off en start-up bedrijven van universiteiten en kennisinstellingen worden gezien als andere belangrijke vorm van kennisoverdracht naar het bedrijfsleven; ze verspreiden en exploiteren nieuwe wetenschappelijke en technische kennis en vaardigheden, ont-

# enniskwantiteit en kwaliteit

wikkelen producten en diensten met een hoge toegevoegde waarde. Nederland behoort binnen Europa tot de middenmoot wat betreft deze vorm van nieuwe kennisintensieve bedrijvigheid. De Nederlandse universiteiten en onderzoeksinstituten lopen enigszins achter op het buitenland wat betreft het aantal spin-offs.

Gegevens over octrooien zijn één van de weinige beschikbare bronnen die het innovatief vermogen van ons bedrijfsleven meten. Nederland behoort tot de meest productieve landen ter wereld: gemeten aan het aantal octrooien per onderzoeker in het bedrijfsleven behoort Nederland bij de koplopers zowel wat betreft Europese (EPO) als Amerikaanse (USPTO) octrooien. En gemeten naar het aantal octrooiaanvragen per inwoner laten we de EU-15 qua prestatie en groei achter ons. Minder positief is het wisselende beeld dat Nederland bij de high-tech octrooien laat zien: hoewel Nederland goed scoort bij de high-tech octrooien binnen EPO, blijft Nederland achter in het geval van USPTO high-tech octrooien.

## 5.1 Output van onderzoekspublicaties en wetenschappelijke impact

### 5.1.1 Inleiding

Internationale wetenschappelijke vooruitgang vereist openbaarheid en kennisoverdracht, met name op het gebied van fundamenteel-wetenschappelijk onderzoek. Wetenschappelijke publicaties zijn een belangrijke vorm van informatie-uitwisseling en wetenschappelijke output omdat hierin veel van de belangrijke opbrengsten worden neergelegd alsmede bijbehorende abstracte kennis en praktische vaardigheden van de onderzoeker(s). Via onderzoekspublicaties profileert men zich in de wetenschappelijke wereld en verwerft men internationaal aanzien. Internationale vaktijdschriften zijn een belangrijk – in vele onderzoeksgebieden hét meest belangrijke – gedrukte medium om onderzoeksresultaten te presenteren en toegankelijk te maken voor de mondiale wetenschappelijke gemeenschap. Dergelijke tijdschriften functioneren als internationaal platform én als kwaliteitsfilter. Dit geldt met name voor de natuurwetenschappen, medische wetenschappen en de levenswetenschappen, maar ook in toenemende mate voor sociaal-wetenschappelijk onderzoek en interdisciplinair toepassingsgericht onderzoek. In andere disciplines, zoals sommige technische wetenschappen, zijn congresbundels (*conference proceedings*), boeken en rapporten eveneens belangrijk voor de verspreiding van kennis.

Internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften zijn bij uitstek geschikt voor internationale vergelijkende analyses van wetenschappelijk onderzoek.<sup>1</sup> Bibliometrische analyses van bibliografische informatie in die publicaties vormen een statistische methode om informatie over wetenschappelijke activiteiten, resultaten en potentieel in kaart te brengen. Tellingen van tijdschriftpublicaties worden reeds vele jaren gebruikt als een indicator van de omvang en ontwikkeling van nationale onderzoekssystemen en evaluaties van de prestaties

<sup>1</sup> Dergelijke studies omvatten doorgaans vier typen tijdschriftpublicaties: 'research articles', 'letters', 'notes' and 'review articles'. Er wordt in de publicatietellingen geen onderscheid gemaakt naar de omvang of wetenschappelijke kwaliteit. Veelal is die kwaliteit echter impliciet aanwezig, omdat deze publicaties van goed niveau moeten zijn om in een vooraanstaand, gerefereerd wetenschappelijk tijdschrift te worden geplaatst.

van afzonderlijke disciplines en instellingen.<sup>2</sup> Bovendien mag een onderzoeksartikel in een toonaangevend internationaal wetenschappelijk tijdschrift, met een strenge selectieprocedure, worden beschouwd als een belangrijke indicator van wetenschappelijke kwaliteit. Tellingen van de aantallen expliciete verwijzingen naar die publicaties ('citaties'), zoals vermeld in referentielijsten of voetnoten van latere tijdschriftpublicaties, geven een indicatie van de verspreiding en benutting van wetenschappelijke kennis. Veelgeciteerde publicaties zijn doorgaans van een hoog wetenschappelijk gehalte en/of duiden op publicaties die een populair of belangrijke wetenschappelijk onderwerp behandelen; citatie-aantallen geven in die gevallen een indicatie van wetenschappelijke invloed ('*citatie impact*') op de internationale wetenschappelijke gemeenschap. Een dergelijke impact heeft doorgaans een positieve correlatie met wetenschappelijke kwaliteit van de geciteerde onderzoekers of onderzoeksgroepen. Op geaggregeerd niveau kunnen citatiescores aldus een indruk geven van het algemeen belang, bruikbaarheid en zichtbaarheid van Nederlands onderzoek in de internationale gemeenschap en - indirect - ook van de wetenschappelijke kwaliteit van dat onderzoek.

De output en citatie-analyses zijn gebaseerd op de bibliografische bestanden van het Amerikaanse *Institute for Scientific Information* (ISI), die een wereldwijde dekking geven van de internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften in alle disciplines. Zie de methodologische bijlage op de NOWT site ([www.nowt.nl](http://www.nowt.nl)) voor aanvullende informatie over deze bestanden en details over de door het CWTS gebruikte bibliometrische methoden en technieken.

### 5.1.2 Nederlandse onderzoeksprestaties in een internationale context

**Tabel 5.1** geeft een overzicht van de top-30 landen met de grootste wetenschappelijke output, en de bijbehorende citatie-impact. Nederland behoort tot de meest vooraanstaande wetenschappelijke naties: we behoren tot de middelgrote landen wat betreft output, maar gemeten naar internationale wetenschappelijk impact, de 'citatie-impactscore'<sup>3</sup>, staat Nederland zelfs op de derde positie met een score die 25% uitstijgt boven het mondiale gemiddelde (=1,0). Alleen Zwitserland en de Verenigde Staten overtreffen de Nederlandse prestatie.

Aangezien er een vertragingfactor in het spel is tussen het moment dat onderzoek wordt uitgevoerd en het moment dat gepubliceerde resultaten worden geciteerd in de internationale tijdschriften, hebben deze goede resultaten vooral betrekking op Nederlands onderzoek dat midden jaren negentig is uitgevoerd. Zweden, Denemarken, en Finland hebben een vergelijkbaar profiel: een bescheiden output gekoppeld aan een hoge impact. Spanje laat een sterke stijging van de we-

tenschappelijke output in internationale tijdschriften zien, en is daarmee in de jaren 90 opgeklommen van een 11<sup>e</sup> plaats naar een 9<sup>e</sup> plaats, onder meer vanwege Europese wetenschappelijke integratie. Deze ordening van landen naar wetenschappelijke output correspondeert overigens goed met de middelen die landen besteden aan R&D (zie Hoofdstuk 2), waaruit mag worden afgeleid dat publicatie-output in internationale tijdschriften een redelijk goede indicator is van de omvang van onderzoekssystemen.

**Figuur 5.2** geeft de ontwikkeling van de output over een aantal jaren weer, voor zover het de EU-15 landen betreft. Een duidelijke groei in output is waarneembaar voor alle landen van de EU-15, al nemen we ook enige opvallende dalingen en stijgingen waar. Zo is er een opvallend sterke stijging van de Duitse output in 1998, en is Spanje Nederland voorbijgestreefd in output. Zoals in eerdere NOWT-rapporten al werd vastgesteld, lijkt Nederland ook een iets minder sterke groei door te maken dan de overige EU-15 landen, hoewel een lichte stijging na 2000 toch wel zichtbaar blijft.

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

<sup>3</sup> *Wetenschappelijke kwaliteit is een zeer veelzijdig en moeilijk definieerbaar begrip. Duidelijk is wel dat het aantal citaties ontvangen door een onderzoekspublicatie over het algemeen positief gecorreleerd is met de intrinsieke wetenschappelijke kwaliteit van het betreffende onderzoek. Desalniettemin kan wetenschappelijke invloed, gemeten aan de hand van aantallen ontvangen citaties, slechts een beperkte indruk geven van die kwaliteit.*

*De citatiescore betreft het relatief aantal ontvangen citaties vanuit internationale wetenschappelijke tijdschriften (gemiddelde mondiale score =1). Deze citaties zijn uitsluitend afkomstig van andere publicaties in tijdschriften die worden verwerkt voor de gebruikte ISI-bestanden. 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 ISI-tijdschriften.*

**Tabel 5.1 Nederland daalt naar de 12e plaats qua output maar blijft 3e qua impact**

Mondiale rangorde qua publicatie-output en citatie-impact, 1998-2001

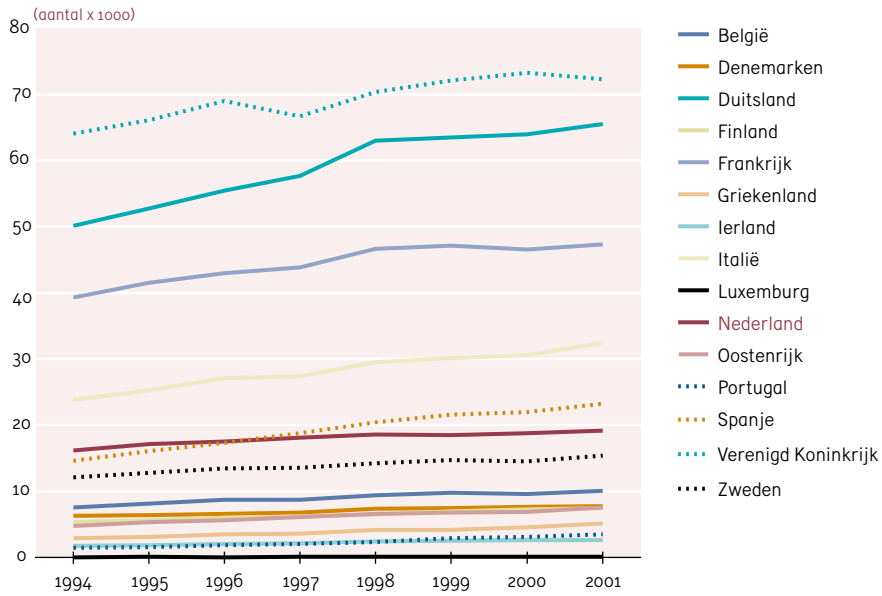
	Productie van onderzoeksartikelen		Relatieve citatie-impact van artikelen*	
Verenigde Staten	1.269.036	1	1,42	2
Verenigd Koninkrijk	354.724	2	1,21	4
Japan	337.810	3	0,85	18
Duitsland	313.712	4	1,09	9
Frankrijk	231.550	5	1,01	13
Canada	164.182	6	1,21	5
Italië	150.013	7	0,95	17
Rusland	127.965	8	0,32	29
China	115.403	9	0,41	27
Spanje	106.023	10	0,85	19
Australië	103.648	11	1,01	12
<b>Nederland</b>	<b>93.129</b>	<b>12</b>	<b>1,25</b>	<b>3</b>
India	73.787	13	0,37	28
Zweden	72.469	14	1,13	8
Zwitserland	65.878	15	1,44	1
Zuid Korea	57.399	16	0,65	21
België	47.685	17	1,09	10
Israël	46.336	18	1,06	11
Taiwan	44.457	19	0,65	22
Polen	43.518	20	0,55	24
Brazilië	43.373	21	0,55	25
Denemarken	37.086	22	1,17	6
Finland	34.371	23	1,15	7
Oostenrijk	33.854	24	0,98	15
Noorwegen	23.195	25	1,01	14
Turkije	23.013	26	0,44	26
Griekenland	21.736	27	0,71	20
Mexico	21.014	28	0,60	23
Nieuw Zeeland	20.961	29	0,96	16
Oekraïne	20.304	30	0,28	30

\* Citatie-impact genormeerd op het wereldwijd vakgebiedgemiddelde, d.w.z. het gemiddeld aantal citaties ontvangen door alle onderzoeksartikelen in de tijdschriften die tot het vakgebied behoren (mondiaal gemiddelde=1). Exclusief zelf-citaties van onderzoekers naar eigen publicaties.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.2 Lichte wetenschappelijk groei van Nederland**

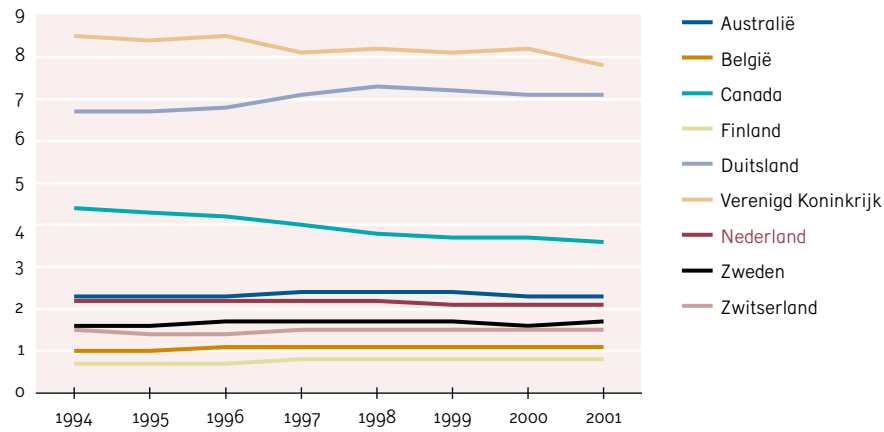
Trends in publicatie-output van de EU-15 landen, 1994-2001



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.3 Groot versus klein: Nederland temidden van de focuslanden**

Trends in outputaandeel van het wereldtotaal per focusland (%), 1994-2001



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

In aanvulling op cijfermateriaal over de productie van nieuwe wetenschappelijke en technische kennis, is het van belang om te weten in hoeverre de productiviteit van Nederlandse onderzoekers afwijkt van collega-onderzoekers in het buitenland.<sup>4</sup> Nederland wordt wederom met de reeds eerder genoemde groep focuslanden vergeleken.

Een normering van de productie op de aanwezige onderzoekscapaciteit in de publieke sector geeft een eerste indicatie van de efficiëntie van het Nederlandse publieke onderzoeksysteem in de internationale arena. De resultaten van deze vergelijking moeten overigens met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd: omvang en inzet van R&D-personeel van landen zijn immers afhankelijk van tal van achtergrondvariabelen met betrekking tot het socio-economische niveau, de economische structuur, het hoger onderwijsstelsel en het onderzoeksstelsel.<sup>5</sup> Daarnaast is de wetenschappelijke output van publicaties in voornamelijk Engelstalige internationale tijdschriften mede afhankelijk van de nationale taal en nationale wetenschappelijke specialisaties en specifieke aandachtsgebieden.<sup>6</sup> Juist vanwege die verschillen laat de Nederlandse situatie zich nog het best vergelijken met de niet-Engelstalige focuslanden die een (enigszins) vergelijkbare verdeling kennen van publicatie-output over de diverse bèta- en gammadisциплиnes: Zweden en Finland.

In **Figuur 5.3** worden de output aandelen van de acht landen ten opzichte van de wereld output uitgedrukt, over de periode 1994 tot en met 2001. Het aandeel van het Verenigd Koninkrijk loopt licht terug (van 8,5% in 1994 tot onder de 8% in 2001), terwijl het aandeel van Canada zelfs een nog sterkere afname

laat zien (van 4,5% tot 3,5% in 2001). Het Nederlandse aandeel loopt ook iets terug, terwijl de andere landen in de analyse een min of meer stabiel beeld laten zien, met slechts kleine fluctuaties tussen 1994 en 2001.

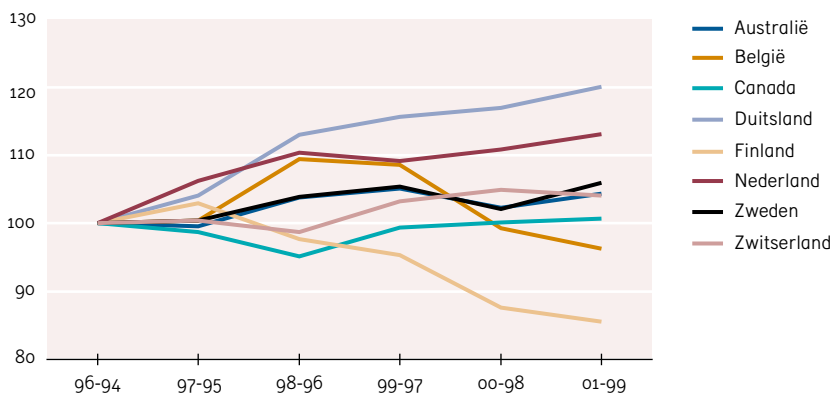
<sup>4</sup> Hierbij dient te worden aangetekend dat elk substantieel outputniveau sowieso een omvangrijke input vereist in termen van kennispotentieel, een brede en solide wetenschappelijke kennisinfrastructuur, voldoende financiële bestedingen voor onderzoek, en hoogwaardige wetenschappelijke opleidingen.

<sup>5</sup> Een groei in de publicatie-output en productiviteit is doorgaans een resultaat van toegenomen activiteit, verbeterde effectiviteit en/of verhoogde efficiëntie. Daarnaast kan er sprake zijn van een wisselwerking tussen publicatiegewoonten en externe invloeden zoals onderzoeksevaluaties in landen waardoor druk wordt uitgeoefend om de publicatieproductie te verhogen teneinde aan outputnormen dit voldoen (het 'publish or perish' fenomeen). Deze externe processen kunnen de omvang van de productiviteit, en de stijging daarvan, significant beïnvloeden. Hierbij moet worden aangetekend dat deze publicatiedruk in de meeste West-Europese landen (gaandeweg) aan belang heeft gewonnen in de jaren 90. Het is onduidelijk of dit verschijnsel van invloed is op vergelijkingen in productiviteit en de bijbehorende rangorde van West-Europese landen.

<sup>6</sup> De relatieve lage posities van de grotere niet-Engelstalige wetenschappelijke naties (zoals Frankrijk, Duitsland en Italië) zijn voor een belangrijk deel het gevolg van die publicatiegewoonten. De wetenschappers in deze landen publiceren vaker in hun eigen taal. Deze nationale tijdschriften zijn vaak niet opgenomen in de Engelstalig georiënteerde ISI-bestanden.

**Figuur 5.4 De productiviteit van Nederlandse onderzoekers gaat omhoog**

Trends in wetenschappelijke productiviteit (aantal publicaties per onderzoeker in de hoger onderwijs en (semi-)publieke sector), 1994-2001\*, \*\*



\* Gegevens voor het Verenigd Koninkrijk zijn in de OESO data niet beschikbaar.

\*\* Bij ontbrekende datapunten heeft interpolatie plaatsgevonden.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

De wetenschappelijke prestaties qua output staan uiteraard in relatie tot de kwaliteit en omvang van het personeel in de publieke sector dat zich direct bezig houdt met het verrichten van wetenschappelijk onderzoek, en met name diegenen die zich bezig houden met het universitaire onderzoek waar kennisvermeerdering en verspreiding als hoofdtaak wordt beschouwd, en prestaties o.a. worden afgemeten aan de hand van bibliometrische indicatoren.<sup>7</sup> **Figuur 5.4** laat de ontwikkeling zien de nationale publicatieoutput in relatie tot het aantal onderzoekers in de publieke sector.<sup>8</sup> De output wordt hier gerelateerd aan de input van twee jaar daarvoor. De grafiek laat zien dat Nederland in de bovenste regionen verkeert voor wat betreft de productiviteitsstijging. Alleen Duitsland laat een sterkere stijging van de productiviteit zien. Onze productiviteit is dus gestegen op grond waarvan men zou kunnen concluderen dat het universitaire systeem efficiënter en effectiever is geworden. Waarschijnlijk is dit ook ten dele het geval.<sup>9</sup> De middenmoot wordt gevormd door het Zwitserland, Zweden en Australië, terwijl Canada een min of meer stabiele situatie laat zien ten opzichte van de positie in 1994. Tenslotte, laten België en Finland een aanvankelijke stijgende tendens zien vanaf 1994, die zich vanaf 1996 omzet in een gestage daling van de productiviteit; in het geval van Finland tot 15% onder

het niveau van 1994, wat vooral voortvloeit uit forse toenames van met name het aantal onderzoekers.

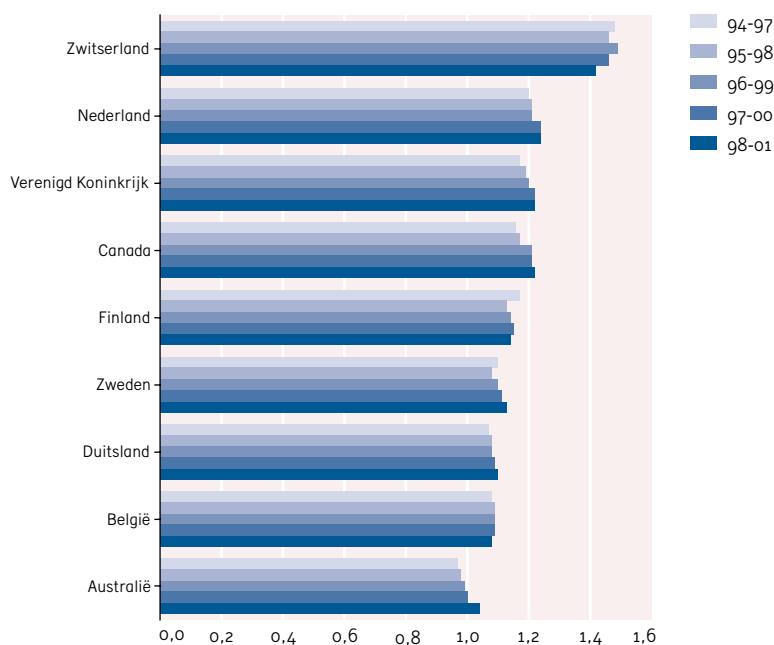
In **Figuur 5.5** worden de recente ontwikkelingen in citatie-impact van de negen landen getoond. De indicator die hiervoor gebruikt wordt is een score die de gemiddelde citatie-impact van elk land uitdrukt ten opzichte van het mondiaal gemiddelde van de vakgebieden waar deze publicaties in plaats vinden.

<sup>7</sup> De programmering van universitair onderzoek wordt ook in toenemende mate bepaald door nutsoverwegingen.

<sup>8</sup> Voor het Verenigd Koninkrijk heeft deze berekening niet plaatsgevonden als gevolg van het ontbreken van deze gegevens in de OESO data. Verdere ontbrekende cijfers zijn door extrapolatie verkregen.

<sup>9</sup> Dergelijke algemene constatering moeten in de juiste context worden geplaatst: input-output analyses van een wetenschapssysteem laten zich niet goed beschrijven in termen van simpele causale relaties. Daarvoor zijn de uitkomsten van onderzoek in relatie tot de financiering te onvoorspelbaar, en verspreiding van output naar gebruikers te grillig en diffuus. Bovendien zijn interne ontwikkelingen in het Nederlandse universitaire systeem vaak mede afhankelijk van tal van externe (cognitieve/sociale/institutionele/politieke) factoren die zich zowel op nationaal en internationaal niveau doen gelden.

**Figuur 5.5 Nederlandse wetenschappelijk impact stijgt nog steeds**  
Trends in de relatieve citatie-impact van de focuslanden, 1994-2001\*



\* Veldgenormeerde citatie-impactscore (gemiddelde score mondiaal = 1,00).

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

Voor deze impactanalyse is gebruik gemaakt van een vierjarig citatie-venster (meer over deze benadering in de methodologische bijlage van dit rapport op de NOWT website). Uit de resultaten blijkt dat acht van de negen focuslanden in de totale periode een impactscore hadden die boven het wereldgemiddelde van 1,0 ligt. Alleen Australië bevond zich midden jaren 90 onder het wereldgemiddelde. Terwijl de impactscores van Canada, Verenigd Koninkrijk, en Nederland rond de 1,2 schommelen (ongeveer 20% hogere dan het wereldgemiddelde), ligt de impactscore van Zwitserland rond de 1,4. Daarbij valt wel op dat de impactscore van Zwitserland terugloopt, terwijl de impact van de andere drie landen juist stijgt.

Ondanks alle inter-, multi- en transdisciplinaire wetenschappelijke ontwikkelingen, fungeren de traditionele wetenschappelijke ('mono')disciplines nog steeds als één van de belangrijkste structurele kenmerken van het mondiale onderzoeksbestel. Deze brede kennisgebieden fungeren als een belangrijk referentiekader voor de diverse instituties, waaronder de universiteiten. Wetenschappelijke disciplines dienen als algemeen ordeningsmechanisme en bindmiddel om de grote vakinhoudelijke heterogeniteit en dynamiek in dit systeem te beheersen, te evalueren en te sturen. Disciplines zijn daarmee *de facto* het meest geschikte vakinhoudelijk ingang om op macroniveau analyses uit te voeren van het Nederlandse onderzoeksysteem in een internationaal perspectief. In deze bibliometrische analyses wordt elke discipline gedefinieerd als een verzameling verwante tijdschriften (zie de methodologische bijlage op de NOWT-site voor meer details).

**Figuur 5.6** presenteert de output-aandelen van Nederland en de acht referentielanden over de diverse wetenschappelijke disciplines voor de jaren 1998-2001. De ordening heeft plaatsgevonden naar aflopende grootte van aantallen Nederlandse publicaties. De grootste disciplines voor Nederland zijn: Klinisch-medische wetenschappen (22,7%), Fundamentele levenswetenschappen (11,3 %), Fundamentele en experimentele medische wetenschappen (11,0 %), Fysica en materiaalkunde (8,8 %), Chemie en chemische technologie (8,2 %), en Biologische wetenschappen (4,2 %). Met name de wiskunde, technische wetenschappen, en de meeste alfa- en gammawetenschappen produceren een betrekkelijk klein volume aan onderzoekspublicaties, enerzijds een gevolg van publicatiegewoonten in deze disciplines, anderzijds is dit te wijten aan de ISI bibliografische bestanden die veel (Engelstalige) vakliteratuur in de medische- en levenswetenschappen bevatten. Aangezien dit verschijnsel ook in meerdere of mindere mate van toepassing is op de andere landen, zijn de cijfers voor de alfa- en gammawetenschappen slechts in beperkte mate bruikbaar voor internationale vergelijkingen.

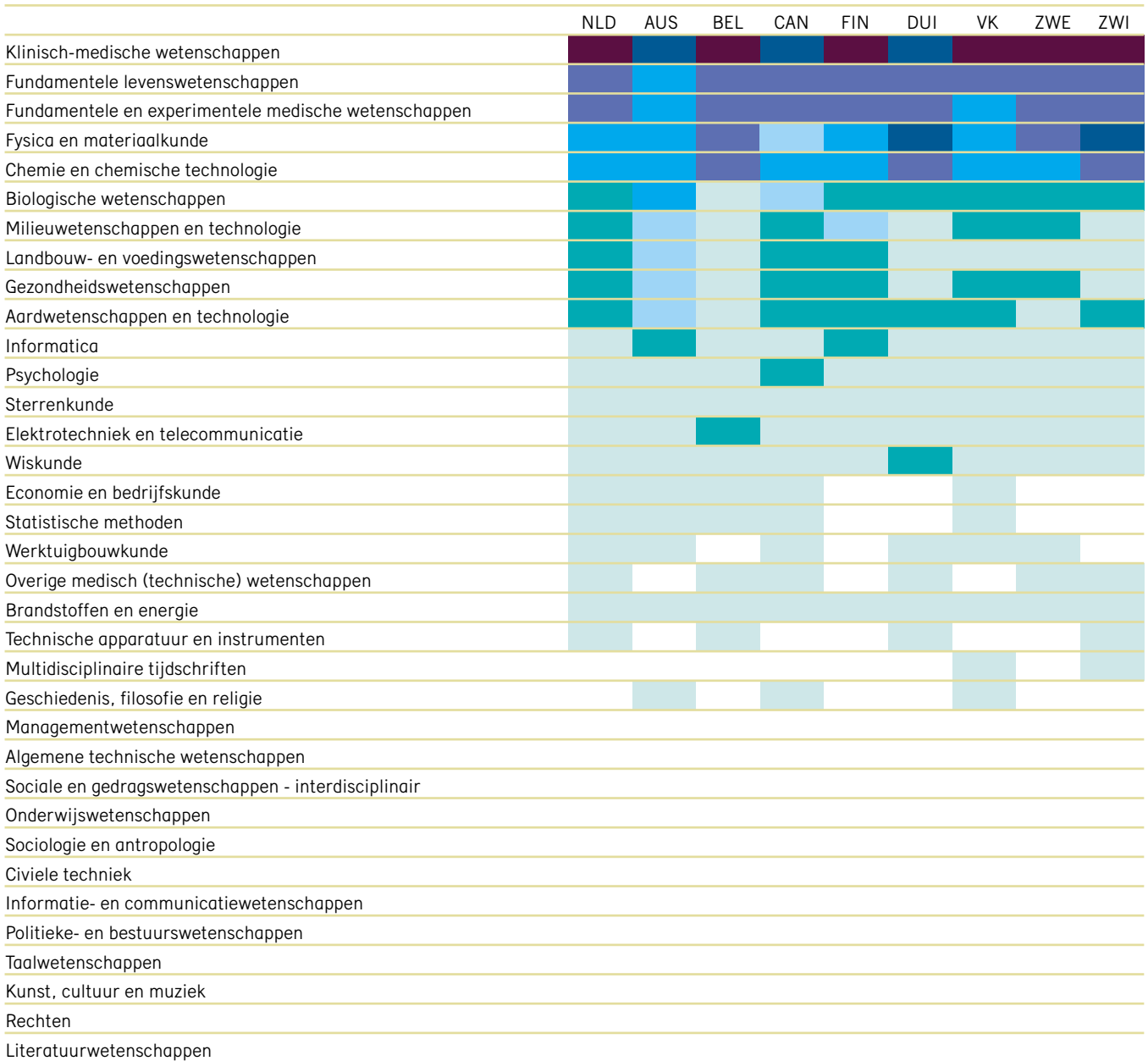
De landen wier profiel sterk lijkt op dat van Nederland zijn Finland en het Verenigd Koninkrijk, dat wil zeggen een sterke

focus op de medische wetenschappen en een minder sterke focus op de natuurwetenschappen. Duitsland, Zwitserland, en België delen een profiel dat zich vooral kenmerkt door een sterkere nadruk op de natuurwetenschappen, in het bijzonder Fysica en materiaalkunde en Chemie en chemische technologie. Het land met een sterk afwijkend profiel is Australië: een sterke concentratie van output in vooral disciplines van de geneeskunde, maar over een veelheid van gebieden. Verder nemen we een gelijkenis waar voor wat betreft de Economie en bedrijfskunde tussen enerzijds Nederland en anderzijds de Angelsaksische landen.

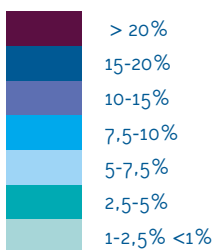


**Figuur 5.6 Gelijkenis van wetenschappelijke profielen**

Wetenschappelijk specialisatieprofielen van landen: aandelen per discipline in nationale publicatie-output, 1998-2001\*



\* Wetenschappelijke disciplines geordend naar aflopende grootte van Nederlandse publicatie-output. Verklaring van kleurcodes:



Bron: CWTS/ISI, data-bewerkingen: CWTS.

## Kader 2 Output en impact trends in de grootste disciplines vergeleken\*

Een nadere beschouwing van *Klinisch-medische wetenschappen* laat zien dat de twee landen wier profiel sterk op dat van Nederland lijkt – Finland en het Verenigd Koninkrijk - een dalend aandeel laten zien in de Klinische-medische wetenschappen, waarbij vooral de sterke daling in Finland opvalt (bijna 5% minder output). Voor wat betreft de impactontwikkeling van de negen landen is de relatief lage impact van Zwitserland in deze discipline opmerkelijk, in vergelijking met het hoge impactprofiel van de Zwitserse wetenschap in zijn geheel. Finland realiseert een hoge en stijgende impact in deze discipline, tegen de achtergrond van een relatief dalende output.

Een nadere analyse van de *Fundamentele levenswetenschappen* laat voor veel landen, waaronder Nederland, een dalend aandeel van deze discipline in de nationale publicatie-output zien. Een lichte afname in aandeel kan overigens ook duiden op een groei die achterblijft bij de gemiddelde toename in nationale output over alle disciplines (zie Figuur 5.3). Voor wat betreft de impact, niet één van de negen landen heeft een relatief hoge impact in deze discipline. Voor Nederland blijft de impact achter bij het nationale gemiddelde. Alleen voor Zwitserland geldt dat hetzelfde hoge nationale impactniveau wordt geëvenaard.

In de discipline *Fundamentele en experimentele medische wetenschappen* nemen we een relatief groot outputaandeel waar voor Zweden en België (>16% van de publicatie-output). Landen met een relatief klein aandeel in deze discipline zijn: Australië, Duitsland, en het Verenigd Koninkrijk (rond 12% van de nationale output). Voor wat betreft de impactscores en de ontwikkeling daarin voor deze discipline zien we dat alleen het Verenigd Koninkrijk en Zwitserland rond het nationale impact gemiddelde scoren, terwijl de andere landen een groot verschil laten zien ten opzichte van dat nationale gemiddelde. Vooral Finland, Zweden en Nederland laten hier een verschil van meer dan 20% met de nationale impact noteren.

Een nadere analyse van *Fysica en materiaalkunde* onderschrijft hetgeen reeds in de algemene beschouwing over deze discipline werd gezegd: Duitsland (>20% van alle publicaties), Zwitserland (ongeveer 20%), en België (ongeveer 15%) hebben een relatief grote output in dit gebied, vergeleken met de andere focuslanden. Deze discipline heeft in Nederland ongeveer dezelfde omvang als in het Verenigd Koninkrijk en Finland (ongeveer 12%). En hoewel de output in deze discipline in vergelijkende zin dus niet tot de grootste disciplines behoort,

heeft Nederland wel een hoge impact, hoger dan bijv. het Verenigd Koninkrijk. De fysica en materiaalkunde in Nederland heeft een ongeveer 20% hogere impact dan het nationale gemiddelde, hierin wordt Nederland alleen overtroffen door Zwitserland en Finland.

De outputontwikkeling in *Chemie en chemische technologie* geeft voor Nederland een 11% aandeel aan in de Nederlandse output. In Duitsland, Zwitserland, en België is het aandeel van deze discipline relatief groter. De impactontwikkeling van de negen landen in deze discipline laat zien dat Nederland relatief de hoogste score heeft, in vergelijking met het nationale gemiddelde. Dit is geheel in lijn met recente bevindingen in een nationale visitatie, waarin van Nederland in het geheel, maar ook van een groot aantal onderzoeksgroepen aan Nederlandse universiteiten werd vastgesteld dat er uitstekend wetenschappelijk onderzoek werd bedreven. Van de andere landen in de analyse springt alleen Zweden er uit als een land met een relatief hoge impact in deze discipline.

Een nadere beschouwing van de output ontwikkeling in de *Biologische wetenschappen* laat zien dat we relatief grote aandelen in deze discipline (niet geheel onverwacht) vinden voor Australië en Canada, terwijl de Europese landen zo rond de 4-6% schommelen. De impactscore voor deze discipline voor Nederland ligt rond het nationale gemiddelde, net als bij het Verenigd Koninkrijk en Zweden, terwijl de meeste andere landen in deze analyse een relatief gezien veel lagere impact score hebben (vooral Canada, Finland, en in mindere mate, Zwitserland).

\* Zie de statistische bijlage op de NOWT-site voor de bijbehorende figuren

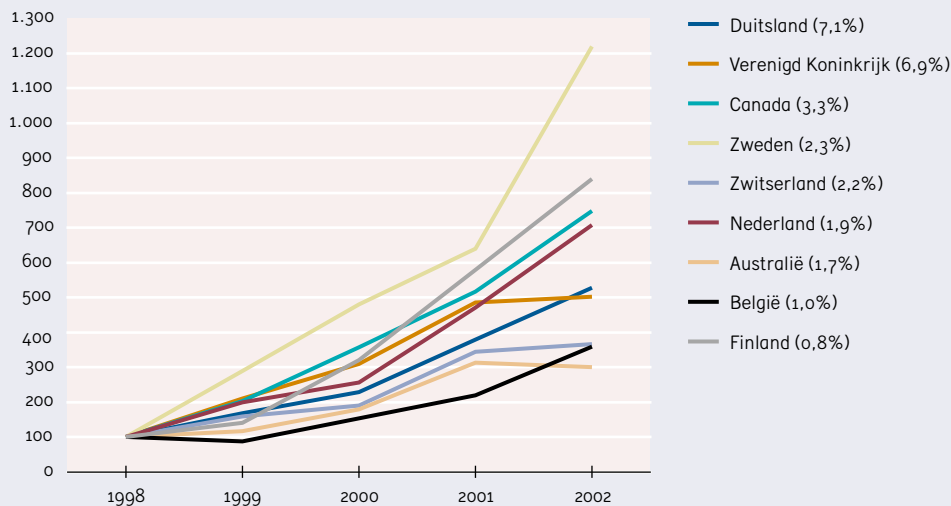
### Kader 3 Genomics onderzoek

Genomics onderzoek brengt de genen van mensen, dieren, planten en micro-organismen in kaart. Er wordt op dit terrein grootschalig fundamenteel en toegepast onderzoek verricht naar de functie van genen en de manier waarop erfelijke eigenschappen zijn vastgelegd in de genen. Alle wetenschappelijk vooraanstaande landen hebben inmiddels Genomics-onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma's. In Nederland wordt dit onderzoek gecoördineerd door het Nationaal Regie-Organen Genomics, ondergebracht bij NWO. Het doel is om Nederland naar de mondiale top te brengen. Met name via de zogeheten *Genomics Zwaartepunten*, samenwerkingsverbanden tussen Nederlandse onderzoekers aan universiteiten en onderzoeksinstituten. Ook het reeds lopende *IOP Genomics*, een stimuleringsregeling van het Ministerie van Economische Zaken, maakt deel uit van de nationale strategie (zie Figuur 4.4b). Voorts omvat deze integrale aanpak het *NWO-programma Genomics* gericht op de stimulering en coördinatie van fundamenteel onderzoek. Het regie-organen houdt zich ook bezig met de aanvraag van projecten binnen *Bsik* (Besluit subsidies investeringen kennisinfrastructuur - voorheen

ICES-KIS), een initiatief van de Nederlandse overheid om innovatie te stimuleren door het bevorderen van samenwerking tussen industrie, universiteiten en onderzoeksinstituten.

De positie van Nederland binnen het mondiale onderzoek laat zich enigszins afmeten aan de hand van het aantal Nederlandse onderzoekspublicaties in wetenschappelijke en technische tijdschriften – zowel in volume als in groei in recente jaren. De figuur geeft een overzicht voor Nederland en de focuslanden, op basis van gebiedsdefinitie zoals deze is gehanteerd in een recente CWTS-studie voor IOP Genomics. Nederlandse onderzoekers publiceerden 99 onderzoeksartikelen in 2002, 1,9% van de wereldwijde output (de aantallen onderzoekspublicaties van Nederland en de overige landen zijn vooralsnog te gering voor een betrouwbare citatie-analyse). Dit percentage is in lijn met de gemiddelde bijdrage van Nederland in de mondiale wetenschap. Qua groei blijkt Nederland echter tot de beter presterende landen te behoren in 2002 met een 700% toename ten opzichte van 1998.

Trends in relatieve publicatie-output in Genomics-onderzoeksartikelen (1998=100)



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

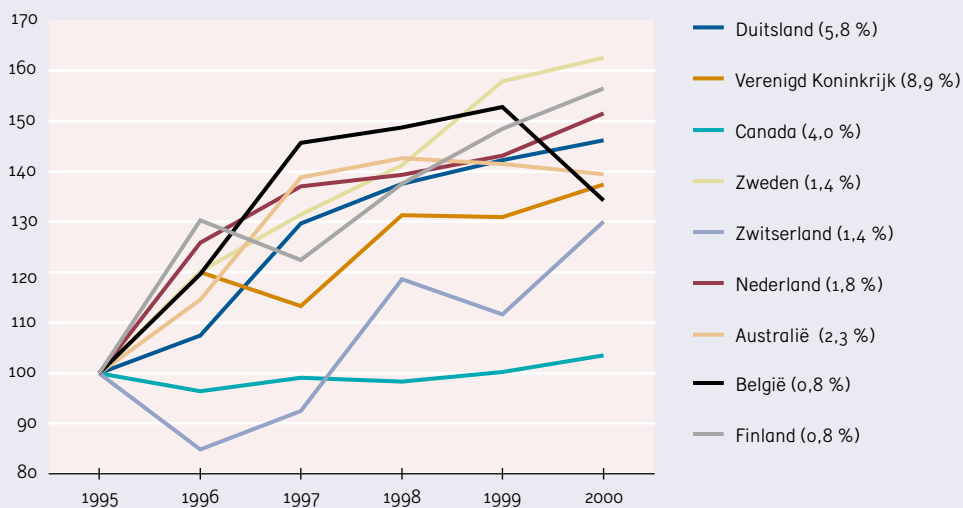
## Kader 4 ICT onderzoek

De stormachtige ontwikkelingen in recente jaren wijzen uit dat informatie- en communicatie-technologieën (ICT), en daarop gebaseerde faciliteiten en diensten, ook in de komende jaren nog sterk aan economische betekenis zullen winnen. ICT is ook in Nederland één van nationale R&D-speerpunten, onder andere via het Telematica Instituut, het Digitale Delta-beleidsinitiatief, en Bsik-consortia van kennisinstellingen en bedrijven. De ICT R&D-intensiteit van het Nederlandse bedrijfsleven bedroeg 0,3% in 1999; een orde van grootte minder dan in Finland en Zweden met respectievelijk 1,1% en 0,8% (OESO, 2001a). De productie van nieuwe technologische kennis, zoals de tweede generatie Internet en multimedia, vindt onder meer plaats via fundamenteel onderzoek in universiteiten, toegepast onderzoek in onderzoeksinstituten en R&D in bedrijven. Onderzoekers in de Nederlandse publieke sector produceren jaarlijks vele duizenden wetenschappelijke artikelen op het gebied van ICT-gerelateerd onderzoek. De omvang van deze output, en het aandeel van die artikelen in de totale nationale kennisproductie, geeft een internationale vergelijkende in-

dicatie van de omvang van ICT-onderzoek. De aantallen citaties in de internationale wetenschappelijke wereld naar die artikelen geven tevens een indruk van het algemeen belang ('impact') van Nederlands onderzoek. De productie van ICT-octrooien geeft een indruk van de technologische prestaties.

Nederland blijkt goed in de pas te lopen met de internationale toename in ICT-onderzoeksartikelen. We vertegenwoordigen 1,8% van de wereldproductie. Uit een eerdere CWTS-studie bleek dat ons ICT-onderzoek echter slechts 3,4% van de totale Nederlandse productie vertegenwoordigt, waarmee wij duidelijk achterlopen ten opzichte van Canada, Australië en Finland (EZ e.a., 2003). Qua citatie-impact staat Nederland op de derde plaats met een score van 1,21 (21% meer citaties dan het mondiale gemiddelde), achter de VS en Zwitserland (zie EZ e.a., 2003 en de statistische bijlage). Nederland heeft echter betrekkelijk weinig ICT-octrooien per miljoen inwoners in vergelijking met Finland, Zweden, Duitsland, Verenigd Koninkrijk en Australië (EZ e.a., 2003).

Trends in relatieve publicatie-output in ICT-onderzoek (1995=100)



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

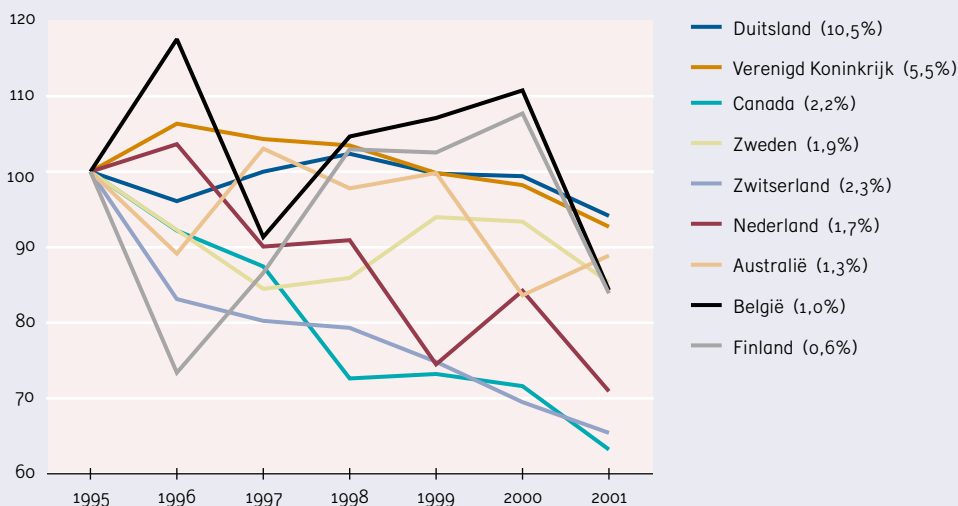
## Kader 5 Nanoscience

Nanoscience (ook bekend als 'nanotechnologie') is het wetenschapsgebied dat zich bezig houdt met wetenschappelijk onderzoek en technische ontwikkeling gericht op de controle en manipulatie van materiële structuren met afmetingen van 0,1 tot 100 nanometer. Dit multidisciplinaire gebied wordt wereldwijd beschouwd als één van de meest veelbelovende voor wat betreft de ontwikkeling van generieke productietechnologieën en commerciële toepassingen. Vele landen, waaronder Nederland, hebben speciale onderzoeksprogramma's in het leven geroepen om nanoscience en nanotechnologie activiteiten te stimuleren en te bundelen. *NanoNed* is een recent opgericht nanotechnologie-onderzoeksnetwerk waarin Nederlandse universiteiten en Nederlandse bedrijven participeren. Op grond van een CWTS-gegevensbestand, en een gebiedsdefinitie afkomstig van een panel van Europese experts, ten behoeve van CWTS's *Mapping of excellence*-studies voor de Europese Commissie, kan een internationaal vergelijkend overzicht worden gegeven van de trends in de output van wetenschappelijke publicaties in de periode 1995-2001, alsmede de

bijbehorende citatie-impact. Nederland vertegenwoordigt 1,7% van de wereldwijde output in dit bestand. Uit de onderstaande figuur blijkt dat het aandeel van Nederland - en de overige acht focuslanden - een dalende lijn vertoont. Deze daling is slechts relatief omdat landen zoals Zuid-Korea, China, India en Taiwan een grotere outputstijging laten zien. In absolute zin zien we voor zowel Nederland als de andere landen een (lichte) stijging. Wat de internationale wetenschappelijke impact van die publicaties betreft staat Nederland, met een veldgenormaliseerde impact-score van 2,0 (tweemaal het wereldgemiddelde), op de derde positie wereldwijd achter Zwitserland en de Verenigde Staten.

De Nederlandse nanoscience put uit een diversiteit aan vakgebieden, en wijkt daarbij op een aantal punten af van het mondiale multidisciplinaire onderzoeksprofiel; Nederlands onderzoek wordt vooral gekenmerkt door een relatief sterk aandeel vanuit polymeren-onderzoek en farmacologisch onderzoek.

Trends in relatieve publicatie-output in Nanoscience-onderzoeksartikelen (1995=100)



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

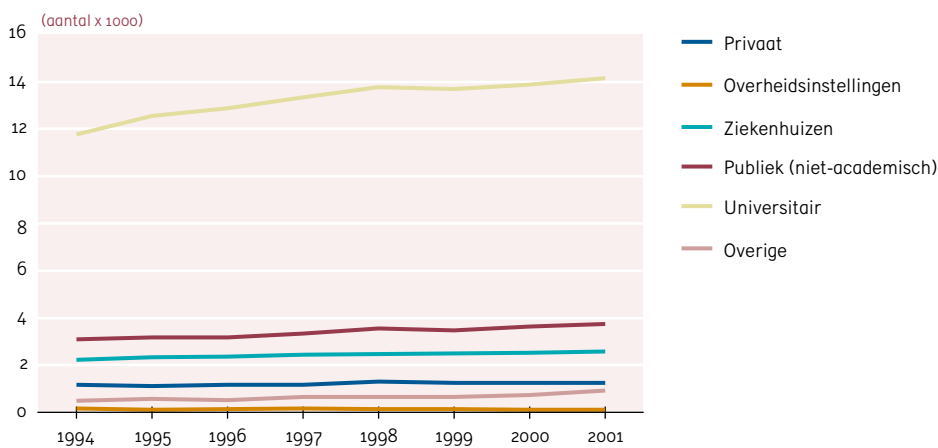
### 5.1.3 Output en impact per institutionele sector

Ons nationale onderzoekstelsel bestaat uit een grote diversiteit aan publiek-gefinancierde, semi-publieke en private instellingen die zich gedeeltelijk of volledig bezig houden met het uitvoeren van fundamenteel wetenschappelijk of technisch onderzoek. Deze paragraaf geeft aandacht aan de positie van de verschillende "institutionele hoofdsectoren" in het Nederlandse R&D systeem. De institutionele afkomst van Nederlandse onderzoekspublicaties in internationale tijdschriften weerspiegelt de locatie van onderzoeksactiviteiten, en in het bijzonder de aandacht voor fundamenteel onderzoek in de diverse typen Nederlandse R&D-instellingen. Van oudsher wordt het leeuwendeel van dit onderzoek uitgevoerd aan de universiteiten, deels in onderzoeksinstituten (KNAW, NWO, overheid(sinstellingen), e.d.) en daarnaast in geringe mate in de private onderzoeksinstituten (bijv. NIZO) en laboratoria van grote R&D-intensieve ondernemingen.

We onderscheiden de universitaire sector (inclusief de academische ziekenhuizen), de niet-universitaire onderzoeksinstituten in de publieke sector (bijv. NWO en KNAW-instellingen, TNO en de GTIs), de private sector, de instituten verbonden

aan de overheid (bijv. het KNMI), de algemene ziekenhuizen, en een categorie "Overige" met inbegrip van de in Nederland gevestigde internationale instellingen (bijv. ESA), maar tevens verenigingen, musea, *et cetera*. **Figuur 5.7** presenteert de jaarlijkse ontwikkeling in aantallen publicaties tussen 1994 en 2001 van elke sector. Duidelijk is dat de universitaire sector verreweg de belangrijkste bijdrage levert aan de wetenschappelijke productie van Nederland, op grote afstand gevolgd door de publieke (niet-academische) onderzoeksinstituten, en de algemene ziekenhuizen.

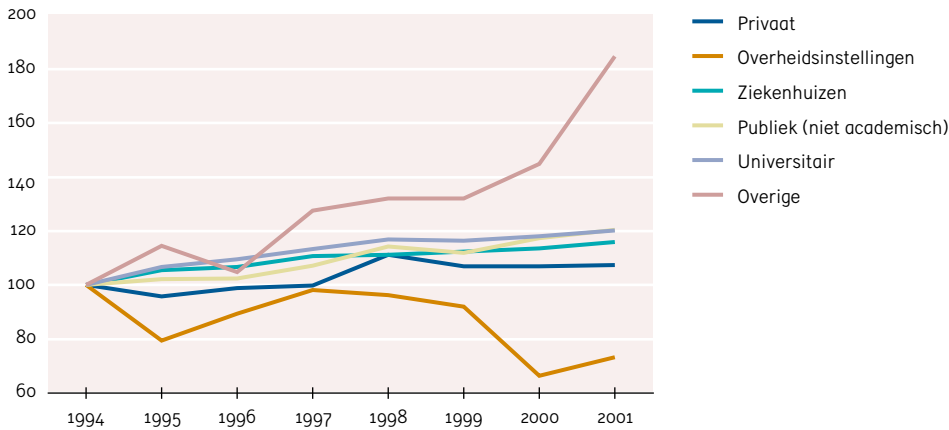
**Figuur 5.7 De gecombineerde publieke sector als drijvende kracht van het Nederlandse kennissysteem**  
Trends in output van onderzoekspublicaties per institutionele sector in Nederland, 1994-2001



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.8 Sectorale groei verdeeld over het Nederlands kennissysteem**

Trends in ontwikkeling van het aandeel publicatie-output per sector in Nederland , 1994-2001



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.8** laat zien dat alle sectoren een stijging in output kennen behalve de overheidssector. Met name de categorie 'Overige' vertoont een opmerkelijke groei, vooral een gevolg van de toename van de in Nederland gevestigde internationale organisaties. De verdere toename van de universitaire output komt grotendeels op het conto van de maatschappij- en gedragswetenschappen die bezig zijn met een inhaalslag (zie NOWT 2000, Figuur 3.1).

**Tabel 5.9** laat de relatieve bijdrage van de verschillende sectoren zien aan de verschillende wetenschappelijk disciplines. Hierbij is het opvallend dat de niet-universitaire onderzoeksinstituten een sterke bijdrage leveren aan met name technisch wetenschappelijke disciplines, en in mindere mate aan de natuurwetenschappen, terwijl in de meeste disciplines de academische sector 60% of meer voor haar rekening neemt. Een belangrijke bijdrage levert de private sector aan de output in de natuurwetenschappen (vooral Chemie en chemische technologie), maar de bijdrage van de private sector is het grootst in de technische wetenschappen.

**Tabel 5.9 Universitaire sector is de grootste kennisleverancier**

Verdeling Nederlandse onderzoekpublicaties over institutionele sectoren en wetenschappelijke disciplines (% rijtotaal), 1998-2001

Discipline*	Univer- sitair	Publiek niet-acad.	Over- heid	Zieken- huizen	Privaat	Internat. inst.
Fundamentele levenswetenschappen	69,4	13,4	0,2	11,3	5,6	0,1
Overige medisch (technische) wetenschappen	67,1	9,2	0,1	13,4	10,3	0,0
Gezondheidswetenschappen	65,8	11,4	0,8	20,0	1,8	0,3
Fundamentele en experimentele medische wetens.	64,2	13,4	0,5	17,0	4,6	0,3
Klinisch medische wetenschappen	61,6	9,9	0,4	25,3	2,4	0,4
Biologische wetenschappen	74,2	19,0	1,3	1,7	3,3	0,5
Landbouw- en voedingswetenschappen	72,5	15,6	0,7	2,0	9,0	0,2
Milieuwetenschappen en technologie	58,6	26,8	3,9	1,3	7,5	1,9
Aardwetenschappen en technologie	51,6	34,4	1,9	0,1	5,9	6,0
Wiskunde	68,7	22,9	0,1	3,9	4,1	0,3
Statistische methoden	66,5	13,9	1,6	12,2	5,7	0,2
Chemie en chemische technologie	62,4	19,4	0,2	1,2	16,1	0,7
Informatica	60,7	24,9	0,3	3,7	9,6	0,8
Fysica en materiaalkunde	59,3	27,8	0,1	0,1	9,0	3,7
Sterrenkunde	53,3	23,9	0,0	0,0	0,5	22,2
Algemene technische wetenschappen	48,2	26,5	0,7	5,9	16,8	2,0
Technische apparatuur en instrumenten	43,7	36,2	0,0	2,4	11,9	5,9
Elektrotechniek en telecommunicatie	41,0	31,5	0,4	0,9	20,7	5,6
Werktuigbouwkunde	38,8	37,6	0,2	5,3	10,5	7,6
Brandstoffen en energie	34,2	43,0	0,5	1,1	13,9	7,3
Civiele techniek	28,2	50,6	2,5	0,6	15,5	2,5
Onderwijswetenschappen	91,8	1,9	0,2	5,0	1,1	0,0
Sociologie en antropologie	81,7	6,2	2,8	6,7	0,5	2,3
Psychologie	80,7	8,9	0,5	8,3	1,6	0,0
Politieke- en bestuurswetenschappen	76,4	5,1	3,3	5,8	2,2	7,2
Informatie- en communicatiewetenschappen	69,5	15,8	1,0	6,2	6,8	0,7
Economie en bedrijfskunde	69,1	5,9	3,5	15,0	4,5	2,0
Sociale- en gedragwetenschappen – interdiscipl.	68,1	13,6	1,5	15,1	0,8	0,9
Managementwetenschappen	62,3	10,0	0,8	16,4	5,9	4,7
Literatuurwetenschappen	93,9	2,7	0,0	3,4	0,0	0,0
Geschiedenis, filosofie en religie	83,8	6,1	1,2	8,6	0,2	0,2
Kunst, cultuur en muziek	83,4	7,6	2,4	1,9	4,3	0,5
Taalwetenschappen	73,8	24,7	0,4	1,1	0,0	0,0
Rechten	58,5	14,3	13,4	8,3	1,8	3,7
Multidisciplinaire tijdschriften	66,3	20,2	0,3	7,6	4,4	1,2

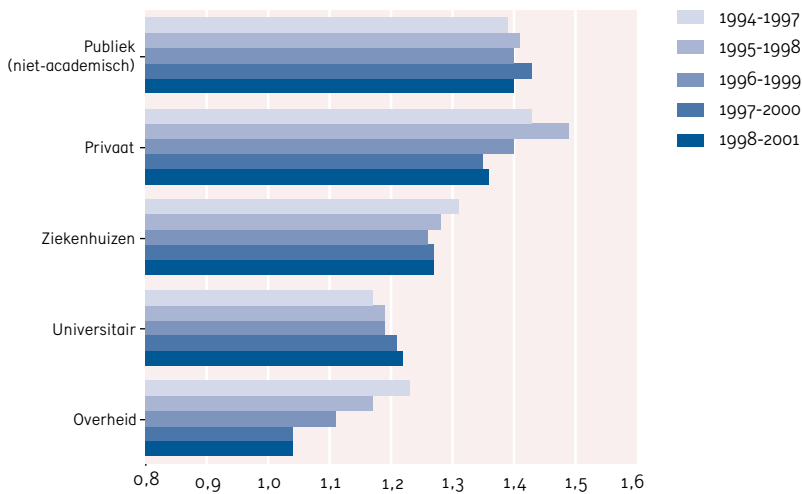
\* Geordend naar aflopend aandeel van de academische sector per groep disciplines behorende tot een wetenschappelijk hoofdgebied.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.



**Figuur 5.10 Hoge citatie-impact van het Nederlands onderzoek is ook de verdienste van niet-universitaire onderzoeksinstituten en bedrijven**

Trends in citatie-impact van onderzoekspublicaties naar institutionele sector, 1994-2001\*



\* Discipline-genormeerde relatieve citatie-impactscores (mondiaal gemiddelde = 1,0).

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.10** laat de citatie-impact trends zien van de vijf grootste sectoren. De hoogste impact vinden wij voor de private sector en de publieke niet-academische sector, waar de impact ongeveer 40% boven het wereldgemiddelde ligt. De impact van de universitaire sector ligt rond de 20% boven het wereldgemiddelde en is stijgende.<sup>10</sup> De impact van de ziekenhuizen daalt licht, maar ligt nog wel steeds ruim 20% boven het wereldgemiddelde. Evenals de wetenschappelijke output is de impact van de publicaties afkomstig van onderzoeksinstituten gelieerd aan de overheid opmerkelijk gedaald in de jaren 90.

**Tabel 5.11** geeft de impact scores per sector en discipline. Hierbij valt op dat met name het bedrijfsleven, met soms zelfs een kleine output, een hoge impact behaalt.

<sup>10</sup> Gezien de relatief grote omvang van de universitaire publicatie-output, is het ook om statistische redenen onwaarschijnlijk dat deze sector een zeer hoge gemiddelde impact zal kunnen genereren. Immers, hoe meer men publiceert des te meer het totaal naar het gemiddelde niveau zal schuiven. Naarmate de aantallen publicaties van een entiteit toenemen zal de citatiescore minder extreem zijn.

**Tabel 5.11 Elke institutionele sector produceert veelgeciteerd onderzoek**

Citatie-impact scores naar institutionele sectoren en wetenschappelijke disciplines, 1998-2001\*, \*\*, \*\*\*

Discipline	Univer- sitair	Publiek niet-acad	Over- heid	Zieken- huizen	Privaat	Internat. inst.
Klinisch medische wetenschappen	1,22	1,38	0,86	1,29	1,50	1,45
Fundamentele levenswetenschappen	1,09	0,74	1,94	1,13	1,28	0,99
Gezondheidswetenschappen	0,98	0,54	1,00	1,00	0,97	1,16
Fundamentele en experimentele medische wetens.	0,95	0,77	0,99	0,95	1,07	1,00
Overige medische (technische) wetenschappen	0,91		1,49	1,00	0,81	1,00
Aardwetenschappen en technologie	1,42	0,55	0,66	1,94	1,16	1,32
Landbouw- en voedingswetenschappen	1,25	0,29	1,36	1,09	1,36	2,14
Milieuwetenschappen en technologie	1,24	2,68	1,21	1,39	1,46	0,80
Biologische wetenschappen	1,13	0,45	0,85	1,59	1,25	0,98
Chemie en chemische technologie	1,49	0,62	1,22	0,72	1,28	1,58
Fysica en materiaalkunde	1,49	0,7	0,32	1,58	1,35	1,54
Sterrenkunde	1,29	1,03	0,46		1,14	0,81
Informatica	1,15	0,95	0,32	0,74	1,07	1,35
Wiskunde	1,04	1,45	1,42	1,22	1,18	1,19
Statistische methoden	0,89	2,36	1,04	0,95	1,17	0,90
Electrotechniek en telecommunicatie	1,12	0,83	0,81	0,57	1,10	1,50
Werktuigbouwkunde	0,97	0,22	0,62	0,88	0,98	1,12
Civiele techniek	0,93	0,61	0,25		0,82	0,88
Technische apparatuur en instrumenten	0,90	0,68		0,90	0,73	0,62
Algemene technische wetenschappen	0,88	0,66	2,97	1,10	0,80	1,84
Brandstoffen en energie	0,71	0,62	0,39	0,91	0,79	0,81
Informatie- en communicatiewetenschappen	1,62			1,12	1,55	1,03
Managementwetenschappen	1,36	1,80		0,98	0,89	0,78
Sociale- en gedragwetenschappen – interdiscipl.	1,09	0,32	0,61	1,08	0,75	0,63
Economie en bedrijfskunde	1,07	1,57	0,67	0,91	0,97	0,53
Politieke- en bestuurswetenschappen	0,98	1,63	0,28	1,06	0,84	0,32
Psychologie	0,94	0,88	0,25	0,93	1,49	1,58
Onderwijswetenschappen	0,88			0,62	1,43	0,48
Sociologie en antropologie	0,84	0,77	0,24	0,57	0,9	0,73
Multidisciplinaire tijdschriften	1,48	0,63	1,73	2,19	2,44	1,23

\* Publicatie- en citatiejaren 1998-2001. Discipline-genormeerde relatieve citatie-impactscores (mondiaal gemiddelde = 1,0).

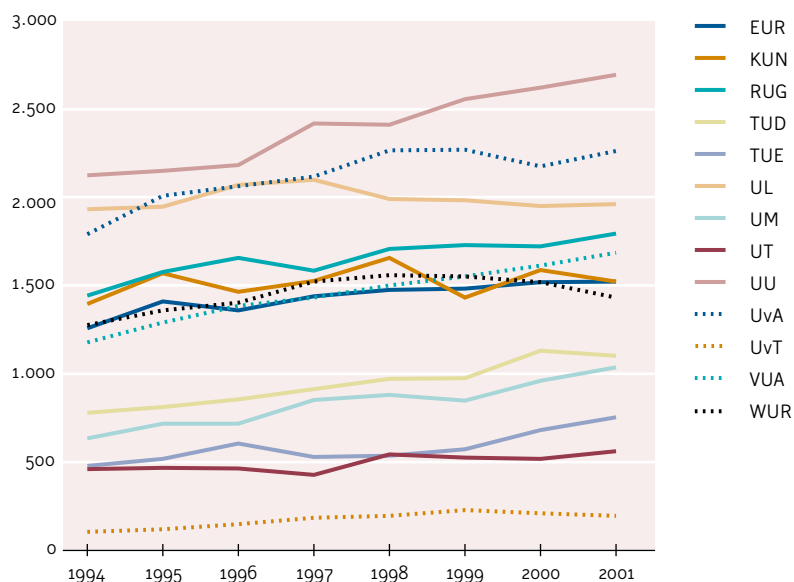
\*\* Geordend naar aflopende citatiescore van de academische sector in de disciplines behorende bij eenzelfde wetenschappelijke hoofdgebied.

\*\*\* Exclusief scores voor de disciplines in de alfa-wetenschappen vanwege de geringe publicatie-output van de niet-universitaire sectoren, en exclusief scores van niet-universitaire sectoren in de overige disciplines waarin minder dan 40 onderzoekspublicaties zijn verricht in 1998-2001.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.12 Universiteit van Utrecht met afstand de grootste**

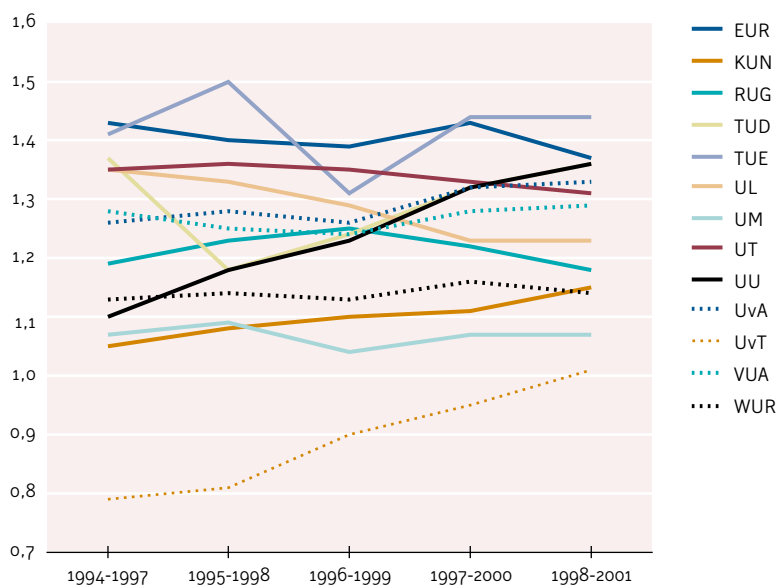
Trends in publicatie-output van Nederlandse universiteiten, 1994-2001



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.13 Technische Universiteit Eindhoven de meest geciteerde, Universiteit van Tilburg naar internationaal niveau**

Trends in de citatie-impactscores voor Nederlandse universiteiten, 1994/1997-1998/2001\*



\* Discipline-genormeerde relatieve citatie-impactscores (mondiaal gemiddelde = 1,0).

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

Nederlandse kennisinstellingen scoren internationaal gezien zeer goed qua wetenschappelijke prestaties. Uit het Europese Wetenschaps- en Technologie-indicatoren rapport bleken met name onze universiteiten tot de beste in Europa te behoren wat betreft hun veld-genormeerde citatie-impact (EC, 2003). De Technische Universiteit Eindhoven behaalde via deze indicator zelfs de derde plaats (na de Engelse topuniversiteiten Oxford en Cambridge). **Figuren 5.12 en 5.13** geven een trendanalyse van die prestaties, zowel qua publicatie-output als impact, over het geheel van de disciplines. Deze geaggregeerde scores kunnen uiteraard slechts een zeer algemeen beeld geven van die prestaties, meer nauwkeurige analyses vergen een onderscheid naar universitaire afdelingen en wetenschappelijke discipline. Gegeven deze beperkingen kunnen wij een aantal interessante ontwikkelingen zien. Zo zijn er, in tegenstelling tot de algemene stijgende trend in de Nederlandse publicatie-output, twee universiteiten die een (lichte) daling laten zien in de aantallen onderzoeksartikelen: Leiden en Wageningen. De grootste stijgers zijn Utrecht (qua volume) en Maastricht (relatief). Het betrekkelijk lage aantal publicaties van Tilburg is een gevolg van het disciplinaire profiel van deze universiteit dat zich kenmerkt door een grote nadruk op de sociale wetenschappen, een vakgebied dat minder goed is vertegenwoordigd in de ISI-bestanden en waar bovendien relatief weinig wordt gepubliceerd in internationale (Engelstalige) wetenschappelijke tijdschriften. Het is overigens juist Tilburg die een enorme groei laat zien in de citatie-impact van 0,80 naar 1, een buitengewone prestatie in een periode van vier jaar (Tabel 5.14 geeft een overzicht van de disciplines die hiervoor hebben gezorgd). Ook Utrecht, Nijmegen en Delft vertonen eind jaren 90 een opmerkelijk groei. Daarentegen zien we bij Groningen en Twente een lichte afname (zie **Figuur 5.13**).

**Tabel 5.14** geeft de impact scores voor de Nederlandse universiteiten per discipline. In deze tabel is een ordening aangebracht waarbij soortgelijke universiteiten zijn gegroepeerd, en disciplines behorende tot hetzelfde wetenschappelijke hoofdveld bij elkaar gebracht worden. Omwille van de statistische validiteit zijn de impact scores in deze tabel gebaseerd op minstens 50 publicaties van een universiteit in een discipline. Daar deze drempelwaarde (te) hoog ligt voor veel disciplines in de sociale wetenschappen en de humaniora (alsmede disciplines van de natuur-, medische-, en technische wetenschappen), en we hier toch wel enig inzicht willen tonen in de prestaties van onderzoekers in deze gebieden, zijn voor deze disciplines de scores cursief afgedrukt.

De tweede en derde kolom geven een analytisch referentiekader op grond van de geaggregeerde citatie-impact cijfers voor (1) landelijk niveau, en (2) voor het totaal van de universiteiten. Hieruit blijkt duidelijk dat waar de academische sector qua output dominant is, dit niet geldt voor de impactscores.

Over het algemeen zijn de verschillen klein tussen de academische sector en het Nederlands gemiddelde. Alleen bij multidisciplinaire tijdschriften zijn de scores van de gehele Nederlandse wetenschap veel hoger dan die van de academische sector alleen.

Zoals hierboven reeds aangegeven, komt de TU Eindhoven als een wetenschappelijk sterke Nederlandse universiteit naar voren. Dit blijkt vooral uit de voortreffelijke scores (ten opzichte van het wereld veld-gemiddelde) in een (relatief klein) aantal disciplines: Chemie en chemische technologie, Fysica en materiaalkunde, Klinisch medische wetenschappen, Algemene technische wetenschappen, Werktuigbouwkunde en Informatica. Daartegenover heeft de TUE een betrekkelijk lage impactscore in: Wiskunde, Statistische wetenschappen en enige andere technisch-wetenschappelijke disciplines.

**Tabel 5.14 Het Nederlands academische onderzoekslandschap in termen van citatie-impact**

Relatieve citatie-impactscores van Nederlandse universiteiten per wetenschappelijke discipline, 1998-2001\*, \*\*, \*\*\*

	NL	Univs	KUN	VUA	RUG	UvA	LEI	UU	EUR	UvT	UM	TUD	TUE	UT	WUR
Klinisch medische wetenschappen	1,23	1,22	1,15	1,42	1,06	1,42	1,36	1,26	1,40	1,06	1,19			0,62	1,27
Fundamentele levenswetenschappen	1,10	1,09	1,10	0,99	0,96	1,09	0,92	1,49	1,24		0,91	0,83	0,99	0,75	0,98
Gezondheidswetenschappen	1,00	0,98	0,69	1,02	0,98	1,10	0,93	1,18	1,17		1,00				
Overige medische (techn.) wetenschappen	0,93	0,91	0,97	0,86	0,73	0,94	1,19	0,99	1,20		0,66			1,07	
Fundamentele en experimentele med. wet.	0,94	0,95	0,95	1,13	0,74	1,18	0,95	1,01	0,95		0,86	0,55		0,67	0,84
Aardwetenschappen en technologie	1,35	1,42		1,30	3,18	1,16		1,50				0,63			1,28
Milieuwetenschappen en technologie	1,25	1,24	1,22	1,39	1,09	1,21	1,08	1,49				1,37			1,35
Landbouw- en voedingswetenschappen	1,24	1,25	1,43	1,57	0,97	0,94		1,27			1,12				1,34
Biologische wetenschappen	1,14	1,13	1,05	1,45	1,08	0,88	0,88	1,31	1,89						1,17
Fysica en materiaalkunde	1,46	1,49	1,08	1,65	1,54	0,99	1,47	2,44				1,29	1,18	1,18	0,91
Chemie en chemische technologie	1,45	1,49	1,42	1,44	1,84	1,65	1,20	1,43				1,24	1,89	1,88	1,04
Sterrenkunde	1,29	1,29			1,43	1,22	1,35	1,23							
Informatica	1,11	1,15	1,62	1,07	0,68	0,93	1,20	1,53	0,78	0,60	0,79	0,96	1,34	0,62	0,82
Wiskunde	1,04	1,04	0,74	1,00	1,23	1,08	1,48	1,62	1,07	0,73		1,08	0,64	0,45	
Statistische methoden	0,92	0,89		0,96	1,02	1,02	1,13	1,33	0,95	0,71	0,94	1,11	0,62	0,52	
Elektrotechniek en telecommunicatie	1,14	1,12		0,69	1,15	1,40		1,59				1,15	0,95	1,12	
Civiele techniek	1,01	0,93										1,19			
Werktuigbouwkunde	0,98	0,97				0,80		0,85	0,79			1,06	1,19	1,45	
Algemene technische wetenschappen	0,90	0,88										0,86	1,18	0,95	1,15
Brandstoffen en energie	0,65	0,71			0,37		1,55	0,71				0,52	0,43		
Technische apparatuur en instrumenten	0,82	0,90			0,35			1,24				0,61	0,39	1,23	
Informatie- en communicatiewetenschappen	1,65	1,62				1,85									
Managementwetenschappen	1,26	1,36	1,37	1,91		1,18			0,98	1,58	1,09				
Sociale- en gedragwetenschappen – interdis.	1,10	1,09			1,23	1,39		1,15			0,93				
Economie en bedrijfskunde	1,02	1,07		0,99	1,07	1,17			0,91	1,15	0,95				1,36
Politieke- en bestuurswetenschappen	0,99	0,98													
Psychologie	0,93	0,94	1,15	0,98	0,90	0,96	0,98	0,92	0,77	0,80	0,80				
Onderwijswetenschappen	0,87	0,88	0,82			0,88	1,01	0,95			1,17				
Sociologie en antropologie	0,84	0,84	0,76			0,61	0,87	0,97							

Literatuurwetenschappen	2,20	1,72																		
Kunst, cultuur en muziek	1,20	1,20																		
Taalwetenschappen	1,09	1,08	1,22																	
Geschiedenis, filosofie en religie	0,74	0,72	0,56	1,18	0,93	0,87	0,92													
Rechten	0,64	0,68																		
Multidisciplinaire tijdschriften	1,69	1,48	1,15	1,00	1,34	2,32	1,76	1,45												

\* Publicatie- en citatiejaren 1998-2001. Discipline-genormeerde relatieve citatie-impactscores (mondiaal gemiddelde = 1,0).

\*\* De scores van afzonderlijke universiteiten betreft gevallen met minimaal 50 publicaties in 1998-2001 in de desbetreffende discipline.

\*\*\* Disciplines geordend naar aflopend citatiescore van de academische sector in de disciplines behorende bij eenzelfde wetenschappelijke hoofdgebied.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

Van de algemene universiteiten met een zeer breed disciplinair profiel, en hoge impactscores in verschillende disciplines, valt de positie van de Vrije Universiteit Amsterdam op. Zowel in de natuurwetenschappen, enige gebieden in de medische wetenschappen, maar zeker ook de sociale wetenschappen en humaniora, behaalt deze universiteit impactscores die (ver) boven het wereldgemiddelde liggen, maar ook boven het Nederlands gemiddelde uitstijgen.

Nederland kent een aantal niet-universitaire onderzoeksinstellingen die op verschillende terreinen wetenschappelijk onderzoek verrichten vanuit een gemeenschappelijke missie. De NWO- en KNAW-instituten houden zich voornamelijk bezig met fundamenteel onderzoek en publieke dienstverlening, terwijl TNO en de GTI's (Grote Technologische Instituten) zich meer richten op toegepast onderzoek en advisering ten dienste van het bedrijfsleven. De onderzoekers verbonden aan deze kennisinstellingen publiceren resultaten van hun onderzoek in de internationale literatuur, uiteraard zal dit meer het geval zijn bij de NWO en KNAW-onderzoekers. Maar gezien de grootte van TNO, ligt het voor de hand dat ook deze kennisinstelling een omvangrijke output aan (technisch) wetenschappelijke onderzoeksartikelen produceren.

In **Tabel 5.15** zien we de publicatie-output in de periode 1998-2001, in samenhang met de citatie-impact, alsmede de output-trends in de periode 1994-2001. Opvallend is de hoge citatie-impact van zowel KNAW als NWO, en de groei die beide koepelorganisaties hebben doorgemaakt. Tegelijkertijd nemen we ook een significant daling waar bij de GTIs, die zich steeds meer van het fundamentele onderzoek lijken af te wenden en/of hun onderzoeksresultaten niet meer via de internationale tijdschriftliteratuur naar buiten brengen. Voor deze koepelorganisaties is, voor zover mogelijk, een verdere uitsplitsing gemaakt naar de meest publicerende instituten. Voor TNO was dit echter niet mogelijk om technische redenen.<sup>11</sup> ECN is verreweg de meest publicerende GTI (NRG, een ECN spin-off is eveneens zeer actief – zie paragraaf 5.4). Terwijl voor twee andere GTI's (*Marin* en *GeoDelft*) slechts zeer weinig publicaties werden aangetroffen, is een opvallende uitkomst de kleine output van WL (*Delft Hydraulics*, voorheen het *Waterloopkundig Laboratorium*) en NLR (*Nationaal Luchten Ruimtevaartlaboratorium*), die voor de beide laatstgenoemde instellingen rond de 50 publicaties uitkwam. Ook de impact op hun wetenschappelijk output is gemiddeld of laag. Van de KNAW-instituten heeft het CBS (*Centraalbureau voor*

<sup>11</sup> Enerzijds vanwege de adressering van publicaties vanuit TNO waarbij geen verdere onderscheiding mogelijk is, anderzijds vanwege het feit dat TNO in haar vestigingssteden meerdere instituten kent waardoor het niet mogelijk is deze publicaties op betrouwbare wijze verder te onderscheiden.

*Schimmelcultures*) verhoudingsgewijs de laagste impact, maar dit is dan ook wel het instituut dat qua output het minst adequaat wordt afgedekt in de wetenschappelijke tijdschriften die de citatie-indexen bevatten. Desondanks scoort het CBS boven het wereldgemiddelde, en publiceren onderzoekers van het CBS in toenemende mate in internationale tijdschriften. Van de andere KNAW-instituten vallen vooral ICIN (*Interuniversitair Cardiologisch Instituut Nederland*) en het NIOB (*Nederlands Instituut voor Ontwikkelingsbiologie/ Hubrecht Laboratorium*) op, met hoge impactscores (van respectievelijk 1,57 en 1,60). Alleen bij het IOI (*Interuniversitair Oogheelkundig Instituut*) nemen we een daling van de output waar over de periode 1994-2001.

Bij de NWO-instituten nemen we alleen voor ASTRON (*Astronomisch Onderzoek in Nederland*) en het FOM-Rijnhuizen instituut in Nieuwegein lage output aantallen waar. ASTRON is vooral faciliterend voor de Nederlandse sterrenkunde, terwijl bij FOM-Rijnhuizen het toegepast wetenschappelijk onderzoek centraal staat, waarbij bovendien veelal gecommuniceerd wordt middels conferentiebijdragen. De impact van het FOM-AMOLF instituut te Amsterdam mag zeer hoog genoemd worden. Ook bij SRON (*Stichting Ruimteonderzoek Nederland*) nemen we een lage impact waar. Verder vertonen alle NWO-instituten een stijging van de output.

**Tabel 5.15 Meer onderzoekspublicaties van NWO en KNAW-instituten, maar een daling bij TNO en de GTIs**  
Trends in publicatie-output en relatieve citatie-impact van koepelorganisaties en deelinstellingen\*

	Output 1998-2001	Citatie-impact** 1998-2001	Verandering in output 1994-2001 (%) ***
<b>NWO - totaal</b>	<b>2041</b>	<b>1,38</b>	<b>4,5</b>
SRON	463	1,04	10,1
NIOZ	460	1,48	7,4
CWI	428	1,39	11,4
FOM AMOLF	424	2,03	1,1
FOM Rijnhuizen	121	0,78	-5,9
ASTRON	114	1,66	12,1
<b>KNAW - totaal</b>	<b>1293</b>	<b>1,46</b>	<b>2,0</b>
NIOO	372	1,49	6,3
NIH	241	1,34	2,6
IOI	179	1,46	-5,5
NIOB	162	1,60	5,4
CBS	160	1,13	10,3
ICIN	143	1,57	18,0
<b>TNO - totaal</b>	<b>1733</b>	<b>1,08</b>	<b>-0,6</b>
<b>GTI's – totaal</b>	<b>306</b>	<b>1,01</b>	<b>-7,0</b>
ECN	194	1,11	-7,4

\* Alleen die deelinstellingen met een voldoende hoeveelheid publicaties zijn in de analyse opgenomen (aantal publicaties >100 in de periode 1998-2001).

\*\* Discipline-genormeerde relatieve citatie-impactscores (mondiaal gemiddelde = 1,0).

\*\*\* De verandering is een gemiddelde jaarlijkse verandering ten opzichte van het voorgaande jaar berekend over de periode 1994-2001.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Tabel 5.16** geeft soortgelijke informatie voor de institutionele sectoren binnen het Nederlandse R&D-systeem, en dan met name voor de overige instellingen. Van de instellingen in die verschillende sectoren met voldoende publicaties hebben we dezelfde indicatoren berekend. Drie onderzoeksinstituten

hebben een zeer grote wetenschappelijke output, die gepaard gaat met een (zeer) hoge citatie-impact: het RIVM (*Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu*) het NKI (*Nederlands Kanker Instituut*) en het NIKHEF (*Nationaal Instituut voor Kernfysica en Hoge Energie Fysica*), een samenwerkingsver-

band tussen NWO-FOM en vier Nederlandse universiteiten (UvA, VU, UU en KUN). NKI-publicaties worden bovendien ook relatief veel geciteerd in octrooien (zie Figuur 6.4), een indicatie dat NKI-onderzoek ook een belangrijke technische relevantie kent. Een aantal instituten kent een opmerkelijke groei in output: KNMI (*Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut*), Sanquin CLB (*Stichting Sanquin Bloedvoorziening*)<sup>12</sup>, BPRC (*Biomedical Primate Research Centre*), en NIVEL (*Nederlands instituut voor onderzoek van de gezondheidszorg*).

<sup>12</sup> Sanquin is in 1998 ontstaan uit een fusie van de Nederlandse bloedbanken en het Centraal Laboratorium van de Bloedtransfusiedienst van het Nederlandse Rode Kruis (CLB).

**Tabel 5.16 Toponderzoeksinstituten binnen andere institutionele sectoren**

Trends in publicatie-output en citatie-impact van overige kennisinstellingen en bedrijven\*

	Output 1998-2001	Citatie-impact 1998-2001**	Verandering in output 1994-2001 (%) ***
<b>Publieke onderzoeksinstituten</b>			
RIVM	1222	1,31	0,7
NKI	1174	1,87	-0,2
NIKHEF	550	1,51	4,2
Sanquin CLB	388	1,22	-9,9
KNMI	215	1,13	24,3
BPRC	183	1,22	33,2
NIVEL	140	0,86	21,9
<b>Private sector</b>			
Philips	994	1,78	-3,0
Akzo Nobel	582	1,32	-1,4
DSM	487	1,33	4,6
Unilever	299	1,64	4,2
Shell	292	1,55	-9,6
NIZO	187	1,52	4,6
<b>Ziekenhuizen</b>			
St. Antonius Ziekenhuis Nieuwegein	247	1,13	6,5
Slotervaart Ziekenhuis Amsterdam	244	1,80	4,3
Catharina Ziekenhuis Eindhoven	190	1,62	9,4
Medisch Spectrum Twente	181	1,08	7,7
Leijenburg Ziekenhuis Den Haag	145	1,55	2,5
<b>Overheidsinstellingen</b>			
GG&GD Amsterdam	162	1,28	2,1
Ministerie Verkeer & Waterstaat	137	1,34	-10,4
<b>Internationale organisaties</b>			
ESA-ESTEC	740	0,99	3,1
EURATOM	192	0,93	78,4

\* Alleen die deelinstellingen met een voldoende hoeveelheid publicaties zijn in de analyse opgenomen (aantal publicaties >100 in 1998-2001).

\*\* Discipline-genormeerde relatieve citatie-impactscores (mondiaal gemiddelde = 1,0).

\*\*\* De verandering is een gemiddelde jaarlijkse verandering ten opzichte van het voorgaande jaar berekend over de periode 1994-2001.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.



De grote R&D-intensieve bedrijven zijn ook belangrijke producenten van wetenschappelijke kennis; veel van hun onderzoekspublicaties worden veel geciteerd in de wetenschappelijke literatuur. Hoewel de output van Philips is gedaald, is het één van de grotere instellingen in de niet-universitaire sector qua onderzoekspublicaties. Hoofdstuk 3 gaat nader in op het private onderzoek in Nederland, onder meer op de interactie met de publieke onderzoeksinstituten.

Zoals reeds genoemd, vormen de algemene ziekenhuizen een belangrijk, maar wellicht ook enigszins onderbelicht onderdeel van het Nederlandse kennisstelsel. Een aantal ziekenhuizen heeft een relatief grote output en een behoorlijk hoge impact, met name het *Slotervaart Ziekenhuis* in Amsterdam. Verder vertoont de output van deze ziekenhuizen een stijgende trend. Slechts twee overheidsinstellingen produceren aanzienlijke aantallen onderzoekspublicaties: *de Geneeskundige en Gezondheids Dienst* (o.a. aids-onderzoek), en het *Ministerie van Verkeer en Waterstaat*, waarvan de output echter flink is gedaald in de loop van de jaren 90. Tenslotte, de Europese onderzoeksinstituten die weliswaar niet (primair) door Nederland worden gefinancierd, maar vanwege hun aanwezigheid in Nederland en de onderzoeksrelaties met andere Nederlandse kennisinstellingen toch tot op zekere hoogte tot de Nederlandse kennisinfrastructuur mogen worden gerekend: ESA-ESTEC (*European Space Agency-European Space and Technology Research Centre*) en EURATOM (*European Atomic Energy Community*) dat met name relaties onderhoudt met FOM en NIKHEF.

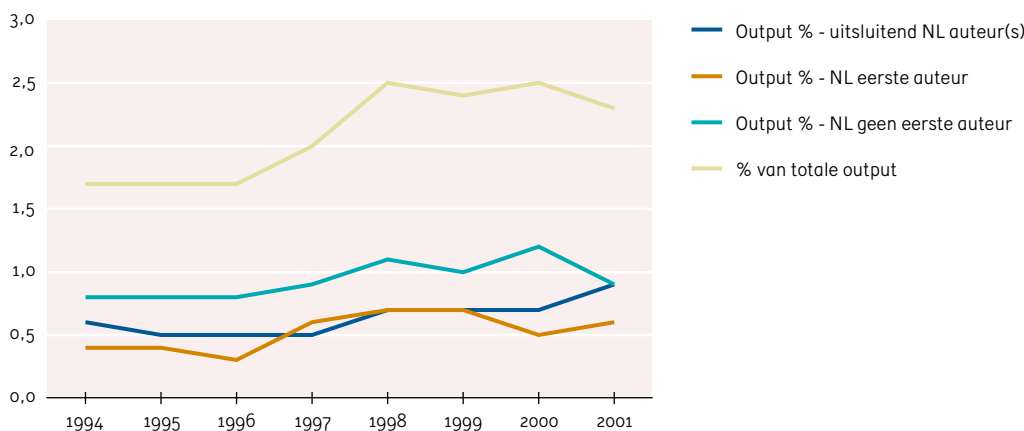
### 5.1.4 Toponderzoek

Kwalitatief hoogwaardig - en veelgeciteerd - Nederlands onderzoek (al dan niet in co-productie met buitenlandse onderzoekers) is van belang voor de positie en prestige van het Nederlandse wetenschappelijk onderzoek in de internationale wetenschappelijke gemeenschap. Dergelijke 'centres of excellence' waar onderzoekers zich bezighouden met grensverleggend onderzoek vormen niet alleen een aantrekkelijke partner voor andere kennisinstellingen en bedrijven, maar zullen ook beter in staat zijn om een stimulerende en inspirerende omgeving te bieden aan goede (buitenlandse) studenten, talentvolle post-docs, en gerenommeerde gastmedewerkers - zowel op het gebied van academisch onderzoek, maar zeker ook in het daarmee verbonden wetenschappelijk onderwijs. Met een dergelijke succesvolle bundeling van wetenschappelijke kennis, vaardigheden en mogelijkheden wordt een internationaal competitieve kennisinfrastructuur gestimuleerd die van evident belang is voor het instandhouden en verbeteren van de Nederlandse kennisinfrastructuur: topkwaliteit bindt toptalent. Institutionele samenwerkingsverbanden en netwerken rondom Nederlands toponderzoek in industrieel relevante gebieden, zoals de TTIs of onderzoekscholen, vormen een belangrijke kennisbron voor Nederlandse kennisintensieve bedrijven, zowel in de vorm van technische expertise als goed opgeleide onderzoekers en ingenieurs, en vormen daarmee een verankering in de Nederlandse kennisinfrastructuur.

Het begrip 'toponderzoek' is hier geoperationaliseerd aan de hand van twee criteria: (a) in hoeverre is men er onder de we-

**Figuur 5.17 Nederland draagt naar rato bij aan wetenschappelijke toptijdschriften**

Aandeel van Nederlandse onderzoeksartikelen in *Nature*, *Science*, en *Proceedings of the National Academy of Science of the US* (%) en onderverdeling naar auteurschap, 1994-2002



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

tenschappers in geslaagd om onderzoeksresultaten te publiceren in de meest prestigieuze wetenschappelijke tijdschriften, en (b) worden deze publicaties bovenmatig veel geciteerd. Met andere woorden, in hoeverre wordt dat onderzoek door collega-onderzoekers als zeer belangrijk aangemerkt en is het onmiddellijk bruikbaar voor de internationale wetenschappelijke gemeenschap.

De meest prestigieuze wetenschappelijke tijdschriften in de wereld kennen strenge toelatingseisen en zullen doorgaans alleen internationaal baanbrekend onderzoek een kans geven. Het aanbod van manuscripten voor deze tijdschriften overtreft doorgaans ruimschoots de beschikbare ruimte. De meerderheid van de manuscripten wordt dan ook door de beoordelaars op inhoudelijke gronden afgewezen. Publicaties in dergelijke tijdschriften zijn enerzijds dus een graadmeter voor de inherente wetenschappelijke kwaliteit van het onderzoek (conceptuele originaliteit, methodologische finesse, technische vaardigheid, etc.), en anderzijds een indicatie van het succes waarmee Nederlands onderzoek wordt verspreid en benut binnen de wetenschappelijke gemeenschap.

**Figuur 5.17** toont het aandeel van Nederlandse onderzoeksartikelen (d.w.z. met minstens één auteur met een Nederlands werkadres) in drie van 's werelds meest vooraanstaande multidisciplinaire tijdschriften: *Nature*, *Science* en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, elk met een zeer omvangrijk en breed geschakeerd wetenschappelijk lezerspubliek.<sup>13</sup> Het Nederlandse aandeel van de onderzoeksartikelen in deze tijdschriften nam sterk toe in de periode 1994-2001, van 1,6 % tot ongeveer 2,5 % in die drie tijdschriften tezamen. Dit percentage is conform de algemene Nederlandse bijdrage aan de internationale wetenschappelijke literatuur. Een uitsplitsing van de trends naar auteurschap toont verder aan dat de groei vanaf 1997 het gevolg is van een groter aandeel 'puur' Nederlandse onderzoeksartikelen (d.w.z. met louter Nederlandse werkadressen).

**Tabel 5.18** toont de aanwezigheid van Nederlandse universiteiten in de top van de impactverdeling van de disciplines. Met ander woorden, het aandeel in de meeste geciteerde onderzoekspublicaties wereldwijd. Bij de presentatie van deze scores is uitgegaan van een aantal van tenminste 10 publicaties in de top-10% meest geciteerde onderzoekspublicaties in een wetenschappelijke discipline.

Bij deze analyse wordt voorts uitgegaan van een 'statistisch' te verwachte aanwezigheid in de top-10% meest geciteerde publicaties in het vakgebied op basis van de omvang en de wetenschappelijke specialisatiegraad van de universiteit. Van een universiteit met een grote output in een bepaalde discipline is het aannemelijk dat deze meer publicaties in de top-10% meest geciteerde publicaties zal hebben dan een universiteit met weinig publicaties in die discipline. Een negatieve

index-score duidt op een lager aandeel in de top-10% meest geciteerde publicaties dan verwacht mocht worden op basis van de output in die discipline, terwijl een positieve score betekent dat een universiteit een (veel) hoger aandeel in de wereldtop heeft dan verwacht. **Tabel 5.19** geeft daarnaast nog eens, voor de zes grootste gebieden van de Nederlandse wetenschap, de aanwezigheid in de mondiale Top-5% en Top-1% meest geciteerde publicaties. Uit deze tabel blijkt een zekere wetenschappelijke excellentie, zeker wanneer blijkt dat, hoe smaller de top wordt lijkt te worden, de relatieve aanwezigheid van een universiteit sterker wordt.

Uit een vergelijking van de impact scores in **Tabel 5.14** en **5.18** blijkt dat de TUE eenzelfde sterke aanwezigheid kent in de top-10% meest geciteerde publicaties. Naast de disciplines die reeds genoemd werden (Chemie en chemische technologie, Fysica en materiaalkunde, Klinisch medische wetenschappen, Algemene technische wetenschappen, en Werktuigbouwkunde), heeft Eindhoven ook een sterk aandeel in de top van de Fundamentele levenswetenschappen (24% meer dan verwacht) hetgeen opmerkelijk genoemd mag worden gezien gelet op de betrekkelijke lage impactscore voor Nederland als geheel (=1,10).

Voor de Vrije Universiteit Amsterdam zien we een soortgelijk beeld, de disciplines die al een hoge impact kennen in Tabel 5.19, zijn ook sterk vertegenwoordigd in de Top-10% meest geciteerde publicaties van die disciplines. Opmerkelijk genoeg zien we voor de VU dan ook nog eens, dat wanneer de focus nog enger wordt, en de Top-5% en Top-1% meest geciteerde publicaties in beeld komen, de VU relatief gezien alsmat sterker aanwezig is in de top van de mondiale wetenschappelijke literatuur, in de zes qua omvang belangrijkste disciplines voor Nederland.

**Tabel 5.20** geeft de herkomst van de citaties naar Nederlands wetenschappelijk onderzoek aan. Deze geografische analyse van de herkomst van de Nederlandse citaties laat zien dat Nederland door toponderzoekers vanuit de westerse wereld wordt geciteerd (met name door Amerikanen, Britten en Duitsers) én vanuit wetenschappelijke tijdschriften met een hoge citatie-impact. Een analyse van de discipline herkomst van de citaties naar Nederlands wetenschappelijk onderzoek laat zien dat met name de citaties die Nederland ontvangt vanuit de Chemie en chemische technologie en de Fysica en materiaalkunde, zelfs een impactscore hebben die tweemaal hoger is dan het wereldgemiddelde (dit zijn niet noodzakelijkerwijs citaties naar Nederlands onderzoek in deze twee disciplines, maar vanuit deze twee disciplines).

<sup>13</sup> Resultaten van toponderzoek wordt uiteraard ook via tal van discipline 'toptijdschriften' naar buiten gebracht zoals *New England Journal of Medicine*, *The Lancet*, *Cell*, *Physical Review B*, et cetera.

**Tabel 5.18 Nederlands toponderzoek naar discipline en universiteit: aandeel in de top 10% meest geciteerde publicaties**

Over- en ondervertegenwoordiging van universiteiten in de top-10% meest geciteerde publicaties per discipline, 1998-2001 (in % ten opzichte van het aantal publicaties corresponderend met 10% van de eigen publicatieoutput in die discipline en periode)\*

	KUN	VUA	RUG	UvA	LEI	UU	EUR	UvT	UM	TUD	TUE	UT	WUR
Klinisch medische wetenschappen	7	46	6	43	46	13	45	-63	9			-81	54
Fundamentele levenswetenschappen	-1	11	-8	7	-10	13	28		-8	-20	24	-18	3
Gezondheidswetenschappen	-41	-22	-4	-5	-2	16	37		-16				
Overige medisch (technische) wetenschappen	4	-45	7	-32	49	-15	35					60	
Fundamentele en exp. medische wetenschappen	-37	30	-37	5	-8	-15	-5		-43	-87		-100	-7
Aardwetenschappen en technologie		33	82	45		42				-49			54
Milieuwetenschappen en technologie	-15	22	67	41	0	20				74			39
Landbouw- en voedingswetenschappen	24	11	58	51		-7			-1				19
Biologische wetenschappen	-46	58	54	-27	8	48	69						18
Fysica en materiaalkunde	31	118	79	7	54	65				26	21	25	-43
Chemie en chemische technologie	26	64	94	100	41	58				58	110	123	27
Sterrenkunde			93	17	53	3							
Informatica	29	-30	-40	1	50	44	-28	-43	-46	-23	-2	-44	-23
Wiskunde	4	8	16	1	55	76	1	-16		-5	0	-78	
Statistische methoden		-24	-3	19	96	-3	29	-44	-46	-14	-33	-30	
Electrotechniek en telecommunicatie		-4	58	13		194				5	13	6	
Civiele techniek										0			
Werktuigbouwkunde				-52		18	80			32	42	64	
Algemene technische wetenschappen										-7	-22	-44	
Brandstoffen en energie			-60		18	4				-43	-51		
Technische apparatuur en instrumenten			-74			75				-47	-100	37	
Informatie- en communicatiewetenschappen				72									
Managementwetenschappen		79		-15			-35	28	83				
Sociale- en gedragwetenschappen, interdiscipl.			21	-8		-9			20				
Economie en bedrijfskunde		-24	-39	-22			-35	-3	3				40
Psychologie	8	-14	-32	6	-16	-51	-49	-57	-42				
Onderwijswetenschappen	-36			-51	117	10			17				
Sociologie en antropologie	-9			-87	-81	-3							

Taalwetenschappen	-17					
Geschiedenis, filosofie en religie	-2	-15		-4	38	-4
Multidisciplinaire tijdschriften	47	-16	86	163	77	54

\* Publicatiejaar 1998 en citatiejaren 1998-2001.

\*\* De scores van afzonderlijke universiteiten betreft gevallen met minimaal 50 publicaties in 1998-2001 in de desbetreffende discipline (zie figuur 5.14).

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Tabel 5.19 De absolute top nader belicht: aandeel in de top 1% en top 5% meest geciteerde publicaties**

Over- en ondervetegenwoordiging van geselecteerde universiteiten in de top-1% en top 5% meest geciteerde publicaties per discipline, 1998-2001

(in % ten opzichte van het aantal publicaties corresponderend met 10% van de eigen publicatieoutput in die discipline en periode)\*, \*\*

	Top	KUN	VUA	RUG	UvA	LEI	UU	EUR	UvT	UM	TUD	TUE	UT	WUR
Klinisch medische wetenschappen	5 %	16	57	13	40	51	5	60	-63	-6			-100	56
	1%	13	92	21	53	76	14	101	86	-5			-100	85
Fundamentele levenswetenschappen	5%	-7	3	-25	-1	-8	15	37		-11	-22	7	-67	-12
	1%	-3	-40	-48	-48	-12	3	40		-26	-41	-100	-100	-36
Fundamentele en experimentele medische wetenschappen	5%	-38	16	-46	6	1	-30	-18		-51	-100		-100	13
	1%	-67	-18	-52	-41	-28	-44	-50		-15	-100		-100	-30
Chemie en chemische technologie	5%	9	49	112	116	47	40				79	105	154	3
	1%	-17	133	68	66	16	28				59	122	181	2
Fysica en materiaalkunde	5%	29	108	86	3	42	78				22	16	28	-54
	1%	-43	112	180	24	-2	61				11	-10	-32	-100
Biologische wetenschappen	5%	-70	48	11	-32	-20	41	31						8
	1%	-70	119	57	-11	-17	27	30						2

\* Publicatiejaar 1998 en citatiejaren 1998-2001.

\*\* De scores van afzonderlijke universiteiten betreft gevallen met minimaal 50 publicaties in 1998-2001 in de desbetreffende discipline (zie figuur 5.14).

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

Tabel 5.20 Herkomst van de Nederlandse citatie-impact naar citerende landen

Citerend land	Relatieve impact * citerende artikelen	Relatieve impact** citerende tijdschriften	Totaal aantal gegeven citaties
Israël	2,2	1,5	1663
Verenigde Staten	2,1	1,6	49593
Zwitserland	2,0	1,5	3604
Australië	1,9	1,3	3737
Verenigd Koninkrijk	1,8	1,4	15801
Canada	1,8	1,4	6388
Denemarken	1,6	1,3	2066
Duitsland	1,6	1,3	14953
België	1,6	1,3	2671
Frankrijk	1,6	1,2	9974
Spanje	1,5	1,2	4180
Italië	1,5	1,2	6974
Zweden	1,5	1,2	3588
Japan	1,4	1,3	9247
Finland	1,4	1,3	1796
Oostenrijk	1,4	1,2	1701
Rusland	1,2	0,9	1852
China	1,1	1,0	2370

\* Discipline-genormeerde relatieve citatie-impact scores van citerende publicaties (gemiddelde score mondiaal=1,0).

\*\* Discipline-genormeerde relatieve citatie-impact scores van citerende tijdschriften (mondiaal gemiddelde=1,0).

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

## 5.2 Internationale wetenschappelijke samenwerking

Als gevolg van de toenemende complexiteit en hoge kosten van baanbrekend onderzoek, het toenemend belang van ge-coördineerd onderzoek voor de aanpak van mondiale maatschappelijke vraagstukken, en een voortgaande Europese integratie, zijn overheden, instellingen en bedrijven tegenwoordig vaak 'gedwongen' tot bundeling van de beperkte en verspreid aanwezige middelen en faciliteiten – zowel financieel, infrastructureel als in termen van onderzoekspersoneel. Naast deze praktische voordelen, wordt wetenschappelijke samenwerking en de bijbehorende overdracht van wetenschappelijke kennis en technische vaardigheden tegenwoordig ook van wezenlijk belang geacht voor een goed functionerend en effectief onderzoekstelsel dat gericht is op verspreiding, uitwisseling en benutting van kennis. Wetenschappelijke samenwerking heeft in de laatste decennia dan ook een hoge vlucht genomen. Samenwerking vindt nu meer en meer plaats met onderzoekers buiten de eigen afdeling en de eigen

instelling. Bovendien betreft het steeds vaker grote samenwerkingsverbanden waarbij twee of meer Nederlandse dan wel buitenlandse partners zijn betrokken.

Van deze trends is reeds verslag gedaan in NOWT's eerdere *Wetenschaps- en Technologie-indicatoren Rapporten*. 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.<sup>14</sup> De betrokken landen en instellingen (universiteiten, onderzoeksinstituten of kennisintensieve industriële bedrijven) worden doorgaans vermeld in het adresveld van de betreffende auteurs.

<sup>14</sup> De co-publicatierelaties betreffen zogeheten 'institutionele co-auteurschappen' waarbij de auteurs afkomstig zijn van verschillende hoofdinstituten. Meervoudige werkadressen kunnen overigens ook verwijzen naar dubbele en/of tijdelijke aanstellingen van onderzoekers in verschillende instellingen en/of landen.

Internationale samenwerking wordt gezien als een belangrijke graadmeter om het succes van een wetenschappelijk systeem aan af te lezen. De mate waarin een land wetenschappelijk samenwerkt met andere (wetenschappelijk vooraanstaande) landen is een indicator voor de aantrekkelijkheid van het wetenschappelijk onderzoek dat daar verricht wordt. In deze paragraaf zal de aandacht vooral uitgaan naar de ontwikkeling van het aandeel wetenschappelijke samenwerking ten opzichte van de totale output, en de citatie-impact die dit genereert. Daarbij baseren we ons op de aantallen internationale co-publicaties, dat wil zeggen onderzoekspublicaties waarbij twee of meer landen worden genoemd in de auteursadressen.

**Figuur 5.21** laat het jaarlijkse aandeel van internationale wetenschappelijke samenwerking van de negen landen zien in relatie tot hun totale output. Voor elk van de negen landen nemen we een stijging van dit aandeel waar tussen 1994 en 2001. De kleinere landen hebben de grootste aandelen internationale samenwerking, hetgeen bijvoorbeeld bij Zwitserland voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van CERN, een grote internationale onderzoeksfaciliteit op het gebied van kernfysica. De landen met een relatief grote output hebben verhoudingsgewijs de kleinste aandelen internationale samenwerking (Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Canada, en Australië). Het aandeel van de internationale samenwerking van Nederland groeit van ongeveer 30% in 1994 tot 44% in 2001. De Nederlandse wetenschappelijke output wordt gaandeweg (nog) meer internationaal georiënteerd, en daarmee beter in staat om te participeren in internationale wetenschappelijke activiteiten. Bovendien draagt deze aanwas van Nederlandse publicaties gebaseerd

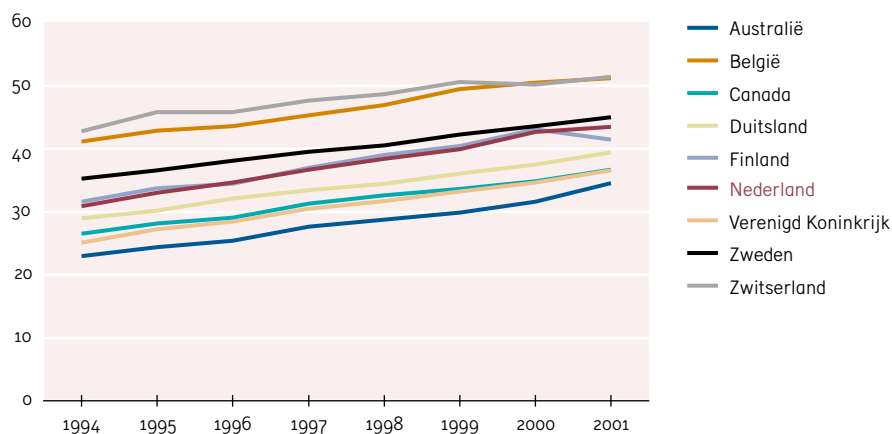
op samenwerking bij aan de betere mondiale verspreiding van wetenschappelijke kennis, één van de hoofddoelstellingen van het universitaire fundamentele onderzoek.

De aard en omvang van (inter)nationale wetenschappelijke samenwerking van Nederland wordt overigens niet louter bepaald door gedeelde belangen, gezamenlijke interesses, belangen of wetenschappelijke complementariteit, maar ook door geografische nabijheid, economische en politieke motieven, en gemeenschappelijke taal of cultuur. Een groot aantal van die beweegredenen komt samen in de sterk toegenomen intra-Europese samenwerking.

**Tabel 5.22** geeft een overzicht van onze belangrijkste partnerlanden. De Verenigde Staten is nog altijd onze grootste onderzoekspartner – mede vanwege de omvang van het Amerikaans onderzoekstelsel. In een Amerikaanse studie prijkt Nederland op de zesde plaats wat betreft het aantal landen (n=133) waarmee in de periode 1995-97 co-publicatierelaties werden onderhouden (NSF, 2000). Naast de VS, zijn met name de EU-15 landen belangrijke partners, mede vanwege de Europese kaderprogramma's waarin veel wetenschappelijk onderzoek gefinancierd wordt, waarbij er sprake is van intra-EU samenwerking. Europa is mede daardoor een dominante factor geworden in de Nederlandse wetenschappelijke samenwerkingsrelaties in de jaren negentig.

**Figuur 5.21 Internationalisering van de wetenschap gaat onverminderd voort**

Trends in het aandeel van de internationale co-publicaties per land (in % van nationale publicatie-output), 1994-2001.



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Tabel 5.22 Europeanisering van de Nederlandse wetenschap gaat langzaam voort**

Trends in de Nederlandse wetenschappelijke partnerlanden (% van Nederlandse internationale co-publicaties), 1994-2001.\*

	1994-1995	1996-1997	1998-1999	2000-2001
Verenigde Staten	18,2	17,3	16,8	16,8
Duitsland	10,5	10,8	10,8	11,3
Verenigd Koninkrijk	11,3	11,0	11,2	11,3
Frankrijk	7,4	7,0	6,6	6,6
Italië	4,8	5,2	5,9	5,5
België	6,0	6,0	5,7	5,5
Spanje	3,1	3,3	3,4	3,3
Zweden	2,9	3,0	3,1	3,1
Zwitserland	3,5	3,6	3,4	2,9
Rusland	2,7	2,9	2,8	2,9
Canada	3,0	3,0	2,6	2,7
Denemarken	2,4	2,2	2,5	2,2
Japan	2,4	2,3	2,5	2,2
Finland	1,5	1,7	1,6	1,9
Australië	1,5	1,7	1,8	1,8
Oostenrijk	1,3	1,4	1,5	1,5
Polen	1,7	1,6	1,3	1,5
Noorwegen	1,3	1,4	1,3	1,3
China	0,8	0,9	1,0	1,2
Tsjechië	1,0	1,0	0,9	1,0
Portugal	0,8	1,0	1,0	0,9
Hongarije	0,9	0,8	0,9	0,9
Griekenland	0,8	0,8	0,9	0,9
Israel	0,9	1,1	1,0	0,9
Brazilië	0,7	0,6	0,7	0,8
India	0,5	0,6	0,5	0,7
Ierland	0,5	0,7	0,5	0,6

\* Landen geordend, en in groepen ingedeeld, naar de score in 2000-2001.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

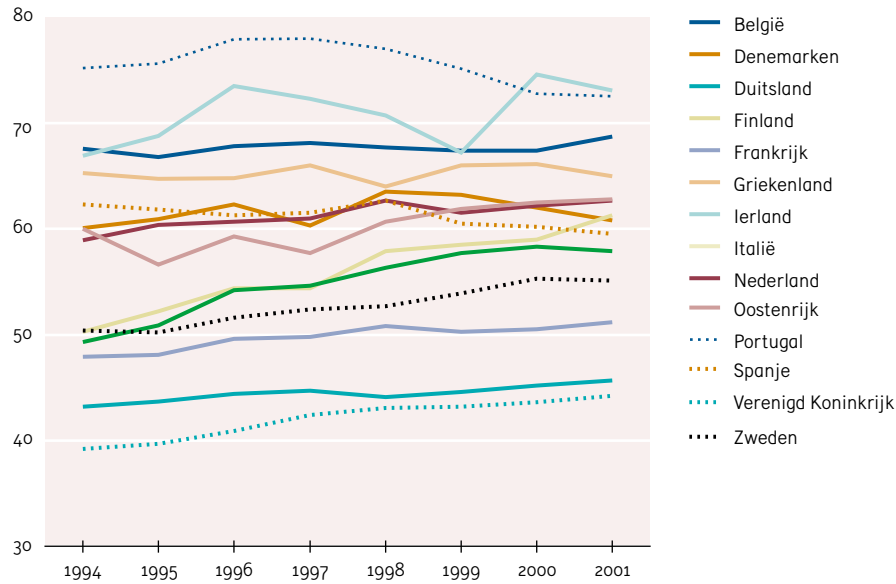
Een prominente plaats wordt ingenomen door buurland Duitsland, met wie Nederland steeds intensiever lijkt te gaan samenwerken. De wetenschappelijke samenwerking met de Verenigde Staten wordt kleiner. Voor de meeste andere landen vinden we nauwelijks veranderingen in de relatieve omvang van hun wetenschappelijke samenwerking met Nederland, en slechts kleine veranderingen, zoals bijv. de relatieve geringe groei in de samenwerking met Spanje. Wij zien ook een relatief sterke band met België - onze grenslanden waren van oudsher al belangrijke wetenschappelijke samenwerkingspartners. Als gevolg van de verdere politieke en economische Europese integratie zijn deze samenwerkingsverbanden en

grensoverschrijdende R&D-netwerken inmiddels van grote betekenis voor de omvang en samenstelling van Nederlandse wetenschappelijke activiteit. Zo verschaft het EU-kaderprogramma Nederlandse onderzoekers niet alleen aanvullende R&D-fondsen, maar verzekert het ons van deelname aan hoogwaardige Europese kennisontwikkeling, en biedt het toegang tot externe wetenschappelijke kennis en grootschalige en geavanceerde technische faciliteiten.



**Figuur 5.23 De EU-15 als belangrijke 'motor' voor de kleinere partnerlanden**

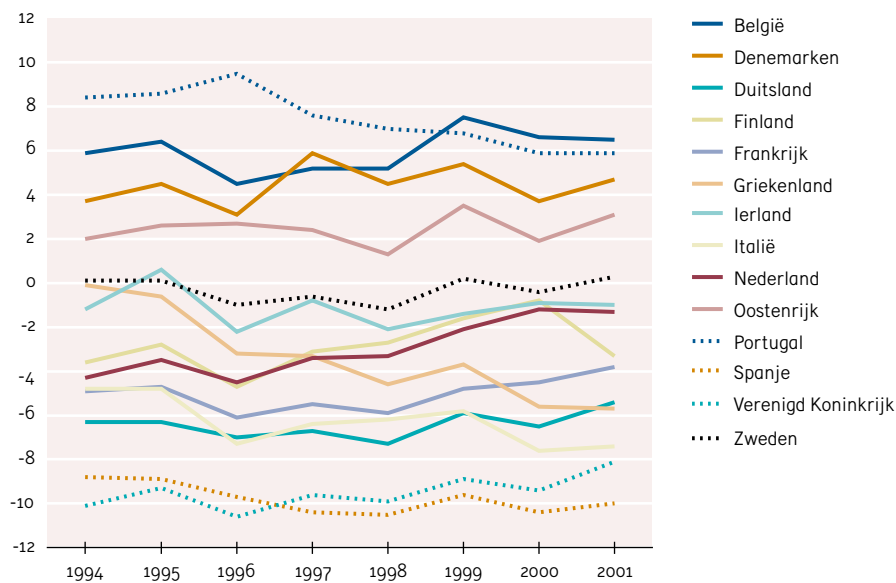
Trends in het aandeel van de EU-15 landen in de internationale co-publicaties (% van nationale publicatie-output), 1994-2001.



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.24 Intra-Europese focus van de EU-15**

Trends in de aantallen co-publicaties van EU-15 met andere EU-lidstaten (% ten opzichte van het gemiddelde percentage co-publicaties binnen de EU-15 in totaal), 1994-2001.



Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.23** toont de focus op intra-EU samenwerking voor elk van de EU-15 landen. Daarbij valt direct op dat de sterkste voorkeur voor samenwerking met ander EU-landen te vinden is bij de kleinste EU-landen, terwijl de grotere EU-landen een veel minder sterke nadruk op de EU leggen. Daarbij lijkt het er eerder op dat de omvang van het systeem een grotere rol speelt dan de mate van ontwikkeling. Opvallend is de relatief geringe oriëntatie van Spanje op de EU-15 landen, met een score tussen Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk in.

**Figuur 5.24** toont de focus op de intra EU-15 samenwerking voor elk van de EU-15 landen, ten opzichte van een EU-15 gemiddelde. Nederland 'gedraagt' zich in steeds sterkere mate als 'EU-15 gemiddeld'. Concluderend vanuit de analyse van **Figuur 5.23**, nemen we een steeds sterkere EU-15 focus van Nederland waar die geheel in de pas loopt met de algehele Europese wetenschappelijke integratie. Landen die zich sterker dan gemiddeld op de EU-15 richten zijn Portugal (al is dit in afnemende mate), België, Denemarken, en Oostenrijk. In termen van intra EU-15 samenwerking gedragen het Verenigd Koninkrijk en Spanje zich het meest afwijkend van het Europese gemiddelde.

**Tabel 5.25** geeft een indruk van de relatieve samenwerking tussen elk EU-lidstaat en de andere lidstaten. Een '++' geeft de sterkste samenwerkingsrelaties weer, een '+' iets minder sterke samenwerkingsrelaties. Ondanks de toegenomen digitalisering van de samenleving (en dus ook de wetenschap), blijken de samenwerkingsrelaties binnen het 5<sup>de</sup> Kaderprogramma (KP 5) van de Europese Commissie vooral door geografische kenmerken bepaald te worden: de meeste landen werken nauw samen met hun buurlanden, wat zowel verklaard kan worden door het gemak van de geografische nabijheid van een partner als het gebruik van een gezamenlijke taal: beiden verminderen immers de mogelijke communicatieve barrières. Nederland werkt het nauwst samen met België, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk. De samenwerking met Duitsland en Ierland is minder nauw maar wel bovengemiddeld. Taal, culturele en geografische nabijheid spelen duidelijk een belangrijke rol bij de verklaring voor deze samenwerkingsverbanden. Opmerkelijk is dat slechts voor vier van deze vijf landen Nederland ook als belangrijke partner wordt gezien. Landen waar over het algemeen het meest mee wordt samengewerkt zijn Luxemburg (7), het Verenigd Koninkrijk (6), Denemarken en Duitsland (beiden 5).

**Tabel 5.25 Partnerrelaties in Europese onderzoeksprogramma's**

Samenwerkingsverbanden van EU-15 landen binnen KP5 (alle contracten afgesloten voor 1/12/2001)\*

	BEL	DNK	DUI	SPA	GRI	FRA	FIN	ITA	IER	LUX	NLD	OOS	POR	ZWE	VK
BEL	—	o	o	o	o	++	-	-	o	+	++	-	—	o	o
DNK	o	++	-	o	—	—	++	—	++	-	++	o	—	++	++
DUI	o	-	—	o	-	++	o	o	—	-	+	++	-	+	+
SPA	o	-	o	o	o	+	-	++	o	—	—	-	o	o	o
GRI	o	—	o	+	++	-	o	++	o	++	—	o	++	—	o
FRA	++	—	++	+	-	-	—	o	—	o	o	-	-	o	+
FIN	-	++	o	o	o	—	++	-	-	-	o	o	o	++	o
ITA	-	—	o	++	+	o	-	o	-	o	—	-	o	o	o
IER	o	++	—	o	o	—	-	—	++	o	+	-	+	o	++
LUX	++	—	—	—	++	++	—	++	++	++	—	+	++	—	—
NLD	++	+	+	-	—	o	o	—	o	-	—	o	o	o	+
OOS	-	o	++	—	-	—	o	—	—	o	o	++	o	o	—
POR	—	-	o	++	+	o	o	o	+	+	o	o	++	—	o
ZWE	-	++	+	o	—	o	++	-	-	—	o	o	—	o	+
VK	o	+	+	o	o	+	o	o	++	-	++	-	o	+	—

\* De RSI-index van land i met land j wordt gemeten als het quotiënt van het aantal samenwerkingsverbanden (swv) van land i met land j gedeeld door het totale aantal swv van land i met alle EU-landen en het aantal swv van land i met alle EU-landen gedeeld door het totale aantal swv binnen de EU15. Gebruikt is de gecorrigeerde RSI-index, RSI\*, die wordt berekend als  $(RSI-1)/(RSI+1)$ . De volgende classificaties zijn van toepassing: ++: zeer sterke partnerrelatie; +: sterke partnerrelatie; 0: gemiddelde partnerrelatie; -: zwakke partnerrelatie; —: zeer zwakke partnerrelatie.

Bron: Europese Commissie. Bewerking: MERIT.

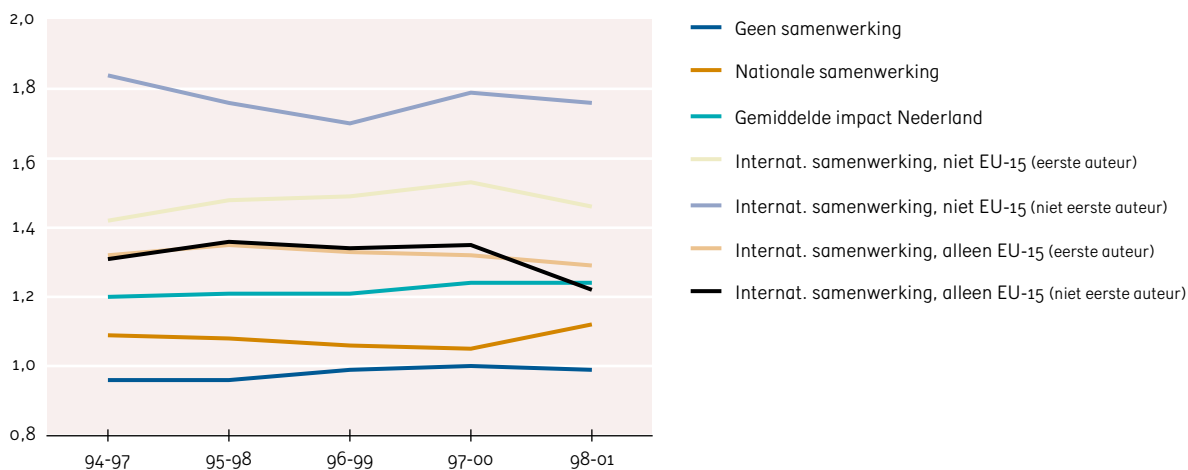
De buitengewoon goede prestatie van Nederland wat betreft de relatieve citatie-impact (zie **Tabel 5.1**) kan niet louter op het conto van het Nederlandse onderzoekssysteem, of Nederlandse financiers, worden geschreven. Zoals we hebben gezien, raakt de Nederlandse wetenschap steeds meer geïntegreerd in de mondiale wetenschap via grensoverschrijdende bilaterale en multilaterale samenwerkingsverbanden. Het is bekend dat onderzoekspublicaties die voortvloeien uit internationale wetenschappelijke samenwerking over het algemeen een hogere citatie-impact genereren dan nationale co-publicaties, of publicaties afkomstig van onderzoek waarbij geen sprake was van (relevante) samenwerking buiten de instelling. Daarvoor zijn meerdere redenen aan te voeren: (1) internationale co-publicaties rapporteren immers vaker over internationaal baanbrekend onderzoek (waarvoor een diversiteit aan kennisbronnen, faciliteiten en expertise noodzakelijk was), (2) deze publicaties bereiken eerder een grotere groep vakgenoten via de onderzoeksnetwerken van de diverse partners en worden door die partners geciteerd, (3) de publicaties worden in de 'betere' (d.w.z. meer geciteerde) tijdschriften gepubliceerd en bereiken daardoor een breder publiek van citeerders.

**Figuur 5.26** geeft een overzicht van de citatie-impact voor de onderzoekspublicaties waarbij Nederlandse onderzoekers waren betrokken verdeeld naar type co-auteurschap. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt naar internationale samenwerking binnen de EU-15 en daarbuiten, en de rol die Nederland daarin speelt al dan niet als *leading partner* van het onderzoek

(aangegeven door een eerste auteurschap). Uit de cijfers blijkt ten eerste dat internationale co-publicaties inderdaad veel beter worden geciteerd dan de andere type publicaties. Publicaties zonder samenwerking hebben een score gelijk aan het mondiale gemiddelde (=1), nationale co-publicaties ongeveer 15% meer dan dat gemiddelde, terwijl de internationale co-publicaties 25-80% boven dat gemiddeld uitstijgen. Bovendien blijkt dat internationale co-publicaties buiten de EU-15 met een Nederlander als eerste auteur beduidend minder goed worden geciteerd dan publicaties waar een buitenlander als eerste wordt genoemd. Dit roept vragen op over de internationale zichtbaarheid van internationale wetenschappelijke projecten waarbij Nederland een leidende rol vervult. De trends zijn eveneens interessant: terwijl de totale impact van Nederland een lichte stijging laat zien vanaf 1996-1999, is de impact van de verschillende typen van internationale wetenschappelijke samenwerking juist omlaag gegaan, met name voor co-publicaties waarbij louter EU-15 partners waren betrokken. Dat de impact van EU-15 co-publicaties tendeert naar het Nederlandse gemiddelde is op zich geen verrassing gegeven het feit dat deze publicaties een steeds groter deel van de Nederlandse publicatie-output vertegenwoordigen. Nog opvallender is dat die publicaties die voortvloeien uit nationale samenwerking vanaf 1997-2000 duidelijk aan impact hebben gewonnen. Maar het is te vroeg om hierin een positieve trend te ontdekken. De bovengeschetste situatie is geen typisch Nederlands verschijnsel. **Figuur 5.27** geeft een overzicht van de relatieve citatie-impact voor elk van de focuslanden van die publicaties

**Figuur 5.26** *Stijgende Nederlandse impact, dalende impact van internationale samenwerking*

Trends in de relatieve citatie-impactscores van Nederlandse onderzoekspublicaties naar type co-auteurschap, 1994-2001\*,\*\*



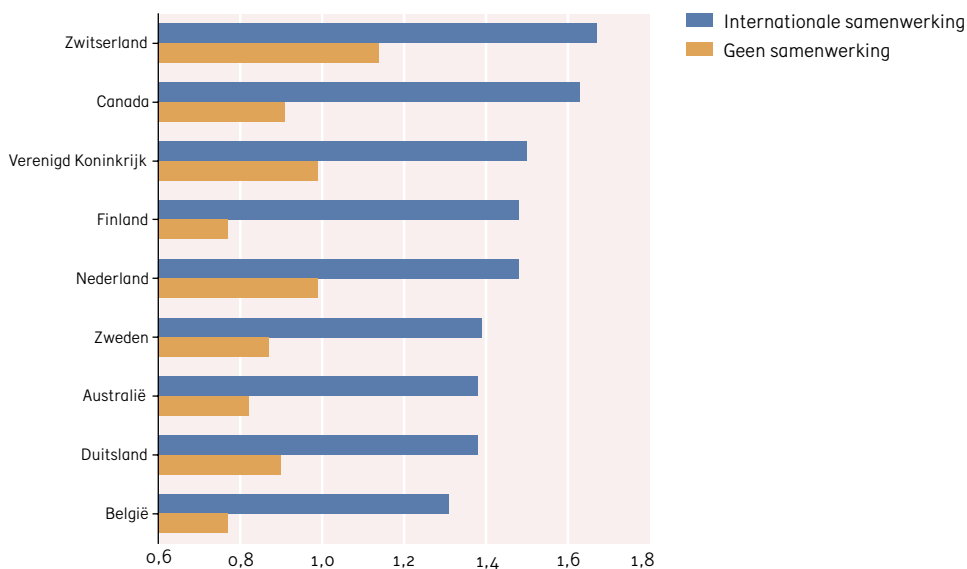
\* Discipline-genormeerde relatieve citatie-impact scores van citerende publicaties (gemiddelde score mondiaal= 1,0).

\*\* Citaties van publicaties met een variabel citatievenster binnen de voortschrijdende 4-jaarsperioden.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.27 Internationale samenwerking genereert hogere impact scores**

Relatieve citatie-impactscores van onderzoekspublicaties naar type co-auteurschap, 1998-2001. \*,\*\*



\* Discipline-genormeerde citatie-impactscore (gemiddelde score mondiaal=1,0).

\*\* Citaties van publicaties met een variabel citatievenster binnen de periode 1998-2001.

Bron: CWTS/ISI. Bewerking: CWTS.

die voortvloeien uit internationale samenwerking, en de citatie-impact voor elk van de focuslanden van die publicaties waaraan slechts één adres is verbonden. Uit de vergelijking van de resultaten valt af te leiden dat beide citatiescores niet aan elkaar gerelateerd zijn: een land kan weliswaar een hoge impactscore hebben met internationale co-publicaties, maar dit moet los worden gezien van de impact die gegenereerd wordt door onderzoek waaraan geen directe samenwerking af te lezen is. Zwitserland heeft in beide gevallen de hoogste impact (hoewel dalend), gevolgd door Canada (hetgeen opmerkelijk mag heten, gezien de lage impactpositie op die publicaties die voortvloeien uit solopublicaties vanuit Canada). Vervolgens zien we dat Finland een hoge impact behaalt op de internationale samenwerkingspublicaties, net als het Verenigd Koninkrijk en Nederland. De andere landen hebben een impact score die ongeveer 10% lager is (maar nog wel ruim boven het wereldgemiddelde).

### 5.3 Octrooien en octrooiaanvragen

#### 5.3.1 Een internationale vergelijking

Het exploiteren en vercommercialiseren van technische uitvindingen door industriële en dienstverlenende bedrijven wordt alom gezien als één van de pijlers van de moderne kenniseconomie. Geoctrooieerde technische vindingen zijn één van de weinige tastbare uitingen van innovatief gedrag die

zich lenen voor diverse internationaal vergelijkende kwantitatieve analyses. Octrooien geven een indruk van de mate waarin bedrijven en economieën succesvol zijn in de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technieken en technologieën, een noodzakelijke voorwaarde voor het creëren van groei en concurrentievoordeel op basis van technologisch innovatievermogen.<sup>15</sup>

Met name de Europese en de Amerikaanse markt is een belangrijk referentiekader voor het Nederlandse innovatievermogen. Dergelijke internationale octrooien kunnen worden verkregen via tal van wegen, de belangrijkste zijn de Europese octrooien via het Europese Octrooibureau (EPO), Amerikaanse octrooien via het Amerikaanse Octrooibureau

<sup>15</sup> De aantrekkelijkheid van een octrooi(-aanvraag) varieert echter al naar gelang de aard van vinding, de strategisch-economische doelstelling(en) van de aanvrager, en 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.

(USPTO), en wereldwijde octrooien via *World Intellectual Property Organisation* (WIPO) op basis van de *Patent Co-operation Treaty* (PCT).

De internationale vergelijking van de Nederlandse octrooi-output wordt uitgevoerd met behulp van gegevens afkomstig van zowel het Europees als het Amerikaans octrooibureau. 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.

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 van de uitvinders (in plaats van het land van vestiging van de octrooihouder ofwel aanvrager). Dit voorkomt onder meer vertekeningen met betrekking tot octrooiaanvragen van grote Nederlandse multinationals zoals Philips, die octrooien aanvragen via buitenlandse vestigingen.<sup>16</sup>

Alhoewel niet voor alle nieuw verworven kennis een octrooi zal worden aangevraagd, geeft het aantal octrooiaanvragen per

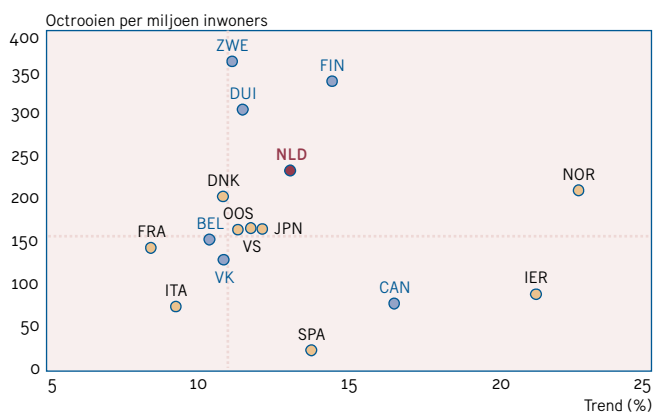
inwoner toch een goede indicatie van de mate waarin de R&D-uitgaven hebben geleid tot waardevolle nieuwe inzichten.<sup>17</sup>

**Figuur 5.28** geeft het aantal octrooiaanvragen bij EPO weer per miljoen inwoners en de toename van het aantal aanvragen voor de laatste vijf jaar. Alleen Zweden, Finland en Duitsland laten een hogere score laten zien dan Nederland. De groei van het aantal aanvragen ligt ruim boven die van de EU-15 en blijft, vergeleken bij de drie koplopers, slechts achter bij die van Finland. In tegenstelling tot de R&D-uitgaven en het aantal onderzoekers, waar Nederland slechts 'modaal' scoort, doorstaat Nederland de vergelijking met de andere landen bij het aantal en de groei van Europese octrooiaanvragen met glans.

Patentaanvragen alleen geven geen volledig beeld van de potentiële waarde van nieuw ontwikkelde kennis. Bedrijven vragen een patent aan op basis van hun eigen inschatting dat iets nieuw en waardevol is. Maar vaak blijkt dat de te octrooieren kennis al eerder door anderen is ontdekt en geoctrooierd. In dat geval zal een aanvraag dus niet resulteren in het toekennen van een octrooi. Van alle octrooiaanvragen wordt door het EPO uiteindelijk minder dan 2/3 toegekend. Bij USPTO ligt deze verhouding anders. Het Amerikaanse octrooibureau kent ruim 95% van alle octrooiaanvragen toe. Gegevens over Europese octrooitoekenningen zijn in onvoldoende mate beschikbaar, derhalve wordt de prestatie van

**Figuur 5.28 Aantal EPO-octrooiaanvragen per inwoner: Nederland bij top 4 van de wereld**

EPO-octrooiaanvragen: intensiteit (per miljoen inwoners) en trend



Aanvragen per miljoen inwoners gemiddeld voor 2000 en 2001. Trendgegevens voor Australië en Zwitserland zijn niet beschikbaar. De trend is berekend als de gemiddelde jaarlijkse groei van het aantal aanvragen tussen 2000/2001 en het 3-jaarlijks gemiddelde voor 1996. EU15-gemiddelden zijn weergegeven in stippellijnen, focuslanden in blauw en Nederland in rood.

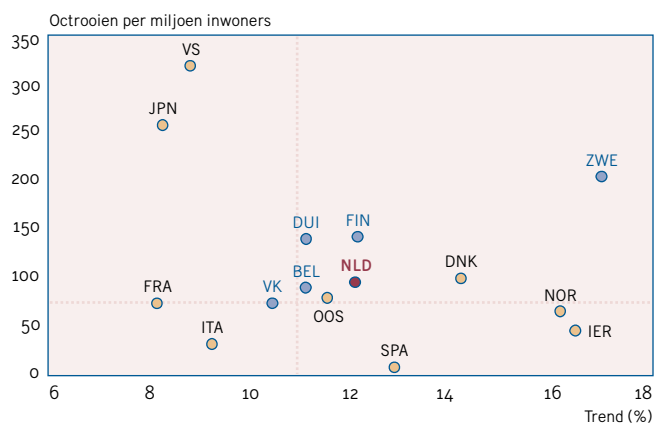
Bron: EUROSTAT. Bewerking: MERIT.

<sup>16</sup> Via aanvragen van de Amerikaanse vestiging van Philips werden in 2001 702 uitvindingen geoctrooierd bij het Amerikaanse Octrooibureau (USPTO). Als deze octrooien beschouwd worden als een Nederlands octrooi, d.w.z. afkomstig van een in Nederland gevestigd bedrijf, dan vertegenwoordigt Philips bijna 35% van de Nederlandse octrooien bij USPTO.

<sup>17</sup> Bedrijven kunnen er ook voor kiezen om hun nieuw verworven kennis te beschermen door de kennis geheim te houden. Ook kunnen de (hoge) kosten voor het aanvragen van een Europees octrooi bedrijven ervan weerhouden om daadwerkelijk een octrooi aan te vragen.

**Figuur 5.29 Aantal USPTO-octrooien per inwoner: Nederland in middenmoot en stijgend**

USPTO-octrooitoekenningen: intensiteit (per miljoen inwoners) en trends



Toekenningen per miljoen inwoners gemiddeld voor 2000 en 2001. Trendgegevens voor Australië, Canada en Zwitserland zijn niet beschikbaar. De trend is berekend als de gemiddelde jaarlijkse groei van het aantal aanvragen tussen 2000/2001 en het 3-jaarlijks gemiddelde voor 1996. EU15-gemiddelden zijn weergegeven in stippellijnen, focuslanden in blauw en Nederland in rood.

Bron: EUROSTAT. Bewerking: MERIT.

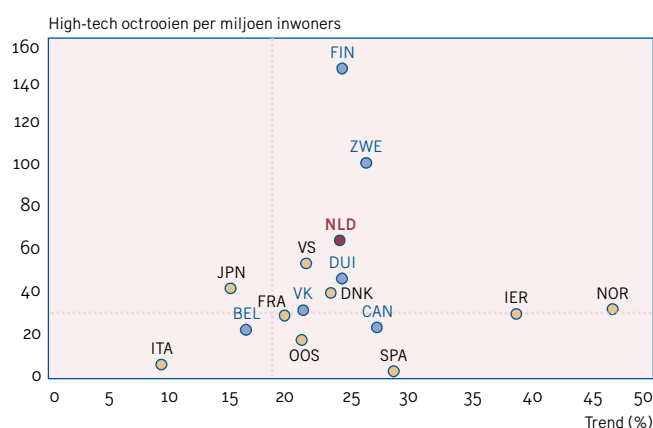
Nederland op het gebied van verworven octrooien in **Figuur 5.29** bekeken aan de hand van USPTO-octrooien. Ook hier scoort Nederland qua niveau en groei boven het Europees gemiddelde. Wel is Nederland niet langer één van de koplopers, de VS en Japan laten nu een veel hogere score zien. De situatie voor de VS is echter vertekend door het feit dat Amerikaanse bedrijven een 'thuisvoordeel' hebben doordat de Amerikaanse markt hun thuismarkt is. Europese bedrijven zullen alleen in de VS een octrooi aanvragen als ze hun producten op de Amerikaanse markt willen afzetten. Binnen de EU-15 behoort Nederland tot de Top-5. Denemarken scoort nu, vergeleken met het aantal Europese octrooiaanvragen, beter dan Nederland. De groei ligt nog wel boven het EU-15 gemiddelde, maar Nederland moet nu het dubbele aantal Europese octrooiaanvragen.

Het aantal octrooien in een land is sterk afhankelijk van de industriële structuur. Het zijn vooral de R&D intensieve bedrijven in de high-tech sectoren die veel octrooien aanvragen. Net als bij de verklaring van internationale verschillen in de R&D uitgaven van het bedrijfsleven, verklaart ook de sectorstructuur een belangrijk deel van de internationale verschillen in octrooi-prestaties<sup>18</sup>. Een vergelijkbare analyse als bij de

<sup>18</sup> Zie bijvoorbeeld *Hollanders en Verspagen (1999)*.

**Figuur 5.30 Aantal high-tech octrooiaanvragen via EPO per inwoner: Nederland ruim boven het Europees gemiddelde**

EPO high-tech octrooiaanvragen: intensiteit (per miljoen inwoners) en trend

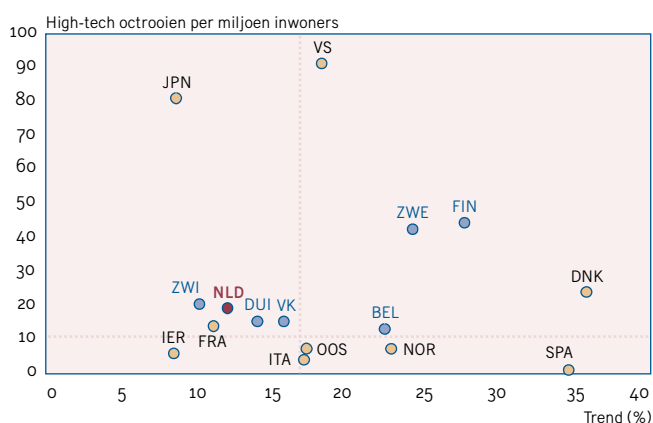


Aanvragen per miljoen inwoners gemiddeld voor 2000 en 2001. Gegevens voor Australië en Zwitserland zijn niet beschikbaar. De trend is berekend als de gemiddelde jaarlijkse groei van het aantal aanvragen tussen 2000/2001 en het 3-jaarlijks gemiddelde voor 1996. EU15-gemiddelden zijn weergegeven in stippellijnen, focuslanden in blauw en Nederland in rood.

Bron: EUROSTAT. Bewerking: MERIT.

**Figuur 5.31 Aantal high-tech octrooiaanvragen via USPTO per inwoner: Nederland in de middenmoot en dalend**

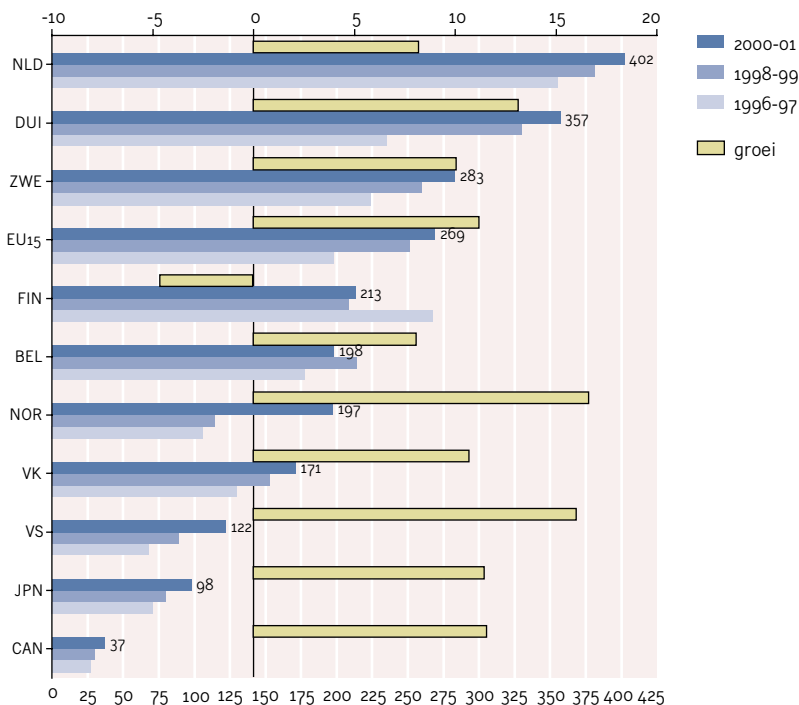
USPTO high-tech octrooiaanvragen: intensiteit (per miljoen inwoners) en trend



Aanvragen per miljoen inwoners gemiddeld voor 1999 en 2000. Gegevens voor Australië en Zwitserland zijn niet beschikbaar. De trend is berekend als de gemiddelde jaarlijkse groei van het aantal aanvragen tussen 2000/2001 en het 3-jaarlijks gemiddelde voor 1996. EU15-gemiddelden zijn weergegeven in stippellijnen, focuslanden in blauw en Nederland in rood.

Bron: USPTO. Bewerking: MERIT.

**Figuur 5.32 Aantal octrooiaanvragen via EPO per onderzoeker: Nederland koploper**  
 Octrooiproductiviteit van landen in EPO (EPO octrooien per 1000 onderzoekers)



De octrooiproductiviteit is berekend als het gemiddelde 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 2000-2001 en 1996-1997.  
 Bron: EUROSTAT, OESO. Bewerking: MERIT.

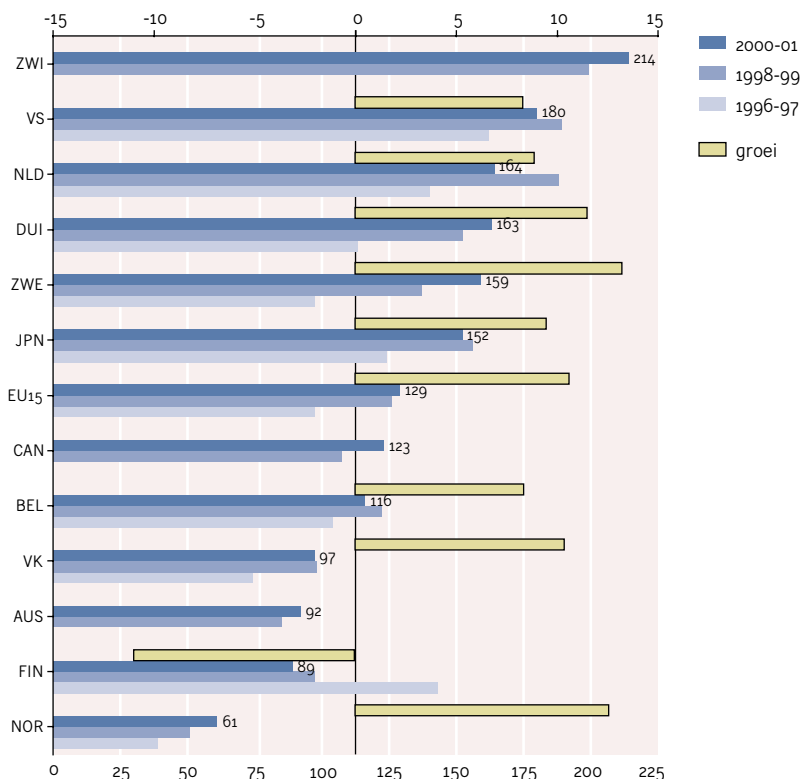
verklaring van de Nederlandse achterstand bij de bedrijfs-R&D-uitgaven zal hier achterwege blijven. Wel wordt aan de hand van zogenaamde high-tech octrooien bekeken hoe Nederland zich verhoudt tot de andere landen. Bij de Europese high-tech octrooien behoort Nederland wederom tot de koplopers, alleen Finland en Zweden doen het nog beter (**Figuur 5.30**). Noorwegen en Ierland laten een bijzonder hoge groei zien, Italië blijft duidelijk achter. Bij de Amerikaanse high-tech octrooien doet Nederland het relatief minder goed. Het aantal octrooien ligt wel boven het EU-15 gemiddelde, maar qua groei blijft Nederland achter bij zowel de EU-15 als alle focuslanden (**Figuur 5.31**).

Het Nederlandse bedrijfsleven richt zich met haar octrooien duidelijk meer op de Europese dan op de Amerikaanse markt. Het niveau bij zowel alle als alleen de high-tech octrooien is, gegeven de Nederlandse R&D-uitgaven in het bedrijfsleven, boven verwachting goed. Dit doet vermoeden dat de Nederlandse octrooiproductiviteit bovengemiddeld is. Zoals **Figuur 5.32** laat zien heeft Nederland van de getoonde landen de

hoogste octrooiproductiviteit gemeten naar het aantal EPO-octrooiaanvragen per 1000 onderzoekers in het bedrijfsleven. Per 1000 onderzoekers werden er in 2000/2001 ongeveer 400 octrooien aangevraagd bij het Europees patentbureau. De octrooiproductiviteit voor Nederland is nog wel gegroeid, maar de groei is lager dan die van de meeste andere landen. Deels is dit het gevolg van het sterk toegenomen aantal onderzoekers in het bedrijfsleven (zie **Figuur 3.8**). Vergeleken met de productiviteitsfiguren in vorige NOWT rapporten valt op dat Nederland niet langer één van de koplopers is maar de absolute koploper. In vorige NOWT rapporten werd de productiviteit berekend als het aantal octrooien per 1000 R&D-medewerkers. Maar omdat Nederland het laagste aantal onderzoekers per 100 R&D-medewerkers heeft (zie **Figuur 3.6**), valt de productiviteit gemeten per 1000 onderzoekers nu een stuk hoger uit. Finland is het enige land dat een dalende productiviteit laat zien, een gevolg van het zeer snel stijgende aantal onderzoekers in het bedrijfsleven. Nederland neemt bij de productiviteit voor het aantal toegekende USPTO octrooien een 3<sup>de</sup> plaats in achter de VS en Zwit-

**Figuur 5.33 Aantal octrooien via USPTO per onderzoeker: Nederland nr 3**

Octrooiproductiviteit van landen in USPTO (USPTO octrooien per 1000 onderzoekers)



De octrooiproductiviteit is berekend als het gemiddelde 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 2000-2001 en 1996-1997.

Bron: EUROSTAT, OESO. Bewerking: MERIT.

erland (zie **Figuur 5.33**). Opvallend is dat de Nederlandse octrooiproductiviteit over de hele periode wel is gegroeid maar dat de productiviteit in het laatste jaarblok is gedaald.

### 5.3.2 Octrooien van Nederlandse publieke kennisinstellingen

De verspreiding en benutting van geavanceerde kennis afkomstig van publiek-gefinancierd wetenschappelijk onderzoek en technische ontwikkeling is van groot belang voor de lange termijn perspectieven van de Nederlandse economie. Hoewel de commerciële benutting van kennis, via octrooien of anderszins, niet het belangrijkste doel is van publiek bekostigd onderzoek, bieden de octrooiwervingsactiviteiten van publieke kennisinstellingen een kijk op de oriëntatie jegens toe-eigening van kennis en verwante activiteiten op de kennismarkt. Hierbij dient te worden benadrukt dat het aantal octrooien beslist geen goede prestatie-indicator is van individuele instellingen: octrooiëring binnen universiteiten is namelijk sterk afhankelijk van het gevoerde beleid en financiële prikkels om octrooi-aanvragen te bevorderen. Zo is dankzij die

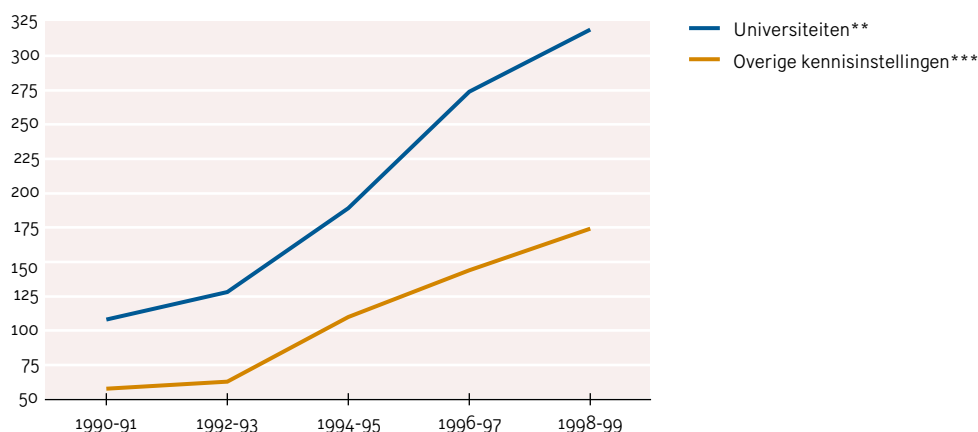
prikkels is in de jaren 90 het aantal octrooien van de Technische Universiteit Delft sterk gegroeid, zozeer dat de toename van Nederlands universiteiten grotendeels op het conto van de TUD kan worden geschreven.<sup>19</sup> Bovendien zijn octrooien voortkomend uit universitair onderzoek vaak het eigendom van bedrijven waarbij de universiteit royalties ontvangt.

<sup>19</sup> Het financiële rendement weegt overigens niet op tegen de kosten van de octrooiportefeuille. Het TUD-octrooibeleid is dan inmiddels herzien en gestroomlijnd.



**Figuur 5.34 Nederlandse onderzoeksinstituten vragen meer octrooien aan**

Trends in octrooi-aanvragen van Nederlandse universiteiten en kennisinstellingen\*



\* Octrooi-aanvragen bij het Europese Octrooibureau.

\*\* TUD, LEI, RUG, UU, UvA, UT, TUE, UM, KUN, EUR, WU, VU (in aflopend aantal octrooi-aanvragen in 1990-1999).

\*\*\* TNO, DLO, ECN, CLB/Rode Kruis, NKI, NIZO, FOM, KNAW-instituten, NWO-instituten.,

NLR, TTI-Telematica Instituut (in aflopend aantal octrooi-aanvragen in 1990-1999).

Bron: BIE. Bewerking: CWTS.

**Figuur 5.34** toont de resultaten van analyses van het *Bureau voor de Industriële Eigendom* (Bureau IE) op basis van Europese octrooien aangevraagd door de universiteiten en onderzoeksinstituten (Bureau IE, 2001), waaruit blijkt dat het aantal octrooi-aanvragen verdrievoudigd is in de jaren 90. Onze kennisinstellingen hebben meer oog gekregen voor het belang van kennisbescherming en exploitatie. TNO is veruit de meeste actieve octrooi-aanvrager (264 aanvragen in 1990-1999) gevolgd door DLO (157), de TUD (126) en de LEI (96).<sup>20</sup> De lagere aantallen van de universiteiten volgen uit het feit dat – anders dan bijvoorbeeld TNO en DLO – de primaire missie van de universiteiten meer gericht is op kenniscreatie via wetenschappelijk onderzoek dan het opleveren van direct bruikbare kennis die wellicht geoctrooieerd kan worden. In recente jaren is een aantal beleidsinitiatieven ontplooid (zoals het *Nationaal Octrooiplatform*) om de exploitatie van kennis en octrooien in het bijzonder te stimuleren in het kader van een andere primaire missie van universiteiten - hun maatschappelijke dienstverlening.

Ook in recente jaren is er een significante toename te bespeuren in de aantallen octrooien afkomstig van onderzoek bij universiteiten en andere publieke kennisinstellingen. Zo meldt het *STW Jaarverslag 2002* een totaal van 29 nieuwe octrooi-aanvragen bij het Nederlandse of Europese Octrooibureau op vindingen uit technisch-wetenschappelijke projecten

gefinancierd door STW, een voortzetting van een duidelijk stijgende lijn sinds 1998.

Een recente detailstudie naar octrooigedrag en licentiegedrag van de publiek-gefinancierde kennisinstellingen in 2000-2001 geeft nader inzicht in de omvang en aard van hun portefeuilles van intellectuele eigendomsrechten (OESO/MERIT/EZ, 2001). Uit **Tabel 5.35** blijkt dat de universiteiten daarin naar verhouding productiever zijn dan de onderzoeksinstituten, met name wat betreft de octrooi-aanvragen hetgeen duidt op een verdere groei van universitaire octrooiportefeuilles in de komende jaren. Uit dezelfde studie blijkt overigens dat op slechts 19% van de universitaire octrooien licenties zijn verstrekt. Voor de octrooien van de overige kennisinstellingen ligt het percentage nog lager, namelijk 17%. Het overgrote deel van de octrooien wordt overigens niet benut door bedrijven.

<sup>20</sup> De aantallen octrooien van afzonderlijke universiteiten en andere publieke kennisinstellingen is overigens geen goede maat van hun bijdragen aan innovatieprocessen met een mogelijke commerciële waarde. Daarvoor zijn de aantallen octrooien te laag en niet representatief voor het universitair onderzoek met (potentiële) waarde voor technologische innovaties. Bovendien wordt geen rekening gehouden met de commerciële waarde van ieder octrooi, de mate waarin eventuele baten zullen opwegen tegen de kosten, of de technisch-wetenschappelijke "kwaliteit" van de desbetreffende vinding.

**Tabel 5.35 Commercialisering van publieke onderzoekskennis**

Omvang en productiviteit van intellectueel eigendom van Nederlandse kennisinstellingen, 2000-2001\*

	Universiteiten		Overige kennisinstellingen**	
	Totaal	Per 1000 fte	Totaal	Per 1000 fte
<b>Octrooien</b>				
Actieve octrooien	394	41,4	597	34,0
Octrooiverleningen in meest recente jaar	64	6,3	103	5,9
Octrooi-aanvragen in meest recente jaar	111	11,0	101	5,8
<b>Overige intellectuele eigendomsregelingen</b>				
Registratie van copyright	49	4,9	0	0
Geheimhoudingsverklaring/overeenkomst	413	40,9	27	1,5
<b>Kennisexploitatie via nieuwe bedrijven</b>				
Spin-off bedrijven	23	2,6	3	0,2
Start-up bedrijven	4	0,5	7	0,4

\* Productiviteitsberekening op basis van aantal fte onderzoekers in 1998 werkzaam bij de natuurwetenschappelijke- landbouw-, technische- of medische faculteiten.

\*\* TNO, DLO, NWO-instituten, KNAW-instituten, ECN, NLR, GD, WL, MARIN.

Bron: OESO/EZ/MERIT, 2000. Bewerking: CWTS.

Uit het overkoepelende internationaal vergelijkend onderzoek van de OESO naar octrooi- en licentieactiviteit van kennisinstellingen blijkt dat Nederlandse kennisinstellingen als enig land meer Europese octrooien aanvragen dan nationale octrooien (OESO, 2003). Uit hetzelfde onderzoek blijkt dat Nederlandse kennisinstellingen vooral octrooien aanvragen met betrekking tot medische technologieën – een verschijnsel dat we delen met kennisinstellingen in België, Duitsland en Zwitserland. Dit bevestigt de eerdere uitkomsten met betrekking tot de industrieel-relevante onderdelen van het Nederlandse onderzoeksbestel, waarin met name de medische en levenswetenschappen naar voren komen als een belangrijke kennisbron voor innovaties (zie hoofdstuk 4).

De exploitatie van intellectueel eigendom bij publieke kennisinstellingen vindt ook plaats door het creëren van nieuwe bedrijven die zijn gericht op het vercommercialiseren van die wetenschappelijke kennis en technische expertise via technologieën en/of daaraan gerelateerde diensten. Uit de cijfers in Tabel 5.35 blijkt dat talloze onderzoekers en hoogleraren die met hun kennis en vindingen de stap zetten naar de markt via “spin-off” bedrijven. De volgende paragraaf gaat nader in op deze vorm van kennisintensieve bedrijvigheid.

## 5.4 Start-up en spin-off bedrijven

Als de vinding of technologie verder wordt ontwikkeld, of de uitontwikkelde technologie wordt gekocht door anderen spreekt men van een “start-up” bedrijf. Het beleid ten aanzien van bescherming van intellectueel eigendom, octrooien in het bijzonder, is sterk gerelateerd aan het creëren van bedrijvigheid via deze high-tech “technostarters”. Spin-off en start-up bedrijven worden gezien als een belangrijke vorm van kennisoverdracht naar het bedrijfsleven. Ze zijn van groot belang voor de dynamiek in het Nederlandse innovatiesysteem: ze verspreiden en exploiteren nieuwe kennis en vaardigheden, ontwikkelen producten en diensten met een hoge toegevoegde waarde. Deze bedrijven vervullen dan ook vaak een voortrekkersrol in innovatieve processen, creëren nieuwe markten, en groeien vaak sneller dan bestaande bedrijven. Vele Nederlandse universiteiten hebben inmiddels “science parks” opgericht om dergelijke nieuwe bedrijven te faciliteren; de meeste recente daarvan is het *Delft University Technopolis* dat vorig jaar (2002) is gestart. De Nederlandse kennisinstellingen blijken een belangrijke factor te zijn in de vestiging van kleine innovatieve bedrijven met een relatief hoge werkgelegenheidsgroei (Van de Panne en Kleinknecht, 2003). Wat betreft de internationale positie van Nederland blijkt uit Europees vergelijkend onderzoek van Ernst & Young dat 2,2%

**Tabel 5.36 Nederlandse kennisinstellingen leveren een gemiddeld aantal nieuwe spin-offs en start-ups**

Internationale vergelijking van aantal nieuwe spin-off en start-up bedrijven per land en type kennisinstelling

		Spin-offs		Start-ups		Totaal	
		totaal	gem.	totaal	gem.	totaal	gem.
Nederland	Universiteiten	23	1,77	4	0,33	27	1,07
	Onderzoeksinstituten	3	0,33	7	1,00	10	0,67
Zwitserland	Universiteiten	39	1,77	17	1,06	56	2,33
	Onderzoeksinstituten	7	1,17	5	1,00	12	2,00
Noorwegen	Universiteiten	15	5,00	1	0,50	16	2,75
	Onderzoeksinstituten	24	1,71	27	1,59	12	1,65
Italië	Universiteiten	14	0,50	13	0,46	27	0,48
	Onderzoeksinstituten	9	3,00	0	0	9	1,50
Spanje	Univ. en onderzoeksinst.	8	0,67	3	0,30	11	0,48
België*	Univ. en onderzoeksinst.	11	1,83	4	0,67	15	1,25
Duitsland	Universiteiten	28	1,12	9	0,36	37	0,74

Betreft uitsluitend Vlaanderen.

Bron: OESO (2003). Bewerking: CWTS.

van de startende Nederlandse ondernemingen in 1999 als “technostarter” aangemerkt kunnen worden. Nederland scoort daarmee beter dan Duitsland, Verenigde Staten en België, maar minder goed dan het Verenigd Koninkrijk met 2,8% (Ernst & Young, 2001). **Tabel 5.36** toont resultaten van een meer recent internationaal vergelijkend OESO-onderzoek van spin-off en start-up activiteiten van universiteiten en onderzoeksinstituten (OESO, 2003). Nederland blijkt daarbij tot de middenmoot van de Europese landen te behoren zowel wat betreft spin-off bedrijven als start-up bedrijven.

Vele Nederlandse starters doen een beroep op subsidieregelingen en kredieten van de overheid om R&D-gerelateerde bedrijvigheid te stimuleren.<sup>21</sup> Deze regelingen worden via *Senter*, een agentschap van het Ministerie van Economische Zaken, uitgevoerd. Een *Senter*-studie naar de deelname van Nederlandse universiteiten en andere kennisinstellingen en hun spin-off bedrijven aan de EZ-subsidieregelingen, vermeldt een zeer diverse verzameling van 546 spin-off bedrijven in 1998-2000, waarvan er 125 subsidies ontvingen met een totaal van 85 mln gulden (*Senter*, 2001).<sup>22</sup> De bedrijven zijn met name actief in de medisch-farmaceutische sector en de informatie technologie-sector. Vele van deze bedrijven onderhouden hechte relaties met de instellingen waaruit men is voortgekomen, met name in de bedrijfstakken zoals de biotechnologie die sterk leunen op technisch-wetenschappelijk onderzoek als bron van nieuwe inzichten, methoden en academisch geschoold R&D-personeel.

Uit de Ernst & Young-studie van 2001 blijkt dat de Nederlandse universiteiten aan de wieg stonden van 27 spin-off of start-

up bedrijven in 2000-2001, de overige kennisinstellingen waren direct of indirect betrokken bij de oprichting van 10 nieuwe bedrijven. Volgens het Jaarverslag 2002 van NWO's Technologiestichting STW was ook 2002 een succesvol jaar gezien de oprichting van de 9 spin-off bedrijven op basis van STW-gefinancierde technische onderzoeksprojecten (STW, 2002).<sup>23</sup>

Recent onderzoek van het Ministerie van Economische Zaken onder de 14 Nederlandse universiteiten en 15 onderzoeksinstituten leverde een totaal van 107 nieuwe bedrijven (EZ, 2003). De UT loopt hierin voorop met een jaarlijkse aanwas van 20 spin-offs. Met behulp van een zogeheten spin-off index (het aantal spin-offs per 1000 medewerkers/studenten, of per 100 mln euro omzet/inkomsten) wordt een voor grootte gecorrigeerde vergelijking gemaakt tussen de diverse Nederlandse kennisinstellingen onderling, en een vergelijking met een zevental Europese instellingen. Binnen de universitaire sector, scoren de UT, UM en KUN het best; de lijst onderzoeksinstituten wordt aangevoerd door het Telematica Instituut, CWI

<sup>21</sup> Voor de financiering van kennisintensieve starters is meestal ook risicokapitaal nodig. Gegevens van de OESO lijken er echter op te wijzen dat de EU-15 ver achterblijft bij de VS waar het gaat om risico-kapitaal voor start-up bedrijvigheid (OESO, 2001b).

<sup>22</sup> Deze lijst lijkt echter niet compleet. Ook zijn deze cijfers internationaal nauwelijks te vergelijken.

<sup>23</sup> De negen nieuwe bedrijven zijn: Add-X, Artinis, Chienna (dochter IsoTis SA), Immusys, Key Dru, Nijmegen Sensor Company, Oxsense, SVI BV, en Varibel.

en MARIN. De spin-off index bedraagt 1,88 voor alle Nederlandse universiteiten en onderzoeksinstituten tezamen, de zeven buitenlandse universiteiten realiseren een score van 2,53.

De medische- en levenswetenschappen zijn verreweg de meeste belangrijke bron van R&D-intensieve spin-off en start-up bedrijven die vanuit Nederlandse kennisinstellingen zijn ontstaan, of hechte relaties onderhouden met die instellingen. Uit empirische studies van internationale octrooien is gebleken dat Nederlands onderzoek in die vakgebieden, met name in de biotechnologie, relatief veel wordt benut voor verdere technologische ontwikkeling en commercialisering (Tijssen, 2000). Sinds enkele jaren voert de overheid een actief beleid om Nederlandse wetenschappelijk kennis beter te benutten in termen van economische bedrijvigheid. *BioPartner*, het in 2001 opgerichte stimuleringsfonds van het Ministerie van Economische Zaken, subsidieert startende R&D-intensieve bedrijven in deze sector en ondersteunt jonge bedrijven. Met succes. Uit het BioPartner jaarrapport 2002 blijkt dat 17 nieuwe starters het levenslicht zagen in 2002 (BioPartner, 2003). In 2001 waren dat er 21. Sinds het midden van de jaren '90, is het aantal bedrijven dat jaarlijks start in de life sciences ruim verdrievoudigd. Deze groei overtreft de ontwikkeling in de rest van Europa dat juist een stagnatie laat zien vanwege het verslechterde economisch klimaat. In totaal telt Nederland nu 126 bedrijven die zich volledig richten op de life sciences. Het merendeel hiervan is actief op het gebied van de menselijke gezondheid en heeft als belangrijkste inkomstenbron contractonderzoek.<sup>24</sup>

Vanwege de contacten met de wetenschappelijke wereld, en het noodzakelijke vermogen om snel nieuwe wetenschappelijke kennis en vaardigheden te kunnen toe-eigenen en toepassen, blijven vele spin-offs en start-ups wetenschappelijk onderzoek uitvoeren, vaak in samenwerking met de publieke kennisinstellingen. Uit nadere analyse van de lijst bedrijven in Senter-studie blijkt dat 22 (5% van het totaal) daarvan onderzoeksresultaten hebben gepubliceerd in de internationale tijdschriften in 1998-2001. De meest actieve spin-offs waren *Nuclear Research & Consultancy Group-NRG* (spin-off van ECN en Kema), *Keygene* (spin-off van Wageningen Univ. Res.), *Pharming* en *Isotis* (beide van Univ. Leiden), elk met meer dan 10 onderzoekspublicaties in vooraanstaande tijdschriften. Met name NRG, een fusie tussen zakelijke activiteiten op dit

gebied van ECN en KEMA, is wetenschappelijk actief. *Keygene* is actief op het gebied van genomics technologieën, *Pharming* houdt zich vooral bezig met technologieën voor de productie van eiwitten, *Isotis* is in 2002 gefuseerd met een Zwitsers biotechnologiebedrijf *Modex*, en is actief in de ontwikkeling van kunstmatige weefsels. Andere spin-offs met wetenschappelijke output zijn: *LEADD* (Univ. Leiden), *Argoss* (Waterloopkundig Laboratorium), *Target Quest* (Univ. Maastricht), *Synthon* (Univ. Nijmegen), en *Data Distilleries* (Centrum voor Wiskunde en Informatica).

<sup>24</sup> De gezamenlijke omzet van de life sciences sector wordt door *BioPartner* geschat op 155 miljoen euro. Grote Nederlandse bedrijven die zich wel met life sciences bezighouden maar voor wie de markt geen hoofdactiviteit is, als Akzo Nobel en DSM, zijn buiten beschouwing gelaten.

## Literatuurverwijzingen

- BioPartner, *Growth Against The Tide - The Netherlands Life Science Sector Report 2003*, 2003.
- Bureau IE, *Het octrooigedrag van de Nederlandse kennisinfrastructuur over de periode 1980-1999*, Rijswijk: Bureau voor de Industriële Eigendom, 2001.
- Ernst & Young, *Internationale Benchmarkstudie Technostarters*, Ministerie van Economische Zaken, 2001.
- EZ, *Researchers op ondernemerspad: internationale benchmark naar spin-offs van kennisinstellingen*, Ministerie van Economische Zaken, 2003.
- Europese Commissie, *European Innovation Scoreboard 2002*, Commission Staff Working Paper SEC(2002) 1349, Brussel, 2002a.
- Europese Commissie (EC), *Third European Report on Science & Technology Indicators 2003: Towards a knowledge-based economy*, Brussel, 2003.
- Europese Commissie, *Towards a European Research Area: Science Technology and Innovation, Key Figures 2002*, Luxemburg, 2002b.
- EZ e.a., *Internationale ICT benchmark 2002*, Rapport van de Ministeries van Economische Zaken, Binnenlandse Zaken, Financiën, Justitie, en Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, 2002.
- Hollanders, H. en B. Verspagen, *De invloed van de sectorstructuur op de R&D-uitgaven van en op het aantal toegekende patenten aan het Nederlandse bedrijfsleven*, Rapport voor het Ministerie van Economische Zaken, Maastricht, 1999.
- NOWT, *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren 2000*, CWTS/MERIT, Rapport van het Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie, 2000
- OESO/MERIT/EZ, *Het octrooi- en licentiegedrag van Nederlandse kennisinstellingen*, Organisatie voor Economisch Samenwerking en Ontwikkeling, MERIT/Universiteit Maastricht, en Ministerie van Economische Zaken, 2001.
- OESO, *Basic Science and Technology Statistics*, Parijs, Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, 2001a.
- OESO, *The new economy: beyond the hype*. Parijs, Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, Report of the Growth Study, 2001b.
- OESO, *Turning science into business – patenting and licensing at public research organisations*, Parijs, Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling 2003.
- Van de Panne G. en A. Kleinknecht, Van Stanford naar Zandvoort, *Economisch Statistische Berichten*, 236-238, 16 mei 2003.
- Senter, *Geld voor Kennisinstellingen en spin-offs*. Den Haag: Senter Beleidsinteractierapport 01-08, 2001.
- STW, *Jaarverslag 2002*, Utrecht: Technologiestichting STW, 2002.
- Tijssen, R.J.W, *Nederlandse wetenschap als kennisbron voor industriële uitvindingen: trendanalyse van verwijzingen in octrooien naar Nederlandse wetenschappelijke artikelen*. Rapport voor het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, CWTS-rapport 2000-06, 2000.
- Van Leeuwen, Th.N., Veranderingen in de NOWT-indeling van wetenschappelijke gebieden, *NOWT Update nr 2*, 2003.

