

Eenheid of verscheidenheid in onderzoeksagenda's?

Marieke Rensman

De bètagerichte onderzoeksagenda's van de (semi-)publieke R&D-sector en het bedrijfsleven in Nederland verschillen behoorlijk. Dit is de uitkomst van een nieuwe kwantitatieve analyse waarin de R&D-specialisatiepatronen van de (semi-)publieke kennisinstellingen en bedrijven met elkaar worden vergeleken. Een groot verschil in de onderzoeksagenda's vermindert de potentie tot kennisuitwisseling tussen de (semi-)publieke kennisinstellingen en bedrijven. Dit is een mogelijke oorzaak van de 'kennisparadox': er vindt goed wetenschappelijk onderzoek plaats in Nederland, maar de benutting hiervan door het bedrijfsleven lijkt gering. Dit artikel plaatst de verschillen in onderzoeksagenda's in een welvaartstheoretisch kader, wat nog niet eerder is gedaan. Er blijken goede argumenten te zijn waarom de (semi-)publieke R&D-sector zich niet in gelijke mate op dezelfde technologiegebieden hoeft te richten als het bedrijfsleven.

In Nederland wordt kwalitatief hoogstaand wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd door (semi-)publieke kennisinstellingen, waarvan het bedrijfsleven weinig gebruik lijkt te maken. Deze zogenaamde kennisparadox staat centraal in veel discussies over innovatie- en wetenschapsbeleid. Een goede wisselwerking tussen wetenschap en bedrijfsleven kan het innovatievermogen van de economie vergroten. Als de wetenschap echter op heel andere gebieden actief is dan het bedrijfsleven, zijn de mogelijkheden tot wisselwerking hoe dan ook beperkt. In de huidige beleidsdiscussies wordt bijvoorbeeld gesteld dat bedrijven te weinig actief zouden zijn in opkomende technologiegebieden zoals biotechnologie, terwijl daar wel veel wetenschappelijk onderzoek is. Omgekeerd beweren sommigen dat universiteiten en niet-academische onderzoeksinstellingen meer prikkels moeten krijgen onderzoek te doen in gebieden die voor bedrijven relevant zijn.

Anders gezegd, een groot verschil in de onderzoeksagenda's van de (semi-)publieke R&D-sector en het bedrijfsleven kan een oorzaak zijn van de kennisparadox. Maar tot nu toe ontbrak een overzicht van de overeenkomsten en verschillen tussen publieke en private onderzoeks-specialisaties en hoe deze beoordeeld zouden kunnen worden. Dit artikel beschrijft hoe de onderzoeksagenda's van de (semi-)publieke R&D-sector en bedrijfsleven in Nederland er uitzien, en welke overeenkomsten en verschillen er zijn tussen deze onderzoeksagenda's (paragraaf 1). De (semi-)publieke R&D-sector bestaat uit universiteiten en niet-academische onderzoeksinstituten als TNO en ECN. We zetten een aantal welvaartstheoretische overwegingen op een rij die betrokken kunnen worden bij een beoordeling van de gevonden overeenkomsten en verschillen (paragraaf 2 en 3). De analyse beperkt zich tot de bètagerichte onderzoeksgebieden, omdat bedrijven volgens de statistieken vrijwel geen alfa- en gammaonderzoek uitvoeren.

1 Bètagerichte R&D-specialisatiepatronen in Nederland

Voor een vergelijking van de onderzoeksagenda's van de (semi-)publieke kennisinstellingen en bedrijven is een gemeenschappelijke indeling naar technologiegebieden nodig, waarbinnen de R&D-inspanningen van bedrijven en kennisinstellingen geplaatst kunnen worden. Op welke technologiegebieden zijn bedrijven en kennisinstellingen actief? Hoe verhouden hun specialisatiepatronen zich tot elkaar gegeven deze R&D-inzet? Waar zitten de grootste specialisatieverschillen?

Deze paragraaf presenteert zo'n gemeenschappelijk kader en vergelijkt de specialisatiepatronen van bedrijven en kennisinstellingen. Eerst gaan we in op de gebruikte methode om de specialisatiepatronen in kaart te brengen. Daarna worden de uitkomsten van het empirische onderzoek gepresenteerd. We maken hierbij ook onderscheid naar universiteiten en niet-academische onderzoeksinstituten.

Methode. De gebruikte methode plaatst R&D-arbeidsjaren die zijn ingezet in 1999 door bedrijven en de (semi-)publieke R&D-sector binnen een uniforme indeling naar twintig bètagerichte technologiegebieden:

- Er is gekozen voor gegevens over R&D-arbeidsjaren, want er zijn geen gegevens beschikbaar over R&D-uitgaven die zijn uitgesplitst naar technologiegebied.¹ Op basis van een vergelijking tussen R&D-uitgaven en R&D-arbeidsjaren op hoger aggregatieniveau is aangenomen dat R&D-arbeidsjaren een redelijke indicator zijn voor een globaal overzicht van onderzoeksspecialisatiepatronen (Rensman, 2004). Een alternatieve indicator is wetenschappelijke publicaties. Deze geven niet alleen een indicatie van onderzoeksoutput, maar zijn ook gerelateerd aan fundamenteel onderzoek. Ook bedrijven schrijven dergelijke publicaties, weliswaar in zeer beperkte mate. Er is geen verdeling van publicaties naar technologiegebied zoals gedefinieerd door het CBS, maar alleen naar wetenschappelijke discipline. Een directe vergelijking van de R&D-inzet door bedrijven (welke men zou kunnen definiëren als toegepast onderzoek) en wetenschappelijke publicaties uit fundamenteel onderzoek door de (semi-)publieke R&D-sector is daarom niet mogelijk.² Van andere indicatoren, zoals octrooien, citaties en samenwerkingsverbanden, zijn tot nu toe ook geen gegevens naar technologiegebied beschikbaar.
- De (semi-)publieke R&D-sector bestaat vooral uit de universiteiten en niet-academische onderzoeksinstituten. De universiteiten zijn de algemene en technische universiteiten in Nederland, met uitzondering van Tilburg dat geen bètagerichte faculteiten kent. Onderzoeksinstituten zijn onder andere TNO, de Grote Technologische Instituten (GTI's), de WUR-instituten in Wageningen, NWO, KNAW, en de private non-profit-sector.

1 Er kunnen een aantal kanttekeningen gezet worden bij de meting van specialisatie met R&D-arbeidsjaren. De geregistreerde R&D omvat niet alle R&D-activiteit: in het bijzonder R&D van kleine bedrijven en bedrijven in de dienstensector ontbreekt. Daarnaast is R&D een (weliswaar niet onbelangrijk) deel van de totale innovatieve activiteit. Niet-technologische vernieuwingen zijn ook van belang, zoals nieuwe organisatiestructuren en design.

2 Een vergelijking tussen bedrijven en de (semi-)publieke kennisinstellingen op basis van hun publicaties naar wetenschappelijke discipline geeft een aantal globale verschillen, maar ook opvallende overeenkomsten te zien met de meting in R&D-arbeidsjaren (Rensman, 2004).

- Achttien bètagerichte technologiegebieden zijn gedefinieerd in CBS Kennis en Economie 1999 (Tabel B8.1). Daarnaast is er onderzoek in defensie en ruimtevaart, dat wordt verondersteld alleen plaats te vinden bij de (semi-)publieke kennisinstellingen.³ De data zijn grotendeels gebaseerd op bewerkingen van gegevens van CBS Kennis en Economie 2001, de NIWI-NOD almanak 2003 van universiteiten in Nederland, en jaarverslagen van KNAW, NWO en een aantal onderzoeksinstellingen.
- De focus op bètagerichte technologiegebieden is niet willekeurig. De beleidsdiscussie over de wisselwerking tussen bedrijf en wetenschap heeft vooral betrekking op bètagerichte gebieden. Bedrijven zijn volgens de R&D-statistieken nauwelijks actief in onderzoek in alfa- en gammagebieden. De afbakening tot bètagerichte technologiegebieden in dit artikel impliceert uiteraard niet dat alfa- en gammagerichte kennisgebieden niet maatschappelijk relevant zijn. Met bètagerichte R&D is in elk geval een zeer groot deel van de nationale R&D in de analyse meegenomen (vijfentachtig procent in 1999).

Relatieve specialisatiefactor. Voor het meten van het verschil in de onderzoeksagenda is er voor elk technologiegebied een 'relatieve specialisatiefactor' voor de (semi-)publieke kennisinstellingen berekend.

Definieer N_{iW} als het aantal R&D-arbeidsjaren ingezet door de (semi-)publieke (deel)sector W (universiteiten, niet-academische onderzoeksinstellingen of de totale (semi-)publieke R&D-sector) in technologiegebied i , en N_{iB} als de R&D-arbeidsjaren ingezet door het bedrijfsleven in technologiegebied i .

Dan wordt de relatieve specialisatiefactor RSF_{iW} van de (semi-)publieke (deel)sector W in een technologiegebied i berekend als volgt:

$$\text{Als } \frac{N_{iW}}{\sum_i N_{iW}} > \frac{N_{iB}}{\sum_i N_{iB}}, \text{ dan } RSF_{iW} = \frac{N_{iW} / \sum_i N_{iW}}{N_{iB} / \sum_i N_{iB}}$$

$$\text{Als } \frac{N_{iW}}{\sum_i N_{iW}} < \frac{N_{iB}}{\sum_i N_{iB}}, \text{ dan } RSF_{iW} = \left(\frac{N_{iB} / \sum_i N_{iB}}{N_{iW} / \sum_i N_{iW}} \right)$$

3 Ontwikkeling door bedrijven van bijvoorbeeld apparatuur die verkocht kan worden aan Defensie (zoals nachtkijkers van Thales) wordt door het CBS waarschijnlijk ingedeeld bij elektronica, en niet gekenschetst als specifiek defensiegericht onderzoek.

Dit betekent dat RSF_{iW} waarden aanneemt die groter zijn dan +1 (in het eerste geval) of kleiner dan -1 (in het tweede geval). Deze manier van berekenen verduidelijkt de visuele presentatie in Figuur 2 tot en met 4. Met de berekening van de relatieve specialisatiefactoren voor de verschillende technologiegebieden laten we zien in hoeverre het (semi-)publieke R&D-specialisatiepatroon over de technologiegebieden overeenkomt of verschilt van het specialisatiepatroon van het bedrijfsleven.

Tabel 1 Verdeling R&D-personeel voor de Nederlandse bètagerichte R&D naar technologiegebied, 1999 (%)

Aantal R&D-arbeidsjaren	Totale kennisinfrastructuur (a)	Bedrijven (b)	(Semi-)publieke R&D-sector (b)	Universiteiten	Niet-academische onderzoeksinstituten
	73637	45174	28463	15916	12547
Delfstoffen (productie/winning)	1,4	1,2	1,6	2,1	0,9
Energie technologie	2,9	1,6	4,9	0,9	10,0
Materialen (laag molecuair)	3,6	4,7	1,8	2,4	1,1
Materialen (hoog molecuair)	4,4	5,6	2,6	2,7	2,4
Oppervlakte technologie	1,7	1,3	2,2	3,1	1,0
Levensmiddelentechnologie	7,0	4,7	10,6	4,7	18,1
Biotechnologie	6,1	4,9	7,8	11,6	3,1
Medische/farmaceutische technologie	14,9	7,8	26,3	38,7	10,6
Procestechnologie	8,3	11,7	3,0	3,5	2,2
Elektronica	7,8	9,7	4,9	6,8	2,5
Transportmiddelen	4,3	5,2	2,8	1,8	4,2
Overige producten onderzoek	5,6	8,0	1,7	0,0	3,8
Fabricage technologie	4,7	6,5	1,8	2,0	1,6
Informatietechnologie	13,3	18,4	5,2	7,4	2,5
Logistieke systemen	2,0	2,6	0,9	1,0	0,8
Bouw, civiele technologie	3,1	0,9	6,7	5,0	8,9
Milieu en veiligheid	4,3	2,3	7,5	4,5	11,4
Overig	2,3	2,8	1,4	0,0	3,1
Defensie	1,6	0,0	4,2	0,0	9,5
Ruimteonderzoek	0,8	0,0	1,9	1,6	2,4
Totaal	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Bron: Bewerking CPB, Rensman (2004).

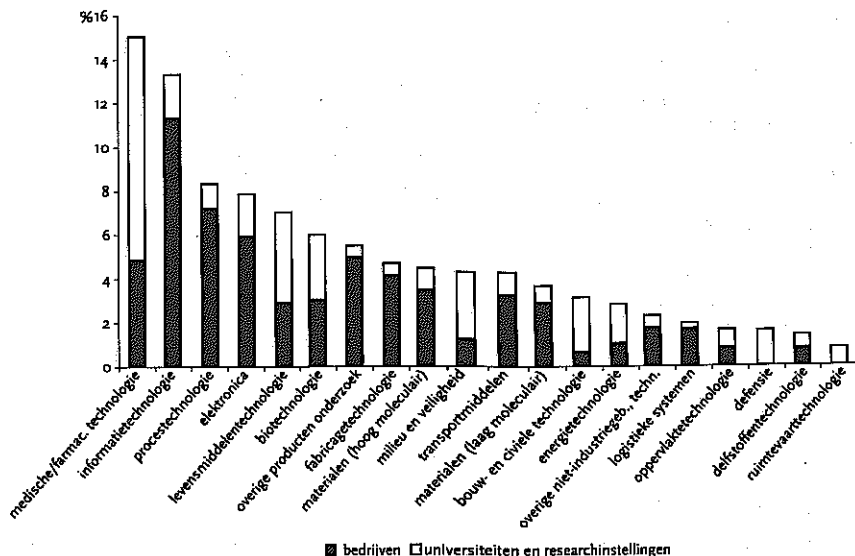
(a) Het specialisatiepatroon van de totale kennisinfrastructuur is een gewogen gemiddelde van bedrijven en de (semi-)publieke R&D-sector.

(b) Het specialisatiepatroon voor de (semi-)publieke R&D-sector is het gewogen gemiddelde van universiteiten en niet-academische onderzoeksinstituten.

Uitkomsten. Het empirische onderzoek levert gegevens op over de relatieve specialisatiepatronen van de gehele (semi-)publieke R&D-sector en over de afzonderlijke patronen van de universiteiten en niet-academische onderzoeksinstituten.

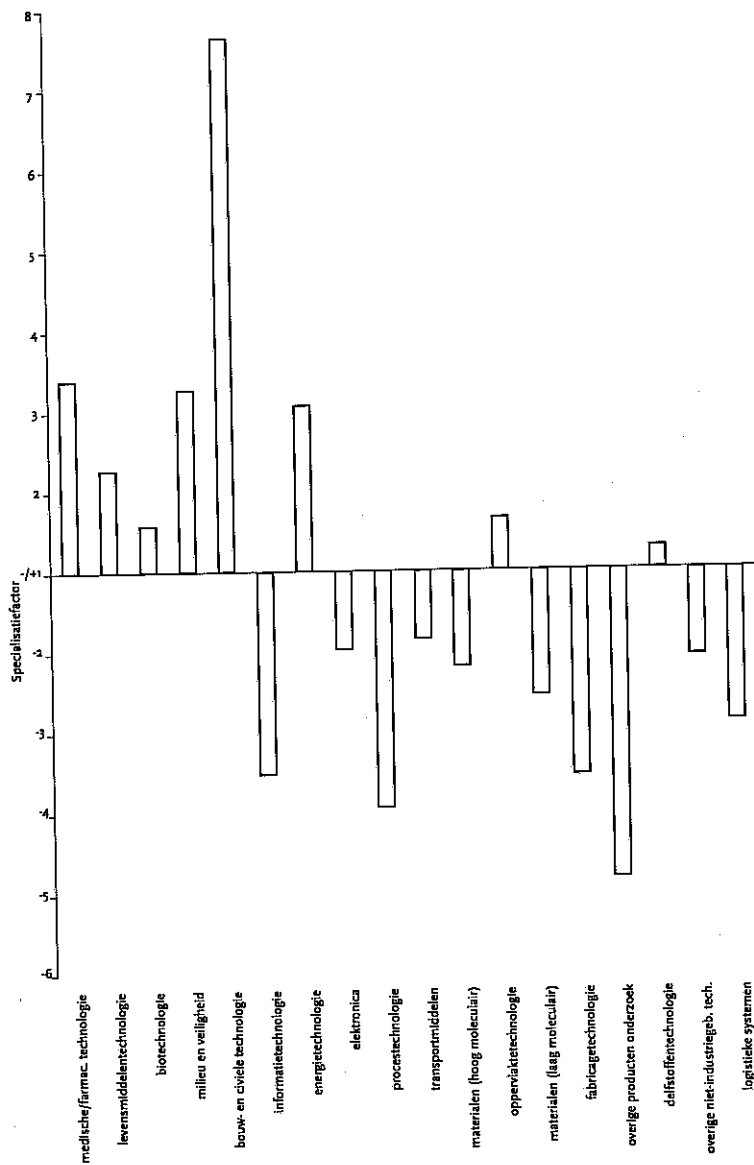
In 1999 werd er in Nederland door bedrijven en (semi-)publieke kennisinstellingen samen 73,6 duizend arbeidsjaar ingezet voor onderzoek op de bètagesectoren landbouw, natuur, techniek en gezondheid (tabel 1). Meer dan de helft (zestig procent) van dit onderzoek werd door bedrijven verricht, twintig procent door universiteiten en twintig procent door niet-academische onderzoeksinstituten. Bijna dertig procent van alle R&D-arbeidsjaren ging naar de technologiegebieden medische en farmaceutische technologie en ICT (zie ook figuur 1). Op afstand volgen procestechnologie, elektronica, levensmiddelen en biotechnologie, samen goed voor eveneens bijna dertig procent van de totale bètagesector R&D-inzet in Nederland.

Figuur 1 R&D-arbeidsjaren in technologiegebieden (in % van totaal R&D-arbeidsjaren), 1999

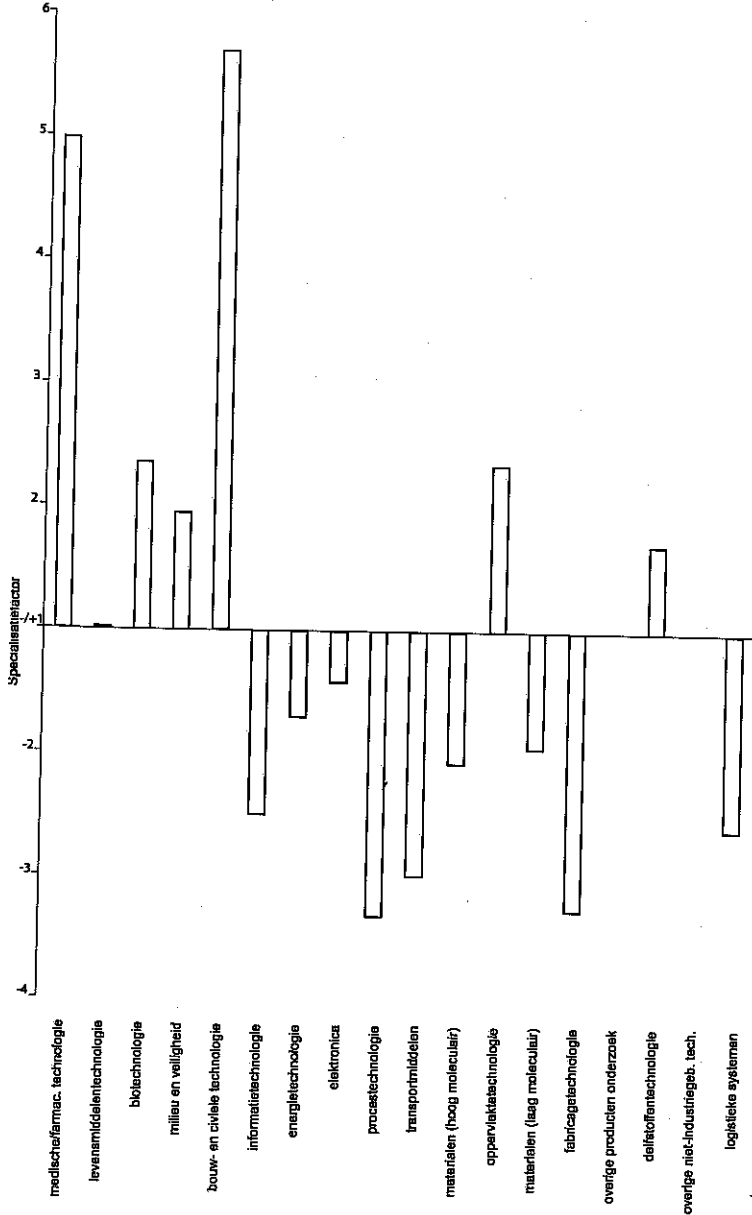


■ bedrijven □ universiteiten en researchinstellingen

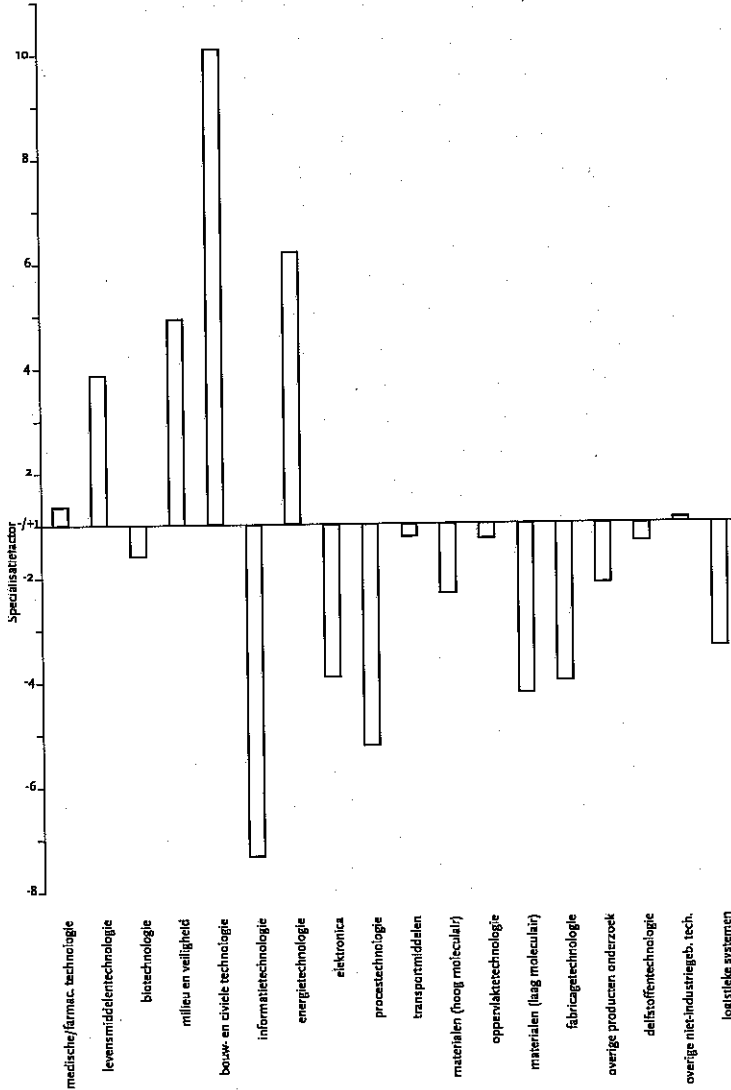
Figuur 2 Relatieve specialisatie van de (semi-) publieke R&D-sector
(bedrijven = +/- 1), 1999



Figuur 3 Relatieve specialisatie van universiteiten
(bedrijven= +/- 1), 1999



Figuur 4 Relatieve specialisatie van de niet-academische onderzoeksinstituten (bedrijven= +/- 1), 1999



De maatstaf voor het verschil in onderzoeksagenda's, de relatieve specialisatiefactor, laat zien dat er meer verschillen dan overeenkomsten tussen (semi-)publieke en private R&D-specialisatiepatronen zijn (figuur 2 tot en met 4; zie ook tabel 1).⁴

In vergelijking met het bedrijfsleven is de (semi-)publieke R&D-sector vooral actief in medische en farmaceutische technologie en bouw- en civieltechnisch onderzoek, en relatief weinig in ICT en proces- en fabricagetechnologie. De universiteiten en de niet-academische onderzoeksinstituten tonen onderling wel verschillen in R&D-specialisatiepatronen. Veel van het (semi-)publiekonderzoek lijkt fundamenteel van aard te zijn,⁵ al is het onderscheid tussen toegepast en fundamenteel onderzoek in de praktijk onscherp.

De zeer hoge specialisatiefactor van de (semi-)publieke kennisinstellingen in bouwtechnologie wordt vooral veroorzaakt doordat bedrijven hier zeer weinig aan R&D doen in vergelijking met andere technologiegebieden (tabel 1). Er wordt enig onderzoek verricht door vooral architecten- en ingenieursbureaus, en door bouwbedrijven en de metaalproductenindustrie. Het onderzoek vindt vooral plaats bij de technische universiteiten (voornamelijk Delft), en de niet-academische onderzoeksinstituten TNO, GeoDelft en WL-Delft.

De relatieve specialisatiefactor van de (semi-)publieke R&D-sector in medische en farmaceutische technologie is niet zo hoog als bij bouw, omdat bedrijven hier veel R&D-activiteit vertonen. De grote chemische concerns (DSM, Shell en Akzo Nobel), maar ook kleinere bedrijven zoals Crucell, verrichten veel onderzoek naar medische en farmaceutische technologie. Het gebied neemt echter wel ruim een kwart van de R&D-arbeidsjaren in de (semi-)publieke R&D-sector in beslag, bij de

4 In Figuur 2, 3 en 4 zijn de technologiegebieden gesorteerd naar het afnemend aantal R&D-arbeidsjaren in de (semi-)publieke R&D-sector als geheel. Zo is relatieve R&D-specialisatie van deze sector in een technologiegebied te koppelen aan de omvang van de (semi-)publieke R&D-inzet.

5 Rensman (2004) laat zien dat zo'n vijftien procent van de totale onderzoeksinzet bij de universiteiten wordt geclassificeerd als fundamenteel van aard, bij niet-academische onderzoeksinstituten vijftien procent en bedrijven nog geen zeven procent.

universiteiten zelfs bijna veertig procent (tabel 1). Vergeleken met bedrijven is dit gebied bij de universiteiten met een factor +5 sterker vertegenwoordigd. Het onderzoek is geconcentreerd bij de acht algemene universiteiten.

Ook aan biotechnologie, levensmiddelentechnologie, milieu en veiligheid, en energietechnologie besteden de (semi-)publieke kennisinstellingen relatief veel middelen. Er wordt biotechnologisch onderzoek verricht bij de acht algemene universiteiten en in Wageningen. Biotechnologie is een relatief onontgonnen technologiegebied, waarvoor fundamenteel onderzoek benodigd is. De niet-academische onderzoeksinstituten zijn relatief sterk gefocust op levensmiddelentechnologie en milieu en veiligheid (vooral de WUR-instituten), en energie (in het bijzonder ECN). Bedrijfsonderzoek in levensmiddelentechnologie wordt verricht door grote multinationals (Unilever, DSM) en er is plantveredelingsonderzoek door landbouwgerichte bedrijven (Advanta, Nunhem). Er is echter relatief weinig energieonderzoek in het bedrijfsleven.

Het bedrijfsleven focust in vergelijking met de kennisinstellingen vooral op technologieën die het bedrijfsproces verbeteren, vooral ICT en proces- en fabricagetechnologie. ICT wordt in het algemeen beschouwd als een doorbraaktechnologie met potenties voor langere termijn (CPB, 2002). De technologie wordt nu verder uitontwikkeld door de bedrijvensector. Bijna twintig procent van de R&D-arbeidsjaren in het bedrijfsleven gaat naar dit gebied. Het ICT-onderzoek van bedrijven was in 1999 ongeveer gelijkelijk verdeeld tussen de industrie (hardware en telecom, zoals Philips) en de dienstensector (software, zoals IBM, Exact, LogicaCGM en Baan).

Proces- en fabricagetechnologie zijn belangrijke gebieden voor verbetering van efficiëntie in het productieproces. Voorbeelden zijn scheidingstechnologie en cam/cim-technologie. Voor een groot deel vindt de ontwikkeling van deze technologieën in de bedrijfsomgeving plaats. Verscheidene industriële branches doen dergelijk onderzoek.

Bedrijven zijn verder ook relatief actief in logistiek, 'overige industriële producten' en 'overige niet-industriegebonden technologieën', al is de

Box 1 Internationale verschillen in R&D-specialisatie

De bevindingen over de R&D-specialisatiepatronen van bedrijven en (semi-) publieke kennisinstellingen in Nederland roepen de vraag op of er ook grote publiek-private R&D-specialisatieverschillen in andere landen zijn. Er zijn echter geen internationaal vergelijkbare cijfers van R&D-activiteit naar technologiegebied zoals die voor Nederland. Daarom hanteren we gegevens op een hoger aggregatieniveau. Hierdoor is het mogelijk een indicatie te geven in hoeverre de relatieve specialisatie van de Nederlandse publieke R&D-sector verschilt van die in andere landen. Wel is voorzichtigheid geboden bij de interpretatie van de uitkomsten op basis van deze grovere gegevens.

Voor een vijftal technologiegebieden zijn ruwe relatieve specialisatiefactoren berekend voor acht landen (waaronder Nederland): medische en farmaceutische technologie, ICT, bouw, biotechnologie, en levensmiddelentechnologie. Deze berekeningen zijn gebaseerd op gegevens over wetenschappelijke publicaties naar discipline en R&D-uitgaven per bedrijfstak. Hierbij is aangenomen dat wetenschappelijke publicaties de R&D-activiteiten door de publieke R&D-sector vertegenwoordigen en de R&D-uitgaven de R&D-activiteiten van het bedrijfsleven. Voor elk van de vijf technologiegebieden zijn de meest relevant geachte wetenschapsdisciplines en bedrijfstakken geselecteerd. Per gebied is het aandeel van de relevante disciplines in het totaal van publicaties afgezet tegen het aandeel van de relevante bedrijfstakken in de totale R&D-uitgaven.

Uit de aldus verkregen uitkomsten blijkt dat de publieke R&D-sector in andere landen relatief zwaar inzet op dezelfde technologiegebieden als de Nederlandse publieke R&D-sector (tabel 2). Er zijn wel internationale verschillen in de *mate* van relatieve specialisatie van de publieke R&D-sector, maar meestal komt de *richting* van de relatieve specialisatie overeen. De internationale verschillen in de *mate* van de relatieve specialisatie worden vooral bepaald door internationale verschillen in het private R&D-specialisatiepatroon. De specialisatiepatronen van de publieke R&D-sector in Nederland en andere landen daarentegen komen sterk overeen.⁴ De internationale overeenkomsten in de *richting* van de relatieve specialisatie suggereert dat de publieke R&D-specialisaties in het buitenland en in Nederland zouden kunnen zijn gebaseerd op dezelfde welvaartstheoretische argumenten (zie ook paragraaf 2). In ieder land doet bijvoorbeeld de publieke R&D-sector in vergelijking met het bedrijfsleven relatief veel aan medisch onderzoek en relatief weinig aan ICT-gerelateerd onderzoek.

Tabel 2 Relatieve 'specialisatiefactor' van de publieke R&D-sector in vijf technologiegebieden, 1995-1999: een internationale vergelijking

	Medische technologie	Informatie- technologie	Bouw- technologie	Bio- technologie	Levens- middelen
VK	2,8	- 1,7	.	1,2	1,3
Duitsland	8,6	- 1,6	6,2	2,1	2,8
Frankrijk	4,3	- 1,7	2,5	1,6	- 1,1

België	3,5	- 1,9	1,2	1,1	1,4
Finland	.	- 4,7	2,8	3,8	2,4
Zweden	4,2	- 3,1	.	2,2	3,7
Japan	8,9	- 2,5	.	2,2	1,3
Nederland	6,4	- 2,7	1,2	1,4	- 1,8

a De internationale verschillen in de teller in RSFi^w zijn kleiner dan de verschillen in de noemer.

Bron: Bewerking door CPB, Rensman (2004).

inhoud van de laatste twee gebieden niet scherp gedefinieerd, zodat we dit geen echte specialisaties willen noemen.⁶

Slechts in een vijftal gebieden lijkt de relatieve omvang van de totale (semi-)publieke R&D-sector enigszins aan te sluiten bij de relatieve omvang van private activiteit: biotechnologie, elektronica, transportmiddelen, oppervlaktetechnologie en delfstoffentechnologie. Wel zijn er verschillen in de mate van specialisatie tussen de universiteiten en de niet-academische instellingen.

2 Een denkkader voor publieke R&D-specialisatie

Zou de onderzoeksagenda van de (semi-)publieke R&D-sector moeten afwijken van die van het bedrijfsleven of juist niet? Deze vraag wordt in beleidsdiscussies over de kennisparadox nauwelijks gesteld. De discussie wordt in de praktijk snel toegespitst op de *realisatie* van publiek-private wisselwerking in onderzoek. Hierbij worden de publieke en private onderzoeksagenda's impliciet als een gegeven beschouwd. Dit terwijl een verandering in de onderzoeksagenda's de *mogelijkheden* voor wisselwerking kan vergroten of verkleinen. Als de aandacht verlegd wordt naar deze randvoorwaarden voor wisselwerking, dan blijkt dat er meerdere overwegingen kunnen meespelen bij de allocatie van publieke R&D-inzet over technologiegebieden.

⁶ Onderzoek voor 'overige industriële producten' wordt vooral uitgevoerd door de metaalproductenindustrie, machine-industrie en elektrotechnische industrie. In de dienstensector vindt veel onderzoek plaats in logistieke technologie (bij handels- en computerservicebedrijven) en 'overige niet-industriegebonden onderzoek' (door financiële instellingen en architecten- en ingenieursbureaus).

We presenteren in deze paragraaf een welvaartstheoretisch denkkader voor publieke R&D-specialisatie. Dit kader biedt een handvat voor het maken van expliciete keuzes op basis van economische overwegingen. Dit contrasteert met beslissingen op basis van 'ad hoc'-overwegingen om publieke investeringen op bepaalde technologiegebieden te legitimeren. Dan worden de verschillende technologiegebieden niet systematisch tegen elkaar afgezet om te bepalen waar een relatief grote inzet van publieke R&D maatschappelijk wenselijk is. Daarnaast worden er soms technische overwegingen toegepast die niet vertaald worden naar economische argumenten. Bijvoorbeeld de grote technologische mogelijkheden van biotechnologie rechtvaardigen op zich geen relatief grote publieke R&D-inzet. Dit is bijvoorbeeld wel het geval als aannemelijk kan worden gemaakt dat de ontwikkeling en toepassing van biotechnologie leidt tot relatief grote kennis-spillovers vergeleken met andere technologiegebieden.

We hanteren marktfalen als criterium voor de allocatie van de publieke R&D over technologiegebieden.⁷ De toepassing van dit criterium vormt een nieuwe grondslag voor de beoordeling van de verschillen in de publieke en private onderzoeksagenda's. Economen zeggen dat de markt faalt als bedrijven niet of niet voldoende geprikkeld worden tot acties die leiden tot een maatschappelijk gewenste uitkomst. Het private R&D-rendement wijkt dan af van het sociale R&D-rendement. De empirie geeft aan dat sociale rendementen op R&D in het algemeen hoger liggen dan de private R&D-rendementen (Canton, 2002). Naarmate de afwijking tussen het private en sociale rendement relatief groter is in een bepaald technologiegebied, zal de overheid eerder geneigd zijn te investeren in het betreffende gebied om te corrigeren voor dit marktfalen. Falen van de markt voor onderzoek legitimeert de publieke financiering en aansturing van de onderzoeksagenda van de (semi-)publieke kennisinstellingen door de overheid.^{8 9}

7 Bij de beoordeling van de allocatie van publieke R&D op een bepaald tijdstip beschouwen we het private R&D-specialisatiepatroon dan als een gegeven.

8 De (semi-)publieke onderzoeksagenda wordt niet direct bepaald door de nationale overheid (bijvoorbeeld het NWO zet zelf de agenda in de tweede geldstroom). De overheid financiert echter een aanzienlijk deel van het (semi-)publieke onderzoek (ook contractonderzoek) met belastinggeld waarover verantwoording moet worden afgelegd.

9 Hier blijven andere kennisbeleidsinstrumenten buiten beschouwing die invloed kunnen uitoefenen op kennisontwikkeling en kennisbenutting, zoals R&D-subsidies en fiscale faciliteiten voor bedrijven, aanbesteding of regulering. Ook andere soorten beleid (zoals marktwerking) worden als gegeven beschouwd.

Uit marktfalen als beoordelingscriterium volgen ten minste drie overwegingen die een rol spelen bij de beoordeling van de overeenkomsten en verschillen in R&D-specialisatiepatronen tussen wetenschap en bedrijfsleven:

1. de potenties voor publiek-private wisselwerking in R&D;
2. kennisontwikkeling ten bate van publieke taken;
3. verschillen tussen technologiegebieden in de omvang van externe effecten van kennis.

Deze drie overwegingen lichten we hieronder toe.

De potenties voor publiek-private wisselwerking in R&D. Voor zover wetenschappelijk onderzoek en bedrijfsonderzoek elkaar versterken, bevordert aansluiting van de wetenschappelijke onderzoeksagenda op die van het bedrijfsleven de potentiële kennisuitwisseling en daarmee het innovatievermogen van de economie.

Publieke en private R&D zijn tot op zekere hoogte complementair, in die zin dat publieke R&D de private R&D-activiteit kan verhogen (en omgekeerd). Deze zogenaamde strategische complementariteiten treden op omdat de verwachtingen van de private sector over het private R&D-rendement hoger worden als gevolg van de publieke activiteit (en omgekeerd). Publiek onderzoek kan bijvoorbeeld leiden tot een verlaagd onderzoeksrisico voor bedrijven, lagere private investeringskosten of een vergrote kans op succes in private onderzoek in hetzelfde gebied.

De mogelijkheden voor wisselwerking tussen publieke en private R&D worden groter naarmate de specialisatiepatronen meer overeenkomen. De publieke R&D kan dan voortbouwen op de bestaande kennisvoorraad en bewezen sterktes in het bedrijfsleven. Daarnaast zal er bij een relatief grote private R&D-activiteit hoogstwaarschijnlijk ook veel stilzwijgende kennis aanwezig zijn, die benut wordt in wisselwerking met de publieke R&D-sector. De omvang van de strategische complementariteiten bepaalt de mate waarin de publieke R&D aansluit bij de private R&D.

Hierbij ligt het voor de hand dat er binnen een technologiegebied altijd een publiek-private 'specialisatieverschil' zal bestaan, alleen is dit verschil veelal eerder gradueel. Publieke R&D is gemiddeld genomen meer fundamenteel van aard, en private R&D meer toepassingsgericht. Een te sterke overeenkomst in onderzoeksactiviteit zou kunnen leiden

tot 'crowding out'. Dit betekent dat er privaats gefinancierde R&D-activiteit door publiek gefinancierde R&D verdrongen wordt, waardoor belastinggeld verspild wordt.

Daarnaast is het denkbaar dat publieke R&D in een bepaald technologiegebied (zoals biotechnologie) leidt tot verhoogde private R&D-activiteit in een ander technologiegebied (zoals voedingsmiddelentechnologie). We maken hier de aanname dat om publieke kennis van biotechnologie te kunnen begrijpen en toe te passen, bedrijven in eerste instantie meer onderzoek gaan doen in biotechnologie om hun absorptiecapaciteit te vergroten. Pas in tweede instantie passen bedrijven deze kennis eventueel toe op een aangrenzend technologiegebied.

Ten slotte zijn er een aantal technologiegebieden in de gehanteerde classificatie (die overigens internationaal gangbaar is) die zeer breed gedefinieerd zijn. Op deze gebieden is de kans aanwezig dat publiek en privaats op heel verschillende subgebieden actief zijn.

Kennisontwikkeling ten bate van publieke taken. Bedrijven produceren relatief weinig op het terrein van publieke taken, zoals gezondheidszorg, veiligheid en fysieke infrastructuur, en mogelijk ook milieu.¹⁰ Omdat sommige productmarkten falen, neemt de overheid de taak op zich om de voorziening van goederen op deze markten te garanderen. Dit kan zij doen door (semi-)collectieve productie (zoals de gezondheidszorg) of door het afdwingen van productie door bedrijven via regelgeving (zoals milieu).

Als goederen niet worden geproduceerd door de private sector of private productie afgedwongen moet worden, is het denkbaar dat de bijbehorende benodigde kennisontwikkeling ook niet zal plaatsvinden in de private sector of vanuit maatschappelijk oogpunt te beperkt zal zijn. Nieuwe technologie kan de uitvoering van productie van deze goederen echter verbeteren. Dat kan verklaren waarom de publieke R&D-sector relatief actief is op deze terreinen.

¹⁰ Het staat niet op voorhand vast dat milieutechnologie een publieke taak is, omdat bedrijven hierin R&D-activiteiten kunnen ontplooiën, zoals afvalverwerking en sanering. Een taak voor de overheid ligt waarschijnlijk meer in de richting van maatschappelijke risico's als gevolg van milieuproblemen, zoals risicomanagement, geluidshinder en natuurbeheerssystemen.

Dat bedrijven niet (goed) inspringen op kennisontwikkeling op deze terreinen, kan verschillende oorzaken hebben. Ten eerste vormt voor bedrijven de marktprijs een prikkel, terwijl in sectoren als de gezondheidszorg andersoortige prikkels worden afgegeven, zoals budgetten in ziekenhuizen. Er kunnen dan coördinatieproblemen optreden tussen een aanbieder vanuit de markt en een vrager in de publieke sector. Er is geen marktprijs die een signaal afgeeft aan bedrijven om te bepalen hoeveel R&D zij moeten inzetten. Ten tweede is het denkbaar dat de overheid om puur politieke redenen de regie wil houden over de kennisontwikkeling benodigd voor bepaalde collectieve goederen, zoals defensie.

Maar hoewel deze taakverdeling tussen bedrijven en de publieke R&D-sector in onderzoek in de praktijk blijkt te bestaan, impliceert een publieke taak niet noodzakelijkerwijs dat de benodigde technologie ook binnen de publieke kennisinfrastructuur moet worden ontwikkeld. Uitbesteding van kennisontwikkeling aan bedrijven is een optie.

Verschillen tussen technologiegebieden in de omvang van externe effecten van kennis. Als bedrijven op sommige technologiegebieden relatief zwakke prikkels tot R&D ervaren en daardoor te weinig investeren vanuit maatschappelijk oogpunt, dan is een relatief grote publieke R&D-inzet op deze gebieden legitiem.

Externe effecten van kennis treden op door het publiekgoedkarakter van kennis. Kennis heeft de eigenschap dat het niet-rivaliserend is: gebruik van bepaalde kennis door de één zal het aanbod van diezelfde kennis voor de ander niet doen dalen. Soms is kennis niet uitsluitbaar (zoals de resultaten van universitair fundamenteel onderzoek in wetenschappelijke publicaties), en soms uitsluitbaar (zoals gepatenteerde kennis). Wanneer nieuwe kennis niet-rivaliserend en niet uitsluitbaar is, lekt deze kennis gemakkelijk weg. Andere bedrijven kunnen dan zonder investeringskosten gebruik maken van deze kennis.

Het is waarschijnlijk dat de externe effecten van kennis verschillen tussen technologiegebieden. Technologieën verschillen immers in aard, complexiteit, ontwikkelingsfase en nut. Daardoor zijn er verschillen in ondermeer toe-eigenbaarheid, risico, en schaalvoordelen. Een voorbeeld is het verschil in externe effecten tussen een oude technologie die al vrij ver is uitontwikkeld (met waarschijnlijk weinig externe effecten) en een nieuwe doorbraaktechnologie met vele toepassingsmo-

gelijkheden, waarvan de uitkomsten echter onzeker en moeilijk toe-eigenbaar zijn.

Overheidsingrijpen is vooral aan de orde in gebieden waar de externe effecten van kennis relatief groot zijn. Als op bepaalde technologiegebieden grote externe effecten van kennis zijn zullen bedrijven te weinig investeren in R&D in deze gebieden. Bedrijven kunnen zich dan opbrengsten uit R&D moeilijker toe-eigenen dan in andere gebieden omdat nieuwe kennis uit hun onderzoek relatief gemakkelijk weglekt. Het is echter moeilijk om op voorhand te identificeren voor welke technologiegebieden dit in de praktijk het geval is.

Er zijn overigens ook andere typen marktfalen dan kennis-spillovers die kunnen leiden tot onderinvestering in R&D in bepaalde technologiegebieden, zoals risico-aversie en kapitaalmarktimperfecties. Soms kan bijvoorbeeld de terugverdientijd van een investering relatief groot zijn voor een bedrijf of industrietak. Dit is echter niet per definitie aanleiding voor het inzetten van publieke R&D om de bedrijfs-R&D te ondersteunen. Kapitaalmarktinstrumenten liggen meer voor de hand.

Te weinig empirische kennis. Of de huidige wetenschappelijke onderzoeksagenda vanuit maatschappelijk perspectief juist is dan wel aanpassing behoeft, kan aan de hand van de drie genoemde overwegingen niet zonder meer worden vastgesteld. Daarvoor is meer inzicht nodig in de kwantitatieve betekenis van de drie overwegingen voor de maatschappelijke welvaart.

We hebben dankzij verscheidene economische empirische studies wel enig inzicht in het sociale rendement van kennisontwikkeling in algemene zin (zie Canton, 2002), maar er is nog te weinig econometrische kennis over de welvaartseffecten van de drie overwegingen afzonderlijk. Daardoor is het niet mogelijk om het onderlinge gewicht van de drie overwegingen te bepalen. Het is ook niet waarschijnlijk dat we die econometrische kennis voldoende nauwkeurig kunnen verkrijgen.

Maar zonder precieze kennis van private en sociale rendementen op R&D kan er toch iets gezegd worden over de welvaartseffecten van de drie overwegingen afzonderlijk, zodat er een expliciete economische afweging kan plaatsvinden. Het is namelijk mogelijk om een kwalitatieve analyse te maken voor elk van de drie overwegingen op basis van economische argumenten, en op grond daarvan keuzes te maken hoeveel

publieke R&D ingezet wordt ten bate van wisselwerking, publieke taken of bepaalde technologiegebieden. Hierbij zal beleid dat uit de uiteindelijke keuze volgt natuurlijk afgewogen dienen te worden tegen het risico op overheidsfalen.^{11 12} Als voorbeeld van een kwalitatieve economische analyse geven we in de volgende paragraaf een eerste aanzet tot analyse van de derde overweging; de verschillen tussen technologiegebieden in de omvang van externe effecten van kennis.

3 Een analyse van kenmerken van technologiegebieden

In deze paragraaf geven we een eerste aanzet tot een analyse van de verschillen tussen technologiegebieden in de omvang van externe effecten van kennis (de derde overweging). Deze analyse gebeurt op basis van kenmerken van technologiegebieden.¹³

Voor de concrete invulling van de rol van deze kenmerken zijn detailkennis over technologieën en maatschappelijke inzichten nodig. Dit valt buiten het bestek van dit artikel. Wij beperken ons tot een indicatie van de kenmerken als handvat voor keuzes op basis van economische argumenten. Dit raamwerk kan worden uitgewerkt in de beleidsvoorbereiding met behulp van detailkennis van onder andere experts op tech-

11 De overheid dient te zorgen voor een goede werking van instituties waarin de markt opereert. Wanneer deze instituties niet goed werken, kan dit soms leiden tot onderinvestering in R&D door bedrijven. Maar de overheid heeft te maken met imperfecte informatie over de sociale en private rendementen op technologiegebieden, en over additionaliteit van beleid (leidt inzet van publieke R&D tot verdringing van private R&D?). Daarnaast is de overheid niet altijd neutraal. Er is bijvoorbeeld het gevaar van lobbying, historisch bepaalde allocatie van middelen, en versnippering van middelen door inconsistent en ondoorzichtig beleid.

12 In sommige teksten wordt ook gesproken van systeemfalen. Dit is een veelomvattend begrip, dat zich richt op institutionele en maatschappelijke problemen, en inefficiënt en ineffectief overheidsbeleid. Wij beperken ons echter tot het begrip overheidsfalen, omdat hier duidelijk is wie aanspreekbaar is op eventuele tekortkomingen, namelijk de overheid.

13 De analyses van de andere twee overwegingen kunnen gebaseerd zijn op andere economische argumenten. Bijvoorbeeld bij kennisontwikkeling voor publieke taken kunnen welvaartstheoretische argumenten over het belang van onder andere onderwijs, defensie en zorg een uitgangspunt vormen.

nologiegebieden en informatie uit het maatschappelijke veld. De uiteindelijke keuze voor een bepaalde allocatie tussen technologiegebieden op basis van externe effecten dient uiteraard afgewogen te worden tegen eventueel overheidsfalen.

Het lijkt mogelijk een kwalitatieve economische analyse van kenmerken van technologiegebieden te maken en hiermee gevoel te krijgen voor verschillen tussen technologiegebieden in de omvang van externe effecten. Bepaalde kenmerken van een technologiegebied kunnen namelijk de kans vergroten dat er relatief grote externe effecten van kennis zijn in dit technologiegebied vergeleken met andere gebieden, en daarmee leiden tot legitimatie van relatief grote publieke R&D-inzet. Voorbeelden van dergelijke kenmerken zijn:

- grote kennis-, rent- of netwerkspillovers. Bijvoorbeeld een zeer competitieve productmarkt kan leiden tot grote rent spillovers, zoals in de elektronica. Rent spillovers treden op als de marktmacht van een innovator te kort schiet om het gehele surplus naar zich toe te trekken;
- beperkte internationale spillovers vanuit het buitenland naar Nederland. In dit geval zal Nederland meer zelf moeten investeren in private R&D, en eventueel ook in publieke R&D;
- een relatief klein business stealing effect. Als een nieuwe innovatie bestaande technologieën nauwelijks of niet van de markt verdringt zal er de kans op een maatschappelijk voordeel groter zijn.

We werken dit later uit, maar presenteren eerst in Box 2 voorbeelden van kenmerken die zouden kunnen leiden tot grote externe effecten van kennis. Wanneer een technologiegebied sterk gekenschetst wordt door zulke kenmerken, lijkt op dat gebied de omvang van de externe effecten van kennis relatief groot te zijn. Nu lichten we dit verder toe met een aantal voorbeelden.

Box 2 Welke kenmerken van een technologiegebied leiden tot grote externe effecten van kennis?

Er zijn kenmerken voor technologiegebieden die leiden tot grote externe effecten van kennis. Het belang van een kenmerk verschilt naar technologiegebied, en een combinatie van kenmerken kan meer of minder gewicht geven aan een technologiegebied ten opzichte van andere technologiegebieden. Deze kenmerken zijn ieder op zich noch noodzakelijk, noch voldoende. Ook is overlap tussen de kenmerken mogelijk. Een aantal kenmerken wordt hieronder opgesomd, al is deze lijst niet uitputtend:

Kennisspillovers zijn waarschijnlijk relatief groot als:

- technologische voorsprong vanwege de R&D niet lang verdedigbaar is omdat de leercurve steil is en de time-to-market kort is;
- geheimhouding van de (proces)innovatie moeilijk is;
- naarmate de onderzoeksmarkt voor het technologiegebied transparanter is;
- efficiënt gebruik wordt gemaakt van management- en organisatietechnieken en ICT;
- innovatie verscheidene toepassingsmogelijkheden heeft die door andere partijen gevonden en gecommmercialiseerd worden;
- onderzoek leidt tot meerdere oplossingsrichtingen of een 'proof of concept' oplevert dat meerdere toepassingsmogelijkheden heeft;
- de R&D een doorbraaktechnologie oplevert, een geheel nieuw veld van onderzoek opent en/of een geheel nieuw gebied van toepassingen.

Rentspillovers zijn waarschijnlijk relatief groot als:

- de productmarkt van het technologiegebied zeer competitief is;
- de innovatie moeilijk te beschermen is met patenten of copyrights.

Netwerkspillovers zijn waarschijnlijk relatief groot als:

- innovatie een standaard oplevert voor een markt gekarakteriseerd door netwerk externaliteiten.

Internationale kennisspillovers vanuit het buitenland zijn waarschijnlijk relatief klein als:

- kennis uit het buitenland niet aangepast kan worden aan de landenspecifieke omstandigheden;
- er geen absorptiecapaciteit of kennisbasis is in eigen land om zich buitenlandse kennis eigen te maken;
- het eigen onderzoek internationaal vooroploopt.

Het business stealing effect is waarschijnlijk relatief klein als:

- innovatie niet of nauwelijks in de plaats komt van bestaande technologieën die reeds door andere partijen geëxploiteerd worden;
- de R&D een doorbraaktechnologie oplevert, een geheel nieuw veld van onderzoek opent en/of een geheel nieuw gebied van toepassingen.

Andere kenmerken, zoals een verhoogde risico-aversie van bedrijven, een lage kans op duplicatie van onderzoek, en kapitaalmarktimperfecties kunnen eveneens een grote inzet van publieke R&D legitimeren.

Gedeeltelijk gebaseerd op Jaffe (1996), zie ook Cornet (2001).

Er zijn een aantal technologiegebieden die verondersteld worden veel kennispillowers op te leveren. Biotechnologie, materiaaltechnologie en oppervlaktetechnologie hebben veel toepassingsmogelijkheden. Het is niet echt duidelijk of proces- en fabricagetechnologie (zoals scheidingstechnologie) werkelijk bedrijfsgebonden zijn (de toe-eigenbaarheid is groot) of dat er toch grote kennispillowers kunnen zijn. De genoemde gebieden zijn soms dezelfde gebieden waar ook de potenties voor wisselwerking groot kunnen zijn. Farmacie, biotechnologie, bepaalde chemische disciplines (zoals materialenonderzoek), elektronica en landbouw horen hierbij (Nelson en Romer, 1996, p. 19; Rosenberg, 1994, pp. 147-149). In deze gebieden kan inzet van publieke R&D relatief sterk doorwerken op het private R&D-gedrag, omdat fundamenteel en toegepast onderzoek dicht bij elkaar liggen en er doorbraaktechnologieën worden ontwikkeld. Verder zijn rentspillowers waarschijnlijk vrij groot in elektronica. In de elektrotechnische industrie is een enorme internationale concurrentie blijkend uit spectaculaire prijsdalingen.

Als internationale kennispillowers vanuit het buitenland naar Nederland klein zijn, dan kan eigen private R&D-activiteit soms lonend zijn, en dan eventueel ondersteund worden door publieke R&D. Er is binnenlandse R&D nodig om comparatieve voordelen te benutten, afstandsgebonden tacit kennistransfer te bevorderen en specifiek Nederlandse problemen op te lossen. Technologieën ten bate van specifiek Nederlandse problemen worden ingezet voor bijvoorbeeld de bouw van waterwegen, dijken, polders en distributienetwerken. Maar soms is het efficiënter voor Nederland als kleine economie buitenlandse kennis 'van de plank' te kopen, en er zijn multinationale ondernemingen in Nederland gevestigd die als transferkanaal voor buitenlandse technologieën fungeren. Voorbeelden zijn medische en farmaceutische technologie, biotechnologie, ICT en elektronica.¹⁴

Een laatste voorbeeld van een kenmerk van technologiegebieden is het business stealing effect. Dit effect treedt op als een nieuwe innovatie

14. Daartegenover staat weer dat Nederland met eigen R&D absorptiecapaciteit opbouwt om kennis van elders te kunnen begrijpen en absorberen (cf. Cohen en Levinthal, 1989). Ook zal gratis meeliften ('free riding') met het buitenland beperkt worden door interna

bestaande technologieën van de markt verdringt. De kans hierop is groot bij zich snel ontwikkelende technologieën zoals audio-, video- en communicatietechnologie (gsm/umts, video/dvd, displays). Bij bouwtechnologie en logistiek lijkt het gevaar van business stealing veel minder aanwezig te zijn.

Samengevat lijkt het grosso modo mogelijk te zijn om als onderdeel van het beleidsproces een analyse van kenmerken van technologiegebieden te maken op basis van economische argumenten over externe effecten van kennis. Dit ondanks dat er geen kennis is over de precieze sociale en private R&D-rendementen op de diverse technologiegebieden. Bepaalde kenmerken van technologiegebieden kunnen de kans vergroten externe effecten van kennis groot zijn. Wanneer deze kenmerken in kaart worden gebracht, lijkt het mogelijk te beoordelen waar een relatief grote inzet van de publieke R&D gelegitimeerd is op basis van verschillen in externe effecten van kennis.

4 Conclusies

De empirische studie naar (semi-)publieke en private R&D-specialisatiepatronen in Nederland toont dat deze sterk van elkaar verschillen. Soortgelijke verschillen zijn ook in het buitenland te constateren. Om deze specialisatieverschillen te beoordelen, kan een denkkader toegepast worden met marktfalen als uitgangspunt. Uit dit kader vloeien ten minste drie overwegingen voort die een rol spelen bij deze beoordeling: potenties voor publiek-private wisselwerking in R&D, kennisontwikkeling ten bate van publieke taken en verschillen tussen technologiegebieden in de omvang van externe effecten van kennis.

Er is te weinig econometrische kennis over de welvaartseffecten van de drie overwegingen afzonderlijk. Deze kennis is nodig om het onderlinge gewicht van de drie overwegingen te bepalen en daarmee een optimale allocatie van het publieke R&D-budget over technologiegebieden te onderbouwen. Maar zonder precieze kennis van private en sociale rendementen op R&D kan er toch iets gezegd worden over de welvaartseffecten van elk van de drie overwegingen. Het is namelijk mogelijk om een kwalitatieve analyse te maken voor elk van de drie overwegingen op basis van economische argumenten.

Als voorbeeld presenteren we een eerste aanzet tot een analyse van de derde overweging, de verschillen tussen technologiegebieden in de omvang van externe effecten van kennis. Deze kunnen geanalyseerd worden op basis van de economische kenmerken van de technologiegebieden. Hiermee kan gevoel verkregen worden voor verschillen tussen technologiegebieden in de omvang van externe effecten van kennis. Voor de andere twee overwegingen (publiek-private samenwerking in R&D en kennisontwikkeling ten bate van publieke taken) is ook een analyse mogelijk op basis van welvaartstheoretische argumenten. De laatste stap wordt dan de expliciete afweging tussen de drie overwegingen op basis van de economische analyses. Beleid dat volgt uit deze keuze dient uiteraard afgewogen te worden tegen de risico's op overheidsfalen.

Auteur

Marieke Rensman is verbonden aan het Centraal Planbureau, Sector Groei, Kennis en Structuur. E-mail m.rensman@cpb.nl. Dit artikel is gebaseerd op Rensman (2004).

Literatuur

- Canton, E., 2002, Onderwijs, R&D en economische groei, *CPB Memorandum 24*, Centraal Planbureau, Den Haag.
- Cohen, W. en D. Levinthal, 1989, Innovation and learning: the two faces of R&D, *Economic Journal* 94, pp. 569-596.
- Cornet, M., 2001, De maatschappelijke kosten en baten van technologiesubsidies zoals de WBSO, *CPB Document 8*, Centraal Planbureau, Den Haag.
- CPB, 2002, De pijlers onder de kenniseconomie. Opties voor institutionele vernieuwing. *Bijzonder document 35*, Centraal Planbureau, Den Haag.
- Jaffe, A., 1996, Economic analysis of research spillovers: implications for the Advanced Technology Program, Economic Assessment Office, The Advanced Technology Program, National Institutes of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce.
- Nelson, R. en P. Romer, 1996, Science, Economic Growth, and Public Policy, Challenge, maart-april, pp.9-21.
- Rensman, M., 2004, Eenheid of verscheidenheid in onderzoeksagenda's? Over de bètagerichte R&D-specialisatiepatronen van wetenschap en bedrijven in Nederland. *CPB Document 74*, Centraal Planbureau, Den Haag.
- Rosenberg, N., 1994, Critical Issues in Science Policy Research, In: Exploring the Black Box: *Technology, Economics and History, Chapter 8*, pp.139-158, Cambridge UP.