

Wetenschaps- en Technologie- Indicatoren 2003

Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie



Wetenschaps- en Technologie- Indicatoren

2003

Een publicatie van het
**Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie
(NOWT)**

in opdracht van het Ministerie van Onderwijs,
Cultuur en Wetenschap,
Directie Onderzoek en Wetenschapsbeleid

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

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



MERIT



Inhoudsopgave

Woord vooraf 8

Voorwoord: de relatie met het wetenschapsbeleid 10

Samenvattend overzicht 12

Inleiding 12

NOWT's Indicatoren Scoreboard 12

Slotopmerkingen 17

1 Inleiding: wetenschap en technologie als kennisbronnen 18

1.1 Het Nederlandse kennissysteem 18

1.2 Wetenschaps- en technologie-indicatoren 21

1.3 Opzet van rapport en leeswijzer 21

2 De economie van kenniscreatie: R&D-uitgaven en financiering 24

Samenvatting 24

2.1 Inleiding: internationale vergelijking van R&D-intensiteit 25

2.2 R&D-uitgaven 27

2.2.1 Totale R&D-uitgaven 27

2.2.2 R&D-uitgaven van het bedrijfsleven 28

2.2.3 Uitgaven voor universitair onderzoek 34

2.2.4 Uitgaven van kennisinstellingen in de (semi-)publieke sector 34

2.2.5 Internationale vergelijking van Nederlandse R&D-uitgaven 35

2.2.6 R&D-financiering naar type activiteit 36

2.3 R&D-uitgaven naar financieringsbron 38

2.4 Nederlandse R&D-uitgaven en financiering 40

2.4.1 Inleiding 40

2.4.2 Overheids- en bedrijfsfinanciering 43

2.5 Nederlandse uitgaven en financiering naar sector 44

2.5.1 Inleiding 44

2.5.2 R&D-uitgaven in het bedrijfsleven 44

2.5.3 Uitgaven onderzoeksinstituten 48

2.5.4 Uitgaven universitair onderzoek 53

Literatuurverwijzingen 56

3 Kenniswerkers en kennisdragers: studenten, promovendi, onderzoekers en R&D-personeel 58

Samenvatting 58

- 3.1 Inleiding 59**
- 3.2 'Human resources' – een internationale vergelijking 59**
- 3.3 R&D-potentieel in Nederland 66**
 - 3.3.1 Beroepsbevolking en opleidingsniveau 66
 - 3.3.2 Instroom van universitaire studenten 67
- 3.4 R&D-personeel en onderzoekers in Nederland 71**
 - 3.4.1 Verdeling over institutionele sectoren 73
 - 3.4.2 Bedrijfsleven 73
 - 3.4.3 Publieke kennisinstellingen 73

Literatuurverwijzingen 80

4 Kennisvraag en aanbod: bedrijfsonderzoek, publiek-private onderzoekssamenwerking en netwerken 82

Samenvatting 82

- 4.1 Inleiding: wetenschappelijk onderzoek voor technologische innovaties 83**
- 4.2 Het belang van publiek onderzoek voor het bedrijfsleven: resultaten van innovatie-enquêtes 83**
- 4.3 Onderzoeksactiviteit van bedrijven 85**
- 4.4 Publiek-private samenwerking en onderzoekspublicaties 88**
- 4.5 Publiek-private onderzoeksprogramma's en onderzoeksnetwerken 89**
- 4.6 Personeelsmobiliteit en uitwisseling tussen bedrijven en publieke kennisinstellingen 92**

Literatuurverwijzingen 94

5 R&D-prestaties: kenniskwantiteit en kwaliteit 96

Samenvatting 96

5.1 Output van onderzoekpublicaties en wetenschappelijke impact 97

5.1.1 Inleiding 97

5.1.2 Nederlandse onderzoeksprestaties in een internationale context 98

5.1.3 Output en impact per institutionele sector 109

5.1.4 Toponderzoek 120

5.2 Internationale wetenschappelijke samenwerking 125

5.3 Octrooien en octrooi-aanvragen 131

5.3.1 Een internationale vergelijking 131

5.3.2 Octrooien van Nederlandse publieke kennisinstellingen 135

5.4 Start-up en spin-off bedrijven 137

Literatuurverwijzingen 140

6 Kennisgebruikers: impact van wetenschap op bedrijfsleven en samenleving 142

Samenvatting 142

6.1 Inleiding 143

6.2 Citaties vanuit bedrijfsonderzoek naar de Nederlandse wetenschap 143

6.3 Citaties vanuit octrooien naar de Nederlandse wetenschap 147

6.4 Wetenschap en techniek in de media 151

6.5 Publiekshouding aangaande wetenschap, en publiekscennis van wetenschap 153

6.6 Maatschappelijk rendement van wetenschap in Nederland 154

Literatuurverwijzingen 156

Afkortingen 158



Woord vooraf

Het *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren Rapport 2003* is de vijfde uit deze reeks rapporten en markeert daarmee een mijlpaal in de ontwikkeling van het *Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie* (NOWT) over de afgelopen 10 jaar: een periode waarin Nederlandse prestaties op het gebied van wetenschap, technologie en innovatie steeds meer in de belangstelling zijn komen te staan. De toegenomen relevantie komt onder meer tot uiting in het bijna gelijktijdig verschijnen van dit rapport met het *Wetenschapsbudget*, het centrale beleidsstuk op dit gebied van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.

NOWT is meegegroeid met deze trend. Onder meer door middel van de lancering van een eigen website (www.nowt.nl) en onze digitale nieuwsbrief *NOWT Update*, het aanboren en combineren van nieuwe gegevensbestanden, de introductie van nieuwe indicatoren, en het gebruik van een analytisch raamwerk dat recht doet aan de belangrijke rol van wetenschap en technologie binnen de Nederlandse kennissamenleving en kenniseconomie. Dit omvangrijke indicatorenrapport is de neerslag van deze ontwikkelingen.

Dit rapport is tot stand gekomen door hechte samenwerking binnen het NOWT-team, constructieve bijdragen van dataleveranciers, en intensieve interactie met begeleidingscommissie. Speciale dank gaat daarbij uit naar Drs. E.A.A.M. Broesterhuizen, Drs. J.C.G. Steen en Drs. P. Fenger, die namens de Directie Onderzoek en Wetenschapsbeleid van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap zitting hadden in de commissie. Tevens willen wij de overige commissieleden bedanken voor hun inzet en deskundig advies, en bovenal hun vermogen om - ondanks de veelheid van materiaal - de 'rode draden' te blijven volgen in onze analyse van het Nederlandse kennisstelsel:

Mw. Drs. J.A. van den Bandt-Stel (VNO-NCW)
Dr. L. Klomp (Ministerie van Economische Zaken)
Dr. Ir. K.M.H. Maessen (NWO)
Drs. B. Minne (CPB)
Mw. Dr. E.I. Stiekema (VSNU)
Mw. Dr. A. Vollering (KNAW)
Ir. H.J. de Vries (TNO)

Tenslotte willen we graag Clara Calero (CWTS) en Carla Dekker (Senter) bedanken voor de dataverzameling en data-analyse ten behoeve van de IOP-netwerkkarten. Science Alliance wordt bedankt voor de samenwerking met CWTS in de Nederlandse enquête naar de maatschappelijke rendement van wetenschap.

*Dr. Robert J.W. Tijssen
(NOWT coördinator)*

December 2003

Voorwoord: de rel

Dit indicatorenrapport is een lustrumeditie: het is de vijfde keer dat het NOWT een rapport uitbrengt met kwantitatieve gegevens over ontwikkelingen op het terrein van wetenschap en technologie. Het rapport heeft zich in de loop van de jaren ontwikkeld tot een document dat een waaijer aan gegevens bevat over de toestand van het onderzoeksbestel. Ditmaal verschijnt het rapport vrijwel gelijktijdig met het Wetenschapsbudget 2004. Het rapport mag dan ook worden gelezen als de informatiebron over de feitelijke toestand van het onderzoeksbestel waar het Wetenschapsbudget beleidsmatig op inspeelt. Hieronder ga ik nader in op de plaats van dit rapport in de huidige en toekomstige informatievoorziening over wetenschap en innovatie.

Plaats van het NOWT-rapport

Het rapport geeft een breed overzicht van de (inter)nationale positie van de Nederlandse kennisinfrastructuur, van de wetenschappelijke productie, de invloed en productiviteit ervan, van wetenschappelijke samenwerking en van de bruikbaarheid en het gebruik van wetenschappelijke kennis. Het rapport bevat een selectie en analyse van het materiaal dat vanuit diverse bronnen beschikbaar is over wetenschap en technologie. Ook hier zijn keuzes onvermijdelijk. Ik wil in dit verband wijzen op een andere publicatie, namelijk het CBS-rapport "Kennis en economie" dat jaarlijks verschijnt. Terwijl het NOWT-rapport zich meer richt op het wetenschapssysteem, richt het CBS-rapport zich meer op het innovatiesysteem.

Het rapport is bedoeld voor breed gebruik en geeft daarom de lezer de mogelijkheid om vanuit zijn of haar eigen perspectief relevante informatie te analyseren. Daarnaast is veel achterliggend materiaal te vinden op de website van het NOWT (www.nowt.nl).

De kracht van het NOWT-rapport is dat in de loop der jaren een zekere standaard tot stand is gekomen in de wijze waarop het W&T-bestel wordt gerepresenteerd. Het is echter wel gelijk wenselijk om een verdere verdiepingsslag te maken in de beschrijving van het wetenschapsbestel. Het rapport geeft op dit moment vooral een breed beeld van het W&T-bestel, beschrijft ontwikkelingen in de tijd en vult dit aan met bedrijfsvoeringsgegevens (input en output) van wetenschapsinstellingen. Hierdoor ontstaat een algemeen beeld van de prestaties van Nederland en instellingen daarbinnen, maar dat is niet voldoende om het functioneren van individuele instellingen te

atie met het wetenschapsbeleid

beschrijven. Daarom ook zijn er in 2002 en 2003 met de grote wetenschapsorganisaties in Nederland - NWO, KNAW en TNO - zgn. indicatorenconvenanten afgesloten die een specifiek beeld geven van de wijze waarop deze organisaties hun rol vervullen binnen het bestel. De komende tijd zullen de eerste resultaten hiervan beschikbaar komen waardoor de positie en de prestaties van deze publieke instellingen beter voor het voetlicht kunnen worden gebracht.

Om beslissingen te kunnen nemen over het wetenschapsbeleid, zowel bij de overheid als bij de onderzoeksinstituten, is naast de kwantitatieve informatie in dit rapport ook meer kwalitatieve informatie nodig. Die betreft bijvoorbeeld de situatie van een wetenschapsgebied en de te verwachten ontwikkelingen, of de vraag naar onderzoeksresultaten in relatie tot de wetenschappelijke mogelijkheden om aan deze vraag te voldoen. Dergelijke informatie komt beschikbaar uit verkenningen. Deze worden opgesteld door een groot aantal instellingen. Wat echter ontbreekt, is een gezaghebbend totaaloverzicht, systematische evaluatie en verbetering van de gehanteerde methoden en een helder programma voor een verbeterde gegevensverzameling. Daarom heb ik in het Wetenschapsbudget aangekondigd dat ik het Rathenau instituut zal vragen een bredere taak dan nu uit te gaan voeren, kortweg aan te duiden als *science system assessment*. Het spreekt vanzelf dat bij het overleg daarover ook de relatie met toekomstige NOWT-rapporten aan de orde zal komen.

Het wetenschapsbeleid

Verschillende aspecten van het NOWT-rapport hebben een relatie met het juist verschenen Wetenschapsbudget 2004:

- ⋮ *Output en kwaliteit*: hoewel de kwaliteit van het Nederlandse onderzoek hoog is, wil dat niet zeggen dat we op onze lauweren kunnen rusten. Daarom heb ik in het Wetenschapsbudget maatregelen aangekondigd om de beste groepen verder te versterken: we zetten in op excellentie.
- ⋮ *Investerings in R&D*: Nederland heeft nog een weg te gaan om de EU-ambitie van 3 procent R&D-investeringen te halen. Dit Kabinet geeft het publieke onderzoek daarom enkele belangrijke impulsen: de BSIK impuls van 800 miljoen euro, een structurele versterking van het onderzoek, oplopend tot 100 miljoen euro vanaf 2007, investeringen in wetenschappelijke informatie-

voorziening en enkele persoonssteunvormen en 100 miljoen euro extra voor de WBSO.

- ⋮ *Focus en concentratie*: de gegevens uit het rapport geven aan dat Nederland bij de drie nationale prioriteiten – ICT, genomics en nanotechnologie – een goede uitgangspositie heeft, die het waard is om op verder te bouwen. Ook meer in het algemeen worden focus en concentratie door maatregelen in het Wetenschapsbudget bevorderd, zoals de matching van de extra middelen met middelen uit de 1^{ste} geldstroom.
- ⋮ *Wisselwerking*: Nederland doet het op verschillende aspecten goed, maar er zijn zeker verbeteringen mogelijk. Het Wetenschapsbudget kondigt maatregelen aan voor verdere intensivering van de samenwerking tussen universiteiten en het bedrijfsleven, en, meer in het algemeen, voor een grotere *valorisatie* van het universitaire onderzoek.
- ⋮ *Kenniswerkers*: hoewel mensen een cruciale rol spelen in de kenniseconomie en kennissamenleving, is de uitgangssituatie voor Nederland niet gunstig. Daarom verschijnt binnenkort een Kabinetsnota over kenniswerkers, met daarin een deltaplan bèta en techniek. Er zijn extra middelen gereserveerd, oplopend tot 60 miljoen euro per jaar vanaf 2007, om een veelheid van maatregelen te kunnen treffen om de dreigende tekorten aan kenniswerkers op te heffen. Maatregelen om belemmeringen voor de instroom in ons land op te heffen, en maatregelen om de positie van vrouwen en kleurrijk talent te versterken.

Tot slot

De begrippen kenniseconomie en kennissamenleving zijn inmiddels ingeburgerd. Onze ambities op dat vlak zijn hoog. Het Regeerakkoord geeft een belangrijke stimulans, die bij uitstek tot uitdrukking komt door de instelling van het Innovatieplatform. Het feit dat de Minister President dit voorziet, laat zien dat het Kabinet de versterking van de kennissamenleving tot topprioriteit van het beleid heeft gemaakt. Ik ga er dan ook van uit dat als we toekomstige edities van het NOWT-rapport zullen leggen naast de publicatie die nu voor u ligt, er een duidelijke verdere versterking van de kennissamenleving zichtbaar zal zijn.

De minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap,

(Maria J.A. van der Hoeven)

Samenvattend overzicht

Inleiding

De Nederlandse samenleving wordt steeds meer gedomineerd door “kennis” (informatie, inzichten en vaardigheden) in al haar verschijningsvormen en toepassingen, variërend van elementaire alledaagse bezigheden tot de industriële ontwikkeling van complexe instrumenten en technologieën. Meer kennis kan onder meer leiden tot betere gezondheidszorg en milieubeheer, gebruikersvriendelijke informatiesystemen, en hoogwaardig onderwijs. De ontwikkeling, verspreiding en toepassing van kennis levert ook toegevoegde waarde in de vorm van nieuwe banen en een goede concurrentiepositie. Nederland heeft de ambitie om tot de toonaangevende kennissamenlevingen en kenniseconomieën te behoren. Een terechte ambitie: we behoren sinds de Gouden Eeuw tot de meest ontwikkelde landen ter wereld. Maar is Nederland in staat deze ambitie waar te maken in de komende jaren en decennia? Wat is onze huidige uitgangspositie?

Dit wetenschaps- en technologie-indicatorenrapport bevat een uitvoerige analyse van het Nederlandse ‘kennissysteem’: een samenhangend geheel van activiteiten, personen, instituties en netwerken die een rol spelen in de creatie, opslag, overdracht en het gebruik van wetenschappelijke en technische kennis. Deze kwantitatieve analyse laat zich nadrukkelijk leiden door een accent op de meetbare onderdelen van dit systeem, metingen op basis van ‘harde’ indicatoren, resulterend in vergelijkende cijfers en statistieken. Vanwege de complexiteit en gebrekkige doorzichtigheid van het kennissysteem kunnen indicatorenrapporten per definitie geen uitputtend beeld geven. In dit rapport ligt de nadruk op het aanwezige cijfermateriaal met betrekking tot R&D-activiteiten, het onderzoeksbestel, en het hoger onderwijssysteem.

In eerste instantie richt dit rapport de blik naar buiten: wat is de positie van Nederland in internationaal verband? Wat zijn de sterke en minder sterke kanten van het Nederlandse kennissysteem in vergelijking met andere landen? In hoeverre heeft Nederland een leidende rol in mondiale ontwikkelingen? Volgt Nederland de internationale trends? Heeft Nederland de faciliteiten en kwaliteit om effectief te kunnen concurreren – en samenwerken – met het buitenland? Onze vergelijking spitst zich toe op een achttal middelgrote ‘focuslanden’ (zie de volgende paragraaf).

Daarnaast wordt de situatie binnen Nederland nader in kaart gebracht: de onderzoeksprestaties van afzonderlijke universiteiten en overige kennisinstellingen worden nader bekeken, evenals de R&D-prestaties van bedrijven. Een analyse van

trends binnen het hoger onderwijssysteem en kenniswerkers geeft een indruk van de uitgangspositie en knelpunten in ons kennispotentieel.

Binnen het analytische kader wordt in dit samenvattend overzicht aandacht besteed aan de relatief sterke en zwakke kanten van ons kennissysteem. Aan de hand van een *scoreboard* met een selectie uit de NOWT-indicatoren, wordt een schets gegeven van de internationale positie van Nederland en recente trends daarin. Mede op basis van dit empirische materiaal worden een aantal algemene beleidsrelevante conclusies getrokken over de situatie en perspectieven van het Nederlandse R&D-systeem. We sluiten af met enkele opmerkingen over de analytische reikwijdte van dit rapport.

NOWT Indicatoren Scoreboard

Internationale benchmarking met de focuslanden

Uit de grote hoeveelheid cijfermateriaal en de reeks indicatoren die zijn gebruikt voor de analyse in dit rapport is een deelverzameling van 15 ‘kernindicatoren’ samengesteld waarmee de huidige Nederlandse prestaties, en die uit het recente verleden, kunnen worden vergeleken met andere landen. Met het oog op het Nederlandse ambitieniveau worden de Nederlandse prestaties vergeleken met een aantal zogeheten ‘focuslanden’ die (1) tot de kopgroep van R&D-landen behoren en (2) voldoende vergelijkbaar zijn wat betreft de geavanceerdheid van het kennissysteem (het R&D-systeem in het bijzonder), economische ontwikkelingsgraad, en bevolkingsomvang. Een drietal daarvan - Zweden, Finland en Zwitserland - worden vaak als innovatieve gidslanden beschouwd wat betreft de aandacht en stimuleringsmaatregelen voor de kenniseconomie en het innovatiebeleid. Deze landen kennen ook een privaat R&D-systeem dat, evenals in Nederland, wordt gedomineerd door grote bedrijven. In deze selectie zijn ook onze buurlanden opgenomen: Duitsland, Verenigd Koninkrijk, en België. Tenslotte zijn ook Canada en Australië in de vergelijking betrokken, met name vanwege hun vooruitstrevend innovatiebeleid.

Internationale benchmarking heeft inherente beperkingen als normatief kader. Elk focusland wordt immers gekenmerkt door een nationaal kennissysteem met specifieke specialisaties. Wat wetenschap betreft is het Nederlandse systeem meer georiënteerd op onderzoek in de medische- en levenswetenschappen (51,6% van de totale Nederlandse publicatie-output, in vergelijking met een gemiddelde van 48,2% voor de

focuslanden) en is Nederland minder actief op het gebied van de exacte- en natuurwetenschappen (34,1% versus 37,9%) en de technische wetenschappen (5,6% versus 6,3%). Finland heeft de grootste mate van overeenkomst met het Nederlandse wetenschapsprofiel. Wat de technologie-ontwikkeling betreft is Nederland licht ondervertegenwoordigd in biotechnologie-octrooien (5,3% van alle Nederlandse octrooien bij het Europese Octrooibureau versus een gemiddelde van 6,3% voor de focuslanden) en oververtegenwoordigd in ICT-gerelateerde octrooien (respectievelijk 42,5% en 33,3%). Het technologieprofiel wordt sterk gekleurd door de Nederlandse industriële sectorstructuur en de aanwezigheid van grote R&D-intensieve technologiebedrijven zoals Philips.

Uit de resultaten in dit rapport blijkt dat, over het geheel genomen, geen enkel focusland een positie als 'gidsland' inneemt op alle onderdelen van het kennissysteem waartegen de prestaties van Nederland afgezet kunnen worden. Dit dient per onderdeel te geschieden, waarbij de best presterende landen variëren al naar gelang de gekozen indicator en analytische invalshoek.

Interpretatie van de scoreboard

De resultaten zijn samengebracht in een overzicht (zie volgende pagina) waarin de prestaties zijn gerubriceerd naar vier hoofdcategorieën die ruwweg corresponderen met de hoofdstukken in dit rapport: (1) investeringen, (2) kennispotentieel, (3) wisselwerking en samenwerking, en (4) opbrengsten en prestaties. In deze 'scoreboard' wordt aangegeven of, en zo ja, in hoeverre de Nederlandse prestaties afwijken van het gemiddelde van de focuslanden, zowel wat betreft het huidige niveau (tweede kolom in de scoreboard), als ontwikkelingen in de afgelopen jaren (derde kolom). De tweede kolom laat zich lezen op twee niveaus: kleuren en getallen. Rood markeert de onderdelen waar Nederland achterblijft bij het gemiddelde van de focuslanden, onze relatief sterke(re) onderdelen zijn weergegeven in groen. Het getal dat wordt vermeld bij het huidige niveau verwijst naar de desbetreffende score van Nederland op die indicator (hetzij een percentage of een absoluut aantal). Wat de trendinformatie betreft, de pijlen geven de richting aan van ontwikkelingen in de voorgaande vijf jaar. De combinatie van kleuren en pijlen geeft in één oogopslag aan of onze voorsprong is bestendig dan wel uitgebouwd, of Nederland bezig is met een inhaalslag, of juist verder achteruit is gegaan.

Algemene opmerkingen

Over het geheel genomen toont deze scoreboard een dynamisch kennissysteem waarin een aantal significante trends heeft plaatsgevonden in het recente verleden. Belangrijker nog is te constateren dat de huidige goede prestaties vergezeld gaan van tekortkomingen en knelpunten. Er lijkt sprake te zijn van een divergentie in de relatieve positie van Nederland ten opzichte van de focuslanden: de relatief zwakke punten van Nederland (o.a. R&D-intensiteit) verslechteren, terwijl de relatief sterke kanten van ons kennissysteem (waaronder wetenschappelijke output en samenwerking) een verdere groei of verbetering laten zien.

De ogenschijnlijke tegenstrijdigheid tussen de redelijk goede tot uitstekende prestaties en de meer zorgelijke situatie rondom investeringen en kennispotentieel kan deels worden verklaard door de factor 'tijd'. Immers, de huidige prestaties zijn het gevolg van de situatie in voorgaande jaren. Nederland profiteert tot op zekere hoogte nog steeds van de investeringen en de daarmee opgebouwde kennisinfrastructuur in de jaren 70, 80 en 90 van de vorige eeuw. Dit geldt met name wat betreft de wetenschappelijke prestaties waar diepteinvesteringen in personeel pas na jaren optimaal renderen. Gelet op deze vertragingfactor is het aannemelijk dat huidige knelpunten en zwakkere punten in ons kennissysteem op termijn een nadelige invloed kunnen hebben op onze toekomstige prestaties indien passende maatregelen uitblijven of te weinig positieve effecten sorteren.

Investerings

Wat de financiële inspanningen betreft is gekeken naar de R&D-intensiteit (gedefinieerd als de R&D-uitgaven als % van het BBP) op internationaal niveau (zie paragraaf 2.1). De groei van de reële R&D-uitgaven is de laatste jaren achtergebleven bij die van de focuslanden. Uitgesplitst naar institutionele sector, zien we een relatief lage R&D-intensiteit van het Nederlandse bedrijfsleven (1,08%) met een achterblijvende groei van de reële R&D-uitgaven. Het Nederlandse bedrijfsleven wordt gekenmerkt door een relatief kleine industriële sector. Binnen de industrie is bovendien het aandeel van de *high-tech* en *medium-high-tech* bedrijfsklassen relatief klein en zijn de R&D-intensiteiten in deze klassen lager. Ook de sterk ontwikkelde dienstensector in Nederland wordt gekenmerkt door lagere R&D-intensiteiten dan in het buitenland.



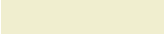


De uitgaven van de kennisinstellingen in de publieke sector lig-

NOWT Scoreboard 2003

Nederlandse prestaties vergeleken met het gemiddelde van Australië, België, Canada, Duitsland, Finland, Verenigd Koninkrijk, Zweden en Zwitserland

	Huidige niveau *	Trend **
Investerings		
R&D-intensiteit bedrijfsleven (uitgaven als % van BBP)	1,08	↓↓
R&D-intensiteit semi-publieke sector (uitgaven als % van BBP)	0,26	↓↓
R&D-intensiteit universiteiten (uitgaven als % van BBP)	0,53	↓↓
Kennispotentieel		
25-64 jarigen met WO-opleiding (% bevolking 25-64 jarigen)	24,9	=
Kennisswerkers (% beroepsbevolking)	15,9	↓↓
Onderzoekers (% beroepsbevolking)	5,2	=
Wisselwerking en samenwerking		
Financiering (semi-)publieke R&D (% gefinancierd door bedrijven)	11,0	↑↑
Publiek-private wetenschappelijke co-publicaties (% nationale output)	2,9	↑↑
Nationale wetenschappelijke co-publicaties (% nationale output)	27,8	↑
Internationale wetenschappelijke co-publicaties (% nationale output)	43,5	↑
Opbrengsten en prestaties		
Wetenschappelijke publicaties per onderzoeker in de publieke sector	0,47	↑
Citatie-impact wetenschappelijke publicaties (mondiaal gemiddelde=1,00)	1,24	=
Onderzoekspublicaties geciteerd door bedrijfsleven (% nationale output)	4,0	n.b.
EPO-octrooiaanvragen per onderzoeker in de private sector	0,40	=
USPTO-octrooitoekenningen per onderzoeker in de private sector	0,16	=

* Situatie in 2002 of zo recent mogelijk peiljaar. Nederlandse score ten opzichte van het ongewogen gemiddelde van de acht focuslanden: Australië, België, Canada, Duitsland, Finland, Verenigd Koninkrijk, Zweden en Zwitserland (of van een zo groot mogelijke deelgroep hiervan).

	>20% bovengemiddeld
	5-20% bovengemiddeld
	Rondom het gemiddelde van de acht focuslanden
	5-20% ondergemiddeld
	>20% ondergemiddeld

** Nederlands niveau over de gehele periode van 5 jaar voorafgaand aan het peiljaar relatief t.o.v. het ongewogen gemiddelde van het niveau in de focuslanden gedurende dezelfde periode (verschil in %) " >20% toename/verbetering; ' 5-20% toename/verbetering; = rondom gemiddelde; ' 5-20% afname/verslechtering; " >20% afname/verslechtering; n.b. – niet bekend.

gen boven het gemiddelde van de focuslanden (zie paragraaf 2.2.4). Met name bij de niet-universitaire kennisinstellingen scoort Nederland goed met een R&D-intensiteit van 0,26%, hoewel deze voorsprong duidelijk is afgenomen in recente jaren.

Kennispotentieel

In 2001 konden bijna 1,3 miljoen mensen in Nederland als hoogopgeleide kenniswerkers worden aangemerkt. Met een aandeel van 15,9% blijft Nederland daarmee achter bij vooral Finland, Zweden en België. Het aantal hoger opgeleiden in ons land blijft ook enigszins achter bij de focuslanden. Ons land kent bovendien slechts een gemiddeld aandeel R&D-personeel van haar beroepsbevolking (zie paragraaf 3.2). Het bedrijfsleven kent een steeds groter deel van het R&D-personeel, de universiteiten een steeds kleiner deel.

Nederland kent een relatief laag aantal onderzoekers, het 5,2% aandeel van de onderzoekers in de Nederlandse beroepsbevolking is aanzienlijk lager dan in de focuslanden. Met een zeer sterke groei van het aantal onderzoekers in het bedrijfsleven levert het Nederlandse bedrijfsleven een groeiende bijdrage in het aantal onderzoekers. De groei van het aantal onderzoekers in het bedrijfsleven behoort tot de hoogste in Europa, waarin Nederland alleen achterblijft bij Finland. Binnen het bedrijfsleven is de industrie de belangrijkste werkgever van onderzoekers, maar de dienstensector is in opkomst (paragraaf 3.4.2).

Bij de Nederlandse universiteiten neemt sinds 1997 de omvang van het wetenschappelijk personeel weer licht toe, vooral door een sterke toename van de 2^{de} geldstroomfinanciering (via NWO). Desondanks laat Nederland bij de universitaire onderzoekers één van de laagste groeiprestaties zien vergeleken met de focuslanden (zie figuur 3.9).

Het aantal eerstejaars studenten aan de Nederlandse universiteiten is na een jarenlange daling weer gestegen, vooral bij de studierichtingen van de maatschappij- en gedragswetenschappen, economische wetenschappen, en geneeskunde (zie paragraaf 3.2.2). Ondanks de geleidelijke toename in recente jaren, is het aantal vrouwelijke universitaire medewerkers in Nederland nog steeds relatief klein (Tabel 3.29).

Wisselwerking en samenwerking

Nederland kent vele geïnstitutionaliseerde publiek-private R&D-samenwerkingsverbanden, die ondermeer tot stand zijn gebracht via de Technologische Topinstituten, de Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's, de Bsik-regeling (ICES/KIS-3), en de Technologiestichting STW (zie paragraaf 4.5). Laatstgenoemden vullen elkaar aan en spelen een belangrijke rol in het bijeen brengen van kennisvraag en kennisaanbod.

Het bedrijfsleven financiert 11% van de R&D-uitgaven in de

(semi-)publieke sector, wat naar de maatstaf van de focuslanden relatief hoog is. Bovendien overtreft de groei van deze financieringsbron van Nederlandse (semi-)publieke R&D ruimschoots de groeipercentages in de focuslanden.

De universiteiten worden als een 'zeer belangrijke' informatiebron gezien door 8% van de innoverende Nederlandse bedrijven, en nog eens 29% vindt dat deze bron 'belangrijk' is (zie paragraaf 4.2). Van de innoverende bedrijven maakt 22% gebruik van universiteiten als kennisbron. De niet-universitaire onderzoeksinstituten scoren daarbij iets beter: 30% van de innoverende bedrijven noemt deze kennisinstellingen als informatiebron. Er is onder deze bedrijven echter weinig verschil in de waardering van de bijdragen van de niet-universitaire kennisinstellingen in vergelijking met die van de universiteiten.

De aantallen publiek-private onderzoekspublicaties waarbij Nederlandse onderzoekers afkomstig van publieke kennisinstellingen zijn betrokken, vertonen sedert enkele jaren een lichte terugval: het aandeel ligt nu op 2,9%. Dit is waarschijnlijk enerzijds het gevolg van teruglopende activiteiten binnen bedrijven op het gebied van fundamenteel onderzoek, anderzijds vanwege verminderde belangstelling of prioriteit onder industriële onderzoekers om in internationale vakbladen te publiceren. De meeste focuslanden vertonen een sterkere neergaande lijn als gevolg waarvan de relatieve trend voor Nederland positief is (zie paragraaf 4.4).

Nederlands wetenschappelijk onderzoek wordt meer en meer gekenmerkt door samenwerking – zowel binnen als tussen Nederlandse hoofdinstituten, alsmede met buitenlandse collega's. Zo is bijna 28% van de Nederlandse wetenschappelijke publicatie-output tegenwoordig afkomstig van onderzoekers die aan verschillende Nederlandse hoofdinstituten zijn verbonden ('co-publicaties'). Wat betreft de internationale samenwerking ligt dit aandeel op 43,5%. De opgaande lijn in aantallen co-publicaties wijst op een toenemende internationalisering van de Nederlandse wetenschap. Ons land wijkt hierin niet af van de algemene trend binnen de focuslanden. Wat Nederland betreft zien we een toenemende focus op de Europese partnerlanden, waarbij vooral Duitsland een vooraanstaande positie inneemt (paragraaf 5.2). Net als bij de focuslanden worden de Nederlandse onderzoekspublicaties met buitenlandse co-auteurs doorgaans beter geciteerd dan publicaties gebaseerd op onderzoek zonder (inter)nationale samenwerking (zie figuur 5.27).

Opbrengsten en prestaties

Nederland is nog steeds één van de landen waarin veel aandacht wordt besteed aan 'fundamenteel' onderzoek met een langere tijdshorizon – zowel in de (semi-)publieke sector als in de R&D-intensieve industrie. Dit blijkt onder meer uit de productiviteit van Nederlandse onderzoekers wat betreft onder-

zoekpublicaties in internationale wetenschappelijke en technische tijdschriften: met een gemiddelde score van 0,47 publicaties behoort Nederland tot de top van de focuslanden. De Nederlands productiviteit is bovendien duidelijk toegenomen (figuur 5.4). Het Nederlandse universitaire systeem kent tal van niches waar internationaal toponderzoek wordt uitgevoerd (zie paragraaf 5.1.4). Vele van onze universiteiten behoren tot de besten in de EU-15 op het gebied van onderzoek. Nederlandse onderzoekpublicaties hebben een relatief grote internationale impact: onderzoekpublicaties met Nederlandse auteurs worden veel geciteerd in de internationale wetenschappelijke literatuur. Met een algemene score van 1,24 wordt Nederlands onderzoek 24% meer geciteerd dan het mondiale gemiddelde. Dit is niet louter een verdienste van onze universiteiten, maar ook van de niet-universitaire onderzoeksinstituten en onderzoekuitvoerende bedrijven (zie figuur 5.10 en tabel 5.11). Wetenschappelijke onderzoekers aan Nederlandse universiteiten hebben overigens ook "impact" op hun omgeving via het geven van onderwijs aan studenten. Bij studenten en afgestudeerden vormt zich zodoende een reservoir van – overigens snel verouderende – kennis, maar deze personen kunnen maatschappelijke posities innemen waar analytisch en synthetiserend vermogen van belang is. Zij zullen ook affiniteit hebben met wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen en kunnen derhalve terugvallen op het actuele wetenschappelijke en technologische onderzoek. Mede dankzij de R&D-intensieve 'Grote Zeven' (Philips, Unilever, DSM, Akzo Nobel, Shell, ASML en Océ) behoort Nederland tot de mondiale koplopers wat betreft onderzoekpublicaties afkomstig uit het bedrijfsleven (paragraaf 4.3). Nederlands onderzoek uit de (semi-)publieke sector wordt relatief veel geciteerd door industriële onderzoekers wereldwijd – 2,6% van de door de industrie geciteerde onderzoekpublicaties is Nederlands. Dit geldt met name voor ons onderzoek op het gebied van de landbouw en voeding, en het onderzoek binnen de biomedische wetenschappen (zie paragraaf 6.2). Zowel de algemene universiteiten, als de gespecialiseerde universiteiten (technische universiteiten en WUR), zijn als kennisbron hierin goed vertegenwoordigd (figuur 6.3). Nederlands wetenschappelijk onderzoek wordt overigens ook veelvuldig geciteerd in octrooien (patenten) van bedrijven, met name in octrooien afkomstig van de farmaceutische industrie en bedrijven in de biotechnologie (zie figuur 6.4). Naast de universiteiten (met hun academische ziekenhuizen) zijn ook de algemene ziekenhuizen, en overige onderzoeksinstituten zoals TNO, leveranciers van kennis die een toepassing heeft gevonden in geïmplementeerde technische uitvindingen. Gemeten aan het aantal octrooien per onderzoeker in het bedrijfsleven is Nederland koploper zowel wat betreft aangevraagde internationale octrooien (patenten) bij het Europese Octrooibureau (0,40 octrooien), dan wel verkregen octrooien

bij het Amerikaanse Octrooibureau (0,16). Gemeten naar het aantal octrooiaanvragen per inwoner laat Nederland de EU-15 achter zich zowel wat betreft de huidige prestatie als groeipercentage (zie paragraaf 5.3.1). Dit beeld wordt sterk bepaald door Philips dat actief is in technologiegebieden waar octrooien van zeer groot belang zijn om intellectuele eigendomsrechten vast te leggen; zo is Philips verantwoordelijk voor 35% van de Nederlandse octrooien bij het Amerikaanse Octrooibureau. Minder positief is het wisselende beeld dat Nederland bij de *high-tech* octrooien laat zien: het goede beeld bij de *high-tech* octrooien bij het Europese Octrooibureau wordt overschaduwd door een achterblijvende groei van deze groep octrooien bij het Amerikaans Octrooibureau (figuur 5.31).

Nederlandse universiteiten en andere onderzoeksinstituten produceren een geleidelijk toenemend aantal octrooien (figuur 5.34): dit geldt voor zowel nationale als internationale octrooien. De gebruikswaarde van die octrooien is overigens beperkt: op 19% van de universitaire octrooien zijn licenties verstrekt, voor de octrooien van de overige kennisinstellingen ligt dit percentage op 17% (paragraaf 5.3.2).

Nederland blijkt binnen Europa tot de middenmoot te behoren wat betreft nieuwe kennisintensieve bedrijvigheid in de vorm van spin-off en start-up bedrijven. De Nederlandse universiteiten en onderzoeksinstituten lopen achter op het buitenland wat betreft het aantal spin-offs (zie paragraaf 5.4).

Nederlanders zijn over het algemeen geïnteresseerd in wetenschap en techniek. We behoren echter tot de Europese middenmoot qua aantallen musea en science centra die zich op deze onderwerpen richten. De televisie is voor de meeste Nederlanders nog steeds de belangrijkste informatiebron voor het volgen van wetenschappelijke en technische ontwikkelingen (zie paragraaf 6.4). Hoewel mannen meer dan vrouwen een algemene interesse in wetenschap tonen, zijn vrouwen op een aantal terreinen zoals gezondheid, milieu en genetica meer geïnteresseerd in onderzoek dan mannen (paragraaf 6.5). Deze verschillen in interesse uit zich ook in hun studiekeuzegedrag. Twee maal zoveel vrouwelijke als mannelijke VWO-examinandi kiezen voor een medische studie, terwijl minder vrouwen kiezen voor studies in natuur en techniek (zie paragraaf 3.2.2).

Betrekkelijk weinig Nederlandse wetenschappers publiceren voor een breder publiek (zie paragraaf 6.4). Uit een kleine steekproef bleek dat tweederde van de onderzoekers van mening is dat de directe zichtbaarheid van het maatschappelijk rendement verbeterd dient te worden (paragraaf 6.6).

Slotopmerkingen

Terugkerend naar de ambitie van het Nederlandse kabinet om Nederland tot de meest vooraanstaande kenniseconomieën te laten behoren, mag worden geconcludeerd dat de uitgangspositie van onze kennisbasis redelijk is, maar dat Nederland als gevolg van achterblijvende groeiprestaties achterop dreigt te raken. Nederland is nog steeds één van de landen die veel aandacht besteden aan fundamenteel onderzoek en daarin goede prestaties levert. Nederland kent een hoogwaardig en breed geschakeerd onderzoekslandschap met een aantal pieken waar internationaal vooraanstaand onderzoek wordt uitgevoerd. Resultaten van Nederlands onderzoek worden relatief veel gebruikt door de industrie in binnen- en buitenland, en onze *Technologische Topinstituten* worden internationaal geroemd als een model voor samenwerking tussen publiek gefinancierd onderzoek en private R&D. De relatief geringe omvang van het Nederlandse R&D-systeem - het onderzoeksbestel vertegenwoordigt circa 2% van het mondiale totaal - vraagt om een hechtere samenwerking en onderlinge afstemming om de internationale concurrentie aan te kunnen. Waar onze kennisinfrastructuur versnipperd is, lijkt een verdere samenwerking en concentratie van menskracht en middelen op zijn plaats – zowel publiek-privaat als met buitenlandse partners, met name in die onderzoeksgebieden die van betekenis zijn voor onze kenniseconomie. Nederlandse initiatieven zoals het *Genomics regieorgaan* en *NanoNed*, alsmede Europese initiatieven zoals de *Networks of Excellence* in het zesde Kaderprogramma van de Europese Commissie, kunnen een belangrijke impuls geven. Een vooraanstaande positie van Nederland in bepaalde onderzoeksgebieden en kennisnetwerken is zeer aantrekkelijk: niet louter als bevestiging van de goede Nederlandse naam op het gebied van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek, maar ook voor de werving van excellente onderzoekers en studenten in die gebieden (zowel uit Nederland als daarbuiten), de vestiging van buitenlandse bedrijven, het aangaan of versterken van samenwerkingsrelaties met Nederlandse bedrijven, alsmede het creëren van nieuwe kennisintensieve bedrijvigheid via spin-off bedrijven. Echter, door achterblijvende investeringen en activiteiten op het gebied van toegepast onderzoek en technische ontwikkeling, met name in het bedrijfsleven, lijkt de vertaling van deze kennis in concurrerende producten en diensten in gevaar te komen. De R&D-uitgaven van de universiteiten en de kennisinstellingen in de (semi-)publieke sector liggen nog (steeds) boven het gemiddelde van de focuslanden en de EU-15, maar een achterblijvende groei van beide sectoren in combinatie met een in dit opzicht relatief zwak presterend Nederlands bedrijfsleven plaatst Nederland in een kwetsbare positie om de ambities voor de komende jaren te verwezenlijken. Nederland lijkt, zoals talloze andere (Europese) landen, gebukt te

gaan onder een gebrekkige interactie en marktwerking in het R&D-systeem – vooral in vergelijking met de situatie binnen de Verenigde Staten. Deze 'kennisexploitatiekloof' bestaat reeds vele jaren en wordt gekenmerkt door een kennisaanbod dat onvoldoende lijkt afgestemd op de vraag vanuit de maatschappij en het bedrijfsleven. Ondanks de ruime mate van wetenschappelijke kennis en technische expertise, een redelijk tot zeer goede kennisinfrastructuur, en een relatief grote productie van veel nieuwe kennis (met name via universitair onderzoek), blijft de bredere maatschappelijke benutting van die kennis, met name voor innovatieve toepassingen in de industrie en dienstensector, achter bij verwachtingen in het bedrijfsleven.

Ten slotte, het geheel aan cijfermateriaal, bevindingen en conclusies in dit rapport schetst een beeld van een Nederlands kennissysteem dat vanuit een internationaal perspectief gezien een aantal sterke en zwakke punten heeft. Een kennissysteem laat zich echter slechts in beperkte mate vangen in een net van statistieken. Noodgedwongen is ons beeld dan ook een partieel beeld, waarbij tal van belangrijke elementen en factoren zich mogelijk kunnen onttrekken aan onze waarneming en kwantitatieve analyse. Er is dan ook een grote behoefte aan betrouwbaar cijfermateriaal om de 'witte plekken' in onze kennis van het Nederlandse kennissysteem op te vullen. Dit gebrek aan beleidsrelevante informatie, met name op meso- en micro-niveau, doet zich overigens voor in alle vooraanstaande landen. Ondanks de overdaad aan feitenmateriaal en statistieken in dit rapport blijft de reikwijdte van onze constatering en conclusies aangaande effectiviteit en efficiëntie van het Nederlandse R&D-systeem derhalve beperkt tot hoofdlijnen en algemene contouren – niet louter vanwege het complexe karakter van kennis en kennisontwikkeling, de traceerbaarheid van belangrijke actoren, kennisstromen en netwerkrelaties, maar ook wat betreft de onduidelijke (en doorgaans gebrekkige) causale relatie tussen kennisinvesteringen en opbrengsten, en bovenal de structurele verschillen die internationaal bestaan tussen kennissystemen.

1

Inleiding: wetens- kennisbronnen

1.1 Het Nederlandse kennissysteem

Het is evident dat nieuwe kennis van cruciaal belang is voor het helpen voorkomen of oplossen van maatschappelijke problemen. "Nieuwe kennis" is hier overigens een breed begrip: het gaat zowel om nieuwe toepassingen en nieuwe combinaties van bestaande kennis als om bijbehorende vaardigheden en faciliteiten. Net als in veel andere landen vindt er ook in Nederland een ontwikkeling plaats naar een kennissamenleving en een kenniseconomie die rust op vier hoofdpijlers:

- ⋮ productie van nieuwe kennis via fundamenteel en toegepast onderzoek;
- ⋮ kennisoverdracht via onderwijs en training;
- ⋮ gebruik van ICT-middelen voor overdracht en verwerking van kennis;
- ⋮ benutting van die kennis, ondermeer via technologische en organisatorische innovaties.

Kennis levert wezenlijke bijdragen aan economische bedrijvigheid en welvaart door middel van het ontwikkelen van kennisintensieve technologische innovaties die op hun beurt weer kunnen leiden tot verbeteringen in arbeidsproductiviteit en aantrekkelijke nieuwe producten en diensten. Een groot deel van onze economische groei is direct of indirect het gevolg van vernieuwingen en innovaties via hoogwaardige kennisintensieve commerciële producten en diensten. Omdat Nederland een klein land is met betrekkelijk weinig natuurlijke grondstoffen, moet het zijn menskracht en hersens gebruiken om de economische toekomst van Nederland veilig te stellen. Gaandeweg wordt Nederland Kennisland dan een realiteit, waarin het als handelsnatie leeft van de doorvoer van anderen product, maar ook waarin de "BV Nederland" meer en meer kennisintensieve diensten en producten gaat ontwikkelen en exporteren. Echter, als het ontwikkelingsproces van innovatieve producten en diensten, met een hoge toegevoegde waarde, in het buitenland plaatsvindt, wat kun je dan als duur 'kennisland' in de toekomst nog met succes exporteren? En hoe kun je dan nog nieuwe, internationaal concurrerende, hoogwaardige bedrijvigheid en industrieën opbouwen en uitbouwen?

Nederland staat op het gebied van kenniscreatie en kennis-toepassingen voor grote uitdagingen in de komende jaren. Steeds meer zal de wijze waarop Nederland met wetenschappelijke en technische kennis omgaat de economische positie van ons land bepalen. Het besef dat goed onderwijs, excellent

chap en technologie als

onderzoek, en effectieve kennisoverdracht van belang is, wordt inmiddels breed gedeeld. Tijdens de bijeenkomsten van de Europese Raad in Lissabon (2000) en Barcelona (2002) hebben deze overwegingen een belangrijke rol gespeeld voor het nieuwe strategische doel dat de Europese Unie zich stelt om tegen 2010 de meest concurrerende en dynamische kennis-economie in de wereld te worden. Nederland wil graag tot de besten in Europa behoren. Deze Nederlandse ambities zijn in Nederland omgezet in concrete beleidsinitiatieven in de vorm van een nationale strategie voor kennisontwikkeling en kennisexploitatie door middel van het *Innovatieplatform*, en via interdepartementaal beleid zoals verwoord in het *Wetenschapsbudget* van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap en de *Innovatiebrief* van het Ministerie van Economische Zaken.

Het kabinet heeft een extra budget gereserveerd voor onderwijs, onderzoek en innovatie van 800 mln euro, waarvan 185 mln euro voor prioriteiten op het gebied van onderzoek en innovatie. In dit bedrag is ook een verhoging opgenomen voor de WBSO van 100 mln euro. Daarnaast start in 2004 een derde ronde van ICES-KIS-projecten, die vooral als doel hebben de kennisinfrastructuur te versterken. Hiervoor is uit de FES-gelden 802 mln euro beschikbaar gesteld voor de periode tot 2010.

Het ontwikkelen van hoogwaardige kennis en het toepassen van die kennis zijn van levensbelang voor een duurzame en slagvaardige kennissamenleving. Dergelijke doelstellingen stellen hoge eisen aan de kwaliteit van die infrastructuur, met name op het gebied van wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling (*Research and Development* – R&D). R&D is één van de kernbegrippen in dit rapport en verdient derhalve nadere toelichting. Korthedshalve wordt onder 'Research' verstaan het vergroten van (technisch) wetenschappelijke kennis – 'fundamenteel onderzoek' – en het systematisch zoeken naar oplossingen voor praktische problemen – 'toegepast onderzoek'. Onder 'Development' wordt verstaan het systematisch uitwerken en ontwikkelen van ideeën en/of onderzoeksresultaten tot nieuwe of verbeterde materialen, apparaten en instrumenten, producten, diensten of productieprocessen. Een deel van deze vernieuwingen betreft 'uitvindingen' die al dan niet via octrooien worden beschermd. Wanneer de vernieuwingen op de markt worden gebracht of anderszins worden toegepast, spreekt men van 'innovaties'. Innovatie is dus meer dan louter R&D: een nieuw product of dienst commercialiseren vraagt nadrukkelijk ook om andere inbreng zoals ontwerp-activiteiten en marketing.

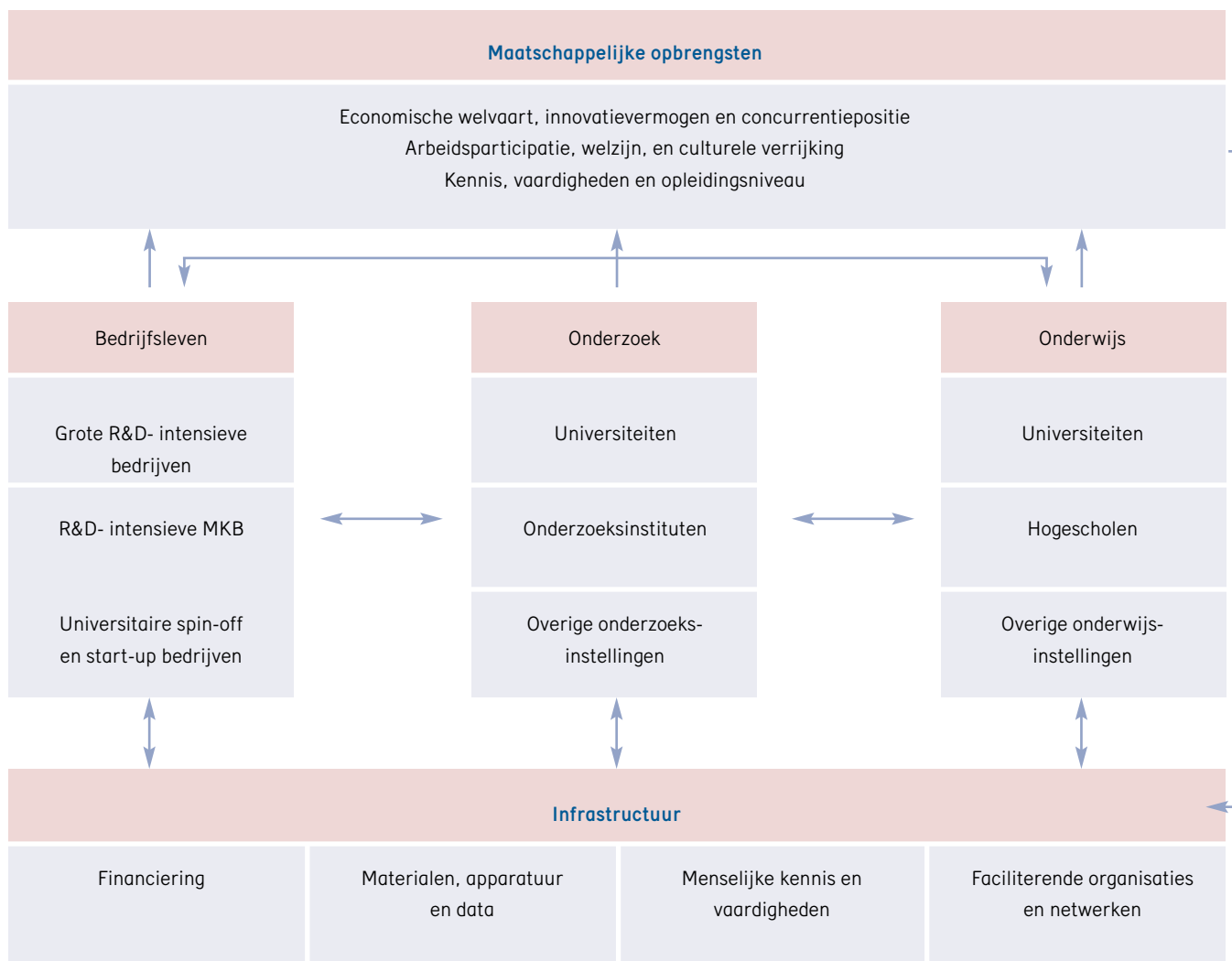
Onderwijs en onderzoek vervullen tezamen een aantal belangrijke functies: het opleiden en trainen van hoogwaardige arbeidskrachten, en het creëren en verwerven van kennis op basis van wetenschappelijk en technisch onderzoek. Kenniscreatie en -verwerving heeft grote sociaal-culturele relevantie: het scheidt een kennissamenleving waarin voldoende aandacht voor wetenschap en techniek bestaat.

Het geheel van onderling samenhangende faciliteiten, fysieke infrastructuur, mensen, activiteiten en opbrengsten die alle zijn gerelateerd aan de creatie, verspreiding en gebruik van kennis (in de breedste zin van het woord) kan zeer beknopt worden omschreven als een 'kennissysteem'. Dit systeem is uiteraard ingebed in een maatschappelijke omgeving. **Figuur 1.1** geeft een schematisch overzicht van een aantal belangrijke aspecten van het Nederlandse systeem en de onderlinge kennisstromen. Dit schema zal tevens als leidraad dienen voor een overkoepelende interpretatie van cijfermateriaal en resultaten die in de volgende hoofdstukken aan bod zullen komen.

Uit figuur 1.1 valt af te leiden dat het uitvoeren van technisch en wetenschappelijk onderzoek een cruciale factor is voor het instandhouden van een goed functionerend kennissysteem. De kennissamenleving en -economie stelt hoge eisen aan diverse actoren binnen het kennissysteem, met name aan de kennisinstellingen.

De gevolgde benadering in dit indicatorenrapport beoogt geen overkoepelende kwantitatieve analyse te geven van het zeer complexe en dynamische kennissysteem waarin zowel het hoger onderwijssysteem, het R&D-systeem, als het innovatiesysteem in elkaar grijpen en elkaar beïnvloeden. Onze nadruk ligt op de rol en de positie van het kennissysteem. We beperken ons nadrukkelijk tot die meetbare aspecten van dit systeem. Voorop staat het in kaart brengen van financieringsstromen, gekwantificeerde onderzoeksprestaties van publieke kennisinstellingen, en R&D-activiteiten binnen het kennisintensieve bedrijfsleven.

Figuur 1.1 Schematisch overzicht van het Nederlandse kennissysteem en kennisstromen



Bron: CWTS

1.2 Wetenschaps en technologie-indicatoren

Wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling kennen een breed scala aan directe en indirecte resultaten en (intermediaire) producten en diensten – zogeheten 'output'. Vele resultaten worden echter pas na jaren of decennia zichtbaar. Die resultaten zijn bovendien moeilijk te kwantificeren in de vorm van systematische metingen en bruikbare kwantitatieve kengetallen ('indicatoren'). Deze inherente beperkingen gelden echter in mindere mate voor tastbare kennisdragers in de vorm van openbare onderzoekspublicaties en octrooien. Het cijfermateriaal in dit rapport met betrekking tot output beperkt zich dan ook voornamelijk tot deze categorieën van 'kennis op schrift' die op formele wijze wordt verspreid en overgedragen aan vakgenoten en specialisten. Het begrip 'wetenschap' betreft de 'kennis' die naar buiten is gebracht via onderzoeksartikelen in internationale technische en wetenschappelijke tijdschriften. Onder 'technologie' wordt hier verstaan de output van internationale octrooien afkomstig van Nederlandse uitvinders en/of in Nederland gevestigde bedrijven.

Deze omvangrijke bron van algemeen toegankelijke informatie biedt, via de zogeheten 'bibliometrische' methode, de mogelijkheid om internationaal vergelijkbare metingen te doen van Nederlandse kennisproductie en –productiviteit. De verwijzingen in onderzoekspublicaties en octrooien naar relevante wetenschappelijke literatuur bieden de mogelijkheid om kennisstromen en de invloed ('citatie-impact') van wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling in kaart te brengen.

Nederland heeft zoals gezegd ambities op het vlak van de kennissamenleving en –economie en heeft de ambitie om tot de besten in Europa te willen behoren. Bij dergelijke aspiraties past een internationaal referentiekader met landen waaraan Nederland zich wil spiegelen en meten. Wat de input en output van het kennissysteem betreft, richt onze blik zich op een achttal 'focuslanden' van een enigszins vergelijkbare bevolkingsomvang, met een vergelijkbare economische ontwikkelingsgraad, en een kennissysteem dat minstens gelijkwaardig is aan dat van Nederland. Uiteraard wordt de blik vooral gericht op onze buurlanden: Duitsland, Verenigd Koninkrijk, en België. Voorts op een drietal Europese 'gidslanden' die als innovatief te boek staan en die, zoals Nederland, worden gedomineerd door een gering aantal grote R&D-intensieve bedrijven: Zweden, Finland en Zwitserland. Daarnaast wenden we de blik tot Canada en Australië: twee Angelsaksische landen met een vergelijkbaar inwonertal en een vooruitstrevend nationaal innovatiebeleid, met name wat betreft de benutting van technologisch wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling.

Door gebruik te maken van onze internationale databestanden, en van analyses met een zorgvuldig gekozen reeks indicatoren, biedt dit rapport een internationaal vergelijkende beschrijving van talloze relevante aspecten van het Nederlandse kennissysteem. In aanvulling daarop wordt een breed assortiment aan cijfermateriaal gepresenteerd afkomstig van Nederlandse informatiebronnen, onder andere met betrekking tot afzonderlijke onderzoekinstellingen, bedrijven, industriële sectoren en wetenschappelijke disciplines. Dit rapport is dus enerzijds gericht op het Nederlandse systeem, anderzijds op een internationale vergelijking. Zodoende wordt een overzicht verkregen – zowel in de breedte als de diepte – waarin het Nederlandse kennissysteem wordt belicht en commentarieerd.

De gebruikte informatiebronnen en kwantitatieve indicatoren die in dit rapport de revue passeren, geven een onderling samenhangend overzicht van de stand van zaken en ontwikkelingen. Uiteraard kan deze beschrijving en analyse slechts dat deel van de complexe werkelijkheid blootleggen dat in voldoende (betrouwbare) mate in cijfers kan worden gevat. De uitkomsten van deze analyses dienen dan ook in een breder analytisch raamwerk en beleidsperspectief te worden geplaatst waarbij ons materiaal tot zijn recht komt en in samenhang moet worden gezien met andere bronnen en meningen. In dat kader publiceert het NOWT sinds 2002 een halfjaarlijkse elektronische nieuwsbrief *NOWT Update* waarin actueel cijfermateriaal en achtergrondinformatie wordt gepresenteerd (zie www.nowt.nl).

1.3 Opzet van rapport en leeswijzer

De voorliggende vijfde editie van het *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren Rapport* heeft enerzijds een vertrouwde indeling waarin veel aandacht wordt besteed aan internationale vergelijkingen van R&D-uitgaven en -financiering. Bibliometrische gegevens met betrekking tot wetenschappelijke publicaties en octrooien vormen het tweede vaste onderdeel van het rapport. Anderzijds kent het rapport ook een aantal nieuwe onderdelen en zwaardere accenten. Zo wordt gebruik gemaakt van cijfermateriaal afkomstig van rapporten en *scoreboards* van de Europese Commissie en gegevens uit de CBS innovatie-enquête onder Nederlandse bedrijven, en worden nieuwe bibliometrische indicatoren geïntroduceerd met betrekking tot de maatschappelijke impact van wetenschap in termen van het gebruik van wetenschappelijke kennis door het bedrijfsleven. De raakvlakken van het bedrijfsleven met het nationale innovatiesysteem worden in kaart gebracht via indicatoren met betrekking tot bedrijfs-R&D, 'high tech'-octrooien, publiek-private R&D-netwerken, en de oprichting van nieuwe kennisintensieve bedrijven. Tenslotte is er meer aandacht dan voorheen voor het onderzoekspotentieel in ons ken-

nissysteem, met enkele nieuwe indicatoren gericht op het in kaart brengen van trends over R&D-personeel. Het rapport kent een vijftal aandachtspunten die betrekking hebben op actuele knelpunten in ons kennissysteem:

- ⋮ R&D-uitgaven in Nederland, o.a. in relatie tot de Barcelona-norm (hoofdstuk 2);
- ⋮ bèta-studenten en (vrouwelijke) onderzoekers in Nederland (hoofdstuk 3),
- ⋮ kennisoverdracht en samenwerking tussen publieke kennisinstellingen en Nederlandse bedrijven (hoofdstuk 4);
- ⋮ kwaliteit van Nederlandse R&D-prestaties, in termen van de internationale zichtbaarheid en effectiviteit (hoofdstuk 5);
- ⋮ gebruik van en waardering voor Nederlandse wetenschappelijke kennis (hoofdstuk 6).

Elk hoofdstuk wordt voorafgegaan door een zeer korte samenvatting van de inhoud, met name gericht op de belangrijkste algemene constatering op basis van het gepresenteerde cijfermateriaal.

Meer in het algemeen zal in hoofdstuk 2, vanuit de context van R&D-uitgaven, nader worden ingegaan op de financiële kant van het kennissysteem, met een bijzondere nadruk op de uitgaven en financiering door zowel het bedrijfsleven als de kennisinstellingen in de (semi-)publieke sector. De creatie en benutting van kennis is en blijft natuurlijk mensenwerk: hoofdstuk 3 heeft betrekking op de Nederlandse kenniswerkers en kennisdragers, waarin de trends en knelpunten aan bod komen wat betreft de studenten aan onze universiteiten en de promovendi, en wordt aandacht geschonken aan onderzoekers en hun mobiliteit (o.a. het 'brain drain' aspect). In hoofdstuk 4 houden we ons bezig met de analyse van kennisvraag en -aanbod in Nederland, in het bijzonder de R&D-interacties en samenwerking van de private en publieke sector op dit gebied. Cijfermateriaal afkomstig van Nederlandse innovatie-enquêtes wordt gecombineerd met informatie over de mate waarin bedrijven zelf wetenschappelijk onderzoek uitvoeren en het gebruik dat deze bedrijven maken van extern onderzoek, onder andere via publiek-private onderzoeksnetwerken en via personeelsmobiliteit tussen bedrijven en publieke kennisinstellingen.

Hoofdstuk 5 gaat nader in op kwantificeerbare opbrengsten van het kennissysteem, enerzijds op grond van de aantallen onderzoekspublicaties en de citatie-impact van die publicaties in de internationale wetenschappelijke tijdschriften, anderzijds op aantallen octrooien en octrooi-aanvragen, ook van Nederlandse publieke kennisinstellingen. Dit hoofdstuk richt zich niet louter op productie van publicaties en octrooien, maar ook de productiviteit per onderzoeker. In dit hoofdstuk past ook een analyse van (inter)nationale wetenschappelijke samenwerking en de mate waarin er in Nederland sprake is

van 'top-onderzoek'. Tevens wordt aandacht besteed aan start-up en spin-off bedrijven die zijn voortgekomen uit de universiteiten en andere kennisinstellingen in de publieke sector.

In hoofdstuk 6 tenslotte bekijken we de invloed van wetenschappelijke en technische kennis op twee belangrijke, maar zeer verschillende groepen gebruikers: (1) bedrijven, die in hun eigen onderzoeksactiviteiten gebruik maken van de resultaten van Nederlands wetenschappelijk onderzoek, en (2) het Nederlandse publiek, dat kennisneemt van wetenschappelijke ontwikkelingen.

Alle empirische informatie in het rapport wordt gepresenteerd in en om rondom ruim 100 tabellen en grafieken, voor zover mogelijk in een internationaal vergelijkend kader. Vanwege het internationaal vergelijkende karakter van dit rapport, en de grote diversiteit aan cijfermateriaal binnen en tussen landen, is er een noodzaak om te normeren naar omvang. Teneinde realistische vergelijkingen mogelijk te maken wordt in dit rapport een sterke nadruk gelegd op analyses van prestaties in termen van relatieve verhoudingen en percentages.¹ Om een zo volledig mogelijk overzicht te verkrijgen - in zowel relatieve als absolute zin - dient men achterliggend cijfermateriaal te raadplegen. De NOWT-website (www.nowt.nl) biedt een overzicht van de cijfers die ten grondslag liggen aan de figuren en grafieken in dit rapport.

¹ Door de nadruk te leggen op relatieve cijfers kan een beeld ontstaan dat slechts gedeeltelijk recht doet aan prestaties en trends in absolute zin. Zo kan bijvoorbeeld de R&D-intensiteit van een land dalen omdat een groei in R&D-uitgaven achterblijft bij die van het BBP, en niet zozeer omdat een land minder uitgeeft aan R&D. Een vergelijkbaar beeld kan zich ook voordoen met betrekking tot trends: een relatieve toename ten opzichte van andere landen kan ook het gevolg zijn van minder sterke dalingen.

