

**PUBLIEKE
KENNISINVESTERINGEN
EN DE
WAARDE VAN WETENSCHAP**

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
Commissie 'Waarde van wetenschap'
Oktober 2013



2013 Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW)

© Sommige rechten zijn voorbehouden / Some rights reserved

Voor deze uitgave zijn gebruiksrechten van toepassing zoals vastgelegd in de Creative Commons licentie. [Naamsvermelding 3.0 Nederland]. Voor de volledige tekst van deze licentie zie <http://www.creativecommons.org/licenses/by/3.0/nl/>

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen

Postbus 19121, 1000 GC Amsterdam

Telefoon + 31 20 551 0700

Fax + 31 20 620 4941

knaw@knaw.nl

www.knaw.nl


Pdf beschikbaar op www.knaw.nl

Basisvormgeving: Edenspiekermann, Amsterdam

Opmaak: Ellen Bouma, Alkmaar

Illustratie omslag: istockphoto

ISBN 978-90-6984-673-6

Het papier van deze uitgave voldoet aan  iso-norm 9706 (1994) voor permanent houdbaar papier.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD 5

SAMENVATTING 6

SUMMARY 7

1 INLEIDING 14

1.1 Doel van de verkenning 14

1.2 Waarde van wetenschap: begripsbepaling en de rol van de overheid 16

1.3 Publieke prioritering van wetenschap in de kennissamenleving 18

1.4 Structuur van het verkenningsrapport 20

2 MEER DIMENSIES VAN DE WAARDE VAN WETENSCHAP 22

2.1 Technologie en wetenschap in een breed kader geplaatst 22

2.2 Leerprocessen cruciaal in het creëren van waarde op alle dimensies 24

2.3 De functies van wetenschap 25

2.3.1 Eerste functie van wetenschap: direct bijdragen aan de economie 27

2.3.2 Tweede functie van wetenschap: bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke problemen 29

2.3.3 Derde functie van wetenschap: agenderen 32

2.3.4 Vierde functie van wetenschap: de wereld begrijpen 33

2.4 Niet één soort onderzoek per functie 33

2.5 Conclusie 36

3 DE BIJDRAGEN VAN WETENSCHAP AAN HET BBP 38

3.1 De plaats van kennis en wetenschap in economische theorieën en modellen 39

3.1.1 Kennis en het innovatiesysteem 39

3.1.2 Kennis en de productiefunctie 42

3.1.3 Empirische inzichten over de relatie tussen kennis en groei van het bbp 43

3.1.4 Beleidsanalyse met behulp van macro-economische R&D-modellen 46

3.2 De rol van wetenschap ter bevordering van absorptiecapaciteit 50

3.3 Conclusies 54

4	NAAR EEN MEETBAAR ECONOMISCH INSTRUMENTARIUM	55
	4.1 Terugblik en vooruitblik	55
	4.2 Conclusies	58

LITERATUURLIJST	60
-----------------	----

BIJLAGEN

1. Instellingsbesluit Commissie 'Waarde van wetenschap'	64
2. Brief d.d. 25 februari 2013 van de staatssecretaris van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen aan de president van de KNAW	67

VOORWOORD

Ten tijde van Tweede Kamerverkiezingen doet zich een bijzonder fenomeen voor. Het Centraal Planbureau (CPB) beoordeelt de verkiezingsprogramma's van politieke partijen op hun financiële consequenties. Deze praktijk, uniek in de wereld, dient een groot maatschappelijk belang en verdient het dan ook te worden gekoesterd.

De effecten van sommige voorgenomen investeringen (of bezuinigingen) op de economie laten zich relatief eenvoudig berekenen. Maar bij investeringen in wetenschap is dat lastig. Het beschouwen van investeringen in wetenschap als louter consumptieve uitgaven belemmert het zicht op de werkelijke waarde van wetenschap en maakt bezuinigen eenvoudiger. Dat is spelen met vuur. Immers, het belang van kennis voor welzijn en welvaart in ons land is evident en neemt zelfs steeds meer toe.

De Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) heeft dit standpunt veelvuldig luid en duidelijk verwoord. De verkenning die nu voor u ligt, beoogt een stap verder te gaan. Wat kan de wetenschap zélf bijdragen aan het kwantificeren van de waarde van wetenschap? Is het mogelijk op een overtuigende manier het rendement meetbaar te maken van investeringen in kennis – in kennisinstellingen, in kenniswerkers. En zo ja, hoe? Deze verkenning geeft aan dat hier kansen liggen en biedt handvatten voor de wijze waarop.

Als inspiratie voor deze exercitie diende de wijze waarop het CPB in staat is gebleken om over een periode van vijftig jaar de effecten te berekenen van onderwijsmaatregelen die door diverse politieke partijen op enig moment werden overwogen. Onderwijs en wetenschap liggen in elkaars verlengde, dienen elkaar en vormen twee pijlers onder een duurzame kennissamenleving.

Het KNAW-bestuur is de commissie 'Waarde van wetenschap' onder voorzitterschap van prof. dr. Luc Soete erkentelijk voor haar inspanningen. Ik hoop van harte dat deze verkenning een eerste stap zal blijken op weg naar waardering voor investeringen in wetenschap.

Hans Clevers
President KNAW

SAMENVATTING

Achtergrond

De aanleiding voor de installatie van de KNAW-adviescommissie 'Waarde van wetenschap' (hierna: Commissie) was te verkennen wat de (economische) waarde van wetenschap zou kunnen zijn met als uiteindelijk doel te onderzoeken of het mogelijk is instrumenten te ontwikkelen voor het doorrekenen van investeringen in wetenschap. Een model dat de economische invloed van wetenschapsbeleid op de economie kan meten, kan immers ook laten zien of dergelijke investeringen waardevol zijn.

Hoewel Nederland een rijke traditie kent op het gebied van macro-economische modellering en advisering, hebben bestaande modellen voor de raming van effecten van verkiezingsprogramma's vaak een beperkte scope en capaciteit voor het berekenen van de effecten van wetenschap. Het Centraal Planbureau (hierna: CPB) neemt bijvoorbeeld wel de uitgaven voor wetenschap mee in de ramingen van verkiezingsprogramma's, maar de economische baten van investeringen in wetenschap worden niet gekwantificeerd.

Algemene bevindingen

Om helder te krijgen wat voor soort instrumenten nodig zijn om investeringen in de wetenschap te kunnen doorrekenen, is het belangrijk een duidelijk beeld te hebben van de waarde van wetenschap. Deze waarde is volgens de Commissie veel breder dan de puur economische waarde die meetbaar is in de vorm van een bijdrage aan het bruto binnenlands product (hierna: bbp). Immers, wetenschap laat zich traditioneel leiden door de zoektocht naar betere en rijkere verklaringen, vaak gedreven door nieuwsgierigheid en de behoefte om onbegrepen fenomenen te vatten. In die

SUMMARY

Background

The 'Value of Research' Committee was set up by the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences to explore the economic value of research. Its ultimate aim was to investigate whether instruments can be developed to measure the return on investment (ROI) of research. The underlying idea was that a model capable of measuring the influence of research policy on the economy can also show whether such investment is in fact valuable.

Although the Netherlands has a long tradition of macro-economic modelling and advice, existing models that estimate the effects of election programmes often have a limited scope and capacity for measuring the effects of research. For example, the Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (CPB) includes expenditure on research in its forecasting estimates of election programmes, but it does not quantify the economic benefits of this investment in research.

General findings

In order to clarify the sort of instruments needed to calculate the ROI of research, it is important to have a clear idea of the 'value of research'. In the Committee's view, that value goes far beyond the purely economic value represented by research's measurable contribution to gross domestic product (GDP). After all, research traditionally involves the search for better, more comprehensive explanations, often driven by curiosity and the need to understand unexplained phenomena. Research often acts as a guidepost in that regard, and helps solve the problems of society. Its roles in this context are difficult, if not impossible to quantify, particularly in the short term.

hoedanigheid functioneert wetenschap vaak als richtingwijzer en draagt bij aan de oplossing van maatschappelijke problemen. Dit zijn functies van wetenschap die relatief moeilijk of niet meetbaar zijn en meestal al helemaal niet op korte termijn.

Een aanzienlijk deel van de brede waarde van wetenschap is niet meetbaar volgens de huidige in de econometrie geldende uitgangspunten. Hiervoor zal naar andere, gedeeltelijk ook meer kwalitatieve, methoden gezocht moeten worden. De Commissie is van mening dat er enerzijds nauwelijks te weerleggen evidentie is van die brede waarde – in extremis: kan men zich een wereld en de stand van de economie voorstellen zonder wetenschap? – en dat er anderzijds goede aanzetten zijn voor methoden om die waarde beter in kaart te brengen. De ‘marktwaarde’ van wetenschap kan bijvoorbeeld gemeten worden door op macro-economisch niveau de publieke en private uitgaven voor Research & Development (hierna: R&D) te koppelen aan het bbp. Hoewel een dergelijke aanpak geen direct inzicht biedt in de kortetermijneffecten van specifieke beleidsmaatregelen op het gebied van wetenschapsbeleid, kan deze aanpak wel het langetermijnbelang van kennis voor de Nederlandse economie verduidelijken. Dat belang uit zich onder meer in het vermogen van Nederland om kennis, die zowel in Nederland als elders in de wereld wordt geproduceerd, te absorberen en op nieuwe manieren toe te passen.

Structuur van het rapport

Dit verkenningsrapport bestaat uit vier hoofdstukken. In hoofdstuk 1 worden de keuzes die de Commissie gemaakt heeft in haar analyse van de waarde van wetenschap verder toegelicht. De enge focus van de Commissie op de effecten van wetenschap voor zover die tot uitdrukking komen in het bbp houdt in dat de extra bijdrage van wetenschap aan welvaart bovenop het bbp onderbelicht blijft. Daarom wordt in hoofdstuk 2 eerst een breder overzicht gegeven van wat de waarde van wetenschap inhoudt. Vier functies van wetenschap worden aangegeven, die helder maken dat de waarde van wetenschap en de baten van publieke kennisinvesteringen in publieke goederen, zoals groene energie, duurzaam openbaar vervoer, schoon water, voedsel en gezondheid, groot zijn. Baten die zich ook niet altijd vertalen in productiviteitswinst, maar in bredere opbrengsten, zoals verbeteringen in de kwaliteit van het leven. Wetenschap is vanuit dit perspectief een breed en divers fenomeen, dat moeilijk te vatten is in categorieën. De resultaten van onderzoek zijn afhankelijk van vele factoren, waardoor ze niet goed te voorspellen zijn.

Na deze brede verkenning van wetenschap in hoofdstuk 2 spitst de verkenning zich in hoofdstuk 3 toe op het empirische economische literatuuronderzoek. Daaruit blijkt dat er wel degelijk wetenschappelijk verantwoorde mogelijkheden bestaan om inzicht te krijgen in de waarde van wetenschap, voor zover dat effect heeft op het bbp. De Commissie deelt de observatie dat micro-econometrische studies naar de invloed van publieke kennisinvesteringen op economische groei schaars zijn. Ze ziet hierin echter juist een verklaring voor de vaststelling dat met de gangbare methoden van de

Much of the wider value of research cannot be quantified according to current econometric principles. Other methods will need to be found, some of which will be more qualitative in nature. The Committee believes, on the one hand, that there is almost irrefutable evidence of that wider value – in the most extreme case, can we imagine the state of the world and the economy *without* research? – and, on the other, that there are already basic methods for identifying that value more precisely. For example, we can assess the ‘market value’ of research by linking macro-economic public and private expenditure on R&D to GDP. Although this method does not analyse the short-term effects of specific research policy measures directly, it can help clarify the long-term importance of knowledge for the Dutch economy. That importance is most clear in the Netherlands’ ability to absorb knowledge generated either within its own borders or elsewhere in the world, and to apply that knowledge in new ways.

Structure of the report

This survey report consists of four chapters. Chapter 1 explains the Committee’s choices in its analysis of the value of research. Because the Committee focused specifically on the effects of research as expressed in the Netherlands’ GDP, that analysis does not cover the additional contributions that research makes to prosperity above and beyond GDP. That is why Chapter 2 begins with a broader survey of the value of research. It identifies four functions of research, which elucidate the enormous value of research and the great benefits of public investment in knowledge related to such common goods as renewable energy, sustainable public transport, clean water, food and health. Such benefits do not always express themselves in productivity gains, but rather in much broader returns on investment, for example improvements in the quality of life. When viewed from this vantage point, research is a broad, diverse phenomenon that is difficult to confine to specific categories. Research results depend on many different factors, making them difficult to predict.

After this broad exploration of research in Chapter 2, Chapter 3 surveys the empirical economic literature. This overview reveals that there are in fact scientifically sound methods for understanding the value of research in terms of its effect on GDP. The Committee observes that there have been very few micro-econometric studies measuring the impact on economic growth of public investment in research. In its view, however, the very absence of such studies makes clear that the customary micro-econometric methods cannot be used to demonstrate the macro-economic effect of research investments that produce positive externalities, but no financial gain. The Committee therefore recommends starting with a macro-economic approach that can analyse the effect of research on GDP. This is largely consistent with the methods used by CPB when calculating the impact of investment on education. A macro-economic approach also has its limitations, of course, but in the Committee’s view, it may be vital to clarifying the importance of knowledge for the Dutch economy. That importance is clearest in the Netherlands’ ability to utilise and absorb knowledge generated within its own borders or elsewhere in the world.

micro-econometrie, het macro-economische effect van kennisinvesteringen met zijn positieve externe effecten, waar geen vergoeding tegenover staat, niet aangetoond kan worden. De Commissie pleit dan ook in eerste instantie voor een macro-economische benadering die het effect van wetenschap op het bbp in kaart brengt. Dit is in grote lijnen consistent met de methoden die het CPB ook toepast bij het doorrekenen van de invloed van investeringen in onderwijs. Een macro-economische aanpak kent uiteraard ook zijn beperkingen. Toch kan die aanpak, in de visie van de Commissie, essentieel zijn in het verduidelijken van het belang van kennis voor de Nederlandse economie. Dat belang uit zich onder meer in het vermogen van Nederland om kennis die zowel in Nederland als elders in de wereld wordt geproduceerd te gebruiken en te absorberen.

Hoewel de bevindingen van de Commissie in dit verkenningrapport vooral beschouwend van aard zijn, kunnen desalniettemin enkele algemene conclusies worden getrokken waar overheids- en wetenschapsorganisaties mee verder kunnen. In hoofdstuk 4 gaan we nader in op die conclusies.

Conclusies

De Commissie komt op basis van haar verkenning die in eerste instantie is toegespitst op de economische en financiële waarde van wetenschap tot de volgende algemene conclusies:

1. Wetenschap heeft ontegenzeggelijk waarde, zowel direct meetbaar in de vorm van een bijdrage aan (de groei van) het bbp, als breder economisch en maatschappelijk. Dankzij wetenschap is onze levensverwachting sterk toegenomen, is er meer welvaart dan ooit tevoren en hebben we meer kansen in het leven dan vorige generaties. Wetenschap en technologie zijn niet weg te denken uit ons dagelijks leven en zijn van cruciaal belang voor onze materiële en immateriële welvaart.
2. Er bestaat grote waardering voor de macro-economische ramingen van het CPB; die ramingen spelen een belangrijke rol in de nationale beleidsdiscussie. Dat brengt de verplichting met zich mee, zowel vanuit het CPB maar zeker ook vanuit de politiek, om de beperkingen van dergelijke ramingen duidelijk te benoemen. De macro-economische modellen van het CPB, met name voor zover ze zijn gericht op de kortetermijnbeleidsanalyses, geven niet een alomvattend beeld van de economie. In sommige gevallen is dat wetenschappelijk nog niet mogelijk. In andere gevallen – in de visie van de Commissie ook in het geval van het wetenschapsbeleid – zijn bruikbare literatuur en data voorhanden die een diepgaande econometrische studie naar de waarde van wetenschap mogelijk maken.
3. De analyse van het effect van publieke kennisinvesteringen verdient, in de visie van de Commissie, meer aandacht bij de interpretatie van de kortetermijnmodellen. Het CPB zou nadrukkelijker kunnen benoemen welke beperkingen het ondervindt en een indicatie kunnen geven van de mogelijke effecten op het bbp van investeringen in wetenschap uit het verleden, zodat beleidsmakers de consequenties

Although the Committee's findings in this survey report are mainly reflective in nature, they can nevertheless lead to a number of general conclusions of practical use for government and research organisations. Chapter 4 looks more closely at those conclusions.

Conclusions

Based on its survey study, which focuses on the economic and financial value of research, the Committee has reached the following general conclusions:

1. Research has irrefutable value, which can be measured directly in its contribution to GDP (and GDP growth) and in the broader economic and social arena. Thanks to research, people today live longer, are more prosperous than ever before in history, and have more opportunities in life than previous generations. Science and technology have become an intrinsic part of our daily lives and are crucially important to our material and immaterial prosperity.
2. CPB's macro-economic estimates are highly valued; they play an important role in the national debate on policy. Given the importance of that role, CPB and policymakers have an obligation to identify the limitations of such estimates. CPB's macro-economic models do not offer an all-encompassing view of the economy, especially in so far as they focus on short-term policy analyses. In some cases, an all-round view is still scientifically impossible. In other cases – and in the Committee's view, such cases include research policy – relevant literature and data are available to begin an in-depth econometric study on the value of research.
3. The Committee believes that interpretations of short-term models should make more allowance for analyses measuring the effect of public investment in research. CPB could state the limitations that it has encountered more explicitly, and indicate the potential effects on GDP of past investment in research, so that policymakers are aware of the consequences of short-term decisions. It is essential to understand that the effect of research policy can only be usefully evaluated in the long term; that is where the effect is felt. If research policy is analysed only by looking at its short-term budgetary effects, the political discussion becomes too one-sided. The aim should be to explore the extent to which the positive long-term effects of research and public R&D can be integrated into policy analysis and political discussion.
4. There are plenty of empirical studies available that link public and private expenditure on R&D to GDP growth at the macro-economic level. These provide sufficient evidence that the economic value of research can be measured and analysed. It is understandable that the elasticities found in these studies vary; this is, to some extent, the result of spill-overs, serendipity, and variations in policy and in the broader innovation system. The first, vital step towards developing a set of instruments to quantify the influence of public investment in research is to carry out an econometric study focusing on the Dutch context and systematically comparing different model specifications over a longer period of time.

overzien van kortetermijnbeslissingen. Essentieel is dat het effect van wetenschapsbeleid alleen zinnig beoordeeld kan worden op de lange termijn; daar doet het effect zich voor. Wanneer wetenschapsbeleid alleen geanalyseerd wordt door te kijken naar kortetermijnbegrotingseffecten, wordt de politieke discussie te eenzijdig gevoerd. De ambitie moet zijn te onderzoeken in hoeverre ook de positieve langetermijneffecten van wetenschap en publieke R&D mee zijn te nemen in de beleidsanalyse en in zijn te brengen in de politieke discussie.

4. In de empirische literatuur zijn voldoende studies beschikbaar die op macro-economisch niveau de publieke en private uitgaven voor R&D koppelen aan de groei van het bbp. Hiermee kan een belangrijk deel van de economische waarde van wetenschap gemeten en geanalyseerd worden. De variatie in gevonden elasticiteiten in deze studies is begrijpelijk; ze is onder andere het gevolg van *spillovers*, serendipiteit en variaties in beleid en het innovatiesysteem in bredere zin. Een concrete econometrische studie gericht op de Nederlandse context, die verschillende modelspecificaties systematisch vergelijkt voor een lange tijdsperiode, is een eerste belangrijke stap in het ontwikkelen van een instrumentarium om de invloed van publieke kennisinvesteringen te kwantificeren.
5. Kwantitatieve studies over de waarde van wetenschap nemen veel aspecten van de bredere economische en maatschappelijke waarde van wetenschap niet mee, omdat die moeilijk kwantificeerbaar zijn, vooral voor de korte termijn. Niet alle waarde van wetenschap doet zich voor als een deel van het (toekomstig) bbp en slechts een deel ervan zal men in de productiefunctie terugvinden. Het meten van de totale economische en maatschappelijke waarde van wetenschap is veel moeilijker. Een belangrijke taak van, onder andere, de KNAW ligt in het verder uitbouwen van de vraag wat onder (de waarde van) wetenschap kan worden verstaan door het samenbrengen van wetenschappers uit verschillende disciplines om methoden te vinden die ook de bredere waarde van wetenschap beter kunnen belichten.
6. De waarde van wetenschap strekt zich wereldwijd uit en de voor Nederland relevante wetenschappelijke kennis wordt niet alleen in Nederland geproduceerd. Echter, om gebruik te maken van in het buitenland geproduceerde (wetenschappelijke) kennis is absorptiecapaciteit nodig. Juist een klein land als Nederland moet blijven investeren in wetenschap, zowel om zelf nieuwe kennis te kunnen creëren en op peil te houden als om in staat te blijven kennis die in het buitenland gegenereerd is te kunnen absorberen. Daarom moet ook de rol van absorptiecapaciteit meegenomen worden in de kwantitatieve beleidsanalyse van wetenschapsbeleid. Om beter grip te krijgen op de waarde van wetenschap is het essentieel dat er meer inzicht komt in de precieze werking van kennisuitwisseling en het daarvoor benodigde absorptievermogen.

5. Quantitative studies exploring the value of research do not make allowance for much of the broader economic and social value of research because that value is difficult to quantify, especially in the short term. The value of research is not limited to its present or future contribution to GDP, and only part of that value lies in its productivity effects. It is much more difficult to measure the overall economic and social value of research. One important task for the Academy and other organisations is to explore what is meant by research (and the value of research); they can do this by bringing together researchers from different disciplines to discover methods that can help us understand the broader value of research.
6. Research is valuable worldwide, and scientific knowledge that is relevant for the Netherlands is not generated in the Netherlands alone. However, if we are to make use of scientific knowledge generated abroad, we need absorptive capacity. It is precisely because the Netherlands is a small country that it must continue investing in research, both to generate and maintain new knowledge itself and to remain capable of absorbing knowledge generated in other countries. That is why the role of absorptive capacity must be taken into account in the quantitative analysis of research policy. For a better understanding of the value of research, we need more insight into the precise *modus operandi* of knowledge-sharing and the necessary absorptive capacity.

1 INLEIDING

1.1 Doel van de verkenning

De adviescommissie 'Waarde van wetenschap' (hierna: Commissie), die begin 2013 door het bestuur van de KNAW werd geïnstalleerd, heeft in eerste instantie als opdracht meegekregen te verkennen wat onder waarde van wetenschap kan worden verstaan.¹ De economische en financiële waarde van wetenschap staan hierbij centraal. De tweede, uiteindelijke doelstelling is om aan te tonen dat er instrumenten bestaan voor het doorrekenen van de effecten van investeringen in wetenschap. Die instrumenten maken het mogelijk meer zicht te krijgen op de langetermijnbetekenis van investeringen in wetenschap. De Commissie ziet de twee doelstellingen echter als inherent met elkaar verweven en heeft daarom gemeend al in dit verkenningsrapport mede te moeten ingaan op de tweede doelstelling.

In het kader van haar taakopdracht heeft de Commissie naast het bestuderen van relevante literatuur op het gebied van de waarde van wetenschap ook dankbaar gebruikgemaakt van de opmerkingen en suggesties van dr. Patries Boekholt, prof. dr. Arnold Heertje, dr. Pim den Hertog, prof. dr. Bert van der Knaap, prof. dr. Carl Koopmans, dr. ir. Sonja Kruitwagen, prof. dr. Harry Lintsen, dr. Theo Roelandt, prof. dr. Erik Stam en dr. Karen van der Wiel, die waren uitgenodigd om het concept van het verkenningsrapport te *reviewen*. De Commissie is deze *external reviewers* bijzonder erkentelijk voor hun uitvoerige en opbouwende kritiek en commentaar.

Wat de tweede doelstelling betreft, die expliciet vraagt om het doorrekenen van de effecten van investeringen in wetenschap, percipieert de Commissie belangrijke beperkingen die het gevolg zijn van het specifieke karakter van de wetenschap. In de eerste plaats is dat de grote verscheidenheid in de aard en vormen van wetenschap. Wetenschappen zoals archeologie en toegepaste natuurkunde lopen sterk uiteen in de

1 Zie bijlage 1 voor de taakomschrijving en samenstelling van de Commissie.

aard en vormen waarin hun waarde zich manifesteert en in de mate waarin die waarde te vangen is in de instrumenten (econometrische modellen) waarvan in de tweede taakdoelstelling sprake is. De economische waarde van kennis die in de toegepaste natuurkunde ontwikkeld wordt, is vaak direct te traceren in goederen en diensten die op markten verhandelbaar zijn, daardoor een prijs verkrijgen en dus uiteindelijk in het bruto binnenlands product (hierna: bbp) tot uitdrukking komen. Deze goederen en diensten zijn derhalve verbonden met technologische vooruitgang en innovatie, en zijn daarom belangrijke impulsen voor de groei van het bbp op de lange termijn. Archeologische kennis leent zich daar minder voor en de belangrijkste bijdrage van deze kennis ligt waarschijnlijk meer op het immateriële vlak door middel van vergroting van kennis over het verleden.

In de tweede plaats, samenhangend met de verscheidenheid van wetenschap, zijn belangrijke aspecten van wetenschappelijke kennis niet goed meetbaar met de instrumenten die in het maatschappelijk debat gebruikt worden om economische waarde te meten. De nadruk ligt vaak, en soms ten onrechte, op het reeds genoemde bbp. Economische waarde is echter breder dan het bbp en dit geldt in sterke mate voor de diensten die wetenschap aan de maatschappij levert. Hoewel er een discussie gaande is over een breder instrumentarium om economische waarde te meten (de 'GDP and Beyond'-discussie, zie bijvoorbeeld het rapport van de commissie-Stiglitz-Sen-Fitoussi (2009)), is er in de visie van de Commissie nog geen concreet kader om de economische waarde van wetenschap in deze brede zin te meten. Dit betekent niet dat de waarde van specifieke wetenschappen die slechts in beperkte mate in het bbp tot uitdrukking komt gering of zelfs afwezig is. De Commissie erkent dat wetenschap een brede maatschappelijke waarde heeft die in belangrijke mate niet te kwantificeren is met de instrumenten waarover de Commissie gevraagd is advies uit te brengen.

Desalniettemin kiest de Commissie ervoor om, uiteindelijk, ook al in deze verkenning de waarde van wetenschap uit te drukken in termen van bbp, dat wil zeggen in (de groei van) de toegevoegde waarde die toe te rekenen is aan uitgaven aan wetenschap.² Hiermee wordt een belangrijk deel van de waarde van wetenschap gekwantificeerd, maar blijft ook een belangrijk deel buiten het gezichtsveld. Deze keuze is vooral gemotiveerd door de context waarin de Commissie haar taakopdracht ziet, namelijk het politieke en maatschappelijke debat over de besteding van schaarse publieke middelen. De economische effecten van beleidsplannen, zowel daadwerkelijke plannen van het kabinet als verkiezingsprogramma's van de politieke partijen, worden in Nederland sinds 1986 doorgerekend door het Centraal Planbureau (hierna: CPB). In deze berekeningen blijft de rol van investeringen in wetenschap grotendeels buiten beeld. De Commissie interpreteert haar taakopdracht als het leveren van een bijdrage aan een verbetering van deze situatie, dat wil zeggen dat ze mogelijkheden wil

2 Dat wil zeggen, de Commissie richt zich op wat in de literatuur als financieel wordt aangeduid. De Commissie heeft er echter voor gekozen deze term niet te gebruiken, omdat ze buiten de literatuur van de welvaartseconomie een andere betekenis heeft. Dit rapport spreekt daarom over "effecten op (de groei van) het bbp".

aandragen om investeringen in wetenschap toe te voegen aan het instrumentarium dat het CPB (en andere kennisinstellingen) reeds hanteert. Daarbij is een focus op het bbp als maatstaf voor economische effecten onvermijdelijk, hoe onbevredigend dit ook is. Bovendien constateert de Commissie dat vanuit het politieke proces zelf veelal wel aandacht is voor de effecten op het bbp, maar niet voor andere, niet direct meetbare maatschappelijke effecten van wetenschap. De Commissie benadrukt dat de politiek hier dus ook een grote verantwoordelijkheid draagt.

Het vaststellen van de totale economische effecten, dus meer dan die op het bbp alleen, van investeringen in wetenschap, beschouwt de Commissie als wenselijk, maar in het kader van deze rapportage als een brug te ver. De Commissie beveelt wel aan hier stappen te maken en licht in hoofdstuk 2 van dit rapport een aantal van deze effecten ook nog verder toe.³ Het niet meenemen van deze effecten houdt een risico van onderwaardering van wetenschap in, met name van die soorten wetenschap die niet of minder via het meetbare bbp een bijdrage aan de maatschappij leveren.

1.2 Waarde van wetenschap: begripsbepaling en de rol van de overheid

In de economische analyse van welvaart – het brede welvaartsbegrip – wordt een onderscheid gemaakt tussen financieel en economisch (zie onder andere Europese Commissie, 2008). Financieel is hierbij wat tot uitdrukking komt in het bbp of, bij een individueel project, in de *cash flow*. Economisch omvat meer: dan gaat het ook om effecten die wel de welvaart beïnvloeden, maar niet noodzakelijk tot uitdrukking komen in het bbp van een land. Een maatschappelijke kosten-batenanalyse richt zich op de economische effecten, dus op alle effecten van een investering op de welvaart van een land. Dan gaat het juist om de effecten die wél waarde hebben, maar niet direct tot uiting komen in het bbp. Een goed voorbeeld daarvan is ‘*the value of statistical life*’. Dat is van groot belang bij investeringen in de veiligheid van wegen. Hier bestaat uitgebreide literatuur over en er zijn tabellen beschikbaar waarin de waarde van leven per land wordt gegeven. Vergelijkbare informatie over de waarde van wetenschap is niet voorhanden. Hoewel er vele bronnen zijn, schenkt een veelgebruikt handboek als dat van Brent (2009) geen aandacht aan de kosten-batenanalyse van wetenschap.

Wetenschap leidt soms tot inzichten die direct ten goede komen aan degenen die wetenschap bedrijven, bijvoorbeeld in de vorm van patenten. Veel wetenschap leidt echter tot inzichten die pas later – en door anderen dan de wetenschapper(s) zelf – productief gemaakt worden. Wetenschap is in dat opzicht dan ook in belangrijke mate een publiek goed, ook mede door de onderwijscomponent. Publieke goederen zijn goederen met twee kenmerken: i) non-rivaliteit (iemand's gebruik heeft geen gevolgen voor de gebruiksmogelijkheden van anderen) en ii) non-exclusiviteit (niemand

³ Zie ook de brief van staatssecretaris Dekker van het ministerie van OCW aan KNAW-president Clevers, in bijlage 2.

kan van het gebruik worden uitgesloten). Quasipublieke goederen zijn goederen die slechts aan één van beide kenmerken voldoen. Geavanceerde kennis kan men beschouwen als een quasipubliek goed, alleen gekenmerkt door non-rivaliteit. In de praktijk zijn veel gebruikers namelijk uitgesloten van het gebruik van kennis door een ontoereikend niveau van hun eigen expertise. Toegang wordt verkregen door eerst te investeren in basiskennis en kenniscapaciteit. Dat geldt voor een individu, maar ook voor een bedrijf, een kennisinstelling en een land.

Externe effecten zijn van grote betekenis in discussies rond de economische impact van wetenschap. Externe effecten zijn ongeprijsde positieve of negatieve effecten die voortvloeien uit de productie van of de consumptie door een derde partij (hierna ook wel genoemd: externaliteiten). Voorbeelden van negatieve effecten zijn vervuilende rook uit de schoorsteen of geluidsoverlast van een vakantievlucht. De effecten kunnen ook positief zijn, en daarvan is kennis-*spillover* een belangrijk voorbeeld. Bedrijven profiteren van de kennis die door een ander ontwikkeld is en daarna vrij toegankelijk wordt. Onderzoekers lopen soms onbedoeld tegen nieuwe inzichten aan, waardoor wetenschappelijk onderzoek een onzeker en onvoorspelbaar karakter krijgt. Hoewel serendipiteit geen letterlijk positief extern effect is (het positieve effect valt de onderzoeker zelf toe), kunnen er omvangrijke positieve gevolgen voor de maatschappij ontstaan. Het voorbeeld van de ontdekking van penicilline spreekt hier voor zich. Dergelijke effecten kunnen ook puur in de toepassing van technologie plaatsvinden. Een voorbeeld is de ontwikkeling van de *heatpipe*, die werd ontwikkeld als koelmechanisme voor satellieten met een telescoop aan boord en die nu opgang maakt als uiterst efficiënte zonneboiler.

Het belangrijkste argument voor overheidsinvesteringen in wetenschap is dat de *spillover* van wetenschap groot is, maar dat de vrije markt, mede door het onvoorspelbare karakter van wetenschap, maar beperkt bereid is in wetenschap te investeren. Hetzelfde geldt voor de omzetting van wetenschappelijke kennis in waardevolle producten en diensten, zowel producten en diensten waarvoor gebruikers willen betalen als niet-geprijsde goederen zoals extra levensjaren of een goede kennis over de geschiedenis, oud-Germaanse talen of wijsbegeerte.

Het onvoorspelbare karakter van wetenschap en de lange termijn waarop de betekenis van wetenschappelijke inzichten zichtbaar wordt, maken het lastig voor de overheid om precies te bepalen hoeveel en langs welke weg zij moet investeren. Een maatschappelijke kosten-batenanalyse kan hier uitkomst bieden. Zo'n analyse zorgt voor een expliciete afweging van kosten en baten en de verdeling daarvan over actoren. De ramingen van de verkiezingsprogramma's door het CPB hebben feitelijk deze functie. Sinds 1986 rekent het CPB op verzoek van politieke partijen de gevolgen door van de diverse verkiezingsprogramma's. Door deze op uniforme wijze te beoordelen, is het voor de kiezer gemakkelijker om de verschillende voorstellen met elkaar te vergelijken. Hiermee draagt het CPB bij aan de transparantie van het verkiezingsproces. Vooralsnog, en zoals hiervoor reeds werd aangestipt, wordt echter geen maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd in relatie tot publieke investeringen

in wetenschap. Dat zo iets methodisch lastig is, maakt het echter niet minder relevant.

In de bijdrage die de Commissie wil leveren met deze verkenning staat de vraag centraal hoe zo'n analyse handen en voeten kan krijgen. Daarbij is ervoor gekozen om, in eerste instantie, de analyse te concentreren op die aspecten van wetenschap die meetbaar zijn in termen van het bbp. De vraag of een alternatieve aanwending van collectieve middelen tot een nog hoger bbp of een nog hogere welvaart zou hebben geleid, blijft onbeantwoord. De focus op het bbp-effect brengt wel het risico met zich mee dat de aandacht verschuift naar de technische, biotechnologische en medische wetenschappen, vanwege hun grote valorisatievermogen in de vorm van innovatieve producten en diensten die tot uitdrukking komen in het bbp. Hiermee wordt slechts een beperkt deel van de waarde van wetenschap zichtbaar. In werkelijkheid zijn de baten van wetenschap veelomvattender, variërend van volle bibliotheken tot een betere leefomgeving. Om te voldoen aan de opdracht(en) van het bestuur van de KNAW kiest de Commissie in eerste instantie voor een pragmatische benadering en richt ze zich primair op de economische baten van wetenschap die wel meetbaar zijn, namelijk de invloed van publiek gefinancierde R&D op (de groei van) het bbp.

1.3 Publieke prioritering van wetenschap in de kennissamenleving

De publieke investeringen in wetenschap en onderzoek worden, net zoals de private investeringen, statistisch gemeten aan de hand van uitgaven voor 'Research & Development' (hierna: R&D). Het voordeel van deze maatstaf is dat deze sinds 1963 volgens de definitie van de *Frascati Manual* door statistische bureaus wereldwijd gebruikt wordt en daarmee een duidelijk afgebakend en bruikbaar statistisch concept is geworden (zie onder meer Freeman & Soete, 2009).

De focus in deze verkenning ligt op de publieke prioritering van wetenschap: dat wil zeggen het bedrag dat de Nederlandse overheid, vanuit de jaarlijkse prioritering binnen haar begroting, bereid is te investeren in onderzoek. Dit omvat de eerstegeldstroomfinanciering van universiteiten (alsmede van lectoraten bij hbo's en de rijksbijdrage voor de zogenoemde 'werkplaatsfunctie' van de universitaire medische centra), de tweedegeldstroomfinanciering van onder meer NWO en KNAW, de publieke financiering van publieke onderzoeksinstituten zoals TNO, GTI's, TTI's, RIVM en NIVEL, en de publieke generieke en specifieke ondersteuning van het meer toegepaste onderzoek bij bedrijven en publieke kennisinstellingen.⁴

Tabel 1 geeft aan dat de totale R&D-uitgaven in Nederland in 2011 zo'n € 12 miljard bedroegen, een goede 2% van het bbp. Daarvan nam de private sector grofweg de

4 Ook wordt in deze verkenning niet gekeken naar de privaat gefinancierde R&D in de private sector. Ook de privaat gefinancierde R&D in de publieke kennisinstellingen, en dan met name de universiteiten, komt slechts summier aan bod in hoofdstuk 3, figuur 2, als onderdeel van onze discussie rond absorptiecapaciteit. Het feit dat bedrijven of individuele personen hier geld willen investeren kan in zekere zin getuigen van de 'waarde' van deze kennisinvesteringen.

helft, zo'n € 6 miljard, voor zijn rekening. Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek (hierna: CBS) bedroegen de totale publieke uitgaven voor onderzoek zo'n € 4,3 miljard, waarvan € 3,2 miljard voor fundamenteel onderzoek⁵ en € 455 miljoen voor toegepast onderzoek bij universiteiten en publieke kennisinstellingen. Daarnaast gaf de overheid ook nog zo'n € 1,5 miljard aan R&D-belastingvoordelen aan bedrijven die niet in tabel 1 zijn opgenomen. Van de R&D-financiering door bedrijven ging een aanzienlijk bedrag, zo'n 20%, naar het buitenland. Tezeldertijd werd vanuit het buitenland ook fors geïnvesteerd in bedrijven, publieke kennisinstellingen en universiteiten in Nederland. Daaronder valt ook de in concurrentie met andere landen verkregen internationale publieke financiering van onderzoek, met name vanuit de Europese Kaderprogramma's, met inbegrip van de European Research Council.

Tabel 1 Herkomst en bestemming van middelen voor R&D, 2011

Herkomst van middelen ¹	Bestemming van middelen					
	totaal	bedrijven	publieke researchinstellingen ²	hoger onderwijsinstellingen en UMC's	buitenland	nationale uitgaven aan R&D
	Mln euro					
Totaal	12141	6826	1321	3994	1226	12044
Bedrijven	6061	5585	149	326	1218	7278
Overheid	4315	266	938	3111	8	4323
Hoger onderwijsinstellingen	39	5	33	0	0	39
Private non-profitorganisaties	404	48	55	302	0	404
Buitenland	1323	922	146	255		
	%					
Totaal	100	100	100	100	100	100
Bedrijven	50	82	11	8	99	60
Overheid ³	36	4	71	78	1	36
Hoger onderwijsinstellingen	0	0	3	0	0	0
Private non-profitorganisaties	3	1	4	8	0	3
Buitenland	11	14	11	6		

Bron: CBS (2013)

¹ De tegemoetkoming in de kosten van R&D vanwege de WSBO-regeling wordt niet verrekend in het land van herkomst en bestemming van middelen.

² Inclusief private non-profitorganisaties (PNP's).

³ Publieke researchinstellingen worden als financier van R&D ingedeeld bij de overheid.

5 De Commissie is zich ervan bewust dat het universitaire onderzoek fundamenteel noemen een vergaande simplificatie is, nog afgezien van de vraagtekens die kunnen worden gezet bij de tegenstelling tussen fundamenteel en toegepast onderzoek, maar voor haar doeleinden zijn deze kwesties niet relevant.

Concreet stelt de Commissie voor om het wetenschapsbeleid van de Nederlandse overheid (financieel) te omschrijven als de overheidsfinanciering (en de daaraan verbonden voorwaarden en beleidskaders) van R&D in de sectoren hoger onderwijs en onderzoeksinstellingen.⁶

Hoe verhoudt deze overheidsbijdrage aan R&D zich tot andere overheidsuitgaven? Wat is de publieke prioritering van wetenschap in Nederland?

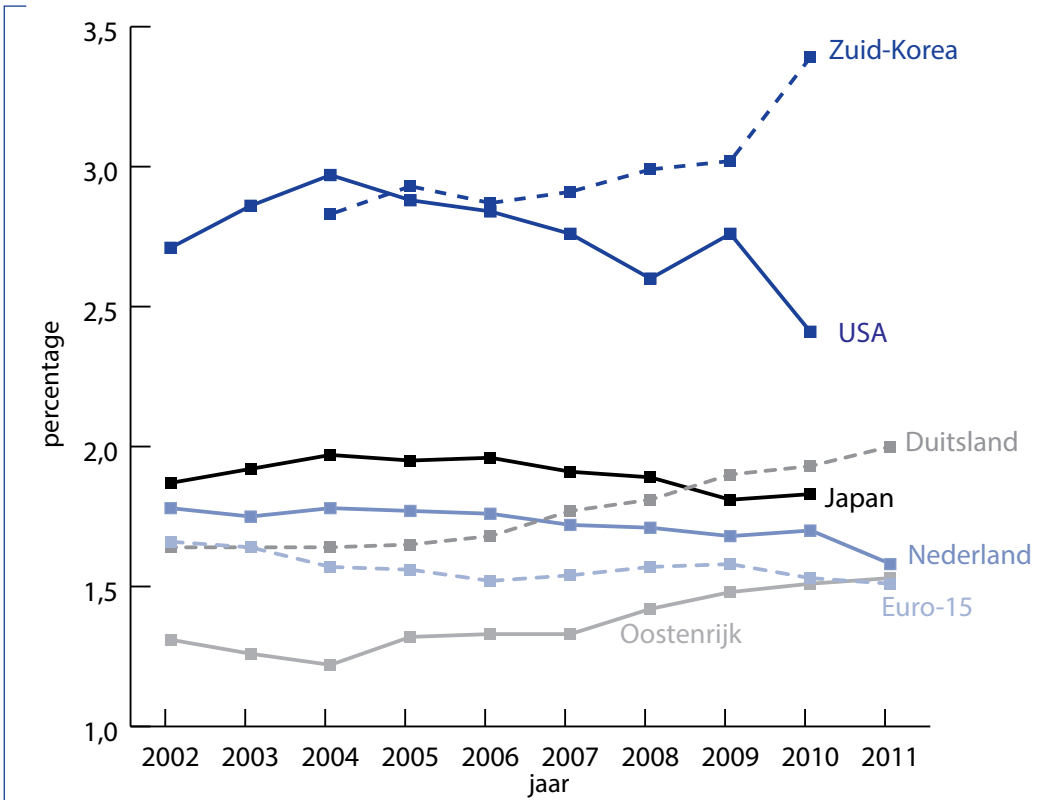
Figuur 1 probeert enig inzicht te geven in het antwoord op deze vraag. De figuur geeft aan wat voor Nederland, voor de EU-15-landen bij elkaar en voor een aantal andere landen het aandeel is van de overheidsuitgaven voor R&D in de totale overheidsuitgaven. Binnen Europa scoorde Nederland relatief hoog rond 2002, met een percentage van ongeveer 1,9 (bijna 0,2 procentpunt hoger dan het gemiddelde voor de EU-15 en Duitsland). Sinds 2005 daalt het aandeel echter, zodat Nederland in 2011 vergelijkbaar scoort met de EU-15. In Duitsland en Oostenrijk groeit het aandeel juist beduidend over dezelfde periode. Wetenschap lijkt in Nederland, in tegenstelling tot Duitsland en Oostenrijk, sinds 2002 te hebben ingeboet aan publieke prioritering. Opvallend is ook hoe de Verenigde Staten beduidend hoger scoren dan Europa, en Zuid-Korea beduidend hoger dan Japan.

1.4 Structuur van het verkenningsrapport

Zoals in dit hoofdstuk is toegelicht, kiest de Commissie er in dit verkenningsrapport voor om het brede economische effect van bestedingen aan wetenschap weliswaar toe te lichten en te duiden (zie hoofdstuk 2), maar haar advies over een instrumentarium voor het meten van de waarde van wetenschap alleen te richten op de effecten voor zover die in het bbp tot uitdrukking komen. De extra bijdrage van wetenschap aan welvaart bovenop het bbp blijft hierdoor onderbelicht. Maar ook voor de aspecten van wetenschap en kennis die relatief goed tot uitdrukking komen in het bbp zal de focus die de Commissie gehanteerd heeft een onderschatting van de werkelijke economische waarde inhouden. Denk bijvoorbeeld aan medische technologie die de levensduur van mensen verhoogt en de kwaliteit van leven verbetert. Dit komt weliswaar gedeeltelijk tot uitdrukking in het gedeelte van het bbp dat in de zorgsector geproduceerd wordt, maar een betere gezondheid en een langere levensduur komen niet volledig tot uitdrukking in de prijs die de maatschappij voor de zorg betaalt. Aan deze aspecten wordt verder aandacht besteed in hoofdstuk 2.

In hoofdstuk 3 wordt de aandacht gericht op de economische literatuur over R&D en publieke R&D. Hier staat de interactie tussen mensen in bedrijven, kennisinstellingen en overheden centraal. In hoofdstuk 4 worden ten slotte de belangrijkste conclusies van deze verkenning op een rijtje gezet.

6 Als uitzondering hierop wordt in hoofdstuk 3, figuur 3, kort stilgestaan bij de private financiering van universitair onderzoek.



Figuur 1. Overheidsgefinancierde R&D als aandeel in de totale overheidsuitgaven.
Bron: Eurostat (2013)

2 MEER DIMENSIES VAN DE WAARDE VAN WETENSCHAP

2.1 Technologie en wetenschap in een breed kader geplaatst

De betekenis van wetenschap voor innovatie en economische groei loopt uiteindelijk via de ontwikkeling, het toepassen en het verspreiden van nieuwe technologieën. Dat zijn echter complexe processen, waarbij de richting niet altijd eenduidig is: technologieën kunnen evenzeer aanleiding zijn voor nieuwe wetenschappelijke inzichten als omgekeerd. Per slot van rekening zijn nieuwe technieken en technologische creativiteit van alle tijden (zie bijvoorbeeld Mokyr, 1990) en is wetenschap zoals wij die nu kennen dat niet. Maar hoewel een oriëntatie van de wetenschap op economische en maatschappelijke problemen niet nieuw is (zie Theunissen, 2000), was het de Industriële Revolutie die de aanzet gaf tot wat Landes (1969) noemde 'het huwelijk tussen wetenschap en technologie', dat geleidelijk ontstond in de negentiende eeuw met de chemische industrie en de landbouw als voorlopers.

In de chemische industrie – voor de productie van kleurstoffen en basischemicaliën – werd een nieuw organisatiemodel beproefd: een aparte R&D-afdeling. Dat gebeurde vooral in Duitsland. Die chemische industrie breidde zich snel uit naar onder meer geneesmiddelen en meststoffen en zou al voor de Eerste Wereldoorlog leidend worden in de wereld. Nieuwe synthetische producten als pvc en polystyreen zagen vervolgens het licht als resultante van een doorontwikkelde R&D-structuur.

Ook ontstonden er in de negentiende eeuw kennisinstituten voor de landbouw, die in dit tijdvak een fase van forse schaalvergroting en commercialisering doormaakte. In de Verenigde Staten werd vanaf de jaren vijftig van de negentiende eeuw geïnvesteerd in de ontwikkeling van een gecombineerde onderzoeks- en trainingsorganisatie voor praktische landbouw en andere praktische wetenschap, zoals op militair gebied het *land grant*-model. In Denemarken, dat voor zijn inkomsten sterk van de landbouw

afhankelijk was, ontstond in 1856 een landbouwkundige universiteit. Nederland volgde iets later; hier ontstond in 1876 in Wageningen de Rijkslandbouwschool, die in 1918 de Rijks Landbouw Hoogeschool ging heten.

Niettegenstaande 'het huwelijk tussen wetenschap en technologie' was het pas tegen het midden van de twintigste eeuw dat wetenschap meer in het algemeen aan het begin van economische processen kwam te staan. In het begin van de twintigste eeuw begonnen grote bedrijven in allerlei bedrijfstakken voorzichtig eigen laboratoria op te richten en in Nederland werden die R&D-faciliteiten krachtige motoren voor de ontwikkeling van grote Nederlandse bedrijven als Shell, Unilever, Philips, Akzo en DSM. Grote doorbraken, zowel op commercieel als wetenschappelijk gebied, waren het gevolg. In de VS kreeg Bell Labs, een dochter van AT&T, in die tijd zeven Nobelprijzen, onder andere voor de uitvinding van de transistor. IBM was goed voor vijf Nobelprijzen, waaronder die voor hogetemperatuursupergeleiding.

Universiteiten gingen pas vrij laat een rol spelen in de ontwikkeling en vooral toepassing van wetenschap. Ze bleven in de eerste plaats onderwijsinstellingen. Maar de diverse Nederlandse Nobelprijswinnaars van begin twintigste eeuw laten zien dat zich een onderzoekscultuur had gevestigd die aanvankelijk nauwelijks op financiering door de overheid kon rekenen. Na de Tweede Wereldoorlog veranderde dat beeld echter snel. Vanaf de jaren tachtig gingen grote bedrijven minder investeren in diepgravend onderzoek en richtten zij zich liever op meer toegepast onderzoek dat verband hield met hun *core competencies*.

Zo vond in Nederland en wereldwijd een subtiele verschuiving plaats: vond voor de Tweede Wereldoorlog onderzoek vooral plaats binnen bedrijven en werd het minder omvangrijke publieke onderzoek vaak gedaan in overheidslaboratoria of organisaties als de Kaiser Wilhelm Gesellschaft of TNO, gaandeweg verschoof onderzoek steeds meer naar de universiteiten – die zich tot op dat moment vooral hadden gericht op onderwijs of op onderzoek dat sterk was verbonden met onderwijs – en de aan NWO en KNAW gekoppelde onderzoeksinstituten (Tindemans, 2009).

Rond de sociale wetenschappen en de geesteswetenschappen kristalliseerden zich evenzeer allerlei vormen van verbondenheid uit. De landelijke overheid kreeg planbureaus als het SCP (1974), het CPB (1945) en het PBL (2008)⁷, waarin sociologen en economen hun kennis aanwendden (en nog steeds aanwenden) om, in het geval van PBL samen met natuurwetenschappers, de kwaliteit van de beleidsvorming te verhogen. Op provinciaal en gemeentelijk niveau manifesteerden sociaal geografen zich in stafdiensten.

Het gevolg is dat in alle landen, ook in Nederland, publieke financiering van onderzoek een cruciale plaats heeft gekregen in het economische proces, maar dat er tegelijkertijd een steeds bredere roep is om een goede inbedding van universiteiten en andere onderzoeksinstituten in economische en maatschappelijke processen. Met name rond de bètavakken kristalliseert zich een model uit waarin universiteiten,

⁷ Ontstaan in mei 2008 door samenvoeging van het Ruimtelijk Planbureau (RPB) en het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP).

overheden en bedrijven langdurige samenwerking zoeken: de ‘triple helix’ komt steeds meer in zwang.

Vanaf de jaren negentig van de vorige eeuw gingen overheden strakker sturen op de totstandkoming van verbindingen tussen universiteiten, onderzoeksinstituten en bedrijven en (in mindere mate) maatschappelijke organisaties. Het Nederlandse topsectorenbeleid is daar een indicatie van, net als de Europese (Horizon 2020) oriëntatie op grote maatschappelijke uitdagingen, zij het dat op Europees niveau niet de bestaande sectoren, maar de huidige en toekomstige maatschappelijke uitdagingen als vergrijzing en klimaatverandering centraal staan.

2.2 Leerprocessen cruciaal in het creëren van waarde op alle dimensies

Een belangrijk inzicht is geweest dat mensen, leerprocessen en netwerken bij het creëren van waarde een centrale rol spelen, hoe lastig die ook zijn te kwantificeren. In een nog steeds actueel overzicht van studies naar het nut van publiek gefinancierd onderzoek (Martin et al., 1996; Salter & Martin, 2001) worden zes positieve effecten onderscheiden: “increasing the stock of useful knowledge; training skilled graduates; creating new scientific instrumentation and methodologies; forming networks and stimulating social interaction; increasing the capacity for scientific and technological problem-solving; creating new firms”.

Wetenschappelijke kennis wordt overgedragen via onderwijs, via wetenschappelijke publicaties, in de interacties en in discussies tussen wetenschappers over generaties. Beroemd is de stelling van Isaac Newton (neergeschreven in een brief aan Robert Hooke van 5 februari 1675): “If I have seen further [than certain other men] it is by standing upon the shoulders of giants.”⁸ Zoals we in de vorige paragraaf reeds beschreven, ontwikkelde de wetenschap zich pas sinds de zeventiende eeuw tot een meer open systeem (Shapin, 1994; Jardine, 1999) gebaseerd op de uitwisseling en publicatie van nieuwe wetenschappelijke kennis. Dit ‘open science’-systeem omvatte enerzijds erkenning en een goede reputatie voor de wetenschapper die als eerste met nieuwe inzichten kwam en anderzijds een expliciet leersysteem – “standing on the shoulders of giants” – waardoor wetenschap een belangrijke maatschappelijke rol zou gaan spelen. Deze vorm van kennisontwikkeling kan gemeten worden en wordt ook gemeten. Een uitgebreide bibliometrische literatuur ontwikkelde zich in de jaren zeventig van de vorige eeuw, met in Nederland het CWTS als voorloper, rond publicatiemeting, de samenwerking tussen en de netwerken van wetenschappers, de institutionele inbedding van wetenschap, enzovoort.

Met de digitale toegang tot en reproductie van wetenschappelijke kennis (David & Foray, 2001) is dit leerproces in een dramatische versnelling terechtgekomen: internationaal (“kennis kent geen grenzen”) en vanuit participatie: er is sprake van

8 Het correcte citaat is: “If I have seen further it is by standing on ye sholders of Giants” (Turnbull, 1959, p. 416).

een democratisering van kennis (Von Hippel, 2005). De waarde van wetenschap komt daarmee onder spanning te staan van twee tegengestelde krachten. Aan de ene kant laat de waarde van wetenschap zich steeds minder nationaal omschrijven (zie AWT-advies De Waarde van Weten, 2005) en aan de andere kant is de waarde van wetenschap steeds meer gebonden aan het absorptievermogen van de nationale of lokale burger. Naast het nieuwe participerende van *e-science* vereist het opnemen van wetenschappelijke kennis immers ook persoonlijk contact. Het leggen van verbanden, nodig om tot nieuwe kennis te komen, lijkt afhankelijker van persoonlijke kwaliteiten, bijvoorbeeld creativiteit. Nieuwe kennis (wetenschappelijk of niet) wordt zodoende gevormd zowel in de breinen van individuen als in groepsleerprocessen. Om in detail te kunnen bepalen wat de waarde van wetenschap is, moeten dus eigenlijk mensen gemeten worden om te kijken in hoeverre wetenschap heeft bijgedragen aan hun algemene kennisontwikkeling en hun vermogen om kennis op te nemen, dóór te geven en te gebruiken om problemen op te lossen.

2.3 De functies van wetenschap

Leerprocessen van individuen, maatschappelijke organisaties en bedrijven, het opleiden van mensen, en de toename van de algemene kennisontwikkeling van mensen staan ook centraal bij de bredere functies die wetenschap in de moderne samenleving heeft. Deze functies zijn: 1) bijdragen aan de ontwikkeling van concreet verhandelbare producten en diensten, 2) bijdragen aan de oplossing van maatschappelijke problemen, 3) signaleren en agenderen en 4) bijdragen aan een beter begrip van de wereld.

De Commissie gaat in dit hoofdstuk op die functies in en laat ook zien dat het niet mogelijk is om aan de hand van de functie van wetenschap vast te stellen om welk soort onderzoek het gaat (bijvoorbeeld fundamenteel of toegepast). In feite onderstreept de Commissie dat langetermijngericht onderzoek en onverwachte doorbraken voor elk van deze functies vruchten afwerpen en dat dat vaak pas gebeurt als er over een langere reeks van jaren op een vrij breed gebied samenhangende resultaten zijn bereikt.

De eerste functie, waarbij concreet verhandelbare producten en diensten het resultaat zijn van gerichte onderzoeksinspanningen, is de laatste eeuw voor iedereen zichtbaar geworden. Was Newton de icoon van de opkomst van de wetenschap die vooral uit nieuwsgierigheid werd ondernomen, de icoon van de wetenschapper die ook direct economisch gewin tot stand brengt, is Thomas Alva Edison (1847-1931). Hij was uitvinder (zijn eerste octrooi betrof een elektrische stembus, meest bekend is de gloeilamp), maar werd ook een gefortuneerd zakenman door het opkopen van uitvindingen die hij onder octrooi op zijn eigen naam vastlegde. Wanneer bleek dat ze succesvol waren, perfectioneerde hij de uitvindingen en nam ze vervolgens in productie. Hij liet in New Jersey het eerste commerciële researchlaboratorium ter wereld bouwen. Edison had een belangrijk aandeel in de ontwikkeling en totstandkoming van de filmtechniek, de telegraaf, de elektrogenerator en talloze andere innovatieve objecten

en projecten. Edison leverde met zijn onderzoekslaboratorium ook een bijdrage aan de werkgelegenheid en de ontwikkeling van diensten in de omgeving van New Jersey. De economische waarde van wetenschap in de vorm van nieuwe producten en diensten is naar verhouding gemakkelijk meetbaar. Er is bijvoorbeeld een aanzienlijke empirische literatuur die de relatie tussen R&D en de waarde van bedrijven bestudeert met behulp van gegevens over octrooien. Hoofdstuk 3 gaat hier uitvoeriger op in.

Ten tweede manifesteert de waarde van wetenschap zich in de vorm van bijdragen aan de oplossing van allerlei maatschappelijke problemen en opgaven die minder eenvoudig in maat en getal zijn uit te drukken. Zo leveren planologen bruikbare ideeën over de inrichting van een stad, psychologen over de manier waarop dementerenden beter verzorgd kunnen worden en pedagogen over de manier waarop kinderopvangvoorzieningen ingericht kunnen worden – allemaal zaken die de samenleving verrijken. Met name de sociale wetenschappen en de geesteswetenschappen functioneren vaak op deze manier. De bijdrage van wetenschap verloopt in deze gevallen dan ook niet in de vorm van concreet verhandelbare producten en diensten, maar eerder via de kennis en vaardigheden van beroepsbeoefenaren die ingezet worden in die maatschappelijke processen. In paragraaf 2.3.2 wordt een reeks van ook voor Nederland relevante voorbeelden gegeven.

Ten derde heeft wetenschap ook een signalerende en agenderende functie. Veel van het onderzoek naar klimaat heeft, althans in deze fase, de rol van een signaal: het laat zien hoe klimaatprocessen verlopen, wat te verwachten ontwikkelingen zijn en welke zogenoemde ‘*no regret*’-maatregelen voorgesteld zouden kunnen worden. Na enige tijd kan het onderzoek een meer probleemoplossende functie krijgen en wellicht kan op nog langere termijn de bijdrage van het onderzoek zelfs zijn uit te drukken in een reële bijdrage aan de economie. Niet alle kennis kan echter onmiddellijk financieel ten nutte worden gemaakt – wetenschap functioneert ook als richtingwijzer, waarbij de revenuen pas in een verre toekomst liggen. Paragraaf 2.3.3 geeft van deze agenderende rol enkele aansprekende voorbeelden.

Naast deze brede maatschappelijke functies heeft de wetenschap nog een vierde, meer algemene reflexieve functie: proberen de wereld beter te begrijpen. Dat is de wetenschap die zich laat leiden door het zoeken naar betere en rijkere verklaringen, vaak gedreven door nieuwsgierigheid en de behoefte onbegrepen fenomenen te vatten. Vooral voor deze laatste vormen van wetenschap is een duurzame onderzoeksinfrastructuur van essentieel belang, omdat de vragen vaak algemener van aard zijn en de uitkomsten onzekerder zijn.

Het is ten slotte mogelijk een vijfde functie te onderscheiden: het opleiden van mensen, niet alleen onderzoekers, maar ook mensen die in allerlei functies in de maatschappij, nationaal en internationaal, aan de slag gaan. Kortom, het vormen van menselijk kapitaal. De Commissie onderstreept dit ten zeerste, maar is van mening dat deze functie onderdeel is van elk van de vorige vier functies: overal waar onderzoekers betrokken zijn bij het opleiden van mensen, vaak aan universiteiten maar ook daarbuiten, wordt vormgegeven aan deze functie.

Het voorgaande geeft een duidelijk positief beeld van de bijdrage van de wetenschap aan de maatschappij. De Commissie is zich ervan bewust dat er ook een keerzijde is aan wetenschap. Vooruitgang in de wetenschap vindt veelal met vallen en opstaan plaats. Ooit was de aarde plat en was schedelmeten een geaccepteerde praktijk om menselijke vermogens meetbaar te maken. Dergelijke foutieve ideeën zullen waarschijnlijk ook nu bestaan. Wetenschappelijke inzichten zijn immers geldig tot er betere zijn. Tevens kleven er allerlei ethische vragen aan de mogelijkheden die ontstaan door wetenschappelijke vooruitgang.

2.3.1 Eerste functie van wetenschap: direct bijdragen aan de economie

Hoofdstuk 3 gaat dieper in op het vraagstuk rond meetbaarheid van de waarde van onderzoek voor het bbp. In de onderhavige paragraaf stipt de Commissie enkele aspecten aan die helpen bij het interpreteren van uitkomsten van modelberekeningen voor de Nederlandse situatie. In de eerste plaats is dat de rol die de economische structuur en specifieke industriële en dienstensectoren spelen. In de tweede plaats maakt de Commissie enkele opmerkingen over de manier waarop in Nederland invulling wordt gegeven aan de organisatie van het nationale of regionale innovatiesysteem.

Veel bijdragen van de wetenschap aan economische ontwikkeling zijn afhankelijk van de structuur van de economie. Sommige landen kennen een sterk ontwikkelde R&D-infrastructuur, die vaak is gekoppeld aan een sterke maakindustrie. In andere landen, waar bijvoorbeeld een zwaarder accent ligt op de dienstensector, heeft de bijdrage van wetenschap een andere vorm.

Zoals in tabel 1 aangegeven, bedroegen de totale R&D-uitgaven in Nederland als percentage van het bbp in 2011 2,02%. Dit percentage was als volgt over de drie uitvoerende sectoren verdeeld: bedrijven 1,13%, het hoger onderwijs 0,66% en de overige instellingen 0,22%. Dit wijst op een gemiddeld totaalniveau van R&D-uitgaven in vergelijking met andere Europese landen. Die relatief gemiddelde positie hangt samen met de economische structuur. Nederland heeft een zogenoemd duaal technologieprofiel: een betrekkelijk klein hoogwaardig segment en een breder, zogenoemd lowtech-segment. R&D vindt doorgaans plaats bij grote multinationals, zoals ASML, Philips, Shell, AKZO, DSM en Unilever. De sectoren die in Nederland substantieel aan R&D doen, zijn de voedings- en genotmiddelenindustrie, chemie, elektronica, farma, machine-industrie en informatietechnologie (Van der Zee et al., 2012). Twee daarvan zijn in de wereldmarkt betrekkelijk kwetsbaar (consumentenelektronica en farma). De voedings- en genotmiddelenindustrie, chemie en machine-industrie zijn omvangrijk en hebben een sterke exportpositie. De IT-diensten zijn echter op de thuismarkt georiënteerd. Er zijn zodoende drie bedrijfstakken die in de marktsector een stevige positie hebben; deze kunnen door R&D hun concurrentiepositie in stand houden. Buiten deze bedrijfstakken heeft Nederland een krachtige positie in de landbouw, waarvoor het onderzoek niet bij bedrijven plaatsvindt, maar bij universiteiten en instituten voor toegepaste wetenschap (vooral Wageningen University

and Research). Onderzoek in *life sciences*, zeer hoogwaardig in Nederland, drijft op *economies of scope* en niet op *economies of scale* zoals in de genoemde industriële bedrijfstakken.

In Nederland is niet alleen het aandeel van de hoogwaardige industrie gemiddeld, maar ook dat van de hoogwaardige diensten. Dit vloeit deels voort uit de specialisatie van Nederland als handels- en doorvoerland. Essentieel is dat deze specialisatie ook een gevolg is van politiek-strategische keuzes in het verleden. Dit betekent dat in Nederland feitelijk geen expliciete keuze is gemaakt voor hoogwaardige industrie met de bijbehorende R&D. De sterke hoogwaardige bedrijfstakken hebben weinig voordeel gehad van de investeringen in distributie en handel, met uitzondering van de chemie, die profiteert van de investeringen van Nederland in de transportsector.

Wat betreft de invulling die in Nederland wordt gegeven aan nationale en regionale innovatiesystemen maakt de Commissie alleen enkele opmerkingen over publiek-private samenwerking (hierna: PPS). PPS heeft in veel Europese landen een behoorlijke vlucht genomen. Het kan een effectief middel zijn om publieke onderzoeksmiddelen gericht te koppelen aan private middelen en zo ook te werken aan betere kennisoverdracht. Er is echter een grote variatie aan invullingen van PPS. Er zijn de specifieke traditionele relatief kleine Europese onderzoeksprojecten uit de achtereenvolgende Kaderprogramma's waar vaak veel onderzoekinstellingen en bedrijven gedurende een aantal jaren aan meewerken. Maar er zijn ook in Europees verband sinds een reeks van jaren meer grootschalige projecten waarbij bedrijven en universiteiten en andere kennisinstellingen langduriger, strategischer en gestructureerder samenwerkingsverbanden aangaan. De tijd zal leren of de geplande grotere PPS-projecten enerzijds de economische betekenis van publiek gefinancierd onderzoek kunnen vergroten en anderzijds een significante bijdrage kunnen leveren aan het aanpakken van de maatschappelijke problemen en uitdagingen waarop Horizon 2020 zich richt. Diezelfde uitdaging ligt er overigens voor Nederland. Zijn ons beleid en onze kennisinfrastructuur toegerust om de grote uitdagingen die met energie of klimaat samenhangen op te pakken? In een recente studie vraagt het Rathenau Instituut (Boon & Horlings, 2013) zich af of Nederland wel een gecoördineerde aanpak heeft voor duurzame onderzoeksinfrastructuur, vooral op het gebied van agendering.

In Nederland ondervindt PPS de nadelen die voortkomen uit onze sectorspecialisatie. Desondanks zijn er heel effectieve voorbeelden ontstaan. Het Netherlands Genomics Initiative (NGI) is een voorbeeld. Het Advanced Chemistry for Sustainable Technologies (ACTS) is een ander voorbeeld. De Technologische Topinstituten (TTI's) dateren al van het midden van de jaren negentig van de vorige eeuw. Het Holstcentrum in Eindhoven is een voorbeeld dat zich ook over de grenzen uitstrekt. Een recent goed voorbeeld waarin publieke investeringen in fundamentele wetenschap samengaan met private investeringen is het besluit van ASML en een aantal publieke partijen, waaronder FOM en de Universiteit van Amsterdam, om een gezamenlijk centrum op te richten voor fundamentele nano-lithografie. "Dat

[fundamentele onderzoek] leidt mogelijk tot niets, maar we zien er toch de waarde van in”, aldus een woordvoerder van ASML in het *NRC Handelsblad* van 27 mei 2013.⁹

Een heel andere invulling is die waarbij een reeks van partijen (bedrijven, kennisinstellingen en bijvoorbeeld regionale en lokale overheden) publiek-private condities scheppen en daarmee een regionaal innovatiesysteem bouwen. Het meest verstrekkende voorbeeld daarvan is Brainport 2020, het strategisch plan van partijen in het zuidoosten van Nederland rondom onder andere enkele onderzoeks- en innovatiecampussen, zoals de High Tech Campus in Eindhoven en de Chemelot campus in Geleen.

De Commissie vermeldt deze voorbeelden van PPS onder andere omdat ze interessante, zij het indirecte, mogelijkheden lijken te bieden voor het meten van economische betekenis, door bijvoorbeeld gedetailleerd en dynamisch het ontstaan en de groei en evolutie van netwerken tussen publieke en private onderzoekers en partijen in kaart te brengen. Het STARMETRICS-programma (Lane, 2010) van de National Science Foundation in de VS is in feite ontstaan uit de vraag van de vorige *Science Advisor* van de Amerikaanse president, John Marburger, om harde gegevens te leveren over de impact van wetenschap, om zo binnen de regering en het Congres met meer overtuiging te kunnen pleiten voor meer financiering.

2.3.2 Tweede functie van wetenschap: bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke problemen

Maatschappelijke problemen hebben vaak een internationaal (Europees of mondiaal) karakter, maar meestal ook specifieke nationale of zelfs regionale kenmerken. De volgende voorbeelden illustreren het samengaan van internationale en nationale dimensies, en de noodzaak van langeretermijngerichte publieke onderzoeksinvesteringen. Omdat het oplossen van maatschappelijke problemen of het verzachten van de effecten ervan echter doorgaans niet in het bbp tot uitdrukking komt, is het ook niet mogelijk het rendement als percentage van het bbp te berekenen van een publieke onderzoeksinvestering die is gericht op het aanpakken van maatschappelijke problemen. Dat betekent overigens niet dat er geen mogelijkheden zouden zijn de betekenis ervan te evalueren, soms ook in kwantitatieve zin. Dezelfde moeilijkheid doet zich voor bij onderzoek met een agenderingsfunctie en nog lastiger is het voor onderzoek dat primair gemotiveerd is door de wil de wereld te begrijpen. Aan het eind van deze paragraaf gaat de Commissie nader in op dit vraagstuk van meten en evalueren van dit soort onderzoek.

Maatschappelijk spelen er bijvoorbeeld talloze vraagstukken rondom het thema ‘water’. Wereldwijd is de beschikbaarheid van drinkwater en water voor irrigatie een groot probleem. In Nederland zijn afvalwaterzuivering en hergebruik van aanzienlijke betekenis. Beheer van en bescherming tegen water zijn een Nederlands handelsmerk, het thema ‘water’ is ontstaan als maatschappelijk probleem, maar heeft ook

⁹ In hoofdstuk 3, figuur 3, wordt dieper ingegaan op de relatie van deze ontwikkelingen met het begrip ‘absorptiecapaciteit’.

economische kansen nu de waterproblemen op wereldschaal hand over hand toeneemen (Rijksoverheid, 2013a).

Natuurlijke risico's als gevolg van aardbevingen, tsunami's en vulkaanuitbarstingen zijn dankzij diverse wetenschappelijke benaderingen weliswaar niet te vermijden, maar de gevolgen kunnen soms in flinke mate worden beperkt. Kennis van de platen-tectoniek en aanvullend geologisch en geofysisch onderzoek leren waar risicozones liggen en beginnen inzichten op te leveren over kracht, frequentie en waarschijnlijkheid in de tijd. Observatie- en waarschuwingssystemen helpen maatschappelijke en economische gevolgen te verminderen en geavanceerde bouwtechnieken maken zeer veel verschil voor de schade als gevolg van aardbevingen. Op kleine schaal speelt dit ook in Nederland – zie de discussie over aardgaswinning (zie onder andere OECD Megascience Forum, 1993).

Het plotseling optreden van de HIV/aidsproblematiek was in veel opzichten maatschappijontwrichtend. Dankzij gecombineerde wetenschappelijke inzichten uit basaal medisch onderzoek, epidemiologisch onderzoek en sociaalwetenschappelijk onderzoek naar individueel en groepsgedrag, zijn besmetting en ziekte voor individuen beheersbaar geworden via behandeling met cocktails van antiretrovirale geneesmiddelen, en zijn de ontwrichtende maatschappelijke en economische gevolgen in ontwikkelingslanden in beginsel vermijdbaar. Nederlandse publieke kennisinvesteringen over een breed front hebben een aanzienlijke bijdrage geleverd aan het terugdringen van de problemen in Nederland, maar ook wereldwijd, met grote positieve economische effecten.

Met eenzelfde combinatie van publieke investeringen wereldwijd in epidemiologisch, basaal medisch en sociaalwetenschappelijk onderzoek is het verband tussen roken en longkanker aangetoond. Er zijn aanpakken ontwikkeld om door gedragsbeïnvloeding (afleren, niet aanleren) de ontwikkeling van longkanker te voorkomen en de risico's ervan te verminderen, met als resultaat een betere volksgezondheid. Sommige aspecten van dit vraagstuk zijn specifiek Nederlands, maar belangrijker is dat gezamenlijke inspanningen van onderzoekers wereldwijd nodig waren om de verbanden tussen roken en longkanker scherper aan te tonen, en dat meedoen aan dit soort onderzoek bijdraagt aan de bewustwording en aan het vergroten van het draagvlak in Nederland voor maatregelen.

Het energievraagstuk is van vergelijkbare aard. Onderzoek naar de effecten van minder emissies en brandstofgebruik of zuiniger industriële processen wordt veelal door bedrijven gedaan. Maar om een werkelijke energietransitie tot stand te brengen zijn zeer basaal fysisch, chemisch en technologisch onderzoek nodig, evenals economisch en ander sociaalwetenschappelijk onderzoek naar gedragsverandering en naar problemen en mogelijkheden om een omslag te maken van een grotendeels centrale elektriciteitsvoorziening naar meer decentrale vormen. Het is een wereldwijd vraagstuk, dat zich in bijna elk land op een andere wijze manifesteert (Rijksoverheid, 2013b).

Een laatste voorbeeld is het verkeersveiligheidsvraagstuk. Uiteraard is het terugdringen van het aantal verkeersslachtoffers (doden en letsel) van groot belang voor individuen, families en de samenleving, maar ook economisch is hier veel gewonnen en nog te winnen. Ook hier geldt weer dat een combinatie van technologische, verkeerstechnische, economische en andere sociaalwetenschappelijke inzichten, met voor een flink deel nationaal gekleurde bijzonderheden, nodig was en is. Komen de specifieke technologische oplossingen veelal uit industriële kokers, toch zijn ook daarvoor vaak publieke investeringen in onderzoeksinfrastructuur (bijvoorbeeld botsingproeven bij TNO) nodig. En voor de verkeerstechnische en andere genoemde onderzoeksterreinen zijn publieke investeringen vaak de enige bron van financiering (Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, 2013).

Ook voor deze maatschappelijke problemen is het overigens van belang dat vernieuwingen in de wetenschap, die bijna altijd het gevolg zijn van publieke investeringen in academisch en gerelateerd onderzoek, voortdurend leiden tot geheel nieuwe mogelijkheden en aanpakken. Twee trends die het gezicht van veel wetenschappelijk onderzoek grondig veranderen, zijn schaalvergroting en het opzetten van fysieke en virtuele onderzoeksinfrastructuren in steeds meer vakgebieden, en zogenoemd datagedreven onderzoek. De eerste trend houdt een grondige organisatorische verandering in van onderzoek bij bedrijven (Europese Commissie, 2013a). De tweede trend verandert de aard van onderzoek doen, want het genereren en combineren van data, datamining en het snel simuleren met behulp van geavanceerde '*multi-scale*'-modellen brengen geheel nieuwe mogelijkheden en werkwijzen binnen bereik (Europese Commissie, 2013b). Een voorbeeld van hoe deze wetenschappelijke trends het inzicht in een heel groot maatschappelijk probleem en in de mogelijke aanpak daarvan kunnen veranderen, betreft stofwisselingsziekten, het zogenoemde metaboolsyndroom (Swierstra et al., 2013). De maatschappelijke kosten van ziekten als type 2-diabetes, obesitas, hart- en vaatziekten en kanker zullen in 2030 voor de EU-27 groeien tot € 100 miljard per jaar. Er wordt nu gewerkt aan een grootschalig Europees onderzoeksprogramma waarin basaal levenswetenschappelijk onderzoek, een geïntegreerde infrastructuur van alle beschikbare technologieën voor levenswetenschappelijk onderzoek, andere biochemische en fysische experimentele technieken leiden tot data die voortdurend worden gebruikt in simulaties met steeds meer verfijnde modellen, waardoor uiteindelijk inzichten op moleculair en subcellulair niveau leiden tot inzichten op cellulair en organismeniveau. Dit zijn voor het grootste deel publieke investeringen, hoewel PPS ook een grote rol speelt. De baten zijn ook duidelijk.

De Commissie komt nu terug op het vraagstuk van het meten en evalueren van de effecten van dit type publieke onderzoeksinvesteringen. Er is uitgebreide literatuur over het evalueren van de maatschappelijke impact, hoewel die ook betrekking heeft op impact in wetenschappelijke zin, namelijk het vaststellen van de kwaliteit via publicaties, citaties, enzovoort. Een overzicht is bijvoorbeeld te vinden in Bornmann (2013). Uiteindelijk zal het vaak gaan om een variatie op een maatschappelijke kosten-batenanalyse. Dat wil zeggen, dat eerst een kwantitatieve maat wordt gezocht voor

het maatschappelijke probleem: wateroverlast, natuurrampen, longkanker, verkeersveiligheid, kwaliteit van leven, maatschappelijke kosten van het metaboolsyndroom of klimaatverandering. De tweede stap is dat wordt geprobeerd te beredeneren hoeveel verbetering of verlichting een publieke onderzoeksinspanning kan betekenen voor het desbetreffende maatschappelijke vraagstuk. Deze stap omvat ook een aantal schattingen: is onderzoek zover dat relevante inzichten, aanwijzingen voor beleid, voor effectieve maatregelen en voor werkzame technieken of methoden waarschijnlijk zijn? Hoe groot zal redelijkerwijs het effect zijn op het maatschappelijke probleem? En hoe groot moet de onderzoeksinvestering zijn om die resultaten te bereiken? Allemaal onzekerheden, maar niet zoveel anders dan wat vaak speelt bij ingrijpende maatschappelijke en politieke beslissingen, en wellicht zelfs bij sommige grote bedrijfsbeslissingen. Het is in feite ook de methodiek die de laatste jaren gangbaar was en is bij het beoordelen van grote investeringsprojecten door eerst de Commissie van Wijzen en nu NWO, waarbij het CPB betrokken is om de economische betekenis of de maatschappelijke kosten en baten te toetsen.

2.3.3 Derde functie van wetenschap: agenderen

Wetenschappelijke inzichten leiden er vaak toe dat het besef groeit bij de bevolking, politici, bedrijven en maatschappelijke groeperingen, dat samenlevingen voor vraagstukken staan met een niet eerder voorziene grote maatschappelijke en economische impact. Met andere woorden, een maatschappelijke agenda wordt gezet, met vaak grote economische gevolgen en leidend tot verdere uitdagingen voor onderzoekers. Sinds wetenschappers in de jaren tachtig van de vorige eeuw, na de herontdekking ervan in de jaren vijftig, openlijk begonnen te spreken over bewijzen van door menselijke activiteiten veroorzaakte broeikaseffecten, is klimaatverandering niet meer weg geweest van de politieke agenda (Waert, 2003). Het International Panel on Climate Change, klimaatverdragen, CO₂-emissiehandel, economische berekeningen van de kosten van voorzorgbeleid en VN-klimaatconferenties vragen voortdurend om aandacht. De ontdekking van de aantasting van de ozonlaag door chloorfluorkoolstofverbindingen (CFC's) door onder andere de Nederlandse Nobelprijswinnaar Paul Crutzen was ook een voorbeeld dat op heel korte termijn tot een wereldwijd verbod op drijfgassen heeft geleid. De ontdekking van kernsplijting net voor de Tweede Wereldoorlog luidde een nieuw tijdperk in met grote politieke, economische, maatschappelijke en ethische implicaties. Er zijn vraagstukken op de politieke en maatschappelijke agenda gezet die daarvoor niet of heel anders bestonden, denk aan non-proliferatie, veiligheid van energievoorziening, geopolitieke verhoudingen, enzovoort. Een mogelijke inslag van planetoïden is weer een ander voorbeeld. Goed voorspellen en wereldwijd mogelijkheden verkennen om tijdig maatregelen te nemen zijn serieuze punten van aandacht. Freud past ook in deze categorie en de lijn valt wellicht door te trekken naar Kahnemann en Tversky, die aan het licht brachten dat er significante beperkingen zijn aan oordeelsvorming en besluitvorming door mensen, met grote gevolgen voor politiek en economisch handelen.

2.3.4 Vierde functie van wetenschap: de wereld begrijpen

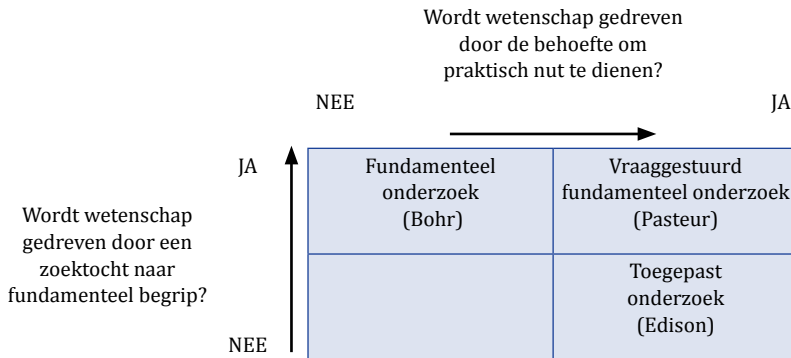
Over de volle breedte van de wetenschappen speelt de motivatie de natuur, de kosmos, de mens, samenlevingen en culturen en historie te begrijpen een grote en buitengewoon belangrijke rol. Het kunnen overbrengen van die fascinatie is een van de belangrijkste bijdragen die onderzoekers kunnen meegeven aan nieuwe generaties. Die jonge generaties zullen uitwaaiëren over onderzoek dat waarde creëert op alle vier de functies. Het is niet voor niets dat de Royal Society in zijn rapport *The Scientific Century: securing our future prosperity* het belang van door nieuwsgierigheid gedreven onderzoek op zichzelf, maar ook voor het opleiden van nieuwe generaties en als basis voor toekomstige welvaart en welzijn onderstreept (Royal Society, 2010). Universiteiten die geen ruimte bieden aan en die niet nadrukkelijk selecteren op onderzoekers die gedreven door nieuwsgierigheid nieuwe inzichten ontwikkelen, nieuwe verbanden leggen en dwars ingaan tegen gevestigde opvattingen in hun eigen vakgebied of over de grenzen van vakgebieden heen, zullen hun aantrekkingskracht voor de meest originele talenten uit nieuwe generaties studenten verliezen. Een samenleving, en dus een overheid, zal die ruimte moeten bieden. Het past niet bij de Europese traditie van grote culturele en maatschappelijke diversiteit, en ook niet bij de Nederlandse traditie van grote tolerantie voor andere denkbeelden, hierop in te leveren. Op hoeveel manieren een samenleving baat heeft bij en verrijkt wordt (want het gaat doorgaans niet over financiële baten) door bijvoorbeeld de humaniora, wordt mooi geïllustreerd door een AWT-rapport over valorisatie in de alfawetenschappen (AWT, 2007). Relevant is ook het rapport *Indicatoren voor Valorisatie* (Van Drooge et al., 2011).

2.4 Niet één soort onderzoek per functie

Het vorenstaande beeld van de functies van wetenschap houdt in dat wetenschap in een veelheid van verhoudingen tot de samenleving kan staan. Het is verleidelijk maar onjuist te proberen onderscheid te maken tussen bepaalde categorieën onderzoek en die te identificeren met afzonderlijke functies. Zo'n onderscheid is dat tussen fundamenteel en toegepast onderzoek. Dat onderscheid wordt nog steeds gemaakt, hoewel er analytisch zeker bezwaren tegen het onderscheid zijn in te brengen. Zo zei de beroemde Nederlandse wiskundige Brouwer ooit, en dat op basis van zijn ervaringen in onderzoek naar de grondslagen van de wiskunde: "Er bestaat alleen toegepaste en nog niet toegepaste wetenschap." Een opvallend voorbeeld zit in de naam van TNO: Nederlandse Organisatie van Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek. Soms wordt het label 'toepassingsgericht' gebruikt, wat in ieder geval meer recht doet aan het gegeven dat veel onderzoek dat het label 'toegepast' onderzoek draagt helemaal geen specifieke kennis toepast op concrete situaties. Vaak is het onderzoek dat in concrete situaties op zoek gaat naar de beste antwoorden. Wat voor de Commissie telt, sluit wellicht het beste aan bij de reden die de European Research Council deed besluiten te kiezen voor 'frontier research' als aanduiding van het soort onderzoek dat hij

financiert: in belangrijk nieuw onderzoek zijn aspecten van wat vroeger fundamenteel en toegepast onderzoek zou heten, vaak onlosmakelijk verstrengeld.

Een veelgebruikt ander onderscheid wordt met name geassocieerd met Donald Stokes, die het volgende schema voorstelde (Stokes, 1997; Dasgupta & David, 1994).



Figuur 2. De Stokes-kwadranten (Stokes, 1997).

Het schema karakteriseert de motivatie voor onderzoek als een zoektocht naar fundamenteel begrip of het willen werken aan concrete vragen of toepassingen. Maar Stokes en anderen wijzen erop dat veel fundamenteel onderzoek is ontstaan uit een probleem dat om een oplossing vraagt. In Stokes' schema worden daarom drie typen wetenschappelijk onderzoek onderscheiden. Puur wetenschappelijk onderzoek houdt zich enkel bezig met het fundamentele begrip: dit kwadrant wordt gepersonifieerd door Bohr. Toegepast onderzoek wordt primair gestuurd door gebruiksmogelijkheden: Edison geeft zijn naam aan dit kwadrant. Onderzoek dat door zowel fundamenteel begrip als gebruiksmogelijkheden wordt gedreven, is weergegeven in het Pasteur-kwadrant. Een substantieel deel van publiek gefinancierd wetenschappelijk onderzoek zal in het Pasteur-kwadrant liggen, maar individuele wetenschappers en onderzoeksgroepen bewegen zich tussen de kwadranten gedurende wetenschappelijke onderzoeksprojecten. Maar ook voor dit schema geldt dat de kwadranten geen eenduidige weergave zijn van de functies van wetenschap.

Er zijn andere nuttige pogingen gedaan om onderzoek te onderscheiden naar de werking van het innovatieproces, waarbij organisaties en individuen de twee uitersten kennisexploratie en kennisexploitatie met elkaar verbinden. Een voorbeeld is de cyclus van 'ontdekking' van Bart Nooteboom (zie Nooteboom, 2000; Nooteboom & Stam, 2008).

Voor de Commissie is een belangrijke conclusie dat waarde, of het nu gaat om economische waarde, betekenis voor het oplossen van maatschappelijke vraagstukken of voor het agenderen van thema's, niet alleen van toegepast onderzoek komt. Ook veel nieuwsgierigheidsgedreven onderzoek blijkt later vaak grote economische betekenis

te hebben of hoogst relevant te zijn voor het aanpakken van maatschappelijke vraagstukken.

Dat heeft alles te maken met een bijzonder kenmerk van wetenschap, te weten 'serendipiteit': iets vinden zonder er expliciet naar op zoek te zijn. Pasteur drukte het iets anders, en wellicht herkenbaarder uit: goede wetenschappers hebben een '*prepared mind*'; ze staan open voor het onverwachte, ook voor contra-intuïtieve mogelijkheden. De ontdekking van penicilline is een goed voorbeeld. Daar werd niet naar gezocht, want niemand vermoedde het bestaan ervan. Alexander Fleming ontdekte penicilline toen hij bezig was met onderzoek naar bacteriën en een gedeelte van zijn voedingsbodems verontreinigd raakte met een schimmel. Orale anticonceptiemiddelen en interferon (een antiviraal middel) zijn andere voorbeelden van serendipiteit uit de wereld van geneesmiddelen. De ontdekking van hogetemperatuursupergeleiding die het in principe mogelijk maakte de grote voordelen van supergeleiding (met name het feit dat elektrische stromen in een supergeleider geen weerstand ondervinden) bij veel hogere temperaturen dan nu te benutten, kwam ook toevallig, toen de IBM-onderzoekers naar iets anders zochten.

Het onverwachte van grote wetenschappelijke doorbraken wordt verder onderstreept door het feit dat dergelijke doorbraken niet voldoen aan een normaalverdeling (ook bekend als de 'gaussische verdeling' of 'klokcurve'), maar statistisch gezien een verdeling met een lange staart volgen. Dat wil zeggen dat doorbraken met een ongehooflijk grote impact (wederom maatschappelijk en economisch) niet vaak voorkomen, maar, zo leert de ervaring, niet veel minder vaak dan belangrijke en ook zeldzame nieuwe inzichten, die juist aan het begin staan van een wetenschappelijk traject. Het feit dat de impact zo vele malen groter is, betekent ook dat het effectief op nul zetten van de kans erop van een zeer schadelijke behoudzucht zou getuigen.

De Commissie wijst nog op een ander fenomeen. Wetenschappelijke doorbraken met enorme economische en maatschappelijke waarde zijn vaak ook een combinatie en opeenvolging van relatief kleine wetenschappelijke stappen die op een zeker ogenblik tot revolutionaire nieuwe mogelijkheden leiden. Een voorbeeld vormen de doorbraken op het gebied van *genomics*: Watson en Crick bepaalden de structuur van DNA en lieten zien hoe DNA informatie opslaat en doorgeeft. Begin jaren zeventig van de vorige eeuw kwamen de eerste technieken voor genetische modificatie beschikbaar. Het menselijk genoom werd eind jaren negentig bepaald. Andere '-omen' zoals het proteoom (de eiwitten) volgden. Er kwam het inzicht dat niet alleen kennis van genen, maar vooral ook van genexpressie van cruciaal belang is. De Battelle-studie (Battelle, 2011), aangehaald door president Obama in de State of the Union 2013, becijferde dat \$1 federale investeringen in het ontrafelen van het menselijk genoom al \$140 zou hebben opgeleverd. Maar zonder de lange reeks van zojuist gememoreerde doorbraken in het genetische onderzoek was dit allemaal niet mogelijk geweest. De doorbraken in vastestoffysica die op basis van de kwantummechanische inzichten van honderd jaar geleden hebben geleid tot de moderne elektronica, optische technologieën voor communicatie en toepassingen van supergeleiding zijn andere goede voorbeelden.

Nieuwe onderzoeksinfrastructuren, doorgaans gebaseerd op onderliggende fundamentele inzichten, spelen een grote rol bij het inslaan van nieuwe wegen met vergaande consequenties. Magnetische resonantietechnieken en hun rol bij de neurowetenschappen bijvoorbeeld. Ook de lasers zijn een mooi voorbeeld. En niet te vergeten computers. Zelfs Thomas Watson, directeur van IBM in de jaren vijftig van de vorige eeuw, had indertijd niet door hoe belangrijk computers zouden worden. Het belang van computers en informatie werd toen dus ook niet meegenomen in economische modellen. Dat had alleen gekund als men er rekening mee had gehouden dat zo nu en dan dit soort historische doorbraken optreden. En synchrotronstralings- en neutronenbronnen zijn ook rechtstreeks terug te voeren op de grote doorbraken in de kern- en deeltjesfysica uit de vorige eeuw, aangevuld met continue vervolgdorbraken. Datagedreven wetenschap is het nieuwste paradigma dat vergelijkbare doorbraken belooft als die optraden door nieuwe instrumentatie (Wood et al., 2010). Hetzelfde lijkt op te gaan voor de systeembioïogie. Het rapport *A Strategic Vision for the UK e-Infrastructure*, geschreven door een vicepresident van Unilever Research & Development (Tildesley, 2011) laat zien hoe publieke investeringen in deze infrastructuur voor datagedreven wetenschap ook zullen leiden tot grote private investeringen.

Voor zover er dus een onderscheid gemaakt kan worden, is dat eerder tussen een meer toepassingsgerichte context en een meer theoriegestuurde context. De ervaringen uit grote onderzoeksprogramma's leren dat in beide contexten het accent meer op fundamentele vragen of meer op praktische vragen kan liggen – en vaak is het een mix van beide. Bij het ontwerp van dergelijke onderzoeksprogramma's is het tegenwoordig ook steeds meer de vraag wat een goede balans is (Arnold & Giarracca, 2012). De Commissie herhaalt dat voor haar vooropstaat dat langetermijngericht onderzoek (steeds vaker verbonden met grootschalige investeringen in infrastructuur), onverwachte doorbraken en over een reeks van jaren verzamelde samenhangende inzichten op verwante onderzoeksterreinen cruciaal zijn voor het realiseren van waarde op alle dimensies van wetenschap.

2.5 Conclusie

Vandaag de dag is de betekenis van wetenschap evident. Wetenschap en technologie hebben in de negentiende eeuw een huwelijk gesloten (Landes, 1969) en daarmee is de economische betekenis van wetenschap steeds beter in kaart gebracht. De maatschappelijke baten van het publiek investeren in wetenschap zijn echter niet altijd makkelijk te duiden, de kosten in de huidige wijze van begroten des te beter. Individuele bedrijven in hightech-sectoren geven soms meer uit aan R&D dan vergelijkbare overheidsinstanties. Zo is het R&D-budget van ASML groter dan het budget van de TU/e. Het bedrijfsleven ziet blijkbaar voldoende voordeel in R&D om daar miljarden euro's aan uit te geven ter verbetering van de eigen langetermijnwinstpositie. Voor de overheid is het verhogen van de eigen bedrijfsproductiviteit daarentegen slechts één van de redenen om uitbreiding van publieke investeringen in wetenschap te stimuleren.

De Commissie heeft vier functies van wetenschap aangegeven en ook voorbeelden gegeven die geen twijfel laten bestaan over de baten van publieke kennisinvesteringen in publieke goederen, zoals groene energie, duurzaam openbaar vervoer, schoon water, voedsel en gezondheid. Baten die zich niet altijd zullen vertalen in productiviteitswinst, maar in bredere opbrengsten en bijvoorbeeld verbeteringen in de kwaliteit van het leven. Het is voor de Commissie duidelijk dat die baten lastig zijn uit te drukken in een percentage van het bbp, maar er zijn wel degelijk interessante analysemethoden om meer greep te krijgen op die baten, waarbij maatschappelijke kosten-batenanalyses vaak centraal staan.

De Commissie gaat nog een stap verder: wetenschap is een breed en divers fenomeen. En ook al zijn er diverse voorstellen gedaan – en gangbaar – om categorieën te onderscheiden, er wordt eigenlijk altijd bij gezegd dat de grenzen niet scherp zijn en dat beïnvloeding van de ene categorie door een andere geen eenrichtingsverkeer is.

Tegelijkertijd zijn er enkele kenmerken van wetenschap ('serendipiteit', '*a prepared mind*', onverwachte doorbraken, interdisciplinariteit, grote toepassingen vaak pas na een cumulatie van verwante onderzoekskennis, verbindingen die ontstaan door grote onderzoeksinfrastructuur en datavoorzieningen, enzovoort) die maken dat blijven investeren in langetermijnonderzoek voor het realiseren van waarde op elk van de functies van wetenschap cruciaal is. De Commissie heeft in dit hoofdstuk geprobeerd dit met aansprekende voorbeelden duidelijk te maken.

Interessant is trouwens vast te stellen dat opkomende landen een hoge mate van consensus kennen over de noodzaak van publieke investeringen in wetenschap, waarbij wetenschappelijk onderzoek, innovatie en economische ontwikkeling steeds meer als complementair worden gezien.

Natuurlijk is de vraag actueel of bij teruglopende overheidsbudgetten de wetenschap een geprivilegieerde positie kan behouden en ontzien moet worden bij bezuinigingen. Sommige landen beantwoorden die vraag, zoals reeds geïllustreerd in figuur 1 in hoofdstuk 1, met een volmondig 'ja', zoals Duitsland en Zuid-Korea, die de laatste jaren de investeringen in onderzoek en onderwijs stevig opvoerden. Andere landen aarzelen, zoals het Verenigd Koninkrijk, dat de publieke bijdrage aan kennisontwikkeling eerder heeft verminderd. Opvallend blijft dat als regeringsleiders uitspraken doen bij gelegenheid van de Europese Raad, er geen twijfel lijkt over de noodzaak meer te investeren in onderzoek en innovatie.

3 DE BIJDRAGEN VAN WETENSCHAP AAN HET BBP

In dit hoofdstuk ligt de focus op de tweede taakopdracht die de Commissie heeft gekregen, namelijk bijdragen aan de ontwikkeling van instrumenten die de economische waarde van investeringen in wetenschap kwantitatief (econometrisch) kunnen aantonen. Hiermee verschuift de aandacht naar de effecten van wetenschap die meetbaar zijn in de vorm van een bijdrage aan (de groei van) het bbp. Het vorige hoofdstuk indachtig, zal het duidelijk zijn dat dit slechts een beperkte benadering is, die op grote onderdelen van de ‘waarde’ en dus ook van het nut van wetenschap, geen voldoende afspiegeling van het totale effect van investeren in wetenschap biedt. Er is echter wel consensus dat wetenschap een belangrijke bijdrage levert aan innovatie en economische groei. Het vorige hoofdstuk indachtig, zal het duidelijk zijn dat dit slechts een beperkte benadering is die een onvoldoende afspiegeling is van het totale effect van investeren in wetenschap en dus van de ‘waarde’ en het nut van wetenschap. Er is echter wel consensus dat wetenschap belangrijk bijdraagt aan innovatie en economische groei. In dit hoofdstuk brengen we in kaart wat het directe effect van deze bijdrage is.

De modellering van de effecten van kennis – meer in het bijzonder van wetenschappelijke kennis – op economische groei is lastig, omdat deze effecten zich vaak pas op de lange termijn openbaren en omdat een investering in kennis een breed maatschappelijk effect heeft dat verder reikt dan de partijen die in eerste instantie betrokken zijn bij de investering. Bovendien is de manier waarop kennis ontwikkeld wordt uiterst complex (meer investeren betekent niet automatisch meer of betere innovatie) en daardoor niet eenvoudig te beschrijven in termen van inputs (bijvoorbeeld R&D) met een vaste hoeveelheid outputs (bijvoorbeeld octrooien). Daardoor is het type economische modellen dat normaal gesproken als uitgangspunt geldt voor de analyse van investeringsbeslissingen moeilijk toepasbaar op kennis.

De analyse waaraan dit hoofdstuk een bijdrage wil leveren, heeft vaak betrekking op de korte termijn (de conjunctuur) of de middellange termijn (de beleidsperiode voor een kabinet). De doorrekening van de effecten van kabinetsbeleid (of verkiezingsprogramma's) heeft vooral betrekking op deze periodes (bijvoorbeeld "Hoeveel bedraagt het begrotingstekort aan het einde van de kabinetsperiode?"). Op deze manier bezien blijven de positieve effecten van kennisinvesteringen (en andere investeringen) grotendeels buiten zicht, omdat deze zich pas op de langere termijn manifesteren. Publieke investeringen in kennis en onderzoek hebben dan vooral een bestedingseffect, oftewel ze vergroten de overheidsuitgaven. Het beoogde effect op het bbp (en ook op de welvaart in brede zin) treedt pas later op en blijft buiten zicht. Dit effect op lange termijn van kennisinvesteringen, zowel publiek als privaat, is echter wel degelijk te kwantificeren met behulp van macro-economische analyse-instrumenten. Uit econometrische studies blijkt een aanzienlijk effect van kennisinvesteringen op economische groei, hetgeen impliceert dat het achterwege laten van zulke investeringen een belangrijke wissel trekt op het toekomstige bbp.

Dit hoofdstuk richt zich op twee hoofdthema's. Het eerste is de manier waarop het conceptueel kader van de productiefunctie gebruikt kan worden om de invloed van publieke kennisinvesteringen te modelleren en te meten. Het tweede thema is hoe de variëteit van de schattingen die deze methode oplevert te interpreteren is. In dit laatste verband besteden we speciale aandacht aan absorptiecapaciteit. Dit is een factor die vooral voor een klein land als Nederland van groot belang is. Met name uit het laatste blijkt ook dat het een te simpele voorstelling van zaken is dat uitstel van kennisinvesteringen nu, ingehaald kan worden in betere tijden. De absorptiecapaciteit van kennis is onderhevig aan ernstige erosie als deze niet op peil wordt gehouden.

3.1 De plaats van kennis en wetenschap in economische theorieën en modellen

3.1.1 Kennis en het innovatiesysteem

Bij het investeren in R&D zijn niet alleen machines en arbeid van belang, maar vormt vooral ook al bestaande kennis die in het verleden is opgebouwd een belangrijke productiefactor. Een onderzoeker gebruikt kennis die al eerder door hemzelf of door andere onderzoekers ontwikkeld is. Daarbij spelen verschillende soorten kennis verschillende rollen. Zo wordt bijvoorbeeld de meer theoriegestuurde wetenschappelijke kennis waarover sprake is in hoofdstuk 2 traditioneel geproduceerd met het doel deze vrijelijk beschikbaar te maken, terwijl de meer toepassingsgerichte kennis uit een R&D-afdeling van een bedrijf vaak geheim wordt gehouden. Wetenschappelijke kennis krijgt zo de vorm van een quasipubliek goed, terwijl de kennis van een bedrijf eerder als een *'club good'* beschouwd kan worden.

De markt is slechts voor een deel in staat de maatschappelijk gewenste hoeveelheid kennis te produceren en toe te passen; dat deel betreft vooral de privaat

gefinancierde R&D. De overheid corrigeert door aanvullende publieke R&D, de financiering van hoger onderwijs en door subsidies of belastingfaciliteiten voor private R&D.

Omdat bestaande kennis het R&D-proces effectiever maakt, is de manier waarop kennis uitgewisseld wordt in de economie van invloed op de effectiviteit van R&D-investeringen. Een doel van publieke R&D is kennisinput te genereren voor het bedrijfsleven, dat op die manier kan innoveren en daarmee de productiviteit kan verhogen. De theorie van innovatiesystemen (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993) analyseert hoe deze kennisuitwisseling werkt en van invloed is op de economie.

In deze analyses wordt niet langer een model gehanteerd waarbij technologische vooruitgang en innovatie volgens een vast, lineair proces verlopen. In zo'n lineaire wereld staat investeren in wetenschap (door middel van publieke middelen) aan het begin van het innovatieproces. Deze wetenschappelijke kennis wordt vervolgens door ingenieurs (in het bedrijfsleven en de technische universiteiten) toegepast op concrete technologie die ingezet kan worden om de behoeften van gebruikers te bevredigen. Ten slotte ontwikkelen bedrijven deze technologie verder en komt eerst een inventie (technische creatie) en dan een innovatie (commerciële toepassing van de inventie) tot stand. Uiteindelijk zorgt een diffusieproces ervoor dat de innovatie zich verspreidt door de economie en daarmee wordt het effect op het bbp voel- en meetbaar.

Deze lineaire voorstelling van zaken mist een belangrijk aspect van het innovatieproces: de totstandkoming van kennis is veelal interactief (Kline & Rosenberg, 1986) en de manier waarop de interactie tussen spelers in het innovatiesysteem is georganiseerd, is van grote invloed op de efficiëntie van het systeem. De spelers in het publiek gefinancierde deel van het innovatiesysteem (universiteiten, publieke kennisinstellingen) hebben verschillende directe en indirecte banden met de private spelers (bedrijven) en deze banden beïnvloeden zowel hun onderzoeksagenda als de manier waarop ze hun onderzoek uitvoeren. Wetenschap krijgt daarmee een richting die niet puur gedreven wordt door nieuwsgierigheid en bedrijven gaan op zoek naar wetenschappelijke kennis, zelfs wanneer de toepassingsmogelijkheden nog vaag zijn. Bovendien nemen concurrenten een innovatie over en brengen er hun eigen (incrementele) veranderingen in aan.

Publieke kennisinvesteringen worden op deze manier onderdeel van een breder, interactief, innovatiesysteem, in plaats van puur een startpunt voor technologische ontwikkeling. Wetenschapsbeleid en innovatiebeleid raken op deze manier verweven. Investeren in wetenschap krijgt een interactieve systeemtaak. Ook absorptiecapaciteit, een begrip dat in paragraaf 3.2 nog verder zal worden uitgewerkt, is onderdeel van deze systeemtaak. Een belangrijk gedeelte van het innovatie- en wetenschapsbeleid is vanuit dit gezichtspunt gericht op interactie, bijvoorbeeld via de zogenoemde technologische topinstituten en maatregelen die zijn gericht op interactie tussen universiteiten en bedrijven.

Een overzicht van de diverse manieren waarop de interactie tussen (semi)publieke kennisinstellingen en private bedrijven plaatsvindt, wordt gegeven door Hughes en Martin (2012).¹⁰ Deze studie is gericht op het Verenigd Koninkrijk, maar is ook voor Nederland in algemene zin relevant. Hughes en Martin onderscheiden verschillende kanalen waarlangs publiek gefinancierd onderzoek invloed heeft op innovatie en de productiviteit van het bedrijfsleven. Deze kanalen zijn het beschikbaar maken van kennis via publicaties, het opleiden van afgestudeerden die aan het werk gaan in het bedrijfsleven, contractonderzoek door universiteiten voor het bedrijfsleven, het creëren van start-ups door studenten of medewerkers van universiteiten en het deelnemen van universiteiten en universiteitsmedewerkers aan netwerkactiviteiten waaraan ook bedrijven deelnemen.

De rol van universiteiten en andere publiek gefinancierde kennisinstellingen is hiermee breed en veelomvattend. In de wetenschappelijke literatuur zijn daarom in toenemende mate studies te vinden die proberen via een bredere benadering de impact van wetenschap te bepalen. Hughes en Martin (2012) refereren bijvoorbeeld veelvuldig aan het *'payback framework'*, een methode die in de medische wetenschappen, maar ook meer recentelijk nog in de geesteswetenschappen, wordt gebruikt om de uitkomsten van gesubsidieerd wetenschappelijk onderzoek te toetsen.¹¹ Deze *'payback'*-methode is een *'case study'*-methode die de invloedrichtingen van gesubsidieerd onderzoek en de verschillende aanvullende investeringen die hiervoor nodig zijn gedetailleerd in kaart brengt. Verschillende toepassingen van de *'payback'*-methode komen tot indrukwekkende rendementen van publiek gefinancierd (medisch) onderzoek.

Wat deze case studies interessant maakt, is dat ze allemaal bevestigen dat het mogelijk is de waarde van wetenschap te identificeren, maar dat het meten vaak bemoeilijkt wordt doordat er vaak een flink aantal jaren zit tussen een wetenschappelijke ontdekking en de eerste toepassing daarvan. De studies tonen ook aan dat in het algemeen niet alleen de investeerder of het land dat geld gestoken heeft in het initiële onderzoek profiteert van de investering, maar vooral bedrijven die de technologie toepassen en de gebruikers van hun producten. Bovendien, gedetailleerde case studies vormen de basis van deze analyses en brengen verschillende kwalitatieve en kwantitatieve output of terugverdienindicatoren voort om de verschillende stadia van onderzoeksprojecten te beoordelen: van onderzoeksprojecten, publicaties, andere procesuitkomsten naar bredere effecten op de gezondheidszorg. Deze en andere methoden die een breder nut van wetenschap hebben proberen te meten, hebben wel als nadeel dat ze erg arbeidsintensief zijn. Daarnaast richten deze methoden zich vaak op slechts

10 Zie ook hoofdstuk 2, paragraaf 2.2 en Martin et al. (1996) en Salter en Martin (2001).

11 Er is ook al een poging gedaan om het *'payback framework'* toe te passen op de Nederlandse situatie (Oortwijn et al., 2008). Bredere toepassing van de *'payback'*-methode op publiek gefinancierde onderzoeksprojecten zou volgens de onderzoekers op lange termijn tot interessante nieuwe inzichten kunnen leiden en de bepaling van de impact van wetenschap kunnen verbeteren.

één of soms enkele projecten, waardoor een algemene analyse van publieke kennisinvesteringen buiten bereik van de onderzoekers blijft.¹²

3.1.2 Kennis en de productiefunctie

Is het mogelijk om de complexe dynamiek van innovatiesystemen en de effecten van publieke kennisinvesteringen op het bbp op een kwantitatieve en wetenschappelijk verantwoorde manier in kaart te brengen? Hiervoor kunnen we terugvallen op de uitgebreide (macro-)economische literatuur die de invloed van investeringen op economische groei analyseert. Theoretisch gezien is het simpelste voorbeeld hiervan het model van Nobelprijswinnaar Robert Solow. Het belangrijkste element van dit model is de productiefunctie, een mathematische relatie tussen de productiewaarde (het bbp) en de productiefactoren arbeid en kapitaal (Solow, 1956). Hoe efficiënt die productiefactoren zijn (hoeveel er per eenheid productiefactor geproduceerd wordt) hangt af van de stand van de techniek, oftewel kennis. In het model van Solow wordt die bijdrage van kennis nog als een exogene grootheid beschouwd (*'manna from heaven'*). Solow hield geen rekening met het idee dat kennis in het innovatiesysteem geproduceerd wordt en dat bedrijven en kennisinstellingen bewust investeren in kennisproductie.

De productiefunctie van het Solow-model kan gebruikt worden om de bijdrage van kennis empirisch te berekenen als een groeiresidu, genaamd 'totale factorproductiviteit' (TFP) (Tinbergen, 1941). Dit vormt de basis voor de economische literatuur over groeirekeningen, die wij verderop nog nader zullen bespreken. De conclusie uit deze empirisch georiënteerde literatuur, die vooral in de jaren zestig van de vorige eeuw werd gepubliceerd, is dat kennis, ook in de vorm van menselijk kapitaal, de belangrijkste bron van economische groei is. De invloed van kennis op economische groei kwam ook centraal te staan in de empirische analyse van de crisis van de jaren zeventig van de vorige eeuw (onder andere Freeman et al., 1982).

Aanvankelijk negeerde de theoretische literatuur over formele groeimodellen de empirische inzichten over technologie, maar toen rond 1990 diverse economen (onder meer Romer, Lucas, Aghion en Howitt) aandacht begonnen te schenken aan kennis, werd snel duidelijk dat de exogene technologische vooruitgang van Solow vervangen kon worden door een model waarin investeringen in kennis (zowel in menselijk kapitaal als in R&D) de motor van economische groei vormen. In deze 'nieuwe groeitheorie' staat net als in het Solow-model de productiefunctie centraal. Een belangrijk kenmerk van deze productiefunctie uit de 'nieuwe groeitheorie' is dat kapitaal (gebouwen, machines) afnemende meeropbrengsten heeft. Dit is een belangrijk principe uit de micro-economie, dat de basis vormt voor het economische model van marktwerking. In het kader van de groeitheorie heeft het principe van afnemende meeropbrengsten echter als gevolg dat investeringen in kapitaal op de lange termijn niet meer tot een

¹² Zie ook de beschouwing in hoofdstuk 2, paragraaf 2.3 over het meten van de bredere impact van wetenschappelijk onderzoek.

hogere productiewaarde leiden en economische groei dus niet meer mogelijk is. Solow loste dit probleem op door exogene technologische vooruitgang te veronderstellen.

In de nieuwe groeimodellen wordt uitgegaan van het idee dat kennis, als publiek goed, non-rivaal is (Arrow, 1959), waardoor het probleem van de afnemende meeropbrengsten op een elegantere manier wordt opgelost. Non-rivaliteit betekent dat één enkel idee door verschillende mensen tegelijk gebruikt kan worden, zonder dat er afnemende meeropbrengsten zijn (denk bijvoorbeeld aan een wiskundig principe als de stelling van Pythagoras: twee wiskundigen kunnen dit idee onafhankelijk van elkaar gebruiken zonder dat het gebruik door de een de ander op enige manier limiteert). Deze non-rivaliteit zorgt ervoor dat kennis zich verspreidt “like fire, expansible over all space, without lessening their density in any point” (Thomas Jefferson, 1813).¹³

De nieuwe groeimodellen nemen kennis op als een extra productiefactor. De non-rivaliteit van kennisinvesteringen (R&D) leidt tot externaliteiten die op macroniveau tot toenemende meeropbrengsten leiden en positieve groei op de lange termijn mogelijk maken.

3.1.3 Empirische inzichten over de relatie tussen kennis en groei van het bbp

De productiefunctie is behalve een belangrijk theoretisch instrument ook het belangrijkste empirische gereedschap om de invloed van R&D-investeringen op de langetermijngroei te kwantificeren. Er bestaat een uitgebreide empirische literatuur die op deze manier de invloed van kennis (R&D en onderwijs) analyseert. Voor R&D ligt in deze literatuur de nadruk op R&D in de private sector, maar er zijn ook diverse studies die inzichten verschaffen in de effecten van R&D in de publieke sector.

In grote lijnen kan men twee benaderingen onderscheiden bij het meten van de invloed van investeringen in kennis met behulp van de macro-economische productiefunctie:

1. In de eerste benadering wordt door middel van statistische schattingen (regressie-analyse) de invloed van investeringen in R&D op de groei van het bbp vastgesteld. De schatting van deze relatie kan worden verfijnd door middel van meer gecompliceerde regressievergelijkingen waarin meerdere variabelen en condities worden opgenomen.

13 De volledige quote van Thomas Jefferson is: “He who receives ideas from me, receives instruction himself without lessening mine; as he who lights his taper at mine receives light without darkening me. That ideas should freely spread from one to another over the globe, for the moral and mutual instruction of man, and improvement of his condition, seems to have been peculiarly and benevolently designed by nature, when she made them, like fire, expansible over all space, without lessening their density in any point, and like the air in which we breathe, move, and have our physical being, incapable of confinement or exclusive appropriation.”

2. In de tweede benadering worden de bijdragen van R&D en andere investeringen die tot innovatie leiden, vastgesteld binnen het kader van een vooraf vastgestelde productiefunctie. In deze groeirekeningenbenadering wordt de toename in elke input gewogen met een wegingsfactor die doorgaans wordt ontleend aan het aandeel van beloning voor deze input in de toegevoegde waarde.

Wat de eerste benadering betreft, de regressieanalyses, bestaat er een aanzienlijke empirische literatuur over de relatie tussen R&D en productiviteitsgroei (voor overzichtsstudies zie Mohnen & Hall, 2013; Raymond et al., 2013). Deze studies richten zich zowel op het macroniveau (landen) als op het microniveau (bedrijven). Een belangrijk thema in deze literatuur zijn R&D-*spillovers*, dat wil zeggen de effecten van R&D-investeringen op andere bedrijven dan de investeerder zelf. Als de regressies betrekking hebben op individuele bedrijven, kunnen dit soort R&D-*spillovers* alleen opgespoord worden door zowel de R&D-investeringen van het bedrijf zelf als die van de andere bedrijven (samen) in de regressievergelijking op te nemen. Op macroniveau komen binnenlandse R&D-*spillovers* terecht in de coëfficiënt voor de totale nationale R&D-uitgaven. Het schatten van internationale R&D-*spillovers* in deze modellen vereist weer het meenemen van R&D-uitgaven van andere landen (Coe & Helpman, 1995; Verspagen, 1997). Ook gegevens over patenten (als een van de mogelijke outputs van het R&D-proces) en gegevens uit zogenoemde innovatie-surveys worden gebruikt om productiviteitsgroei van bedrijven en landen te verklaren.

Voorbeelden van studies die zich op publieke kennisinvesteringen richten, zijn Adams (1990), Bassanini et al. (2001), Guellec & Van Pottelsberghe (2004), Coe et al. (2009) en Donselaar (2011). De methodologie van Adams (1990) is door Verspagen (2004) toegepast op Nederland. Adams gebruikt het aantal wetenschappelijke publicaties als een indicator van het publieke goed 'kennis', dat gebruikt kan worden door onderzoekers in universiteiten en andere kennisinstellingen en bedrijven. De mate waarin publieke kennis bijdraagt aan de productiviteit van de private sector (bedrijven) hangt af van de investeringen door bedrijven zelf (gemeten door het aantal aangestelde R&D-werknemers) en van *spillovers* van andere bedrijven en kennisinstellingen. Adams (1990) komt tot de conclusie dat schommelingen in het aantal publicaties met een vertraging van ongeveer twintig jaar doorwerken in industriële productiviteit. Door ontwikkelingen in de ICT na 1990 is deze vertraging mogelijk korter geworden, maar de studie van Adams toont wel aan dat de invloed van publieke kennisinvesteringen een zaak van de lange termijn is. Verspagen (2004) komt op basis van de methodologie van Adams tot een schatting van ongeveer 59% voor het langetermijnrendement van publieke kennisinvesteringen.

Guellec en Van Pottelsberghe (2004) geven een directer inzicht in de invloed van R&D-investeringen, omdat zij de R&D zelf als hun onafhankelijke variabele nemen. Zij onderscheiden zowel private als publieke R&D (en ook buitenlandse R&D om *spillovers* uit het buitenland te meten). Hun belangrijkste conclusie is dat publieke R&D een positieve invloed heeft op langetermijnproductiviteit en dat deze invloed qua omvang vergelijkbaar (of zelfs iets groter) is dan de invloed van private R&D. Het

model van Guellec en Van Pottelsberghe is een panelregressie voor zestien landen, waaronder Nederland. Meer recentelijk vond Donselaar (2011) op een soortgelijke wijze bewijs dat publieke investeringen in R&D een effect hebben op de productiviteit in de private sector. Andere studies (bijvoorbeeld Bassanini et al., 2001; Coe et al., 2009) vinden geen of zelfs een negatieve invloed van publieke R&D op de groei van het bbp.

De precieze resultaten in deze macro-econometrische studies lijken af te hangen van de specificatie van het econometrische model en de definitie van de variabelen. Een studie die specifiek op de Nederlandse context gericht is en die met lange tijdreeksen verschillende econometrische modellen vergelijkt, zou een welkome aanvulling zijn op de beschikbare beleidsrelevante kennis over de invloed van publieke R&D op de groei van het bbp.

Volgens de tweede benadering (groeirekeningen) wordt de bijdrage van de inputs in het productieproces traditioneel bepaald op basis van de inkomensandelen in de nationale rekeningen. Die aanpak heeft duidelijk zijn beperkingen, omdat de gewichten gebaseerd zijn op veronderstellingen van afnemende meeropbrengsten en constante schaalopbrengsten. Beide veronderstellingen zijn onwaarschijnlijk voor kennis in het algemeen en wetenschappelijke kennis in het bijzonder. Bovendien is de bijdrage van kennis moeilijk expliciet te maken in de traditionele groeirekeningen, die normaliter alleen bijdragen van de productiefactoren arbeid en kapitaal meten. Voor de kennisfactor is daarom een uitbreiding van de groeirekening nodig met het begrip 'immaterieel kapitaal'. Om nieuwe kennis te genereren wordt geïnvesteerd in allerlei typen immateriële investeringen, waaronder onderwijs, wetenschap en R&D. Behalve de directe bijdrage van immaterieel kapitaal aan groei is immaterieel kapitaal ook van groot belang ter versterking van het absorptievermogen van de economie (zie paragraaf 3.2).

In de afgelopen jaren heeft de economische literatuur rondom het belang van investeringen in immaterieel kapitaal een enorme vlucht genomen. Immaterieel kapitaal kan worden onderverdeeld in drie categorieën: (1) digitale informatie, inclusief software en databestanden, (2) innovatieve investeringen, inclusief R&D, ontwerpen en andere vormen van innovatief kapitaal (bijvoorbeeld octrooien) en (3) economische vaardigheden, inclusief marketing en branding, bedrijfsopleidingen en organisatorische veranderingen (Corrado et al., 2009). Voor Nederland worden deze metingen sinds de late jaren negentig van de vorige eeuw met regelmaat uitgevoerd door het CBS (Van Rooyen-Horsten et al., 2008a, 2008b). Door de verrijking van de productiefunctie met immateriële investeringen wordt duidelijker dat de nadruk in de kennis-samenleving van vandaag nadrukkelijk in de richting van investeringen in kennis en innovatie is verschoven. Tot op heden worden immateriële activa echter voornamelijk als lopende uitgaven geboekt in nationale boekhoudingen, terwijl het veel logischer zou zijn deze uitgaven als investeringen te boeken, omdat ze economische waarde

creëren (Goodridge et al., 2013; Van Ark & Jäger, 2010).¹⁴

Recent onderzoek van Goodridge et al. (2013) laat via econometrische berekeningen zien dat de gemeten groei van reële toegevoegde waarde van de private sector in het Verenigd Koninkrijk wordt onderschat met 1,6% door het weglaten van immateriële activa. Ongemeten immateriële activa maken volgens hen dus deel uit van de verklaring van de paradox van lage productiviteitsgroei ondanks hoge investeringen in innovatie (de zogenoemde productiviteitspuzzel). Voor Nederland is berekend dat voor de periode 1995-2008 van de gemiddelde 3% economische groei per jaar 1,4% afkomstig was van een toename in immaterieel kapitaal (Van Ark & Jäger, 2010).

Tot op heden heeft de nadruk in het beleidsonderzoek over het algemeen gelegen op de investeringen in immaterieel kapitaal in de private sector en niet op investeringen in de publieke sector, waartoe het wetenschappelijk onderzoek behoort. Recentelijk is er een begin gemaakt met het meten van de output van immateriële investeringen in de publieke sector, waarbij ook andere immateriële publieke vaste activa, zoals publieke R&D en onderwijs, worden meegenomen (Minne, 1995; Van Ark & Jäger, 2010). De uitdagingen om de bijdrage van publieke investeringen te meten zijn aanzienlijk groter dan die voor private investeringen in immateriële activa, onder andere vanwege de noodzaak om de complementariteit tussen private en publieke R&D te bepalen.

3.1.4 Beleidsanalyse met behulp van macro-economische R&D-modellen

De macro-economische regressiemodellen die R&D-investeringen centraal stellen als verklaring voor de toename van het bbp kunnen een goede basis vormen voor beleidsanalyses zoals die onder meer door het CPB uitgevoerd worden. De tijdshorizon die in deze analyses gehanteerd wordt, is echter van cruciaal belang. De analyse van het CPB heeft bijvoorbeeld vaak betrekking op de korte termijn (conjunctuur) en middellange termijn (de beleidscyclus). Hierbij staat de doorwerking van bepaalde maatregelen op microniveau op belangrijke economische variabelen centraal. In deze modellen zijn geen verklarende relaties opgenomen tussen kennisinvesteringen in bijvoorbeeld publieke R&D en andere immateriële activa en het bbp. De in de vorige paragraaf beschreven regressieanalyses en groeirekeningen creëren wél ruimte voor (publieke)

14 In tegenstelling tot de theoretische productiefunctie, die een ex ante beschrijving geeft van de relatie tussen productiefactoren en productie, gaan empirische productiefuncties uit van een historisch waargenomen verband tussen de variabelen. Dit levert beperkingen op met betrekking tot de interpretatie van voorspellingen, omdat de samenhang tussen de productiefactoren voortdurend verandert en daarmee van directe invloed is op de stand van de techniek, en daarmee op de productiviteit die in de empirische productiefunctie ex post wordt vastgesteld. Dit endogeniteitsprobleem binnen de productiefunctie kan deels worden ondervangen door het expliciet opnemen en meten van variabelen in de productiefunctie die de stand van de techniek bepalen en het absorptievermogen meten. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van meer gedetailleerde maatstaven van fysieke en met name immateriële investeringen, die hierna worden besproken.

kennisinvesteringen als een verklarende variabele van economische groei, waarbij de toekomstige groei van de economie wordt verklaard door middel van kennisinvesteringen. Daarbij gaat het om de gemiddelde structurele groei over een langere periode van jaren.

Verwacht mag worden dat zowel de methode van groeirekeningen als die van regressieanalyses een waardevolle bijdrage kan leveren aan het creëren van inzicht in de invloed van publieke kennisinvesteringen op de langetermijngroei van de Nederlandse economie in termen van het bbp. De methode van groeirekeningen is bij uitstek geschikt om een *ex post* beeld te geven, terwijl regressieanalyse juist gebruikt kan worden om beleidsplannen te analyseren. Beide methoden hebben cruciale parameters (elasticiteiten, of *rates of return*) opgeleverd die investeringen in publieke R&D kunnen vertalen naar economisch rendement (of groei). In de groeirekeningenmethode kunnen deze parameters uit de Nationale Rekeningen gedestilleerd worden. Voor een betrouwbare analyse op basis van regressieanalyse kan verwezen worden naar de diverse bijdragen in de literatuur die een statistisch significant verband tussen R&D-investeringen en economische groei aantonen. Voor de Nederlandse context is een gedetailleerde studie nodig die de specifieke Nederlandse factoren meeneemt. De benodigde expertise voor zo'n studie is bij het CPB, maar ook bij andere Nederlandse economen, zeker aanwezig.

Het feit dat de econometrische literatuur een variëteit van parameterwaardes oplevert voor de relatie tussen economische groei en kennisinvesteringen is geen reden te twijfelen aan de betrouwbaarheid van deze methode. In dit verband is de observatie van Hall et al. (2009) van belang: "We would like to caution the reader that the 'return' to R&D is not an invariant parameter, but the outcome of a complex interaction between firm strategy, competitor strategy, and a stochastic macro-economic environment, much of which is unpredictable at the time the firm chooses its R&D programs. Therefore, there is no reason to expect estimates of the *ex post* returns to be particularly stable over time or across sectors or countries. And in the case of social returns, they are not even tied to some cost of capital. ... keep in mind that the measurement process is not a search for a 'scientific constant'."

Hoewel dit citaat betrekking heeft op private R&D-investeringen, geldt dezelfde redenering, wellicht zelfs in sterkere mate, voor publieke R&D. De (econometrisch geschatte) macro-economische relatie tussen publieke R&D, private R&D en economische groei is een samenvatting van diverse complexe processen in het innovatiesysteem en op microniveau. Variaties in het innovatiesysteem (tussen landen) zullen dus ook leiden tot variaties in de geschatte parameters in de macro-economische modellen over de invloed van R&D. Omdat overheidsbeleid een belangrijk onderdeel van het innovatiesysteem is, zullen ook variaties in overheidsbeleid leiden tot variaties in de elasticiteiten of *rates of return* van publieke investeringen in R&D. Deze variatie is geen reden te concluderen dat deze macrostudies onbetrouwbaar zijn, maar eerder een uitgangspunt om de effecten van beleid in de toekomst beter te kunnen analyseren.

De econometrisch georiënteerde ('*evidence-based*') beleidsliteratuur heeft in het laatste decennium een sterke focus op het microniveau ontwikkeld. Deze focus is veelal het gevolg van econometrische overwegingen. Op het microniveau is het duidelijkst vast te stellen of de richting van de causaliteit ook daadwerkelijk van beleid naar prestaties gaat, of dat er effecten zijn die ondanks het ontbreken van die causaliteit tóch tot statistische correlaties leiden. Dat laatste kan het geval zijn als bijvoorbeeld sprake is van selectie-effecten. Als, bijvoorbeeld, individuen sterk verschillen in 'intrinsieke' motivatie en een sterke motivatie zowel kan leiden tot meer scholing als tot een hoger loon, zou men op basis van een oppervlakkige statistische analyse kunnen concluderen dat meer scholing tot een hoger loon leidt, terwijl dat causale verband niet bestaat. Door gebruik te maken van microdata en slimme statistische technieken kan dit vermeden worden.

Het is, met andere woorden, het aantonen van causaliteit die de belangrijkste reden is voor de focus op het microniveau. Voor het CPB bijvoorbeeld (Lanser & Van der Wiel, 2011, p. 33) is "(...) de belangrijkste reden voor het niet kunnen kwantificeren (...) het ontbreken van empirische studies die op overtuigende wijze het causale effect van een beleidsmaatregel op innovatie (en wetenschap) aantonen." Het aantal micro-econometrische studies naar de invloed van publieke kennisinvesteringen op economische groei is schaars. Hiervoor zijn echter zeer plausibele redenen aan te geven. Omdat kennisinvesteringen bij uitstek positieve externaliteiten hebben (zie paragraaf 1.2), kan het macro-economische effect ervan juist moeilijk aangetoond worden met de gangbare methoden in de micro-econometrie van beleidsanalyse. Methoden zoals *discontinuity regressions designs* richten zich exclusief op de effecten van beleid op het individuele bedrijf dat de *target* is van het beleid. Bij publieke kennisinvesteringen is zo'n 'targetbedrijf' moeilijk vast te stellen, omdat de beleidsrelatie indirect is.¹⁵ Dit is een van de belangrijkste bevindingen van de hiervoor genoemde '*payback*'-methoden om overheidsbeleid op het gebied van kennisinvesteringen te analyseren.

Tegenover de schaarste aan micro-economische studies staat echter wel een aantal studies die op macro-economisch niveau de uitgaven voor publieke en private uitgaven voor R&D koppelen aan de groei van het bbp. De reeds genoemde studie van Guellec en Van Pottelsberghe (2004) vindt bijvoorbeeld dat een verhoging van de publieke R&D-uitgaven met 1% leidt tot een stijging van de totale factorproductiviteit (bbp) van 0,17% (het getal is 0,13% voor private R&D). Deze studies (zie ook onder andere Donseelaar, 2011) bieden een direct aanknopingspunt om de invloed van publieke kennisinvesteringen op het bbp te schatten, op min of meer dezelfde manier als het CPB reeds

15 Zo is er in de meeste microstudies sprake van een of andere vorm van '*treatment-effecten*'. In dergelijke studies geldt dat het ene bedrijf een *treatment* (subsidie, *tax reduction*, enz.) krijgt en het andere niet, en men probeert te onderzoeken of, en in hoeverre, deze *treatment* een effect heeft. Bij publieke R&D gaat het echter niet zozeer over het effect op degene die de *treatment* krijgt, bijvoorbeeld de universiteit, maar op een andere entiteit, bijvoorbeeld een bedrijf dat de kennis gebruikt die de universiteit met die publieke middelen genereert. Dat is wat bedoeld wordt met een 'indirecte' relatie. In sommige gevallen kan men zo'n indirecte relatie observeren (bijvoorbeeld door middel van een speciale survey), maar in veel gevallen niet.

de beleidsplannen voor onderwijs evalueert. Wij komen hierop terug in hoofdstuk 4.

Het pleidooi voor een macro-economische benadering gaat in zekere zin tegen de gangbare focus in. Maar zo'n benadering is te rechtvaardigen, omdat het belang van publieke kennisinvesteringen voor de Nederlandse economie door middel van beschikbaar onderzoek voldoende is aangetoond. Zo blijkt uit een meta-analytische modelstudie van Nijkamp en Poot (2004) dat kennisinvesteringen in vrijwel alle kwantitatieve analyses een positief effect hebben op de economische groei. Bovendien hanteert het CPB deze macro-economische aanpak ook bij het doorrekenen van de invloed van investeringen in onderwijs op de langetermijngroei van de Nederlandse economie. Het gebruiken van deze methode voor investeringen in publieke R&D zou dus ook geen breuk met de gangbare CPB-methoden betekenen.

Tegen de macro-economische benadering wordt soms ingebracht dat ze onvoldoende rekening houdt met de 'endogeniteit' van R&D. Hiermee wordt bedoeld dat R&D-investeringen niet alleen de toekomstige groei van het bbp bepalen, maar ook zelf beïnvloed worden door de bbp-groei. Als de economie groeit, komen er meer middelen ter beschikking om te investeren in R&D. Hoewel dit een standaardargument uit de econometrische tekstboeken is, is de Commissie, om diverse redenen, er niet van overtuigd dat dit een groot probleem vormt voor de beleidsanalyse. Sterker nog: deze bi-directionele causaliteit is eerder een relevant aspect van de kenniseconomie dan een technisch probleem voor het schatten van de invloed van beleid. Ze geeft aanleiding tot een virtueuze¹⁶ cirkel waarin R&D tot groei leidt, groei tot meer R&D leidt, enzovoort. Publieke kennisinvesteringen kunnen deze virtueuze cirkel aanjagen.

De macro-economische aanpak heeft echter ook beperkingen. De te schatten macro-economische relatie is een samenvatting van de complexe processen die zich op microniveau in het innovatiesysteem afspelen. Deze samenvatting geeft geen inzicht in de effecten van beleidsmaatregelen die op detailniveau geïmplementeerd worden. Kort samengevat: de macro-economische aanpak biedt wél inzicht in de langetermijneffecten op economische groei van € 1 miljard extra investeren (of bezuinigen) in publieke R&D, maar biedt geen inzicht in de effecten op economische groei van een beleidsmaatregel die € 1 miljard bestaande publieke R&D-middelen op een andere manier wil inzetten.

Deze beperking zal zich vooral doen voelen bij concrete beleidsvragen, zoals die bijvoorbeeld op tafel liggen bij het doorrekenen van verkiezingsprogramma's. Gezien het grote belang van kennis voor de Nederlandse economie is het echter van belang dat het algemene handvat van de macro-economische R&D-analyse op een zo duidelijk mogelijke wijze aan de politiek aangeboden wordt. Bijvoorbeeld, als de investeringen in publieke R&D die twintig jaar geleden zijn gedaan niet waren gemaakt, hoeveel lager zou het bbp dan nu zijn geweest? Als deze investeringen (bijvoorbeeld) waren

16 Een virtueuze cirkel is vergelijkbaar met een vicieuze cirkel, met dit verschil dat het bij een vicieuze cirkel doorgaans gaat om een ongewenste situatie waar niet of slecht valt uit te breken en dat de term virtueuze cirkel wordt gereserveerd voor situaties met een zichzelf versterkend effect. Een virtueuze cirkel is hier als het ware een spiraal omhoog.

gerealloceerd naar wegen in plaats van naar kennis, wat voor verschil had dat gemaakt voor de economische groei van vandaag? Op deze manier worden het belang en de context van het wetenschapsbeleid duidelijk gemaakt en worden de keuzes helderder gemaakt, die het politieke en maatschappelijke debat voeden.¹⁷

Om beter in staat te zijn concrete beleidsvoorstellen te analyseren kan ook gebruik gemaakt worden van een meso-econometrische schatting, bijvoorbeeld voor sectoren of regio's. Een analyse op het mesoniveau bouwt voort op de exercitie van Adams (1990), maar is verder vrij ongebruikelijk in de literatuur. Hierbij speelt de beschikbaarheid van data een rol.

3.2 De rol van wetenschap ter bevordering van absorptiecapaciteit

De schatting van de bijdrage van kennis aan het bbp die wordt verkregen door een macro-economische benadering van de invloed van publieke R&D op economische groei bevat informatie over de karakteristieken van het innovatiesysteem van het land waar de schatting betrekking op heeft. Voor Nederland is het 'absorptievermogen' van het innovatiesysteem zo'n belangrijke factor. Hoewel hieraan geen directe implicaties verbonden worden voor de onderzoeksagenda zoals die hiervoor geschetst werd, is de rol van het absorptievermogen wel degelijk een belangrijk thema in de beleidsdiscussie. Dit is met name zo, omdat een tijdelijke vertraging in de versterking van de absorptiecapaciteit grote effecten kan hebben voor de absorptiecapaciteit op de lange termijn. Bovendien is een sterke absorptiecapaciteit van groot belang voor de hoogte van de eerder genoemde externaliteiten (zie paragraaf 1.2) van investeringen in R&D.

De positieve bijdrage van kennis aan het bbp, zowel toegepast als fundamenteel, is het gevolg van het gebruik van die kennis en niet alleen van het ontwikkelen van kennis. Daarbij is het van groot belang dat niet alleen de ontwikkelaar de kennis kan gebruiken, maar ook andere bedrijven, personen en instanties. Pas met een breder gebruik van kennis als werkelijk publiek goed, dus niet alleen door de uitvinder of het bedrijf waarvoor deze werkt, wordt het potentieel van kennis volledig benut. Natuurlijk hebben de kennisstromen die op deze manier ontstaan voor een belangrijk gedeelte een transnationaal karakter, zeker in een klein land als Nederland.

Dit proces van kennisuitwisseling leidt ertoe dat de meeste (technologische) innovaties te kenschetsen zijn als het resultaat van een collectief proces. Een specifieke technische uitvinding die aan een innovatie ten grondslag ligt, kan weliswaar worden toegeschreven aan één enkele uitvinder of een team van uitvinders, vaak in dienst van

17 Bijkomend punt van aandacht is dat econometrische modellen constant moeten worden onderhouden en aangepast. De stand van de wetenschap bepaalt of toekomstige opbrengsten expliciet kunnen worden gemaakt door modelbouwers. Dat vereist voldoende capaciteit aan de Nederlandse universiteiten en onderzoeksinstellingen om omvangrijke macromodellen te maken en beoordelen. De modelbouw is echter ook afhankelijk van omvangrijke investeringen, terwijl de publicatiemogelijkheden en het academische prestige beperkt zijn (Van Bergeijk, 2013).

een bedrijf, maar die uitvinders maken gebruik van kennis die door andere bedrijven, universiteiten en kennisinstellingen is ontwikkeld, vaak in het buitenland. Zonder die input van bestaande kennis in het inventieproces zou bedrijfs-R&D niet productief zijn. Een innovatiesysteem kan in dit verband worden gezien als “het netwerk van instellingen (bijvoorbeeld universiteiten en private research centra), regels en procedures die bepalend zijn voor de wijze waarop een land kennis verwerft, creëert, verspreidt en gebruikt” (Chen & Dahlman, 2004).

Omdat fundamentele kennis vaak gepubliceerd wordt (in de wetenschappelijke literatuur), hebben Nederlandse (bedrijfs)onderzoekers de beschikking over een wereldwijde kennisinput voor hun eigen onderzoek. Het gebruik daarvan is echter afhankelijk van het niveau van de eigen kennis. Als men niet is ingewijd in de grenzen van de kennisontwikkeling in een bepaald gebied, is de recente wetenschappelijke literatuur niet te gebruiken. Dit is wat Cohen en Levinthal (1989) ‘absorptiecapaciteit’ (*absorptive capacity*) noemen. Volgens hen heeft R&D twee gezichten: één gericht op het ontwikkelen van nieuwe kennis en één gericht op het interpreteren van bestaande kennis die gebruikt wordt bij het genereren van nieuwe kennis. Cohen en Levinthal toonden aan dat bedrijfs-R&D deze beide functies combineert: bedrijven die meer R&D doen, zijn ook beter in staat R&D-*spillovers* van andere bedrijven of instanties te gebruiken.

Universiteiten (en semipublieke kennisinstellingen) spelen in toenemende mate een cruciale rol bij het absorberen van fundamentele kennis die wereldwijd beschikbaar is. Die rol ontleen ze aan drie factoren. In de eerste plaats zijn universiteiten zelf producenten van fundamentele kennis en daarom zijn ze zelf het meest gebaat bij het absorberen van kennis die wereldwijd wordt geproduceerd. In de tweede plaats produceren universiteiten de afgestudeerden die in bedrijven voor kennisabsorptie en -productie zorgen (ook buiten de R&D-afdeling). Ten slotte zijn universiteiten actief als partner van het bedrijfsleven in onderzoeksprojecten en functioneren ze op die manier als een brug tussen de wereldwijde kennisvijver en het Nederlandse bedrijfsleven.

Met name de twee laatste factoren hebben een sterk geografische component. Nederlandse bedrijven (en universiteiten) gebruiken weliswaar wereldwijd geproduceerde kennis, maar de absorptie daarvan vindt voornamelijk lokaal, dat wil zeggen in Nederland, plaats. Daar ligt een aantal redenen aan ten grondslag. De arbeidsmarkt, ook voor hoger opgeleiden die bijdragen aan kennisabsorptie, heeft nog steeds een sterk lokaal karakter. Afgestudeerden die in het Nederlandse bedrijfsleven instromen, zijn daarom grotendeels afkomstig van Nederlandse universiteiten. Hun bijdrage aan kennisontwikkeling en -absorptie is dus sterk afhankelijk van de kwaliteit die Nederlandse universiteiten bieden. Investerings in fundamentele kennisontwikkeling in Nederlandse universiteiten dragen bij aan die kwaliteit.

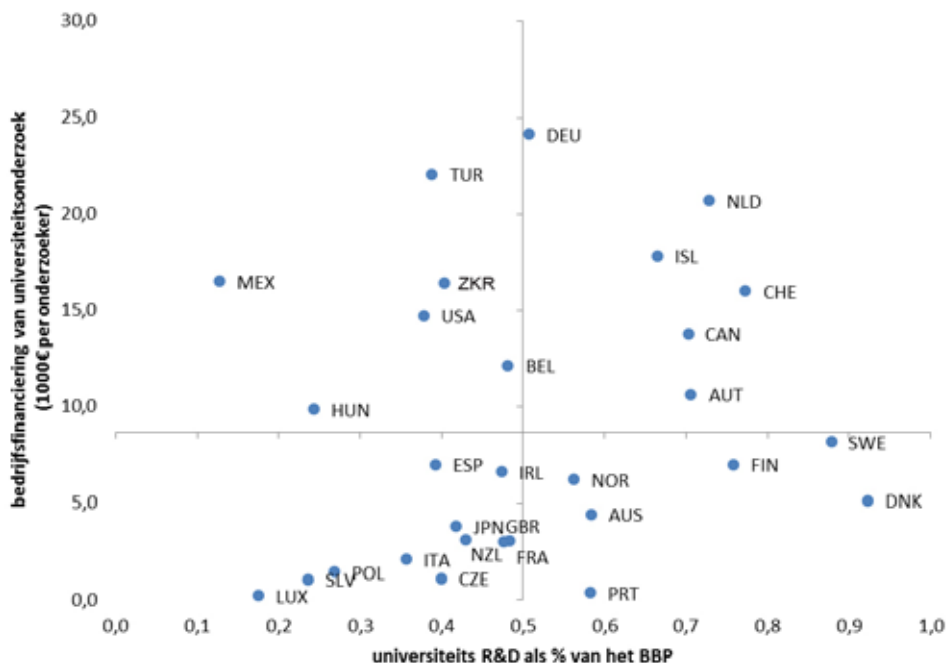
Het feit dat kennis een belangrijke impliciete component heeft, is ook aanleiding voor een sterke geografische concentratie van kennisstromen. Gecodificeerde kennis is makkelijk over grote afstand te verplaatsen, maar impliciete kennis is in sterkere mate

afhankelijk van persoonlijk contact. De effectiviteit van die lokale kennisstromen is ook weer afhankelijk van de specifieke lokale context. De literatuur over innovatiesystemen benadrukt dat landen enorm verschillen in hun economische structuren, R&D, institutionele *set-ups* en daarmee in hun innovatieoptreden (Edquist, 2001). Landen vertonen grote verschillen in innovatie en ook regio's hebben een individueel innovatiepatroon. Het vermogen van een land om de kennis die in de wereld wordt geproduceerd en voorhanden is te absorberen en te gebruiken, is volgens deze literatuur een belangrijke waarde van wetenschap. Hiervoor is een goed opgeleide beroepsbevolking essentieel. In een recente studie van Caragliu en Nijkamp (2012) wordt beargumenteerd dat absorptiecapaciteit een complex begrip is, waarin factoren als kennisaccumulatie, geprogrammeerd leren en cognitieve vaardigheden een essentiële rol spelen. Verrijking van wetenschappelijke vindingen vereist daarom kennismanagement en gebruik van 'cognitief kapitaal'. Uiteindelijk gaat het om het ramen van een 'kennisproductiefunctie' (Griliches, 1979).

Publieke kennisinvesteringen spelen hierbij een essentiële rol. Om kennis te produceren en te absorberen moeten universiteiten in de top van de internationale kennisontwikkeling meedraaien, op het gebied van zowel onderwijs als onderzoek, en hiervoor zijn aanzienlijke publieke investeringen nodig. Het vermogen van publieke kennisinstellingen, en dan met name universiteiten, om private onderzoeksmiddelen aan te trekken is vanuit dit perspectief een interessant kanaal om ten minste een deel van de economische waarde van wetenschap te verduidelijken: dat van het meest direct toepasbare en te gelde te maken deel. Vergelijkende cijfers tussen landen over de private financiering van R&D dat wordt uitgevoerd door universiteiten en andere hoger onderwijsinstellingen bieden hier een interessant aanknopingspunt.

Figuur 3 geeft op basis van de officiële internationale R&D-data een overzicht van de interactie tussen de publieke financiering van onderzoek en de bedrijfsfinanciering van universitair onderzoek. Op de horizontale as vindt men de universiteits-R&D-intensiteit (R&D uitgevoerd in het hoger onderwijs als percentage van het bbp); op de verticale as staat de financiering door binnenlandse bedrijven van R&D uitgevoerd in het hoger onderwijs. De figuur kan onderverdeeld worden in vier kwadranten op basis van de gemiddelde scores over alle landen.

In het kwadrant linksonder vindt men landen met zowel een lage bedrijfsfinanciering van publiek onderzoek als een lage, publieke prioritering van wetenschap. De rol van universiteits-R&D is hier relatief zwak en het bedrijfsleven draagt financieel weinig bij aan het universitaire onderzoek. Er is sprake van een 'disconnected' R&D-systeem. Het kwadrant linksboven kenmerkt zich door de relatief zwakke rol van universiteits-R&D, maar hier is de financiële bijdrage van bedrijven aan universiteiten relatief hoog. De bedrijfsfinanciering van onderzoek is hier voor universiteiten een pure noodzaak, soms als substituuut voor de relatief lage overheidsbijdrage. Het kwadrant rechtsonder kenmerkt zich omgekeerd door landen met een relatief sterke publieke prioritering van universitair onderzoek in het nationale R&D-systeem, maar zonder significante bijdrage van het bedrijfsleven. Het nationale R&D-systeem



Figuur 3. Universiteits-R&D en bedrijfsfinanciering van universitair onderzoek¹⁸

Bron: OESO, MSTI database

van deze landen kan gekenschetst worden door de dominantie van het universitaire onderzoek in het nationale R&D-systeem. Ten slotte brengt het kwadrant rechtsboven de landen samen met zowel een sterke universitaire bijdrage aan het nationale onderzoek, als een hoge financiële bijdrage van bedrijven aan universitair onderzoek. Hier lijken universiteits- en bedrijfs-R&D meer complementair.

Nederland behoort samen met Zwitserland, Duitsland, Oostenrijk, IJsland en Canada tot het kwadrant rechtsboven. De aantrekkingskracht van wetenschap voor private R&D-financiering is in de eerste plaats gebaseerd op de eigen kracht. In het andere kwadrant met hoge private R&D-financiering van universitair onderzoek vindt men landen als Turkije, Zuid-Korea, Mexico, de Verenigde Staten,¹⁹ Hongarije en België, waar deze hoge private financiering van universitair onderzoek eerder het resultaat is van pure noodzaak. Kortom, ook publieke, universitaire kennis lijkt twee gezichten te hebben. In lijn met wat Cohen en Levinthal hiervoor argumenteerden, slagen landen

¹⁸ De Commissie wijst erop dat de recent nogal in de aandacht gekomen data van *Times Higher Education Supplement* geen enkel verband hiermee houden.

¹⁹ Bij gebrek aan beschikbare data is het cijfer van de VS een ruwe schatting op basis van het aandeel onderzoekers in het hoger onderwijs in 1999 afgezet tegen het totaal aantal onderzoekers in 2008.

erin om door middel van investeringen in publieke R&D de R&D-*spillovers* van bedrijven effectiever te benutten en omgekeerd.

3.3 Conclusies

Uit het empirische literatuuroverzicht blijkt dat er wel degelijk wetenschappelijk verantwoorde mogelijkheden bestaan om inzicht te krijgen in de waarde van wetenschap voor zover het gaat om het effect op het bbp en die dus in ieder geval een deel van de bredere waarde van wetenschap kunnen verklaren. Daar waar de Commissie de observatie deelt dat micro-econometrische studies naar de invloed van publieke kennisinvesteringen op economische groei schaars zijn, ziet ze hierin juist een verklaring voor de vaststelling dat in het geval van kennisinvesteringen met hun positieve externaliteiten (zie paragraaf 1.2) het macro-economische effect niet aangetoond kan worden met gangbare methoden uit de micro-econometrie. De Commissie pleit dan ook in eerste instantie voor een macro-economische benadering, later aangevuld met een analyse op mesoniveau, om het effect van wetenschap op het bbp in kaart te brengen. Dit is in grote lijnen consistent met de methoden zoals het CPB die ook toepast bij het doorrekenen van de invloed van investeringen in onderwijs.

Een macro-economische aanpak heeft uiteraard ook zijn beperkingen. Een dergelijke aanpak biedt geen direct inzicht in de effecten van specifieke beleidsmaatregelen op het gebied van wetenschapsbeleid. Toch kan deze aanpak essentieel zijn in het verduidelijken van het grote belang van kennis voor de Nederlandse economie. Dat belang uit zich onder meer in het vermogen van Nederland om kennis die zowel in Nederland als elders in de wereld wordt geproduceerd, te gebruiken en te absorberen. En om kennis te absorberen, moeten kennisinstellingen zelf ook in de top van de internationale kennisontwikkeling meedraaien. En hiervoor zijn dan weer aanzienlijke publieke investeringen nodig.

4 NAAR EEN MEETBAAR ECONOMISCH INSTRUMENTARIUM

4.1 Terugblik en vooruitblik

Nederland heeft een rijke traditie op het gebied van macro-economische modellering. De macro-economische verkenningen van het Centraal Planbureau (hierna: CPB) worden internationaal en nationaal erg gewaardeerd als solide en bruikbare toegepaste modelexercities. In velerlei opzichten is het CPB binnen Europa en wereldwijd 'leidend' op het gebied van zowel het simuleren van langetermijnontwikkelingen als het evalueren van specifieke beleidsvoorstellen door middel van meso- en micro-econometrische, *evidence-based* analyses.

Het werk van het CPB heeft ook veel invloed op de politiek. Het doorrekenen van partijprogramma's, wat het CPB in 2012 voor de negende keer deed (in 1986 gebeurde dat voor het eerst), speelt een steeds grotere rol bij de Tweede Kamerverkiezingen. Volgens de commissie-Frijns (2013), die het CPB op verzoek van toezichthouder CPC onlangs onafhankelijk onderzocht, heeft een kwart van de kiezers zich bij de laatste verkiezingen laten beïnvloeden door wat het CPB te zeggen had over de verkiezingsprogramma's. De CPB-ramingen van de effecten van verkiezingsprogramma's hebben echter ook beperkingen.

Een belangrijke beperking die ook door de commissie-Frijns is benadrukt, is de relatief beperkte scope en capaciteit van deze modellen, waardoor de kwantitatieve effecten van veel beleidsmaatregelen moeilijk zijn door te rekenen. De commissie-Frijns noemt in dit verband de zorgsector. Ook zijn ramingen van de economische groei 'aan erosie onderhevig'. Zo houden de meeste modellen onvoldoende rekening met het effect van de financiële markten en de steeds verdere integratie van Europa.

Het CPB bekijkt in *Keuzes in Kaart*, de CPB-publicatie met de resultaten van het doorrekenen van de verkiezingsprogramma's van 2012, niet specifiek de beleidsvoorstellen voor investeringen in wetenschap. Deze worden behandeld als consumptieve uitgaven: men neemt de publieke uitgaven voor wetenschap mee in de ramingen van algemene macro-economische variabelen als het begrotingstekort, maar kwantificeert niet de langetermijn economische baten van die uitgaven. Dit is in lijn met de manier waarop het CPB wel alle kosten maar niet de baten van publieke investeringen zoals infrastructuur, cultuur, zorg, milieu en natuur en dus ook wetenschap meeneemt.

Uitzondering op deze regel vormt onderwijs, een nauw aan wetenschap verwant beleidsterrein. Het CPB geeft hiervoor zelf als reden aan dat het er (vooralsnog) niet in geslaagd is voldoende betrouwbare instrumenten ('modellen') te ontwikkelen om de economische impact van wetenschapsbeleid te evalueren, terwijl deze instrumenten er voor onderwijs wel zouden zijn. R&D en onderwijs zijn beide belangrijke factoren in de kenniseconomie. Op basis van theorie én beleid mag men verwachten dat de kwaliteit en kwantiteit van onderwijs en onderzoek elkaar positief beïnvloeden (goede onderzoekers nemen hun onderzoeksresultaten mee in hun onderwijs), waardoor er een statistische correlatie zal bestaan tussen onderwijs en onderzoek. Een benadering die slechts de invloed van één van deze beide factoren op de economie meet, is dan ook incompleet. Door de positieve correlatie kan men verwachten dat wanneer wetenschap niet en onderwijs wel wordt meegenomen, een deel van de economische invloed van wetenschap via het onderwijseffect tot uitdrukking zal komen. Die economische invloed wordt echter niet compleet in beeld gebracht, zodat de totale invloed van de beide factoren samen onderschat blijft.

Het politieke debat over de invloed van publieke kennisinvesteringen kan verrijkt worden door explicieter te kijken naar de economische invloed van die investeringen op de economie. Uiteraard is dit geen eenvoudige taak, maar zoals in hoofdstuk 3 werd beargumenteerd, bestaan er op basis van de economische literatuur wel degelijk mogelijkheden om de invloed van publieke kennisinvesteringen op de groei van het bbp in kaart te brengen. Hiermee is overigens nog altijd niet de totale waarde van wetenschap beoordeeld, omdat belangrijke aspecten van die waarde zich voltrekken buiten het gezichtsveld van het bbp.

In de publieke discussie bestaat vaak het beeld dat het CPB een alomvattend model van de Nederlandse economie heeft, waarmee alle beleidsvoorstellen uit de verkiezingsprogramma's doorgerekend worden. Deze indruk is echter onjuist. Het instrumentarium van het CPB is veel heterogener van aard dan een enkel model, vooral omdat beleidsvoorstellen, en dan met name de verschillen tussen partijen, specifiek van aard zijn. Het CPB analyseert concrete beleidsvoorstellen, zoals het vergroten van klassen in het onderwijs of het beter opleiden van leraren. Politieke partijen wordt gevraagd hun voorstellen in deze specifieke vorm te gieten. Voor ieder van deze voorstellen bekijkt het CPB, in de traditie van zogenoemd *evidence-based policy*, of er in de economische literatuur statistisch bewijs (bij voorkeur voor Nederland) beschikbaar is omtrent de invloed van de maatregel. Hierbij wordt de blik vooral gericht op het

meso- en microniveau, in het geval van onderwijs bij voorkeur de individuele leerling. De analytische vraag waar het CPB literatuuronderzoek naar doet, wordt dan bijvoorbeeld of statistisch is aangetoond dat kleinere klassen, of beter opgeleide leraren, leiden tot betere leerprestaties of minder schoolverlaters.

Wanneer een voorgestelde beleidsmaatregel met behulp van literatuuronderzoek is aangemerkt als potentieel effectief, wordt het verwachte effect op meetbare grootheden (scholingsjaren of toetsprestaties) berekend. De volgende stap van de analyse bestaat uit het koppelen van deze effecten aan langetermijneffecten op het bbp. Dit gebeurt met behulp van een parameter die geschat is op basis van econometrische analyse van macro-economische gegevens, waarvoor het CPB eveneens een beroep doet op de bestaande literatuur. Ten slotte worden de op deze manier berekende macro-economische baten vergeleken met de kosten, zodat een kosten-batenanalyse mogelijk is.

Deze methodiek geeft belangrijke aanknopingspunten voor een soortgelijke analyse van publieke kennisinvesteringen, die inzicht kan bieden in het gedeelte van de waarde van wetenschap dat meetbaar is in termen van bbp. De Commissie verwijst hierbij naar de literatuur zoals die in hoofdstuk 3 is samengevat, die een macro-econometrisch verband schetst tussen publieke kennisinvesteringen en groei van het bbp. De modellen in deze literatuur kunnen toegepast worden op Nederland en op die manier gebruikt worden om de macro-economische impact van publieke kennisinvesteringen te analyseren. Deze aanpak zal in eerste instantie een kwantitatieve schatting geven van de waarde van wetenschap (en met name publieke investeringen in wetenschap), en vooral bruikbaar zijn om het belang van een adequaat niveau van investeren in publieke kennisontwikkeling te onderstrepen. Door de analyse uit te breiden naar het mesoniveau verwacht de Commissie dat op termijn ook specifieke beleidsmaatregelen, bijvoorbeeld met focus van middelen op één of enkele sectoren, kunnen worden beoordeeld.

Zoals we in hoofdstuk 3 beargumenteerden, heeft de waarde van wetenschap voor een belangrijk gedeelte ook betrekking op absorptiecapaciteit. Kenniscreatie vergt het gebruik van elders en door anderen ontwikkelde kennis en daarvoor moet de kennisgebruiker zelf op hoog niveau kunnen meedenken. In de econometrische benadering die de Commissie voorstaat, zal dit effect van kennisinvesteringen zijn weerslag krijgen in de geschatte parameterwaardes die de waarde van wetenschap weergeven. Ook de onderwijstaak van de Nederlandse universiteiten is van belang voor de absorptiecapaciteit.

Tevens is het creëren van een open en hoogwaardig kennissysteem een belangrijke uitdaging. Internationale wetenschapsuitwisseling is belangrijk voor de verdere verdieping van het kennisniveau van de lokale omgeving, maar het omgekeerde is ook waar: er is een zekere mate van expliciete en impliciete kennis nodig om internationale kennis te kunnen opnemen en toepassen. Meeliften met de kennis die is geproduceerd in andere landen is alleen mogelijk als de impliciete en expliciete kennis in een maatschappij van een voldoende niveau zijn om kansen te herkennen en er iets mee

te kunnen doen. Om voldoende niveau te behouden in een land en nieuwe kennis te herkennen en toe te kunnen passen, blijft lokale kennisproductie daarom essentieel. Het absorberend vermogen van universiteiten lijkt dan ook een interessant kanaal om het kennisniveau in Nederland uitgebreider te toetsen en monitoren.

4.2 Conclusies

De taak van de Commissie was te verkennen wat onder ‘waarde van wetenschap’ kan worden verstaan. Hoewel haar bevindingen vooral beschouwend van aard zijn, kunnen toch enkele algemene conclusies worden getrokken:

1. Wetenschap heeft ontegenzeggelijk waarde, zowel direct meetbaar in de vorm van een bijdrage aan (de groei van) het bbp, als breder economisch en maatschappelijk. Dankzij wetenschap is onze levensverwachting sterk toegenomen, is er meer welvaart dan ooit tevoren en hebben we meer kansen in het leven dan vorige generaties. Wetenschap en technologie zijn niet weg te denken uit ons dagelijks leven en zijn van cruciaal belang voor onze materiële en immateriële welvaart.
2. Er bestaat grote waardering voor de macro-economische ramingen van het CPB; die ramingen spelen een belangrijke rol in de nationale beleidsdiscussie. Dat brengt de verplichting met zich mee, zowel vanuit het CPB maar zeker ook vanuit de politiek, om de beperkingen van dergelijke ramingen duidelijk te benoemen. De macro-economische modellen van het CPB, met name voor zover ze zijn gericht op de kortetermijnbeleidsanalyses, geven niet een alomvattend beeld van de economie. In sommige gevallen is dat wetenschappelijk nog niet mogelijk. In andere gevallen – in de visie van de Commissie ook in het geval van het wetenschapsbeleid – zijn bruikbare literatuur en data voorhanden die een diepgaande econometrische studie naar de waarde van wetenschap mogelijk maken.
3. De analyse van het effect van publieke kennisinvesteringen verdient, in de visie van de Commissie, meer aandacht bij de interpretatie van de kortetermijnmodellen. Het CPB zou nadrukkelijker kunnen benoemen welke beperkingen het ondervindt en een indicatie kunnen geven van de mogelijke effecten op het bbp van investeringen in wetenschap uit het verleden, zodat beleidsmakers de consequenties overzien van kortetermijnbeslissingen. Essentieel is dat het effect van wetenschapsbeleid alleen zinnig beoordeeld kan worden op de lange termijn; daar doet het effect zich voor. Wanneer wetenschapsbeleid alleen geanalyseerd wordt door te kijken naar kortetermijnbegrotingseffecten, wordt de politieke discussie te eenzijdig gevoerd. De ambitie moet zijn te onderzoeken in hoeverre ook de positieve lange-termijneffecten van wetenschap en publieke R&D mee zijn te nemen in de beleidsanalyse en in zijn te brengen in de politieke discussie.
4. In de empirische literatuur zijn voldoende studies beschikbaar die op macro-economisch niveau de publieke en private uitgaven voor R&D koppelen aan de groei van het bbp. Hiermee kan een belangrijk deel van de economische waarde van wetenschap gemeten en geanalyseerd worden. De variatie in gevonden

elasticiteiten in deze studies is begrijpelijk; ze is onder andere het gevolg van *spillovers*, serendipiteit en variaties in beleid en het innovatiesysteem in bredere zin. Een concrete econometrische studie gericht op de Nederlandse context, die verschillende modelspecificaties systematisch vergelijkt voor een lange tijdsperiode, is een eerste belangrijke stap in het ontwikkelen van een instrumentarium om de invloed van publieke kennisinvesteringen te kwantificeren.

5. Kwantitatieve studies over de waarde van wetenschap nemen veel aspecten van de bredere economische en maatschappelijke waarde van wetenschap niet mee, omdat die moeilijk kwantificeerbaar zijn, vooral voor de korte termijn. Niet alle waarde van wetenschap doet zich voor als een deel van het (toekomstig) bbp en slechts een deel ervan zal men in de productiefunctie terugvinden. Het meten van de totale economische en maatschappelijke waarde van wetenschap is veel moeilijker. Een belangrijke taak van, onder andere, de KNAW ligt in het verder uitbouwen van de vraag wat onder (de waarde van) wetenschap kan worden verstaan door het samenbrengen van wetenschappers uit verschillende disciplines om methoden te vinden die ook de bredere waarde van wetenschap beter kunnen belichten.
6. De waarde van wetenschap strekt zich wereldwijd uit en de voor Nederland relevante wetenschappelijke kennis wordt niet alleen in Nederland geproduceerd. Echter, om gebruik te maken van in het buitenland geproduceerde (wetenschappelijke) kennis is absorptiecapaciteit nodig. Juist een klein land als Nederland moet blijven investeren in wetenschap, zowel om zelf nieuwe kennis te kunnen creëren en op peil te houden als om in staat te blijven kennis die in het buitenland gegenereerd is te kunnen absorberen. Daarom moet ook de rol van absorptiecapaciteit meegenomen worden in de kwantitatieve beleidsanalyse van wetenschapsbeleid. Om beter grip te krijgen op de waarde van wetenschap is het essentieel dat er meer inzicht komt in de precieze werking van kennisuitwisseling en het daarvoor benodigde absorptievermogen.

LITERATUURLIJST

- Adams, J.D. (1990), Fundamental stock of knowledge and productivity growth. *Journal of Political Economy*, 98(4), 673-702.
- Arnold, E. en F. Giarracca (2012), *Getting the balance right: basic research, missions and governance for Horizon 2020*. Brighton: Technopolis Group.
- Arrow, K.J. (1959), Toward a theory of price adjustment. In: M. Abramovitz (ed.), *The Allocation of economic resources*. Stanford University Press, Stanford, 41-51.
- Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (2005), *De waarde van weten: De economische betekenis van universitair onderzoek*. AWT advies 62, April, Den Haag: AWT.
- Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (2007), *Alfa en Gamma stralen: valorisatiebeleid voor de alfa- en gammawetenschappen*. AWT advies 70, Maart, Den Haag: AWT.
- 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 Papers*, 283, OECD Publishing.
- Battelle Technology Partnership Practice (2011), *Economic Impact of the Human Genome Project. How a \$3.8 billion investment drove \$ 796 billion in economic impact, created 310,000 jobs and launched the genomic revolution*. Prepared by Battelle Technology Partnership Practice with support provided by Life Technologies Foundation. Rapport op batelle.org.
- Boon, W. en E. Horlings (red.) (2013), *Kenniscoproductie voor de grote maatschappelijke vraagstukken*. Den Haag: Rathenau Instituut.
- Bornmann, L. (2013), What is societal impact of research and how can it be assessed? A literature survey. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(2), 217-233.
- Brent, R.J. (ed.) (2009), *Handbook of research on cost-benefit analysis*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Caragliu, A. en P. Nijkamp (2012), The impact of regional absorptive capacity on spatial knowledge spillovers: the Cohen and Levinthal model revisited. *Applied Economics*, 44(11), 1363-1374.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2013), ICT, kennis en economie 2013. Artikel op cbs.nl.
- Chen, D.H.C. en C.J. Dahlman (2004), *Knowledge and development: a cross-section approach*. World Bank Policy Research Working Paper No. 3366, Washington: World Bank.
- Coe, D. en E. Helpman (1995), International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39(5), 859-887.
- Coe, D, E. Helpman en A. Hoffmaister (2009), International R&D spillovers and institutions. *European Economic Review*, 53(7), 723-741.
- Cohen, W.M. en D.A. Levinthal (1989), Innovation and learning: the two faces of R&D. *Economic Journal*, 99, 569-596.
- Commissie-Frijns (2013), *Uit de lengte of uit de breedte?* Rapport van de Commissie Beleidsgerichte Toetsing van het Centraal Planbureau, februari 2013.
- Corrado, C.A., C.R. Hulten en D.E. Sichel (2009), Intangible capital and US economic growth. *The Review of Income and Wealth*, 55(3), 661-685.

- David, P.A. en D. Foray (2001), Economic fundamentals of the knowledge society: policy futures in education, 1, 20-49.
- Donselaar, P. (2011), *Innovatie en productiviteit: het Solow-residu ontrafeld*. Rotterdam: Erasmus Universiteit Rotterdam.
- Edquist, C. (2001), Systems of innovation – perspectives and challenges. In: J. Fagerberg, D. Mowery en R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- European Commission (2008), *Guide to cost-benefit analysis of investment projects. Directorate General Regional Policy*, Brussels: EC.
- European Commission (2013a), *The European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI)*. Artikel op ec.europa.eu.
- European Commission (2013b), *Digital Agenda to unlock the full value of scientific data: High-Level Group presents report*, Newsroom artikel op ec.europa.eu.
- Eurostat (2013), *Total GBAORD as a % of total general government expenditure* (last update 23-07-2013). Tabel op eurostat.ec.europa.eu.
- Freeman, C. (1987), *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. London: Pinter.
- Freeman, C., J. Clark en L. Soete (eds.) (1982), *Unemployment and technical innovation: a study of long waves and economic development*. London: Pinter.
- Freeman, C. en L. Soete (2009), Developing science, technology and innovation indicators: what we can learn from the past. *Research Policy*, 38, 583-589.
- Gerritsen, S., E. Plug en K. van der Wiel (2013), *Up or out? How individual research grants affect academic careers in the Netherlands*. Discussion Paper 249, The Hague: CPB.
- Griliches, Z. (1979), Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 92-116.
- Goodridge, P., J. Haskel en G. Wallis (2013), *Can intangible investment explain the UK productivity puzzle?* Discussion paper 2013/2, May 2013, Imperial College London.
- Guellec, D. en B. van Pottelsberghe de la Potterie (2004), From R&D to productivity growth: do the institutional settings and the sources of funds of R&D matter?. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66(3), 353-376.
- Hall, B.H., J. Mairesse en P. Mohnen (2009), *Mesuring the returns to R&D*, Working Paper 15622. Cambridge: National Bureau of Economic Research
- Haskel, J. en G. Wallis (2013), Public support for innovation, intangible investment and productivity growth in the UK market sector. *Economic Letters*, 119, 195-198.
- Hughes, A. en B.R. Martin (2012), *Enhancing impact. The value of public sector R&D*. CIHE-UK~IRC Enhancing Value Task Force: Getting the Most out of UK Research, August 2012.
- Jardine, L.A. (1999), *Ingenious pursuits: building the scientific revolution*. Boston MA: Little, Brown and Company.
- Jefferson, T. (1813), *Thomas Jefferson to Isaac McPherson, 13 August 1813, Writings 13:333-335*. In: H.A. Washington (ed.) (1861), *The writings of Thomas Jefferson*. H.W. Derby, New York. Zie ook op press-pubs.uchicago.edu.
- Kline, S.J. en N. Rosenberg (1986), An overview of innovation. In: R. Landau en N. Rosenberg (eds.), *The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth*. Washington: National Academy Press.
- Landes, D. (1969), *The unbound Prometheus*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lane, J. (2010), Let's make science metrics more scientific. *Nature* 464, 488-489.
- Lanser, D. en H. van der Wiel (2011), *Innovatiebeleid in Nederland: de (on)mogelijkheden van effectmeting*. CPB achtergronddocument, 16 mei 2011.

- Lanser, D. en R. van Dalen (2013), *The effects of research grants on scientific productivity and utilization*. Discussion Paper 248, The Hague: CPB.
- Lundvall, B.-Å. (1992), *National Systems of Innovation*. London: Pinter.
- Martin, B., A. Salter, D. Hicks, K. Pavitt, J. Senker, M. Sharp en N. Von Tunzelmann (1996), *The relationship between publicly funded basic research and economic performance: a SPRU review*. London: HM Treasury.
- Minne, B. (1995), *Onderzoek, ontwikkeling en andere immateriële investeringen in Nederland*. CPB achtergronddocument, No. 116, The Hague.
- Mohnen, P. en B.H. Hall (2013), Innovation and productivity: an update. *Eurasian Business Review*, 3(1), 47-65.
- Mokyr, J. (1990), *The Lever of Riches*, Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R.R. (ed.) (1993), *National innovation systems: a comparative analysis*. New York: Oxford University Press.
- Nijkamp, P. en J. Poot (2004), Meta-analysis of the effect of fiscal policies on long-run growth. *European Journal of Political Economy*, 20, 91-124.
- Nooteboom, B. (2000), *Learning and innovation in organizations and economies*. Oxford: Oxford University Press.
- Nooteboom, B. en E. Stam (2008), *Microfoundations for innovation policy*. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- NRC Handelsblad (2013), *Amsterdam wint strijd om technologisch instituut ASML*. Artikel gepubliceerd op 27 mei 2013.
- OECD Megascience Forum (1993), *Deep Drilling*. Paris: OECD.
- Oortwijn, W.J., S. Hanney, A. Ligtoet, S. Hoorens, S. Wooding, J. Grant, M. Buxton en L. Bouter (2008), Assessing the impact of health technology assessment in the Netherlands. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 24(3), 259-269.
- Pavitt, K. (1984), Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13, 343-373.
- Raymond, W., J. Mairesse, P. Mohnen en F. Palm (2013), *Dynamic models of R&D, innovation and productivity: panel data evidence for Dutch and French manufacturing*. NBER Working Papers 19074, Cambridge MA: National Bureau of Economic Research, Inc.
- Rijksoverheid (2013a), *Innovatiecontract topsector water*. Samenvatting op rijksoverheid.nl.
- Rijksoverheid (2013b), *Innovatiecontract topsector energie*. Samenvatting op rijksoverheid.nl.
- Salter, A. en B. Martin (2001), The economic benefits of publicly funded basic research. *Research Policy* (30), 509-532.
- Shapin, S. (1994), *A social history of truth*. Chicago: Chicago University Press.
- Solow, R. (1956), A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Stokes, D.E. (1997), *Pasteur's Quadrant – basic science and technological innovation*. Washington: Brookings Institution Press.
- Stiglitz, J., A. Sen en J-P. Fitoussi (2009), *Report by the commission on the measurement of economic performance and social progress*. Artikel op stiglitz-sen-fitoussi.fr.
- Swierstra, T., J. Braeckman, N. Vermeulen en R. van Driel (2013), Rethinking the life sciences: To better serve society, biomedical research has to regain its trust and get organized to tackle larger projects. *EMBO Reports*, 14(4), 310-314.
- The Royal Society (2010), *The scientific century: securing our future prosperity*. London: The Royal Society.
- Theunissen, B. (2000), *Nut en nog een nut; wetenschapsbeelden van Nederlandse natuuronderzoekers, 1800-1900*. Hilversum: Verloren.

- Tildesley, D. (2011), *A strategic vision for the UK e-infrastructure. A roadmap for the development and use of advanced computing, data and networks*. Artikel op gov.uk.
- Tinbergen, J. (1941), Unstable and indifferent equilibria in economic systems. *Review of the International Statistical Institute*, 9(1/2), 36-50.
- Tindemans, P. (2009), Post-war research, education and innovation policy making in Europe. In: H. Delanghe, U. Muldur en L. Soete, *European Science and Technology Policy: Towards Integration or Fragmentation?*. London: Edward Elgar.
- Turnbull, H.W. (ed.) (1959), *The correspondence of Isaac Newton, Volume I*. Cambridge: Cambridge University Press, 416.
- Van Ark, B. en K. Jäger (2010), *Intangible capital in the Netherlands and its implications for future growth*. Report commissioned by the Dutch Innovation Platform, New York: The Conference Board.
- Van Bergeijk, P. (2013), Ach en wetenschap. *Economisch Statistische Berichten*, ESB Column, Jaargang 98(4658), 19 april 2013.
- Van Drooge, L., R. Vandenberg, F. Zuidam, B. Mostert, B. van der Meulen en E. Bruins (2011), *Waardevol – Indicatoren voor valorisatie*. Een gezamenlijk project van Technologiestichting STW, Rathenau Instituut en Technopolis voor de Landelijke Commissie Valorisatie, Utrecht.
- Van Rooyen-Horsten, M., D. van den Bergen en M. Tanriseven (2008a), *Intangible capital in the Netherlands: a benchmark*. Discussion paper 08001, Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Van Rooyen-Horsten, M., D. van den Bergen, M. de Haan, A. Klinkers en M. Tanriseven (2008b), *Intangible capital in the Netherlands: measurement and contribution to economic growth*. Discussion paper 08016, Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Verspagen, B. (1997), Estimating intersectoral technology spillovers using technology flow matrices. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 133, 226-248.
- Verspagen, B. (2004), *The impact of academic knowledge on macroeconomic productivity growth. An exploratory study*. A study commissioned by the Adviesraad voor Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT), Maastricht: UNU-MERIT.
- Von Hippel, E. (2005), Open source software projects as user innovation networks – no manufacturer required. In: J. Feller, B. Fitzgerald, S. Hissam en K. Lakhani (eds.), *Perspectives on free and open source software*. Cambridge: MIT Press.
- Waert, S.R. (2003), *The discovery of global warming*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (2013), *SWOV Publicaties*. Dissertaties op swov.nl.
- Wood, J., T. Andersson, A. Bachem, C. Best, F. Genova, D.R. Lopez, W. Los, M. Marinucci, L. Romary, H. van de Sompel, J. Vigen en P. Wittenburg (2010), *Riding the wave: how Europe can gain from the rising tide of scientific data*. Final report of the High Level Expert Group on Scientific Data, A submission to the European Commission, Brussels: European Union.
- Zee, F. van der, W. Manshanden, F. Bekkers en T. van der Horst (2012), *De staat van Nederland innovatieland 2012*. Rapport van The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS) en TNO in het kader van het Strategy & Change-programma, Delft: Amsterdam University Press.

BIJLAGE 1

INSTELLINGSBESLUIT

COMMISSIE ‘WAARDE VAN WETENSCHAP’

(Kenmerk BWK/AV/53)

Het bestuur van de KNAW, gelet op artikel 8 van het *Reglement van de KNAW*, besluit tot het instellen van de adviescommissie ‘Waarde van wetenschap’, hierna te noemen de commissie.

Artikel 1. Taakopdracht

De commissie heeft in het adviestraject twee taken die achtereenvolgens worden uitgevoerd. De eerste taak is te verkennen wat onder ‘waarde van wetenschap’ kan worden verstaan. Het gaat daarbij om wetenschap in de volle breedte. In de verkenning gaat het vooral om de economische en financiële waarde van wetenschap, maar ook aspecten als het creëren van arbeidsplaatsen binnen en buiten R&D en het financieel waarderen van het immateriële karakter van wetenschap komen aan bod. De verkenning vindt plaats op basis van onderzoek in de internationale wetenschappelijke literatuur én van wetenschappelijke discussies daarover. In dit kader richt men zich ook op de literatuur over/ praktijk van het financieel waarderen van merken en ander immaterieel eigendom.

De in eerste instantie wetenschappelijke vraagstelling (“wat is de waarde van wetenschap?”) heeft een belangrijke methodologische afgeleide. Het uiteindelijke doel van het adviestraject is aan te tonen dat instrumenten – meestal: econometrische modellen – voor het doorrekenen van investeringen in wetenschap kunnen laten zien dat die investeringen ook waardevol zijn. De tweede taak van de commissie is dan ook de resultaten van de verkenning zodanig vorm en inhoud te geven, onder andere via discussies met het CPB en de Ministeries van OCW en EZ, dat de bouwers en gebruikers van dergelijke instrumenten/ modellen via een advies handvatten krijgen aange-reikt om de (economische) waarde van wetenschap te kunnen kwantificeren (ook op de middellange termijn).

De KNAW staat voor ogen dat de eerste taak wordt afgerond met een verkennings-rapport en de tweede taak met een adviesrapport.

Het verkenningsrapport geeft de resultaten van de eerste taak weer. De commissie draagt zorg voor aanbieding van dit rapport aan het bestuur uiterlijk zomer 2013. Op

basis van het verkeningsrapport besluit het bestuur in overleg met de commissie of het zinvol is de tweede taak op te pakken. Als adressanten in de Nederlandse situatie van dit adviesrapport worden gezien: CPB, AWT, WRR en ministeries (in het bijzonder de ministeries van OCW en EZ). Het adviesrapport zou voorjaar 2014 moeten worden uitgebracht.

Artikel 2. Samenstelling en instellingsduur

Tot lid van de commissie worden op persoonlijke titel benoemd:

- *Voorzitter:* dr. L.L.G. (Luc) Soete (hoogleraar internationale economische betrekkingen en Rector Magnificus, UM)
- *Andere leden:*
 - dr. H.H. (Bart) van Ark (hoogleraar *economics, especially 'economic development, technological change and growth'*, RUG)
 - dr. Ph.H.B.F. (Philip Hans) Franses (hoogleraar econometrie / marketing research, EUR)
 - dr. L. (Leen) Hordijk (emeritus hoogleraar milieusysteemanalyse WUR; laatste functie: *principal advisor*, Joint Research Centre, Europese Commissie, Brussel)
 - dr. P.A.H. (Peter) van Lieshout (hoogleraar theorie van de zorg, UU)
 - dr. P. (Peter) Nijkamp (VU-universiteitshoogleraar)
 - dr. P. (Peter) Tindemans (directeur Global Knowledge Strategies & Partnerships; secretaris-generaal Euroscience)
 - dr. B. (Bart) Verspagen (hoogleraar *international economics*, UM)

De commissie wordt ingesteld tot uiterlijk 1 januari 2015.

Met TNO is overeengekomen dat dr. W.J.J. (Walter) Manshanden (senior onderzoeker ruimtelijke economie en innovatie, tevens een van de *principal scientists* van TNO) als vaste gast de vergaderingen van de commissie bijwoont.

De commissie wordt ondersteund door een nog aan te zoeken externe wetenschappelijk secretaris die goed om kan gaan met modelleerwerk en concept-rapporten voor de commissie opstelt²⁰, en ambtelijk secretaris dr. A. (Ans) Vollering (senior beleidsmedewerker KNAW).

Artikel 3. Kwaliteitsbeheer

De leden van de commissie hebben voordat zij benoemd zijn, kennis genomen van de *Preamble op Belangenverklaring Adviescommissie* en het *Formulier Belangenverklaring Adviescommissie KNAW* ingevuld en geretourneerd. De leden hebben verklaard dat er geen verstrengeling van belangen ontstaat door deel te nemen aan deze commissie.

Het beleid omtrent *peer review* is beschreven in het Beleidskader Kwaliteitsborging Adviezen. Van dit beleid wordt niet afgeweken.

²⁰ Mw. dr. P.P. (Patricia) van Hemert was de externe wetenschappelijk secretaris van deze Commissie.

Artikel 4. Nazorg en communicatie

De commissie besteedt aandacht aan de nazorg en communicatie rondom haar bevindingen.

Artikel 5. Kosten en vergoedingen

De leden ontvangen op basis van art. 18 lid 2 van het *Reglement van de KNAW* een vergoeding voor de gemaakte reiskosten.

Artikel 6. Geheimhouding

De commissie neemt geheimhouding in acht ten aanzien van alle informatie die in het kader van de uitvoering van dit besluit bekend wordt en waarvan het karakter als vertrouwelijk is aan te merken.

Aldus vastgesteld door het bestuur van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen op 17 januari 2013 te Amsterdam.

Namens het bestuur van de KNAW,
Dr. K.H. (Hans) Chang
Algemeen directeur

BIJLAGE 2

BRIEF D.D. 25 FEBRUARI 2013 VAN DE STAATSSECRETARIS VAN ONDERWIJS, CULTUUR EN WETENSCHAPPEN AAN DE PRESIDENT VAN DE KNAW



Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap

> Retouradres Postbus 16375 2500 BJ Den Haag

Aan de President van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen
Prof. Dr. J.C. Clevers
Postbus 19121
1000 GC AMSTERDAM

Rijnstraat 50
Den Haag
Postbus 16375
2500 BJ Den Haag
www.rijksoverheid.nl

Contactpersoon
N.G. Klaasen
T +31-70-412 3597
n.g.klaasen@minocw.nl
IPC 4100

Onze referentie
486317

Datum 25 FEB. 2013
Betreft Commissie Waarde van wetenschap

Geachte heer Clevers,

Met instemming heb ik kennisgenomen van de taakopdracht aan KNAW-commissie 'Waarde van Wetenschap' onder leiding van Prof. Dr. Luc Soete, op 17 januari 2013.

Aandacht voor de economische en maatschappelijke benutting van wetenschap acht ik van groot belang. Ik juich het initiatief van KNAW om de waarde van wetenschap in kaart te brengen dan ook toe.

Ik ondersteun de KNAW-visie, dat het belangrijk is de taakopdracht van de commissie op te splitsen in twee delen: een verkenning naar de waarde van wetenschap en de start van een traject waarin de waarde van wetenschap gekwantificeerd opgenomen kan worden in econometrische rekenmodellen. Met dit laatste kan de stap worden gezet de investeringen in wetenschap op hun gekwantificeerde economische waarde te schatten.

Ik ben blij met de toevoeging in de taakopdracht dat andere aspecten van wetenschap en macro-economische elementen zoals het creëren van arbeidsplaatsen zullen worden meegenomen in de verkenningen. Ik acht het daarbij van belang te onderkennen dat, naast het creëren van arbeidsplaatsen, wetenschap belangrijk is als instituut waarin mensen zich ontwikkelen voor functies in en buiten de wetenschap. De kritische en onderzoekende geest die wetenschappers al vanaf het begin ontwikkelen, heeft al direct zijn waarde. Ik verzoek u dan ook aan dit aspect aandacht te laten besteden door de commissie.

De commissie zal zich volgens haar taakopdracht expliciet gaan richten op de economische waarde van wetenschap. Dat is begrijpelijk, omdat als uiteindelijk doel is geformuleerd aan te tonen dat instrumenten voor het doorrekenen van investeringen in wetenschap kunnen laten zien dat deze financieel-economisch ook waardevol zijn. Ik hecht eraan te benadrukken dat daarnaast voor mij ook de maatschappelijke waarde van wetenschap van groot belang is. Naast de invalshoek die uw commissie heeft gekozen, zullen andere trajecten ingezet moeten gaan worden om ook die belangrijke waarde van wetenschap zichtbaar te maken.

KONINKLIJKE NEDERLANDSE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN	
No.	39504
togek.	26 FEB 2013
Actie:	Kopie naar:
BwH	DIR
AV	

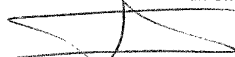
Pagina 1 van 2

Ik wens de commissie veel succes met haar tweeledige taak en stel het zeer op prijs te zijner tijd geïnformeerd te worden over de uitkomsten.

Datum
11 februari 2013
Onze referentie
486317

Met vriendelijke groet,

de staatssecretaris van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap,



Sander Dekker