



KONINKLIJKE NEDERLANDSE
AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN

WEDERZIJDSE VERSTERKING

HOE PUBLIEKE EN PRIVATE INVESTERINGEN IN
ONDERZOEK EN ONTWIKKELING SAMENHANGEN



BELEIDSONDERZOEK



2018 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

knaw@knaw.nl

www.knaw.nl

pdf beschikbaar op www.knaw.nl

Basisvormgeving: Edenspiekermann

Engelse vertaling samenvatting: Balance, Maastricht

Opmaak: Ellen Bouma

Illustratie omslag: Carolyn Ridsdale

ISBN 978-90-6984-718-4

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald: KNAW (2018). *Wederzijdse versterking. Hoe publieke en private investeringen in onderzoek en ontwikkeling samenhangen*, Amsterdam, KNAW.

WEDERZIJDSE VERSTERKING
HOE PUBLIEKE EN PRIVATE INVESTERINGEN IN
ONDERZOEK EN ONTWIKKELING SAMENHANGEN

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
December 2018

VOORWOORD

Onderzoek ligt aan de basis van de ontwikkeling van de moderne samenleving. Dat geldt voor alle wetenschappelijke disciplines en voor alle soorten van onderzoek, of het nu gaat om het vinden van oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen, het benutten van commerciële kansen, het doorgronden van natuurlijke verschijnselen of het begrijpen van de samenleving.

Overheden, bedrijven, organisaties en mensen investeren in onderzoek, ontwikkeling en innovatie. Daarbij komt regelmatig de vraag aan de orde of de opbrengsten de investeringen overstijgen, of de baten terecht komen bij degenen die de kosten hebben gemaakt en of er een gelijkwaardig speelveld is. Een uitgekend geheel van nationale en internationale instituties ziet daarop toe.

De Nederlandse regering heeft aan de KNAW gevraagd om tegen deze achtergrond feiten aan te dragen over de samenhang tussen investeringen van overheden en bedrijven in onderzoek en ontwikkeling. Een belangrijke vraag, want regeren is vooruitzien. Daartoe is inzicht nodig in de huidige situatie en in toekomstige ontwikkelingen en beleidsopties. Het is dan ook verstandig van de commissie die de KNAW hiervoor instelde, onder leiding van Luc Soete, om niet alleen het verleden en heden onder de loep te nemen, maar zich ook te wagen aan een econometrische voorstelling van de toekomst door een modellering van de reactie van het Nederlandse R&D-systeem op investeringen in publiek onderzoek. Verstandig en dapper, want juist in de gedragswetenschappen, waartoe de economie behoort, is het oplettend manoeuvreren met beschikbare en ontbrekende cijfers.

Ik geloof dat dit rapport de vragen van de minister van OCW zo goed mogelijk beantwoordt en ben de commissie daarvoor zeer erkentelijk. Ook juich ik toe dat het rapport perspectieven schetst voor het bevorderen van productieve samenhang tussen publieke en private investeringen. Daar moet iedereen die aan onze kenniseconomie werkt het in de toekomst immers van hebben.

Wim van Saarloos
President

INHOUD

VOORWOORD 5

SAMENVATTING 8

SUMMARY 15

1. INLEIDING 22

1.1 Aanleiding voor dit advies 22

1.2 Samenstelling commissie 22

1.3 Adviesvraag 23

1.4 Opbouw van het rapport 24

2. R&D IN NEDERLAND: POSITIONERING EN TRENDS 27

2.1 Inleiding 27

2.2 Publieke en private financiering en uitvoering van R&D in Nederland 29

2.3 Generieke versus specifieke publieke R&D-financiering 46

2.4 De aard van onderzoek en de economische argumenten ter ondersteuning van onderzoek 49

3. ACHTER DE CIJFERS: KWALITATIEVE BEVINDINGEN 54

3.1 Inleiding 54

3.2 Sectorstructuur en private R&D 56

3.3 Analyse van een aantal sectoren 60

3.4 Campussen als bakermat voor regionale PPO-financiering 77

3.5 Conclusies 80

4.	ECONOMISCHE ANALYSE	82
4.1	Inleiding	82
4.2	Literatuuroverzicht	85
4.3	Econometrische analyse op basis van Nederlandse gegevens	88
4.4	Conclusies	96
5.	ANTWOORD OP VRAGEN VAN DE MINISTER	98
5.1	Inleiding	98
5.2	Antwoord op de vragen zoals gesteld in de brief van de minister	99
5.3	Aanbevelingen	102
6.	LITERATUUR	106
7.	BIJLAGEN	108
7.1	Adviesaanvraag	108
7.2	Instellingsbesluit commissie	110
7.3	Definitie van R&D	112
7.4	Literature survey	113
7.5	Econometrische bijeenkomst: programma en namen van de deelnemers	125
7.6	Methodologie van het econometrisch model	126
7.7	Onafhankelijke review	128

SAMENVATTING

Naar aanleiding van een debat in de Tweede Kamer in het najaar van 2017 heeft de minister van OCW aan de KNAW gevraagd om na te gaan 'of en in hoeverre banden tussen publiek gefinancierde wetenschap en bedrijfsleven ertoe leiden dat bedrijven minder prikkels hebben om zelf te investeren in research & development'. De minister stelde daarbij de volgende vragen:

1. Kan geconstateerd worden dat bedrijven investeringen in onderzoek en ontwikkeling in Nederland afbouwen zoals is gesteld tijdens het debat?
 - 1.1 Kan daarbij worden gekeken naar de verschillende typen onderzoek (fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en pre-competitieve ontwikkeling)?
 - 1.2 Kan hierbij de vraag beantwoord worden of het kennisniveau van bedrijven in Nederland voldoende is om door universiteiten ontwikkelde kennis te kunnen absorberen?
2. Is er een causaal verband tussen de hoogte van de investeringen van bedrijven in onderzoek en ontwikkeling en de omvang van publieke middelen voor onderzoek en innovatie?
3. Als er een causaal verband is tussen de private en de publieke investeringen, kan dit verband dan worden gespecificeerd naar de verschillende soorten onderzoek (fundamenteel, toegepast, pre-competitieve ontwikkeling)?
4. Kan aangegeven worden op welke tijdschaal de geconstateerde ontwikkelingen zich voordoen en kan hierbij worden gezien in hoeverre de ontwikkelingen in Nederland verschillen van de ontwikkelingen en trends in andere landen?

1. Onderzoek langs drie lijnen

De KNAW heeft de vragen van de minister van OCW langs drie lijnen onderzocht, namelijk 1) Inventarisatie en analyse van gegevens over investeringen in *Research and*

Development (R&D); 2) Kwalitatieve analyse van samenwerkingsrelaties in R&D, en 3) Econometrische modellering.

1.1 Inventarisatie en analyse van gegevens over investeringen in R&D

De eerste onderzoekslijn omvat een inventarisatie en analyse van beschikbare gegevens over publieke en private investeringen in R&D. Hiervoor is onder andere gebruik gemaakt van de gegevens die verzameld worden door het CBS, de OECD en het Rathenau Instituut. Deze kwantitatieve analyse maakt duidelijk dat er een complexe relatie bestaat tussen de herkomst van de R&D-financiering (publiek of privaat) en waar en door wie de R&D wordt uitgevoerd. Er spelen daarbij diverse factoren. Ten eerste dat de overheid en de private sector beide onderzoek financieren dat zowel wordt verricht binnen de eigen sector als wordt uitbesteed naar andere sectoren. Ten tweede speelt dat de overheid R&D in belangrijke mate met fiscale maatregelen stimuleert, dus indirect, waardoor geldstromen minder gemakkelijk te volgen zijn dan bij directe stimulering. Het complicerende effect daarvan is aanzienlijk omdat het bedrag dat ermee is gemoeid een veelvoud bedraagt van de directe financiering, zoals die bijvoorbeeld via de zogenaamde PPS-toeslag beschikbaar is voor bedrijfsgericht onderzoek bij kennisinstellingen. Ten derde vinden zowel de R&D-financiering als de R&D-uitvoering in toenemende mate internationaal plaats. Deze drie factoren en hun interacties zijn er de oorzaak van dat het beeld complex is. In de analyse is dat beeld zoveel mogelijk ontrafeld, waarbij sommige gegevens geschat moesten worden.

1.2 Kwalitatieve analyse van samenwerkingsrelaties in R&D

De tweede onderzoekslijn betreft een kwalitatieve analyse waarin voor vier sectoren in kaart is gebracht hoe de samenwerkingsrelaties in R&D zich de afgelopen jaren hebben ontwikkeld onder invloed van het Nederlandse onderzoek- en innovatiebeleid. Nederland heeft een kleine, open economie met een internationaal gespecialiseerde sectorstructuur waarin een klein aantal kennisintensieve sectoren een sterke rol spelen. Het belang hiervan is in het wetenschaps- en innovatiebeleid erkend door de sterke nadruk op 'Topsectoren'. In de analyse worden vier van zulke sectoren op hoofdlijn beschreven: 'voeding', 'water', 'hoogtechnologische maakindustrie' en 'levenswetenschappen en gezondheid'. Het illustreert hoe verschillend de aard van publiek private R&D-samenwerking per sector is en hoe deze over de jaren heen vorm heeft gekregen. Regionale clustering van R&D-activiteiten binnen een beperkt aantal 'triple helix' campussen valt bij deze sectoren op als een gemeenschappelijke troef en binnen deze regionale clusters blijkt R&D-samenwerking tussen publieke en private partijen sterk te profiteren van fysieke nabijheid.

1.3 Econometrische modellering

De derde onderzoekslijn is gebaseerd op een nieuw econometrisch model dat gebruik maakt van langjarige R&D-gegevens en dat rekening houdt met de inzichten uit de eerste onderzoekslijn over de financiering en uitvoering van R&D in Nederland en in het buitenland. De modelsimulaties wijzen op de sterke mate waarin publieke en private R&D-uitgaven samenhangen en bieden inzicht op de vraag of publieke en private R&D in de econometrische definitie ‘complementair’ zijn, dat wil zeggen: elkaar versterkend, of ‘substituerend’, dat wil zeggen: elkaar verdringend. Het model levert betrouwbare schattingen op die zijn gebruikt om de vragen van de minister te beantwoorden.

2. Algemene conclusies

Wanneer de complicaties in het actuele beeld zoveel mogelijk worden ontrafeld dan lijkt op eerste gezicht dat het bedrijfsleven 52 procent van de totale R&D financiert en de overheid slechts 32 procent. Bij nader inzien is echter een correctie nodig voor fiscale steun die bedrijven van de overheid ontvangen. Na die correctie bedraagt de netto financiering van het bedrijfsleven 45 procent en die van de overheid 40 procent van de totale R&D uitgaven in Nederland. Vanuit het buitenland investeren het bedrijfsleven en de Europese Unie gezamenlijk bijna 13 procent en de ‘private non-profit’ fondsen de resterende 2,5 procent.

Uitgedrukt als percentage van het bbp zijn de bijdragen aan de R&D-financiering van de private en publieke sectoren over de afgelopen vijftig jaar min of meer constant gebleven. De publieke (directe) R&D-financiering is licht gedaald en schommelt nu rond de 0,7 procent van het bbp. De private R&D-financiering bedraagt vrijwel constant 1 procent van het bbp met een ‘dip’ in 2008/9 als gevolg van de financiële crisis. De belangrijkste toename doet zich voor in de buitenlandse R&D-financiering. Die bedraagt nu 0,3 procent van het bbp. De totale R&D-intensiteit bedroeg in 2016 voor het eerst net iets meer dan 2 procent van het bbp, namelijk 2,03 procent.

In 2016 financierden Nederlandse bedrijven bovenop de in Nederland uitgevoerde R&D voor ruim €2,685 mld. aan R&D in het buitenland, meer dan een derde van de R&D-financiering van het Nederlandse bedrijfsleven in Nederland. Dit effect neemt sinds 2008 toe, wat betekent dat er steeds meer private R&D in het buitenland wordt uitgevoerd.

In vergelijking met landen die relatief veel investeren in R&D, zoals Duitsland, zijn vooral de private investeringen in Nederland laag. De industriële structuur van een land heeft invloed op de omvang van de private R&D-investeringen. Duitsland kent een relatief grote maakindustrie, met dito investeringen in R&D. De relatief lage private R&D-intensiteit van Nederland kan onder meer verklaard worden door de sterke

dienstensector. Dit leidt tot twee overwegingen. Ten eerste in welke mate Nederland de R&D-intensieve sectorstructuur verder zou kunnen uitbouwen, binnen bestaande sectoren, of met nieuwe sectoren. Ten tweede in hoeverre nationale investeringen in innovatie zouden kunnen worden meegerekend in de R&D-investeringen, ook in de dienstensector, ook al vallen die volgens de zogenaamde *Frascati Manual* formeel niet binnen de vrij strikte definitie van investeringen in R&D, en houdt deze overweging geen pleidooi in voor het internationaal oprekken van de R&D-definitie.

De econometrische analyse laat zien dat er een sterke samenhang is en een grote mate van wederzijdse versterking, tussen publieke en private R&D-investeringen. Met andere woorden, 'banden tussen publiek gefinancierde wetenschap en bedrijfsleven' leiden in het algemeen niet tot minder maar tot meer private investeringen in R&D. De buitenlandse publieke R&D lijkt echter wel een mogelijke verdringingsfactor voor binnenlandse private R&D. Wanneer de buitenlandse publieke R&D stijgt, heeft de Nederlandse private R&D de neiging minder te stijgen, en is er mogelijk zelfs sprake van krimp. Dit plaatst het sterk toenemende 'buitenlandse R&D-saldo' van het Nederlandse bedrijfsleven in perspectief.

Als de publieke investeringen stijgen, stijgen de private investeringen dus ook, maar hoe de effecten doorwerken kan per sector verschillen. In de sector 'levenswetenschappen en gezondheid' bijvoorbeeld kan nieuwe bedrijfsdynamiek aansluiten op de binnen universiteiten en academische ziekenhuizen ontwikkelde kennis. In andere sectoren, bijvoorbeeld binnen de sectoren 'water' en 'hoogtechnologische maakindustrie', zal het mkb via de uitbesteding van kennisintensieve activiteiten door grote kennisintensieve internationale bedrijven stevig kunnen profiteren van verdere specialisatie in specifieke kennisniches. In zulke sectoren kan het bedrijfsleven goed aansluiten op publiek ontwikkelde kennis en vice versa. Van de kracht die regionale kennisclusters en campussen in dezen bieden, kan nog meer gebruik worden gemaakt en kan tegenwicht worden geboden aan de aantrekkingskracht van buitenlandse publieke investeringen in R&D.

3. Beantwoording van de vragen

De gegevens en inzichten die via de bovenstaande onderzoekslijnen zijn verzameld, geven de KNAW voldoende houvast om de vragen van de minister te beantwoorden.

Vraag 1: Kan geconstateerd worden dat bedrijven investeringen in onderzoek en ontwikkeling in Nederland afbouwen zoals is gesteld tijdens het debat?

Bedrijven hebben hun investeringen in onderzoek en ontwikkeling in Nederland niet afgebouwd. Dit antwoord houdt ook stand indien gecorrigeerd wordt voor de fiscale voordelen die de overheid aan het bedrijfsleven biedt om R&D te stimuleren. Hierbij

is wel een nuance geboden die te maken heeft met geldstromen van – en naar ‘het buitenland’. Ten eerste investeren buitenlandse bedrijven en de Europese Commissie (via het kaderprogramma voor onderzoek en innovatie) steeds meer in R&D in Nederland (13 procent van de totale investeringen in R&D in 2016). Ten tweede investeert het Nederlandse bedrijfsleven steeds meer in het buitenland (meer dan een derde van de private R&D-investeringen in Nederland). Het saldo van deze investeringen van – en naar het buitenland, wordt sinds 2008/2009 steeds negatiever en bedroeg in 2016 reeds meer dan € 1,3 mld. Onduidelijk is of deze toename van private R&D-investeringen in het buitenland leidt tot afbouw van de eigen binnenlandse R&D-investeringen. De beschikbare gegevens maken het niet mogelijk die onduidelijkheid weg te nemen. Het leidt wel tot een nuancering in het beantwoorden van de eerste vraag, namelijk: ‘Bedrijven bouwen hun investeringen in onderzoek en ontwikkeling niet af, maar als gevolg van aantrekkelijke publieke R&D-financiering in het buitenland kan een toenemend aandeel van de Nederlandse private R&D-investeringen ingezet worden voor uitvoering van R&D in het buitenland.’

Sub-vraag 1.1: ‘Kan daarbij worden gekeken naar de verschillende typen onderzoek (fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en pre-competitieve ontwikkeling)?’

Deze vraag is niet te beantwoorden. Kenmerkend voor Nederland is de relatief grote bijdrage van het bedrijfsleven aan het publieke onderzoek bij universiteiten en publieke kennisinstellingen. Tegelijkertijd blijkt uit beschikbare data van het CBS dat het bedrijfsleven de afgelopen jaren het eigen onderzoek afstoot of vooral samen met publieke kenniscentra en universiteiten verricht. Welke fracties daarvan voldoen aan definities van fundamenteel, toegepast of pre-competitief is niet uit de beschikbare data af te leiden.

Sub-vraag 1.2: ‘Kan hierbij de vraag beantwoord worden of het kennisniveau van bedrijven in Nederland voldoende is om door universiteiten ontwikkelde kennis te kunnen absorberen?’

Het antwoord op deze vraag is positief maar verschilt per sector. In de sector ‘levenswetenschappen en gezondheid’ daalt verhoudingsgewijs veel kennis die binnen universiteiten en academische ziekenhuizen is ontwikkeld neer in nieuwe of bestaande bedrijven. In de sector ‘voeding’ is dat ook het geval, maar in mindere mate. Dit lijkt in lijn met de relatief grote omvang van het medische- en gezondheidsonderzoek in Nederland. In de sector ‘water’ en nog sterker in de sector ‘hoogtechnologische maakindustrie’ valt te bespeuren dat vooral ook het innovatieve mkb als toeleverancier van grote bedrijven aansluiting vindt bij kennisontwikkeling, of daar zelfs leidend in is. Er zijn zelfs gevallen denkbaar waar de vraag omgekeerd gesteld kan worden: ‘Is het kennisniveau van universiteiten voldoende om de kennis die bij innovatie bedrijven wordt ontwikkeld te absorberen?’

Vraag 2: 'Is er een causaal verband tussen de hoogte van de investeringen van bedrijven in onderzoek en ontwikkeling en de omvang van publieke middelen voor onderzoek en innovatie?'

Het antwoord op deze vraag luidt, op basis van de gedetailleerde econometrische analyse, eenduidig 'ja'.

Er is zowel in financiering als in uitvoering sprake van een wederzijdse versterking ('complementariteit' in de econometrische definitie) tussen private en publieke R&D investeringen. Uit de modelsimulatie blijkt dat een toename in publieke R&D-investeringen op de korte en middellange termijn een positief effect zal hebben op zowel de publieke als private R&D-kennis. Eventuele verdringing van private R&D, zoals die in de econometrische literatuur wel wordt beschreven, zal zich volgens de modelsimulaties pas na dertig jaar voordoen. De wederzijdse versterking tussen publieke en private R&D is het grootst wanneer deze door de publieke sector wordt geïnitieerd, met andere woorden, *privaat volgt in dezen publiek*.

Het versterkend effect tussen overheidsinvesteringen in onderzoek en private R&D betekent ook dat overheidsinvesteringen in R&D internationale aantrekkingskracht uitoefenen. Nederland kent een sterk zogenaamd '*crowding-in*'-effect van zijn publieke R&D op internationaal onderzoek en op internationale onderzoekers. Dit blijkt onder meer uit de sterke toeloop van buitenlandse promovendi en studenten en uit de toename in buitenlandse R&D-investeringen in Nederland, in het bijzonder uit het nationale succes bij het verwerven van Europese onderzoeksfinanciering. Dit laatste is echter niet langer vanzelfsprekend omdat andere landen werken aan een inhaalslag. Waar de publieke overheidsinvesteringen in R&D in Nederland een '*crowding-in*'-effect hebben gehad op deze buitenlandse R&D-investeringen, lijken publieke overheidsinvesteringen in het buitenland een steeds sterker '*crowding-out*'-effect te hebben op de Nederlandse binnenlandse private R&D-investeringen. Het is belangrijk om in deze context onderscheid te maken tussen de 'soorten' van R&D die internationaliseren: de 'honkvaste' R of de '*footloose*' D.

Vraag 3: 'Als er een causaal verband is tussen de private en de publieke investeringen, kan dit verband dan worden gespecificeerd naar de verschillende soorten onderzoek (fundamenteel, toegepast, pre-competitieve ontwikkeling)?'

Op deze vraag kan met de beschikbare gegevens door de KNAW geen afdoend antwoord gegeven worden. Uit de beperkt beschikbare data blijkt dat bedrijven steeds minder fundamenteel onderzoek uitvoeren, en dat het aandeel pre-competitieve ontwikkeling binnen het door bedrijven uitgevoerde R&D aanzienlijk stijgt. Het is echter niet bekend of dit ook geldt voor onderzoek dat Nederlandse bedrijven in het buitenland (laten) verrichten. Beantwoording van deze vraag is niettemin essentieel om een duurzaam beleid te kunnen ontwikkelen voor het aantrekken én verankeren van R&D

in Nederland, zoals voorgesteld in de Kamerbrief van de minister en staatssecretaris van EZK over missie-gedreven innovatiebeleid (juli 2018).

Vraag 4: ‘Kan aangegeven worden op welke tijdschaal de geconstateerde ontwikkelingen zich voordoen en kan hierbij worden gezien in hoeverre de ontwikkelingen in Nederland verschillen van de ontwikkelingen en trends in andere landen?’

Op basis van de econometrische analyse is inzicht verkregen in de manier waarop de effecten van privaat-publieke financiering doorwerken op de korte, middellange en lange termijn. Het antwoord op vraag 2 gaf al aan dat er sprake is van een sterke complementariteit tussen publieke en private R&D, en dat eventuele verdringingseffecten pas op de lange tot zeer lange termijn optreden. In hoeverre deze conclusie ook geldt voor andere landen, is niet expliciet onderzocht. Uit het oogpunt van het aantrekken én het behouden van R&D-investeringen uit het buitenland is het belangrijk dat het nationale onderzoeksbeleid een langetermijnperspectief behoudt en daarbij een grote mate van zekerheid en duidelijkheid biedt aan private bedrijven en publieke kennisinstellingen.

4. Conclusie

De drie verschillende onderzoekslijnen laten consistent zien dat private en publieke R&D-financiering en uitvoering elkaar wederzijds versterken. Dat rechtvaardigt het continueren van publieke investeringen in R&D niet alleen als aanjager voor private R&D-investeringen maar ook als aanjager voor economische welvaart en productiviteit. Kortom, de ‘banden tussen publiek gefinancierde wetenschap en bedrijfsleven’ leiden ertoe dat bedrijven meer prikkels hebben om zelf te investeren in research & development.

SUMMARY

Following a debate in the Dutch House of Representatives in the autumn of 2017, the Minister of Education, Culture and Science asked the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences to investigate ‘whether and to what extent links between publicly funded science and the private sector result in businesses having fewer incentives to invest in research & development themselves’. The Minister asked the following questions in this regard:

1. Are businesses in fact phasing out investments in research and development in the Netherlands, as was asserted during the debate?
 - 1.1 Can differences be detected between the different types of research (basic research, applied research and pre-competitive development activity)?
 - 1.2 Are businesses in the Netherlands capable of absorbing the knowledge developed by universities?
2. Is there a causal relationship between the size of business investment in research and development and the scale of public funding earmarked for research and innovation?
3. If there is a causal relationship between private and public investment, can this relationship be broken down by the different types of research (basic, applied, pre-competitive development)?
4. On what timescale are the observed trends unfolding and to what extent do the trends in the Netherlands differ from trends and developments in other countries?

1. Study along three lines

The Academy has examined the questions posed by the Minister of Education, Culture and Science along three lines, namely 1) Survey and analysis of data on investment in R&D; 2) Qualitative analysis of partnerships in R&D; and 3) Econometric modelling.

1.1 Survey and analysis of data on investment in R&D

The first line of research consists of a survey and analysis of available data on public and private R&D investment based on data collected by Statistics Netherlands, the OECD, the Rathenau Institute and others. This quantitative analysis shows that there is a complex relationship between the source of R&D funding (public or private) and where and by whom R&D is carried out. Various factors play a role. First of all, both the government and the private sector fund research carried out within their own sector and outsourced to other sectors. Second, the government encourages R&D largely through tax measures, i.e. indirectly, making it more difficult to track funding streams than in the case of direct incentives. The complications to which this gives rise are considerable, since the sum involved is a multiple of the amount available through direct funding, for example through the 'PPP Allowance', which supports business-related research at knowledge institutions. The third factor is that both the funding and the execution of R&D are increasingly international affairs. These three factors and their interactions make this a highly complex situation. The analysis has sorted it out as much as possible, with some data necessarily being approximated.

1.2 Qualitative analysis of R&D partnerships

The second line of research is a qualitative analysis that maps out how R&D partnerships have developed in four sectors in recent years, under the influence of the Netherlands' research and innovation policy. The Netherlands has a small, open economy with an internationally specialised sector structure in which a small number of knowledge-intensive sectors play a prominent role. The government's science and innovation policy has recognised the importance of this by showcasing key industrial sectors ('Topsectors'). The analysis describes the main outlines of four such sectors – 'agri-food', 'water', 'high-tech' and 'life sciences and health' –and describes the diverse nature of public-private R&D partnerships across sectors and how such partnerships have taken shape over the years. It is notable that regional clustering of R&D activities within a limited number of 'triple helix' campuses is a common trump card in these sectors, and that within these regional clusters, cooperation between public and private parties in R&D appears to benefit greatly from physical proximity.

1.3 Econometric modelling

The third line of research is based on a new econometric model that uses long-term R&D data and incorporates findings concerning R&D funding and execution in the Netherlands and abroad from the first line of research. The simulations show the considerable extent to which public and private R&D expenditure are related and reveal whether, according to the econometric definition, public and private R&D are

'complementary', i.e. mutually reinforcing, or 'substitute', i.e. displace each other. The model produces reliable estimates that have been used to answer the questions submitted to the Academy.

2. Overall conclusions

After sorting out the complexities of the current situation as much as possible, it initially looked as if the private sector funds 52 percent of total R&D and government only 32 percent. On closer inspection, however, it was clear that an adjustment was required for tax credits that businesses receive from the government. Following this adjustment, net funding by businesses was found to amount to 45 percent and that of government to 40 percent of total R&D expenditure in the Netherlands. Foreign businesses and the European Union jointly invest almost 13 percent and private non-profit funds invest the remaining 2.5 percent.

Expressed as a percentage of GDP, contributions to R&D funding by the private and public sectors have remained more or less constant over the past fifty years. Public (direct) R&D funding has decreased slightly and now hovers around 0.7 percent of GDP. Private R&D funding is almost constant at 1 percent of GDP, with a dip in 2008/9 due to the financial crisis. The most significant increase has been in foreign R&D investment, which now stands at 0.3 percent of GDP. In 2016, total R&D intensity amounted to just over 2 percent of GDP, i.e. 2.03 percent, for the first time.

In addition to funding R&D in the Netherlands, Dutch companies invested more than €2.685 billion in foreign R&D in 2016, more than a third of Dutch private sector R&D funding in the Netherlands. This trend has been growing since 2008, indicating that more and more private R&D is taking place abroad.

When measured against Germany and other countries that invest relatively large amounts in R&D, private investment in the Netherlands is particularly modest. The industrial structure of a country affects the size of private R&D investments. Germany has a relatively large manufacturing industry and makes significant investments in R&D. One explanation for the relatively low private R&D intensity of the Netherlands is the dominance of its service sector. This gives rise to two questions. First, to what extent can the Netherlands expand its R&D-intensive sector structure further, either within existing sectors or with new sectors? Second, to what extent can national investment in innovation be categorised as R&D investment, including in the service sector, even though such investment does not officially fall within the relatively strict definition of R&D investment in the Frascati Manual, and this question does not argue in favour of broadening the definition of R&D at international level?

The econometric analysis shows that there is a strong correlation between public and private R&D investments as well as a considerable degree of mutual reinforcement. In other words, 'links between publicly funded science and the private sector' generally do not lead to less but to more private investment in R&D. Foreign public R&D does seem to be a possible displacement factor for domestic private R&D, however. When foreign public R&D increases, Dutch private R&D tends to rise more slowly, and may even decline. This puts the rapidly growing 'balance of foreign R&D' in the Dutch private sector in perspective.

As public investment increases, so too does private investment, but the effects may vary from sector to sector. In the 'life sciences and health' sector, for example, new business momentum can key into the knowledge developed at universities and university hospitals. In other sectors, for example in 'water' and 'high-tech', the outsourcing of knowledge-intensive activities by large knowledge-intensive multinationals will be hugely profitable for SMEs that specialise in specific niches. There, the private sector can easily tap into publicly funded knowledge development and vice versa. These sectors can benefit even more from the strengths of regional knowledge clusters and campuses and in doing so can offset the appeal of foreign public investment in R&D.

3. Answers to the questions

The data and insights obtained through the above lines of research offer a sufficient basis for the Academy to answer the Minister's questions.

Question 1: Are businesses in fact phasing out investment in research and development in the Netherlands, as was asserted during the debate?

Businesses have not phased out their investment in research and development in the Netherlands. This answer also holds true after adjusting for the tax credits that the government makes available to businesses to stimulate R&D. A subtle distinction must be made here, however, between incoming and outgoing funding streams. First of all, foreign companies and the European Commission (through the Framework Programme for Research and Innovation) are boosting their investment in Dutch R&D (13 percent of total R&D investment in 2016). Second, Dutch businesses are investing ever growing amounts abroad (more than a third of private R&D investment in the Netherlands). The balance between these incoming and outgoing funding streams has been increasingly negative since 2008/2009 and came to more than € 1.3 billion in 2016. It is unclear whether this increase in private R&D investment abroad is leading to the phasing out of Dutch domestic R&D investment. The available data do not make this any clearer but do qualify the answer to the first question, namely: 'Businesses

are not phasing out their investment in research and development, but because of attractive public R&D funding abroad, an ever-growing share of Dutch private R&D investment can be used to carry out R&D abroad’.

Subsidiary question 1.1: ‘Can differences be detected between the different types of research (basic research, applied research and pre-competitive development activity)?’

It is not possible to answer to this question. One of the distinguishing features of the Netherlands is the relatively large contribution that the private sector makes to public research at universities and public knowledge institutions. At the same time, data available from Statistics Netherlands show that in recent years, businesses have been outsourcing their own research or, more importantly, undertaking research together with public knowledge centres and universities. The available data do not allow us to determine which fractions of this research match the definitions of basic, applied or pre-competitive development.

Subsidiary question 1.2: ‘Are businesses in the Netherlands capable of absorbing the knowledge developed by universities?’

The answer is ‘yes’, but it differs from one sector to the next. In the ‘life sciences and health’ sector, a relatively large proportion of the knowledge developed at universities and university hospitals ends up being exploited in new or existing businesses. The same is true in the ‘agri-food’ sector, albeit to a lesser extent. This appears to be in line with the relatively large scale of medical and health research in the Netherlands. In the ‘water’ and even more so in the ‘high-tech’ sector, innovative SMEs that function as suppliers to large companies are particularly keyed into, or even play a leading role in, knowledge development. There may even be cases where the opposite question is more appropriate: ‘Are universities in the Netherlands capable of absorbing the knowledge developed by businesses?’

Question 2: ‘Is there a causal relationship between the size of business investment in research and development and the scale of public funding earmarked for research and innovation?’

Based on the detailed econometric analysis, the answer to this question is a clear ‘yes’.

Both in terms of funding and execution, private and public R&D investments are mutually reinforcing (‘complementary’ in the econometric definition). The simulation shows that an increase in public R&D investment in the short and medium term will have a positive effect on both public and private R&D knowledge. The simulation also shows that any displacement of private R&D, such as that described in the econometric literature, will only occur after thirty years. Mutual reinforcement between public and

private R&D is greatest when initiated by the public sector; in other words, private follows public in this area.

Mutual reinforcement between public investment in research and private R&D also means that public investment in R&D attracts international investment. Dutch public R&D has a powerful crowding-in effect on international research and on international researchers. Evidence of this can be found in the large influx of foreign PhD candidates and students and in the rise in foreign R&D investment in the Netherlands, in particular Dutch success in obtaining European research funding. The latter should no longer be taken for granted, however, because other countries are catching up. While Dutch public investment in R&D has had a crowding-in effect on foreign R&D investment, public investment abroad appears to be having an increasingly pronounced crowding-out effect on Dutch domestic private R&D investment. In this context, it is important to distinguish between the 'types' of R&D that 'go international': the 'stay-at-home' R or the 'footloose' D.

Question 3: 'If there is a causal relationship between private and public investment, can this relationship be broken down by the different types of research (basic, applied, pre-competitive development)?'

The Academy is unable to give a satisfactory answer to this question based on the available data. The limited data available show that businesses are performing less and less basic research and that the proportion of pre-competitive development activity undertaken by businesses within the context of R&D is growing significantly. It is, however, unclear whether this also applies to research conducted by or on behalf of Dutch businesses abroad. Nevertheless, answering this question is crucial for developing a long-term policy that attracts and embeds R&D in the Netherlands, as proposed in the letter to Parliament from the Minister and State Secretary for Economic Affairs and Climate Policy on mission-driven innovation (July 2018).

Question 4: 'On what timescale are the observed trends unfolding and to what extent do the trends in the Netherlands differ from trends and developments in other countries?'

The econometric analysis has provided insight into the short-, medium- and long-term effects of private-public funding. The answer to question 2 has already indicated that public and private R&D are very complementary and that any displacement effects will only be felt in the long or very long term. We did not explicitly investigate the extent to which this conclusion also applies to other countries. In the interests of attracting and retaining R&D investment from abroad, national research policy must take the long view and offer a high level of certainty and clarity to private companies and public knowledge institutions.

4. Conclusion

The three different research lines are consistent in showing that private and public R&D funding and execution are mutually reinforcing. This outcome justifies continuing public investment in R&D not only as a driver for private R&D investment but also as a driver for economic prosperity and productivity. In short, the 'links between publicly funded science and the private sector' give businesses more incentives to invest in research & development themselves.

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding voor dit advies

Tijdens het zogenaamde ‘dertigledendebat’ over de banden van de fossiele industrie met universiteiten van 7 september 2017 heeft de toenmalige minister van OCW, Jet Bussemaker, een motie van de Tweede Kamer overgenomen. De motie werd mede namens twee andere Kamerleden ingediend door D66-lid Paternotte. In de motie wordt de regering verzocht te onderzoeken of, en in hoeverre, banden tussen publiek gefinancierde wetenschap en bedrijfsleven ertoe leiden dat bedrijven minder prikkels hebben om zelf te investeren in *research and development*. Eén van de uitgangspunten bij die motie is dat samenwerking tussen universiteiten en bedrijven lovenswaardig is, maar niet mag betekenen dat universiteiten private investeringen overbodig maken.¹

De minister heeft de KNAW op 20 oktober 2017 schriftelijk verzocht om het gevraagde onderzoek uit te voeren. Bijlage 7.1 bevat de brief van de minister exclusief de bijlage bij die brief, bevattende de motie plus een letterlijk verslag van de verhandelingen in de Kamer². De president van de KNAW heeft hier namens het bestuur instemmend op gereageerd.

1.2 Samenstelling commissie

Het bestuur van de KNAW heeft op 20 november 2017 een commissie ingesteld om over het gevraagde onderzoek een rapport op te stellen. De samenstelling van de commissie luidt:

-
- 1 Deze tekst is letterlijk overgenomen uit de brief van de minister van OCW aan de KNAW.
 - 2 Die bijlage kan worden teruggelezen op de website van de KNAW.

- Prof. dr. L.L.G. (Luc) Soete (voorzitter) – Universiteit Maastricht
- Prof. dr. C.A. (Clemens) van Blitterswijk – Life Sciences Partners
- Prof. dr. T.T.M. (Thom) Palstra – Universiteit Twente
- Dr. J.H. (Jan) van den Biesen – Europolaris
- Dr. M.J. (Margrethe) Jonkman – Friesland Campina
- Dr. A.G. (Gerard) Schouw – Vereniging Innovatieve Geneesmiddelen
- Prof. dr. ir. C.J.N. (Cees) Buisman – Wetsus

Bijlage 7.2 bevat het instellingsbesluit van de commissie. De eerste vergadering van de commissie vond plaats op 16 maart 2018.

1.3 Adviesvraag

In haar brief stelt de minister vier vragen, waarvan de eerste vraag twee sub-vragen bevat.

1. Kan geconstateerd worden dat bedrijven investeringen in onderzoek en ontwikkeling in Nederland afbouwen zoals is gesteld tijdens het debat?
 - 1.1 Kan daarbij worden gekeken naar de verschillende typen onderzoek (fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en pre competitieve ontwikkeling)?
 - 1.2 Kan hierbij de vraag beantwoord worden of het kennisniveau van bedrijven in Nederland voldoende is om door universiteiten ontwikkelde kennis te kunnen absorberen?
2. Is er een causaal verband tussen de hoogte van de investeringen van bedrijven in onderzoek en ontwikkeling en de omvang van publieke middelen voor onderzoek en innovatie?
3. Als er een causaal verband is tussen de private en de publieke investeringen, kan dit verband dan worden gespecificeerd naar de verschillende soorten onderzoek (fundamenteel, toegepast, pre-competitieve ontwikkeling)?
4. Kan aangegeven worden op welke tijdschaal de geconstateerde ontwikkelingen zich voordoen en kan hierbij worden bezien in hoeverre de ontwikkelingen in Nederland verschillen van de ontwikkelingen en trends in andere landen?

In eerste instantie betreft het verzoek van de minister dus de vraag om beleidsonderzoek te doen teneinde de door haar op basis van het Kamerdebat en de motie geformuleerde vragen te beantwoorden. Daarbij geeft ze aan dat de KNAW gebruik kan maken van bestaand onderzoek, omdat de Kamer had aangegeven dat over het vraagstuk al veel is gepubliceerd.

De KNAW heeft het verzoek secundair ook geïnterpreteerd in termen van een adviesvraag, verwachtend dat het onderzoek daarin zou kunnen resulteren en gelet op de wettelijke adviestaak van de KNAW. Daarom heeft de KNAW enkele aanbevelingen geformuleerd die niet in de samenvatting zijn opgenomen, maar wel in hoofdstuk 5.

1.4 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van de publieke en private financiering en uitvoering van onderzoek in Nederland beschreven aan de hand van beschikbare gegevens en de trend in deze uitgaven over de afgelopen decennia kort gekarakteriseerd. De gegevens over onderzoeksfinanciering en -uitvoering in Nederland worden sinds geruime tijd door het Rathenau Instituut jaarlijks verzameld en gepubliceerd. Deze rapportages zijn breed bekend en geven een goed beeld van de trends in de omvang van R&D in Nederland van zowel de private – als publieke sector. Belangrijk is hierbij het onderscheid tussen de financiering van onderzoek en de uitvoering van onderzoek. Zowel de overheid als de private sector financieren onderzoek dat verricht wordt binnen publieke kennisinstellingen – voornamelijk universiteiten en de Universitaire Medische Centra (umcs) en de Organisaties voor Toegepast wetenschappelijk Onderzoek (TO2) – en binnen bedrijven, zowel grote multinationale ondernemingen met binnenlandse en buitenlandse vestigingen als het Midden en Klein Bedrijf (mkb). Bovendien financieren ook buitenlandse overheden en bedrijven R&D in Nederland, denk bijvoorbeeld aan het Europese kaderprogramma voor onderzoek en innovatie, en aan het onderzoek van buitenlandse bedrijven dat in Nederland verricht wordt. Ten slotte financiert het Nederlandse bedrijfsleven ook onderzoek in het buitenland. Het beeld dat aan de hand van de jaarlijkse enquêtes van het CBS geschetst wordt over de publieke en private financiering en uitvoering van R&D in Nederland is dan ook complex en bij historische trends moet zorgvuldig rekening worden gehouden met mogelijke aanpassingen in de gebruikte definitie van R&D.

Sinds de harmonisatie van de begrippen ‘Research’ en ‘Development’³ binnen het kader van het OECD⁴ *Frascati Manual* begin jaren ’70 zijn internationale vergelijkingen mogelijk gemaakt. Sinds 2011 hebben zich in Nederland echter een aantal belangrijke aanpassingen voorgedaan in de manier waarop de onderzoeksuitgaven van bijvoorbeeld de academische ziekenhuizen, bepaalde software-uitgaven, alsmede de uitgaven van zeer kleine bedrijven meegenomen worden in de officiële CBS-cijfers over R&D. Een andere belangrijke factor vormen de generieke fiscale belastingmaatregelen ten

3 In dit rapport heeft de KNAW gekozen voor het gebruik van de Engelse afkorting ‘R&D’ voor activiteiten die in het Nederlands omschreven worden als Speur- en Ontwikkelingswerk (definitie zoals gehanteerd in de WBSO, de Wet ter Bevordering van Speur- en Ontwikkelingswerk) of als Onderzoek en Ontwikkeling (O&O) in navolging van het CBS dat de enquêtes verricht bij bedrijven en kennisinstellingen naar uitgaven en ingezette arbeidsjaren voor R&D, gedefinieerd conform het OECD *Frascati Manual* als onderzoek dat ‘streeft naar oorspronkelijkheid én vernieuwing’. Voor een precieze definitie zie bijlage 7.3.

4 Voor de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) wordt in dit rapport de Engelstalige afkorting OECD gebruikt.

gunste van R&D-uitgaven zoals de WBSO/RDA⁵ (en ook de innovatiebox⁶) die formeel niet worden meegenomen in de CBS-statistieken, noch in de internationale OECD-cijfers over overheidsfinanciering van R&D. In bijlage 7.3 worden begrippen en definities in meer detail toegelicht.

Na de kwantitatieve inventarisatie van beschikbare R&D-gegevens op hoofdlijnen, beschouwt hoofdstuk 3 de sectorale structuur van de Nederlandse economie kwalitatief. Als relatief klein land met, vanwege zijn ligging, een belangrijke internationale handelsfunctie, kent Nederland een internationaal gespecialiseerde sectorstructuur waarin een aantal kennisintensieve sectoren een sterke rol spelen. Beleidsmatig is dit erkend in het belang dat toegekend wordt aan een aantal zogenaamde ‘Topsectoren’. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwikkeling van enkele van deze sectoren. Daartoe heeft de commissie gesprekken gevoerd met vertegenwoordigers van zowel publieke als private partijen van deze sectoren. De kwalitatieve informatie die hiermee verworven werd, brengt vrij scherp naar voren hoe intensief en nauw de samenwerking tussen private en publieke partijen op het gebied van onderzoek is⁷. Op de meeste terreinen zijn de interacties tussen het probleem-gedreven en het meer conceptuele onderzoek steeds nauwer geworden, net zoals tussen onderzoekdisciplines en sectoren. Daarbij spelen ook regionale overheden een steeds belangrijkere rol. Campussen, waarbinnen lokale clustervorming tussen publieke en private kennispartijen met elkaar gemakkelijker kunnen samenwerken, zijn hierbij dikwijls leidend en vormen de basis van de zogenaamde ‘*smart specialisation strategy*’ waarmee Europese regio’s zich willen profileren.

Hoofdstuk 4 gaat in op de expliciete vraag zoals gesteld in de motie Paternotte en in de brief van de minister ‘*of en in hoeverre banden tussen publiek gefinancierde wetenschap en bedrijfsleven ertoe leiden dat bedrijven minder prikkels hebben om zelf te investeren in research and development*’. Daartoe wordt eerst kort een overzicht geboden van de economische literatuur op dit onderwerp. In bijlage 7.4 staat een uitvoerig overzicht van de omvangrijke recente literatuur, gebaseerd op een studie van Ziesemer (UM en UNU-MERIT (2018)) voor de Europese Commissie. De commissie heeft binnen dit kader een bijeenkomst georganiseerd met een aantal op het onderwerp gespecialiseerde

5 RDA is een aftrekpost op de winst uit onderneming die in 2016 is afgeschaft als aparte regeling en is geïntegreerd in de WBSO. In dit rapport noemen we korthedshalve verder alleen de WBSO, waarbij eventuele RDA impliciet is inbegrepen.

6 De innovatiebox is een Nederlandse fiscale regeling voor de vennootschapsbelasting waardoor de met innovaties behaalde winsten met een verlaagd tarief van 5 procent (in plaats van 20-25 procent) worden belast.

7 De KNAW onthoudt zich hierbij van de bredere discussie rond de maatschappelijke implicaties van deze zogenaamde strategische publiek-private partnerships (sPPP’s) zoals het Rathenau Instituut deze omschrijft in een recente analyse van drie casestudies van deze vorm van sPPP’s in Nederland. Zie Sue-Yen Tjong Tjin Tai, Jos van den Broek, Timo Maas, Tomas Rep en Jasper Deuten (2018), Strategische Private-Publieke Partnerships, Rathenau, Oktober.

economen vanuit universiteiten, TNO, private partijen en ministeries zoals OC&W en EZK (zie bijlage 7.5). De KNAW is de deelnemers aan de bijeenkomst veel dank verschuldigd, ook voor hun latere concrete en gedetailleerde bijdragen en suggesties. Belangrijk in deze context is ook de econometrische studie, door UNU-MERIT uitgevoerd (Soete et al, 2017), waarin aan de hand van nieuwe econometrische technieken een poging wordt ondernomen om wetenschappelijke duidelijkheid te geven aan de hand van beschikbare langetermijn-R&D-data rond de vraag naar de economische impact van de door de publieke en private sectoren gedane onderzoekinvesteringen op de groei en productiviteit in Nederland. De resultaten van deze studie, waarvan de methodologie in bijlage 7.6 wordt besproken, bieden volgens de KNAW een aantal interessante aanknopingspunten in de beantwoording van de vragen van de minister.

In hoofdstuk 5 geeft de KNAW antwoord op de vragen zoals gesteld in de adviesvraag en in paragraaf 1.3 geformuleerd. De verzamelde gegevens, zowel kwantitatief als kwalitatief, alsmede de econometrische analyse, bieden de KNAW voldoende houvast om tot een aantal heldere conclusies te komen, zoals het feit dat er tussen publieke en private R&D een sterke complementariteit is⁸ en dat er slechts sprake zal zijn van mogelijke verdringing van private R&D door publieke R&D op de lange termijn maar dat buitenlandse publieke R&D op kortere termijn kan zorgen voor verdringing van Nederlandse binnenlandse R&D. Het Nederlandse beleid op het gebied van R&D zal meer dan vroeger rekening moeten houden met de internationale omgeving waarbinnen private R&D-investeringsbeslissingen genomen worden en de manier waarop de buitenlandse overheid hierop inspeelt.

Conform de kwaliteitsprocedures van de KNAW is het conceptrapport onderworpen aan een onafhankelijke review. De namen van de reviewers zijn vermeld in bijlage 7.7. De reviewers dragen geen verantwoordelijkheid voor het rapport. De KNAW is hen veel dank verschuldigd.

8 Het begrip 'complementariteit' wordt verschillend gedefinieerd in verschillende wetenschappen, zoals in de natuurkunde, de biologie, de antropologie, de rechtswetenschappen en zelfs de musicologie. Hier wordt, zoals in hoofdstuk 4 in meer detail uiteengezet, de economische betekenis van complementariteit gebruikt: het 'complementair zijn met' zoals in het geval van complementaire goederen in tegenstelling tot substitutie en de substitueerbaarheid van goederen.

2. R&D IN NEDERLAND: POSITIONERING EN TRENDS

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van de beschikbare geaggregeerde gegevens een beeld geschetst van de huidige financiering van R&D door zowel de overheid als de private sector. De gegevens over R&D worden in Nederland sinds geruime tijd door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) jaarlijks verzameld op basis van R&D-enquêtes bij bedrijven en gepubliceerd volgens internationale criteria, zoals vastgelegd in het door de OECD opgestelde *Frascati Manual*. Het Rathenau Instituut verzamelt en publiceert regelmatig R&D-cijfers via digitale factsheets en een jaarlijks rapport getiteld *Technologie en Wetenschap in Nederland* (TWIN-rapport) waarin aan de hand van de begrotingscijfers van de verschillende departementen een vrij nauwkeurig beeld wordt geschetst van de huidige en toekomstige begrote financiering van R&D. Deze rapportages zijn breed bekend en geven een goed beeld van de trends in de omvang van R&D in Nederland van zowel de private als publieke sector.

Paragraaf 2.2 toont dat het onderscheid tussen de financiering van onderzoek en de uitvoering van onderzoek hierbij echter van groot belang is. Zowel de overheid als de private sector financieren immers onderzoek dat verricht wordt binnen de eigen sector⁹ en onderzoek dat uitbesteed wordt naar de andere sectoren.

In sectie 2.2.1 wordt de situatie anno 2016 beschreven. Daarbij wordt onmiddellijk duidelijk dat het belangrijk is om bij de publieke financiering van privaat onderzoek ook rekening te houden met de omvangrijke generieke fiscale belastingmaatregelen

⁹ In het geval van de overheid: de publieke kennisinstellingen, zoals universiteiten, Universitaire Medische Centra (umc's) en de Toegepast Onderzoek Organisaties (TO2); in het geval van de private sector: de private onderzoekslaboratoria van zowel de grote, multinationale ondernemingen met binnenlandse en buitenlandse vestigingen als het Midden en Klein Bedrijf (mkb).

ten gunste van R&D-uitgaven zoals de WBSO/RDA¹⁰ (en ook de innovatiebox¹¹) die formeel niet worden meegenomen in de CBS-statistieken noch in de internationale OECD-cijfers¹².

In sectie 2.2.2 wordt de trend in R&D-uitgaven weergegeven. Hieruit blijkt een zekere stabiliteit in de publieke en private R&D-financiering. Deze stabiliteit is echter meer schijn dan werkelijkheid. Belangrijke veranderingen doen zich immers voor in zowel de private als publieke onderliggende financiering van R&D, ook al blijven de geaggregeerde relatieve cijfers zoals R&D als percentage van het bbp min of meer constant. Eén van deze belangrijke veranderingen is de sterke toename in de financiering van R&D door het Nederlandse bedrijfsleven van R&D in het buitenland, met een steeds negatiever 'buitenlands R&D-saldo': het verschil tussen investeringen vanuit het buitenland in Nederland versus R&D-investeringen van Nederland in het buitenland. In sectie 2.2.3 wordt de Nederlandse situatie vergeleken met die van andere OECD-landen en in sectie 2.2.4, ten slotte, wordt het begrip 'R&D' naast het begrip 'innovatie' gelegd.

Paragraaf 2.3 gaat dieper in op het kenmerkende van de Nederlandse R&D-overheids-ondersteuning, namelijk de voorkeur, sinds het kabinet Rutte I, voor een generiek fiscaal steunbeleid in plaats van directe ondersteuning met subsidies zoals gebruikelijk was in de periode van financiering van onderzoeksprogramma's met het Fonds Economische Structuurversterking (FES). Ook wordt gekeken naar het huidige belangrijkste instrument van innovatiebeleid, de PPS-toeslag, tot 1 februari 2017 TKI-toeslag geheten.

In paragraaf 2.4 wordt ten slotte ingegaan op de vraag zoals voorgelegd aan de KNAW over de aard van het onderzoek dat wordt verricht door enerzijds de private en anderzijds de publieke sector en in het bijzonder het onderscheid tussen fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en pre-competitieve ontwikkeling.

10 RDA is een aftrekpost op de winst uit onderneming die in 2016 is afgeschaft als aparte regeling en is geïntegreerd in de WBSO. In dit rapport noemen we kortheidshalve verder alleen de WBSO, waarbij eventuele RDA impliciet is inbegrepen.

11 De innovatiebox is een Nederlandse fiscale regeling voor de vennootschapsbelasting waardoor de met innovaties behaalde winsten met een verlaagd tarief van 5 procent (in plaats van 20-25%) worden belast.

12 In Bijlage 7.3 worden begrippen en definities in meer detail toegelicht.

2.2 Publieke en private financiering en uitvoering van R&D in Nederland

2.2.1 Stand van zaken: wat de cijfers vertellen

In 2016, het laatste jaar waarvoor (voorlopige) statistische cijfers beschikbaar zijn, werd in Nederland voor een totaalbedrag van € 14,1 mld. aan R&D¹³ verricht. Tabel 1 geeft aan dat het Nederlandse bedrijfsleven daarvan iets meer dan de helft (€ 7,4 mld.) voor haar rekening nam, de Nederlandse overheid ongeveer een derde (€ 4,4 mld.) en het 'buitenland' ongeveer een zevende (€ 2,0 mld.). De rest (€ 364 mln.) komt van zogenaamde Private Non-Profit fondsen zoals de collectebusfondsen. Tabel 1 illustreert tevens dat financiering van onderzoek echter niet betekent dat het onderzoek ook door de investeerder zelf wordt uitgevoerd.

Tabel 1. In Nederland uitgevoerde R&D in 2016 naar financieringsbron en sector van uitvoering (in mln. euro). Bron: CBS.¹⁴

Uitvoerende sectoren	Financieringsbron				
	Bedrijven	Overheid incl. Hoger Onderwijs	Overige incl. Private Non-Profit fondsen	Buitenland	Totaal
Bedrijven (BERD)	6.765	144	12	1.321	8.242
Hoger onderwijs (HERD)	336	3.302	301	366	4.304
Researchinstellingen (GOVERD)	257	1.005	51	283	1.596
Totaal	7.358	4.451	364	1.970	14.142

Het grootste deel van de in Nederland uitgevoerde R&D, zo'n € 8,2 mld., vond plaats bij het bedrijfsleven (58 procent van het totaal). Dat door het bedrijfsleven uitgevoerde onderzoek, de zogenaamde 'BERD'¹⁵, wordt in hoofdzaak gefinancierd door het Nederlandse bedrijfsleven maar ook in belangrijke mate door het buitenland. R&D uitgevoerd in het hoger onderwijs, de zogenaamde 'HERD', bestaande uit universiteiten, umcs en hbo-instellingen, bedraagt 30 procent van het totaal en wordt in hoofdzaak

¹³ In dit rapport heeft de KNAW gekozen voor het gebruik van de Engelse afkorting 'R&D' voor activiteiten die in het Nederlands omschreven worden als Speur- en Ontwikkelingswerk (definitie zoals gehanteerd in de WBSO, de Wet ter Bevordering van Speur- en Ontwikkelingswerk) of als Onderzoek en Ontwikkeling (O&O) in navolging van het CBS dat de enquêtes verricht bij bedrijven en kennisinstellingen naar uitgaven en ingezette arbeidsjaren voor R&D, gedefinieerd conform het OECD *Frascati Manual* als onderzoek dat 'streeft naar oorspronkelijkheid én vernieuwing'. Voor een precieze definitie zie Bijlage 7.3 en voor meer details het *Frascati Manual* van de OECD. In dit rapport wordt vaak 'onderzoek' gebruikt i.p.v. 'R&D'.

¹⁴ <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82042NED/table?ts=1535628091852>

¹⁵ Het door de OECD gedefinieerde begrippenkader (het zogenaamde *Frascati Manual*) gebruikt 'BERD' als indicator die staat voor het door het bedrijfsleven uitgevoerd onderzoek, 'HERD' als indicator van het door het hoger onderwijs uitgevoerde onderzoek en 'GOVERD' het door overheidsinstellingen uitgevoerde onderzoek. Het behelst hier dus steeds de uitvoering van onderzoek, niet de financiering.

gefinancierd door de overheid, namelijk zo'n € 3,3 mld. R&D uitgevoerd in publieke onderzoeksinstituten, de zogenaamde 'GOVERD' bestaande uit de TO2-instituten, de NWO- en KNAW-instituten en de rijksdiensten en instellingen voor zorg en welzijn, bedraagt 11 procent van het totaal en wordt in hoofdzaak gefinancierd door de overheid à rato van zo'n € 1 mld.

Tegelijkertijd financiert het Nederlandse bedrijfsleven ook onderzoek dat uitgevoerd wordt bij het hoger onderwijs (HERD), zo'n € 336 mln., en bij de publieke onderzoeksinstituten (GOVERD), zo'n € 257 mln. Het buitenland doet dit ook, hoofdzakelijk als resultaat van de succesvolle Nederlandse participatie in het Europese kaderprogramma voor onderzoek en innovatie dat in 2016 goed was voor zo'n € 600 mln. hetgeen voor bijna driekwart bij kennisinstellingen terecht kwam en voor ruim een kwart bij het bedrijfsleven (incl. mkb)¹⁶.

De financiering- en uitvoeringcijfers van R&D zoals binnen het kader van het OECD *Frascati Manual* gestandaardiseerd en door het CBS verzameld en door het Rathenau Instituut gepubliceerd¹⁷ binnen het kader van het jaarlijkse TWIN-rapport, houden echter geen rekening met de generieke, fiscale R&D-steunmaatregelen van de overheid.

Daarbij moet in de eerste plaats gedacht worden aan de fiscale tegemoetkoming voor R&D zoals die binnen de WBSO is geregeld en waarmee bedrijven hun kosten voor R&D kunnen verlagen via een lagere belastingafdracht over de personele kosten op het gebied van speur- en ontwikkelingswerk en een verhoogde fiscale aftrek voor R&D-investeringen en R&D-exploitatiekosten¹⁸. Deze generieke steunmaatregelen worden niet opgenomen in de financiering van R&D omdat zij effectief geen

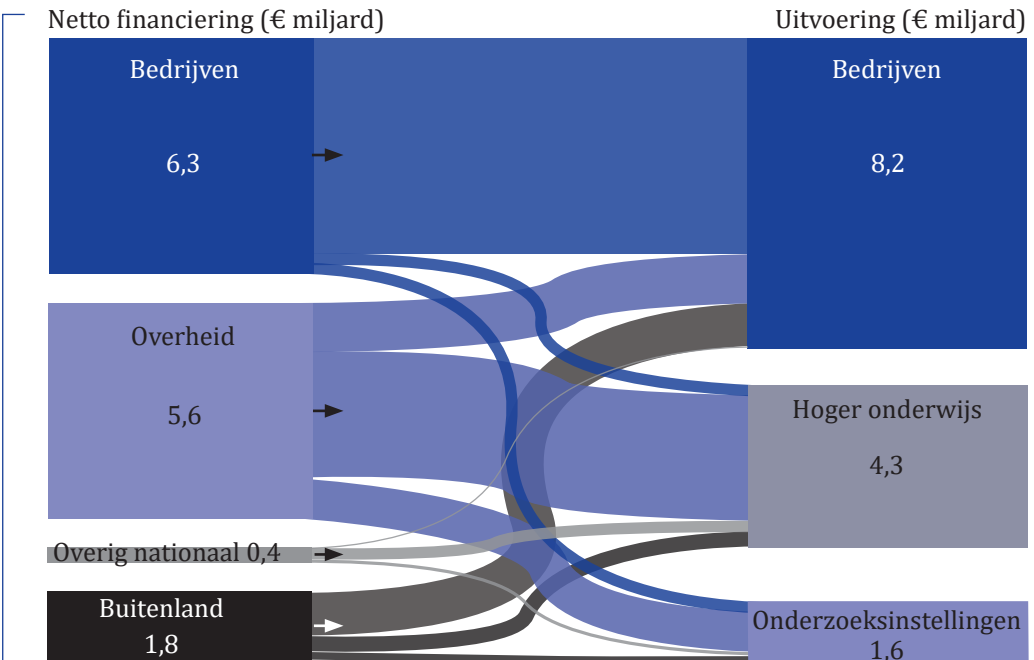
16 Zie <https://www.rathenau.nl/nl/wetenschap-cijfers/het-geld/verdeling-inkomsten-uit-h2020-nederland-naar-type-organisatie-en>: 27 procent gaat naar bedrijven.

17 De KNAW ontving begin september nieuwe voorlopige cijfers van het CBS over 2016 die op dat moment nog niet in rapportages van het Rathenau Instituut konden zijn verwerkt.

18 Zoals het Rathenau Instituut aangeeft: 'In de nationale R&D statistieken.... worden de R&D-uitgaven opgevraagd bij bedrijven als de R&D uitvoerder. Dankzij fiscale stimuleringsmaatregelen voor R&D (zoals de WBSO/RDA) kunnen bedrijven in Nederland hun kosten voor R&D verlagen, door een lagere belastingafdracht over hun personele kosten op het gebied van speur- en ontwikkelingswerk (R&D) en een verhoogde fiscale aftrek voor R&D-investeringen en R&D-exploitatiekosten. Bedrijven geven daarbij als uitvoerende partij hun uitgaven aan R&D op, inclusief die uitgaven die met fiscale maatregelen zijn gestimuleerd. Wanneer de gederfde belastinginkomsten dan nog bij deze R&D-uitgaven zouden worden opgeteld, zou dit leiden tot dubbelbetaling.' <https://www.rathenau.nl/nl/wetenschap-cijfers/het-geld/rd-investeringen-internationaal-perspectief>.

bijkomende overheidsuitgaven vertegenwoordigen¹⁹. De overheid int aan de hand van de WBSO minder belastinginkomsten van het bedrijfsleven.

Wil men echter een objectief beeld krijgen van de private en publieke financiering van de in Nederland verrichte R&D dan zal ook gekeken moeten worden naar de netto-financiering van R&D, dus wat het bedrijven enerzijds en de overheid anderzijds effectief kost. Dit wordt grafisch geïllustreerd in Figuur 1, die op basis van de bruto cijfers uit Tabel 1 en gegevens over de WBSO weergeeft hoe de netto-stromen tussen financieringsbron en uitvoering lopen.



Figuur 1. R&D in Nederland in 2016 naar netto financieringsbron en uitvoering.
Bron: gedeeltelijke bewerking van Figuur 4 van het TWIN-rapport van het Rathenau Instituut (2018).

De figuur toont aan dat de netto financiële bijdrage van het bedrijfsleven, zowel het Nederlandse als het buitenlandse, substantieel minder is dan de cijfers die zijn

19 Zoals aangegeven door het CBS <https://www.cbs.nl/nl-nl/deelnemers-enquetes/deelnemers-enquetes/bedrijven/onderzoek/lopend/r-d-enquete> worden de resultaten van de R&D enquête jaarlijks gepubliceerd in de CBS-uitgave *ICT, Kennis en Economie*. In de uitgave 2016 staat op p. 194: 'R&D-financiering via WBSO-subsidies wordt niet meegerekend in dit hoofdstuk. Dit betekent dat uitgaven van een bedrijf aan gesubsidieerd R&D-personeel tellen als R&D-uitgaven, ook al krijgt het bedrijf een deel hiervan (later) via de loonbelasting terug. Door deze aanpak zijn de cijfers over Nederland vergelijkbaar met uitkomsten van andere landen.'

vermeld in Tabel 1. Netto kost het Nederlandse bedrijfsleven de eigen R&D, zo'n € 1 mld. minder dan de € 6,765 mld. vermeld in Tabel 1 en is de totale financiering van het bedrijfsleven, dus inclusief wat het bedrijfsleven aan onderzoek financiert bij het hoger onderwijs en publieke kennisinstellingen, goed voor zo'n € 6,3 mld. zoals weergegeven in Figuur 1. De 'buitenland' financiering van R&D is nu goed voor € 1,8 mld. waarvan het buitenlandse bedrijfsleven in netto termen ongeveer € 1,2 mld. in plaats van de € 1,321 zoals vermeld in Tabel 1 voor zijn rekening neemt²⁰.

Anderzijds ligt de overheidssteun aan bedrijfs-R&D veel hoger dan de € 144 mln. vermeld in Tabel 1. Die omvat in Figuur 1 ook de fiscale WBSO-tegemoetkoming voor bedrijven die R&D verrichten. Deze overheidssteun bedroeg in 2016 zo'n € 1,217 mld., waarvan zowel Nederlandse als buitenlandse bedrijven profiteerden. De innovatiebox, een andere fiscale steunmaatregel ingevoerd sinds 2010 en regelmatig herzien²¹, ten bedrage van € 1,390 mld. in 2016²², behelst een regeling voor het verlagen van de vennootschapsbelasting op winst die voortkomt uit innovaties. Omdat het hier niet gaat om (in)directe overheidssteun die uitsluitend is gericht op de kosten en investeringen van R&D²³ wordt deze, conform internationale afspraken, niet meegenomen in de hier gepresenteerde cijfers.

Bekijkt men het totale overzicht, inclusief de generieke overheidssteun voor R&D, dan financiert het bedrijfsleven zo'n 45 procent en de overheid 40 procent van het in Nederland verrichte onderzoek; het buitenland dus zowel het buitenlandse bedrijfsleven als de Europese Unie gezamenlijk zo'n 13 procent en de 'private non-profit' (PNP) fondsen de resterende 2,5 procent.

De cijfers zoals gepresenteerd in Tabel 1 en de voor fiscale maatregelen aangepaste Figuur 1 laten de door vestigingen van Nederlandse bedrijven in het buitenland

20 Hierbij is verondersteld dat de fiscale tegemoetkoming via WBSO evenredig verdeeld is tussen BERD gefinancierd door het Nederlandse bedrijfsleven enerzijds en het buitenlandse bedrijfsleven anderzijds. In totaal dus € 1,2 mld., zoals aangegeven in Figuur 1 door 'buitenland' gefinancierd en uitgevoerd als BERD; en € 366 mln. en € 283 mln. gefinancierd door 'buitenland', hoofdzakelijk H2020 middelen, uitgevoerd als HERD en GOVERD zoals aangegeven in Tabel 1.

21 De nieuwste regeling innovatiebox is per 1 januari 2017 ingevoerd. Een belangrijke wijziging bestond erin onderscheid te maken tussen 'kleine' en 'andere' belastingplichtigen. Daarnaast werd een beperking aangebracht aan de toerekenbare winst.

22 De totale voorziene fiscale tegemoetkoming vanuit de innovatiebox was in 2016 € 1,708 mld. [Bron: Rijksbegroting 2018 xiii Economische Zaken en het Diergezondheidsfonds, p.56], waarvan volgens het Rathenau Instituut € 1,390 mld. benut werd [Bron: Rathenau 2018 *Fact-sheet innovatiebeleid*, p.1].

23 Zou men de fiscale steunmaatregelen binnen het kader van de regeling Innovatiebox wel meenemen, dan zou men de analyse ook moeten uitbreiden tot niet enkel de R&D-investeringen van bedrijfsleven en overheid zoals gedefinieerd binnen het kader van het *Frascati Manual* maar ook de private innovatie-uitgaven zoals gedefinieerd binnen het kader van het *Oslo Manual*, en andere innovatie-gerelateerde uitgaven van het bedrijfsleven die hier niet meegenomen werden.

uitgevoerde R&D buiten beschouwing. Die uitgaven vallen buiten statistische R&D-analyses die gericht zijn op de R&D-activiteiten die in Nederland uitgevoerd worden, maar ze zijn wel onderdeel van de CBS-definitie van 'nationale R&D-uitgaven'²⁴. Ze zijn ook belangrijk binnen het kader van de aan de KNAW gestelde vragen.

In 2016 financierden Nederlandse bedrijven bovenop de in Nederland uitgevoerde R&D van € 7,358 mld. (Tabel 1) voor ruim € 2,685 mld. in het buitenland aan R&D bij eigen filialen, andere bedrijven en kennisinstellingen: meer dus dan een derde van de totale R&D-financiering van het bedrijfsleven in Nederland²⁵. Dit is een bedrag dat tweemaal zo hoog ligt als het bedrag van € 1,321 mld. dat buitenlandse bedrijven in Nederland in BERD investeerden. Het CBS concludeerde vorig jaar²⁶ nog dat het totale 'buitenlandse R&D-saldo' in 2015 voor Nederland nog net positief was dankzij de, hoofdzakelijk Europese, buitenlandse bijdragen aan HERD en GOVERD. In 2016 is dit saldo negatief geworden. Kijkt men expliciet naar het buitenlandse R&D-saldo enkel wat de R&D-financiering van het bedrijfsleven betreft, dus zonder rekening te houden met de omvangrijke Europese financiering binnen het kader van H2020 dan moet zelfs geconcludeerd worden dat het buitenlandse R&D-saldo van het bedrijfsleven in 2016 al ten bedrage van meer dan € 1,5 mld. negatief was²⁷.

2.2.2 Historische trends

Vijftig jaar geleden behoorde Nederland tot één van de meest onderzoeksintensieve landen ter wereld. Landen met vergelijkbare- en soms een hogere R&D-intensiteit, zoals de Verenigde Staten of het Verenigd Koninkrijk, spendeerden het grootste deel van de publiek gefinancierde R&D aan militaire R&D-activiteiten.

In absolute cijfers zijn de R&D-uitgaven over de laatste vijftig jaar sinds de eerste R&D-enquêtes midden jaren '60 werden uitgevoerd sterk toegenomen van amper € 500 mln. in 1964 tot de € 14,1 mld. in 2016 vermeld in Tabel 1. Die groei is, zoals

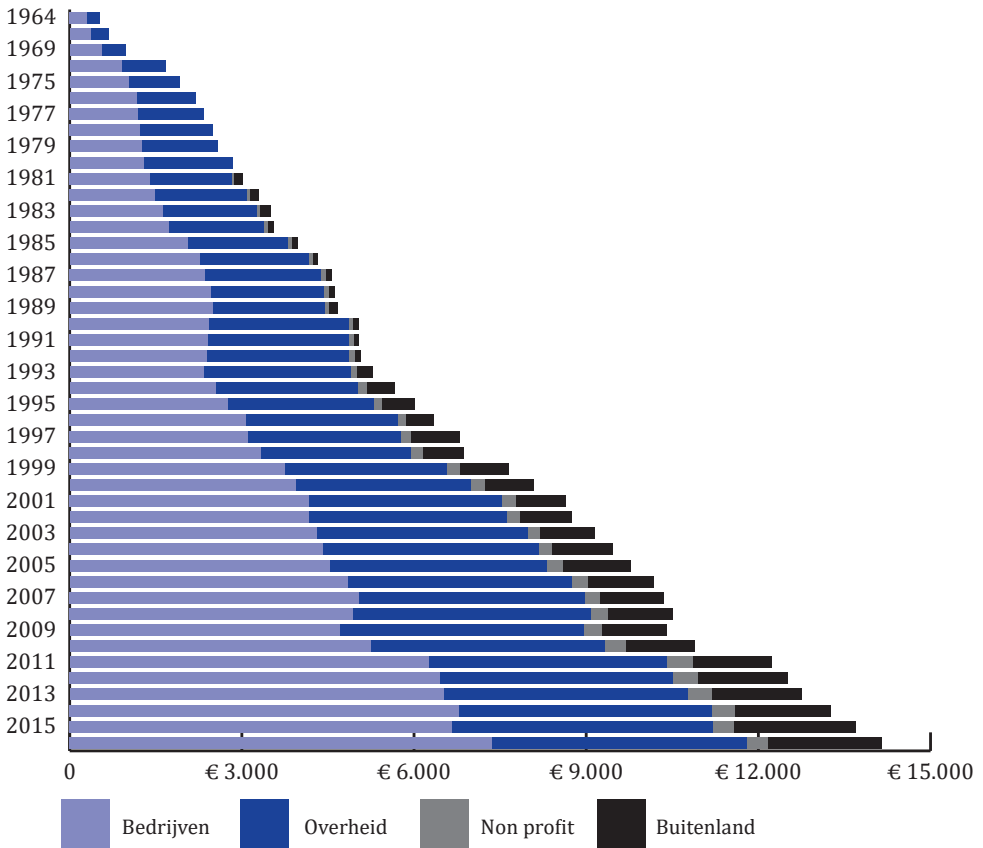
24 Zie Bijlage 7.3 voor een definitie van R&D.

25 Rathenau, Datapublicatie, Financieringsstromen R&D van bedrijven van en naar het buitenland, 8 februari 2018, zie <https://www.rathenau.nl/nl/wetenschap-cijfers/het-geld/financieringsstromen-rd-van-bedrijven-van-en-naar-het-buitenland>.

26 Zie CBS, *ICT, Kennis en Economie* 2017, 27-06-2017 en de bijlage 7.3.

27 De rekensom is als volgt: de bijdrage van het buitenlandse bedrijfsleven aan in Nederland uitgevoerde R&D bedroeg volgens Tabel 1 € 1,321 mld. Daarvan kwam volgens Rathenau schattingen grofweg € 162 mln. uit de H2020-bijdrage aan het Nederlandse bedrijfsleven. Met andere woorden het buitenlandse bedrijfsleven financierde voor € 1,321 mld. minus € 162 mln. (de H2020-bijdrage) of € 1,159 mld. aan R&D in Nederland (zoals aangegeven in Figuur 1). Daartegenover stonden voor € 2,685 mld. R&D-investeringen van Nederlandse bedrijven in het buitenland. Met andere woorden een negatief buitenlands saldo van € 1,159 mld. minus € 2,685 mld. oftewel € 1,526 mld.

Figuur 2 aangeeft, indrukwekkend en heeft betrekking op zowel de private als publieke financiering, met dien verstande dat het gaat om de bruto financiering, dus zonder de verrekening van de WBSO. Ook moet rekening gehouden worden met de breuk in de cijferreeks in 2011 met de verbreding van de R&D-enquête²⁸.

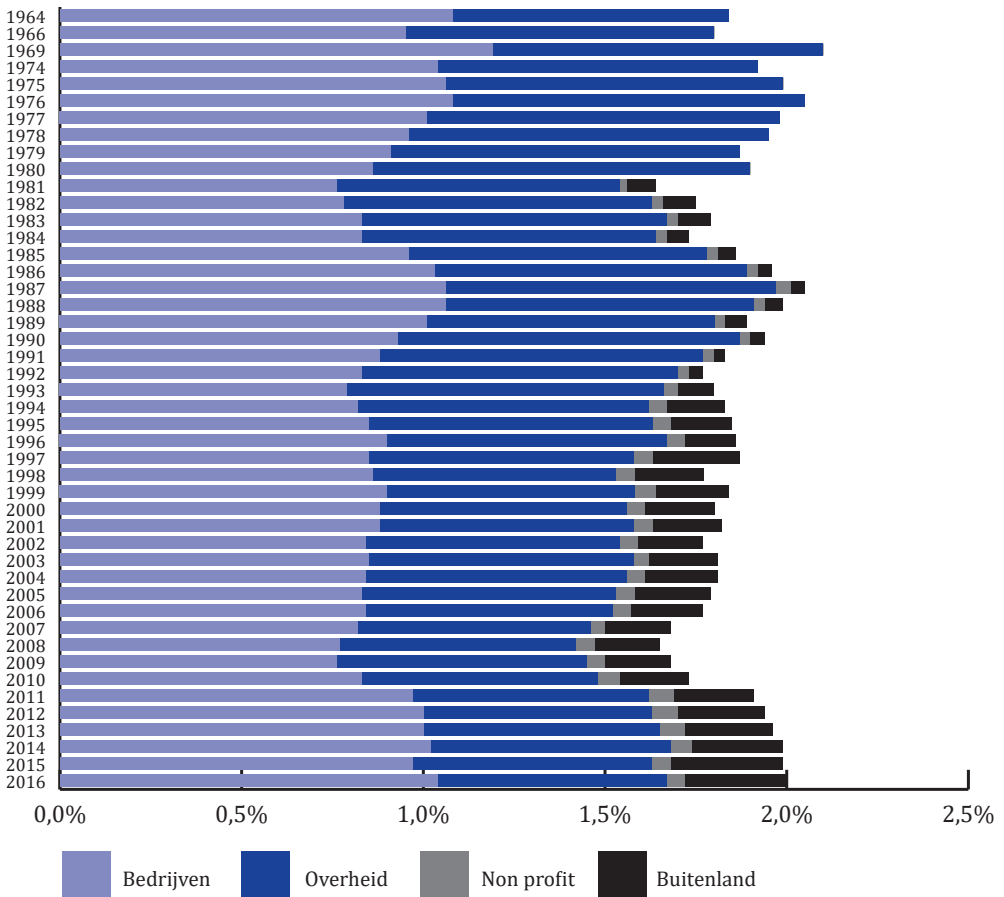


Figuur 2. Trend in R&D-uitgaven naar financieringsbron. Bron: Rathenau Instituut, voor 1980 cijfers nota's wetenschapsbeleid, sinds 1980 *Science & Technology*-indicators OECD, cijfers 2016 CBS Statline. Bedragen in mln. euro.

Relatief gezien, als percentage van het bbp, is de bijdrage aan de R&D-financiering van de private en publieke sectoren over de afgelopen vijftig jaar echter min of meer constant gebleven, zoals Figuur 3 weergeeft. Ook in deze figuur is de bruto financiering weergegeven, dus zonder verrekening van de WBSO. De private R&D-financiering schommelt constant rond 1 procent van het bbp met een dieptepunt in 2008/9 als gevolg van de financiële crisis; de publieke (directe) R&D-financiering is licht gedaald en

²⁸ Nu inclusief academische ziekenhuizen, bepaalde software-uitgaven, alsmede de uitgaven van zeer kleine bedrijven.

schommelt nu rond de 0,7 procent van het bbp. De belangrijkste toename doet zich voor met betrekking tot de buitenlandse R&D die nu reeds 0,3 procent bedraagt van het bbp.



Figuur 3. R&D als percentage van het bbp naar financieringsbron. Bron: Rathenau Instituut, TWIN-cijfers (2018), voor 1980 cijfers nota's wetenschapsbeleid, sinds 1980 Science & Technology-indicators OECD, cijfers 2016 CBS Statline.

Onderliggend aan deze op het eerste gezicht vrij statische ontwikkeling in het R&D-financieringspatroon hebben zich echter over de laatste vijftig jaar tal van belangrijke structurele aanpassingen voorgedaan in zowel de private als publieke financiering en uitvoering van R&D.

Het palet van nationale R&D-intensieve bedrijven is dynamisch en onderhevig aan internationale concurrentiedruk, die eerst binnen Europa (met de interne markt sinds 1992) en later wereldwijd sterk is toegenomen. De meest R&D-intensieve bedrijven uit de jaren '80 of '90 zijn dat nu nog, maar veelal in een heel andere gedaante. Men denke bijvoorbeeld aan de afsplitsing van ASML, NXP en Signify (het voormalige Philips Lighting) van Philips, de 'resten' van Fokker, recent overgenomen door GKN

Aerospace, de ontwikkelingen van KPN van nationale telecoaanbieder tot privaat beursgenoteerd bedrijf, de internationale overnames door DSM of de teloorgang van Organon. Met andere woorden, achter de vrij statische trend in Figuur 4 liggen tal van bedrijfsovernames van R&D-intensieve bedrijven, de ontwikkeling en opschaling van nieuwe R&D-intensieve startups, al dan niet overgenomen door gevestigde bedrijven, evenals het einde, de opsplitsing, de afbouw en soms de herstart van historisch bekende Nederlandse bedrijven. Cijfers over de top-30 van 'R&D-spenders', die jammer genoeg onvolledig zijn, want afhankelijk van de bereidheid van bedrijven deze publiek te maken, worden hierover jaarlijks verzameld door *Technisch Weekblad*.²⁹

Eenzelfde beeld kan geschetst worden over de publieke financiering van R&D aan de hand van de talrijke beleidsinitiatieven over de afgelopen vijftig jaar met belangrijke verschuivingen, bijvoorbeeld van directe subsidieverschaffing voor onderzoek aan private partijen naar generieke fiscale ondersteuning. In Nederland werd al in 1994 een vrij uniek stelsel van fiscale faciliteiten ingevoerd, gericht op de stimulering van R&D binnen bedrijven, door middel van vermindering van de belastingafdracht over de personele kosten van het aangestelde R&D-personeel. Figuur 4 illustreert dat de fiscale steunmaatregelen, exclusief de innovatiebox, de laatste tien jaar sterk aan belang hebben gewonnen. In de huidige regeerperiode (2018-2022) zal deze naar verwachting min of meer constant blijven.

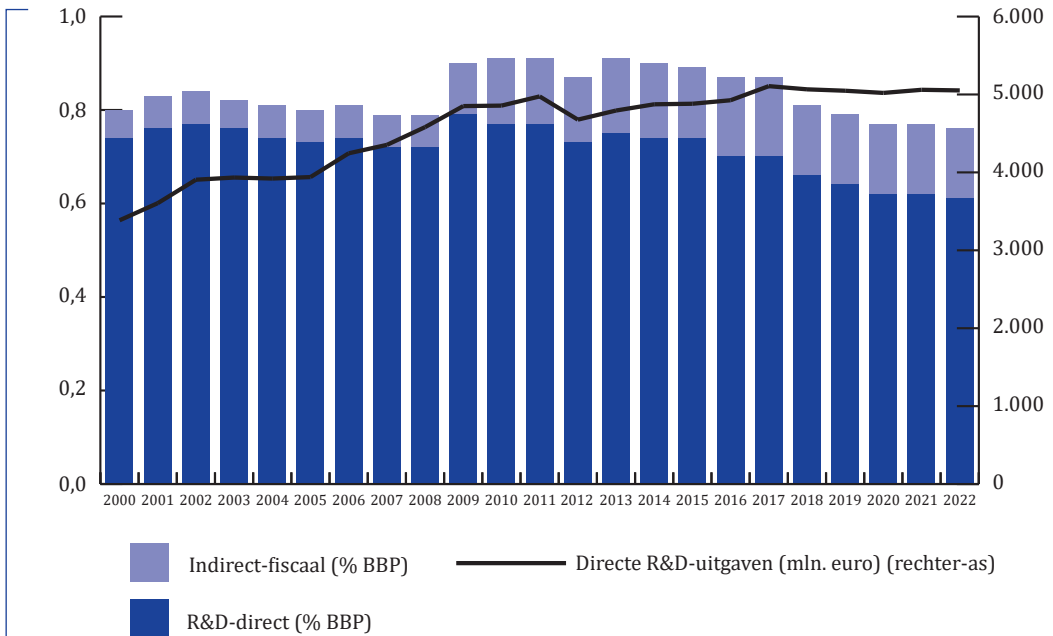
Generieke overheidssteun, zo is door econometrisch onderzoek aangetoond³⁰, heeft een positieve invloed gehad op de kosten van het verrichten van onderzoek binnen bedrijven in Nederland. De vereenvoudiging van de WBSO sinds 2016 en de innovatiebox sinds 2017 zal hieraan, zo wordt verwacht, verder bijdragen³¹.

Indien rekening wordt gehouden met deze fiscale tegemoetkoming van de WBSO in de kosten van R&D voor het bedrijfsleven dan blijkt dat enerzijds de financiële bijdrage van de overheid vooral sinds de financiële crisis sterk is toegenomen met onder meer een verdubbeling in de omvang van de fiscale tegemoetkomingen sinds 2008, maar ook dat sinds 2009 de private nettobijdrage aan BERD van het bedrijfsleven sterk is toegenomen. In Figuur 5 wordt de trend in de binnenlandse en buitenlandse R&D-financiering van bedrijven in eigen onderzoek, en van de overheid, weergegeven over de periode

29 De recentste cijfers voor 2017 voor de top 30 R&D-spenders zijn nu reeds beschikbaar maar onvolledig, zie <https://www.technischweekblad.nl/upload/documents/tinymce/RD-Top-30-2018.pdf>. De R&D-gegevens van bijvoorbeeld Unilever, AKZO-Nobel of Fokker ontbreken. Soms, zoals in het geval van Fokker sinds 2015 toen Fokker overgenomen werd door GKN Aerospace, en, zoals *Technisch Weekblad* aangeeft, het moederbedrijf 'de in potentie beursgevoelige cijfers niet wilde vrijgeven'.

30 Zie onder meer Lokshin, B. en P. Mohnen (2013), 'Do R&D tax incentives lead to higher wages for R&D workers? Evidence from the Netherlands', *Research Policy*, 42(3), 823-830.

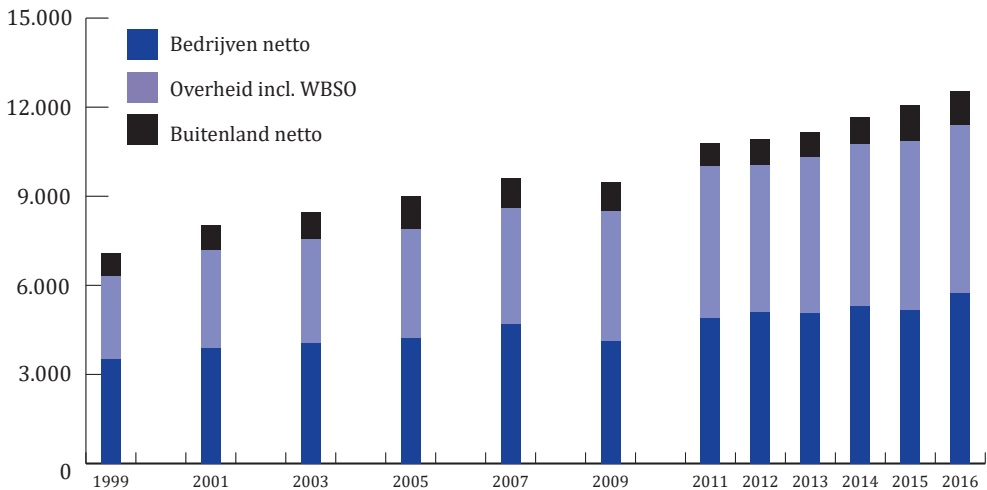
31 Zie het overzicht in OECD (2014), *OECD Reviews of Innovation Policy: Netherlands 2014*, OECD Publishing.



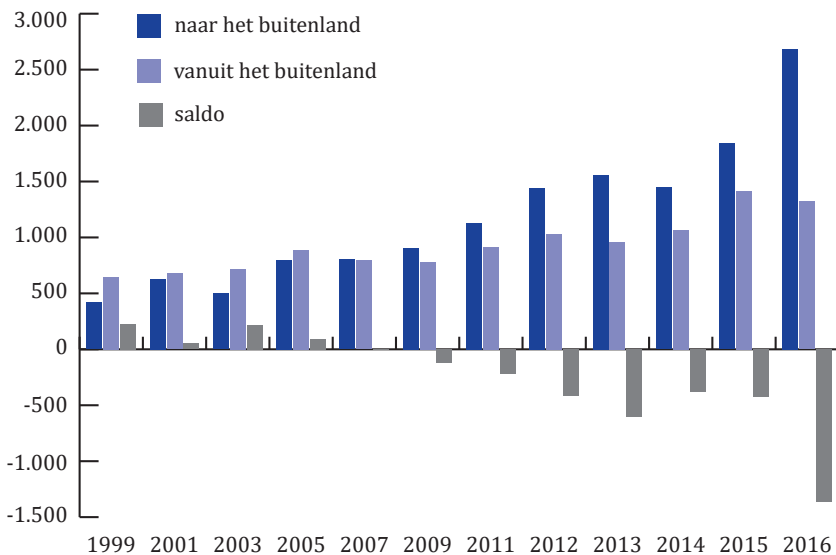
Figuur 4. Direct en indirecte (fiscale) overheidsuitgaven aan R&D als percentage (linker-as) van het bbp (rechter-as in mln. euro). Bron: Rathenau Instituut, TWIN-cijfers (2018). Cijfers zijn gebaseerd op ministeriële begrotingen van budgetten van de rijksoverheid. Provinciale begrotingen zijn niet meegenomen.

1999-2016 waarbij de WBSO-ondersteuning in mindering is gebracht van de bedrijfsfinanciering van R&D en toegevoegd is aan de R&D-financiering van de overheid. Dit op basis van dezelfde schattingen als in Figuur 1 van de verdeling van WBSO-middelen tussen binnenlandse bedrijven enerzijds en buitenlandse bedrijven anderzijds. De figuur laat zien dat de overheid dankzij specifieke crisismaatregelen in 2009 goed heeft ingespeeld op de financiële druk op de private R&D-uitgaven van bedrijven die ze als gevolg van de financiële crisis ondervonden. Recent is ook de nettobijdrage van het bedrijfsleven sterk toegenomen. In 2016 bedroeg deze netto al € 1 mld. meer dan in het recordjaar 2007 vlak voor de financiële crisis.

Over dezelfde periode zijn echter ook de R&D-uitgaven van Nederlandse bedrijven in het buitenland sterk gestegen, veel sterker dan de buitenlandse R&D-bedrijfsinvesteringen in Nederland. Het negatieve 'buitenlands R&D-saldo' bij bedrijven is ontstaan na de financiële crisis van 2008. Figuur 6 geeft aan dat er sprake was van een afnemend positief saldo tot 2005 en sinds 2009 van een negatief saldo, dat in 2016 een recordhoogte van meer dan € 1,3 mld. bereikte.



Figuur 5. Netto bijdrage aan de totale R&D-investeringen in Nederland naar financieringsbron. Bron: schattingen van de commissie op basis van cijfers van het CBS. Bedragen in mln. euro.



Figuur 6. Financieringsstromen van en naar het buitenland bij bedrijven in Nederland, 1999-2016. Bron: Rathenau Instituut, TWIN-cijfers (2018) tot en met 2015, CBS-cijfers voor 2016. Bedragen in mln. euro.

Voor een relatief klein land als Nederland is het buitenland zowel als financier als uitvoerder van R&D steeds belangrijker. Het is dan ook niet verwonderlijk dat veel van de fiscale maatregelen inclusief de vereenvoudiging van de WBSO gericht zijn op het aantrekken van buitenlandse R&D en het behouden van bestaande R&D-activiteiten in Nederland.

Wat opvalt, is dat ondanks de sterke stijging van deze generieke middelen voor onderzoeksondersteuning over de laatste tien jaar, het buitenlands R&D-saldo wat bedrijven betreft steeds negatiever is geworden. Het Rathenau Instituut heeft hiernaar in 2015 een gedetailleerd onderzoek gedaan.³² Een belangrijk inzicht uit deze studie betreft de manier waarop de multinationale ondernemingen (mno's) – waar Nederland rijk aan is – het onderscheid tussen de R (research) en D (development) vertalen in hun internationaal vestigingsbeleid gericht op R&D. Wat de R betreft zullen mno's internationaal vooral toegang zoeken tot (wetenschappelijke) kennis en expertise, tot getalenteerde onderzoekers en tot mogelijkheden voor samenwerking in onderzoek met kennispartners, zoals universiteiten, onderzoeksinstituten en/of gespecialiseerde toeleveranciers. Daarbij wordt uitermate selectief te werk gegaan en zullen de R-activiteiten geconcentreerd worden in enkele strategische onderzoekscentra. Wat de D betreft wordt vooral gekeken naar de fysieke nabijheid bij klanten en toeleveranciers zodat producten en diensten sneller aangepast kunnen worden aan lokale eisen en voorkeuren. Deze twee verschillende motieven voor locatie leiden tot verschillen in de wijze waarop research en development mondiaal wordt georganiseerd, namelijk research 'honkvast' en development eerder 'footloose'. Wat de beleidsimplicaties hiervan zijn, komt in hoofdstuk 5 nader aan de orde. Zoals in de recente Kamerbrief van de bewindslieden van EZK van 13 juli 2018 is verwoord, vormt dit een belangrijk punt van aandacht.

De eerste vraag gesteld aan de KNAW: *'Kan geconstateerd worden dat bedrijven investeringen in onderzoek en ontwikkeling in Nederland afbouwen zoals is gesteld tijdens het debat?'*, kan op basis van de geaggregeerde R&D-cijfers vrij eenduidig met 'nee' beantwoord worden. Enerzijds hebben bedrijven dankzij de sterk toegenomen generieke steunmaatregelen hun eigen R&D op peil kunnen houden. Recent gaf dat zelfs een forse stijging in de *netto* financiering van het bedrijfsleven van R&D. Anderzijds, en mede als gevolg van de toenemende kennisinternationalisering en de aanwezigheid in Nederland van een groot aantal belangrijke multinationale R&D-intensieve ondernemingen, voeren Nederlandse bedrijven ook steeds meer R&D uit in het buitenland. Dat is immers belangrijk om te slagen in wereldwijde markten. In verhouding tot de R&D-investeringen in hun eigen onderzoekslaboratoria in Nederland, was dit in 2016 ruim een derde. Of deze toename in buitenlandse R&D-investeringen ook indirect leidt tot afbouw van eigen binnenlandse R&D-investeringen bij sommige multinationale bedrijven valt niet direct te achterhalen uit de beschikbare geaggregeerde cijfers. Vaak

32 Zie <https://www.rathenau.nl/nl/kenniseecosysteem/rd-gaat-internationaal>

wordt echter wel gesteld dat de grote multinationale bedrijven hun R&D in Nederland op peil houden, maar uitbreidingen van hun R&D vooral in het buitenland doen. Zoals Deuten het stelt³³: ‘Refresh in the West, grow in the East’.

2.2.3 Internationaal vergeleken

Internationaal verschilt de trend in de Nederlandse private en publieke financiering en uitvoering van onderzoek vrij sterk van die van de andere Europese landen. In de meeste Europese landen ligt het aandeel van het bedrijfsleven in de totale R&D-uitgaven hoger dan in Nederland. Tabel 2 laat voor R&D-uitvoering zien dat dit aandeel in 2016 voor Nederland 57 procent bedroeg terwijl dat voor de EU als geheel 64 procent was en voor de OECD-landen 69 procent. Dat verklaart ook de relatief lage totale Nederlandse R&D-intensiteit als percentage van het bbp.

Tabel 2. R&D-uitgaven internationaal naar sector, 2016.*

Bron: OECD, MSTI-2018-1-database.

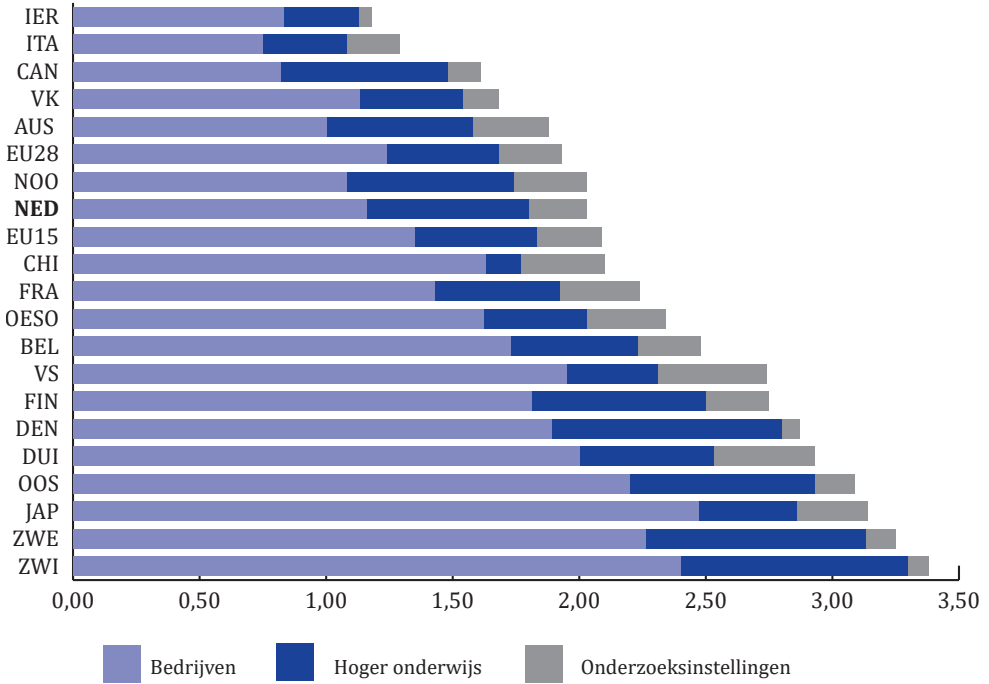
	R&D intensiteit				Aandeel per sector		
		bedrijven	hoger onderwijs	Overheid **	Bedrijven	hoger onderwijs	Overheid **
	% van bbp				% van totaal		
België	2.49	1.73	0.50	0.25	70	20	10
Canada	1.60	0.82	0.66	0.13	51	41	8
Denemarken	2.87	1.89	0.91	0.07	66	32	3
Duitsland	2.93	2.00	0.53	0.40	68	18	14
EU-15	2.09	1.35	0.48	0.26	65	23	12
EU-28	1.93	1.24	0.44	0.25	64	23	13
Finland	2.75	1.81	0.69	0.25	66	25	9
Frankrijk	2.25	1.43	0.49	0.32	64	22	14
Ierland	1.18	0.83	0.30	0.05	71	25	4
Italië	1.29	0.75	0.33	0.21	58	26	16
Nederland	2.03	1.16	0.64	0.23	57	32	12
OECD	2.34	1.62	0.41	0.31	69	17	13
Oostenrijk	3.09	2.20	0.73	0.16	71	24	5
Polen	0.97	0.63	0.30	0.03	66	31	3
Verenigd Koninkrijk	1.69	1.13	0.41	0.14	67	25	8
Verenigde Staten	2.74	1.95	0.36	0.43	71	13	16
Zuid-Korea	4.23	3.29	0.39	0.56	78	9	13
Zweden	3.25	2.26	0.87	0.12	70	27	4

* Voorlopige cijfers voor België, Canada, Frankrijk, Italië, Nederland, Oostenrijk, Polen, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten, en Zweden.

** Inclusief private non-profit instellingen.

³³ Zie Deuten, J., *R&D goes global: Policy implications for the Netherlands as a knowledge region in a global perspective*. Rathenau Instituut, (2015).

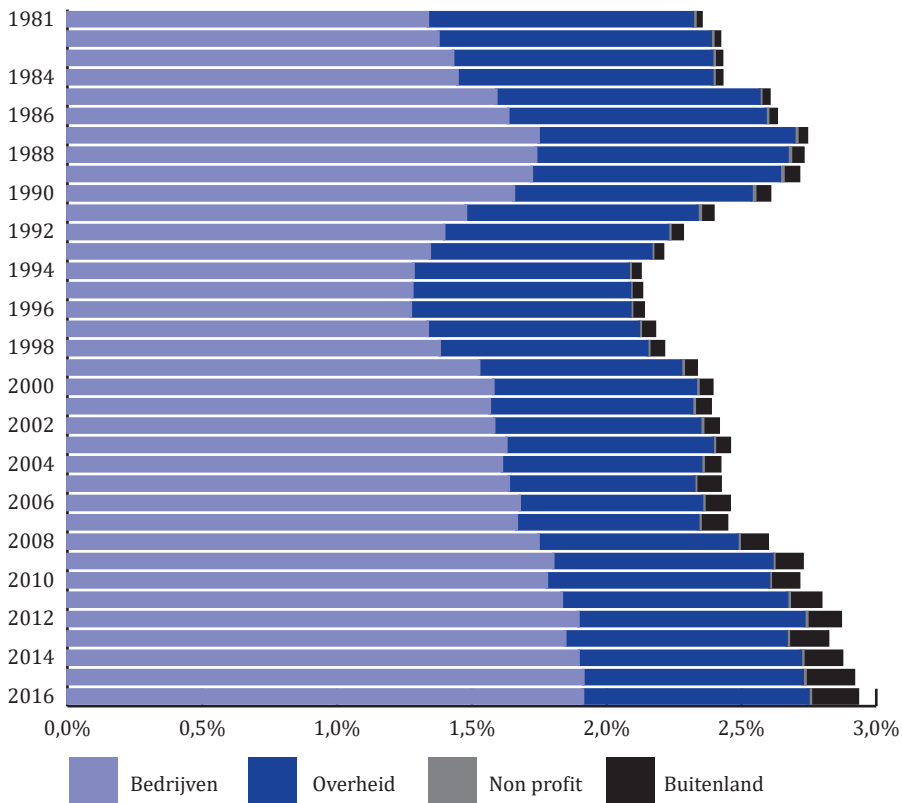
Wat de R&D-financiering betreft, en nog steeds alleen rekening houdend met de bruto financiering, lag de Nederlandse R&D-financiering door bedrijven in 2015³⁴, zoals Figuur 7 laat zien, ‘onder het gemiddelde voor de EU-28 en de EU-15, en ook onder het niveau van de financiering door bedrijven in het merendeel van de referentielanden’ (citaat TWIN-rapport, p. 18).



Figuur 7. Internationale vergelijking van R&D-uitgaven als percentage van het bbp, naar financieringsbron (2015). Bron: Rathenau Instituut, gebaseerd op OECD-MSTI-database, 2015 data. Internationale data 2016 over R&D-uitgaven naar financieringsbron waren ten tijde van publicatie nog niet beschikbaar. Noot: gebaseerd op gegevens van de uitvoerders van R&D. Australië: 2008, Zweden: 2013.

In Duitsland is de private onderzoeksfinanciering in de periode 1981-2015 sterk gestegen van 1,31 tot 1,91 procent van het bbp, terwijl de directe overheidsfinanciering gedaald is van 0,98 procent tot 0,81 procent en de overheid ook tot op heden geen gebruik gemaakt heeft van fiscale tegemoetkomingen in de kosten van R&D (Figuur 8). Daarbij moet uiteraard ook rekening gehouden worden met het effect van de Duitse hereniging in 1990.

34 Data voor 2016 nog niet beschikbaar.



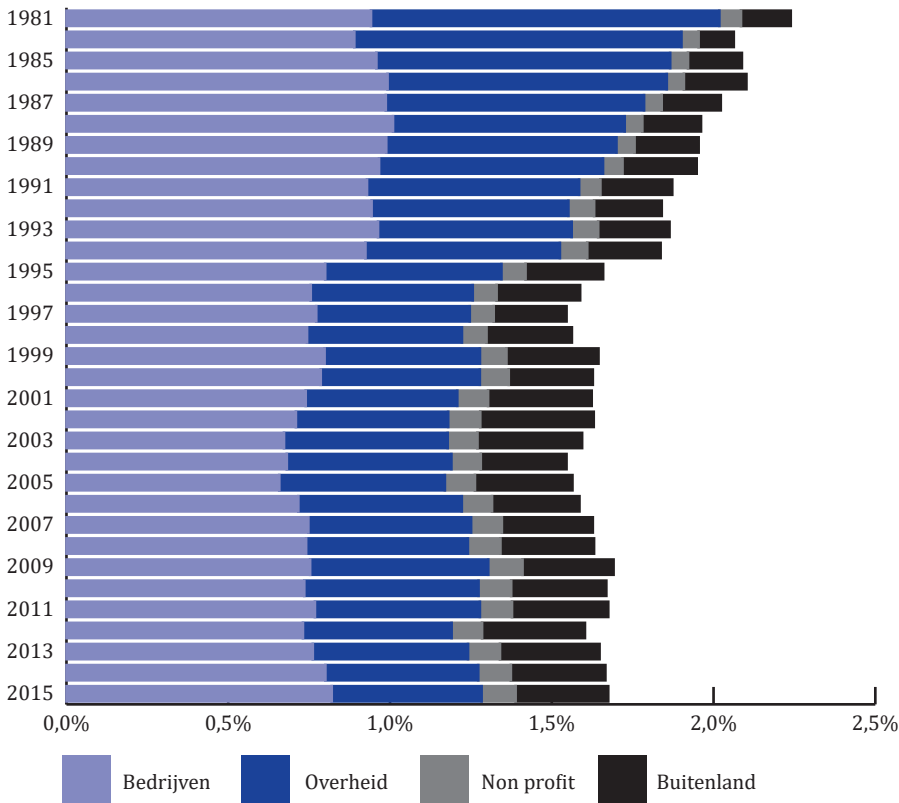
Figuur 8. Trend in R&D-uitgaven als percentage van het bbp naar financieringsbron in Duitsland. Bron: Rathenau Instituut, *Science & Technology Indicators OECD*, cijfers 2016 CBS Statline.

In het Verenigd Koninkrijk daarentegen is, zoals Figuur 9 laat zien, de private onderzoeksfinanciering over de periode 1981-2015 afgenomen van praktisch 1 procent van het bbp naar 0,8 procent, en is de directe publieke onderzoeksfinanciering eveneens afgenomen van 1 procent van het bbp begin jaren '80 tot amper 0,5 procent nu. Tegelijkertijd is de fiscale steun, via *R&D tax credits* fors toegenomen. Voor het fiscale jaar 2016-2017 bedroeg die steun £ 2,9 mld.³⁵

De Nederlandse trend in R&D-financiering ligt dus min of meer tussen Duitsland en het Verenigd Koninkrijk in, namelijk geen sterke stijging (Duitsland) noch een sterke daling (VK) in de private financiering van R&D.

Het TWIN-rapport van het Rathenau Instituut stelt dat, om de R&D-intensiteit van 2,5 procent bbp in 2020 te bereiken – waartoe de Nederlandse overheid zich

³⁵ <https://www.gov.uk/government/statistics/corporate-tax-research-and-development-tax-credit>



Figuur 9. Trend in R&D-uitgaven naar financieringsbron in het Verenigd Koninkrijk
 Bron: Rathenau Instituut, *Science & Technology Indicators* OECD, cijfers 2016 CBS Statline.

gecommitteerd heeft – € 5,8 mld. meer geïnvesteerd zou moeten worden in R&D in 2020 dan de € 14,1 mld. die in 2016 geïnvesteerd werd. Uitgaand van de huidige verhouding tussen publieke en private R&D-financiering zou dit neerkomen op een additioneel bedrag van € 1,9 mld. van de overheid, € 2,9 mld. van het bedrijfsleven en circa € 1 mld. vanuit het buitenland³⁶. Het TWIN-rapport concludeert: ‘De directe overheidssteun voor R&D als percentage van het bbp daalt echter – op basis van de begroting 2018 – van 0,70 naar 0,61 procent in 2022. Ondanks extra investeringen houdt de overheidssteun voor R&D en innovatie dus nog steeds geen gelijke tred met de economische groei. Ook wanneer de € 400 mln. investering uit het regeerakkoord

³⁶ In de woorden van het TWIN-rapport: ‘In Europees verband heeft Nederland afgesproken om 2,5 procent van het bbp te besteden aan R&D in 2020. Hierbij gaat het om de directe R&D-bestedingen, uitgevoerd door hoger onderwijsinstellingen, publieke onderzoeksinstellingen en bedrijven in Nederland. De middelen hiervoor zijn afkomstig van de Nederlandse overheid, bedrijven, private non-profit organisaties en het buitenland, zoals beschreven in voorgaande paragrafen. Uitgaven voor innovatie zonder R&D-component worden hierbij niet meegerekend. Ook wordt hierbij de indirecte fiscale steun voor R&D niet apart meegerekend’ (p.16).

wordt toegevoegd, dalen de directe R&D-uitgaven naar 0,66 procent van het bbp in 2022. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de voorgenomen doelmatigheidsbezuinigingen' (citaat TWIN-rapport 2018, p.21).³⁷

2.2.4 Van Frascati naar Oslo: R&D-investeringen en innovatie-uitgaven

In voorgaande berekeningen wordt geen rekening gehouden met de indirecte generieke overheidssteun zoals de WBSO. Die bedroeg in 2016 €1,217 mld. en tot in 2022 is in de meerjarenbegroting eenzelfde omvang voorzien. Er zijn ook andere 'verscholen' kennisinvesteringsuitgaven die niet onder de vrij strikte internationale R&D-definitie van het *Frascati Manual* van de OECD vallen, maar wel degelijk betrekking hebben op kennisinvesteringsuitgaven. Het hierboven aangehaalde citaat uit het TWIN-rapport verwijst ook expliciet naar 'overheidssteun voor R&D en innovatie'. Zo zijn er de zogenaamde '*Directe uitgaven voor innovatie, niet zijnde R&D, gericht op het bevorderen van innovatie, zonder R&D-component*'. Dat zijn uitgaven die betrekking hebben op kennisontwikkeling en niet onder de R&D-definitie van het *Frascati Manual* vallen maar wel onder de internationale definitie van innovatie-uitgaven zoals gespecificeerd in het *Oslo Manual* van de OECD. De hoge ranking van Nederland in de recente Cornell, Insead and WIPO Annual Global Innovation Index (GII), waarop Nederland als tweede na Zwitserland de ranglijst aanvoert, wijst op de sterke positie van veel Nederlandse bedrijven op het gebied van innovatie³⁸. Schattingen gebaseerd op de zogenaamde Community Innovation Survey (CIS), een tweejaarlijkse Europese enquête in Nederland gehouden door het CBS bij bedrijven naar hun innovatie-activiteiten, bieden enkele aanknopingspunten om hier beter zicht op te krijgen. Helaas zijn de meest recente gegevens slechts van 2014. De totale 'innovatie-uitgaven' voor het bedrijfsleven bedroegen in 2014 op basis van de door het CBS gehouden CIS-enquête € 13,8 mld. Deze uitgaven bestaan 'uit het totaal van de uitgaven aan eigen en uitbesteed onderzoek, bijbehorende apparatuur, andere externe kennis, opleiding, de marktintroductie van innovaties, ontwerp, design en andere voorbereidingen, ten behoeve van technologisch nieuwe of sterk verbeterde producten (goederen of diensten) of processen'.³⁹ Ruw geschat⁴⁰ zou dit betekenen dat bovenop de R&D-uitgaven Nederlandse bedrijven nog eens voor € 2 mld. spenderen aan innovatie-uitgaven zonder R&D-component.

37 Zie ook de toelichting van de minister van OC&W op de TWIN-cijfers: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2018/05/29/kamerbrief-over-financiele-en-indirecte-fiscale-steun-van-de-rijksoverheid-voor-wetenschap-en-innovatie>.

38 Zie <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2018-report>

39 Zie CBS, *Monitor Topsectoren 2017*, 'Methodebeschrijving en tabellenset', p. 63.

40 In 2014 bedroeg de R&D-eigen-activiteiten €9 mld. en de R&D-uitbestede-activiteiten €3 mld.

Wat de overheidsuitgaven betreft zijn er wel recentere cijfers. Zoals het TWIN-rapport aangeeft, bedroeg de directe overheidssteun voor 'uitgaven voor innovatie, niet zijnde R&D' in 2016 zo'n € 254 mln. Daarnaast zijn er de gedeelde belastinginkomsten binnen het kader van de innovatiebox, de indirecte generieke ondersteuning voor innovatie die in 2016 € 1,390 mld. bedroeg. De innovatiebox is een brede fiscale faciliteit die niet alleen R&D en andere uitgaven aan innovatie ondersteunt, maar ook andere bedrijfsactiviteiten⁴¹. Bovendien is er regionale en provinciale overheidssteun voor R&D en innovatie⁴², wat in het volgende hoofdstuk wordt besproken in paragraaf 3.3. Volgens het TWIN-rapport bedroegen deze in 2016 zo'n € 188 mln. Kortom, in totaal financierde de overheid in 2016 bovenop de directe financiering voor R&D van € 4,4 mld. (Tabel 1), zo'n € 3 mld. aan indirecte, generieke fiscale R&D en innovatie-ondersteuning die niet in de officiële cijfers voorkomt: € 1,2 mld. via de WBSO zoals aangegeven in Figuur 1 en € 1,8 mld. aan directe en indirecte, fiscale overheidssteun voor al dan niet R&D-gerelateerde innovatie-uitgaven.

Als men dus het concept van totale R&D- en innovatie-uitgaven (R&D&I) samen zou bekijken, zou het totale bedrag dat bedrijfsleven en overheid in 2016 hebben uitgegeven aan kennis zo'n € 19 mld. bedragen – de € 14,1 mld. totale R&D-uitgaven zoals in Tabel 1 aangegeven plus de € 3 mld. niet geregistreerde overheidssteun voor R&D en innovatie én de € 2 mld. geschatte private innovatie-uitgaven. Dit cijfer ligt hoger dan de 2,5 procent van het bbp die het kabinet zich voor investeringen in R&D gesteld heeft en dichterbij de drie-procent-bbp-doelstelling zoals geformuleerd in de Lissabon-doelstelling en nu onderdeel van de EU 2020 strategie⁴³. Uiteraard zou zo'n bredere R&D&I-indicator ook voor de meeste andere landen substantieel hoger liggen, zodat de drie-procent-doelstelling veel van haar beleidswaarde zou verliezen. De uitdaging voor Nederland blijft dan ook om zich verder te ontwikkelen tot een kennisintensieve economie met het accent op de achterblijvende private investeringen in R&D.

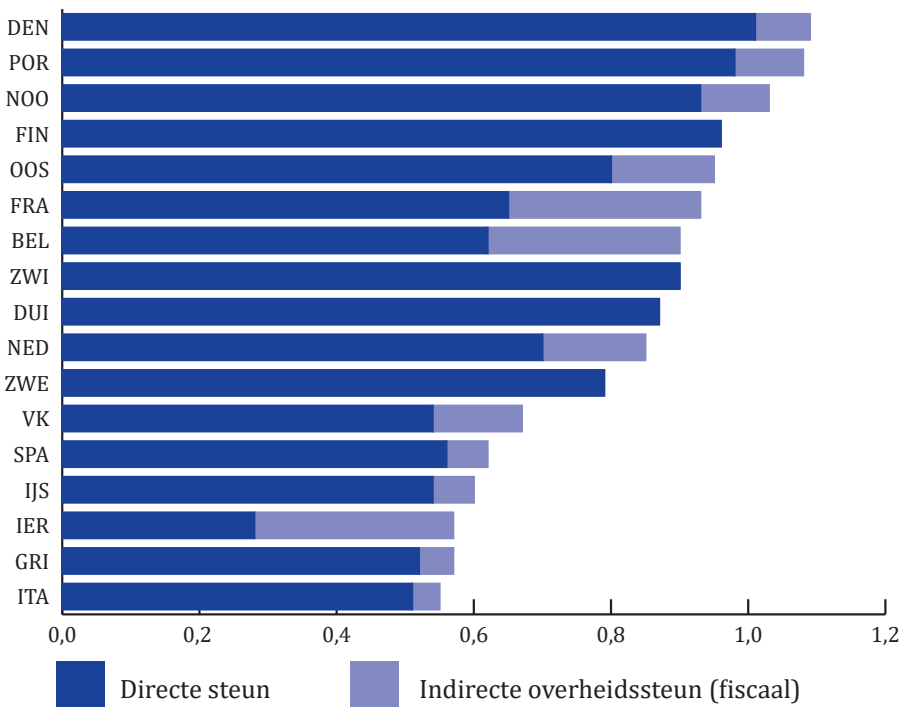
41 De innovatiebox stelt: 'Alle winsten die u behaalt met innovatieve activiteiten, vallen in deze box'. (Zie <https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/winst/vennootschapsbelasting/innovatiebox/>). Die winsten worden belast met 5 procent i.p.v. 25 procent belasting of een korting van 20 procentpunten. In 2016 werd aan deze belastingkorting van 20 procentpunten voor €1,390 mld. uitgegeven. De gerelateerde winst behaald met 'innovatieve activiteiten' bedroeg dus in 2016 € 6,95 mld. ($5 * 1,390 = 6,95$). Veronderstel dat het winstpercentage 10 procent zou zijn, dan zouden de betreffende 'innovatieve activiteiten' een omvang hebben van €69,5 mld. Kortom, de 'innovatieve activiteiten' zijn – uiteraard afhankelijk van het gekozen winstpercentage – beduidend veel omvangrijker dan de totale innovatie-uitgaven van €13,8 mld. aangegeven door het CBS.

42 Ook wat het buitenland betreft, zijn er nog de Europese middelen zoals EFRO gericht op kennis en innovatie, jaarlijks goed voor zo'n € 65 mln. die niet meegenomen werden in de R&D-cijfers in Tabel 1.

43 Zie https://www.europa-nu.nl/id/vicyffri83lm/eu_2020_strategie

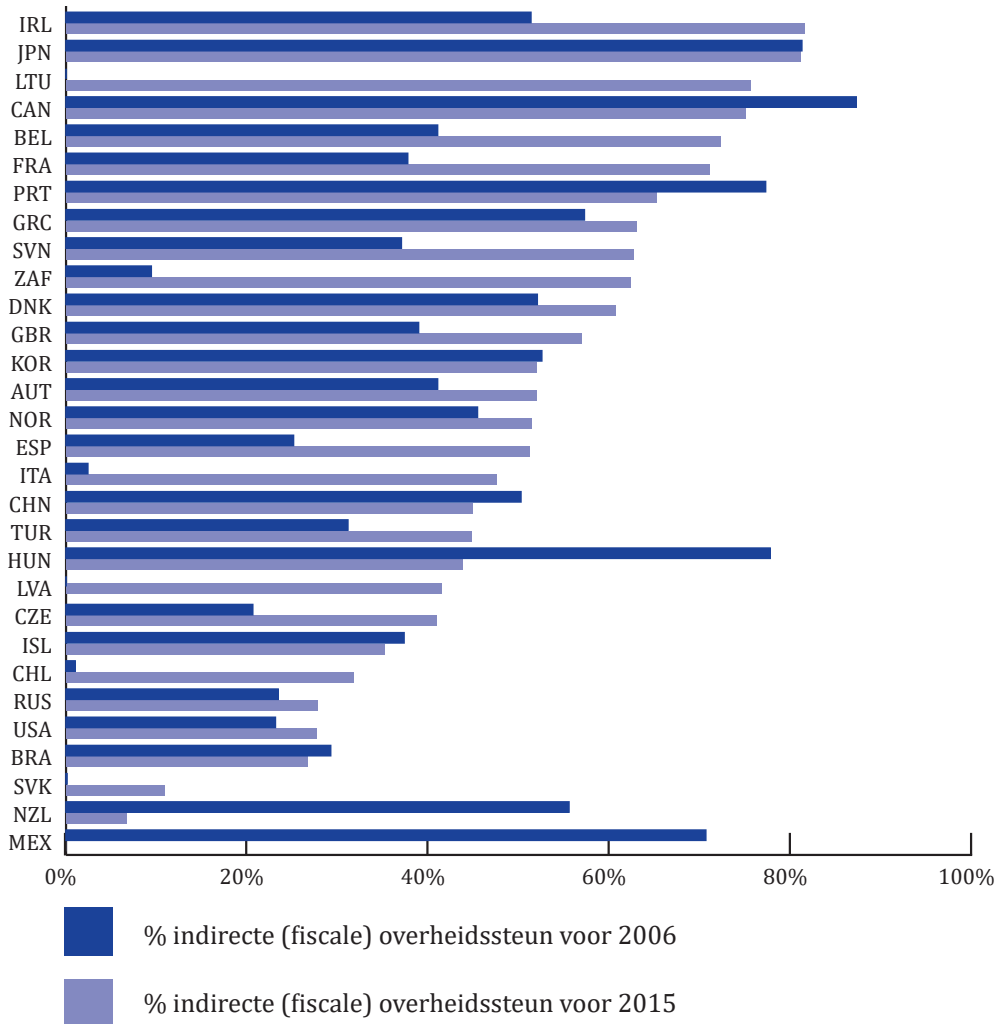
2.3 Generieke versus specifieke publieke R&D-financiering

Zoals uit de vergelijking met Duitsland en het Verenigd Koninkrijk in de voorgaande paragraaf bleek, heeft Nederland wat de publieke financiering van R&D betreft een middenpositie. Het belangrijkste verschil zit hem echter in de balans tussen generieke, indirecte en specifieke, directe ondersteuning van R&D. Als louter deze laatste vorm van directe overheidssteun in beschouwing wordt genomen, zoals in Tabel 1, dan scoort Nederland aanzienlijk lager dan de meeste R&D-intensieve landen, zoals Denemarken, Noorwegen, Finland, Zwitserland, Duitsland, Oostenrijk en zelfs Zweden, en situeert Nederland zich net boven het EU gemiddelde. Figuur 10 laat dit zien. Wat betreft generieke fiscale steun scoort Nederland weliswaar ver onder Frankrijk, België en Ierland, maar in vergelijking tot andere EU-landen vrij hoog.



Figuur 10. Directe en indirecte overheidssteun voor R&D, in percentage van het bbp (2015). Bron: Rathenau Instituut, Wetenschap in Cijfers: Eurostat (directe steun); OECD (indirecte steun).

Over het laatste decennium is er in de meeste Europese landen sprake van een verschuiving van direct naar fiscaal steunbeleid voor R&D, zoals Figuur 11 hieronder op basis van berekeningen van de OECD aangeeft.



Figuur 11. Aandeel indirecte (fiscale) overheidssteun voor private R&D als percentage van de totale overheidssteun voor voor R&D in 2006 en 2015. Bron: OECD: R&D Tax Incentive indicators, July 2017.

In Duitsland, dat met Finland, Zweden en Zwitserland één van de slechts vier Europese landen zonder fiscaal R&D-steunbeleid is, wordt op dit ogenblik gedacht aan invoering van een fiscaal R&D-beleid voor het mkb. Toch beveelt de OECD aan om fiscale ondersteuning voor R&D in balans te brengen met directe overheidssteun voor R&D. Volgens een recente OECD-analyse lijkt directe steun namelijk effectiever in het stimuleren van R&D dan eerder gedacht⁴⁴. Ook Nederland wordt aangeraden om de beleidsmix weer in balans brengen met meer focus op concurrerende, goed ontworpen instrumenten voor directe ondersteuning, bijvoorbeeld voor gezamenlijke R&D-projecten van

44 OECD (2015), 'The Innovation Imperative', Parijs, p. 182.

bedrijven met kennisinstellingen⁴⁵.

In de bijlage van de brief over het nieuwe missie-gedreven innovatiebeleid die minister Wiebes en staatssecretaris Keijzer op 13 juli 2018 aan de Tweede Kamer stuurden, wordt een overzicht gegeven van generieke en specifieke innovatie-instrumenten in Nederland. Het kabinet-Rutte I heeft de meeste subsidieregelingen voor R&D afgeschaft en in plaats daarvan sterk ingezet op fiscale ondersteuning van R&D. Het belangrijkste instrument van het specifieke innovatiebeleid is de PPS-toeslag, tot 1 februari 2017 TKI-toeslag geheten. Het basisprincipe van de PPS-toeslag is simpel. Voor iedere euro *cash* R&D-bijdrage van een bedrijf aan een onderzoeksorganisatie legt het ministerie van Economische Zaken en Klimaat er € 0,25 aan PPS-toeslag bij. Met ingang van 2018 is dit verhoogd naar 30 procent. Die PPS-toeslag moet weer ingezet worden voor R&D⁴⁶.

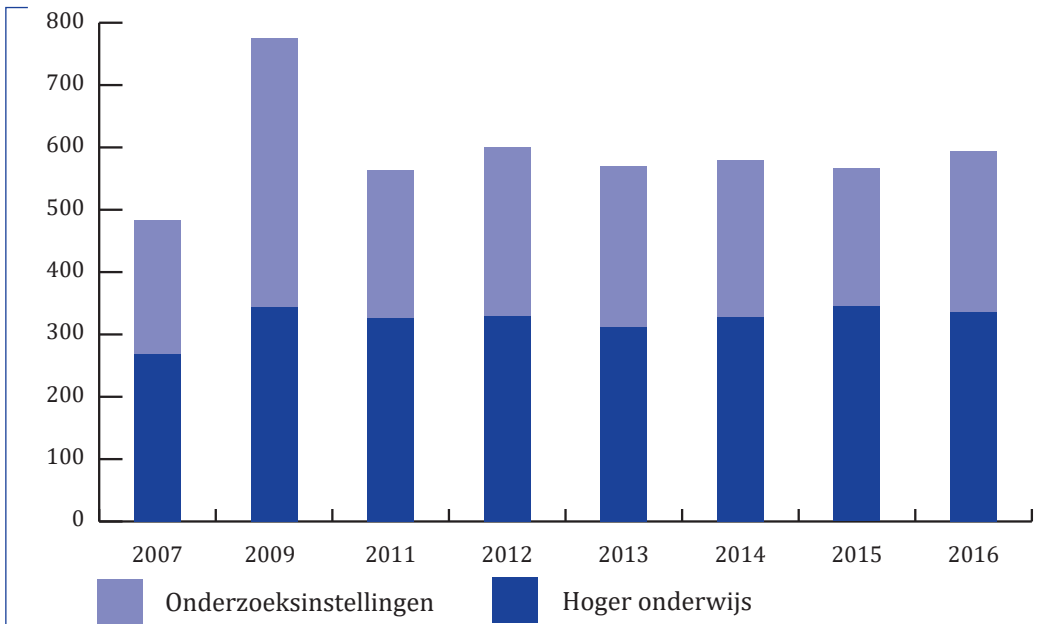
De TKI/PPS-toeslag beoogt publiek-private samenwerking te stimuleren door bedrijven meer onderzoek bij kennisinstellingen te laten financieren. Het Nederlandse bedrijfsleven financiert echter internationaal gezien al relatief zeer veel publiek onderzoek⁴⁷, terwijl de private R&D (dus uitgevoerd door het bedrijfsleven zelf) in Nederland juist relatief laag is, zoals beschreven in paragraaf 2.1. Hoewel de toeslag onmiskenbaar heeft bijgedragen aan een nieuwe dynamiek in de samenwerking tussen bedrijven en kennisinstellingen, is naar de mening van KNAW het effect van dit instrument wellicht eerder het zetten van een bonus op het uitbesteden van onderzoek – veelal ten koste van de R&D in eigen huis – dan op het verhogen van de binnen bedrijven uitgevoerde R&D. Het is, met andere woorden, de vraag of dit instrument wel heeft gewerkt zoals het is bedoeld. De brief van de minister en staatssecretaris van EZK aan de Tweede Kamer van 13 juli 2018 stelt: ‘Mede als gevolg van de PPS-toeslag is de private financiering van publiek onderzoek de afgelopen jaren gestegen naar €500 mln.’ Met een budget van ca. 100 mln. euro per jaar en een toeslagpercentage van 25 procent (met ingang van 2018 dus 30 procent) zou de toeslag inderdaad minstens 400 mln. euro aan (nieuwe) private middelen voor publiek onderzoek hebben moeten bewerkstelligen. Daarvan is sinds de effectieve opstart van de regeling begin 2013 echter niets te zien in de statistieken van R&D-financiering door Nederlandse bedrijven, zie Figuur 12.

De piek in 2009 komt van de crisisregelingen, met name de kenniswerkersregeling. Het lijkt erop dat voornamelijk reeds bestaande private financiering van publiek onderzoek is ondergebracht in de regeling, waardoor de kennisinstellingen bij hun reeds

45 OECD (2015), ‘Reviews of Innovation Policy: NETHERLANDS’, p. 6 en OECD (2018), *Economic surveys: Netherlands*, p. 42.

46 Zie <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/PPS-toeslag-onderzoek-en-innovatie>

47 Zie <https://www.rathenau.nl/nl/wetenschap-cijfers/werking-van-wetenschap/samenwerking-rd> en <https://www.rathenau.nl/nl/wetenschap-cijfers/het-geld/rd-investeringen-internationaal-perspectief>



Figuur 12. Private financiering van publieke R&D in Nederland. Y-as: mln. euro.
Bron: Eurostat (t/m 2015) en CBS (2016).

bestaande private financiering er nog 25 procent bijkregen van de overheid zonder dat dit tot significant meer private financiering van publiek onderzoek heeft geleid. Deze constatering strookt met bevindingen in de tussentijdse evaluatie van de TKI-toeslag⁴⁸, namelijk dat de regeling vooral heeft geleid tot een verschuiving van bestaand een-op-een-contractonderzoek naar collectieve uitbesteding van onderzoek in PPS-verband. Daarnaast heeft de regeling geholpen om R&D-investeringen en PPS-netwerken in tijden van bezuinigingen op peil te houden. Niet uit te sluiten valt overigens dat private financiering door buitenlandse bedrijven voor publieke R&D in Nederland wel significant is toegenomen, maar helaas ontbreken gegevens hierover.

2.4 De aard van onderzoek en de economische argumenten ter ondersteuning van onderzoek

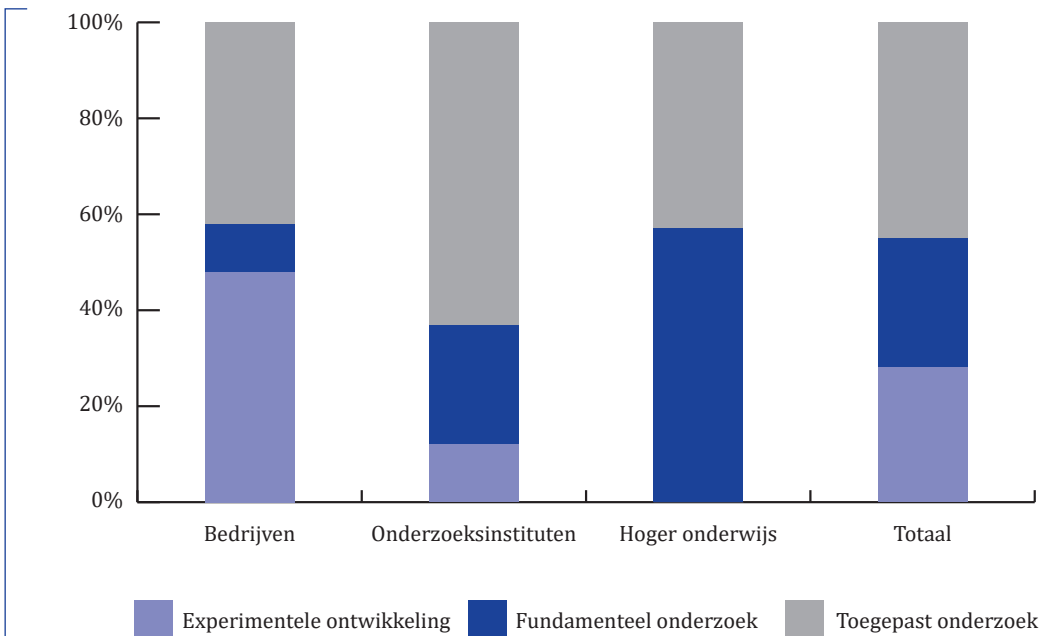
Tabel 1 laat zien dat het onderscheid tussen publieke en private financiering van onderzoek niet gelijk is aan het onderscheid tussen publieke en private uitvoering van onderzoek. Het bedrijfsleven investeert jaarlijks zo'n € 336 mln. in onderzoek dat wordt verricht door Nederlandse universiteiten, umcs en hogescholen en zo'n € 257 mln. in onderzoek bij publieke onderzoeksinstituten zoals de TO2's (zie Figuur 12). Daarnaast investeren PNP-organisaties bij benadering ook nog eens € 362 mln. in het

48 Zie <https://www.dialogic.nl/projecten/tussenevaluatie-TKI-toeslageregeling/>

hoger onderwijs en in de publieke onderzoeksinstituten. In totaal investeert de private sector jaarlijks dus voor bijna € 1 mld. (€ 955 mln.) in onderzoek in de publieke sector.

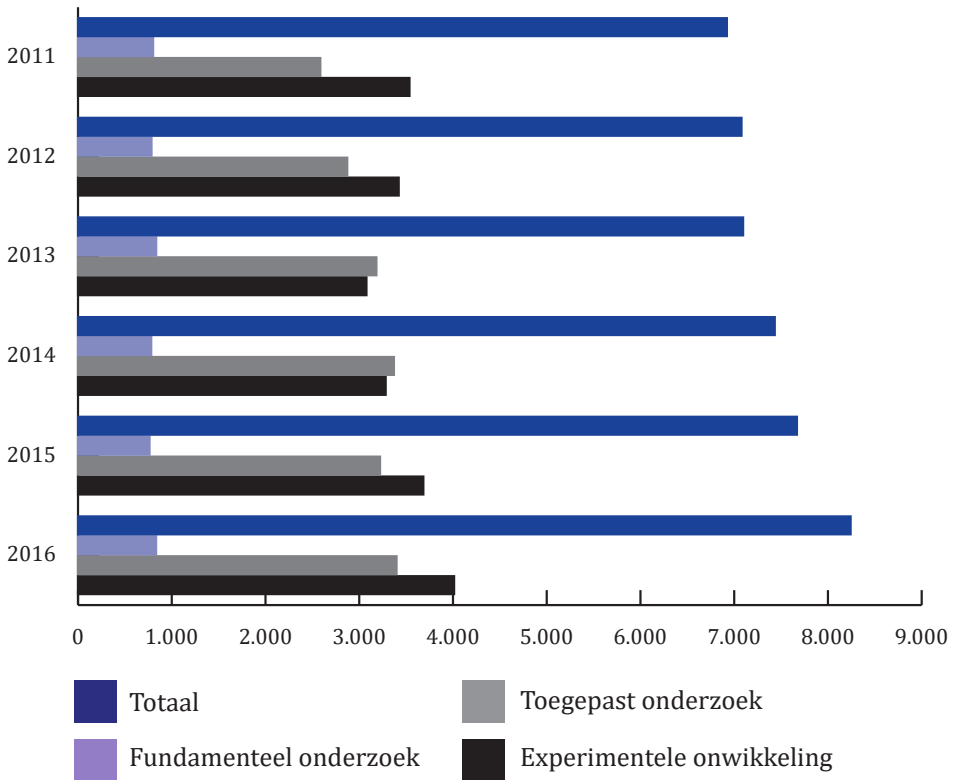
De vragen die de KNAW werden voorgelegd gaan ook over de aard van het onderzoek dat wordt verricht in de private en publieke sector, met een onderscheid naar fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en pre-competitieve ontwikkeling, en in hoeverre het kennisniveau van bedrijven in Nederland voldoende zou zijn om de door universiteiten ontwikkelde kennis te kunnen absorberen.

De aard van het onderzoek dat wordt verricht binnen het bedrijfsleven (BERD), de publieke onderzoeksinstituten (GOVERD) en het hoger onderwijs inclusief de umc's (HERD), verschilt in grote mate. Figuur 13 vat de beschikbare cijfers voor 2015 samen en geeft aan dat bedrijven slechts in beperkte mate fundamenteel onderzoek verrichten, namelijk bij benadering tien procent. Onderzoeksinstituten verrichten vooral toegepast onderzoek. Bij de categorie 'hoger onderwijs' bevat de CBS-data waarop deze figuur gebaseerd is louter de verdeling naar fundamenteel en toegepast onderzoek. Experimentele ontwikkeling wordt hier niet als aparte categorie onderscheiden en is waarschijnlijk ook niet aan de orde in het hoger onderwijs.



Figuur 13. R&D-uitgaven in Nederland naar uitvoerende sector en type activiteit in percentage van het totaal (2015). Bron: CBS.

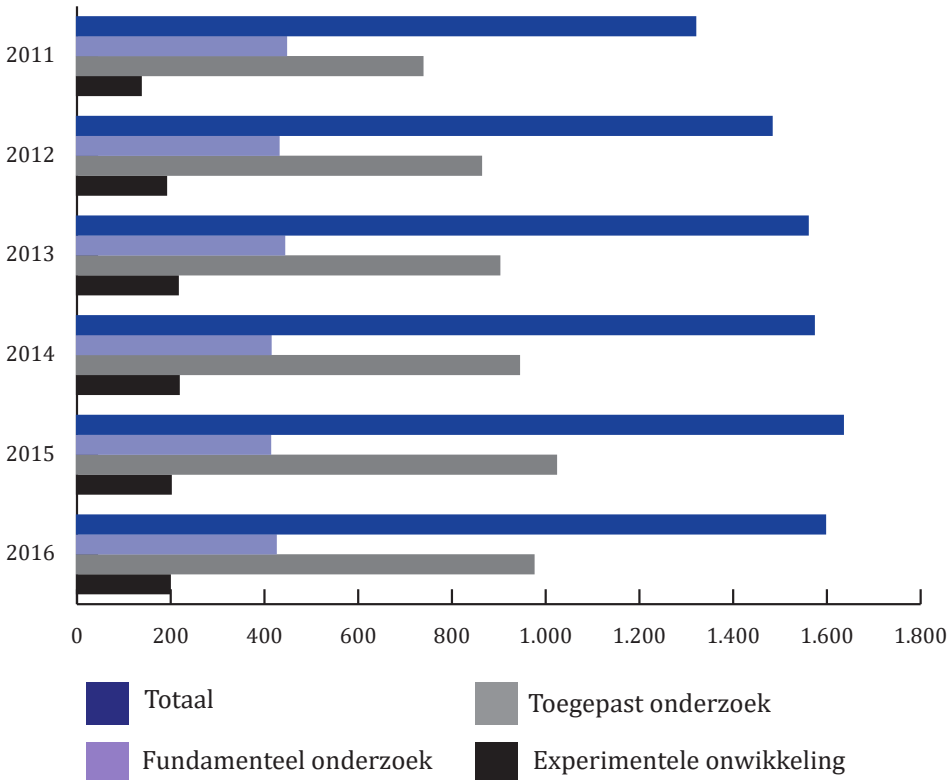
Over de tijd heen lijkt de stijging in de bedrijfsfinanciering van R&D zoals in paragraaf 2.1 besproken zich vooral wat BERD betreft te vertalen in een toename van D, namelijk experimentele ontwikkeling zoals geïllustreerd in Figuur 14. Fundamenteel onderzoek blijft een onderzoeksactiviteit die minder prioriteit heeft binnen het bedrijfsleven. In 2011 vertegenwoordigde dit type onderzoek nog 12 procent van de totale BERD uitgaven, en in 2016 nog maar 10 procent.



Figuur 14. Financiering van de uitgaven door bedrijven in mln. euro per sector van de uitvoering van R&D. Bron: CBS.

Ook bij de onderzoeksinstituten is de aandacht voor fundamenteel onderzoek over de periode 2011 – 2016 afgenomen, namelijk van zo'n 33,8 procent van de totale R&D-uitgaven in 2011 tot slechts 26,5 procent in 2016 (Figuur 15).

Bedrijven hebben veelal een probleem-gedreven innovatiemodel, waarbij R&D plaats vindt binnen de kaders van een gestructureerd innovatietraject. De bijbehorende beslissing van bedrijven om te investeren in onderzoek en innovatie is dientengevolge te modelleren als een *decision under risk* (Kahneman and Tversky, 1979, 1992). Dit impliceert dat bedrijven bij aanvang van het innovatieproces een zekere perceptie



Figuur 15. Financiering van de uitgaven in mln. euro door onderzoeksinstituten per sector van de uitvoering van R&D. Bron: CBS.

hebben van de bijbehorende kosten, van de impact die het zal hebben op hun winst in geval van succes en van de risico's, zoals de kans op falen (Chesbrough, 2003). Bedrijven besluiten om al of niet te investeren door de perceptie van de *verwachte* winst (de winst in geval van succes als functie van bovengenoemde risico's van innoveren) te vergelijken met de kosten van het innovatietraject. Indien de kosten de verwachte winst overschrijden, dan heeft de overheid een rationale om te intervensiëren omdat verschillende vormen van marktfalen bijdragen aan het gat tussen dat wat een bedrijf maximaal wil betalen (de verwachte winst) en die kosten. Zonder overheidsfinanciering zullen sommige bedrijven niet innoveren. In de praktijk echter is de overheidsfinanciering van private R&D nooit helemaal 'complementair': er is (bijna altijd) sprake van een zekere inefficiëntie in de interventie (*crowding out*/substituut). Kortom, bij publieke financiering van private R&D is er een *trade-off* tussen effectiviteit en efficiëntie (De Heide en Kothiyal, 2011). De economische analyse in hoofdstuk 4 gaat hier verder op in.

Belangrijk is ook de vraag in hoeverre de veranderingen in de publieke financiering, zoals in secties 2.1 en 2.2 omschreven, met de geleidelijke verschuiving van directe naar hoofdzakelijk generieke overheidssteun van invloed is geweest op het soort van onderzoek zoals geïllustreerd in de Figuren 14 en 15. De analyse van De Heide en Kothiyal (2011) wijst er bijvoorbeeld op dat de publieke financiering van fundamenteel onderzoek over de laatste tien jaar in omvang min of meer constant is gebleven maar dat de overheidssteun voor toegepast onderzoek is afgenomen. Veel van deze laatstgenoemde activiteiten profiteerden van directe overheidssteun, zoals ten tijde van de financiering van R&D vanuit de overheid met de zogenaamde FES-middelen⁴⁹ en innovatieprogramma's. Deze steun zette een bonus op het *collaborative* onderzoek met deelname door verschillende private en publieke partijen. Sinds de afschaffing van het FES en de innovatieprogramma's door het kabinet-Rutte I kent Nederland, behalve de regeling mkb Innovatiestimulering Topsectoren (MIT) met een bescheiden budget voor R&D-samenwerking van € 8,4 mln., geen instrument meer dat op nationaal niveau directe, *peer-to-peer* samenwerking stimuleert tussen onderzoekers van bedrijven en hun collega's bij andere bedrijven of kennisinstellingen. Hoofdstuk 5 formuleert op dit terrein een specifieke aanbeveling.

De verwachting is dat de bovengenoemde leemte slechts ten dele kan worden opgevuld door onderzoek dat binnen de Nationale Wetenschapsagenda (NWA) zal worden gefinancierd, al is het te vroeg om daarover gefundeerde uitspraken te doen. R&D-samenwerking binnen het Topsectorenbeleid, waarbinnen ook steeds meer aandacht komt voor maatschappelijke uitdagingen, zou hierbij kunnen aansluiten. Bovendien is NWO eind 2017 van start gegaan met het pilotprogramma Industrial Doctorates, dat publiek-private samenwerking bevordert door een promovendus onderzoekswerkzaamheden uit te laten voeren bij zowel de kennisinstelling als het deelnemende bedrijf. Het bedrijfsleven, de universiteiten en NWO betalen mee aan het bescheiden budget van ca. 10 mln. euro⁵⁰. De generieke fiscale overheidssteun legt daarentegen een bonus op het voor bedrijven belangrijkste eigen onderzoek. Onderzoek dat zich sterk richt op experimentele ontwikkeling, mogelijk minder vernieuwend is en minder risicovol, en ook minder beroep doet op inbreng van onderzoek van actoren buiten het bedrijfsleven.

49 Fonds Economische Structuurversterking (FES): een fonds gefinancierd uit de Nederlandse aardgasbaten.

50 <https://www.nwo.nl/actueel/nieuws/2017/pilot-industrial-doctorates-ter-bevordering-van-promoveren.html>

3. ACHTER DE CIJFERS: KWALITATIEVE BEVINDINGEN

3.1 Inleiding

Hoofdstuk 2 beargumenteert op basis van een cijfermatige analyse dat te verwachten valt dat bedrijven meer zullen investeren in R&D als ze daarbij gesteund worden. Steun kan bestaan uit directe financiële en indirecte financiële dan wel fiscale steun voor R&D van de overheid. De overheid kan bedrijven echter ook anderszins financieel tegemoetkomen, bijvoorbeeld via het vestigingsbeleid, waardoor in theorie de ruimte voor bedrijfsinvesteringen in R&D kan toenemen.

Via het principe van *follow-the-money* zouden de effecten van al deze directe en indirecte financiële steun aan R&D op de R&D-output, -outcome en -impact in theorie in kaart gebracht moeten kunnen worden, en zo ook het effect op economische groei en werkgelegenheid. Echter, zoals uit hoofdstuk 2 blijkt en uit hoofdstuk 4 zal blijken, is die analyse allesbehalve voor de hand liggend en doen zich veel onzekerheden voor. Eén factor daarin is dat de juiste detailgegevens niet beschikbaar zijn, onder meer verband houdend met de situatie dat, vanwege concurrentiegevoeligheid, bedrijven niet alle details (hoeven te) verstrekken of dat overheidsinstanties, zoals het CBS, gehouden zijn om zich te beperken tot rapportages op geaggregeerd niveau zonder mogelijkheid van herleiding naar de bron. Hoofdstuk 5 gaat hier verder op in.

Een deel van de in hoofdstuk 2 vastgestelde private R&D-achterstand in Nederland is het gevolg van de kennisextensieve sectorstructuur van de Nederlandse economie. In het verlengde van de meer kwantitatieve diagnosestelling in hoofdstuk 2, wordt in paragraaf 3.2 kort ingegaan op het belang van dit sectorstructureffect. Dat ligt ook aan de basis van het vrij unieke Nederlandse Topsectorenbeleid. Dat richt zich sinds 2011 op een aantal succesvolle Nederlandse sectoren met het oog op de kennisintensivering binnen de sector door samenwerking tussen de verschillende private en publieke par-

tijen. Evaluaties van dat beleid door de AWTI⁵¹ laten zien dat de eerste successen van het beleid inderdaad op dat vlak liggen. Het kan jaren duren voordat uit innovatieve netwerken en clusters waarin publiek-private en publiek-publieke samenwerking wordt gestimuleerd, kwantitatief meetbare resultaten voortkomen die direct toewijsbaar zijn aan nieuwe clusters. Na zeven jaar Topsectorenbeleid komen er thans steeds duidelijker signalen uit Topsectoren dat, vaak via de ‘topconsortia voor kennis en innovatie’ (TKI’s), succesvolle publiek-private samenwerkingsprojecten zijn gestart die renderen⁵². In paragraaf 3.3 worden recente trends en ontwikkelingen in een viertal van deze Topsectoren kort in meer detail besproken.

Dergelijke stimulering is uiteraard niet beperkt tot het ministerie van EZK. Ook het ministerie van OCW heeft, naast het grote belang van fundamentele wetenschap, benutting van wetenschappelijk onderzoek hoog in het vaandel staan, zowel via de eerste als de tweede geldstroom. Veel universiteiten hebben al enige tijd goed lopende Knowledge Transfer Offices (KTO’s). De recente evaluatie van het valorisatieprogramma (Dialogic, 2018) geeft aan dat er de afgelopen tien jaar veel voortgang is geboekt en dat er daarnaast nog veel ruimte is voor verdere verbetering. Anderzijds streeft de Nationale Wetenschapsagenda (NWA) samenwerking na over de volle breedte van onderzoek en innovatie. De NWA kent vanaf 2018 een significant budget en een belangrijk deel van de NWA-activiteiten betreft netwerk- en clustervorming, gericht op het identificeren van de kansrijkste samenwerkingsprojecten voor doorbraken (*gamechangers*) in onderzoek en innovatie, die daadwerkelijk verschil maken voor duurzame ontwikkeling en de oplossing van complexe maatschappelijke uitdagingen. Publieke en private partijen in R&D hebben daar de afgelopen jaren veel belangstelling voor aan de dag gelegd, aansluitend bij de Duurzame Ontwikkelingsdoelen (SDGs) voor 2030 van de Verenigde Naties en de maatschappelijke uitdagingen waar het Europese kaderprogramma voor onderzoek en innovatie zich op richt.

Ook zeer vermeldenswaard zijn NWO Industrial Partnership Programmes en de Advanced Research Centers zoals ARCnL en CBBC, waarin NWO, universiteiten en bedrijven samenwerken⁵³.

Naast de centrale en supranationale overheden faciliteren provincies en gemeenten eveneens R&D, vooral met ontwikkeling van campussen waar kennisinstellingen over de volle breedte van onderzoek (praktijkgericht, toegepast, fundamenteel) en bedrijven intensief kunnen samenwerken. Slechts enkele voorbeelden zijn de campussen in

51 <https://www.awti.nl/actueel/nieuws/2016/09/06/flexibiliseren-differentieren-scherper-kiezen---balans-van-de-Topsectoren>

52 Zie ook de Kamerbrief van EZK, *Naar een missiegedreven innovatiebeleid*, juni 2018

53 <https://www.nwo-i.nl/nwo-domein-enw/samenwerken-met-bedrijven/ipp/>; <https://www.nwo.nl/over-nwo/organisatie/nwo-onderdelen/nwoi/arcnl>; <https://www.nwo.nl/over-nwo/organisatie/nwo-onderdelen/cw/ARC+CBBC>

Wageningen, Sittard-Geleen, Leeuwarden, Hengelo, Eindhoven, Delft en Leiden⁵⁴. Paragraaf 3.4 komt hier in meer detail op terug.

De afgelopen decennia is het Nederlandse R&D-landschap door deze ontwikkelingen al sterk veranderd. Daarnaast spelen ook gebeurtenissen bij het bedrijfsleven een rol, zoals sluitingen van (R&D-afdelingen van) bedrijven, zoals bijvoorbeeld bij Organon, fusies zoals bijvoorbeeld tussen Friesland Foods en Campina, splitsing (Philips), wijziging van strategische richting (DSM: van mijn- en bulkchemie naar hoogwaardige ingrediënten en materialen), wegvallen van fabricage van het eindproduct, naast instandhouding van de toeleverende industrie (vliegtuigindustrie, Fokker) en de verzelfstandiging van nieuwe R&D-intensieve bedrijfstakken zoals bijvoorbeeld in het geval van NXP, en van ASML dat is ontstaan uit een venture van ASMI en Philips⁵⁵. Een andere belangrijke factor is dat de kosten van onderzoeksfaciliteiten fors kunnen stijgen waardoor ze door één bedrijf of instelling niet meer te dragen zijn. Al deze veranderingen dragen eraan bij dat bedrijven en kennisinstellingen elkaar steeds meer opzoeken in de formulering en uitvoering van hun R&D-strategie, zich sectoraal specialiseren en daarbij veelbelovende niches identificeren.

In de mogelijke realisatie van nieuwe niches loopt Nederland het risico van overnames. De telematicasector bijvoorbeeld wás sterk (KPN, Lucent, Ericsson, Topinstituut Telematica – daar is bijvoorbeeld Paypal uit voortgekomen) maar dat zou thans zo niet meer kunnen functioneren, want de structuur van de telecomsector is volledig veranderd (zie de opkomst van Ziggo) en is nu één wereldwijd fenomeen. Niet al te lang geleden kon je met een Europees abonnement voor mobiele telefonie niet bellen in de VS, nu is er één wereldwijd mobiel meganetwerk (3G, 4G) met dito markt en concurrentie. Zulke mondiale infrastructuren zijn sturend voor de wereldeconomie en dus ook voor de Nederlandse. Alleen als Nederlandse R&D daar aansluiting bij houdt of vindt, liggen nationale economische successen in het verschiet.

3.2 Sectorstructuur en private R&D

De bestaande sectorstructuur is een belangrijke mogelijke verklarende factor voor de relatief lage BERD-intensiteit voor een land als Nederland. Nederland werd evenals het VK in de jaren '80 en '90 van de vorige eeuw gekenmerkt door een zekere tendens tot de-industrialisatie. Gezien de geografische ligging van het land hebben sectoren die nauw verbonden zijn met internationale handel zich eerst binnen Europa, en nadien internationaal ontwikkeld tot sectoren met een sterke internationale

54 Zie ook de recente analyse van het Rathenau Instituut: Sue-Yen Tjong Tjin Tai, Jos van den Broek, Timo Maas, Tomas Rep en Jasper Deuten (2018), *Strategische Private-Publieke Partnerships*, Rathenau, oktober 2018.

55 Zie <https://nl.wikipedia.org/wiki/ASML>

concurrentiepositie. De relatief lage R&D-intensiteit in zowel het VK als Nederland is dan ook, zo wordt dikwijls gesteld, het resultaat van deze natuurlijk gegroeide sectorstructuur met een dominantie van minder R&D-intensieve sectoren in de Nederlandse economie.

Om hiermee rekening te houden en toch een inschatting te maken van de invloed van de sectorstructuur op het totale R&D-percentages van een land kan bijvoorbeeld de R&D-intensiteit van de sectoren in Nederland vergeleken worden met de sectorstructuur van andere landen die bijvoorbeeld wel een grote hoogtechnologische of farmaceutische industrie hebben.

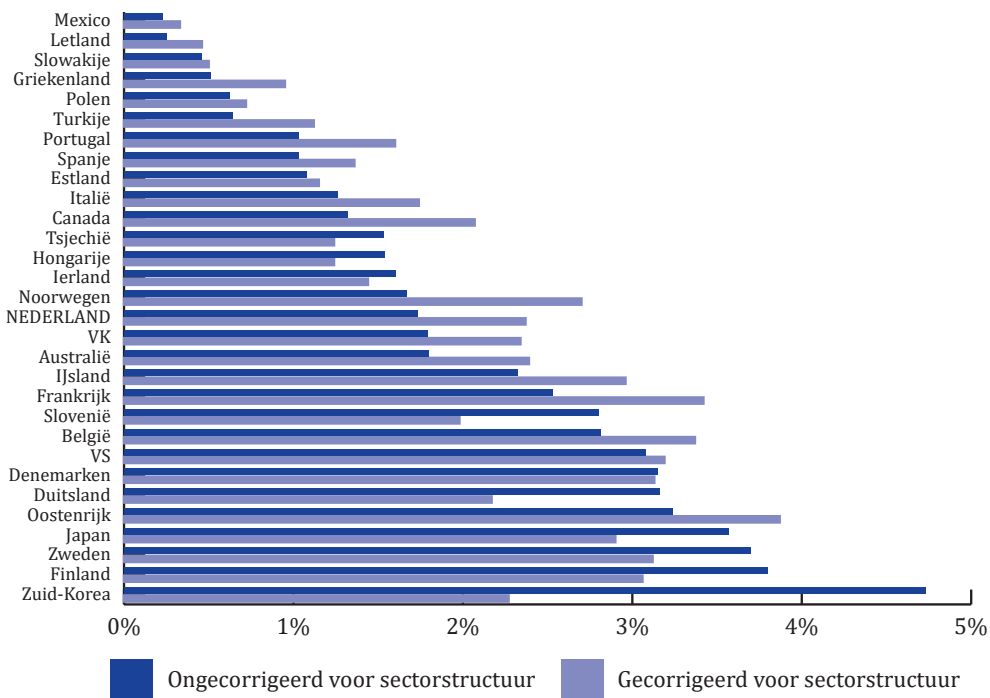
In het Science, Technology and Industry Scoreboard van de OECD⁵⁶ wordt op deze wijze de private R&D-intensiteit van landen aangepast aan de gemiddelde industriële structuur van alle OECD-landen⁵⁷. Figuur 16 geeft het resultaat hiervan weer. Vergelijken met de internationale sectorstructuur is er sprake van een minder omvangrijke achterstand in de BERD-intensiteit van Nederland ten opzichte van het OECD-gemiddelde. De sectorstructuur van een land ligt echter niet vast, maar is 'endogeen' en past zich aan internationale ontwikkelingen aan. Uiteindelijk is de centrale vraag of de lage private R&D-intensiteit in Nederland een gevolg is van de kennis-extensieve industriestructuur of andersom. Anders gezegd: hoe maakbaar is de industriële structuur van een land?

In een uitvoerige analyse van de invloed van de private R&D-intensiteit op de sectorstructuur van Nederland, verricht door het CBS in 2006, werd geconcludeerd dat Nederland (in 2001) zowel geconfronteerd werd met een negatief sectorstructureffect als met een negatieve intrinsieke achterstand in private R&D⁵⁸. De R&D-achterstand van Nederland ten opzichte van het OECD-gemiddelde bedroeg in 2001 0,54 procentpunt. Van deze achterstand kon 0,33 procentpunt verklaard worden door de kennisextensieve sectorstructuur of zo'n 61 procent. In 2015 bedroeg de achterstand ten opzichte van het OECD-gemiddelde reeds 0,81 procentpunt waarvan 0,64 procentpunt verklaard kon worden door de kennisextensieve sectorstructuur of zo'n 80

56 Zie https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-2017/business-r-and-d-intensity-adjusted-for-industrial-structure-2015_sti_scoreboard-2017-graph141-en#page1

57 Zoals de OECD dit definieert: 'A country's industrial structure-adjusted indicator of R&D intensity is a weighted average of its sectoral R&D intensities (ratio of R&D to value added), using the OECD industrial structure – sectoral share in OECD value added for 2015 – as adjusted, common weights across all countries. The unadjusted measure of BERD intensity is by definition an average based on each country's actual sector shares'.

58 Een negatief structureffect geeft aan dat in Nederland als geheel sprake is van een R&D-achterstand als gevolg van een kennisextensieve sectorstructuur vergeleken met het OECD-gemiddelde. Een negatief intrinsiek effect betekent dat Nederland, gegeven de sectorstructuur ten opzichte van de OECD-landen weinig uitgeeft aan private R&D.



Figuur 16. R&D-intensiteit bedrijven, ongecorrigeerd, en gecorrigeerd voor de sectorstructuur (2015 of het recentste eerdere jaar; R&D in percentage van toegevoegde waarde bedrijfsleven). Bron: OECD (2017), OECD Science Technology and Industry Scoreboard 2017, pagina 170.

procent⁵⁹. Dit is in lijn met de eerdere analyses van onder meer van Erken, Klomp en Ruiters (2006)⁶⁰ en Erken (2008)⁶¹, die aantonen dat het structureffect in het verleden een minder grote bijdrage aan de Nederlandse R&D-achterstand leverde. Kortom, het lijkt er dus op dat door de jaren heen sprake is van een steeds kennisextensievere sectorstructuur in Nederland vergeleken met het OECD-gemiddelde.

Zoals het CBS-rapport *Kennis en Economie* (2006) concludeert: ‘Nederland heeft veel kennisextensieve sectoren in vergelijking met het buitenland. Daarnaast zijn er een

59 Dit hogere percentage is wellicht ook te verklaren door verschillen in berekeningswijze van het sectorstructureffect tussen de analyse van EZ en de OECD die ten grondslag ligt aan figuur 16.

60 Zie Erken, H., Klomp, L. en M. Ruiters, (2006) ‘Private R&D-uitgaven in Nederland: waar hangen ze vanaf?’ in CBS, *Kennis en Economie* 2006. Onderzoek en Innovatie in Nederland, 18-07-2006 (<https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2006/29/kennis-en-economie-2006>).

61 Erken, H. (2008), *Productivity, R&D and Entrepreneurship*, Hoofdstuk 5 ‘Anatomy of private R&D expenditure: an explanation of the Dutch shortfall based on empirical evidence’, zie <https://repub.eur.nl/pub/14004/EPS2008147ORG9058921796Erken.pdf>.

aantal andere variabelen die indirect van invloed zijn op het niveau van de R&D-uitgaven door bedrijven. Eén van de belangrijkste variabelen die van invloed is op de R&D-uitgaven van bedrijven en waarop Nederland achterblijft bij andere landen, is het aantal buitenlandse bedrijven dat in Nederland R&D verricht.' Zo blijkt de rol van het buitenland van steeds grotere invloed op zowel de omvang als groei van de R&D-uitgaven van Nederlandse bedrijven, zoals reeds vastgesteld in hoofdstuk 2 met betrekking tot het toenemende negatieve buitenlandse R&D-saldo. Historisch gezien, maar ook met het oog op de toekomst, tekent zich dan ook de vraag af of er in een relatief klein land als Nederland sprake is van een steeds meer gedwongen internationale specialisatie van bestaande R&D-intensieve bedrijven binnen sectoren.

De invoering van het Topsectorenbeleid was in velerlei opzichten gericht op het breed houden van Nederlandse R&D-specialisatie, en wel door publiek-private R&D-samenwerking binnen de meest succesvolle Nederlandse sectoren, niet louter *hightech*, maar bredere kennisgebieden. Recent is met de zogenaamde Kennis- en Innovatie-agenda deze discussie verbreed in de richting van maatschappelijke uitdagingen en zogenaamde sleuteltechnologieën waarin 'de verbinding is gelegd tussen de sectorale agenda's van de Topsectoren, departementale agenda's en relevante NWA-routes'⁶².

In Tabel 3 worden de cijfers weergegeven van de concrete financiële toezeggingen voor elk van de Topsectoren van private partijen, maatschappelijke instellingen, kennispartijen en de overheid voor de jaren 2018 en 2019. In dit Kennis- en Innovatie-Contract (KIC) 'bekrachtigen bedrijven, maatschappelijke instellingen, kennispartijen en overheden hun inzet op de belangrijke innovatiethema's'. Zoals de Tabel weergeeft 'leggen publieke en private partners samen jaarlijks ca. 2,4 mld. in waarvan ca. 1,3 mld. vanuit private en ca. 1,1 mld. vanuit publieke middelen'⁶³.

Tabel 3 laat zien dat er grote verschillen bestaan tussen de private en publieke financiering van elk van de negen Topsectoren. In de Topsector High Tech Systemen & Materialen is private financiering het belangrijkste, en in de Topsector Energie is publieke financiering het belangrijkste. De sectoren verschillen sterk in hun eigen – en uitbestede R&D-investeringen.

Figuur 17 geeft de door het CBS berekende cijfers weer voor de R&D-uitgaven, zogenaamde R&D-eigen activiteiten⁶⁴ en R&D-uitbestede activiteiten in de verschillende Topsectoren voor 2015. De negen Topsectoren vertegenwoordigden in 2015 ongeveer 87 procent van alle R&D-uitgaven van bedrijven en onderzoekinstellingen (exclusief hoger onderwijsinstellingen) in Nederland met de topsector Hightech Systemen en

62 Kamerbrief van minister Wiebes en staatsecretaris Keijzer van 13 juli 2018.

63 Nederlands Kennis- en Innovatiecontract 2018-2019, 11 december 2017.

64 R&D-uitgaven aan uitbesteed onderzoek worden door het CBS in de Monitor Topsectoren gedefinieerd als: 'De uitgaven aan R&D die is uitbesteed binnen het concern of aan andere ondernemingen, universiteiten, researchinstellingen in Nederland of in het buitenland' (p.62). Het betreft hier dus een definitie van uitbesteden die veel breder is dan de uitbesteding van bedrijven naar hoger onderwijs en onderzoekinstellingen zoals in Tabel 1 vermeld.

Tabel 3. Financiers en financiering Topsectoren 2018 (kasbedragen in mln. euro)

Bron: Nederlands Kennis- en Innovatiecontract (KIA) 2018-2019.

TOPSECTOR	PRIVAAT	PUBIEK								2018 Totaal Publiek
		departement	NWO	KNAW	TNO	Deltares	WR	Marin	NLR	
1. T&U	31,44	5,94	2,85				15,13			23,92
2. Water&Maritiem	44,09	29,89	9,25		3,85	7,25		3,31		53,54
3. Agri&Food	80,00	2,46	6,40				34,20			43,06
4. LSH	316,20	96,06	13,00	12,00	7,95					129,00
5. Chemie incl BBE	33,82	3,87	9,95		2,58					16,40
6. Energie	150,00	123,28	10,75		27,65					161,68
7. HTSM, incl nano en ict	562,00	52,95	29,70		36,98				5,20	124,83
- waarvan ict	17,00	4,50	9,95		6,02					20,47
8. Logistiek	32,05	22,75	3,55		2,88					29,18
9. Creatieve industrie	13,00	12,10	4,20	2,00						18,30
EZK niet specifiek toegerekend		102,864 4,0								192,86
OCW niet specifiek toegerekend										44,00
NWO niet specifiek toegerekend			165,35							165,35
Cross-over call NWO			20,00							20,00
TO2 niet specifiek toegerekend					20,59	1,42	16,55		5,77	44,33
Totaal	1.262,59	586,14	275,00	14,00	102,47	8,66	65,88	3,31	10,97	1.066,44

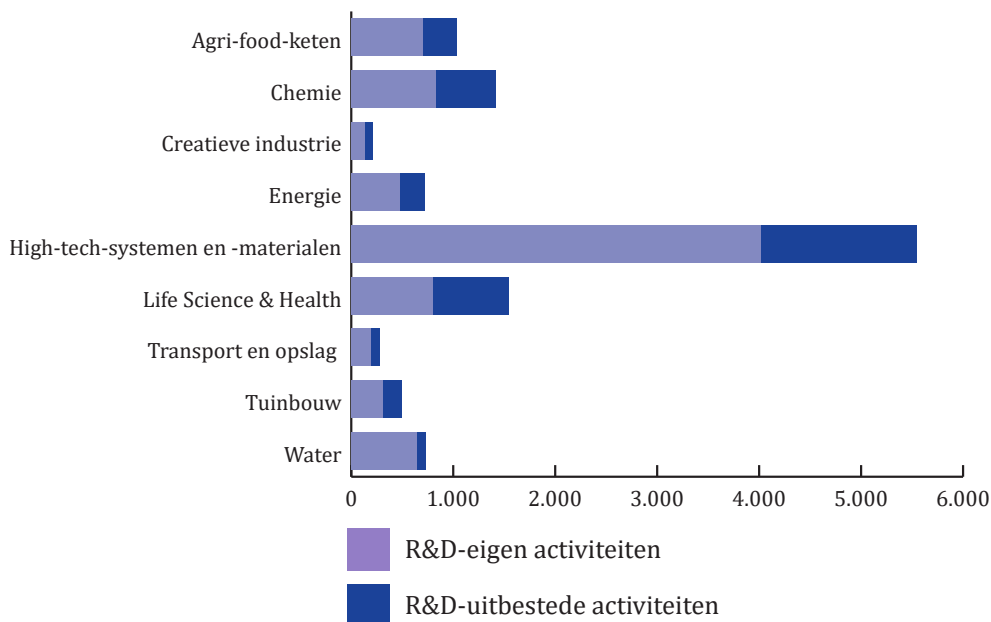
Materialen (HTSM) als dominante sector die zowel een aantal heel grote multinationale bedrijven als heel wat Midden en Klein Bedrijven omvat. De sector Life Sciences & Health (LSH) besteedde – als tweede in omvang – het grootste deel van zijn R&D-activiteiten uit, in tegenstelling tot HTSM.

Dit illustreert het belang in de LSH-sector van nieuwe, opkomende hightech startups. Anderzijds zijn er sectoren zoals Water en Agri&Food⁶⁵ die op het eerste gezicht wellicht niet direct bekend staan als kennisintensieve sectoren maar waarvan de omvang van R&D-uitgaven in Nederland desalniettemin omvangrijk zijn, zoals Figuur 17 laat zien. In de volgende paragraaf vormen deze vier sectoren de basis voor een overzicht in vogelvlucht.

3.3 Analyse van een aantal sectoren

Om goed antwoord te kunnen geven op de door de minister van OCW aan de KNAW gestelde vragen, is er naast de kwantitatieve analyse naar investering in- en uitvoering van R&D, zoals in hoofdstuk 2 besproken, behoefte aan een kwalitatieve analyse van de inhoud, vorm en veranderingen in publiek-private R&D-samenwerking. In deze sectie

⁶⁵ Agri&Food omvat hier de hele agro-keten, dus inclusief de agri-groothandel.



Figuur 17. Uitgaven aan R&D naar Topsector in mln. euro, zowel eigen – als uitbestede activiteiten (2015). Bron: CBS Monitor Topsectoren (2016), pagina 158-159.

worden vier gebieden/sectoren kort besproken, namelijk voeding, water, de maakindustrie en gezondheid. Het gaat daarbij om een hoofdzakelijk kwalitatieve analyse ter illustratie van de veranderende publiek-private verhoudingen in R&D. De keuze voor deze vier sectoren is willekeurig, de KNAW is niet gevraagd het Topsectorenbeleid te evalueren en de tijd ontbrak om alle Topsectoren op deze wijze te beschouwen.

3.3.1 Voeding

In Nederland neemt een mens gemiddeld tweehonderd ‘eetbeslissingen’ per dag. De Agri&Food-keten, waar iedereen dus intensief mee te maken heeft, biedt 47 mld. euro toegevoegde waarde met een omvang van 136 mld. Na de Verenigde Staten is ons land de tweede exporteur van agri- en foodproducten ter wereld. Met die export neemt de Agri&Food-sector 14,5 procent van de Nederlandse uitvoer voor zijn rekening. Er zijn in de gehele sector, inclusief Retail en Horeca, 662.000 personen werkzaam⁶⁶. In Europa heeft alleen Duitsland een grotere omzet dan Nederland.

⁶⁶ Jaarrapportage 2017 TKI Agri&Food. Cijfers 2015. Gebaseerd op CBS Monitor Topsectoren 2017.

Het hart van het onderzoekslandschap ligt in Wageningen en omgeving (FoodValley). Van oudsher zijn hier de wereldwijd gerenommeerde Wageningen Universiteit en onderzoeksinstituten van Wageningen Research (voormalig DLO) gevestigd (WUR). Onlangs is dit met de integratie en verhuizing van TNO Voeding naar Wageningen nog verder geconcentreerd. WUR is een decennium geleden gestart met de verdere ontwikkeling van de campus waardoor er nu naast de universiteit en onderzoekinstellingen ook grote voedingsmiddelenbedrijven (FrieslandCampina, Unilever (2019)), mkb en startups gevestigd zijn.

De regionale overheid (Provincie Gelderland, gemeenten Ede en Wageningen) speelt daarbij een sterk stimulerende rol en de verwachting is dat dit nog verder zal groeien. Vanuit de 'nucleus' FoodValley wordt samengewerkt met aanpalende onderzoeksgebieden, hogescholen (onder andere HAS Den Bosch) en bedrijven door geheel Nederland. Door alle spelers in het veld wordt deze fysieke concentratie sterk gewaardeerd en dit leidt tot betere en soms onverwachte samenwerkingen tussen publieke en private instellingen, effectiever en efficiënter gebruik van middelen⁶⁷, groei van bedrijvigheid en verwachte groei van maatschappelijke betrokkenheid⁶⁸.

Het Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) in Agri&Food stelt tripartiet de onderzoek- en innovatie-agenda op in het kader van het Topsectorenbeleid. De Topsector organiseert een innovatie-ecosysteem waarin bedrijven, overheid en kennisinstellingen elkaar opzoeken, vinden en samenwerken in publiek-private samenwerking (PPS). De opzet hiervan kost weliswaar tijd, maar de resultaten van deze focus op samenwerking in Agri&Food zijn tot nu toe indrukwekkend, waarbij bedrijven de kennis van universiteiten goed kunnen absorberen. Dat geldt ook voor het toenemend aantal partners in het buitenland.

Na de start in 2011 is een aanzienlijk netwerk ontwikkeld met betrokkenheid van 400 bedrijven (waarvan ongeveer de helft mkb) en dertig kennisinstellingen in 223 PPS-en. Thans zijn er bijna honderd promovendi in het TKI werkzaam en de kwaliteit van het onderzoek neemt steeds verder toe. De thema's waar het TKI zich op richt, zijn vastgelegd in de *Kennis- en Innovatieagenda*. De actuele agenda is sterk gestuurd vanuit maatschappelijke vraagstukken en duurzame voedingssystemen (klimaatneutraal, gezond & veilig, circulair, met daarbij slimme technologie en mens & maatschappij als thema) en op deze gebieden kunnen overheid, onderzoeksinstituten en bedrijven elkaar goed vinden.

67 Zie bijvoorbeeld https://www.vmt.nl/Nieuws/Unilever_stelt_analyseapparatuur_toegankelijk_op_Wageningen_Campus-180703114146

68 World Food Experience Center <https://www.ede.nl/in-de-gemeente-edel/food-en-veluwe/world-food-center/>

Duurzame productie vormt een leidend principe voor deze sector. Grote corporaties die voor – en met de leden richtinggevend lijnen uitzetten zoals kringlopen en bijbehorende businessmodellen, zijn belangrijk om dat principe in actie om te zetten. Innovatie bevorderende wet- en regelgeving zijn onontbeerlijk, bijvoorbeeld om reductie van fosfaat en carbon footprint⁶⁹ op gang te krijgen. Ook de samenwerking tussen deze sector en de gezondheidssector wordt als belangrijke factor genoemd.

ProMuscle. Dat R&D van de sectoren voeding en gezondheid na lange samenwerking duurzame innovatie kan opleveren blijkt bijvoorbeeld uit het project 'ProMuscle in Practice'. Dit project is gestart in 2007 met krachttraining en dieetadvies bij ouderen in een collegezaal. Tien jaar later is dit uitgegroeid naar een grote pilot in Gelderland met als doel behoud en verbetering van functionaliteit en zelfredzaamheid van kwetsbare ouderen en het doorbreken van de neerwaartse spiraal hun fysiek functioneren met ProMuscle, een innovatieve combinatie van voeding en beweging in de dagelijkse praktijk. Het betreft een samenwerking tussen onder andere WUR, umcU, GGD Noord- en Oost-Gelderland en FrieslandCampina.

Door de uitvoering van deze agenda kan een redelijk beeld worden geschetst van de private investeringen. Private R&D in de voedingssector nam enkele jaren geleden als geheel enigszins af. Dit is niet het gevolg van een verdringingseffect door publieke investeringen in R&D, maar van conjuncturele effecten sinds de economische crisis. Thans intensiveren vooral grote bedrijven als Danone, DSM, Unilever, Heinz, Avebe, Cosun en FrieslandCampina hun R&D-activiteiten, wat onder andere zichtbaar is doordat alle hiervoor genoemde voedingsmiddelenbedrijven nu of in de afgelopen vijf jaar geïnvesteerd hebben in een nieuw R&D-centrum in Nederland. Binnen de PPS-constructies voor R&D stabiliseert de verhouding tussen publieke en private investeringen in R&D voor B2B-projecten op ongeveer 2:3. Voor *business to consumer* (B2C) projecten is de verhouding nog niet te duiden .

Uit de monitoring van Topsectoren door het CBS in 2017⁷⁰ blijkt dat de totale uitgaven van bedrijven en onderzoeksinstituten (exclusief hoger onderwijsinstellingen) aan R&D vrij constant zijn, maar dat het aandeel uitbesteed onderzoek stijgt (Tabel 4). Door het wegvallen van de productschappen zit er bovendien een gat in de private financiering van het agro-domein.

⁶⁹ De sector mist kennis over fosfaatvrij produceren, maar dat is ook heel ingewikkeld. Daarvoor zou de sector heel intensief met de wetenschap moeten samenwerken, zoals de LSH-sector met de umc's samenwerkt.

⁷⁰ <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/monitor-Topsectoren-2017>

Tabel 4. R&D-investeringen (in mln. euro) in de Agri&Food-keten.⁷¹

Jaar		2011	2012	2013	2014	2015
Agri&Food-keten	eigen activiteiten	747	758	703	688	699
	uitbestede activiteiten	298	262	213	245	340
waarvan voedings- middelenindustrie	eigen activiteiten	379	397	389	373	317
	uitbestede activiteiten	65			87	117

Een plausibele reden hiervoor is dat het voor voedingsbedrijven niet meer mogelijk is om al deze R&D zelf te behartigen. De achtergrond is dat bedrijven zich door de toenemende expansie (verbreding én verdieping) van het wetenschapsveld, moeten concentreren op de meest essentiële gebieden en R&D in aanpalende gebieden zelf niet meer efficiënt en effectief kunnen uitvoeren. In de zuivelindustrie was het gebruikelijk dat de bedrijven op het gebied van zuursels (micro-organismen gebruikt bij fermentatie van bijvoorbeeld kaas en yoghurt) zelf grote interne onderzoeksprogramma's beheerden. Nu worden deze programma's voor een groot deel extern uitgevoerd in samenwerking met toeleveranciers, universiteiten, kennisinstellingen en startups.

Circulaire en regeneratieve landbouw. Een mooi voorbeeld van de sturende werking van duurzame ontwikkeling, met zowel technologische – als sociale en economische aspecten is een agro-ecologisch samenwerkingsproject dat in 2018 is gestart met als doel integrale situatieschetsen van een circulair en regeneratief landbouwsysteem in 2050 te realiseren inclusief wetenschappelijk onderbouwde en gekwantificeerde systeem-transitiescenario's van het huidige landbouwsysteem. In het multidisciplinaire team, dat zich richt op agro-ecologie, innovatiewetenschap, sociale wetenschap, agrotechnologie en bestuurskunde werken onder andere WUR (oa WEcR, WLR, FTE), de Universiteit Utrecht – Copernicus instituut, het Groene Brein, Royal Cosun / Suikerunie en FrieslandCampina samen.

Ook op gebieden met een hoog financieel risico en grote benodigde investeringen zien we nieuwe publiek-private samenwerkingsverbanden ontstaan. Dit gebeurt bijvoorbeeld op het gebied van de grote uitdagingen bij duurzaamheid en voeding en gezondheid. Deze uitdagingen vragen om grote wetenschappelijke inspanningen met een hoog risico en kunnen alleen gezamenlijk en met behulp van een diversiteit aan specialistische kennis opgepakt worden. Een voorbeeld is de oprichting van het Sustainable Food Initiative⁷².

Verschillen tussen fundamenteel, toegepast en precompetitief onderzoek kunnen in Agri&Food moeilijk worden onderscheiden want de R&D-activiteiten zijn gemengd

71 NB: met dezelfde brede definitie van 'uitbesteden' als in Figuur 7.

72 <http://www.ispt.eu/sustainable-food-initiative-launched/>

over Technology Readiness Levels (TRL's) 1-6⁷³. Over de verschillende TRL's worden uiteenlopende instrumenten ingezet. Voor bijvoorbeeld TRL's 1 tot en met 3 wordt veel geprogrammeerd via NWO (vrije programmering en PPS), zowel binnen de topsector als via *cross-over calls*. Voor grote projecten zijn het vaak de grote bedrijven die de richtinggevende lijnen uitzetten. Voor de hogere TRL's zijn er PPS-en met TO2 mogelijk en is er de MIT-regeling voor mkb.

3.3.2 Water

De internationale reputatie van Nederland op het gebied van watertechnologie biedt een sterke export-uitgangspositie. Dit wordt dit onderstreept in het Topsectorenbeleid met de Topsector Water & Maritiem. De basis van de Nederlandse kennisvoorsprong ligt in de zeer hoge Nederlandse kennisdichtheid op wetenschaps- en technologiegebieden die de basis vormen van watertechnologie (procestechnologie, chemische technologie, food technologie, nanotechnologie etc.).

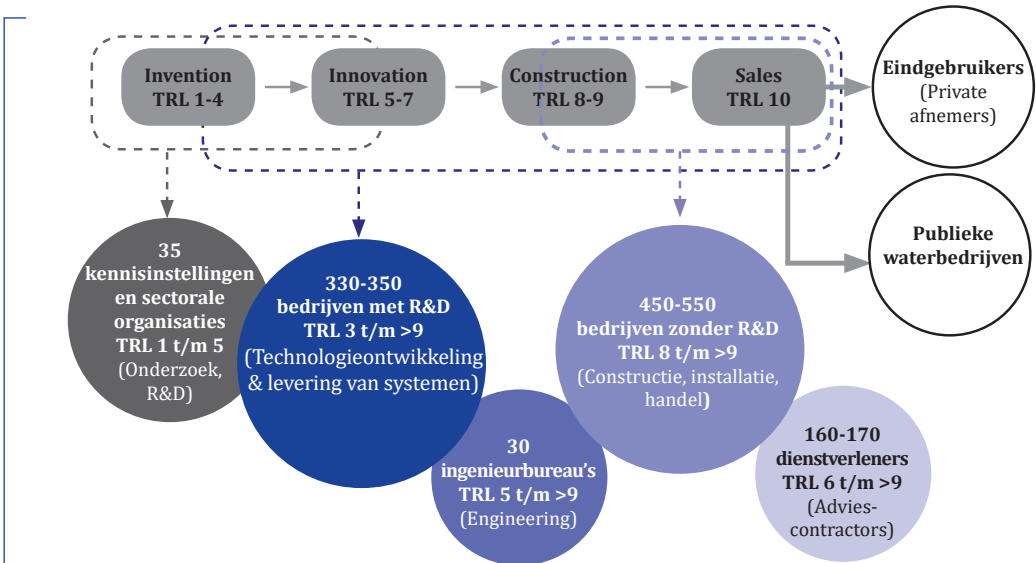
De watertechnologiesector wordt gedefinieerd als alle kennis, technologieën, technieken en processen die worden ontwikkeld en toegepast voor o.a. het transporteren, bewerken, veranderen en monitoren van water(stromen). Techniek heeft, in relatie tot het onderwerp van dit onderzoek, te maken met het ontwerpen en realiseren van apparaten, machines, installaties en systemen. De benadering is breed en omvat o.a. fysische, chemische, biologische en/of thermische technologieën voor waterbehandeling, meet- en regeltechniek (sensoren), ict en datatechnologie, en transport- en distributiesystemen (o.a. leidingen en pompen).

73 De definities van TRL-niveaus zijn belangrijk omwille van het verkrijgen van mogelijke overheidssteun. Innovencio, een adviesbureau in de innovatie subsidiewereld definieert b.v. de TRL-niveaus als volgt: "TRL 1: *Basic principles observed*. Deze fase wordt gekenmerkt door fundamenteel onderzoek. De basisprincipes van de technologie zijn geobserveerd en er zijn aannames over de werkingsprincipes van deze technologie. Hier is echter nog geen experimenteel bewijs voor beschikbaar. TRL 2: *Technology concept formulated*. Het technologisch concept en het mogelijke toepassingsgebied is geformuleerd. TRL 3: *Experimental proof of concept*. De eerste laboratoriumtesten zijn afgerond met een *proof of concept* als resultaat. TRL 4: *Technology validated in lab*. Het *proof of concept* wordt gevalideerd in laboratorium-omgeving, veelal met behulp van ruwe (*low-fidelity*) prototypes op kleine schaal. TRL 5: *Technology validated in relevant environment*. De technologie is getest en gevalideerd in een relevante omgeving. Hierbij worden vaak functionele en geraffineerde (*high-fidelity*) prototypes gebruikt. TRL 6: *Technology demonstrated in relevant environment*: De werking van de technologie wordt in een relevante omgeving gedemonstreerd. De prestaties van het prototype zijn nog niet geoptimaliseerd voor de operationele omgeving. Met behulp van deze demonstratie wordt het technisch werkingsprincipe aangetoond. TRL 7: *System prototype demonstration in operational environment*. De technologie is geïntegreerd in de uiteindelijke operationele omgeving. De focus ligt nu op zaken zoals productie en certificering. TRL 8: *System complete and qualified*. De technologie presteert naar behoren en de laatste productieproblemen zijn opgelost. TRL9: I. De technologie is technisch en commercieel gereed. De volgende stappen zijn productie en marktintroductie.

Centraal in de watertechnologie staan de volgende waterstromen: drinkwater, afvalwater en proceswater (water voor industrie, irrigatiewater voor land- en (glas) tuinbouw en de samenhang met het natuurlijke systeem). Binnen het natuurlijke systeem worden o.a. grond, oppervlakte- en regenwater onderscheiden. Aanvullend verdient ook recreatiewater (bijv. zwemwater) aandacht.

Een schematische weergave van de Nederlandse watertechnologiesector wordt weergegeven in Figuur 18. De kernbedrijven met R&D zijn typische ontwikkelaars van watertechnologie met een hoog kennisgehalte en investeringen in R&D. Deze partijen zijn gericht op de gehele waardeketen van een apparaat, systeem of watertechnologie bestaande uit de ontwikkeling/engineering (TRL5-7), realisatie (TRL 8-9) en levering/verkoop (TRL>9). Afhankelijk van de bedrijfsomvang worden de verschillende onderdelen in meer of mindere mate uitgevoerd. Zo zijn er verschillende kleine partijen in kernbedrijven met R&D, die voornamelijk bezig zijn met de ontwikkeling, maar ook grote partijen, die verschillende producten in uiteenlopende stadia van ontwikkeling hebben.

Bedrijven die geen R&D-investeringen doen, bouwen, installeren of leveren watertechnologie-gerelateerde apparaten, -systemen of -technologie en hebben vaak een (veel) breder aandachtsgebied buiten watertechnologie. Dit zijn de apparatenbouwers en installatiebedrijven. Daarnaast zijn er dienstverleners en aannemers met specialisatie in watertechnologie (*contractors*) die afwijken van de kernbedrijven, aangezien hier geen R&D wordt bedreven en het vaak gaat over de levering van diensten.



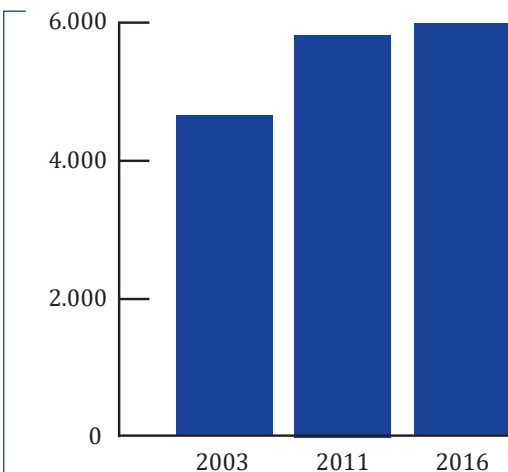
Figuur 18. Schematische weergave van de Nederlandse watertechnologiesector.

Aansluitend is een deel van de ingenieursbureaus actief binnen de watertechnologie-sector. Het betreft bureaus die een significant deel van de kernactiviteiten richt op watertechnologie. Het gaat daarbij in elk geval om de grotere ingenieursbureaus en een aantal kleinere specialistische bureaus.

Ten slotte zijn er de kennisinstellingen. Wetsus en KWR zijn de op watertechnologie gespecialiseerde kennisinstellingen. Daarnaast verrichten ook de universiteiten onderzoek op het gebied van watertechnologie, met name UT, TUD en WUR. Bij IHE Delft wordt ook veel onderzoek aan watertechnologie gedaan. Flankerend onderzoek wordt gedaan bij TNO en Deltares.

De totale omzet van de private bedrijven wordt geschat op ongeveer 6,0 tot 6,5 mld. euro. Daarvan nemen de kernbedrijven 35 procent voor hun rekening. Ongeveer 15 procent van de totale private omzet betreft dienstverleners. De leveranciers zonder R&D nemen rond de 40 procent van de totale omzet van private bedrijven in. Ingenieursbureaus zijn goed voor ruim 10 procent van de watertechnologie-omzet bij private bedrijven. De gemiddelde omzet per arbeidsjaar ligt bij de waterbedrijven rond de 230.000 euro. Een dergelijke omzet ligt in lijn met wat men kan verwachten van een sector met deels industriële bedrijven (met een relatief hoge omzet per arbeidsjaar) en deels dienstverleners (met een relatief lage omzet per arbeidsjaar).

Er is sprake van omzetgroei, zowel van 2003 naar 2011 als van 2011 naar 2016 (zie Figuur 19). De groei zit minder in de toename van het aantal (private) bedrijven, als wel in de toename van de omzet per bedrijf. Ook zijn er trends die aangeven dat de sector steeds kennisintensiever wordt en steeds meer op export gericht.



Figuur 19. Ontwikkeling omzet private bedrijven in mln. euro voor de jaren 2003, 2011 en 2016 (schatting). Bron: Topsector Water.

Voor watertechnologie als sector is een andere ontwikkelingsaanpak nodig dan voor de meeste andere sectoren. Ten eerste is de sector internationaal zeer gefragmenteerd. Multinationals kunnen in de watertechnologiesector niet domineren. De Nederlandse strategie die uitgaat van mkb-bedrijven die zich ontwikkelen tot wereldmarktleider in niches lijkt hiervoor het goede antwoord. Daarnaast is de sector uitzonderlijk multidisciplinair, hetgeen speciale eisen stelt aan kennisontwikkeling. De unieke multidisciplinaire en valorisatiegerichte aanpak voor kennisvernieuwing, met de koppeling van een groot gecommiteerd bedrijvenplatform aan wetenschappelijk onderzoek, is hierop het antwoord. Dit wordt nog versterkt door de valorisatieversnellingsprogramma's.

Het aandeel van bedrijven dat aangeeft te investeren of te hebben geïnvesteerd in R&D en ook medewerkers heeft die betrokken zijn bij R&D kan voor de hele watertechnologiesector worden geschat op ongeveer 46 procent. Bij kernbedrijven en dienstverleners is het R&D-gehalte hoog (80 tot 90 procent). Bij leveranciers zonder R&D is het aandeel per definitie 0 procent. Dat wil niet zeggen dat leveranciers zonder R&D helemaal niet betrokken zijn bij R&D. Het kan zijn dat zij bij R&D-projecten indirect als leverancier van apparatuur, systemen of software betrokken zijn.

Van de bedrijven die aan R&D doen maakt acht op de tien gebruik van kennis die bij andere bedrijven of instellingen aanwezig is; kernbedrijven iets vaker dan dienstverleners. Verreweg de meeste van de bedrijven die aan R&D doen geven aan dat ze een kwart tot de helft van de benodigde kennis van derden halen; de rest komt uit eigen kennis(ontwikkeling). Kennis komt voor een deel ook uit het buitenland: ongeveer de helft van de bedrijven die aan R&D doen, haalt kennis ook bij buitenlandse partijen.

Universiteiten of onderzoeksinstituten worden door de bedrijven die aan R&D doen het vaakst aangegeven als leverancier van kennis. Hbo-instellingen worden door ongeveer de helft van de bedrijven genoemd als leverancier van kennis.

WaterCampus Leeuwarden. De WaterCampus Leeuwarden draagt bij aan innovatie en sterke banengroei. De WaterCampus is één van de groeicampussen in Nederland. Een campus wordt gekenmerkt door hoogwaardige vestigingsmogelijkheden en onderzoeksfaciliteiten, focus op R&D en kennisintensieve activiteiten, de aanwezigheid van een R&D-centrum Wetsus, en open innovatie. De WaterCampus heeft daarnaast een netwerkfunctie voor onderzoekers en bedrijfsleven, en vormt voor bedrijven en kennisinstellingen een *talent pool*. Het beeld is dat *startups* in Leeuwarden en omgeving zitten vanwege de nabijheid van kennis en faciliteiten, en dat ook andere waterpartijen het van belang vinden om zich op of rond de WaterCampus te vestigen. Door zich te ontwikkelen als een campus waarop die elementen in samenhang worden ontwikkeld, is een geheel ontstaan dat bijdraagt aan innovatie en economische ontwikkeling. Het langetermijn-*commitment* tot nu toe van bij de WaterCampus betrokken partijen is een van de belangrijkste succesfactoren.

3.3.3 Maakindustrie

De maakindustrie is een brede sector, variërend van hightech systemen en materialen (HTSM: High Tech Systemen & Materialen) tot chemie, die in alle delen van het land vertegenwoordigd is. Deze sectie beschouwt alleen (delen van) de topsector HTSM. Deze sector heeft een sterke concentratie in het zuiden met de aanwezigheid van *Brainport*, onlangs erkend door het kabinet als *mainport*⁷⁴, met hightech equipment-systemen; het oosten van het land met hightech systemen en materialen; alsmede Zuid-Holland met hightech instrumentatie en de maritieme industrie.

De sector is gevoelig voor internationale ontwikkelingen, zoals geconstateerd kon worden in de jaren '70 en '80 met het verplaatsen van veel lowtech productieprocessen naar bijvoorbeeld China en India vanwege de lage loonkosten. Nederland (en vrijwel geheel Noordwest-Europa) heeft zich door deze ontwikkeling genoodzaakt gezien te specialiseren met als resultaat dat de Nederlandse maakindustrie zich tegenwoordig onderscheidt in de ontwikkeling van geavanceerde componenten, producten en systemen in kleine aantallen: *low volume, high complexity, high mix*. Deze specialisatie heeft een hoge afhankelijkheid van R&D ten opzichte van massaproductie in lage-lonen landen.

De sector wordt verder gekarakteriseerd door gespecialiseerde supply-ketens in de buurt van de grote OEM-ers (*Original Equipment Manufacturers*). Deze ketens bestaan voor een groot deel uit het midden- en kleinbedrijf, die veelal ook veel internationale klanten kennen (export). De ontwikkeling van servitatisatie⁷⁵ bij de OEM-ers leidt er momenteel toe dat deze spelers zich ontwikkelen tot een oplossingsleverancier die een dienst aanbiedt in de vorm van een apparaat dat in enkele sectoren zelfs wordt *geleased*. Deze apparaten worden dankzij ingebouwde elektronica steeds slimmer en kunnen op afstand in de gaten worden gehouden. De oorspronkelijke OEM-ers verschuiven hun onderzoeksinspanning naar gebruikersbehoeften om het diensten-aanbod uit te breiden en schuiven de engineering en productie van *non-core* modules naar hun toeleveranciersketen. De OEM-ers maken met het verzamelen van big data en kunstmatige intelligentie hun oplossingen slimmer (bekende buitenlandse voorbeelden zijn de Tesla semi-autonome auto en Apple/Google-telefoons). Zo creëren zij slimme producten die een digitale tweeling krijgen waarin allerlei informatie zit die met ingebouwde blockchain software straks onomstotelijk hun geschiedenis bewaren en die op het einde van de levensloop, als eigendom van de OEM, weer terugkomen en optimaal gerecycled kunnen worden. Ondertussen krijgen de oorspronkelijke toeleveranciers steeds meer verantwoordelijkheden en moeten zij investeren in *engineering* en flexibele fabricageprocessen. Zo moeten ze korte levertijden met

74 Zie <https://innovationorigins.com/nl/met-de-handtekening-van-kamp-brainport-mainport/>

75 Servitatisatie is het omringen van producten met een dienstenpakket.

foutloze enkelstuksproducties mogelijk maken en allerlei digitale koppelingen en geavanceerde productieapparatuur inzetten.

Fotonica. Fotonica is een van de sleuteltechnologieën waarin de Nederlandse kennis- en innovatiepositie bijzonder sterk is. Fotonica is een mooi voorbeeld van de lange weg die tot marktrijpte moet worden afgelegd. Geïntegreerde fotonica, waar kernactiviteiten plaatsvinden in Twente en Eindhoven, is de technologie van kleine chips die nauwkeurig, snel, energiezuinig en betrouwbaar lichtsignalen verwerken. In aanvulling op conventionele (elektronische) chips, bieden ze nieuwe mogelijkheden in groeimarkten, zoals datacommunicatie, telecommunicatie, *automotive*, luchtvaart en medische technologie. Binnen het programma PhotonDelta hebben overheden, industrie en kennisinstellingen zich geschaard achter de ambitie om in 2030 met ten minste 25 bedrijven een omzet van € 1 mld. en 4.000 arbeidsplaatsen te realiseren binnen een ecosysteem dat verdere bedrijvigheid en werkgelegenheid voor Nederland genereert.

Door de grote internationale ontwikkelingen op het gebied van *Internet-of-Things* (IoT), robotisering en 3D-printing dient zich ook in de Nederlandse maakindustrie een vierde industriële revolutie aan met als uitdaging een transitie te bewerkstelligen in de richting van 'Smart Industry' of 'Industrie 4.0'. Deze ontwikkeling lijkt vooral effect te hebben op de specialistische benadering zoals die zich in Nederland ontwikkeld heeft met ook mogelijkheden tot *re-shoring*. Robots, lasersnij- en CNC-banken, maar ook 3D-printing en ketenoptimalisatie op basis van digitale verbindingen, maken het mogelijk om dicht bij de gebruiker specifieke enkelstuksproducten te maken voor de kostprijs van massaproductie, in plaats van deze ver weg te moeten bestellen met langere levertijden.

Om een concurrentievoordeel op wereldniveau te behouden wordt echter in toenemende mate de beschikking van voldoende opgeleid personeel een kritische factor. In de maakindustrie zullen in de komende jaren oplossingen moeten worden ontwikkeld om het principe van 'leven lang leren' bij alle werkenden te realiseren. Niemand haalt meer zijn pensioen met de vakkennis die ooit op school werd geleerd. De 35-jarige van nu, die twintig jaar geleden in 1998 net geen internet op school heeft meegemaakt, krijgt nu te maken met het IoT en het koppelen van alles aan alles (machines, producten) en krijgt straks binnen vijf jaar met slimme machines en producten van doen met AI (*Artificial Intelligence*) en *blockchain* erin en over tien jaar met quantumtechnologieën. Zo iemand is dan 45 jaar en moet nog 25 jaar mee tot haar of zijn pensioen.

Grotere industriële spelers zijn zich bewust van de mogelijkheden van overheids-ondersteuning op het gebied van R&D en innovatie. Kleinere spelers hebben echter moeite om de juiste vraag te articuleren en vinden het mede daardoor lastig om aansluiting te vinden. De samenwerking met publieke instellingen als universiteiten en TO2-instellingen binnen het kader van de Topsectoren en hun TKI's wordt door een groot deel van het mkb-bedrijfsleven nog steeds als complex ervaren, met een te lange

horizon. Ontwikkelingen gaan steeds sneller. Het is voor kleinere spelers te risicovol en het gaat te snel om zelf alle ontwikkelingen uit te zoeken. Door samenwerking in regio's en in ketens, en steeds meer in samenwerking met publieke spelers als kennis- en onderwijsinstellingen, zoekt men nu naar geschikte oplossingen.

De maakindustrie bouwt voort op fundamentele – en ingenieurswetenschappen uit domeinen als materiaalkunde, werktuigbouw, elektrotechniek en ict. De sector identificeert zich op lage TRL-niveaus (1-5) met de ontwikkeling van nieuwe systemen op basis van sleuteltechnologieën als materialen, nano- en quantumtechnologie en fotonica. De ontwikkeling van producten en productiesystemen vindt plaats met onderzoek op TRL-niveaus 3 tot 9. Vooral TRL-niveaus 3 tot 7 zijn van essentieel belang in de huidige ontwikkelingen om de resultaten van wetenschappelijk onderzoek economisch interessant te maken, bij voorkeur en in hoofdzaak via publiek-private samenwerking. Er is ook meer aandacht nodig voor de opschaling van wetenschappelijk resultaat naar industriële toepassing om bij deze ontwikkelingen aangehaakt te blijven. Proeftuinen en regionale ecosystemen (innovatie-hubs) zijn onmisbaar in deze opschaling, zoals de 35+ *Smart Industry fieldlabs*⁷⁶.

Het ontbreekt hier aan een bredere investeringsstrategie, evenals het benodigde investeringsbudget, zoals destijds met instrumenten als INSTIR wel kon worden gerealiseerd⁷⁷. Private investeringen in Nederland liggen, mogelijk als gevolg hiervan, achter op de andere Europese landen. Binnen dit kader verlangt de sector niet alleen naar R&D-ondersteuning met fiscale maatregelen (generieke stimulering) maar ook een nieuwe industriepolitiek met goede investeringsregelingen voor het moderniseren van productiefaciliteiten (specifieke stimulering). Dit geldt in het bijzonder voor kansrijke mkb-toeleveranciers, die momenteel fors moeten investeren in nieuwe (digitale) middelen en de opleiding van hun personeel om daar mee om te gaan. Het geldt ook voor *startup/scale-up* ondernemingen die afhankelijk zijn van toegang tot dergelijke spelers en die nog weinig geld en *cashflow* hebben.

Uit de monitoring van Topsectoren door het CBS in 2017 blijkt dat de totale uitgaven van bedrijven en onderzoeksinstituten (exclusief hoger onderwijsinstellingen) aan R&D en het aandeel uitbesteed onderzoek een lichte stijging laat zien (Tabel 5).

Buiten de succesvolle topsector HTSM en het *smart-industry*-programma, ligt er een uitdaging om het innovatieve vermogen en het toepassen van allerlei nieuwe productietechnologieën in het brede mkb te realiseren. Productinnovatie kan in de bestaande PPS-regelingen worden gesubsidieerd, maar procesverbeteringen niet.

76 www.smartindustry.nl

77 Zie voor een uitzondering het *smart-industry*-initiatief van o.a. FME, EZK en TNO: <https://www.smartindustry.nl>.

*Tabel 5. R&D-investeringen (in mln. euro) in de Maakindustrie (HTSM). Bron: CBS, Monitor Topsectoren 2017.*⁷⁸

Jaar		2011	2012	2013	2014	2015
High Tech Systemen en Materialen (HTSM)	eigen activiteiten	3.431	3.533	3.664	3.857	4.012
	uitbestede activiteiten	1.260	1.312	1.539	1.429	1.536

Startups en scale-ups komen niet van onderzoek naar commercieel succes door gebrek aan kapitaal en financiering in combinatie met onvoldoende zakelijk inzicht en organisatievermogen. De *time to market* voor producten in deze sectoren is lang en de *valley of death* groot. Het is voor *startups* en *scale-ups* zeer moeilijk om deze zelf te overbruggen.

VDL. Een opvallende rol in de Nederlandse maakindustrie wordt vervuld door de VDL-groep uit Eindhoven. VDL sprong in de bres toen autofabrikant Nedcar uit Born dreigde te verdwijnen. VDL verzorgt nu in Born de productie voor BMW van o.a. de Mini Cooper, waardoor werkgelegenheid bleef behouden en tevens vele toeleveranciers konden blijven voortbestaan. In juli 2018 maakte VDL haar intentie bekend om de activiteiten van Siemens Hengelo over te nemen. Ook ASML is in deze plannen betrokken. In totaal gaat het om ca 400 nieuwe arbeidsplaatsen.

In de brede maakindustrie sector, ook buiten de HTSM-topsector, zit een probleem in de vertaalslag van onderzoeksresultaten naar commercieel succes. Het opschalen van een idee of prototype naar een succesvol product dat bedrijvigheid en banen genereert vereist een omgeving die zich buiten het laboratorium bevindt en intensief klantencontact onderhoudt. De technische universiteiten en geleidelijk steeds meer algemene universiteiten onderkennen dit probleem en bieden al meer onderwijs op het gebied van ondernemerschap en incubator-omgevingen. Langzaam verdwijnt het cultuurverschil tussen de academische onderzoeksomgeving en de praktische kenmerken van de sector.

3.3.4 Life Sciences and Health

Een goede gezondheid is voor iedereen belangrijk. De mogelijkheden om mensen langer gezond te houden of ziektes te voorkomen zijn de afgelopen decennia sterk toegenomen en daarmee de levensverwachting. Nieuwe technologieën en werkwijzen dragen daaraan bij.

Het Nederlands medisch wetenschappelijk onderzoek en gezondheidsonderzoek staan hoog aangeschreven. De sterke positie van Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven in de EU-programma's van Horizon 2020 en de toekomstige missie-gedreven

⁷⁸ Met dezelfde brede definitie van 'uitbesteden' als in Figuur 7.

EU-programma's – onder andere de *flag ships* – stimuleren een innovatief klimaat voor R&D. De succesfactoren voor een sterke LSH-sector in Nederland zijn de hoge kwaliteit van academische instellingen, het gunstige ondernemersklimaat, de bereikbaarheid en de goede ervaringen met publiek- private samenwerking. Als uiteindelijk resultaat hiervan kunnen mensen bij een toenemende levensverwachting⁷⁹ meer gezonde en productieve jaren tegemoet zien.

Vanaf de start van de Topsectoren in 2011 vigeerde reeds een sector *Life Sciences and Health* brede *High profile group* die een bundeling van krachten vanuit overheid, kennisinstellingen en bedrijfsleven voor de sector voorstond en ook stapsgewijs bewerkstelligde. Met onder andere de middelen vanuit het FES werden Topinstellingen gelanceerd als Topinstituut Pharma⁸⁰ en het Center for Translational Molecular Medicine⁸¹ (deze zijn begin 2016 gefuseerd tot Lygature⁸²), BioMedical Materials (BMM)⁸³ en het inmiddels opgeheven Netherlands Genomics Initiative. Het wegvallen van de FES-middelen in 2012 en de financieel-economisch crisis vertraagde de ontwikkeling van een deel van deze publiek-private samenwerkingsinitiatieven binnen de sector tot stilstand. Het kostte de sector daarna enige tijd om over te schakelen naar het nieuwe bedrijfslevenbeleid zoals geïnitieerd vanuit het toenmalige ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, het ministerie van Financiën en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap⁸⁴. In de jaren 2013-2014 zijn de *governance* en *guidance* van de sector verder versterkt⁸⁵. Deze omzetting tezamen met de aantrekkelijke economie en onderstaande ontwikkelingen hebben er geleidelijk toe bijgedragen dat het elan in de sector als geheel terugkeerde en de sector opkrabbelde en tot groei kwam.

Met de prominente kennis- en innovatiepositie van haar α -, β - en γ -wetenschapsdisciplines, heeft de Topsector LSH tegenwoordig een sterke economische positie met zo'n 54.000 fte, 2.900 bedrijven, ruim tweehonderd Publiek Private Partnerships en zeshonderd startups. De Topsector LSH bundelt de kennis en expertise binnen de elf *science parks* rond de acht Universitaire Medische Centra en de vier Technische Universiteiten⁸⁶ (zie Figuur 20), grotendeels gericht op TRL 1-6/7), bevordert en initieert onderzoek en koppelt deze kennis aan uiteenlopende zorginstellingen en bedrijven.

79 https://www.rivm.nl/Onderwerpen/V/Volksgezondheid_Toekomst_Verkenning_VTV

80 <http://m.tipharma.com/home/>

81 <http://www.ctmm.nl/nl>

82 <https://www.lygature.org/>

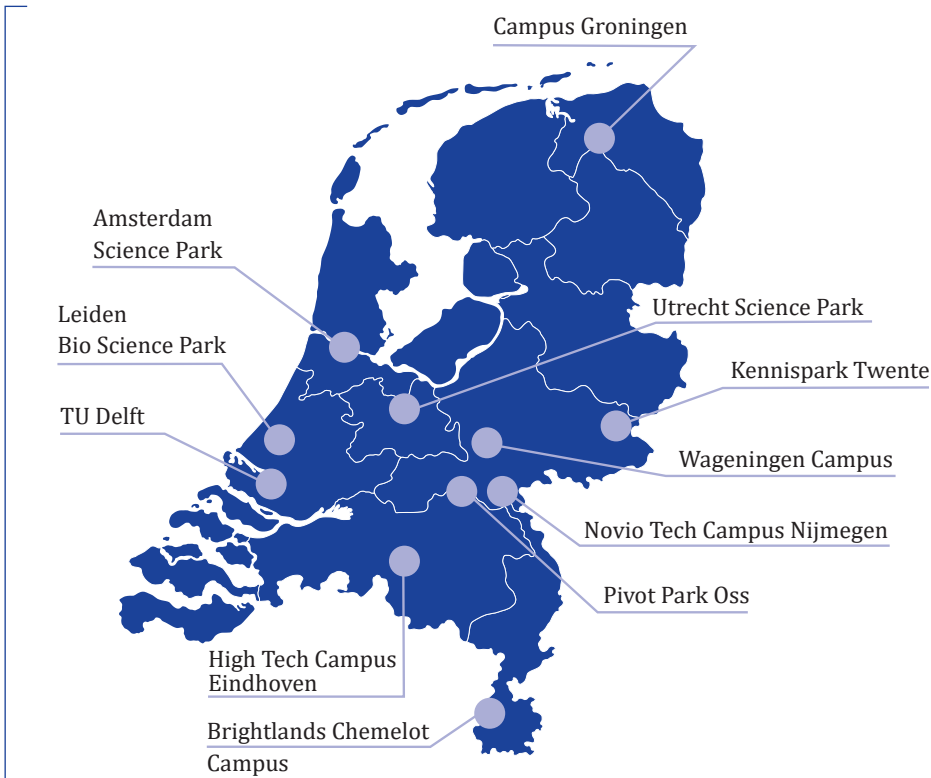
83 <https://www.medicalfacts.nl/2009/07/30/nederlands-top-instituut-biomedical-materials-investeert/>

84 <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-32637-15.html>

85 Zo werd naast het door de overheid benoemde 'Topteam', ook een 'Regiegroep (een versterkte *High-profile group*)' en een bureau opgericht voor de 'Topconsortia voor Kennis en Innovatie' in de vorm van een not-for-profit stichting opgericht.

86 In toenemende mate raakt ook het hbo via het praktijkgericht onderzoek van hun lectoren en lectoraten bij deze kennisinfrastructuur betrokken (overwegend gericht op TRL 7/8-9).

Daaronder zijn naar verhouding veel *startups* en innovatieve netwerken. Vanuit economisch perspectief is LSH dan ook een belangrijke groeisector, met uitstekende exportmogelijkheden.



Figuur 20. Overzicht van de elf Science Parks in Nederland met LSH-onderzoek en -innovatie.

De snel voortschrijdende ontwikkelingen op het gebied van biotechnologie, genterapie en bio-informatica herbergen een deels nog onbekende gezondheids- en economische potentie. Essentieel voor de LSH-sector is de manier waarop verbindingen met andere wetenschapsgebieden gemaakt worden zoals bio-informatica, biotechnologie en nanotechnologie. Dit is nodig voor onder andere de ontwikkeling van nieuwe medicijnen en medische technologie. Daarnaast ontwikkelt de sector systeeminnovaties om goede gezondheid en gezondheidszorg toegankelijk en betaalbaar te houden. Het zijn niet alleen de grote bedrijven, maar ook de mkb-bedrijven en nieuwe *startups* die hieraan een bijdrage leveren. Zo is de deelname van het mkb aan LSH-PPP's van 2014 tot 2017 toegenomen van 20 naar 130 bedrijven. Tegelijkertijd is de PPS-toeslag in deze vier jaar gestegen van 4 M€ naar 50-60 M€. De PPPs in LSH hebben baat bij de hoge concentratie van investeerders in Nederland, van *seed-*, *proof-of-concept*, tot en met *corporate-* en *late-stage-*fondsen. Deze investeerders bieden kennisinstellingen en ondernemers gereede kansen op ontwikkel- en validatiefinanciering van

hun innovatieve concepten, producten en diensten. Eenmaal gevalideerd draagt die opbrengst zelf ook bij aan hun omzet in Nederland. Dankzij de formele erkenning van de *not-for-profit* gezondheidsfondsen als private partijen voor de PPS-grondslag, hebben *in cash* bijdragen vanuit de samenwerkende gezondheidsfondsen⁸⁷ hiermee gelijke tred gehouden.

Innovatieve producten en diensten in de LSH-sector richten zich op preventie, *care* en in toenemende mate op *cure*. Vaak via technologische en sociale innovatie in publiek private partnerships (PPP). Een aantal van deze nieuwe initiatieven zijn: de Building Blocks of Life⁸⁸, Deltaplan Dementie⁸⁹, Dutch Cardio Vascular Alliance⁹⁰, European Lead Factory⁹¹, Health Research Infrastructure⁹², Innovative Medical Devices Initiative⁹³, Netherlands Centre for One Health⁹⁴, Oncode Institute⁹⁵, en RegMed XB⁹⁶. Deze innovatieve – internationale – samenwerkingsverbanden bepalen steeds vaker de *modus operandi* in de LSH-sector.

De Kamerbrief van EZK van 13 juli 2018 vermeldt de zogenaamde ‘Maatschappelijke Uitdaging Gezondheid & Zorg’ met het ministerie VWS én LSH als gezamenlijke coördinatoren⁹⁷. Dat benadrukt het belang van LSH voor welvaart en welzijn. Vanaf begin 2018 heeft de sector deze uitdaging opgepakt in het project GROZ⁹⁸. Daarmee zijn transitie in gang gezet voor preventie, snellere benutting van (digitale) technologie, professionalisering van mantelzorg, extramurale zorg, en stimulering via onderwijs en opleiding, waar mogelijk, van de eigen verantwoordelijkheid voor gezond zijn en gezond blijven. De verwachting is immers dat waar ziekte(n) of gebrek(en) de levensverwachting bedreigen, burgers het komende decennium vooral verzorgd zullen worden met *hardware-add-on*-technologie, in latere decennia door organische – en nog weer later door synthetische vervangende technologie. Bij ongewijzigd beleid en met de voorziene demografische ontwikkelingen zal dit de zorgkosten verder sterk doen stijgen, wat noopt tot versterkte inzet op preventie en het terugdringen van – de gevolgen van – chronische en gedragsgerelateerde ziekten, waaronder hart- en vaatziekten, kanker en dementie. Het project GROZ, anagram van ZORG, vormt ook een voorbeeld

87 <http://www.gezondheidsfondsen.nl/>

88 <https://www.nwo.nl/en/research-and-results/programmes/building+blocks+of+life>

89 <https://deltaplاندementie.nl/nl>

90 <https://dcvalliance.nl/>

91 <https://www.europeanleadfactory.eu/>

92 <https://www.health-ri.org/>

93 <http://www.imdi.nl/>

94 <https://ncoh.nl/>

95 <https://www.oncode.nl/>

96 <https://regmedxb.com/>

97 <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2018/07/13/kamerbrief-naar-missiegedreven-innovatiebeleid-met-impact/Kamerbrief+Naar+Missiegedreven+Innovatiebeleid+met+Impact.pdf>

98 <https://www.health-holland.com/news/2018/07/groz-joining-forces-for-a-fit-society>

van samenwerking in *quadruple helix* verband. Burgers en hun vertegenwoordigers, zorgprofessionals, wetenschappers, bedrijfsleven en overheid werken daarin samen aan sociale- en technologische innovatie. De sterk stijgende behoefte aan professionele gezondheidszorgverlening kan daarmee worden bestreden terwijl er tegelijkertijd concurrerende economische kansen worden geschapen.

NeoKidney. Patiënten met nierfalen overleven sinds de uitvinding van de kunstnier door de Nederlander Willem Kolff in 1943 door wekelijks voor dialyse het dialysecentrum te bezoeken. Dialyse brengt grote schommelingen in hun fitheid en participatie in de samenleving met zich mee. Echter, binnen enkele jaren zal *NeoKidney*, een kleine draagbare kunstnier op hun nachtkastje, deze dialyse mogelijk overnemen. Een wereld van verschil, aangezien deze nachtelijke dialyse deelname aan het dagelijks leven kan faciliteren. Dankzij regeneratieve geneeskunde en met behulp van baanbrekende biotechnologie ligt ook een organische oplossing in het verschiet: nierbuisjes die teruggeplaatst worden in het lichaam, vervaardigd in het laboratorium vanuit lichaamseigen stamcellen. Deze cellen zullen na differentiatie defalende nierbuisjes wellicht vervangen en hun functie geheel vervangen.

De LSH-sector maakt voor het scheppen van nieuwe economische kansen ook dankbaar gebruik van de omstandigheid dat Nederland een hoge concentratie kent van grote investeerders, uiteenlopend van *venture capitalists* (VC's) tot en met goede-doelen-organisaties (zoals de samenwerkende gezondheidsfondsen) die zoals gezegd onlangs officieel erkend werden als volwaardige private partijen in de PPS-grondslag.

Het aantal patentaanvragen in Nederland is opmerkelijk hoog. Alleen al in de biotechnologiesector meer dan zeshonderd in 2015. Dit hoge aantal zegt veel over het ontdekken – en vastleggen – van nieuwe ideeën en oplossingen. De vele honderden *startups* in de LSH-sector dragen hieraan bij. Maar een idee is nog geen product. De ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen is zeer kostbaar en tijdrovend. Er moet veel onderzoek worden gedaan, gemiddeld zo'n tien jaar voordat een nieuw geneesmiddel een goedkeuring krijgt. De investeringen kunnen daarbij oplopen tot wel 1,5 mld. euro per product. De financiering hiervan is vaak afkomstig van farmabedrijven en van *venture capitalists*. *Venture capital* is kapitaal voor startende of jonge bedrijven met een hoog risico. Het is immers lastig te voorspellen of een starter succes zal hebben. In 2017 is een totaal van 4 mld. euro *venture capital* geïnvesteerd in 411 bedrijven. *Venture capitalists* in Nederland focussen vooral op LSH- en ict-bedrijven (Bron: Nederlandse Vereniging van Participatiemaatschappijen, NVP).

In maart 2019 verhuist de *European Medicines Agency* van Londen naar Amsterdam. De EMA is een Europese instelling die voor alle Europese landen medicijnen beoordeelt op onder andere veiligheid, effectiviteit en kwaliteit. De instelling werkt voor 500 miljoen Europese burgers. De verwachting is dat meer LSH-bedrijven en toeleveranciers zich in de nabijheid van de EMA gaan vestigen. Dit is een sterke impuls voor nieuwe R&D-investeringen in de topsector LSH.

3.4 Campussen als bakermat voor regionale PPO-financiering

Zoals de vorige paragraaf illustreert, concentreert het sectorale publieke en private onderzoek zich veelal binnen bepaalde regio's en op specifieke geografische plekken. In haar analyse van deze regionale hotspots onderscheidt de AWTI drie soorten⁹⁹, namelijk creatieve urbane hotspots, engineering hotspots en wetenschapsgedreven hotspots. Deze regionale hotspots vormen dynamische clusters van bedrijven, kennisinstellingen en andere partners die een lokaal netwerk vormen, ook wel 'triple helix' of campussen genoemd. De topsectoren hebben typisch kernen in bepaalde regio's of op bepaalde plekken, zoals rond de academische ziekenhuizen, waarbinnen de samenwerking tussen wetenschap, bedrijfsleven, maatschappelijke organisaties en overheden kan georganiseerd worden. In het geval van academische ziekenhuizen functioneren deze veelal als de 'academische werkplaats' voor universitaire en hoger onderwijsopleidingen. Maar eenzelfde patroon is ook te herkennen op andere gebieden. Publiek-private en fundamenteel-toegepaste onderzoeksamenwerking gebeurt steeds vaker op geografische plekken waarbij de triple helix-netwerken een broedplaats zijn voor nieuwe bedrijvigheid.

Dergelijke samenwerkingsvormen worden naar verwachting in de toekomst belangrijker voor de economische groei en innovatiekracht van Nederland. *De Balans van de Wetenschap* (2016) stelt: 'De verschillende partijen versterken elkaars effectiviteit en hebben gezamenlijke belangen. Het bedrijfsleven zoekt goed opgeleide mensen, de kennisinstellingen willen de talentvolle studenten perspectief bieden op interessant werk dat ertoe doet. Een universiteit wil baanbrekend en innovatief onderzoek uitvoeren, een hogeschool onderzoek dat sterk aansluit op de praktijk. De bedrijven willen daarvan gebruik kunnen maken voor innovaties; de kennisinstelling wil het onderzoek valoriseren. De onderlinge relatie komt de reputatie van beide partijen ten goede en betekent een versterking van de focus en het netwerk.'

In Nederland heeft de ontwikkeling van regionale campussen een sterke vlucht genomen nog voordat het Europese beleid rond regionale ontwikkeling en zogenaamde 'cohesie' het accent ging leggen op 'slimme' specialisatie en het regionale belang van structuur- en innovatieversterking¹⁰⁰. De erkenning van het belang van een zekere technologische specialisatie, aanvankelijk via de notie van sleutelgebieden en later

99 AWTI (2014), *Regionale hotspots – Broedplaatsen voor innovatie*, 10-04-2014.

100 Zie D. Foray, P.A. David and B. Hall, 'Smart specialisation: the concept', in *Knowledge for Growth: Prospects for science, technology and innovation Report*, EUR 24047, European Union, 2009.

het Topsectorenbeleid¹⁰¹ waren hier uiteraard niet vreemd aan. Wellicht belangrijker was vanuit regionaal perspectief de opbrengst van de privatiseringen in de energiesector die een aantal Nederlandse regio's kansen boden om regionale innovatieprogramma's, instrumenten en faciliteiten te ontwikkelen, te financieren en te beheren. Met name met de financiële crisis werd pijnlijk duidelijk dat het oppotten en internationaal beleggen van deze middelen niet alleen een passieve maar ook nog risicovolle strategie inhield. Vrij snel werd ingezien dat ondersteuning van regionale kenniscentra en campussen met *matching* vanuit zowel de private sector als hoger onderwijs en publieke kenniscentra lokale verankeringskansen bood als motor van economische groei en het scheppen van hoogwaardige banen en versterking van het regionale concurrentievermogen.

Tabel 6 geeft de totale regionale overheidsondersteuning weer voor de verschillende Nederlandse provincies in 2016. Daarin spant Limburg de kroon met het initiatief, gestart in 2014, van de zogenaamde 'Kennis-As' waarbij met provinciale middelen, *gematched* door hoger onderwijsmiddelen van universiteit, academisch ziekenhuis en hogeschool en bedrijfsleven, een tienjarig onderzoeks-en kennisinvesteringsprogramma van de grond kwam van in totaal € 600 mln. gericht op de verdere ontwikkeling van vier, zogenaamde Brightlands campussen in Sittard/Geleen, Maastricht, Heerlen en Venlo. Zoals de cijfers over de begrote middelen voor de periode 2017-2020 aangeven, hebben andere provincies zoals Noord-Brabant met Brainport Eindhoven (dat onlangs vanwege het nationale belang als *mainport* is erkend door het kabinet¹⁰²), Zuid-Holland, Gelderland, Groningen, Overijssel het stokje overgenomen, met de aantekening dat bijvoorbeeld Zuid-Holland ook veel meer inwoners heeft dan bijvoorbeeld Drenthe.

De toenemende regionale ondersteuning van onderzoek en innovatie vertaalt zich in het herontdekken van het belang van technologische en wetenschappelijke concentratie in campussen, door de AWTI (2014) omschreven als de eerdergenoemde 'hotspots'. Zij kunnen zich in verschillende fasen van ontwikkeling bevinden: opkomst, groei, consolidatie of mogelijke afname of nieuwe groei/transitie. Deze regionale hotspots of campussen trekken (internationale) kenniswerkers, instituten en bedrijven aan en bevorderen het continu (door)ontwikkelen en uitwisselen van ideeën. In een recente analyse van de snelle groei van deze campussen, definieert Buck Consultants International (BCI) een campus als een fysieke locatie met hoogwaardige vestigingsmogelijkheden en faciliteiten met een focus op R&D en/of kennisintensieve activiteiten. Bij een 'echte' campus zoals de High Tech Campus Eindhoven aan de A2 of de Chemelot campus in Sittard/Geleen is een specifieke kennisdrager (een R&D-centrum van een internationaal bedrijf, een publiek toponderzoeksinstituut, een onderzoekcentrum

101 Zie onder meer het invloedrijke AWT-rapport *Backing Winners* gepubliceerd in juni 2003 dat stelde: 'Nederland moet bouwen op eigen sterktes in bedrijvigheid en wetenschap. De overheid moet het innovatiebeleid een duidelijker focus geven en zich richten op het benutten van kansen', dat de basis vormde voor het sleutelgebieden en later Topsectorenbeleid over de laatste vijftien jaar.

102 <https://innovationorigins.com/nl/met-de-handtekening-van-kamp-brainport-mainport/>

Tabel 6. Regionale kennisondersteuning in 2016 en gebudgetteerd voor 2017-2020 (bedragen in mln. euro). Bron: Uitgaven provincies voor kennis en innovatie (Tabel 7), in mln. euro van het TWIN-rapport (2018).

Provincie	2016						2017-2020
	Regelingen	Projecten	ROM	Innovatiefondsen	Overig	Totaal 2016 gecommiteerd	Begroting
Limburg	4,6	12,6	1,2	5,5	17,5	41,4	81,0
Friesland	1,5	19,9	0,5	1,5	-	23,3	PM
Gelderland	6,0	5,0	2,7	8,0	-	21,7	82,6
Drenthe	-	0,5	0,3	3,3	15,8	19,9	37,5
Groningen	5,0	10,0	0,5	2,7	-	18,2	77,3
Noord-Brabant	3,5	7,1	-	-	7,4	18,0	88,1
Flevoland	11,2	-	-	-	1,0	12,2	PM
Noord-Holland	9,1	1,4	-	-	-	10,5	60,0
Overijssel	7,1	-	1,4	-	-	8,5	70,1
Utrecht	4,8	0,3	-	-	-	5,1	9,0
Zuid-Holland	3,4	-	1,2	-	-	4,6	113,6
Zeeland	-	3,4	1,1	-	-	4,5	12,1
Totaal	56,6	60,2	8,9	21,0	41,7	188,0	631,2

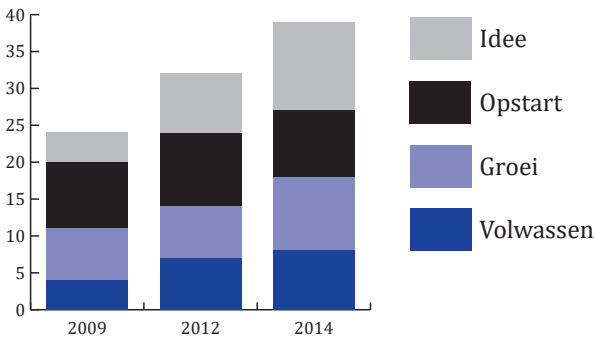
van een universiteit, een academisch ziekenhuis) aanwezig en een organisatie die open innovatie stimuleert.¹⁰³

Zoals Figuur 21 illustreert waren er volgens Buck Consultants International in 2014 in Nederland achttien volwassen en groeiende op R&D en innovatie gerichte campussen en 21 opstart- en idee-initiatieven die de potentie hebben om ooit een ‘echte’ campus te worden. Tussen 2012 en 2014 nam het aantal bedrijven en *spin-offs* op de volwassen en groeiende campussen toe met respectievelijk 14 procent en 28 procent, resulterend in een groei van 7.624 arbeidsplaatsen.¹⁰⁴

De snelle ontwikkeling van campussen en regionale hotspots in Nederland is illustratief voor het belang van lokale *spill-overs* in publiek private R&D-samenwerking. Enerzijds biedt een goed gekozen regionale niche in het innovatie-ecosysteem aansluiting op lokale economische sterktes en op bredere aantrekkelijke *business to business*

103 Opnieuw moet hier verwezen worden naar de recente Rathenau-studie over deze soorten van strategische private-publieke *partnerships*, zie Sue-Yen Tjong Tjin Tai, Jos van den Broek, Timo Maas, Tomas Rep en Jasper Deuten (2018), *Strategische Private-Publieke Partnerships*, Rathenau, Oktober.

104 [https://www.bcglobal.nl/uploads/9/20141138_definitief-rapport-analyse-campussen-nederland\(1\).pdf](https://www.bcglobal.nl/uploads/9/20141138_definitief-rapport-analyse-campussen-nederland(1).pdf). Bij het ter perse gaan van dit rapport kwam de analyse over 2017 uit.



Figuur 21. Campussen in Nederland naar ontwikkelingsfase.

Bron: BCI, Inventarisatie en analyse campussen (diverse rapporten).

(B2B) en *business to consumer* (B2C) markten, belangrijk voor economische excellentie op korte en middellange termijn; anderzijds is een lokale inbedding in landelijke onderzoekspecialisatie en excellentie essentieel voor de lange termijn. Lokale privaat publieke R&D-samenwerking in campussen of regionale hotspots biedt de kans deze verschillende tijddimensies te integreren tot voordeel van beide partijen. De ingenieurswetenschappen aan de ene kant en de medische wetenschappen aan de andere nemen hier een bijzondere plaats in omdat markten technologie-gedreven zijn en omdat in Nederland steeds meer technologie wordt ingekocht in plaats van zelf ontwikkeld, met dito gevolg voor winstgevendheid van Nederlandse bedrijven. Dat biedt ook specifieke uitdagingen voor het hoger onderwijs in Nederland dat immers langs aparte lijnen is georganiseerd, zowel wat de medische wetenschappen betreft, met de locatie van academische ziekenhuizen als de ingenieurswetenschappen met de technische universiteiten.

3.5 Conclusies

Dit hoofdstuk illustreert een enorme variëteit in de soorten van onderzoek verricht binnen sectoren, bedrijven en kennisinstellingen. In sommige sectoren zullen nieuwe *hightech startups* dominant zijn in het R&D-proces en de bron zijn voor toekomstige waardecreatie. In andere sectoren zijn schaalgrootte en omvangrijke apparatuur dominant en is het zoeken naar technologische oplossingen vooral een proces van incrementele verbeteringen en nieuwe kennisontwikkeling. Private en publieke partijen zoeken elkaar op omdat toegang tot elkaars expertise, netwerken en apparatuur essentieel is. Dit karakteriseert de nieuwe werkelijkheid van R&D. Zo wordt er bij de overname van *hightech startups* vooruitbetaald voor de verwachtingen rond toekomstige opbrengsten uit R&D. Effectief zijn dit dus investeringen in R&D. Anders gezegd, de grote bedrijven verrichten mogelijk minder eigen R&D maar kunnen wel de waarde inschatten, en betalen, van veelbelovende startups als onderdeel van hun risicoportefeuille.

Anderzijds zijn er bedrijven zoals ASML, die volop investeren in eigen R&D en daar ook de financiële ruimte voor hebben dankzij hun sterke wereldwijde marktpositie. Zonder Nederlandse en Europese overheidssteun in de beginjaren zou het bedrijf echter nooit zijn uitgegroeid tot zijn huidige wereldwijde marktpositie. Het is een open vraag in hoeverre het huidige succesverhaal van ASML voor herhaling vatbaar is. Daarnaast zijn er bedrijven als Crucell / Johnson & Johnson en Galapagos, met grote researchbudgetten en – portfolio's die (nog) weinig produceren. Kortom, zulke uitersten illustreren de sectorale diversiteit van de kenniseconomie. In geaggregeerde statistische cijfers zoals in hoofdstuk 2 weergegeven komt dat niet tot uiting.

Centraal speelt de vraag in hoeverre de overheid invloed kan uitoefenen op een verdere uitbouw van de R&D-intensieve sectorstructuur. Moet de overheid zich beperken tot het stimuleren van het kennis- en innovatieklimaat, en slechts nieuwe onderzoeksprogramma's initiëren, zoals de topsectoren en de nationale wetenschapsagenda op basis van bestaande sterktes? Of is juist een hoge risicosituatie een voorwaarde en reden voor investeringen van de overheid, bijvoorbeeld bij lage TRL-niveaus, waar marktperspectief nog onzeker is?

Zoals ook het debat in Europa plaatsvindt, met het voorstel van de Europees Commissaris voor Onderzoek, Wetenschap en Innovatie, Carlos Moedas, voor de oprichting van een European Innovation Council naast de European Research Council, zo speelt de vraag of ook in Nederland meer behoefte is aan radicale innovatie en vernieuwing om tot een verdere sectorwijziging te komen in de richting van een meer R&D-intensieve sectorstructuur. Tot op heden is deze vernieuwing vooral vanuit het bestaande bedrijfsleven gekomen, met een succesvolle outsourcing van nieuwe, R&D-intensieve niches. Maar voor heel wat sectorvernieuwing is het bestaande bedrijfsleven (de zogenaamde 'incumbents'), niet de geschikte partij. Hier zal radicale innovatie zonder publieke betrokkenheid en publieke investeringen mogelijk onvoldoende van de grond komen.

Daarnaast speelt de vraag of publiek geld vooral nodig is voor grote onderzoeks- en innovatieprogramma's die maatschappelijke uitdagingen centraal stellen met de overheid niet alleen als financier maar ook als richtinggever: een *mission-oriented* R&D en innovatiebeleid¹⁰⁵, zoals het nieuwe Nederlandse missie-gedreven innovatiebeleid¹⁰⁶ en de door de Europese Commissie voorgestelde missies in *Horizon Europe*. In hoeverre zal zo'n actievare overheid ook een hoger hefboomeffect hebben op private R&D-investeringen? Zal zo'n actieve overheid meer zekerheid bieden over de mate waarin technologische vooruitgang en innovatie een bijdrage leveren aan groei- en productiviteit?

105 Zie onder meer ESIR, *Towards a mission-oriented research policy*, EC, December 2017.

106 Zie <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2018/07/13/kabinet-innovaties-en-Topsectorenbeleid-richten-op-maatschappelijke-uitdagingen>

4. ECONOMISCHE ANALYSE

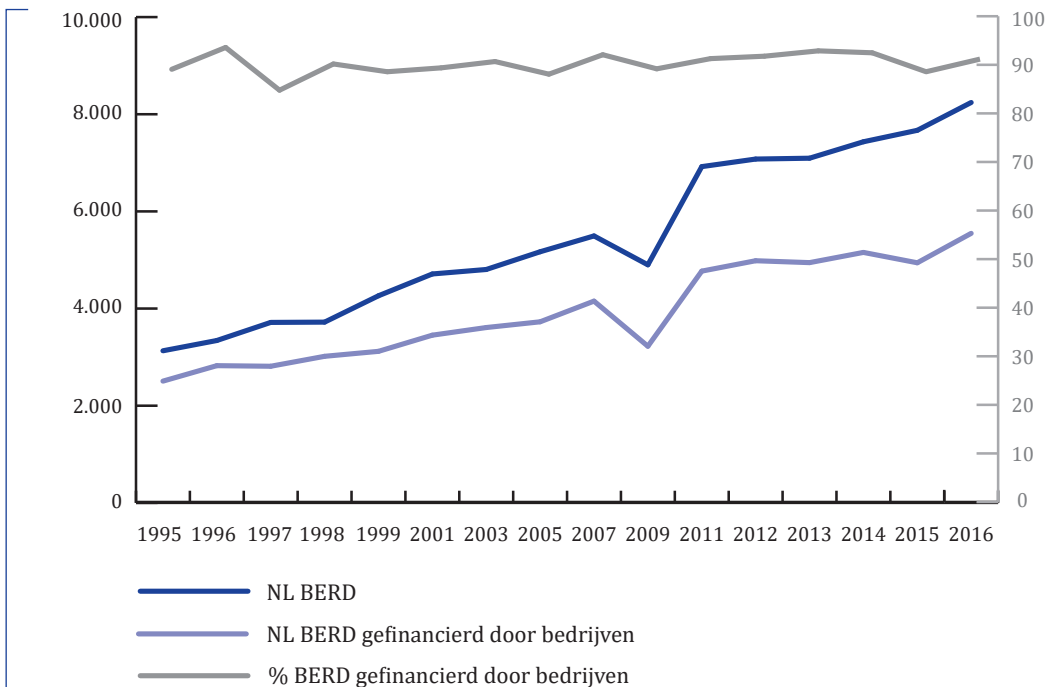
4.1 Inleiding

Vanuit een macro-economisch perspectief is de vraag in hoeverre publieke R&D-uitgaven zullen leiden tot mogelijke verdringingseffecten, met andere woorden dat een toename in de overheidsfinanciering van R&D op termijn zou leiden tot een vermindering van de private R&D-financiering. Deze zorg is geuit in de motie Paternotte en verwoord in de eerste vraag van de minister aan de KNAW (paragraaf 1.3), namelijk of bedrijven hun investeringen in onderzoek en ontwikkeling in Nederland afbouwen in reactie op een toename in overheidsfinanciering van R&D.

In Figuur 22 worden de financieringscijfers van R&D, en in het bijzonder van BERD, grafisch weergegeven voor de afgelopen twintig jaar. De trends in deze Figuur wijzen niet op enige afbouw van bedrijfsinvesteringen in R&D. De door Nederlandse bedrijven gefinancierde BERD is over de afgelopen twintig jaar meer dan verdubbeld. Het meest opvallend is de geleidelijke toename van het buitenland als financier van BERD¹⁰⁷.

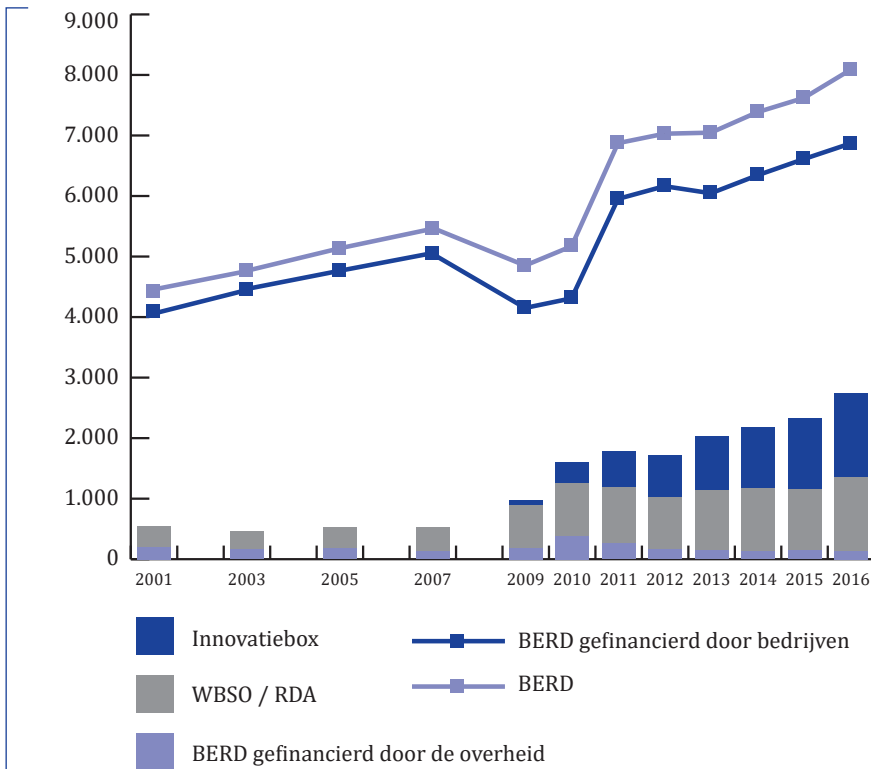
Figuur 23 laat zien dat over de recente periode een sterke stijging valt waar te nemen in de indirecte, generieke fiscale steun van de overheid voor R&D zoals de WBSO en ook de bredere fiscale steun voor innovatie zoals de innovatiebox. Deze toename heeft op eerste gezicht een sterk positieve impact gehad op de in Nederland uitgevoerde R&D-activiteiten van bedrijven zoals blijkt uit de trend in BERD in Figuur 23. Voor alle duidelijkheid, zoals in hoofdstuk 2 in meer detail is beschreven, de innovatiebox behelst een fiscale ondersteuning op winsten uit een veel breder pallet van activiteiten dan louter R&D.

107 De andere bijdragen zijn die van de overheid (de grijze lijn) en die van de Private Not-for-Profit fondsen (denk aan de collectebusfondsen).



Figuur 22. BERD gefinancierd door Nederlandse bedrijven en de Nederlandse overheid tezamen (exclusief de WSBO-ondersteuning) (blauwe lijn) en alleen van Nederlandse bedrijven (paarse lijn), beiden in mln. euro (linker y-as). Als percentage (rechter y-as, grijze lijn) van de totale BERD blijft het aandeel van bedrijven rond de 90 procent als gevolg van aanvullende buitenlandse investeringen. Bron Eurostat.

Een belangrijke dimensie van complementariteit tussen overheidsinvesteringen in onderzoek en private R&D houdt verband met de aantrekkingskracht die overheidsinvesteringen in R&D uitoefenen op de internationaal ‘mobiele’ R&D, wat effectief als een *crowding-in*-effect van R&D beschouwd kan worden. Het Verenigd Koninkrijk, zoals Haskell (2017) heeft aangetoond, maar ook Nederland, lijkt internationaal aantrekkelijk voor buitenlandse onderzoekers zoals blijkt uit de sterke toeloop van buitenlandse promovendi en studenten. In het algemeen zullen factoren zoals 1) het vooruitzicht met medewerkers van hoge kwaliteit te kunnen samenwerken, 2) de aanwezigheid van een lokale kenniscluster, vaak vergezeld van een infrastructuur voor overdracht van kennis (Cassiman en Veugelers 2002), en 3) internationaal aantrekkelijke wervingsmogelijkheden (fiscale voordelen voor buitenlandse kenniswerkers), een positief effect hebben op de *crowding-in* van private R&D vanuit het buitenland. Vooral kleinere landen kunnen profiteren van een hoogwaardige onderzoeksbasis waarmee internationaal zowel R&D als het ermee gepaard gaande menselijk kapitaal aangetrokken kan worden. Deze factoren zullen binnenlandse bedrijven er ook toe aanzetten hun eigen R&D-investeringen te behouden en uit te breiden. Internationaal valt op dat in Europa het vooral kleine landen zijn die gekenmerkt worden door



Figuur 23. BERD en de directe en indirecte financiering door de overheid van R&D (en innovatie) in mln. euro. Bronnen: BERD: Eurostat. WBSO: TWIN-cijfers, Rathenau Instituut, 2018.

relatief hoge R&D-intensiteiten, zoals geïllustreerd in Figuur 6 in hoofdstuk 2 met Finland, Zweden, Israël, Zwitserland, Oostenrijk en Denemarken in de top.

Dit hoofdstuk kijkt gedetailleerd naar de complementariteit tussen private en publieke R&D-investeringen: de mate van wederzijdse versterking tussen publieke en private R&D. Daarbij moet ook sterker dan vroeger rekening gehouden worden met het buitenland. De door het buitenland gefinancierde R&D-investeringen zijn over het afgelopen decennium immers sterk gestegen en vertegenwoordigen nu (inclusief de aan Nederland toegewezen middelen van de Europese kaderprogramma's) zo'n 13 procent van de totale R&D-investeringen in Nederland. Het buitenland is, zoals hoofdstuk 2 aangaf, voor onderzoeksinvesteringen van Nederlandse bedrijven steeds belangrijker geworden. De vraag luidt in hoeverre de tendens tot *crowding-in* van publieke Nederlandse overheidsinvesteringen in R&D op buitenlandse private R&D-investeringen zich op vergelijkbare wijze ook in het buitenland afspeelt en wat de gevolgen hiervan zijn voor de Nederlandse private binnenlandse R&D-investeringen. Daartoe wordt in paragraaf 4.3 een econometrisch model gepresenteerd dat de mate van complementariteit dan wel substitutie van private en publieke R&D in Nederland in beeld brengt,

rekening houdend met de ontwikkelingen in buitenlandse private en publieke R&D-uitgaven. Alvorens de resultaten van dit model te bespreken, wordt in paragraaf 4.2 een kort overzicht gegeven van de omvangrijke economische literatuur op dit gebied.

4.2 Literatuuroverzicht

In de loop van de jaren zijn tal van empirische studies verricht naar het effect van overheidssteun op private R&D en meer in het algemeen op de economische groei en productiviteit van een land.

Het grootste deel van deze literatuur richt zich op de private ondernemingen die in het uitvoeren van hun R&D gebruik maken van overheidssteun zoals subsidies en belastingvoordelen. Daarbij wordt vooral gebruik gemaakt van de onderliggende microdata van R&D-enquêtes en *state-of-the-art* econometrie. Dat betreft onderzoek dat correlatie niet interpreteert als causaal verband en niet alleen kijkt naar het effect van het binnen de publieke sector, de universiteiten en publieke onderzoekcentra verrichte onderzoek. Dat onderzoek is breder van aard en overstijgt de louter economische impact op groei en productiviteit. Het is dan ook moeilijk te becijferen. Het meeste econometrische onderzoek op dit terrein vindt plaats in de traditie van Zvi Griliches, gebruikmakend van diens productiefunctiekader onder toevoeging van het concept van 'R&D-voorraad', waarvan de waarde kan toenemen en afnemen, het laatste door veroudering respectievelijk afschrijving. De meeste van deze econometrische studies vergelijken landen met elkaar, meestal de OECD-landen waarvoor de R&D-cijfers op basis van de definitie in het *Frascati Manual* gestandaardiseerd beschikbaar zijn. In een recente studie van Ziesemer (2018) voor de Europese Commissie over de impact van publieke R&D op private R&D, economische groei en productiviteit, wordt een gedetailleerd overzicht gegeven van de recentere literatuur. Deze is in bijlage 7.4 weergegeven.

Tot voor kort bestond er een brede consensus in deze literatuur met als conclusie dat het rendement van dergelijke overheidsinvesteringen relatief hoog zou zijn, juist omwille van de complementariteit met private R&D-investeringen. De meest bekende studie (Guellec en van Pottelsberghe de la Potterie, 2004) vond een langetermijn-elasticiteit¹⁰⁸ van de totale factorproductiviteit (TFP) over bedrijfs-R&D in de OECD-landen over de periode 1980-98 van 13 procent, die in de loop van de tijd bovendien toeneemt. Voor het publiek verrichte onderzoek kwamen de auteurs echter tot de conclusie dat de langetermijn-elasticiteit van het door de overheid en door universiteiten uitgevoerde onderzoek over TFP nog hoger lag, ongeveer 17 procent. Tegelijkertijd leek de impact van de internationale, 'grensoverschrijdende' effecten van buitenlandse R&D hoger voor kleinere landen dan voor grotere. Om dergelijke voordelen te behalen, waren kleinere landen

108 Langetermijn-elasticiteit: als de elasticiteit $x\%$ is impliceert een 1% toename van de R&D voorraad een TFP-stijging van $x\%$.

echter wel gedwongen niet alleen R&D-intensiever te worden maar ook specialistischer.

Andere studies zoals Jaumotte en Pain (2005a, 2005b) analyseerden met een analyse van twintig OECD-landen over de periode 1982-2001 het effect van de omvang van publieke R&D op de omvang van private R&D. Zij vonden dat 'An increase of 1 standard deviation in the share of non-business R&D in GDP (an increase of 0.06 percentage points for the average economy) raises business sector R&D by over 7 percent and total patenting by close to 4 percent' (Jaumotte en Pain 2005b, p.38). Ook werd gekeken naar het aandeel van private financiering in de totale publieke R&D-uitgaven als verklarende variabele voor de R&D-intensiteit van bedrijven. Er werd een significant positief effect van deze variabele gevonden¹⁰⁹. Studies waarin expliciet gekeken wordt naar de invloed van publiek-private R&D-samenwerking op de private R&D-uitgaven zelf zijn schaars¹¹⁰.

Een recente empirische studie over het onderwerp door Van Elk et al. (2015), gebruikmakend van R&D-gegevens die voor sommige landen teruggaan tot 1963, komt tot een meer genuanceerd oordeel en tot een ander macro-economisch bewijs voor het economische rendement op de R&D van de overheid. De resultaten zijn daarbij sterk afhankelijk van het specifieke model dat in de schattingen wordt gebruikt. Van Elk et al. passen drie klassen van econometrische modellen toe: (i) een Cobb-Douglas productiefunctie, (ii) een translogproductiefunctie en (iii) een 'uitgebreide' productiefunctie zoals voorgesteld door Khan en Luintel (2006). In elk daarvan worden drie afzonderlijke soorten R&D gecorrigeerd met TFP: de binnenlandse private R&D (uitgevoerd door een onderneming: BERD), de spillovers van buitenlandse private R&D (gebaseerd op een gewogen gemiddelde van R&D-uitgaven in alle andere OECD landen), de publieke R&D, voornamelijk uitgevoerd in publieke onderzoeksorganisaties (GOVERD) en het hoger onderwijs (HERD) als proxy

109 Zie ook het literatuuroverzicht in Donselaar (2011). Donselaar vindt zelf echter dit effect niet in zijn panelanalyse. Zie paragraaf 6.5.3 en 8.2 in <https://repub.eur.nl/pub/26854/>.

110 Zoals Ziesemer in Bijlage 7.4 de relevante literatuur samenvat: 'Regarding the question whether publicly performed (rather than financed) R&D triggers private R&D, our tables contain some results. Jaumotte and Pain (2005, p.38) find for the performance definition of the data that "An increase of 1 standard deviation in the share of non-business R&D in GDP (an increase of 0.06 percentage points for the average economy) raises business sector R&D by over 7% and total patenting by close to 4%." Khan and Luintel (2006) find negative interaction effects diminishing an overall positive effect. Falk (2006) shows that universities' R&D triggers additional business R&D in a panel of 21 OECD countries. Becker (2015) supports this result in a survey and explains it extensively. More public R&D is fruitful in Australia only if it goes to universities rather than other government parts (Bakhtari and Breunig 2018). Deloitte (2017) finds a positive effect of education R&D on business funded R&D in many regressions, but the effect of direct government R&D changes sign and statistical significance over the regressions. When education R&D is using the performance version of the data rather than the funding version, the positive correlation also may imply that firms give more money to universities because they outsource some of their own research tasks to them. The causality can then be seen as two-way causality through parallel planning and funding of firms, which is closely related to consultancy, knowledge transfer, spillovers, distance, (re-)location and regional policy, as well as education activities of universities (Becker 2015), and all reinforcing the funding of university research by firms' projects.'

voor 'met publieke middelen gefinancierde wetenschap'. De econometrische modellen werden gebaseerd op een dataset met daarin cijfers van de meeste OECD-landen. De verkregen resultaten kunnen als volgt worden samengevat: in de 'onbewerkte' Cobb-Douglas-benadering leek geen van de R&D-variabelen significant. In de error-correction model (ECM) -versie van het Cobb-Douglas-model had private R&D een positief effect maar publieke R&D een negatief effect (hoewel vaak niet significant). In het translogmodel varieerden de resultaten sterk, afhankelijk van de ingestelde randvoorwaarden van het model. In het uitgebreide productiefunctiemodel (iii), dat verschillende rendementspercentages van publieke (en private) R&D tussen landen mogelijk maakt, leek de impact van publieke R&D over het algemeen positief met sterk uiteenlopende effecten tussen landen. Samengevat betekent dit dat Van Elk et al. laten zien dat er een effect is, maar dat dit alleen bepaald kan worden als het onderliggende model er rekening mee houdt dat het effect van publieke R&D in ieder land verschillend is.

Dit is niet verbazend. In zekere zin toont de analyse van Van Elk et al. goed de intrinsieke beperkingen aan waar econometrische schattingen op basis van vergelijkingen tussen landen op dit gebied mee te maken hebben. Landen zijn immers zeer verschillend van elkaar als het gaat om onderzoeksinvesteringen: niet alleen in de relatieve en vooral absolute omvang van dergelijke investeringen, maar ook wat betreft de aard van die investeringen (denk bijvoorbeeld aan het belang van defensie – versus civiele R&D-investeringen), de specifieke institutionele inbedding (bijvoorbeeld de mate waarin universiteiten autonoom zijn of door de overheid worden gecontroleerd, een cruciaal verschil zoals door Aghion et al., 2010 aangetoond), de aanwezigheid en financieringsstructuur van grote publieke kennisinstellingen zoals de TO2-instituten in Nederland, de dominantie in de uitvoering van R&D binnen bedrijven van grote multinationale ondernemingen versus het belang van snelgroeïende R&D-intensieve bedrijven (de zogenaamde gazelles of yollies¹¹¹), de internationale openheid van het land met de aanwezigheid van veel buitenlands R&D-talent zowel R&D-personeel als studenten, etc. Een homogeen effect van publieke R&D in zo sterk verschillende landen kan eenvoudigweg niet verwacht worden.

Econometrische analyses waarin landen worden gebundeld, zoals uitgevoerd in Guellec en Pottelsberghe (2004) of Van Elk et al. (2015), veronderstellen zogenaamde 'helingshomogeniteit' tussen de verschillende landen, met andere woorden dat het effect van (publieke) R&D op TFP in ieder land hetzelfde is. Echter, wanneer de R&D van landen niet homogeen is, zal de betekenis van dit type analyse sterk afnemen. Zoals Khan en Luintel (2006) dit expliciet stellen: 'the best empirical strategy would be to conduct country-by-country econometric analyses ... given cross-country *slope heterogeneity*'. In de volgende sectie wordt daarom een alternatieve methodologische benadering gekozen voor het schatten van het economische effect van publieke investeringen in R&D.

111 Young leading innovator companies (Cincera en Veugelers, 2010).

4.3 Econometrische analyse op basis van Nederlandse gegevens

Een specifieke, nationaal toegespitste modelanalyse¹¹² biedt de mogelijkheid om de samenhang van private en publieke R&D te analyseren in relatie tot de in het buitenland verrichte R&D en het mogelijke effect ervan op economische groei en productiviteit met een focus op Nederland. De modelanalyse richt zich vooral op de uitvoering van R&D, waarbij ook veranderingen in onderzoeksbeleid zoals die zich over de afgelopen vijftig jaar hebben voorgedaan, worden meegenomen. Zodoende kan antwoord gegeven worden op de vraag of publieke en private R&D in hun uitvoering complementair of substitueerbaar zijn en kan ook inzicht gekregen worden in de dynamische onderlinge afhankelijkheid van private en publieke R&D. De analyse kan ook uitgebreid worden naar de vraag, enerzijds, hoe landen buitenlandse R&D kunnen aantrekken en anderzijds hoe de buitenlandse publieke en private R&D hierop zullen reageren. Tevens is de vraag wat het effect is op de binnenlandse R&D-variabelen, met andere woorden of binnen-en buitenlandse R&D complementair zijn of niet.

De internationale reactie op opmerkelijke wijzigingen in nationaal R&D-beleid roept interessante vragen op over de kansen en beperkingen van verschillende strategieën binnen het kader van internationale coördinatie van R&D. Deze vragen zijn bijzonder relevant gezien de 'gedeelde' beleidsverantwoordelijkheid tussen de Europese Commissie en de lidstaten rond R&D en innovatie. Het kan ook inzicht bieden in de manier waarop eenmalige, tijdelijke of permanente beleidswijzigingen de groei van buitenlandse en binnenlandse publieke en private R&D verhogen en op hun beurt weer de groei van binnenlandse en buitenlandse private en publieke R&D beïnvloeden¹¹³.

Simulaties op basis van een VECM toegespitst op Nederland

Het voor de analyse gekozen model (omschreven in Soete et al (2017)) omvat zes (endogene) variabelen: 1) de totale factorproductiviteit (TFP, aangegeven met A), 2) het bbp (aangeduid met Y), 3) het binnenlandse publieke R&D-kapitaal (G), 4) het binnenlandse private R&D-kapitaal (P), 5) het buitenlandse publieke R&D-kapitaal (G^*), en 6) het buitenlandse private R&D-kapitaal (P^*). De data zijn gebaseerd op een bijgewerkte versie van Van Elk et al. (2015) waarbij de R&D-gegevens afkomstig zijn van de OECD. Om de R&D-gegevens tot begin jaren '60 van de vorige eeuw uit te breiden is tevens gebruik gemaakt van historische versies van de OECD-database bij UNU-MERIT. De tijdreeksen voor R&D-uitgaven zijn omgezet in R&D-kapitaalvoorradcijfers om aan te geven dat niet alleen de huidige R&D-uitgaven de productiviteit beïnvloeden maar ook de eerder verzamelde kennis die voortvloeit uit eerdere R&D-uitgaven. In het model

112 Deze paragraaf is gebaseerd op Soete, Verspagen en Ziesemer, 2018.

113 Denk bijvoorbeeld aan de succesvolle deelname van Nederland aan de opeenvolgende Europese kaderprogramma's en de discussie rond de nationale matching voor kennisinstellingen bij de financiering van Europese kaderprogramma's.

wordt verondersteld dat de opgebouwde kennis verouderd (een percentage van vijftien procent zoals gebruikelijk in de literatuur¹¹⁴). Dit wordt toegepast op zowel de gegevens van publieke als private R&D wat uiteindelijk R&D-kapitaalvoorraadcijfers oplevert voor beide soorten R&D. Private R&D-uitgaven zijn de R&D-uitgaven uitgevoerd door bedrijven (BERD); publieke R&D-uitgaven zijn de totale binnenlandse uitgaven (GERD) minus de bedrijfsuitgaven (BERD), met andere woorden de R&D uitgevoerd door het hoger onderwijs (HERD) en publieke instellingen (GOVERD). De buitenlandse R&D-kapitaalvoorraad, zowel de private als publieke, zijn berekend op basis van de afstandsgewogen gemiddelden van de R&D-uitgaven van alle OECD-landen zoals in de steekproef van Van Elk et al. (2015). Figuur 24 geeft de jaarlijkse groeipercentages weer van alle variabelen die gebruikt zijn in het model.

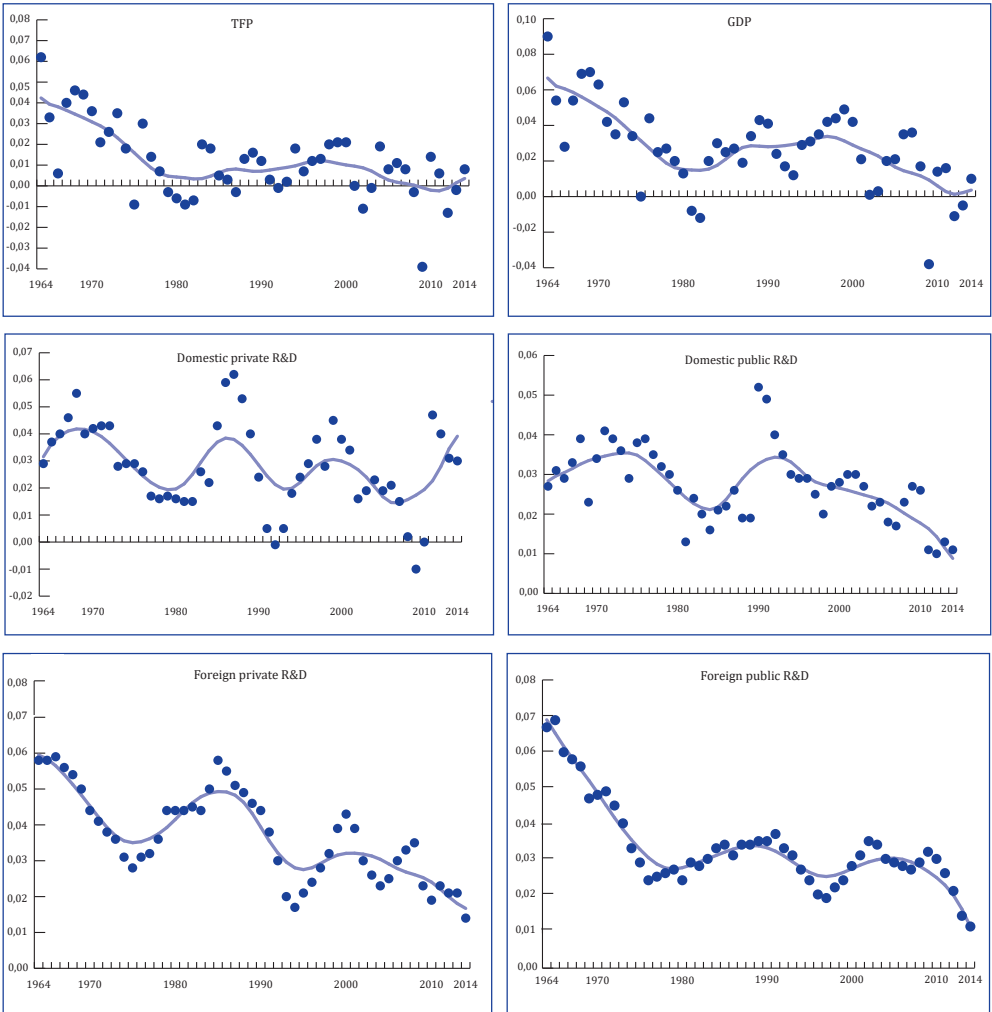
De groeipercentages zijn positief maar dalen met *ups* en *downs*, zodat het de vraag is of ze in de toekomst negatief worden. Vooral TFP en publieke R&D komen aan het einde van de periode in de buurt van nul. De groeipercentages van bbp en TFP hebben positieve en negatieve uitschieters in respectievelijk 1964 en 1966, evenals in 2009, het jaar van de financiële crisis, waardoor de schatting van de relatie tussen TFP en bbp wordt vertekend. Daarom wordt in onderstaande simulaties 1968 gebruikt als beginjaar.

De benadering van Guellec en van Pottelsberghe (2004) wordt hieronder toegepast op meerdere vergelijkingen, uitsluitend voor Nederland. Dit levert een zogenaamd Vector Error Correction Model (VECM)¹¹⁵ op dat alle vormen van mogelijke causaliteit vastlegt, d.w.z. dat alle variabelen elkaar kunnen beïnvloeden. Omdat VECM een standaard en goed gespecificeerd model is gaat dit rapport er niet diep op in¹¹⁶. Bijlage 7.6 biedt meer detail over het gekozen VECM zoals besproken in Soete et al., 2017. In het

114 Zie Hall et al., 2010.

115 Het Vector Error Correction Model (VECM) specificeert een aantal langetermijnrelaties tussen de endogene variabelen van het model, de zogenaamde *co-integration* relaties, in dit geval vier, effectief een multi-dimensionele versie van Guellec & van Pottelsberghe. De residuen in deze relaties vertegenwoordigen de afwijkingen van het langetermijnevenwicht: de *error terms*. Deze *error terms* worden dan in een Vector Autoregression Model (VAR) ingebracht, waarbij de eerste orde verschillen van deze endogene variabelen als afhankelijke variabelen meegenomen worden in de korte-termijnvergelijkingen van het model. Zij zorgen op die manier voor een tendens terug naar de langetermijnrelatie (vandaar de term *error-correctie*). Een voorbeeld met één langetermijnvergelijking (zoals in het geval van Pottelsberghe/Guellec). Stel dat het residu van de langetermijnrelatie positief is. Dat betekent dat de rechterkant van de vergelijking (voorspelde waarde) lager is dan de linkerkant (echte waarde). Om de langetermijnrelatie te herstellen moet de echte waarde dan omlaag. Dat gebeurt als die *error-term* (het residu) een negatief teken heeft in de kortetermijnrelatie. Voorwaarde voor stabiliteit is dus dat dat teken negatief is.

116 In de meeste gestileerde vorm is de economie dus op lange termijn in evenwicht, wordt er een exogene 'toename' gesimuleerd (één van de variabelen wijkt af van het langetermijnevenwicht: een *error*), deze *error* leidt tot kortetermijnreacties in het model met als gevolg meer *errors* ten opzichte van het langetermijnevenwicht, maar omdat het model stabiel is, zal na verloop van tijd, een nieuwe set van evenwichtsrelaties gevonden worden.



Figuur 24. Groeipercentages 1964-2014 voor alle variabelen in het VECM. Blauwe punten: data. Paarse lijn: curve volgens 'locally estimated scatterplot smoothing (Loess)'.

onderstaande kader worden alleen de langetermijnrelaties van het VECM gegeven. De schattingsperiode is 1968-2014¹¹⁷.

117 Samengevat gaat het over vier langetermijnrelaties:

- TFP hangt af van de binnenlandse private en publieke R&D-voorraad (beiden +)
- De binnenlandse private R&D-voorraad hangt af van de buitenlandse private (-) en publieke R&D(+)-voorraad
- De binnenlandse publieke R&D-voorraad hangt af van de buitenlandse publieke R&D-voorraad en het binnenlandse bbp (beiden +)
- De buitenlandse private R&D-voorraad hangt af van de buitenlandse publieke R&D-voorraad en binnenlandse TFP (beiden +)

$$\log A = -22.084 + 0.586 \log G + 1.780 \log P - 0.061 t \quad (1)$$

[10.59] [40.69] [28.25]

$$\log P = 8.222 - 0.296 \log P^* + 0.385 \log G^* + 0.030 t \quad (2)$$

[12.6] [7.70] [19.2]

$$\log G^* = 9.355 - 0.110 \log G + 0.305 \log P^* + 0.020 t \quad (3)$$

[2.08] [12.9] [12.4]

$$\log Y = 13.220 + 2.437 \log A + 0.006 t \quad (4)$$

[29.8] [7.36]

De vier vergelijkingen vertegenwoordigen (met de absolute t-waarden tussen haakjes) de langetermijnevenwichtsrelaties¹¹⁸ tussen achtereenvolgens, in

- vergelijking 1: TFP, het binnenlands private en publieke R&D-kapitaal;
- vergelijking 2: tussen het binnenlands private R&D-kapitaal P, het buitenlands private R&D-kapitaal P* en het buitenlands publieke R&D-kapitaal G*:
- vergelijking 3: tussen het buitenlands publieke R&D-kapitaal G*, het binnenlands publieke R&D-kapitaal G, en het buitenlands private R&D-kapitaal P*; en tenslotte
- vergelijking 4: de langetermijnrelatie tussen bbp en de binnenlandse TFP weergeeft.

Vergelijking 1 toont aan hoe zowel binnenlands publiek als privaat R&D-kapitaal beiden een positief effect hebben op TFP: een stijging van één procent van het publieke R&D-kapitaal leidt tot een stijging van 0,59 procent in TFP. Een stijging van één procent van het private R&D-kapitaal verhoogt TFP met 1,78 procent. Bovendien is er een negatieve trend in de tijd van ongeveer zes procent en een lage constante factor, duidend op een lage en dalende TFP als de publieke en private R&D – hypothetisch – afwezig zouden zijn. Men moet dus investeren in R&D om niet achteruit te gaan.

De functionele vorm van deze eerste vergelijking komt dicht in de buurt van de Cobb-Douglas-simulaties met één vergelijking zoals in van Elk et al. (2015). Hier maakt de vergelijking echter deel uit van een groter model met drie andere langetermijnrelaties en andere endogene variabelen in een raamwerk voor zowel de lange als korte termijn waarin alle variabelen worden meegenomen. In de langetermijnvergelijking is er een

118 De vraag kan gesteld worden waarom sommige variabelen wel en andere niet opgenomen zijn in sommige van de langetermijnvergelijkingen: b.v. de binnenlands publieke R&D ($\log G$) in vergelijking 2 voor private R&D ($\log P$). Als een variabele eenmaal in het model zit, dus onderdeel is van een van de vier langetermijnvergelijkingen maakt het niet verschrikkelijk veel uit of die wel of niet in een specifieke langetermijnrelatie zit. De wiskunde dicteert dat iedere langetermijnrelatie een aantal variabelen moet uitsluiten en het maakt voor de resultaten geen echt verschil uit welke dat zijn. De reden daarvoor is in zekere zin dat alles met alles samenhangt, en dat de op eerste zicht uitgesloten variabele indirect toch wel effect heeft.

duidelijk positief effect van zowel publieke als private binnenlandse R&D. Het bevestigt ook het resultaat uit de literatuur dat private R&D een sterker effect heeft op TFP dan publieke R&D (zie Hall et al. 2010). Dit is echter slechts een gedeeltelijk effect aangezien het volledige effect afhankelijk is van de drie andere langetermijn- en de kortetermijnvergelijkingen, die hier niet besproken worden (zie bijlage 7.6).

De tweede lange termijnevenwichtsrelatie die gesimuleerd werd, is tussen het binnenlands private R&D-kapitaal P , het buitenlands private R&D-kapitaal P^* en het buitenlands publieke R&D-kapitaal G^* . Vergelijking 2 geeft aan dat een stijging van één procent in het buitenlandse private R&D-kapitaal doorwerkt in een daling van 0,3 procent van het binnenlands privaat R&D-kapitaal (dit wil zeggen vervanging van eigen R&D door kennis-spillovers uit het buitenland). Deze substitueerbaarheid is *grosso modo* in lijn met het statistische resultaat dat Khan en Luintel (2006) in hun analyse verkregen.

De derde langetermijnrelatie is die tussen het buitenlands publieke R&D-kapitaal G^* , het binnenlands publiek R&D-kapitaal G , en het buitenlands privaat R&D-kapitaal P^* . Hier is sprake van een lichte internationale substitueerbaarheid op het gebied van publieke R&D met een negatieve coëfficiënt voor de binnenlandse publieke kapitaalvoorraad. Dit effect speelt door naar vergelijking (2) zodanig dat één procent meer publieke R&D leidt tot uiteindelijk vier honderdste procent minder private binnenlands R&D. Dit is een bijzonder klein effect vergeleken met de simulaties in vergelijking (1) waar private en publieke R&D samen een sterk positief effect hebben op TFP. Alleen gecumuleerd over vele decennia is dit effect belangrijk, want elk jaar een procent meer publieke R&D vermindert zo uiteindelijk de private R&D in 24 jaar met één procent. In die 24 jaar heeft echter de publieke R&D volgens vergelijking (1) de TFP met 150 procent verhoogd, terwijl de substitutie van private R&D in die tijd de TFP maar met 1.78 procent heeft verlaagd. Anderzijds vertaalt een stijging van één procent van buitenlandse private R&D zich in een stijging met 0,3 procent in buitenlandse publieke R&D¹¹⁹.

Al deze effecten zijn zoals gezegd slechts gedeeltelijke langetermijnrelaties tussen endogene variabelen. Het totale systeem zal anders reageren als ook rekening wordt gehouden met de interactie tussen deze vier co-integratievergelijkingen, evenals met de aanpassingsdynamiek als gevolg van de resulterende on-evenwichten. Bijlage 7.6 biedt een meer gedetailleerde bespreking van de manier waarop dit in het model plaatsvindt.

Beleidssimulaties

Deze op tijdreeksen gebaseerde VECM-benadering biedt de mogelijkheid een aantal simulaties uit te voeren die de effecten van een exogene beleidswijziging op de

119 Interessant is ook vast te stellen dat de trendvariabelen een prominente rol spelen in elk van de langetermijnvergelijkingen in Box 1. Zij representeren de groei die niet samenhangt met de andere R&D-variabelen zoals bijvoorbeeld de groei als gevolg van menselijk kapitaal.

verschillende variabelen van de R&D-kapitaalvoorraad in kaart brengt.

Wanneer deze variabelen éénmalig of permanent wordt gewijzigd met een toename in R&D-stimulering, zullen zich afwijkingen voordoen in het langetermijnevenwicht zoals dat gesimuleerd werd in de vergelijkingen 1-4 hierboven. Deze afwijkingen zullen eerst leiden tot aanpassingen op de korte termijn. Gezien het feit dat het geschatte model stabiel is, zal de economie na verloop van tijd terugkeren naar een nieuw langlopend evenwicht, waarbij de wijziging veranderingen ten opzichte van de oorspronkelijke evenwichtstoestand teweeg zal hebben gebracht. Deze veranderingen worden beschouwd als de effecten van de oorspronkelijke wijziging, d.w.z. als de economische effecten van publieke of private R&D (afhankelijk van welke variabelen in de eerste plaats met R&D-beleid werden gewijzigd).

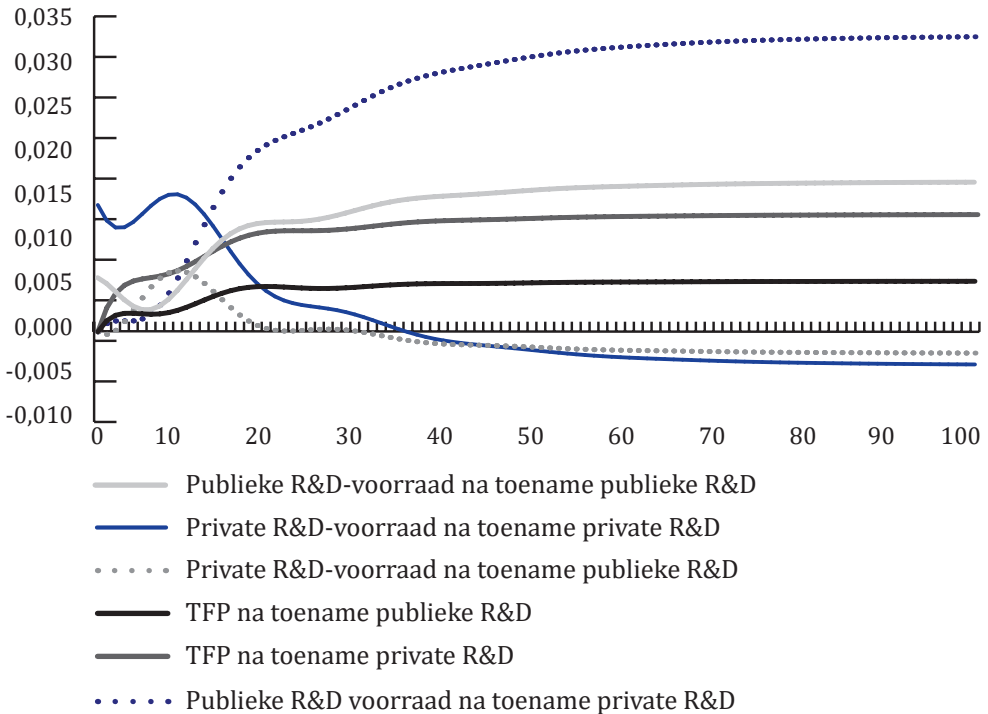
Eenmalige toename van de binnenlandse publieke R&D-voorraad

Eerst wordt gekeken naar de gevolgen van een eenmalige toename van de binnenlandse publieke R&D-voorraad. In figuur 25 worden alle waarden gemeten als afwijkingen ten opzichte van de basis. De binnenlandse publieke R&D-voorraad start met een eenmalige toename van 0,0059 (één standaardafwijking). Deze toename heeft effecten op het gehele differentiaalvergelijkingssysteem dat reageert zoals aangegeven door het feit dat alle andere variabelen beginnen bij nul en hiervan afwijken in de looptijd.

Figuur 25 laat zien dat de eenmalige toename in de binnenlandse publieke R&D-voorraad op de lange termijn leidt tot een verhoging van de publieke R&D-voorraad met 0,0156 (1,56 procent), d.w.z. de eenmalige toename wordt een grotere permanente toename. Binnenlandse private R&D laat ongeveer dertig jaar lang positieve effecten zien met een piek van 0,0065 na tien jaar, maar vertoont op de lange termijn uiteindelijk een negatief effect. Dit geeft aan dat op de lange termijn een toename van publieke R&D een klein deel van de private R&D in Nederland zal verdringen zoals ook al werd aangetoond in Khan en Luintel (2006). Dit gebeurt echter pas na dertig jaar. Daaraan voorafgaand en kijkend naar de korte en middellange dynamische effecten van de eenmalige toename zoals geïllustreerd in Figuur 25 is private R&D sterk complementair met publieke R&D. Deze effecten nemen echter af omdat na ongeveer twaalf jaar de veranderingen het tegenovergestelde effect hebben.

Permanente wijziging van de R&D-variabelen

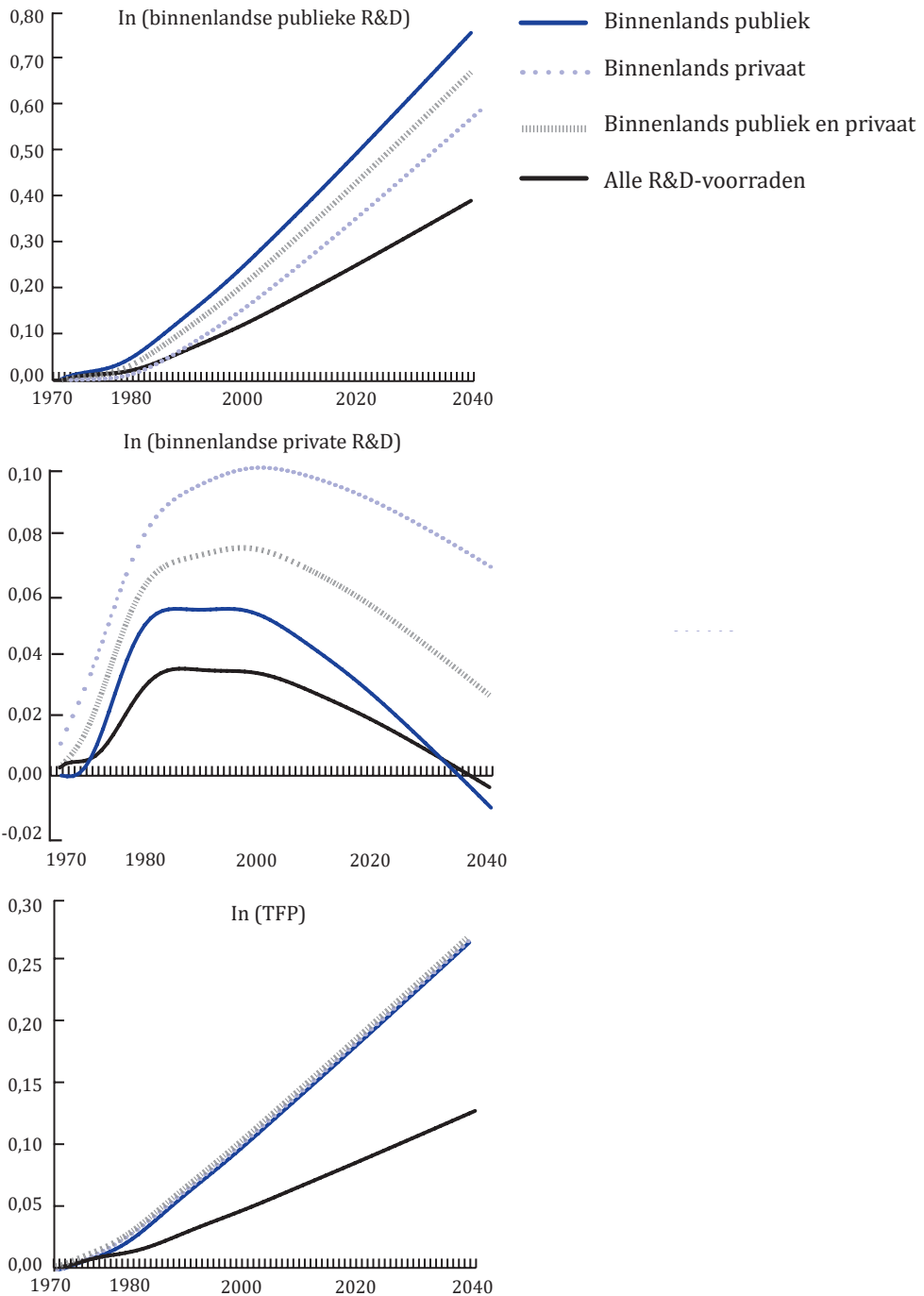
Het VECM laat ook simulaties toe met permanente wijzigingen van de R&D-variabelen. In het eerste experiment wordt alleen de binnenlandse publieke R&D-voorraad gewijzigd, namelijk een toename met 0,5 procent (de blauwe lijn in Figuur 26). Dit is een beleid dat alleen publieke R&D-uitgaven in Nederland betreft; de trends in de andere variabelen zijn reacties op dit beleid. In het tweede experiment worden zowel de binnenlandse publieke en private R&D permanent verhoogd met 0,25 procent (de dwarsgestreepte lijn in Figuur 26). In het derde experiment wordt alleen de binnenlandse



Figuur 25. Impulsreacties (in procentpunt, y-as, en looptijd in jaren, x-as) op een eenmalige toename van 1 standaardafwijking in publieke en private R&D-voorraad.

private R&D permanent verhoogd met 0,5 procent (de gestippelde lijn in Figuur 26). In het vierde en laatste experiment wordt het beleid internationaal gecoördineerd en worden alle vier de R&D-variabelen, dus ook de twee buitenlandse R&D-variabelen permanent verhoogd met 0,25 procent (de zwarte lijn in Figuur 26). Figuur 26 toont de resultaten van de vier beleidssimulaties voor TFP en de twee binnenlandse R&D-voorraadvariabelen. Elke afbeelding toont de afwijkingen voor de variabele van het basisscenario. Deze afwijkingen zijn altijd statistisch significant. Het beleid wordt altijd uitgevoerd voor de periode 1968-2040.

Kijkend naar de algemene trend in de beweging van de twee binnenlandse R&D-variabelen en TFP lijken de vier scenario's op elkaar. De binnenlandse publieke R&D-voorraad vertoont een duidelijke opwaartse beweging, d.w.z. de afwijking van de basislijn is positief en neemt in de loop van de tijd toe. Hetzelfde geldt voor TFP. Er is dus een duidelijk positief productiviteitseffect voor de Nederlandse economie in alle vier beleidssimulaties. Wat de binnenlandse private R&D betreft, ziet men een omgekeerd U-vormig patroon, waarbij de afwijking aanvankelijk toeneemt, afvlakt en uiteindelijk afneemt. Voor deze twee scenario's eindigt de binnenlandse private R&D-voorraad met een negatieve afwijking van de basislijn aan het einde van de gesimuleerde periode (2035-2040). Zoals hierboven reeds aangegeven in de bespreking van vergelijking (3) komt dit door het op lange termijn zwakke substitutie-effect van publieke



Figuur 26. Een permanente verhoging van R&D, afwijkingen van het baseline-scenario in de tijd.

en private R&D, dat echter geen negatief effect heeft op TFP zoals aangetoond in de onderste figuur van Figuur 26.

Als nauwkeuriger wordt gekeken naar de verschillen tussen de vier scenario's valt op dat ze wat productiviteitsontwikkeling betreft bijna identieke resultaten opleveren. Het scenario met internationale coördinatie van het R&D-beleid biedt de laagste ontwikkeling in Nederlandse TFP. In de drie scenario's met beleid dat alleen gericht is op de Nederlandse binnenlandse situatie maakt het vrijwel geen verschil voor de productiviteit hoe de toename in Nederlandse R&D wordt verdeeld tussen de publieke en private sector. Als een wijziging in de binnenlandse publieke R&D een toename van de binnenlandse private R&D gedurende ongeveer vijftien tot twintig jaar ondersteunt, zal een langere periode van stijgingen in de binnenlandse private R&D alleen resulteren als er ook een toename is in die private R&D-voorraad zelf. Dan kan de toename nog ongeveer 30-35 jaar duren. Wat de lange termijn betreft heeft binnenlandse publieke R&D een sterkere potentiële tendens om zijn eigen groei te ondersteunen dan binnenlandse private R&D. In tegenstelling tot het voorgaande stimuleert binnenlandse private R&D de binnenlandse publieke R&D voor de hele periode. Zelfs zonder een wijziging van de binnenlandse publieke R&D vertoont de binnenlandse publieke R&D-voorraad een toename tot het einde van de periode. Ten slotte lijkt de Nederlandse economie totaal niet te profiteren van toename van de internationale R&D-voorraad. Het productiviteitseffect in het vierde en laatste scenario is veel lager dan in de andere drie scenario's, evenals de afwijkingen op de binnenlandse R&D-voorraad. De verklaring voor dit resultaat ligt in de geschatte coëfficiënten in vergelijking 2. Deze langetermijnvergelijking voor de binnenlandse private R&D heeft een negatief effect op de buitenlandse private R&D die op de lange termijn een substituuut wordt voor binnenlandse private R&D. Buitenlandse publieke R&D is op lange termijn complementair met binnenlandse private R&D.

4.4 Conclusies

De vraag of publieke en private R&D-investeringen substituten of aanvullingen zijn, lijkt op basis van het VECM dynamisch model goed beantwoord te kunnen worden. In het hier gebruikte model waarbij, zoals in andere macro-econometrische modellen, gekeken wordt naar de interactie tussen privaat en publiek uitgevoerd onderzoek en het effect hiervan op economische groei en totale factorproductiviteit, biedt de focus op Nederland, anders dan de gebruikelijke analyses waarin landen gebundeld worden, nieuwe inzichten in de langetermijnrelaties tussen privaat en publiek uitgevoerd onderzoek en de verschillende *feedback*-effecten tussen R&D verricht in het binnenland en verricht in het buitenland. Zo kon vastgesteld worden dat in het geval van een tijdelijke binnenlandse toename in publieke R&D dit eerst sterk complementair zal werken op de private R&D en er slechts op de zeer lange termijn zwakke verdringing zal optreden.

Ook in het geval van een permanente binnenlandse toename zijn publieke en private R&D complementair, eerst groeiend en vervolgens afnemend. Bij een gelijktijdige permanente toename in zowel de binnenlandse als buitenlandse publieke en private R&D is ook sprake van complementariteit, eerst groeiend en dan afvlakkend. De verkregen resultaten wijzen op significante, positieve *rates of return* wat publieke R&D betreft. Of publieke en private R&D complementair of eerder substitutie zijn van elkaar blijkt uiteindelijk alleen op zeer lange termijn. Op de korte en middellange termijn zijn ze complementair en treedt er geen verdringing op.

De simulatieresultaten voor permanente wijzigingen in de R&D-variabelen, hier verkort weergegeven, suggereren dat extra publieke en/of private R&D de groeivoet van TFP en het bbp in Nederland zullen verhogen. De rendementspercentages in dergelijke simulaties zijn duidelijk positief. De totale kosten van de extra R&D zijn lager zijn dan de behaalde winsten in termen van het gerealiseerde extra bbp. Kortom, de hier gepresenteerde analyse van de R&D-uitgaven van Nederland en OECD-landen voor 1968-2014 suggereert dat er duidelijke economische voordelen zijn voor aanvullende investeringen in zowel de publieke als private R&D in Nederland.

De resultaten tonen echter ook aan dat deze productiviteitseffecten op de Nederlandse economie zwakker zijn naarmate ze deel uitmaken van een internationaal gecoördineerde beleidsinspanning, dat wil zeggen wanneer andere OECD-landen beleid uitvoeren met dezelfde effecten op de R&D-voorraad in hun land. De reden waarom de effecten in dit geval zwakker zijn, is dat Nederlandse private R&D de buitenlandse publieke R&D beschouwt als een substituuut. Anders gezegd, wanneer de buitenlandse R&D stijgt, zal de Nederlandse private R&D de neiging hebben te krimpen. Dit zet het sterk stijgende negatieve Nederlandse buitenlandse private R&D-saldo zoals beschreven in hoofdstuk 2 in perspectief. Het ondersteunt ook dat de Nederlandse overheid stevig beleid heeft ontwikkeld voor het behoud van het door het Nederlandse bedrijfsleven verrichte onderzoek in Nederland.

Samen met de kwantitatieve analyse in hoofdstuk 2 en de kwalitatieve sectorale analyse in hoofdstuk 3, biedt de in dit hoofdstuk gepresenteerde modelanalyse voldoende houvast om de verschillende vragen in de brief van de minister te kunnen beantwoorden. Dat is de focus van hoofdstuk 5.

5. ANTWOORD OP VRAGEN VAN DE MINISTER

5.1 Inleiding

In dit afsluitende hoofdstuk gaat de KNAW nauwkeurig in op de adviesvraag zoals in paragraaf 1.3 geformuleerd en de verschillende vragen zoals gesteld in de brief van de minister. In zijn geheel bekeken kan geconcludeerd worden, op basis van de gedetailleerde analyse van de beschikbare cijfers in hoofdstuk 2, de ontwikkelingen binnen een aantal Topsectoren in hoofdstuk 3 en de modelmatig onderbouwde schattingen en simulaties in hoofdstuk 4, dat in Nederland de 'banden' tussen de wetenschap en het bedrijfsleven in het algemeen niet tot minder, maar juist tot meer private R&D leiden. In die zin biedt de KNAW een duidelijk antwoord op de Motie Paternotte¹²⁰.

In paragraaf 5.2 worden de vier vragen gesteld in de brief van de minister één voor één beantwoord. Een van de hoofdconclusies is dat privaats en publiek uitgevoerde R&D eerder complementair zijn dan substituut. Vooral publieke R&D is hierin leidend, wat wijst op de bijzondere verantwoordelijkheid van de Nederlandse overheid in het

120 Motie van het lid Paternotte c.s. voorgesteld 7 september 2017: 'De Kamer, gehoord de beraadslaging, constaterende dat private R&D-uitgaven in Nederland onder het Europees gemiddelde liggen en dat innovatie de enige manier voor Nederland is om de economie te laten groeien; overwegende dat universiteiten onafhankelijk dienen te zijn van bedrijfsbelangen; overwegende dat samenwerking tussen universiteiten en bedrijven lovenswaardig is, maar niet mag betekenen dat universiteiten private investeringen in R&D overbodig maken; verzoekt de regering te onderzoeken of en in hoeverre banden tussen publiek gefinancierde wetenschap en bedrijfsleven ertoe leiden dat bedrijven minder prikkels hebben om zelf te investeren in research & development, en gaat over tot de orde van de dag' (Paternotte Beckerman Özdil).

ondersteunen van publieke R&D. Nederland opereert hier echter niet onafhankelijk van het buitenland. Dat buitenland speelt in toenemende mate een belangrijke rol in de samenwerking en complementariteit tussen private en publieke R&D. In paragraaf 5.3 wordt een aantal aanbevelingen geformuleerd.

5.2 Antwoord op de vragen zoals gesteld in de brief van de minister

De eerste vraag van de minister was als volgt:

1. *'Kan geconstateerd worden dat bedrijven investeringen in onderzoek en ontwikkeling in Nederland afbouwen zoals is gesteld tijdens het debat?', met als deelvragen:*

1.1. *'Kan daarbij worden gekeken naar de verschillende typen onderzoek (fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en pre-competitieve ontwikkeling)?'*

1.2. *'Kan hierbij de vraag beantwoord worden of het kennisniveau van bedrijven in Nederland voldoende is om door universiteiten ontwikkelde kennis te kunnen absorberen?'*

Bedrijven hebben investeringen in onderzoek en ontwikkeling in Nederland **niet** afgebouwd. Zoals onder meer uit de door het CBS en Rathenau verzamelde gegevens blijkt, zijn de private R&D-investeringen in Nederland jaarlijks toegenomen en vertegenwoordigden zij in 2016 zo'n € 7,3 mld. op een totaal van € 14 mld. van het in Nederland verrichte R&D (Tabel 1). In 2009, vlak na de start van de financiële crisis bedroegen deze investeringen nog minder dan € 5 mld.; in 2000 € 4 mld. (Figuur 2). Ook relatief gezien, als percentage van het bbp, zijn de private R&D-investeringen in Nederland afgezien van de financiële crisis in 2009 niet gedaald maar schommelden zij rond de 1 procent van het bbp (Figuur 3)¹²¹.

Kijkt men naar de netto-financieringskosten voor het bedrijfsleven van deze R&D-investeringen, dus rekening houdend met de door de overheid geboden generieke fiscale voordelen voor het verrichten van R&D in het bedrijfsleven (WBSO) dan is een genuanceerder oordeel op zijn plaats. Maar ook in dit geval komt de KNAW na een aantal eigen schattingen tot de conclusie dat de private R&D-investeringen in termen van jaarlijkse netto kosten voor het bedrijfsleven niet zijn gedaald, integendeel (Figuur 5 en Figuur 22).

121 In 2016 bedroegen de totale R&D-uitgaven 2,03 procent van het bbp, het hoogste cijfer sinds 1976 en bedroeg de in het bedrijfsleven uitgevoerde R&D (BERD) 1,16 procent van het bbp.

Wat niet gevraagd werd, maar door de KNAW wel als belangrijk wordt beschouwd is de relatie met het buitenland, zoals recent ook is beklemtoond in de kamerbrief van minister Wiebes en staatsecretaris Keijzer van 13 juli 2018. Enerzijds kan immers vastgesteld worden dat het buitenlandse bedrijfsleven, alsmede de Europese Commissie steeds meer investeert in R&D in Nederland, zo'n 13 procent van het totaal, anderzijds investeert het Nederlandse bedrijfsleven zelf steeds meer in het buitenland. In verhouding tot de R&D-investeringen in de eigen laboratoria in Nederland was dit in 2016 al meer dan een derde. Het saldo in de buitenlandse R&D-investeringen van het bedrijfsleven lijkt volgens de recentste cijfers van het CBS sinds 2012 steeds negatiever te worden en bedroeg in 2016 € 1,3 mld. Of de toename in buitenlandse R&D-investeringen leidt tot afbouw van eigen binnenlandse R&D-investeringen valt echter niet te achterhalen uit de beschikbare geaggregeerde cijfers. Het leidt wel tot een nuancering in het beantwoorden van de eerste vraag die aan de KNAW gesteld werd met 'Nee, tenzij ontwikkelingen in het buitenland het uitvoeren van R&D aldaar steeds aantrekkelijker maken'¹²².

De eerste sub-vraag valt moeilijker te beantwoorden. De scheidslijnen tussen de verschillende soorten van onderzoek lopen per sector sterk uiteen en lijken in de meeste sectoren steeds minder relevant. Probleem is ook dat gegevens over deze verschillende soorten onderzoek niet systematisch worden bijgehouden. Wat wel kenmerkend is voor Nederland is de bijzonder grote bijdrage van het Nederlandse bedrijfsleven aan het publieke onderzoek bij universiteiten en publieke kennisinstellingen, ook internationaal gezien. Anderzijds blijkt uit de beschikbare data van het CBS dat het bedrijfsleven de afgelopen jaren het fundamenteelere onderzoek steeds meer lijkt af te stoten en/of vooral samen met de publieke kenniscentra en universiteiten verricht. Binnen het door het bedrijfsleven verrichte R&D-onderzoek (BERD) is de bijdrage van fundamenteel onderzoek afgenomen ten faveure van pre-competitieve ontwikkeling.

Het antwoord op sub-vraag 2 hangt sterk af van de betreffende sector, zoals in hoofdstuk 3 is uiteengezet. Bijvoorbeeld in de sector 'Life Sciences and Health' zal mogelijk sprake zijn van nieuwe bedrijfsdynamiek gebaseerd op de binnen universiteiten en academische ziekenhuizen ontwikkelde kennis. In andere sectoren zal het mkb via de uitbesteding van kennisintensieve activiteiten door grote kennisintensieve internationale bedrijven betrokken worden in een verdere specialisatie in specifieke kennisniches. Maar er zullen soms ook sectoren zijn waar zich eerder de omgekeerde vraag voordoet: *'Is het kennisniveau van universiteiten voldoende om door bedrijven ontwikkelde kennis te kunnen absorberen?'*

122 Ter illustratie, als het verschil tussen de publieke investeringen in R&D in Nederland en bijvoorbeeld Duitsland verder oploopt, neemt daarmee de kans toe dat Nederlandse bedrijven hun R&D-activiteiten in ons buurland plaatsen.

De tweede vraag van de minister luidde als volgt:

2. *'Is er een causaal verband tussen de hoogte van de investeringen van bedrijven in onderzoek en ontwikkeling en de omvang van publieke middelen voor onderzoek en innovatie?'*

Het antwoord van de KNAW op basis van de econometrische analyse in hoofdstuk 4 op deze vraag is eenduidig 'ja'. Er is sprake van een sterke complementariteit tussen de private en publieke R&D-investeringen zowel wat betreft financiering als uitvoering. Daarbij werd ook vastgesteld dat aanvullende publieke R&D-investeringen op de korte en middellange termijn een positief effect zullen hebben op zowel de publieke als private R&D-kennisvoorraad, terwijl mogelijke verdringing van private R&D zoals in de econometrische literatuur aangetoond zich pas op zeer lange termijn, meer dan dertig jaar, zal voordoen. De complementariteit tussen publieke en private R&D is het sterkst wanneer deze door de publieke sector wordt geïnitieerd.

Een belangrijke dimensie van complementariteit tussen overheidsinvesteringen in onderzoek en private R&D houdt verband met de internationale aantrekkingskracht die overheidsinvesteringen in R&D uitoefenen. Evenals het VK kenmerkt Nederland zich door een sterk *crowding-in*-effect van zijn publieke R&D op internationaal mobiel R&D, zoals onder meer blijkt uit de sterke toeloop van buitenlandse promovendi en studenten, de toename in buitenlandse R&D-investeringen en het succes in het behalen van Europese onderzoeksfinanciering. Dit succesverhaal komt echter ook onder druk te staan, al was het maar omdat andere landen bezig zijn aan een inhaal-slag. Want daar waar de publieke overheidsinvesteringen in R&D in Nederland een *crowding-in*-effect hebben gehad op buitenlandse R&D-investeringen, lijken dezelfde publieke overheidsinvesteringen in het buitenland steeds meer een *crowding-out*-effect te hebben op de Nederlandse binnenlandse private R&D-investeringen. Zoals in de studie van Deuten (2015) terecht wordt opgemerkt, is het belangrijk om in deze context oog te hebben voor de verschillen in de soort R&D die internationaliseert: de meer 'honkvaste' R of de eerder 'footloose' D.

De derde vraag van de minister luidde als volgt:

3. *'Als er een causaal verband is tussen de private en de publieke investeringen, kan dit verband dan worden gespecificeerd naar de verschillende soorten onderzoek (fundamenteel, toegepast, pre-competitieve ontwikkeling)?'*

Uit de beperkt aanwezige data blijkt dat bedrijven steeds minder fundamenteel onderzoek uitvoeren, maximaal tien procent van het totaal. Tegelijkertijd is er een aanzienlijke stijging waar te nemen binnen de door bedrijven uitgevoerde R&D (BERD) als aandeel van pre-competitieve ontwikkeling. De centrale vraag die zich hier voordoet is of dit ook het geval is met betrekking tot het in het buitenland door Nederlandse

bedrijven verrichtte onderzoek. Deze vraag lijkt de KNAW essentieel om, zoals voorgesteld in de recente kamerbrief van minister Wiebes en staatssecretaris Keijzer, een duurzaam beleid te ontwikkelen richting zowel het aantrekken als het verankeren van R&D in Nederland. De reeds vermelde studie van Deuten (2015), biedt hier een eerste reeks belangrijke aanknopingspunten.¹²³ De meeste gegevens in deze studie waren echter gebaseerd op interviews met de belangrijkste Nederlandse multinationale ondernemingen en publiceerde onvolledige R&D-data van het *Technisch Weekblad*. Gezien het belang van het buitenland als factor in de complementariteit tussen private en publieke R&D, lijkt het de KNAW van groot belang dat op basis van de recentste CBS-cijfers beter inzicht wordt gekregen in de aard van deze buitenlandse R&D-investeringen en de plek waar deze uitgevoerd worden.

De vierde vraag van de minister luidde als volgt:

4. 'Kan aangegeven worden op welke tijdschaal de geconstateerde ontwikkelingen zich voordoen en kan hierbij worden gezien in hoeverre de ontwikkelingen in Nederland verschillen van de ontwikkelingen en trends in andere landen?'

De analyse in hoofdstuk 4 laat zien dat de effecten van publiek-private financiering op verschillende manieren doorwerken op de korte, middellange en lange termijn. Zoals in antwoord op vraag 2 aangegeven is er sprake van een sterke complementariteit tussen publieke en private R&D, en doen zich mogelijke verdringingseffecten pas voor op de lange tot zeer lange termijn. De analyse in hoofdstuk 4 focuste op Nederland. In hoeverre de ontwikkelingen in Nederland verschillen van ontwikkelingen en trends in andere landen kan met de hier gevolgde methode niet achterhaald worden. De traditionele analyse waarbij gebruik gemaakt wordt van clusters van OECD-landen is in dit rapport niet gevolgd omdat uit zulke analyses weinig voor Nederland relevante inzichten voortkomen. Het literatuuroverzicht in bijlage 7.4 illustreert dat land-specifieke analyses dikwijls sterk verschillen van elkaar. Algemeen kan gesteld worden dat het belangrijk is dat onderzoeksbeleid een langetermijnperspectief behoudt en een grote mate van zekerheid en duidelijkheid biedt aan zowel private bedrijven als aan publieke kennisinstellingen.

5.3 Aanbevelingen

De taak van de KNAW beperkt zich in de eerste plaats tot het geven van onderbouwde antwoorden op de verschillende vragen aan de KNAW zoals in paragraaf 5.2 geciteerd. Desalniettemin wil de KNAW enkele aanbevelingen doen die rechtstreeks volgen uit

¹²³ Zie onder meer https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2018-04/Bericht_R%26D%20goes%20global_19okt2015.pdf en Jasper Deuten (2015), *R&D goes global. Policy implications for the Netherlands as a knowledge region*, Rathenau Institute, October 2015.

haar werkzaamheden.

AANBEVELING 1 *Snellere publicatie en betere toegang tot de CBS- R&D- en CIS-enquêtes.*

Het kostte veel tijd om een helder, actueel beeld te krijgen van de R&D-situatie in Nederland. De manier waarop data met betrekking tot de financiering en uitvoering van onderzoek, en in het bijzonder R&D, wordt verzameld en gepubliceerd is omslachtig en niet altijd duidelijk¹²⁴.

Het jaarlijkse TWIN-rapport gepubliceerd door het Rathenau Instituut in april van elk jaar (in 2018: op 23 april) geeft een eerste voorlopig inzicht in de overheidsfinanciering en de private financiering en –uitvoering van R&D en andere niet-R&D-gereleerde innovatie-uitgaven voor 2016. Het jaarlijkse CBS-rapport ict, Economie en Onderzoek verscheen voor het laatst op 27 juni 2017 met de Nederlandse jaarlijkse enquête-cijfers voor 2015. Publicatie van dit rapport met definitieve cijfers voor 2016 wordt pas verwacht in december 2018. Ondertussen worden de R&D-cijfers door het CBS herzien met vrij forse aanpassingen. De recentste CBS-cijfers voor 2016, gepubliceerd op 22 augustus 2018, geven bijvoorbeeld aan dat in tegenstelling tot het op dat moment actuele TWIN-rapport van het Rathenau Instituut het bedrijfsleven voor niet minder dan € 300 mln. méér financierde in 2016 van het binnen de eigen sector (BERD) uitgevoerde onderzoek. Het *Technisch Weekblad* publiceert jaarlijks in juni een helaas onvolledige top-30 van de grootste private *R&D-spenders* en ook een top 10 van de belangrijkste publieke kennisinstellingen in termen van R&D-uitgaven voor het afgelopen jaar.

De KNAW moest overgaan tot eigen schattingen omdat gegevens zoals de verdeling van de fiscale faciliteiten zoals WBSO over Nederlandse en buitenlandse bedrijfs-R&D niet beschikbaar zijn – terwijl het hier om publieke uitgaven gaat. Tegelijkertijd kan de KNAW slechts gissen naar de onderliggende trends en beweegredenen in de forse toename in de uitbesteding naar het buitenland van R&D-activiteiten van het Nederlandse bedrijfsleven. Naar welke landen vindt deze uitbesteding plaats? Naar omliggende Europese landen, naar China of naar de VS? En wat zijn de onderliggende redenen voor deze in 2016 dramatisch toegenomen R&D-uitbesteding? Lagere R&D-kosten in het buitenland? Toegang tot markten of toegang tot excellent onderzoek? Zonder de onderliggende data kan moeilijk inzicht verkregen worden in de aard van deze trend en in hoeverre hierop specifiek beleid ontwikkeld moet worden. Ook hier verschilden bij het samenstellen van dit rapport de recentste cijfers van het CBS fors van deze van het TWIN-rapport van het Rathenau Instituut.¹²⁵

124 Het onderscheid b.v. tussen fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en experimentele ontwikkeling, valt steeds moeilijker vast te stellen.

125 Met als gevolg dat de analyse zoals in de brief aan de Tweede Kamer van minister Wiebes en staatssecretaris Keijzer gebracht de problematiek mogelijk onderschat.

Ten slotte kan slechts vastgesteld worden dat gezien het belang van R&D én innovatie in de kenniseconomie het niet langer verantwoord lijkt zo'n scherp onderscheid te maken tussen de concepten R&D en innovatie. Omdat heel wat R&D-activiteiten in sommige sectoren zoals digitale diensten steeds meer verweven zijn met innovatie lijkt het onderscheid ook steeds moeilijker te maken. Gegevens over innovatie-uitgaven zijn gebaseerd op de tweejaarlijkse Community Innovation Survey enquête waarvan de resultaten voor 2016 op het moment van schrijven nog niet gepubliceerd waren. In paragraaf 2.1.4 heeft de KNAW een inschatting gemaakt van het belang van de overheidssteun voor deze innovatie-uitgaven: in 2016 een bedrag van ruwweg €1,8 mld., zonder een precies beeld te hebben van de omvang van de private innovatie-uitgaven. Niettemin mag verwacht worden dat deze uitgaven omvangrijk zijn. Kortom, het zou goed zijn als Nederland en het CBS het initiatief zouden nemen om binnen Eurostat en de OECD de statistieken van R&D en innovatie steeds meer met elkaar in verbinding te brengen, en voor zover mogelijk de enquêtes gezamenlijk te houden om zo een meer betrouwbare basis ter beschikking te hebben om de snelle ontwikkelingen in R&D en innovatie in de economie beter in kaart te kunnen brengen.

AANBEVELING 2 Van 'koude' naar warmere vormen van publieke-private samenwerkingsvormen?

Teneinde het Nederlandse ecosysteem voor R&D én innovatie te versterken, de Nederlandse bedrijven daarin sterker te verankeren en Nederland aantrekkelijker te maken voor buitenlandse bedrijven, dient het R&D- en innovatie-instrumentarium verrijkt te worden met modaliteiten die tot 'warmere' samenwerkingsvormen leiden met meer directe interactie tussen individuele onderzoekers dan de huidige 'koude', meer afstandelijke samenwerking op basis van private cofinanciering van publieke R&D.

Directe subsidies kunnen – net zoals Horizon 2020 dat op Europees niveau doet – ook op Nederlands niveau *peer-to-peer* samenwerkingen 'op ooghoogte' tussen onderzoekers van grote en kleine bedrijven met hun collega's bij andere bedrijven en kennisinstellingen faciliteren en personele uitwisseling tussen bedrijven en kennisinstellingen bevorderen. Door dergelijke gezamenlijke projecten van bedrijven en kennisinstellingen in het kader van de komende missie-gedreven kennis- en innovatieagenda's kan publiek-private samenwerking ook op de werkvloer worden geëffectueerd. Bovendien komt hierdoor het specifieke beleid weer meer in balans met het generieke beleid.

AANBEVELING 3 Regionale R&D-clustering als antwoord op buitenlandse R&D-verdringing

Een interessante vraag is in hoeverre de regionale clustering van R&D op bepaalde gebieden in *triple helix* verband of als campus de 'R' van de bedrijfs-R&D meer 'honkvast' zou kunnen maken en sterker zou kunnen verankeren in het Nederlandse R&D- en innovatie-ecosysteem. Zoals hierboven vastgesteld, kenmerkt Nederland zich door

het sterke *crowding-in*-effect van de publieke R&D op internationaal R&D, zowel in de vorm van het aantrekken van buitenlandse R&D-financiering als van buitenlands R&D-personeel, en de reeds sterke financieringsbereidheid door het Nederlandse bedrijfsleven van onderzoek uitgevoerd door zowel publieke kennisinstellingen als hoger onderwijsinstellingen in Nederland. Zo toont de evaluatie van het Industrial Partnership Program van FOM¹²⁶ aan dat dankzij deze IPP's op het gebied van top-fysica niet alleen hoogwaardige kennis is gegenereerd met het betreden van nieuwe wetenschapsgebieden maar dat hiermee ook de fundamentele natuurkunde duurzaam verbonden wordt met de innovatieactiviteiten van grote kennisintensieve bedrijven. In de meeste van deze gebieden, en in lijn met de vorige aanbeveling voor 'warmere' samenwerking, blijkt echter ook dat 'proximity matters' een essentieel kenmerk is van deze *industrial partnerships*.

De bereidheid van provincies om regionale middelen die ontstaan zijn door onder meer de verkoop van energiebedrijven in te zetten voor de verdere uitbouw van regionale kennisclusters biedt juist interessante mogelijkheden om de R&D van internationale hoogwaardige bedrijven sterker nationaal te verankeren in *triple-helix*-clusters waaruit het voor deze bedrijven moeilijker wordt zich los te maken¹²⁷. Uiteraard is het belangrijk dat er ook nationaal een zekere coördinatie van inzet van publieke regionale middelen plaatsvindt, maar de 'kennis crowding-in' van regionale fondsen, ook Europees, lijkt een van de meest effectieve beleidsmaatregelen om de 'R' te verankeren en de internationalisering van Nederlandse private R&D tegen te gaan¹²⁸.

126 NWO (2015), *Samen met bedrijven, Evaluatie van het FOM Industrial Partnerships Program*, April.

127 Een argumentatie die ook terug te vinden is in het 2013 WRR-rapport *Naar een lerende economie. Investeren in het verdienvermogen van Nederland* (rapporten nr. 90).

128 Naar aanleiding van de casus van de daling in het Nederlandse aandeel van de wereldwijde R&D van een bedrijf als Shell werd in de commissie gediscussieerd over de vraag in hoeverre er momenteel een innovatieve energiecluster zou zijn geweest in Nederland indien Shell meer actief zou zijn geweest in duurzame energie of een beleid gevoerd werd dat een sterkere focus had gelegd op duurzame energie.

6. LITERATUUR

- Aghion, P., M. Dewatripont, C. Hoxby, A. Mas-Colell, A. Sapir (2010) 'The Governance and Performance of Universities: Evidence from Europe and the US', *Economic Policy*, Vol. 25, Issue 61, pp. 7-59
- AWTI (2003) *Backing winners*, Den Haag
- Buck Consultants International (2018) *Inventarisatie en meerwaarde van Campussen in Nederland*, Den Haag
- Cassiman, B. and Veugelers, R. (2002) 'R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence from Belgium', *American Economic Review* 92: 1169–1184
- CBS (2017) *Monitor Topsectoren*
- Cincera, M. and R. Veugelers (2010) 'Young Leading Innovators and EU's R&D intensity gap.' *IPTS WORKING PAPER on CORPORATE R&D AND INNOVATION* – No. 07/2010 , JRC, European Commission
- Chesbrough, H. (2003) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press, Boston
- Deuten, J. (2015) *R&D goes global: Policy implications for the Netherlands as a knowledge region in a global perspective*, Rathenau Instituut
- Dialogic (2018) *Evaluatie valorisatieprogramma*
- Donselaar, P. (2011) *Innovatie en productiviteit: het Solow-residu onttrafeld*, Erasmus University Rotterdam
- Elk, R. van, B. Verspagen, B. ter Weel, K. van der Wiel, B. Wouterse (2015) 'A macroeconomic analysis of the returns to public R&D investments', *CPB Discussion Paper* 313
- Erken, H. (2008) *Productivity, R&D and Entrepreneurship*, Proefschrift, Erasmus Universiteit
- Erken, H., Klomp, L. en M. Ruiters, (2006) 'Private R&D-uitgaven in Nederland: waar hangen ze vanaf?' in *CBS Kennis en Economie*
- ESIR (2017) 'Towards a mission-oriented research policy', *EC*, December 2017
- Foray, D., P.A. David and B. Hall (2009) *Smart specialisation: the concept*, in *Knowledge for Growth: Prospects for science, technology and innovation Report*, EUR 24047, European Union
- Guellec, D., B. van Pottelsberghe (2004) 'From R&D to productivity growth: do the institutional settings and the source of funds matter?' *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66, 353–378

- Hall et al. (2010) 'The internationalization of R&D', In: *International R&D*, Berkeley
- Haskel, J. (2017) *Capitalism without capital: the rise of the intangible economy*, Princeton University Press
- Heide M. de and A. Kothiyal (2011) 'How to Select Instruments Supporting R&D and Innovation by Industry', *Tinbergen Institute Discussion Paper*
- Jaumotte, F. and Pain, N. (2005a) 'From ideas to development: the determinants of R&D and patenting', *OECD Economics Department Working Paper No. 457*, OECD, Paris
- Jaumotte, F. and Pain, N. (2005b) 'Innovation in the Business Sector, OECD Economics', *Department Working Paper No. 459*, OECD, Paris
- Kahneman D. and A. Tversky, (1979) 'Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk', *Econometrica*, vol. 47, issue 2, 263-91
- Kahneman D. and A. Tversky (1992) 'Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty', *Journal of Risk and Uncertainty*, 5:297-323
- Khan, M. and K. B. Luintel (2006) 'Sources of Knowledge And Productivity: How Robust Is The Relationship?' *OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2006/6*, OECD Publishing.
- Lokshin, B. en P. Mohnen (2013) 'Do R&D tax incentives lead to higher wages for R&D workers?' *Evidence from the Netherlands, Research Policy*, 42(3), 823-830
- OECD (2014) *Reviews of Innovation Policy: Netherlands*
- OECD (2015) *Reviews of Innovation Policy: Netherlands*
- OECD (2015) *The Innovation Imperative*
- OECD (2017) *Science, Technology and Industry Scoreboard*
- OECD (2018) *Economic surveys: Netherlands*
- Rathenau Instituut (2018) *TWIN-rapport*
- Rathenau Instituut, AWTI en KNAW (2016) *Balans van de wetenschap*
- Soete, L., B. Verspagen and T. Ziesemer (2017) *The productivity effect of public R&D in the Netherlands*, UNU-MERIT WP 2017-021
- Technisch Weekblad* (2018) R&D Top 30
- Tjong Tjin Tai, Sue-Yen, Jos van den Broek, Timo Maas, Tomas Rep en Jasper Deuten (2018) *Strategische publiek-private Partnerships*, Rathenau Instituut

7. BIJLAGEN

7.1 Adviesaanvraag



Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap

>Retouradres Postbus 16375 2500 BJ Den Haag

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
T.a.v. de president, prof. dr. J.F.T.M. van Dijk
Postbus 19121
1000 GC AMSTERDAM

**Onderzoek en
Wetenschapsbeleid**
Rijnstraat 50
Den Haag
Postbus 16375
2500 BJ Den Haag
www.rjksoverheid.nl

Contactpersoon
R.H. Derksen
T +31 6 31 74 91 78
r.h.derksen@minocw.nl

Onze referentie
1252997

Bijlagen
Motie en verslag debat

Datum **20 OKT. 2017**

Betreft Onderzoek naar de relatie tussen publiek gefinancierd onderzoek en
investerings van bedrijven in R&D

Geachte mevrouw Van Dijk,

Tijdens het dertigledende debat over de banden van de fossiele industrie met universiteiten van 7 september 2017 heb ik een motie overgenomen. In die motie wordt de regering verzocht te onderzoeken of en in hoeverre banden tussen publiek gefinancierde wetenschap en bedrijfsleven ertoe leiden dat bedrijven minder prikkels hebben om zelf te investeren in *research and development*.¹ Eén van de uitgangspunten bij die motie is dat samenwerking tussen universiteiten en bedrijven lovenswaardig is, maar niet mag betekenen dat universiteiten private investeringen overbodig maken.

In het debat werd door het Kamerlid Paternotte bevestigd dat het om een onderzoek gaat of private bedrijven investeringen in- en uitvoering van onderzoek afbouwen als de publieke financiering van universiteiten toeneemt. Voor de nadere beschouwingen omtrent de motie verwijs ik naar het bijgevoegde verslag van het debat.

In het debat heb ik aangegeven dat ik me goed kan voorstellen dat de KNAW zo'n onderzoek uitvoert. De motie raakt ook het bedrijvenbeleid waarvoor het ministerie van Economische Zaken verantwoordelijk is. Daarom verzoek ik u om bij het uitvoeren van het onderzoek in overleg te blijven met OCW en EZ.

Gezien het bovenstaande wil ik de KNAW verzoeken de volgende vragen centraal te stellen:

1. Kan geconstateerd worden dat bedrijven investeringen in onderzoek en ontwikkeling in Nederland afbouwen zoals is gesteld tijdens het debat? Kan daarbij worden gekeken naar de verschillende typen onderzoek (fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek en pre competitieve ontwikkeling)? Kan hierbij de vraag beantwoord worden of het kennisniveau van bedrijven in Nederland voldoende is om door universiteiten ontwikkelde kennis te kunnen absorberen?

¹ Kamerstukken II, 2016-2017, 31 288, nr. 600

KONINKLIJKE NEDERLANDSE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN	
No.	73876
ingek.	23 OKT 2017
Acht:	Kopie naar:
PAO (10)	DIR

2. Is er een causaal verband tussen de hoogte van de investeringen van bedrijven in onderzoek en ontwikkeling en de omvang van publieke middelen voor onderzoek en innovatie?
3. Als er een causaal verband is tussen de private en de publieke investeringen, kan dit verband dan worden gespecificeerd naar de verschillende soorten onderzoek (fundamenteel, toegepast, pre competitieve ontwikkeling)?
4. Kan aangegeven worden op welke tijdschaal de geconstateerde ontwikkelingen zich voordoen en kan hierbij worden bezien in hoeverre de ontwikkelingen in Nederland verschillen van de ontwikkelingen en trends in andere landen?

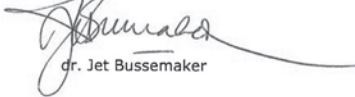
Onze referentie
1252997

Tijdens het debat heeft de Tweede Kamer er op gewezen dat er al diverse onderzoeken zijn gedaan naar de vraag waarom de private R&D-investeringen in Nederland achterblijven. Ik vraag de KNAW kennis te nemen van de reeds beschikbare onderzoeken. Daarmee hoeft de KNAW onderzoeken naar de hefboomwerking van publieke uitgaven op private investeringen en naar het kennisabsorptievermogen niet over te doen

Tot slot vraag ik de KNAW om te bezien in hoeverre samenwerking met andere organisaties (bijvoorbeeld WRR, Rathenau Instituut, AWTI) wenselijk is en zo mogelijk voor de zomer van 2018 een rapport uit te brengen.

Met vriendelijke groet,

de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap,



dr. Jet Bussemaker

7.2 Instellingsbesluit commissie



KONINKLIJKE NEDERLANDSE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN

INSTELLINGSBESLUIT COMMISSIE RELATIE PUBLIEKE EN PRIVATE ONDERZOEKSFINANCIERING

Het Bestuur van de KNAW, geleid op artikel 5.1 van het Reglement van de KNAW, besluit tot het instellen van de adviescommissie 'Relatie publieke en private onderzoeksfinanciering', hierna te noemen de commissie.

Artikel 1. Taakopdracht

De commissie heeft als taak het verzoek van de minister van OCW te behartigen. Dit verzoek is beschreven in zijn brief van 20 oktober 2017 aan de president van de KNAW (bijlage).

Artikel 2. Samenstelling en instellingsduur

Tot voorzitter van de commissie wordt benoemd:
Prof. dr. L.L.G. (Luc) Soete

Tot lid van de commissie worden benoemd:

Prof. dr. C.A. (Clemens) van Blitterswijk
Prof. dr. T.T.M. (Thom) Palstra
Dr. J.H. (Jan) van den Biesen
Dr. M.J. (Margrethe) Jonkman
Dr. A.G. (Gerard) Schouw
Prof. dr. ir. C.J.N. (Cees) Buisman

De commissie wordt ingesteld voor de duur van het adviestraject. De commissie draagt zorg voor aanbieding van het conceptadvies aan het bestuur KNAW in april-mei 2018.

De commissie wordt ondersteund door een nader in te vullen ambtelijk secretariaat.

Artikel 3. Kwaliteitsbeheer

De leden van de commissie hebben kennis genomen van de KNAW-code ter voorkoming van oneigenlijke beïnvloeding door belangenverstrengeling en het formulier van die code ingevuld en geretourneerd. De leden hebben verklaard dat er geen verstrengeling van belangen ontstaat door deel te nemen aan deze commissie.

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

Artikel 4. Nazorg en communicatie

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

Artikel 5. Kosten en vergoedingen

De leden kunnen op basis van art. 10.1 van het Reglement van de KNAW een vergoeding voor de gemaakte reiskosten ontvangen.

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 20 november 2017 te Amsterdam.

Namens het bestuur van de KNAW,



Mr. Mieke Zaenen
Algemeen directeur

Bijlage: verzoek minister van OCW

7.3 Definitie van R&D

Enquêtes CBS

In enquêtes vraagt het CBS bedrijven en instellingen naar hun uitgaven en ingezette arbeidsjaren voor R&D. Welke activiteiten vallen nu precies onder R&D?

Kenmerkend voor R&D is dat het onderzoek streeft naar oorspronkelijkheid én vernieuwing. R&D is het creatief, systematisch en planmatig zoeken naar oplossingen voor praktische problemen, bijvoorbeeld productieproblemen. Ook het strategische en het fundamentele onderzoek behoren tot R&D. Hierbij staat voorop dat het bedrijf of de kennisinstelling de achtergrondkennis en de (puur) wetenschappelijke kennis wil vergroten. Dit type onderzoek heeft niet zo zeer tot doel direct economisch voordeel te behalen of problemen op te lossen. Verder omvat R&D activiteiten om ideeën of prototypes verder te ontwikkelen tot bruikbare processen en productierijpe producten.

Onderstaande activiteiten betreffen geen R&D:

- routinematige metingen of controles,
- marktonderzoeken,
- scholing en training,
- werkzaamheden voor octrooien en licenties,
- ingekochte technologie of geavanceerde (productie)apparatuur operationeel maken,
- bestaande software herschrijven of klantspecifiek maken,
- industriële vormgeving, tenzij het doel is systematisch ergonomische verbeteringen aan te brengen.

In de publicatie van het CBS over *ICT, Kennis en Economie* (IKE) vallen onder R&D-uitgaven – tenzij anders vermeld – de uitgaven die bedrijven of instellingen doen aan R&D die het eigen personeel in Nederland verricht. Daarbij kan het bedrijf zelf de R&D financieren, maar het kan ook tegen betaling R&D uitvoeren in opdracht van andere bedrijven of instellingen. R&D-activiteiten van Nederlandse bedrijven die zij uitvoeren in het buitenland, vallen hier dus niet onder. Omgekeerd vallen in Nederland verrichte R&D-activiteiten gefinancierd vanuit het buitenland hier wél onder.

Nationale uitgaven aan R&D

De nationale uitgaven aan R&D zijn de totale uitgaven van bedrijven, instellingen en overheden in Nederland aan R&D. Dit is exclusief de R&D die organisaties in Nederland hebben uitgevoerd voor buitenlandse financiers, maar inclusief de R&D die Nederlandse partijen hebben uitbesteed aan het buitenland. Ingezetenen van

Nederland gaven 14.877 mld. euro uit aan R&D in 2016¹²⁹. Dit zijn de nationale uitgaven aan R&D. De totale R&D-uitgaven met eigen personeel bedroegen 14.142 mld. euro. Het verschil bestaat uit twee componenten. Ten eerste telt het bedrag dat buitenlandse financiers uitgaven in Nederland niet mee in de nationale uitgaven aan R&D. Dit bedroeg 1.970 mld. euro in 2016. Ten tweede telt het bedrag dat Nederlandse partijen uitgaven in het buitenland wél mee: 2.705 mld. euro. De nationale uitgaven aan R&D zijn dan te berekenen als: de totale R&D-uitgaven met eigen personeel (14.142 mld. euro), verminderd met de uitgaven van buitenlandse financiers (1.970 mld. euro), en daarbij opgeteld de R&D-uitgaven van Nederlandse partijen in het buitenland (2.685 mld. euro). Dit maakt samen het bedrag van 14.877 mld. euro aan nationale R&D-uitgaven in 2016.

Het buitenlandse R&D-saldo bedroeg minus 735 mln. euro: 1.970 mld. euro minus 2.705 mld. euro. Dit betekent dat in 2016 Nederlandse ingezetenen 735 mln. euro meer uitgaven aan R&D in het buitenland dan buitenlandse partijen aan R&D uitbeesteden in Nederland.

7.4 Literature survey

Overgenomen uit een studie van Thomas Zieseemer: "The impact of mission-oriented and public R&D on business R&D, total factor productivity and GDP, UNU-MERIT", June, 2018.

"2 Literature survey: The impact of R&D subsidies on private R&D expenditure and innovation related measures.

Empirical studies go back to the 1950s (García-Quevedo 2004). They make statements regarding complementarity and substitutability or insignificance, but conclusions on the degree of substitutability and complementarity are left to the reader. This is important though, because, e.g., a 10 percent increase of public R&D may be responded to by a 1 percent reduction of private R&D, which, at about equal size of public and private R&D, would still imply a large overall increase, with business leaving some public tasks to the government rather than becoming inactive. We summarize the literature in Tables 1 and 2. Table 1 lists literature from surveys, meta-studies and panel studies covering many countries and thereby many institutional systems. We do this in chronological order in order to see whether over time there is progress in the sense of getting clearer results, starting with surveys from this millennium. Column 1 denotes the author and year of the study. Column 2 indicates whether it is a survey, a Meta study or a panel study. Columns 3 and 4, sometimes

¹²⁹ De IKE-publicatie 2018 van het CBS met cijfers over 2017 was ten tijde van publicatie van dit rapport nog niet beschikbaar.

merged, give the major result, which is not always repeated in the text, and some additional information or comments. The sub-sequent text focusses on the problems and the structure of the results in order to go from mere description to a structural understanding of the state of the art.

Table 1 Surveys, Meta studies and Country Panel Regressions (chronological order)

Author(s) (year)	Study type	Level	Result & Remarks
Hall & van Reenen (2000)	Survey	OECD tax systems:	'a dollar in tax credit for R&D stimulates a dollar of additional R&D'.
Klette et al. (2000)	survey	Complementary relationship between public and private R&D for selected studies	
David et al. 2000	Survey	33 studies	Favour complementarity; a third of the 33 studies under review report substitution effects
Guellec and van Pottelsberghe dP (2003)	Panel regression	11 OECD countries	Inverted u-shape; substitution for subsidies >20%
José García-Quevedo (2004)	Meta-study of 39 studies	74 results for firms, sectors, countries	Ambiguous; more than half of the studies has significantly positive effects
Jaumotte & Pain (2005)	Panel regression,	19 OECD countries	... 1 std dev raises business sector R&D by over 7%
Khan and Luintel (2006)	Panel regression	16 OECD countries	Negative interaction effect of public and business. Total effect of public R&D positive. No result where public and business R&D go to.
Falk 2006	Panel regression	21 OECD countries	does not affect business R&D but ... but university R&D does
Lee (2011)	Firm data	9 industries in 6 countries (g)	"Complementarity effect on private R&D for firms with low technological competence, for firms in industries with high technological opportunities and for firms facing intense market competition'
Czarnitzki and Lopes Bento (2012)	Cross-country micro data	Belgium, Germany, Luxembourg and Spain	'Firms would have invested significantly less if they would not have received subsidies' but not in South Africa;
Correa et al. 2013	Meta study	37 studies 2004-2011	Significantly positive additionality coefficient 0.166-0.252.
Zúñiga-Vicente et al. (2014)	Survey	firm level	Positive effects where time lags and credit constraints are taken into account.
CPB (2014)	Multi country	tax system	Econometrically more rigorous studies find positive effects of less than one Euro from 1 additional Euro tax reduction.
Radicic (2014)	Broad survey	all levels	very little full crowding out indications
Czarnitzki et al (2014)	Finland, Germany, Netherlands	firm level projects	Highest profits, spillovers and application costs in German projects
Becker (2015)	Survey	mainly manufacturing firms	Positive effects in studies on (a). In the pre-2000 literature ... tax credits have a significant positive effect on R&D expenditure, ... considerable variation in the findings ... (b), (c), (d); better econometrics on selection effects

Dimos & Pugh (2016)	meta regression analysis	52 studies published after 2000	No crowding out; (i) no substantial additionality in patents and new products, but increasing over time.
Radicic & Pugh (2016)	EU 28	National and EU programs for SME	Complete crowding out of output additionality from EU programs not rejected but avoided by national programs; no crowding out of input additionality
Aristei et al. 2017	Largest EU countries, <u>2007-2009</u>	Manufacturing firms	Positive effect of R&D subsidies; hypothesis of full crowding-out is rejected in all countries; no additionality from firms. (f). Subsidy effectiveness is increasing over time.
Deloitte (2017)	Regressions for panels: OECD 17 (G7, Non G7); OECD-17+EU+ICL; 7EU+CHL+ISR	Country panels	... 1 % yields 0.2% across all samples with the exception of G7. Positive effect of education R&D.
Beck et al. (2017)	Survey	Firms	Positive relation with private R&D; no crowding out;
Petrin (2018)	Survey (h)	EU, OECD, China, Taiwan	Complementarity; positive but modest innovation effects only one indication of complete crowding out in Radicic/Pugh 2016

- (a) Denmark (Bloch and Graversen 2012);
 Finland (Czarnitzki *et al.* (2007), mainly small and medium firms (Hyytinen, Toivanen 2005);
 Flanders (Aerts and Schmidt 2008);
 France, reject crowding out, public subsidies on average increase private R&D (Duguet 2004);
 Germany (Aerts and Schmidt 2008, Czarnitzki and Hussinger 2004, Hussinger 2008) (more East than West (Czarnitzki and Licht 2006);
 Ireland, inverted u-shape (Görg and Strobl 2007);
 Israel (Lach 2002) (not for large but for small firms, with lag);
 Italy, (Carboni 2011) rejects crowding out;
 Norway improved policy: pre-2000 none (Klette and Møen 2012), post-2000 additionality (Henningsen *et al.* 2012)
 Spain (mainly participation effect (González *et al.* 2005); low tech (González, Pazó 2008));
 Turkey (Özcelik and Taymaz 2008)
 UK: only low tech, high tech substitute (Becker and Hall 2013)
- (b) “more recent literature observes a shift away from the earlier findings that public subsidies often crowd-out private R&D to finding that subsidies typically stimulate private R&D.’
- (c) ‘University research, high-skilled human capital, and R&D cooperation also typically increase private R&D.’
- (d) One policy conclusion that can be drawn from all of these studies is that fiscal policy measures that reduce the user cost may be expected to increase private R&D expenditure. Overall, the average negative elasticity across the various studies appears to be around unity.
- (e) ‘Governments could foster R&D activities by extending innovation policies to currently not supported firms. ... Our analysis does not uncover any systematic misallocation of public funding for the countries under review’.
- (f) ‘thwarted the reduction of firm R&D efforts in the aftermath of economic crisis’.
- (g) Literature on cross-industry-cross-country studies will be extended or abandoned later.

- (h) This survey inevitably has overlap with ours. It is also more interested in tax credits and other output measures.
- (i) This result is seen as lower bound in the literature by Beck et al. (2017).

The literature can be divided into two branches: effects of R&D tax credits and R&D subsidies. We focus on the latter. This study is brief on tax credits as they are relatively non-controversial except for the details of tax laws (CPB 2014), but of course research is going on. As tax credit can only be obtained for R&D expenditures really made, the question is only whether there is a positive or no effect, but there cannot be a negative effect conceptually unless one finds reason to cut R&D expenditures which are not tax deductible. Hall and van Reenen (2000) report a clearly positive effect. In a survey 15 years later Becker (2015) reports that more recently even more studies find a clearly positive effect although with a great variation in the details of the results. CPB (2014) summarizes as follows: The vast majority of studies surveyed in this report conclude that R&D tax credits are effective in stimulating investment in R&D. The estimates of the size of this effect are widely diverging and are not always comparable across countries due to differences in methodology. Studies that are more rigorous find that one euro of foregone tax revenue on R&D tax credits raises expenditure on R&D by less than one euro.¹³⁰ 'The bottom line here is that there is a consensus in the empirical literature that tax credits have a significantly positive short-run effect on private R&D investment. By contrast, direct subsidies do not have short-run effects but have positive medium-run impacts' (Beck et al. 2017).

For R&D subsidies we summarize the literature as follows.¹³¹ The survey of Klette et al. (2000) finds complementarity between public and private R&D as one would expect it, dynamically, from the above mentioned endogenous growth models. David et al. (2000) have pointed out that articles published in the 1990s ignore the endogeneity problem.¹³² Therefore the literature in Table 1 mostly focusses on more recent literature. As Becker (2015) points out, more recent literature finds more often positive effects (Jaumotte and Pain 2005) in particular from university

130 See references there, which point to microeconomic studies. In addition Finger (2008) finds a similar result. Guceri (2018) finds a positive impact on the number of researchers controlling for relabeling.

131 We do not reinvestigate the surveys, but rather limit ourselves to taking their results and putting a couple of interpreting comments. This biases the number of studies towards more recent ones on purpose, as Cerulli (2010) and Becker (2015) point to the importance of using more sophisticated methods. By implication, studies which are reported in connection with surveys in Table 1 are not repeated as country-specific studies in Table 2. As we have found the papers by Radicic (2014) and Petrin (2018) only in the final phase of writing there is inevitable overlap with these studies.

132 Having endogeneity does not necessarily mean that there is a large bias (see Nakamura and Nakamura 1998 for the econometrics). Also when lags are taken into account the issue hardly matters (Lee 2011).

R&D (Falk 2006), when time lags and credit constraints are taken into account (Zúñiga-Vicente et al. (2014),¹³³ also for Turkey (Özcelik and Taymaz 2008), but not so for South Africa (Czarnitzki and Lopes Bento 2012).¹³⁴ In line with this García-Quevedo (2004) finds ambiguous results in the mostly older literature. During the crisis period 2007-2009 subsidies just prevent reduction (Aristei et al. 2017; see also below Hud and Hussinger (2015) and Barajas et al. 2017 all indicating similar reactions during the crisis). Becker (2015) attributes the more positive results to advances in econometrics, mainly selection effects, but also to policy learning in the case of Norway, where no effects are found pre-2000 (Klette and Møen 2012) but positive effects post-2000 (Henningsen *et al.* 2012). We have found only one paper that claims complete crowding out: Ngo and Stanfield (2017) observe that 13 percent of all firms depend persistently on governments, on average for 11 years; they benefit from discretionary budget authority (DBA) meaning that US R&D expenditures are sub-parts of others labels; their competitors suffer from disadvantages and managers cut down R&D expenditures, leading to a more than proportional reduction because of special incentives to keep short term profits high.

We focus on the exceptions and limits to positive results. Guellec and van Pottelsberghe (2003) find negative effects when subsidies go beyond 20 percent of the R&D expenditures but positive effects at a lower rate. Görg and Strobl (2007) also find an inverted u-shape for firm level data for Ireland, and Dai and Cheng (2015) do so for China's private R&D. Khan and Luintel (2006) find negative interaction effects diminishing an overall positive effect. Effects are larger for small and medium size firms than for large firms (Lach 2002 for Israel; Hyttinen, Toivanen 2005 for Finland). Participation is enhanced in Spain (González *et al.* 2005), and effects are stronger for low tech firms in Spain (González, Pazó 2008) and the UK, where high tech firms substitute R&D expenditures (Becker and Hall 2013). In a most recent multi-country study of Deloitte (2017) positive effects are found for all sub-samples but the G7. Here further dis-aggregation seems necessary in order to take into account the heterogeneity among the G7 countries. We will do so in later sections of this paper. Zúñiga-Vicente et al. (2014) point out that there is a lack and need of dynamic considerations. We come to that also in later sections.

In Table 2 we list country-specific studies in alphabetic order of the country names of column 2 as readers are assumed to like having papers on the same countries in one place. More detailed information on single countries can be found in later

133 As lags should always play a role, these authors' summary of only 60 percent of the studies finding a positive effect suggests that lags have often not been taken into account. Grilli et al. (2018), following the pessimistic interpretation of Zúñiga-Vicente et al. (2014), ignore the much more positive survey of Becker (2015).

134 We consider emerging economies only when they are related in some way to the EU or the related literature.

sections and the country-specific appendices. Column 3 indicates the level of analysis. Columns 4 and 5, sometimes merged, provide the results on additional public R&D yields, and remarks.

We list only one very recent study on China (Dai and Cheng 2015), which points to similar relations as other literature, whereas other literature emphasizes specific Chinese institutions, which is interesting for an emerging economies perspective but less so for that of the EU or its single member countries. We include some studies on the USA because policy ideas sometimes spill over from the USA. We also include OECD panel studies because they have a majority of EU countries in their samples.

Table 2. Country level studies (alphabetic by country name)

Author(s) (year)	Country	Level	Result: additional public R&D yields ...	remarks
Bakhtiari & Breunig (2018)	Australia	Industrial firms	R&D expenditure by academia, unlike by government bodies, has a positive influence on a firm's own R&D expenditure within state boundaries.	
Widmann	Austria	Firms	A government research grant increases the propensity to file a patent application with the European Patent Office within 4 years by around 10 percentage points. Stronger effects appear for established firms of advanced age.	
Hottenrott et al. (2014)	Belgium	Firms	Positive effect on R&D spending...	... increasing with market failure
Neicu (2016)	Belgium	Firms	Subsidies have positive effects on private R&D spending only in the presence of tax credits...	... tax credits and subsidies are complements
Bérubé and Mohnen (2009)	Canada	Plant level	Grants lead to more new products...	... in the presence of tax credits (e)
Dai and Cheng (2015)	China	Firms	Inverted-U correlation with private R&D investment	Public subsidies follow an S-shaped relationship with the firm's total R&D;
Čadil et al. (2018)	Czech Republic	SME	Positive impact on personnel expenditure.	Negative impact on economic criteria.
Dvouletý et al. (2018)	Czech Republic	Firms	Incubated firms reported on average lower values of personnel costs	
Hünermund and Czarnitzki (2015)	Europe	SME	No treatment effects on patents from Eurostars program	
Hünermund and Czarnitzki (2016)	(pan-) European	SME	VCP grants; no average effect on growth, but higher effect with project quality.	

Marino et al. (2016)	France	Firms	... additionality only for a few top companies (subsidies > €10mill.); substitution for others (€145k-1.8mill); significant substitution for doses €20k-55k. Worse results after reform, 2004-2009.	Larger doses have no weaker effect, in contrast to other literature. Substitution is defined as negative growth rate differences from treatment. Impact of 2009 crisis?
Czarnitzki and Fier (2002)	Germany	Service sector firm level	Complete crowding out rejected	
Almus and Czarnitzki (2003)	Germany, East	Firms	Firms increase their innovation activities ...	... by about four percentage compared to no subsidies
Hud and Hussinger (2015)	Germany	Firms 2006-2010	Positive effect except ...	... crowding out in 2009; 2010 positive but smaller effect than before crisis
Czarnitzki and Hussinger (2018)	Germany	Firm level, 1992-2000	Publicly induced R&D shows a positive effect on patent outcome	
Plank& Doblinger (2018)	Germany	firms energy R&D projects	Subsidies enhance value of patents ...	... but not the citations
Hottenrott et al. (2017)	Germany 2005-2009	Firm level	Grant make bank loans more likely and larger...	... more so in information opaque sectors
Abdul Basit et al. (2018)	Germany	Service firms	Subsidies increase marketing and organizational innovations and probability of applying for a copyright	
Köhler and Peters (2017)	Germany	Firm level	Patent application from subsidized firms have higher private value ...	... than from firms not subsidized
Köhler (2018)	Germany, 1994-2011	Firms in thematic programs	Positive effects on welfare and profits ...	... as large as those from foreign spillovers
Colombo et al. (2011)	Italy	247 Italian-owner-managed NTBFs in manufacturing and services	Positive effects if selective expert schemes certify quality ...	... but not for automatic schemes
Cerulli and Poti (2012)	Italy	Firms	Overall positive effects mainly through large firms ...	... small firms often show crowding out
Bronzini and Piselli (2016)	Italy, North	Firms	1 patent for grants of €206k-310k	More markedly for small firms.
Mariani and Mealli (2017)	Italy, Tuscany	Firms	Encouraged non-R&D firms to do R&D and upskill	
Ibeigi (2017)	Italy, Trento	firms, local R&D program	some crowding out	Also additional spillovers
Aiello et al. (2017)	Italy	SMEs	Supported firms have same patenting but more R&D spending.	
Soete et al. (2017)	Netherlands	Macro	... higher business R&D and time varying gains for decennia; high internal rates of return	Scenarios without and with firm R&D shocks and symmetric foreign action.

Grabińska and Stabryła-Chudzio (2017)	Poland	Country	Substitution; incomplete crowding out.	Pearson correlation coefficient of 0.86
Busom (2000)	Spain	Firm level	... induces more effort...	For 30% of the participants full crowding out cannot be excluded.
Gelabert et al. 2009	Spain	Firm level	Effect of public support for R&D is three times larger for those firms reporting a level of appropriability below the median	
Romero-Jordán et al. (2014)	Spain	SMEs	Public grants have crowding out of negative zero ...	... when some receive also public grants
Huergo and Moreno (2017)	Spain	4407 firms ...	Higher participation. Hypothesis of complete crowding out rejected ...	... but not for large firms. European loans more effective.
Barajas et al. (2017)	Spain	firm level (CIS)	Positive effect of public support on participation and all intensities also during crisis.	Lower impact during crisis, in particular fixed R&D capital. Shift from process to product innovation.
Haskel et al. (2014)	UK	Industry	Universities get more private money if they had more public money earlier.	(b)
Economic Insight 2015	UK; with survey	Macro and micro	A 1% increase in public expenditure on R&D will lead to between a 0.48% and 0.68% increase in private expenditure on R&D	No time trend in control variables? (a)
Sussex et al. (2016)	UK	Ten disease areas for the government, charity and private sectors	A 1 % increase in public sector expenditure is associated in the best-fit model with a 0.68% increase in private sector expenditure.	Biomedical and health R&D expenditure; 44% of the effect within one year
Cohen et al. (2002)	USA	Manufacturing	An increase of 1 standard deviation in the share of non-business R&D in GDP (an increase of 0.06 percentage points for the average economy) raises business sector R&D by over 7% and total patenting by close to 4%.	The influence of public research on industrial R&D is disproportionately greater for larger firms as well as start-ups
Azoulay et al. (2015)	USA	Farmaceutical and biotech firms (d)	A \$10 million boost in NIH funding leads to a net increase of 2.3 patents	Indirect evidence of limited withdrawal, if any

Lanahan et al. (2016)	USA	Research fields at U.S. doctoral granting institutions	A 1% increase in federal research spending induces ... a 0.468% increase in private research funding.	
Lanahan (2016)	USA	US firms	State Match Program enhances chances getting SBIR support	
Giga et al. (2016)	USA	NASA SBIR	Firms with 1-5 employees with SBIR awards are twice as likely to produce patents; and generate twice as many patents;	The program does not show the same effect for larger firms(6 -500 employees).
Corredoira et al (2016)	USA	Firms	Federal funds affect rate and direction of inventive activity according to citation analysis	
Ngo & Stanfield (2017)	USA	Peers and non-peers of government dependent firms	Only firms that compete directly with GD firms contract investment in R&D; net reduction in industry R&D ...	... caused by incentives for managers in real earnings management. (c)
Howell (2017)	USA	US firms	No crowding out	Firms subsequently attract venture capital.
Gaster (2017)	USA	SBIR/STTR	Total investment in SBIR/STTR of \$6.25 billion generated; Total revenues from products based on SBIR/STTR technologies of \$28.9 billion. \$8.8 billion in total taxes generated – more than the cost of the program. (f)	
Aysun Kabukcuoglu 2017	USA	US firms	Grants and subsidies reduce their dependence on external finance, their share of R&D spending increases (decreases) during a credit tightening (easing)	

- (a) Commissioned by UK Dep BIS. The book has a long literature review and concludes: ‘The papers do generally find a positive relationship between public sector and private sector funding and the estimates tend to be between zero and one. This, however, is a relatively large range.’ Note that this range excludes even partial crowding out.
- (b) Commissioned by CAMPAIGN FOR SCIENCE AND ENGINEERING.
- (c) ‘government-dependent firms feature in a wide array of industries.’
- (d) Literature on single industries will be extended or abandoned later.
- (e) We do not include tax credit papers in Table 2.
- (f) referring to TechLink

Most studies show complementary effects either directly in terms of money spent or indirectly in terms of additional patents or new products or other effects clearly related to R&D,¹³⁵ that would not have been achieved under private reduction of R&D spending (Cohen et al 2002; Azoulay et al 2015). Therefore we focus again on the

135 We will not survey the literature where the dependent variables are employment, GDP per capita or productivity (see Donselaar and Koopmans 2016).

exceptions.¹³⁶

When studies differentiate the effects according to certain characteristics, full crowding out is found only at the extreme end or part of the spectrum of the related distributions (Radicic 2014; Petrin 2018) for the highest level of appropriability, large grants or subsidies above a certain threshold, very small or very large firms, a certain percentage of the firms, firms in weak regions, firms or sectors with low knowledge intensity, medium and/or high tech sectors, picking-the-winner selection procedures, single programs in a special social context, single years.¹³⁷ These parts of the sample are mostly small compared to the whole.

There is only one study that suggests complete crowding out where it remains unclear how large the share of the US economy is for which this holds true (Ngo and Stanfield (2017)).¹³⁸ The argument for the US is that some firms are government dependent in terms of sales. The payment by the government includes R&D subsidies. Competing firms who loose on government contracts fear losses, which would lead to lower salaries for managers. Therefore managers cut down R&D expenditure. In theoretical terms, in this case governments introduce discrimination intentionally, which can be seen as creation of a distortion, which leads to extreme management reactions in a specific agency setting.

The result of stronger effects in small firms is confirmed for Italy (Bronzini and Piselli 2016), weaker effects in large firms and more participation for Spain (Huergo and Moreno 2017; Barajas et al. 2017)). Regarding large firms the opposite is suggested for the US (Cohen et al. (2002), Italy (Cerulli and Poti 2012) and France (Marino et al. 2016).

Subsidies in the presence of tax credits – a combination of the two aspects subdividing the literature – lead to more new products in Canadian plants (Bérubé and Mohnen 2009), no crowding out in Spanish SMEs in Romero-Jordán et al. (2014), but

136 Because of this very positive overall picture we have spent the last phase of writing this paper with emphasis on finding papers reporting full crowding out. Petrin (2018) and Radicic (2014) were especially helpful in this phase.

137 We do not go into the details of the choice of statistical methods.

138 A different special case leading to a different literature is Catozzella and Vivarelli (2011). Whereas the literature tests for input or output additionality, they test for an increase in the sales/expenditure ratio, requiring that the numerator increases more than the denominator. Thus, even if input and output additionality are given, the criterion may not be fulfilled. Claiming an increase seems to be equivalent to requesting increasing returns to scale or profit rates. If actors don't have it they fail. It seems more adequate to have yardsticks of policy evaluation, which allow also for constant and decreasing returns to scale and zero profits, because Graves and Langowitz (1996) and Ciccio (2009) favour decreasing returns. Theoretically, increasing returns to scale or increasing profit rates lead to world monopoly in R&D; mama blue came close, for a while.

crowding out may be 30 percent of the sample of Spanish firms in Busom (2000). More recent evaluations by Barajas et al. (2017) and Huergo and Moreno (2016) find a low effect for large Spanish firms but exclude complete crowding out. Busom et al. (2014) argue that tax credits and subsidies are imperfect substitutes. Dumont (2017) suggests that they are weakening each other's effects. In contrast, Neicu (2016) suggests that they are complements. Mulligan et al. (2017) also offer a conceptual framework to evaluate policy mixes.

Regarding the question whether publicly performed (rather than financed) R&D triggers private R&D, our tables contain five results. Falk (2006) shows that universities' R&D triggers additional business R&D in a panel of 21 OECD countries. Becker (2015) supports this result in a survey and explains it extensively. More public R&D is fruitful in Australia only if it goes to universities rather than other government parts (Bakhtari and Breunig 2018). Deloitte (2017) finds a positive effect of education R&D on business funded R&D in many regressions, but the effect of direct government R&D changes sign and significance over the regressions. When education R&D is using the performance version of the data rather than the funding version, the positive correlation also may imply that firms give more money to universities because they outsource some of their own research tasks to them. The causality can then be seen as two-way causality through parallel planning and funding of firms, which is closely related to consultancy, knowledge transfer, spillovers, distance, (re-) location and regional policy, as well as education activities of universities (Becker 2015), and all reinforcing the funding of university research by firms' projects. Soete et al. (2017) find a positive effect of publicly performed R&D on domestic and foreign privately performed R&D, TFP and GDP for the Netherlands, where the Ministry of Economic Affairs tries to achieve complementarity of private and public investment in the framework of the top-sector-strategy. The literature explaining private R&D, performance or funded, mostly tests R&D subsidies and tax credits as explanatory variables (Becker 2015); the literature using R&D regressors mostly tries to explain productivity, rates of return or patents (Petrin 2018; Soete et al. 2017; Becker 2015; van Elk et al. 2015; Radicic 2014; Khan and Luintel 2006; Guellec and van Pottelsberghe de la Potterie 2004;). Therefore the literature explaining private R&D through publicly performed R&D appears to be small, but it is not clear in all papers whether they use the performing or the funding version of the data.

Summing up briefly, the overall impression is that:

- two meta-studies find little additional effects from government R&D expenditures whereas Correa et al. (2013) find clearly positive results. They do not suggest complete crowding out. They average over studies, controlling for heterogeneity

and publication bias.¹³⁹ The problem often is one of identifiability (Dimos and Pugh 2016).

- One approach to dealing with heterogeneity issues is to consider only one country at a time. These studies in Table 2 suggest a positive effect of public on private R&D; only one paper suggests full crowding out for competitors of US government dependent firms.
- The surveys, country-year panel and firm panel analyses as well as the country-specific studies are much less sceptical and show more positive results with interesting study-specific differentiations. The most frequent result is that there is complementarity between public and private R&D for both tax credits and subsidies. A large group of papers suggests incomplete crowding out.

Major lessons for improvement of studies are as follows. First, Zúñiga-Vicente et al. (2014) point out that due recognition of lags makes a big difference in the literature. Then, dynamic models like vector-autoregressive ones are more helpful. Second, besides public R&D stimulating business R&D there is also the question what the effects on productivity and growth are (Archibugi and Filippetti 2018), which is a separate important literature, but excluded here together with that on other than innovation related indicators for reasons of space; it has been surveyed by van Elk et al (2015). Third, not only all these effects matter but also their feedback mechanisms to each other do by way of generating multiplier effects. Fourth, long-term ex-post studies, suggested by Petrin (2018), would lead us to methods of time-series analyses. Fifth, the role of foreign public spillovers should be considered (Donselaar and Koopmans 2016). Dealing with these aspects all together implies dealing with input and output additionality (Grilli et al 2018) and answer the (not yet resolved) puzzling question: are direct public R&D subsidies really impactful? (Archibugi and Filippetti 2018). The only study that has all these desirable properties is that of Soete et al. (2017) (see the sub-sequent tables and Appendix Netherlands). Therefore, in the rest of this study we will extend that analysis to other countries.'

Naschrift: de volledige literatuurreferenties staan in de bovengenoemde bron vermeld.

139 Meta regression analysis itself is controversial: 'MRA aims at isolating average effects and by definition it tends to overlook the role of context-specific moderating factors that likely affects the outcomes of specific policy programs.' (Grilli et al. 2018, p.3). A detailed study of the methodologies in this area is Cerulli (2010).

7.5 Econometrische bijeenkomst: programma en namen van de deelnemers



K O N I N K L I J K E N E D E R L A N D S E
A K A D E M I E V A N W E T E N S C H A P P E N

'Econometriebijeenkomst' 9 mei, Trippenhuis, Oude Vergaderzaal, 12:00 – 16:00.

Programma:

12:00 Ontvangst met broodjes
12:30 Welkom en introductie over het door OCV aan KNAW gevraagde advies - door Luc Soete
12:45 Presentatie van de MERIT Big Data Analyse – door Bart Verspagen
13:30 Co-referaat door Luuk Klomp van EZK
14:00 Pauze
14:15 Presentatie en reactie door TNO Strategie en Beleid - Marcel de Heide / Tom van der Horst
14:45 Presentatie en reactie door het Rathenau Instituut – Jos de Jonge
15:15 Discussie olv Luc Soete
16:00 sluiting

Naast de sprekers zullen tevens aanwezig zijn:

- Jan van den Biesen, lid van de KNAW commissie
- Thomas Ziesemer, MERIT
- Peter Boswijk UvA
- Peter van den Besselaar VU
- Sjoerd Hardeman, RABO Bank
- Marissa Herder, Min OCV
- Pieter Donselaar, Anja Hezemans, Min EZK
- Ans Vollering, Erik van de Linde, KNAW bureau

7.6 Methodologie van het econometrisch model

Citaat uit: Soete, L., B. Verspagen en T. Ziesemer, 'The productivity effect of public R&D in the Netherlands', *UNU-MERIT working paper #2017-021*, over het toegepaste vector error correction model (VECM):

'The model assumes that all variables in the model affect each other mutually, and therefore are endogenous, going possibly beyond the assumptions of Luintel and Khan (2004) where foreign R&D is weakly exogenous and Haskel and Wallis (2010) where it is fully exogenous. This implies that we also assume that variables for the Netherlands may affect the foreign R&D stocks. Thus, we treat the Netherlands as a "large" country, as imperfect competition theory¹⁴⁰ and, in regard to government decisions, its G20 status would suggest. However, the estimations may still show that the effect of Dutch variables on the foreign R&D capital stocks is negligible, suggesting rather a "small country" effect'.

The VECM estimates one or several long-run relationships between the variables called the co-integrating equations, *CEs*. It then assesses how far the economy is from these long-run relationships by calculating the residual in the co-integration relationships and includes these in the VAR model. When the estimated model is stable, the residuals of the co-integration equations, commonly termed the error-correction terms, will tend to zero, representing a long-run 'equilibrium'. Such a model can be used in simulations of the effects of exogenous shocks in one or more of the variables in the model. The reactions to the shocks take into account the dynamic interaction of all variables and in this way go beyond the merely partial effect of a statistically significant regression coefficient in a long-term relation.

In order to determine the lag order of the model (how many lags of each variable to use in the estimations), we estimate a VAR with endogenous GDP and TFP, domestic and foreign private and public R&D, a constant and a trend. This has as optimal lag length two (for three of the standard criteria) or three (for the AIC and FPE criteria)

140 According to basic microeconomics, under fixed costs and therefore imperfect competition, firms are price setters and there are no small countries in the sense of being price takers (Helpman and Krugman 1989). In the literature on SMEs (small and medium enterprises) firms are defined as small in line with convenient statistical indicators (see Loveman and Sengenberger 1991). Firms that are small according to these indicators will normally have some fixed costs and by implication they have to determine their prices; in other words, some firms which are defined as small according to SME literature are not small according to the microeconomic definition. We use the definitions of microeconomics and international trade theory. In terms of examples, when Philips and Siemens both decide to specialize in health technology they will observe each other irrespective of the geographical size of their countries of location.

(we allow for a maximum of three lags in these tests¹⁴¹). However, for lag lengths two or three, the VAR model is not stable, which makes it unsuitable for econometric and simulation analysis. With just one lag the VAR is stable and therefore only this model can be used as a basis for the VECM. In other words, in regard to the choice of the lag length the instability problem forces us to be even more restrictive than the Schwarz Information Criterion would suggest. An implication is that the VECM does not have lagged differenced terms. Business cycle effects are then captured by the residuals of each equation and the dis-equilibrium deviations from long-term relations. For a steadily growing economy like the Dutch one over the last 50 years this offers sufficient flexibility to capture all movements. This can be seen from Figure 2 where all observations remain in the confidence intervals and, more intuitively, in Figure 3 where returns to an approximate steady state takes more than 50 years after a transitory shock.

The maximum eigenvalue test and the trace test suggest, at the five percent significance level, two or three co-integrating equations (CEs) under a quadratic trend and three or four under a linear trend.¹⁴² We worked through all the four cases, using maximum likelihood as the estimation method. The highest log likelihood is obtained under a linear trend and four co-integrating equations.¹⁴³ With $K=6$ endogenous variables and $r=4$ co-integrating equations the number of $I(1)$ variables or unit roots is $K-r = 2$ (i.e., a VECM can include both $I(1)$ and $I(0)$ variables, Lütkepohl 2005, p.250).

For univariate unit-root analysis we use the augmented Dickey-Fuller tests including break point tests, both the additive outlier test and the innovational outlier test. Domestic private R&D has almost certainly no unit root. However, domestic public R&D and foreign private R&D have a unit root according to the augmented Dickey-Fuller tests including break tests, in both the additive outlier test and the innovational outlier test. Other variables have probabilities for a unit root near twenty percent and all have coefficients below unity, indicating that these are probably near-unit roots.¹⁴⁴

With six variables and four co-integrating equations, identification requires that each long term relation has at least four constraints on the coefficients. One of these constraints is implemented as a normalization of a coefficient to one (making the

141 With six variables and four lags we would have per equation 6×4 coefficients for the lags and per equation one for the constant and the trend in a VAR model; 36 coefficients for 47 observation results in a too low degree of freedom.

142 A quadratic trend is a trend in the growth rate equation, which is relevant if growth rates are falling over a long period. A linear trend is a trend in the level equation of the co-integrated variables.

143 A single equation approach would be justified in case of finding only one cointegrating equation (Jusélius et al. (2014)).

144 The hypothesis of a coefficient of 0.95 instead of unity would have a higher probability than that of a unit root.

corresponding variable look similar to a 'dependent' variable in a common regression framework), while the other three constraints are implemented by setting a coefficient to zero, i.e., exclude the corresponding variable from the equation. By implication, each long-term relation can have only two regressors with unconstrained coefficients besides the constant and the trend. The effects of other variables then come via the feedback from the dis-equilibrium in the long-term relations.

We first do the renormalization in a way that all coefficients in the long-term relations are statistically significant and in line with economic intuition, and then set adjustment coefficients with low t -values to zero as long as the p -value for the chi-square test for the whole constraint constellation is increasing. When doing the renormalization we follow the suggestion of Boswijk (1996) and Lütkepohl (2005) to normalize the coefficients of those variables to unity which are least likely to have unit roots according to the univariate unit root analysis, because they are less likely to have zero coefficients.'

7.7 Onafhankelijke review

Het conceptrapport is door de onderstaande vier onafhankelijke reviewers van commentaar voorzien. Het bestuur van de KNAW is de reviewers veel dank verschuldigd.

- Prof. dr. A (Arjen) B. Brussaard, Scientific director Amsterdam Neuroscience, umc Amsterdam
- Dr. B. (Bastiaan) Overvest, Programmaleider Innovatie & Wetenschap, Centraal Planbureau, Den Haag
- Prof. dr. ir. B. (Ben) J.G. Scheres, Rijk Zwaan Zaadteelt en Zaadhandel B.V., De Lier
- Prof. dr. W. (Wim) J. van der Zande, Director Research, ASML, Veldhoven