

Sector : Groei, kennis en structuur (S3)
Afdeling/Project : Onderwijs en wetenschap
Samensteller(s) : Richard Venniker*, Erik Canton
Nummer : 90
Datum : 7 juni 2004

De maatschappelijke opbrengsten van wetenschappelijk onderzoek: Een literatuuroverzicht

Dit memorandum geeft een overzicht van de empirische kennis over de effecten van publiek gefinancierd wetenschappelijk onderzoek. We kijken naar de relatie tussen wetenschappelijk onderzoek en productiviteit. Verder besteden we aandacht aan andere opbrengsten van wetenschappelijk onderzoek, zoals octrooien, innovaties en nieuwe ondernemingen. Tenslotte gaan we in op de relatie tussen publiek en privaat onderzoek.

* Per september 2003 werkzaam bij het Ministerie van Financiën. Deze studie is een achtergrondnotitie bij de studie 'De pijlers onder de kenniseconomie: Opties voor institutionele vernieuwing', gepubliceerd in januari 2002. Een vervolg van dit onderzoek staat op het werkprogramma.

1 Inleiding

De overheid is een belangrijke financier van het wetenschappelijk onderzoek. In 2000 bekostigde de Nederlandse overheid zo'n 83% van het onderzoek in universiteiten, goed voor een bedrag van 2 miljard euro. Daarnaast financiert de overheid een deel van het wetenschappelijk onderzoek bij andere publieke onderzoeksinstellingen (denk aan TNO en de Grote Technologische Instituten): 0,6 miljard euro, ofwel 55% van het onderzoek dat door deze onderzoeksinstellingen wordt uitgevoerd.¹ Zijn er gegronde redenen voor deze overheidsbemoeienis, en hoe belangrijk zijn deze redenen in de praktijk?

Voor overheidsfinanciering van wetenschappelijk onderzoek bestaan verschillende redenen:

- Zonder overheidsbemoeienis zou het bedrijfsleven onderzoeksinvesteringen laten liggen die vanuit maatschappelijk perspectief rendabel zijn. De belangrijkste oorzaken hiervoor zijn dat bedrijven zich niet alle baten van onderzoek kunnen toe-eigenen (door rent-spillovers en kennis-spillovers), en dat ze onvoldoende in staat zijn om zich te verzekeren tegen de risico's verbonden aan de onderzoeksinvesteringen (hetzij via het opbouwen van een voldoende gediversifieerde onderzoeksportefeuille, hetzij via contracten met verzekeraars);
- De overheid financiert onderzoek uit hoofde van andere publieke taken (denk aan milieu, gezondheidszorg, defensie, veiligheid, cultuur en publieke infrastructuur, en ondersteuning van het beleidsproces zelf).

Deze redenen impliceren overigens niet dat de overheidsfinanciering gericht dient te zijn op het aanbod van wetenschappelijk onderzoek door (semi-)publieke instellingen. Andere mogelijkheden zijn belastingvrijstellingen voor onderzoeksinspanningen in het bedrijfsleven, en publieke vraag vanuit overheidsorganisaties naar de uiteindelijke producten van onderzoeksinspanningen.

Maar financiert de overheid wel genoeg? Of wellicht zelfs te veel? En kan de maatschappelijke welvaart worden vergroot door een andere verdeling van het onderzoeksbudget over onderzoeksterreinen? Antwoord op deze vragen vereist inzicht in het rendement (en risico) voor de maatschappij van extra overheidsinvesteringen in onderzoek. Dit kan worden onderverdeeld in de volgende deelvragen:

1. In hoeveel extra onderzoek resulteert een extra (euro) onderzoeksinvestering door de overheid?
2. Wat zijn de maatschappelijke opbrengsten van dat extra onderzoek?
3. Wat zijn de maatschappelijke kosten van de extra (euro) onderzoeksinvestering door de overheid?

¹ Cijfers ontleend aan OCenW (2003).

De eerste vraag is niet triviaal. Overheidssubsidies voor onderzoek kunnen private financiering van onderzoek verdringen, en zo nauwelijks tot extra onderzoeksactiviteiten leiden. Het belang van de tweede vraag is evident. Interessante deelvraag is waar de opbrengsten uiteindelijk terecht komen. Door de toegenomen internationalisering is het steeds minder evident dat de vruchten van binnenlandse onderzoeksinspanningen ook neerslaan in het binnenland. Liftersgedrag van landen kan het gevolg zijn, en daardoor te lage inspanningen door nationale overheden (of een tendens richting protectionisme). Ten derde, voor een beoordeling van het maatschappelijk rendement van publieke onderzoeksinspanningen dienen we ook zicht te hebben op de kosten.

Dit paper inventariseert inzichten uit de economische literatuur omtrent het rendement van publiek gefinancierd wetenschappelijk onderzoek. De literatuur bestaat grotendeels uit twee soorten studies: case-studies en econometrische studies. Case-studies analyseren de kosten en baten van individuele onderzoeksprojecten, en geven met name inzicht in hoe groot het rendement van onderzoek kan zijn. Een belangrijk nadeel is echter de geringe generaliseerbaarheid van de resultaten. Veel case-studies betreffen succesvolle projecten, en geven nauwelijks inzicht in het rendement van de marginale, door overheidsfinanciering uitgelokte, onderzoeksinspanningen (ofwel het marginale rendement van overheidsinvesteringen in wetenschappelijk onderzoek). Daarnaast zijn case-studies vaak zeer arbeidsintensief en lastig uit te voeren, zodat het aantal studies in dit deel van de literatuur beperkt is (en vaak van vroeger datum). We zullen in dit overzicht de case-studies buiten beschouwing laten.

De meeste empirische kennis is afkomstig van econometrische analyses van de relatie tussen wetenschappelijk onderzoek en verschillende maatstaven voor productiviteit. Eén van de problemen bij deze benadering is dat allerlei andere factoren mede van invloed zijn op productiviteitsindicatoren. Het isoleren van het effect van onderzoek is dan ook moeilijk. Dat economen zich toch voornamelijk op deze relatie hebben geworpen komt doordat de economische toegevoegde waarde van de directe resultaten van onderzoek niet of nauwelijks te bepalen is.

De opzet van onze bespreking van de literatuur over de opbrengsten van wetenschappelijk onderzoek is als volgt. In paragraaf 2 kijken we naar de relatie tussen wetenschappelijk onderzoek en productiviteit. In paragraaf 3 besteden we aandacht aan andere opbrengsten van wetenschappelijk onderzoek, zoals octrooien, innovaties en nieuwe ondernemingen. In paragraaf 4 gaan we in op de relatie tussen publiek en privaat onderzoek. We trekken enkele conclusies in paragraaf 5.

2 Wetenschappelijk onderzoek en productiviteit

Om inzicht te krijgen in de opbrengsten van wetenschappelijk onderzoek kijken we in deze paragraaf naar de effecten op de productiviteit.² Allereerst wordt de relatie tussen uitgaven aan wetenschappelijk onderzoek en productiviteit onderzocht, en daarna gaan we in op de relatie tussen wetenschappelijke output (publicaties) en productiviteit.

2.1 Uitgaven aan wetenschappelijk onderzoek en productiviteit

In de omvangrijke literatuur over onderzoek en productiviteit wordt weinig onderscheid gemaakt tussen publiek en privaat onderzoek (gefinancierd of uitgevoerd). Tabel 2.1 geeft een overzicht van studies die zo'n onderscheid wel maken.

Tabel 2.1 Studies naar relatie uitgaven aan wetenschap en productiviteit / economische groei					
Studie	Verklaarde variabele	Verklarende R&D-variabelen	Effect publieke R&D	Data	Opmerkingen
Bassanini e.a. (2001)	groei BBP per capita	private R&D-uitgaven/BBP overige R&D-uitgaven/BBP	negatief	15 landen 1981-1998 panel data	MRW-model ^a , error correction model
Guellec en Pottelsberghe de la Potterie (2001)	TFP	binnenlandse private R&D-voorraad buitenlandse private R&D-voorraad binnenlandse publieke R&D-voorraad	positief	16 landen 1980-1998 panel data	update van OECD (2000), error correction model
Lichtenberg (1992)	niveau en groei BNP per capita	private R&D-uitgaven/BNP publieke R&D-uitgaven/BNP	nul tot negatief	53 landen 1960-1985 dwarsdoorsnede data	MRW-model
OECD (2000)	TFP	binnenlandse private R&D-voorraad buitenlandse private R&D-voorraad binnenlandse publieke R&D-voorraad	positief	16 landen 1980-1996 panel data	error correction model

^a MRW staat voor Mankiw, Romer en Weil, 1992.

² Er is ook een literatuur die ingaat op de effecten van onderzoek die niet tot uiting komen in de nationale rekeningen. Denk aan medische onderzoeksresultaten die de overlijdenskans verkleinen. In de standaard statistieken zal dit slechts zichtbaar zijn in een hogere productie en een grotere (werkzame) bevolking, zonder enig effect op de productiviteit of economische groei per werkende/persoon. Een daling van het sterftecijfer hoeft nauwelijks effect te hebben op de arbeidsproductiviteit (of TFP) indien zowel de maatschappelijke productie als het aantal gewerkte uren toeneemt. Toch is hier duidelijk sprake van een toename in de maatschappelijke welvaart. Een ander voorbeeld is onderzoek dat voornamelijk ten goede komt aan publieke taken. We laten deze literatuur in dit overzicht buiten beschouwing.

Sommige studies maken het onderscheid tussen publiek en privaat onderzoek op basis van de financieringsbron van het onderzoek, andere studies maken het onderscheid op basis van de plaats van uitvoering van het onderzoek. Studies waarin het onderscheid langs beide dimensies tegelijk wordt gemaakt zijn ons niet bekend.

Lichtenberg (1992) construeert gegevens voor privaat gefinancierd en publiek gefinancierd onderzoek op basis van het gemiddelde aandeel van overheidsgefinancierd onderzoek, berekend op basis van één of twee observaties per land (zo dicht mogelijk bij 1960 en zo dicht mogelijk bij 1985) in UNESCO-statistieken.³ Publiek gefinancierd onderzoek heeft geen of zelfs een negatief effect op het Bruto Nationaal Product (BNP). De elasticiteit van output met betrekking tot de publiek gefinancierde R&D-voorraad varieert van -0,151 tot 0,018: in het slechtste geval leidt een verhoging van de publieke R&D-voorraad met 1% dus tot een daling van het BNP met 0.15%. Dit in tegenstelling tot de private onderzoeksuitgaven, waarvoor Lichtenberg een sterk positief effect vindt.

Ook Bassanini e.a. (2001) vinden een negatief effect van publiek onderzoek. Zij definiëren publiek onderzoek als het verschil tussen de OESO-cijfers over binnenlandse uitgaven aan R&D en uitgaven aan R&D door het bedrijfsleven. De economen van de OESO vinden een negatief effect van de aldus gedefinieerde publieke R&D op de groei van BBP per capita. Zelf concluderen Bassanini e.a. dat “no clear-cut relationship could be established between non-business-oriented R&D activities and growth.” Bedrijfsuitgaven aan R&D hebben wederom een positief effect.⁴

Wat kan de negatieve effecten verklaren? Allereerst vereist de mogelijke aanwezigheid van spillovers enige nuance bij de interpretatie van de coëfficiënt. De coëfficiënt geeft weer in welke mate een land meer profiteert van binnenlands onderzoek dan andere landen gemiddeld profiteren van datzelfde onderzoek.⁵ Zouden alle landen in dezelfde mate (en met dezelfde vertraging) profiteren van een onderzoeksinspanning, ongeacht waar dat onderzoek is

³ Lichtenberg tracht ook een onderscheid te maken tussen fundamenteel onderzoek en overig onderzoek, maar stuit daarbij op dataproblemen. Schattingen op basis van deze data wijzen op een veel groter effect van fundamenteel onderzoek dan van overig onderzoek, maar de econometrische problemen maken harde conclusies onmogelijk.

⁴ De studie van Bassanini e.a. komt tegemoet aan een aantal kritiekpunten op Lichtenberg, maar is op andere punten minder overtuigend. De studie beschouwt R&D niet als een conventionele input, maar laat de mogelijkheid open dat R&D bijdraagt aan technische vooruitgang (het neoklassieke groeimodel wordt niet ex ante opgelegd), veronderstelt geen gelijkheid van de depreciatie van R&D, menselijk kapitaal en fysiek kapitaal, en staat toe dat de convergentiesnelheid kan verschillen tussen landen. Bassanini e.a. maken tevens meer gebruik van gegevens over de tijd. Hier staat tegenover dat de verschillende indicatoren voor R&D-intensiteit nogal ad hoc aan de te schatten vergelijking zijn toegevoegd, en dat gegevens betrekking hebben op een kortere periode en op een kleiner aantal landen dan bij Lichtenberg. De ad hoc wijze waarop R&D is toegevoegd aan het model maakt interpretatie in termen van structurele effecten op (groei van) BBP per capita of in termen van outputelasticiteit (zoals in Lichtenberg) niet goed mogelijk.

⁵ Of het verschil tussen het effect van eigen onderzoek en het effect van het onderzoek in het buitenland op de binnenlandse productie.

uitgevoerd, dan zou er geen correlatie worden gevonden tussen de productiviteit van een land en het binnenlands uitgevoerde onderzoek: de coëfficiënt is gelijk aan nul. De lage gevonden waarden impliceren dus niet automatisch dat publiek onderzoek niet bijdraagt aan de productiviteit: mogelijk draagt het onderzoek in gelijke mate bij aan de productiviteit in andere landen, en zijn internationale spillovers ‘volledig’. De beide studies doen echter geen poging de omvang van de spillovers tussen landen in kaart te brengen. Een alternatieve economische verklaring voor de lage coëfficiënt is dat publiek onderzoek vooral van waarde is voor maatschappelijke baten die slecht tot uiting komen in de productiviteitsstatistieken. Negatieve waarden voor de coëfficiënt duiden op de mogelijkheid dat in het land waar het onderzoek plaats vindt sprake is van verdringing van andere activiteiten die wel in de productiviteitscijfers tot uiting komen (anders dan private R&D, dat immers in de regressie is opgenomen). Een derde mogelijkheid is dat het effect van publieke R&D wordt onderschat doordat geen rekening wordt gehouden met de vertraging in de impact op productiviteit, of doordat de effecten op productiviteit diffuser door de tijd plaatsvinden.⁶ Deze vertraging is kleiner bij private R&D gericht op de kortere termijn (en daardoor beter zichtbaar in de regressie-uitkomsten).

Guellec en Pottelsberghe de la Potterie (2001), een update van OECD (2000)⁷, vinden een positief effect van onderzoek in de publieke sector op economische groei. Hierbij dient aangemerkt te worden dat de geschatte vergelijking verschilt van die van Lichtenberg en van Bassanini e.a.: een index voor de TFP wordt direct gerelateerd aan verschillende typen R&D-voorraad, waaronder een indicator voor de voorraad publieke R&D. Aangezien de voor onderzoek ingezette arbeid en kapitaal meetelt in de berekening van TFP, zijn de geschatte coëfficiënten een maatstaf voor de binnenlandse spillover-effecten van de bijbehorende typen R&D.⁸ Volgens de studie resulteert een permanente stijging van de publiek uitgevoerde R&D-voorraad met 1% op de lange termijn tot een verhoging van de TFP met 0,17% (en 0,21% in de eerdere OECD-studie). Ook de binnenlandse private R&D-voorraad en de buitenlandse private R&D-voorraad hebben een positief effect op de TFP (zie Tabel 2.2).

Een tekortkoming van de studie is dat er geen rekening wordt gehouden met menselijk kapitaal. Aangezien een positieve correlatie tussen menselijk kapitaal en TFP als ook tussen menselijk kapitaal en R&D aannemelijk lijkt, kunnen de gevonden positieve coëfficiënten deels het effect

⁶ Dit heeft een reden van econometrische aard: introductie van vertragingen gaat per definitie gepaard met vermindering van het aantal datapunten, en dus met het aantal vrijheidsgraden.

⁷ Naast een uitbreiding met cijfers voor 1997 en 1998 hebben er ook enkele andere veranderingen plaatsgevonden. Met name is er geen aparte rol meer weggelegd voor ‘embodied technology’, d.w.z. kwaliteitsverbeteringen in machines en dergelijke die in principe al worden meegenomen in de constructie van de kapitaalgoederenvoorraad. Dit heeft nauwelijks invloed op de resultaten.

⁸ Zoals eerder opgemerkt hebben (directe) spillovers over de landsgrenzen heen geen effect op TFP-verschillen tussen landen.

van menselijk kapitaal reflecteren. Een tweede nadeel is dat de R&D-voorraden geconstrueerd dienen te worden. Deze constructies zijn in de literatuur aan veel kritiek onderhevig.

In de studie wordt nog een verder onderscheid gemaakt naar de plaats waar het publieke onderzoek uiteindelijk plaatsvindt, in universiteiten of in overige publieke instellingen. Des te groter het aandeel van universiteiten in het publieke onderzoek, des te groter de baten van publiek onderzoek. Zij opperen twee mogelijke verklaringen. Ten eerste, onderzoek in overheidslaboratoria is vaak gericht op publieke missies die weinig impact hebben op productiviteit in het bedrijfsleven. Ten tweede, in universiteiten is meer onderzoek gefinancierd op projectbasis en dit vergroot de flexibiliteit om in te springen op nieuwe technologische trends. Guellec en Pottelsberghe de la Potterie vinden tenslotte ook dat het positieve effect op de productiviteit een dalende trend vertoont, in tegenstelling tot privaat onderzoek en buitenlands onderzoek.

Tabel 2.2 Lange-termijn elasticiteit van TFP ten opzichte van verschillende R&D-voorraden

Binnenlandse private R&D-voorraad	0,13
Buitenlandse private R&D-voorraad	0,46
Binnenlandse publieke R&D-voorraad	0,17

Bron: Guellec en Pottelsberghe de la Potterie (2001), Tabel 4.

Noot: Bij buitenlandse R&D wordt de R&D van een land gewogen met de maat voor technologische nabijheid ontwikkeld door Jaffe (1986), gebaseerd op octrooigegevens.

De OESO concludeert uit de bevindingen onder andere dat landen voldoende financiering van universitair onderzoek moeten garanderen. Zij vermoedt daarbij wel dat het effect van universitair onderzoek zal verschillen tussen landen. Daarnaast geldt uiteraard dat de huidige uitgaven aan universitair onderzoek verschilt tussen landen. De OESO-boodschap kan dan ook niet direct worden gelezen als een pleidooi voor uitbreiding van het wetenschapsbudget.

Wat kunnen we concluderen uit de, tegenstrijdige, resultaten in de groeiliteratuur? Weinig, en wel om twee redenen. Allereerst kennen alle studies de nodige problemen bij het identificeren van causale effecten. Dit is niet te wijten aan een magere kwaliteit van genoemde studies, maar kenmerkend voor de hele empirische groeiliteratuur.⁹ Stellige uitspraken in de literatuur over determinanten van economische groei claimen in de regel meer dan kan worden gerechtvaardigd door de empirische resultaten. Ten tweede leveren de studies tegenstrijdige resultaten: niet alleen over de omvang van de effecten, maar zelfs over de richting. Daarbij zijn

⁹ Voor drie grote problemen is nog geen bevredigende oplossing gevonden: i. de endogeniteit van de gebruikte verklarende variabelen, ii. de geringe robuustheid van coëfficiëntwaarden voor de keuze van controlevariabelen, en iii. het modelleren van mogelijke verschillen in de parameterwaarden tussen landen (zie Durlauf, 2001).

de kwaliteitsverschillen tussen de studies niet zodanig dat resultaten in één van de richtingen als minder geloofwaardig kunnen worden aangemerkt.

2.2 Wetenschappelijke publicaties en productiviteit

Zoals eerder opgemerkt kan de relatie tussen onderzoek en productie / productiviteit worden gezien als een twee-staps raket: wat is de relatie tussen de inputs en outputs van wetenschappelijk onderzoek (de onderzoeks-productiefunctie), en wat is de relatie tussen de uitkomsten van wetenschappelijk onderzoek en productie of productiviteit? Er is ons slechts één studie bekend die zich concentreert op de laatste stap.

Adams (1990) schat het effect van de beschikbare hoeveelheid relevante wetenschappelijke output (de academische kennisvoorraad) op de totale factorproductiviteit op sectorniveau. De academische kennisvoorraad in een sector is gedefinieerd als het aantal wetenschappelijke artikelen in relevante wetenschappelijke disciplines¹⁰, gewogen naar het aantal wetenschappers in die disciplines dat werkzaam is in de private sector (beiden met een vertraging, 20 jaar respectievelijk 1 jaar).¹¹ Het idee hierbij is dat een sector profiteert van wetenschappelijke kennis doordat wetenschappelijk personeel in de sector kennis neemt van de publicaties in relevante academische disciplines. Adams veronderstelt dat productie in een sector afhangt van de conventionele inputs arbeid en fysiek kapitaal, van de academische kennisvoorraad in de sector, en van spillovers vanuit de academische kennisvoorraad in andere sectoren. De externe kennisvoorraad is weer een gewogen som van de kennisvoorraden in de overige sectoren, met de gewichten afhankelijk van de mate waarin het specialisatiepatroon van de wetenschappers in de sectoren overeenkomt.

Het gebruik van publicaties kent enkele voordelen boven de geijkte methode van R&D-uitgaven. De belangrijkste is de beschikbaarheid. Uitgaven aan fundamenteel onderzoek zijn niet altijd voorhanden. Daarnaast zijn van publicatiecijfers veel langere reeksen beschikbaar, zodat meer kan worden gespeeld met vertragingen. Daar staan wel enkele nadelen tegenover:

- Alle wetenschappelijke publicaties in een discipline worden even zwaar meegewogen. Een mogelijke verbetering is gebruik te maken van citatie-data;
- Publicaties zijn niet in alle wetenschappelijke disciplines even belangrijk, en het belang van publicaties kan binnen een wetenschapsgebied zijn verschoven vergeleken met andere 'producten' van onderzoek. Een mogelijke verbetering zou zijn om ook andere vormen van wetenschappelijke output mee te nemen, hoewel dit het vrijwel onoplosbare probleem met zich

¹⁰ Adams onderscheidt landbouwwetenschappen, biologie, chemie, computerwetenschappen, techniek, geologie, wiskunde en statistiek, medicijnen, en natuurkunde.

¹¹ Adams merkt zelf op dat dit geen perfecte manier is om het relatieve belang van de verschillende wetenschappelijke disciplines mee te wegen. Een alternatief is om citatiegegevens te gebruiken.

meebrengt hoe de verschillende outputs moeten worden meegewogen in de uiteindelijke kennisvoorraad.

Hoe belangrijk is de wetenschap volgens de empirische resultaten van Adams? Het rendement op eigen kennis is positief bij elke vertraging, en heeft het grootste effect bij een vertraging van 20 jaar (wanneer de meer toegepaste wetenschappen apart worden genomen blijkt dat de vertraging waarbij de impact het grootst is tussen de 0 en 10 jaar ligt). Voor de spillover-effecten van kennis uit andere sectoren geldt dat de effecten negatief zijn bij geringe vertragingen, maar positief worden bij grotere vertragingen (met een grootste invloed bij een vertraging van zo'n 30 jaar). Doordat de wetenschappelijke output niet als reële grootheden worden gemeten, zijn de gevonden coëfficiënten proportioneel aan de rendementen, maar daar niet gelijk aan. De TFP-groei daalde van een gemiddelde van 1,1% in de periode 1953-1966 naar een gemiddelde van 0,5% voor de periode 1966-1980. Veranderingen in de voorraad wetenschappelijke kennis verklaart tussen de 15 en 30% van deze daling in de productiviteit. Het is echter niet mogelijk uit de analyse van Adams een schatting van het rendement van wetenschappelijk onderzoek te verkrijgen. Hiervoor is inzicht in de relatie tussen de onderzoeksuitgaven en de wetenschappelijke productie nodig.¹² Hoewel de benadering nog enkele haken en ogen kende maar veelbelovend was, is ons geen vervolg bekend op deze studie van Adams.

¹² De analyse van Adams kent, naast de beperkingen van de maatstaf voor de kennisvoorraad, nog enkele nadelen. De vertragingen zijn onnauwkeurig gemeten, de mate van veroudering van kennis (afschrijvingsvoet van 13%) is vrij arbitrair gekozen en constant verondersteld, en de informatiestroom is verondersteld slechts één richting op te gaan. Tenslotte geeft Adams aan dat de cijfers over werkgelegenheid van onderzoekers gebrekkig zijn.

3 **Andere opbrengsten van wetenschappelijk onderzoek**

In de vorige paragraaf hebben we gekeken naar de opbrengsten van wetenschappelijk onderzoek in termen van productiviteit. De effecten van onderzoek op productiviteit kan lopen via diverse transmissiekanalen, en in deze paragraaf gaan we nader in op deze kanalen. Allereerst kijken we naar de relatie tussen onderzoek en octrooien, vervolgens naar de relatie tussen onderzoek en innovaties, en tenslotte naar het belang van universiteiten voor startende ondernemingen.

3.1 **Wetenschappelijk onderzoek en octrooien**

Jaffe (1989) onderzoekt het verband tussen de omvang van universitair onderzoek¹³ en het aantal octrooien van bedrijven. Hij doet dit op basis van gegevens voor een dwarsdoorsnede van staten en vijf technologiegebieden¹⁴ in de VS door de tijd heen. Zijn belangrijkste bevindingen zijn weergegeven in Tabel 3.1. Een stijging van de universitaire onderzoeksuitgaven met 1% resulteert in 0,1% meer octrooien via een direct verband, en ca. 0,6% meer octrooien via een verhoging van de private onderzoeksinspanningen. Deze cijfers zijn een onderschatting van het totale maatschappelijke rendement, aangezien spillovers tussen staten niet meegenomen worden. Hierbij dient te worden benadrukt dat de meetproblemen en econometrische problemen zo groot zijn dat we erg voorzichtig dienen te zijn met het concluderen van causale verbanden. Daarnaast geldt uiteraard dat resultaten voor de VS niet zonder meer van toepassing zijn op Nederland. Zowel op het terrein van octrooieren als ten aanzien van de gerichtheid van universiteiten op het bedrijfsleven lijken de verschillen tussen de VS en Nederland aanzienlijk.

Tabel 3.1 Belangrijkste resultaten van Jaffe (1989)

Elasticiteit universitair onderzoek → octrooien	0,103
Elasticiteit universitair onderzoek → private R&D-uitgaven	0,704
Elasticiteit private R&D-uitgaven → octrooien	0,940

Bron: Jaffe (1989), Tabellen 6 en 7.

Het positieve effect van universitair onderzoek op de private R&D-inspanningen gaat in tegen de bevindingen van andere studies, die een negatief effect vinden (zie paragraaf 4). Bij de bevindingen kunnen enkele kanttekeningen worden geplaatst. Jaffe (1989) wijkt af van andere studies door de eenheid van observatie: op het niveau van een staat en technologiegebied.

¹³ De cijfers hebben betrekking op al het universitair onderzoek, maar Jaffe geeft aan dat de resultaten niet veranderen wanneer federaal gefinancierd universitair onderzoek wordt gebruikt.

¹⁴ De technologiegebieden zijn: medicijnen, chemie, elektronica, mechanica en overig.

Wanneer het effect voor ieder technologiegebied afzonderlijk wordt gemeten, is het resultaat nergens significant (en voor chemie en elektronica wel degelijk negatief).

De meetproblemen en econometrische problemen zijn aanzienlijk. Octrooiaantallen geven een beperkt zicht op de waarde van onderzoek. Veel onderzoek resulteert niet in octrooien, en de economische waarde verschilt sterk tussen octrooien (Scherer en Harhoff, 2000). Verder is het de vraag of staten een geschikte analyse-eenheid zijn. De staten verschillen sterk in oppervlakte en bevolkingsomvang, en een staat als California is in beide opzichten groter dan Nederland. Daarnaast blijven spillovers tussen staten (positief effect) en het 'business stealing effect' tussen bedrijven uit verschillende staten (negatief effect) buiten beschouwing.

3.2 Wetenschappelijk onderzoek en nieuwe producten / productieprocessen

Acs e.a. (1991) merken op dat de door Jaffe gebruikte octrooidata algemeen worden gezien als een onbetrouwbare maatstaf voor innovatie: niet alle innovaties gaan gepaard met octrooien, en niet alle octrooien zijn een commercieel succes. Acs e.a. (1991) repliceren de analyse van Jaffe (1989) met het aantal innovaties in plaats van het aantal patenten: zij bestuderen voor de VS de relatie tussen universitaire onderzoeksuitgaven en het aantal innovaties van bedrijven in dezelfde staat en hetzelfde technologiegebied.¹⁵ Data over aantallen innovaties verkrijgen ze uit berichtgevingen in technische bladen, ingenieursbladen en handelsbladen. De verzamelde cijfers hebben betrekking op één jaar. De bevindingen van Acs e.a. (1991) wijken op twee punten sterk af van de resultaten van Jaffe (1989):

- De spillovers van universitair onderzoek op innovaties (elasticiteit 0,431) zijn twee maal zo groot als de spillovers op patenten (elasticiteit 0,241);
- Geografische nabijheid is voor innovaties belangrijker (zowel statistisch als economisch significanter) dan voor patenten.

Toole (2000) onderzoekt het effect op productinnovaties in een specifieke sector: de farmacie. Hij vindt dat een stijging van 1% van de voorraad publiek fundamenteel onderzoek resulteert in een stijging van het aantal goedgekeurde 'nieuwe moleculaire entiteiten' van 2,0 à 2,4% na een periode van 17 à 20 jaar (op basis van panel data voor zeven therapeutische klassen en de periode 1978-1994).¹⁶

¹⁵ Hierbij dient te worden opgemerkt dat Acs e.a. (1991) alleen over data voor innovaties in 1982 beschikken.

¹⁶ Doordat de waarde van de innovaties en productintroducties niet wordt meegenomen, zijn uitspraken over het financiële rendement van wetenschappelijk onderzoek op basis van deze uitkomsten niet mogelijk.

Ook het werk van Mansfield heeft grote invloed gehad. Zijn eerste en baanbrekende studie is Mansfield (1991). Een vervolgstudie is verschenen in 1998 (Mansfield, 1998). Mansfield heeft bedrijven gevraagd naar nieuwe producten en productieprocessen die niet zonder een vertraging van een jaar of meer ontwikkeld hadden kunnen worden zonder de resultaten van academisch onderzoek in de 15 jaar voor introductie.¹⁷ Tabel 3.2 vat de resultaten samen.

Tabel 3.2 Nieuwe producten en productieprocessen gebaseerd op academisch onderzoek

	1986-1994	1975-1985
<i>Zonder recent academisch onderzoek niet te ontwikkelen zonder vertraging van minimaal een jaar</i>		
Aandeel in totaal nieuwe producten	15	11
Aandeel in totaal nieuwe processen	11	9
Omzet / aandeel in totale omzet	44 ^a / 5,1	24 ^b / ?
Kostenbesparing absoluut / aandeel totale kosten	17 ^a / 2,0	7 ^b
<i>Ontwikkeld met zeer substantiële hulp van recent academisch onderzoek</i>		
Aandeel in totaal nieuwe producten	8	8
Aandeel in totaal nieuwe processen	7	6
Omzet / aandeel in totale omzet	33 ^a / 3,8	
Kostenbesparing absoluut / aandeel totale kosten	13 ^a / 1,5	

^a 1991-1994 (miljard dollar in 1994-prijzen).

^b 1982-1985 (miljard dollar in 1985-prijzen).

Bron: Mansfield (1996 en 1998).

Wat de tabel niet laat zien is dat het belang van academisch onderzoek sterk verschilt tussen productiesectoren, en ook nog eens sterk verschilt tussen bedrijven in dezelfde sector. De effecten zijn het sterkst in de sectoren “drugs and medical products”, “information processing” en “instruments”. De factoren achter de verschillen tussen bedrijven zijn nog onduidelijk.

Wat kunnen we concluderen over het rendement van academisch onderzoek? Mansfield (1991) komt op basis van bovengenoemde cijfers en enkele heroïsche veronderstellingen op een gemiddeld (dus niet marginaal!) maatschappelijk rendement van academisch onderzoek van zo’n 28%. Het betreft hier in principe al het internationale onderzoek, dus niet de kosten en baten van Amerikaans onderzoek. De gemaakte veronderstellingen betreffen voornamelijk de baten van onderzoek. Allereerst wordt de helft van de nieuwe producten en nieuwe processen die met substantiële hulp van academisch onderzoek zijn ontwikkeld toegeschreven aan academisch onderzoek (zonder deze toewijzing wordt het rendement 23%). De baten van

¹⁷ De bedrijven zijn geselecteerd uit een lijst in Business Week (juni 1986 respectievelijk juni 1994) van alle bedrijven die in 1985 respectievelijk 1993 meer dan 1 miljoen dollar aan R&D uitgaven en een omzet van meer dan 75 miljoen dollar hadden. Cijfers betreffen 76 bedrijven voor 1975-1985 en 77 bedrijven voor 1986-1994.

wetenschappelijk onderzoek voor andere industrieën worden buiten beschouwing gelaten. De baten van nieuwe producten en processen na meer dan vier jaar na introductie worden buiten beschouwing gelaten. De baten van nieuwe producten en processen die sterk leunen op onderzoek van meer dan 15 jaar oud worden buiten beschouwing gelaten. De baten buiten de VS worden gelijk geacht aan de baten binnen de VS (die uit de enquête van Mansfield volgen). Het surplus van nieuw geïntroduceerde producten dat niet terecht komt bij de innovator wordt gesteld op acht keer het producentensurplus van de innovator, wat volgens Mansfield een conservatieve schatting is (wanneer dit surplus buiten beschouwing wordt gelaten daalt het rendement naar 10%). Het surplus van nieuwe processen wordt buiten beschouwing gelaten voor zover het niet terecht komt bij de innovator. De veelheid van soms discutabele veronderstellingen leidt er toe dat het rendement niet al te precies kan worden genomen. Het rendement lijkt echter wel een geloofwaardige ruime ondergrens van het rendement op onderzoek, aangezien de meeste veronderstellingen resulteren in een onderschatting van de baten van academisch onderzoek. Probleem blijft dat het het gemiddelde rendement betreft, en dat het hoge rendement dus niet zonder meer impliceert dat de investeringen in onderzoek maatschappelijk gezien te laag waren. Alleen het marginale rendement geeft daar, indien bekend, inzicht in.

Beise en Stahl (1999) hebben een sterk vergelijkbare analyse uitgevoerd met gebruik van gegevens uit een enquête onder 2300 Duitse bedrijven voor de periode 1993-1996 (de Mannheim Innovation Panel, onderdeel van de Community Innovation Survey van Eurostat / EU). Zij vinden dat de omzet van nieuwe producten waarvoor publiek onderzoek cruciaal was minder dan 5% van de totale omzet van nieuwe producten bedraagt (voor de industriële sector). Op de totale omzet van alle producten zal dit percentage nog verder dalen. Daarmee ligt hun schatting aanmerkelijk lager dan die van Mansfield. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de steekproef van Beise en Stahl veel uitgebreider is, terwijl de selectie van Mansfield is gericht op grotere R&D-intensieve bedrijven. Daar staat tegenover dat Beise en Stahl vinden dat juist bij de kleinere bedrijven het aandeel van nieuwe producten gebaseerd op publiek onderzoek in de totale omzet van nieuwe producten relatief groot is. Een ander verschil tussen de twee studies is dat Mansfield zich richt op academisch onderzoek, en Beise en Stahl ook de (semi-)overheidsinstellingen meenemen. De kennistransfer van deze instellingen naar het bedrijfsleven is blijkens de enquête-resultaten lager dan vanuit de universiteiten, uitgezonderd Fraunhofer Gesellschaft (vergelijkbaar met de Nederlandse TNO). Tenslotte kunnen institutionele verschillen tussen de VS en Duitsland een rol spelen.

3.3 Universiteiten en ondernemerschap

De relatie tussen universitair onderzoek en start-ups heeft in de literatuur de nodige aandacht gekregen. Deze aandacht is voor een groot deel ingegeven door de opkomst van biotechnologie als bedrijfstak in de jaren 80, die wordt gekenmerkt door de grote rol van onderzoek en de sterke toename van het aantal bedrijven met sterke banden met universitair onderzoekers. Met name de banden van onderzoekers met de biotechnologie-bedrijven, en het belang van geografische nabijheid die dit met zich meebrengt, is onderwerp van onderzoek.

Universitair onderzoekers vervullen drie nuttige functies voor startende bedrijven waar zij bij betrokken zijn:

- Zij zorgen voor kennisoverdracht van het universitaire lab naar het bedrijf;
- Zij verschaffen een signaal over onderzoek in het bedrijf richting kapitaalmarkt en richting de onderzoekswereld, met name de potentiële werknemers;
- Zij assisteren bedrijven bij het bepalen van de onderzoeksstrategie.

Wat is er empirisch bekend over de effecten van academisch onderzoek op het aantal startende bedrijven? Bania e.a. (1993) concluderen dat hogere uitgaven aan universitair onderzoek (waarbij niet wordt gekeken naar de terreinen waarop onderzoek wordt verricht) in een grote “metropolitan area” (SMSA) positief gecorreleerd zijn met het aantal startende ondernemingen in de sector “elektrische en elektronische outillage” in dat gebied. De mate waarin het onderzoek is verspreid over verschillende universiteiten is niet van belang. Voor andere sectoren is het verband echter afwezig (voor een aantal sectoren is het verband wel onderzocht, maar niet weergegeven in het artikel, wat we interpreteren als afwezigheid van een verband). Dat slechts voor één sector een positief verband wordt gevonden kan te maken hebben met de periode van analyse: 1976-1978. In deze periode kwam de elektronische industrie sterk op. Universitair onderzoek kan dus vooral van belang zijn voor opkomende industrieën. Dit zou betekenen dat universitair onderzoek in de jaren 80 vooral van belang is geweest voor biotechnologie.

Het aantal nieuwe bedrijven is met name sterk gestegen in de biotechnologie. Zeker in de VS, waar het aantal bedrijven dat actief gebruik maakt van biotechnologie tussen 1975 en 1990 is gestegen van praktisch nul tot meer dan 700. Zucker e.a. (1998) analyseren de rol van top-onderzoekers in de biotechnologie in deze aanmerkelijke stijging. De hypothese is dat de ‘tacit’ kennis van deze onderzoekers op het terrein van recombinant DNA techniek cruciaal is geweest, zeker in de beginperiode van groei. Naarmate meer en meer onderzoekers vertrouwd raakten met de techniek nam het belang van top-onderzoekers af. Uiteindelijk maakte de techniek onderdeel uit van het normale onderwijsprogramma. Zucker e.a. vinden empirische

ondersteuning voor deze hypothese. Het aantal top-onderzoekers in een regio heeft een significant positief effect op het aantal biotechnologie-startups. Het is echter niet het enige kanaal waarlangs universitair onderzoek bijdraagt. De aanwezigheid van top-universiteiten in de regio en het aantal universitair onderzoekers met NSF-beurzen voor biotechnologie-onderzoek hebben eveneens een positief effect.

Geografische nabijheid hoeft nog niet te impliceren dat er formele banden bestaan tussen onderzoeker en bedrijf. Audretsch en Stephan (1996) richten zich op formele affiliaties van onderzoekers met beursgenoteerde bedrijven: oprichter van een bedrijf, voorzitter van de wetenschappelijke adviesraad van een bedrijf, lid van de wetenschappelijke adviesraad van een bedrijf, en houder van een aanmerkelijk belang in een bedrijf. Zij vinden dat ongeveer 70% van de formele links tussen biotechnologiebedrijven en universitair onderzoekers niet-lokaal zijn. Zelfs indien universitair onderzoekers zelf een bedrijf oprichten, ligt dit bedrijf in 40% van de gevallen buiten de regio van de universiteit van de onderzoeker. Nabijheid heeft een positief effect, maar is klaarblijkelijk niet erg bepalend. Het belang van nabijheid is wel sterker indien kennisoverdracht het voornaamste doel van de formele band is.

Rendementen zijn niet af te leiden uit de resultaten van Zucker e.a. Het aantal start-ups zegt nog niets over de waarde en levensvatbaarheid van de bedrijven. Het aantal top-universiteiten en het aantal onderzoekers dat een NSF-beurs ontvangt zegt niets over de omvang van de investeringen in biotechnologie-, of gerelateerd, onderzoek. De resultaten van Zucker e.a. geven vooral inzicht in de vraag of spillovers van wetenschappelijk onderzoek ontstaan door de open publicatie van nieuwe inzichten of door de inspanningen van onderzoekers om hun 'tacit' kennis aan te wenden in de verdere ontwikkeling ervan richting commerciële toepassingen. Beide kanalen blijken een belangrijke rol te spelen wanneer het gaat om nieuwe bedrijvigheid in de biotechnologie-sector. Daarbij moet aangemerkt worden dat deze sector in zijn geheel nieuw is. Of de resultaten opgaan voor andere sectoren, of voor andere nieuwe sectoren, is wellicht plausibel maar kan niet worden geconcludeerd op basis van deze analyse.

4 Publiek en privaat onderzoek: complement of substituu?

Publiek gefinancierd onderzoek beïnvloedt op verschillende manieren de R&D-inspanningen van bedrijven. Enerzijds kan publiek onderzoek een stimulans betekenen voor privaat onderzoek:

- Publiek onderzoek in een bepaald (nieuw) gebied geeft het signaal af dat de overheid in de toekomst ook waarde zal hechten aan de verdere ontwikkeling en verspreiding van de onderzoeksresultaten op dat gebied. Denk bijvoorbeeld aan een alternatieve energiebron als zonne-energie. Bedrijven zullen onderzoeksactiviteiten meer richten op diezelfde gebieden;
- Publiek onderzoek vergroot het verwachte rendement van private onderzoeksinspanningen.

Anderzijds is het mogelijk dat overheidsbemoeienis de private onderzoeksuitgaven en wellicht zelfs de onderzoeksinspanningen juist verlaagt:

- *Verdringing*: overheidsuitgaven aan onderzoek verhogen de prijs van onderzoeksinputs (denk aan hogere lonen voor onderzoekers), en verlagen zodoende het rendement van private onderzoeksprojecten. Dit geldt met name indien het aanbod van de onderzoeksinputs inelastisch is (bij een gegeven aanbod van onderzoekers zal een grotere onderzoeksvraag alleen maar resulteren in hogere lonen voor de onderzoekers). Het private onderzoeksvolume daalt dus, terwijl de private onderzoeksuitgaven zowel kunnen dalen als stijgen;
- *Substitutie*: overheidsfinanciering wordt gebruikt voor onderzoek dat anders door bedrijven zou zijn gefinancierd.

Guellec en Pottelsberghe (2000) analyseren het effect van vier verschillende beleidsinstrumenten op de private onderzoeksuitgaven: belastinginstrumenten, directe financiering van privaat uitgevoerd onderzoek (subsidies), onderzoek in overheidslaboratoria en onderzoek in universiteiten.¹⁸ Belastinginstrumenten verlagen direct de kosten van onderzoek voor bedrijven. Subsidies verhogen de baten van privaat onderzoek via financiële steun. Hierbij moet worden aangemerkt dat het contractonderzoek dat door de overheid aan bedrijven wordt aanbesteed meestal tot de subsidies wordt gerekend. Stimulering van privaat onderzoek is bij dergelijke aanbesteding echter niet het primaire doel, en het draagt daar ook weinig aan bij. In de statistieken worden aanbestedingen en overige subsidies zelden onderscheiden. De laatste twee instrumenten, onderzoek in publieke instellingen en in het hoger onderwijs, verlagen de kosten en onzekerheid van privaat onderzoek langs meer indirecte weg.

¹⁸ De analyse van Guellec en Pottelsberghe is daarmee één van de weinige studies die aandacht besteedt aan de invloed van onderzoek in publieke instellingen op private onderzoeksuitgaven. Een literatuuroverzicht van de effecten van fiscale stimulering en subsidies op private onderzoeksuitgaven wordt gegeven in David e.a. (2000).

Tabel 4.1 vat de resultaten van Guellec en Pottelsberghe samen. Wetenschappelijk onderzoek heeft een negatief effect op de private R&D-uitgaven. Verdringing en substitutie wegen blijkbaar zwaarder dan de positieve spillover-effecten. Doordat de kosten van onderzoek hoger zullen zijn, is het negatieve effect op het private onderzoeksvolume zelfs nog groter (Goolsbee, 1998).

Het marginale effect van een extra dollar overheidsuitgaven aan onderzoek betreft het gemiddelde voor de 17 OESO-landen. Internationale verschillen in de ratio tussen overheidsuitgaven aan onderzoek en private uitgaven aan onderzoek maken dat het marginale effect sterk kan verschillen tussen landen. Nederland wordt bijvoorbeeld gekenmerkt door relatief lage private onderzoeksuitgaven ten opzichte van de publieke uitgaven, waardoor (de absolute waarde van) het marginale effect voor Nederland kleiner zal zijn. Tevens is het aandeel van universiteiten in het publieke onderzoek relatief groot, zodat het lagere marginale effect (dus minder negatief) vooral zal gelden voor universitair onderzoek.

Tabel 4.1 Effecten van overheidsuitgaven aan onderzoek op private R&D-uitgaven^a

	Aanbesteding / subsidie	Belastinguitgaven ^b	Overheids- laboratoria	Universitair onderzoek
Korte-termijn elasticiteit	0,07	0,29	-0,07	-0,04
Lange-termijn elasticiteit	0,08	0,33	-0,08	-0,05
Marginale effect van extra dollar ^c	0,70		-0,44	-0,18

^a Op basis van gegevens voor 17 OESO-landen van 1983 tot 1996.

^b Belastinguitgaven zijn gemeten via een index, en moeten niet worden geïnterpreteerd als geldelijke bedragen. Zie Guellec en Pottelsberghe (2000) voor de constructie van de index.

^c Berekend als de elasticiteit maal de gemiddelde ratio tussen relevante overheidsuitgaven en private uitgaven over alle landen in 1997.

Indien wetenschappelijk onderzoek vooral een technologie-instrument is, lijkt directe subsidiëring van private R&D of fiscale stimulering een betere keuze. In de woorden van Guellec en Pottelsberghe: “it is apparently better to give money than knowledge to business.” Hier past echter enige nuancering. Wetenschappelijk onderzoek dient naast technologie ook andere doelen: gezondheidsonderzoek, cultuuronderzoek en sterrenkunde worden bijvoorbeeld niet gefinancierd vanwege het te verwachten stimulerende effect op private R&D. Hetzelfde geldt in sterkere mate voor onderzoek in overheidsinstellingen: een groot deel daarvan wordt in veel OESO landen aangewend voor defensieonderzoek, met weinig spillovers naar het bedrijfsleven. Aanbestedingen van onderzoek door de overheid hebben evenmin innovatie in het bedrijfsleven als voornaamste doelstelling (maar de data laten een scheiding tussen aanbestedingen en overige subsidies niet toe). Daarnaast geldt voor al deze subsidievormen dat ze kunnen leiden tot technologie in overheidsbezit dat door bedrijven wordt gebruikt, zonder dat

het resulteert in hogere private R&D-uitgaven. Belastinguitgaven zijn daarentegen wel voornamelijk bedoeld ter stimulering van onderzoeksactiviteiten in het bedrijfsleven, en resulteren niet in commercieel bruikbare technologie in het publieke domein. Voor een beter inzicht in wetenschappelijk onderzoek als technologie-instrument dienen alleen de uitgaven aan wetenschap die technologische vooruitgang als doel hebben te worden meegenomen.

Nadeel van de studie is dat er niet voldoende rekening wordt gehouden met vertragingen. Het lijkt waarschijnlijk dat het verdringingseffect direct werkt, terwijl de positieve effecten op private R&D via kennisspillovers pas op langere termijn optreden. Bovendien kan dit patroon verschillen tussen de verschillende soorten van overheidsfinanciering. Mogelijk schetst de analyse dus een te negatief beeld van de effecten van academisch onderzoek op private onderzoeksinspanningen.

Een ander nadeel is het hoge aggregatie-niveau. Het relatieve belang van positieve spillover-effecten en negatieve verdringingseffecten kan sterk verschillen tussen sectoren. Ward en Dranove (1995) vinden bijvoorbeeld sterk positieve effecten voor de farmaceutische sector. Zij vinden dat een verhoging van 1% in de onderzoeksfinanciering door de National Institutes of Health in de VS na een periode van 6 tot 10 jaar resulteert in een verhoging van de R&D-uitgaven door farmaceutische bedrijven van 0,6 à 0,7%. Dit is aanmerkelijk hoger dan de effecten in Guellec en Van Pottelsberghe, zeker als in aanmerking wordt genomen dat de NIH voornamelijk onderzoek in universiteiten en publieke laboratoria financieren.¹⁹

¹⁹ Andere relevante overzichten zijn David e.a. (2000) en Hall (1996).

5 Conclusie

In dit literatuuroverzicht staat het rendement van wetenschappelijk onderzoek centraal. De volgende conclusies kunnen worden getrokken.

Effecten van wetenschappelijk onderzoek op productiviteit

De literatuur over de relatie tussen uitgaven aan wetenschappelijk onderzoek en productiviteit biedt geen eenduidig beeld: de beschikbare studies vinden zowel positieve als negatieve effecten. De enig bij ons bekende studie naar de relatie tussen wetenschappelijke publicaties en productiviteit levert een positief effect.

Transmissiekanalen

We hebben drie mogelijke transmissiekanalen onderzocht:

1. Volgens Jaffe heeft wetenschappelijk onderzoek een positief effect op het aantal octrooien van bedrijven, zowel via een direct effect als via vergroting van de private R&D-uitgaven.
2. Verschillende studies vinden een positief effect van universitair onderzoek op innovaties.
3. Voor bepaalde sectoren wordt gevonden dat academisch onderzoek invloed heeft op het aantal startende ondernemingen.

Relatie tussen publiek en privaat onderzoek

Over de relatie tussen publiek en privaat onderzoek is nog weinig bekend, zowel positieve als negatieve verbanden worden gevonden.

Al met al is de beschikbare empirie over het rendement van wetenschappelijk onderzoek mager. Op basis van de literatuur kunnen dan ook geen uitspraken worden gedaan over de wenselijkheid van verhogen danwel verlagen van de onderzoeksfinanciering. Evenzo biedt de empirie niet voldoende informatie voor wijzigingen in de verdeling van het onderzoeksbudget over verschillende gebieden.

Literatuur

Acs, Z.J., D.B. Audretsch en M.P. Feldman (1992), 'Real effects of academic research: comment', *American Economic Review*, 82(1), pp. 363-367.

Adams, J.D. (1990), 'Fundamental stocks of knowledge and productivity growth', *Journal of Political Economy*, 98(4), pp. 673-702.

Audretsch, D.B., en P.E. Stephan (1996), 'Company-scientist locational links: the case of biotechnology', *American Economic Review*, 86(3), pp. 641-652.

Bania, N., R.W. Eberts en M.S. Fogarty (1993), 'Universities and the start-up of new companies: can we generalise from Route 128 and Silicon Valley?', *Review of Economics and Statistics*, LXXV(4), pp. 761-766.

Bassanini, A., S. Scarpetta en P. Hemmings (2001), 'Economic growth: the role of policies and institutions. Panel data evidence from OECD countries', *OECD Economics Department Working Paper* 283.

Beise, M., en H. Stahl (1999), 'Public research and industrial innovations in Germany', *Research Policy*, 28(4), pp. 397-422.

David, P.A., B.H. Hall en A.A. Toole (2000), 'Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence', *Research Policy*, 29(4-5), pp. 497-529.

Durlauf, S.N. (2001), 'Manifesto for a growth econometrics', *Journal of Econometrics*, 100, pp. 65-69.

Goolsbee, A. (1998), 'Does government R&D policy mainly benefit scientists and engineers?', *American Economic Review*, 88, 298-302.

Guellec en Van Pottelsberghe (2000), 'The impact of public R&D expenditure on business R&D', *OECD STI Working Paper* 2000/4.

Hall, B. (1996), 'The private and social returns to research and development: what have we learned?', in: B.L.R. Smith en C.E. Barfield (ed.), *Technologie, R&D, and the economy*, The Brookings Institution and the American Enterprise Institute, Washington, D.C.

- Jaffe, A.B. (1986), 'Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms' patents, profits, and market value', *American Economic Review*, 76(5), pp. 984-1001.
- Jaffe, A.B. (1989), 'Real effects of academic research', *American Economic Review*, 79(5), pp. 957-970.
- Lichtenberg, F. (1992), 'R&D investment and international productivity differences', in H. Siebert (ed.), *Economic growth in the world economy* (ook verschenen als NBER Working Paper, nummer 4161).
- Mankiw, N.G., D. Romer en D.N. Weil (1992), 'A contribution to the empirics of economic growth', *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), pp. 407-437.
- Mansfield, E. (1991), 'Academic research and industrial innovation', *Research Policy*, 20(1), pp. 1-12.
- Mansfield, E. (1996), 'Contributions of new technology to the economy', in: B.L.R. Smith en C.E. Barfield (ed.), *Technologie, R&D, and the economy*, The Brookings Institution and the American Enterprise Institute, Washington, D.C.
- Mansfield, E. (1998), 'Academic research and industrial innovation: an update of empirical findings', *Research Policy*, 26(7-8), pp. 773-776.
- OCenW (2003), *Onderwijs cultuur en wetenschappen in kerncijfers*, Zoetermeer.
- OECD (2000), 'R&D and productivity growth: a panel data analysis of 16 OECD countries', Paris.
- Toole, A. (2000), 'The impact of public basic research on industrial innovation: evidence from the pharmaceutical industry', Discussion Paper Stanford Institute for Economic Policy Research.
- Ward en Dranove (1995), 'The vertical chain of R&D in the pharmaceutical industry', *Economic Inquiry*, pp. 1-18.
- Zucker, L.G., M.R. Darby en M.B. Brewer (1998), 'Intellectual human capital and the birth of US biotechnology enterprises', *American Economic Review*, 88(1), pp. 290-306.