

Wetenschaps, Technologie & Innovatie Indicatoren

Wetenschaps-, Technologie & Innovatie indicatoren 2012

Internationalisering en specialisatie van het Nederlandse WTI-systeem

Toekomstig menselijk kapitaal in bèta en techniek

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

Auteurs:

Pim den Hertog (Dialogic)

Cor-Jan Jager (Dialogic)

Robbin te Velde (Dialogic)

Jaap Veldkamp (Dialogic)

Dag W. Aksnes (NIFU)

Gunnar Sivertsen (NIFU)

Theo van Leeuwen (CWTS)

Erik van Wijk (CWTS)

Publicatienummer:

2010.056-1234

Utrecht, december 2012

Meer informatie over WT² kunt u vinden op onze
interactieve website www.wti2.nl.

Dit rapport is tevens in het Engels uitgebracht. In Science,
Technology and Innovation Indicators 2012 zijn de
uitgebreidere versies van Deel B en Deel C opgenomen.

Grafisch ontwerp: Teatske sanne



NIFU

Nordic Institute for Studies in
Innovation, Research and Education



Universiteit Leiden

**Wetenschaps,
Technologie &
Innovatie
Indicatoren**

2012



Inhoudsopgave

Introductie	6
Deel A Resumé WTI ²	
1. Inleiding	11
2. Financiering	12
3. Investerings	18
4. Human Capital	24
5. Samenwerking	31
6. Output	35
7. Outcome	48
8. Samenvatting en slotopmerkingen	53
Referenties	57
Deel B Internationalisering en specialisatie van het Nederlandse WTI-systeem	
1. Inleiding	61
2. Trends in internationale samenwerking in wetenschap	62
3. Trends in internationalisering in economie en innovatie	63
4. Specialisatie als een effect van internationalisering	65
5. Conclusies en mogelijke beleidsimplicaties	68
Deel C Toekomstig menselijk kapitaal in bèta en techniek	
1. Inleiding	73
2. Menselijk kapitaal pijplijn	74
3. Ontwikkelingen gerelateerd aan de arbeidsmarkt	74
4. Ontwikkelingen gerelateerd aan studenten	75
5. Potentiële arbeidsmarkt instroom	75
6. Ontwikkeling van aan topsector gerelateerde instroom in het hoger onderwijs	78
7. Conclusies	79

Introductie

Sinds 2011 verzorgt Dialogic in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap en in samenwerking met onderzoekers van de Noorse onderzoeksinstituut NIFU en het CWTS in Leiden de interactieve website of dashboard Wetenschaps-, Technologie en Innovatie Indicatoren (WTI², STI² in de Engelse variant). WTI² biedt inzicht in de ontwikkeling van wetenschap, technologie en innovatie in Nederland in vergelijking met een set van referentielanden.¹ Deze (China uitgezonderd) OESO-landen hebben een sterk kennis- en innovatiesysteem en spelen een toonaangevende rol in de regionale en/of mondiale kenniseconomie. De lat waaraan Nederland zich meet ligt dan ook hoog.

Op de WTI²-website www.wti2.nl worden op een systematische manier de meest actuele statistieken op het gebied van wetenschap, technologie en innovatie gepresenteerd en toegelicht middels uitgebreide leeswijzers. Bovendien wordt elk jaar het aantal indicatoren uitgebreid. Zo zijn in 2012 een groot aantal innovatie-indicatoren aan WTI² toegevoegd.

De indicatoren zijn afkomstig van betrouwbare databronnen. De WTI²-website is actueel en wordt aangevuld zodra onderliggende databronnen wijzigen. Bezoekers kunnen op deze website zelf een selectie maken in de cijferreeksen en deze op verschillende manieren laten weergeven en in diverse formaten exporteren (bijvoorbeeld als pdf, als Excelbestand, als plaatje of printen). Ook kan elke gebruiker indien gewenst middels een printbutton op de website een nette (actuele!) printversie van de website samenstellen en uitprinten. De leidende gedachte is telkens dat elke gebruiker zoveel mogelijk ruimte krijgt om haar of zijn eigen selecties en analyses uit te voeren.


Doel en opzet van het WTI² analytisch rapport

In aanvulling op de WTI²-website presenteren we hier het WTI² analytisch rapport. Dit is een tweejaarlijkse publicatie die naast een Resumé (deel A) op geselecteerde thema's een verdiepende analyse biedt. In overleg met de opdrachtgever en de WTI²-adviescommissie zijn voor de 2012 editie twee thema's geselecteerd, te weten "Internationalisering en specialisatie van het Nederlandse WTI-systeem" (deel B) en "Toekomstig menselijk kapitaal in bèta en techniek" (deel C).²

Het Resumé schetst en duidt op hoofdlijnen hoe de Nederlandse Wetenschap, Technologie en Innovatie er voor staat, gebruik makend van een selectie van de data zoals die op de WTI²-website voorhanden is. Het is nadrukkelijk geen papieren kopie van de WTI²-website. Het is een overzichtelijke publicatie waarin de belangrijkste ontwikkelingen op het gebied van financiering, investeringen, menselijk kapitaal, samenwerking, output en outcome – de zes elementen van

¹ De referentielanden zijn: Australië (AUS), België (BEL), Canada (CAN), China (CHI), Denemarken (DEN), Duitsland (DUI), Finland (FIN), Frankrijk (FRA), Ierland (IER), Italië (ITA), Japan (JPN), Korea (KOR), Noorwegen (NOO), Oostenrijk (OOS), Spanje (SPA), Tsjechië (TSJ), Verenigd Koninkrijk (VK), Verenigde Staten (VS), Zweden (ZWE) en Zwitserland (ZWI). Deze selectie is in de voorganger van WTI² (NOWT) gemaakt. Wij hebben de set overgenomen in WTI² zodat de data tussen de twee projecten vergelijkbaar blijft.

² De andere onderwerpen die zijn voorgesteld waren: focus & massa en diensteninnovatie.



het conceptuele model dat aan WTI² ten grondslag ligt – aan de orde komen. Per hoofdstuk geven we aan hoe Nederland er internationaal gezien voor staat en bespreken we enkele figuren uit de WTI²-database waar Nederland internationaal gezien een opvallende positie inneemt c.q. waar sprake is van een opvallende verandering. In een afsluitend overzicht vatten we samen hoe Nederland op de selectie van indicatoren scoort ten opzichte van (waar relevant) de WTI²-referentielanden.

De twee thematische papers zijn bedoeld om specifieke WTI-gerelateerde onderwerpen uit te diepen. Deze papers maken gebruik van aanvullende statistieken en indicatoren die in de meeste gevallen geen deel uitmaken van de WTI²-website. Het thema internationalisering en specialisatie betreft een “horizontaal thema”, dat wil zeggen een thema dat over de hele breedte van de WTI²-website relevant is. Het human capital pipeline thema is een “verticaal thema”, het gaat dieper in op een deelaspect. In het thematisch paper over internationalisering en specialisatie van het Nederlandse WTI-systeem (deel B in deze rapportage) gaan we na in hoeverre het Nederlandse WTI-systeem is geïnternationaliseerd en of er sprake is van een toenemende specialisatie in het wetenschapsdomein, het technologie- en innovatiedomein en het economische domein. Daarbij kijken we vooral hoe de ontwikkelingen in Nederland zich verhouden tot die in referentielanden. Ook gaan we na in hoeverre de ontwikkelingen in de drie domeinen zich juist parallel of juist meer autonoom ontwikkelen. In het tweede thematische paper over de human capital pipeline (deel C in deze rapportage) gaan we na hoe de voorraad bèta-opgeleiden op verschillende opleidingsniveaus zich nu en in de nabije toekomst ontwikkelt en wat dit betekent voor de aanbodzijde van de arbeidsmarkt voor bèta-opgeleiden. Beide thematische publicaties beogen nadrukkelijk de beleidsdiscussie te voeden en sluiten af met mogelijke beleidsimplicaties. De twee themapublicaties zijn in de Engelstalige publicatie verder uitgewerkt. Alle drie de delen van deze publicatie zijn zelfstandig leesbaar.







Deel A

Resumé WTI²

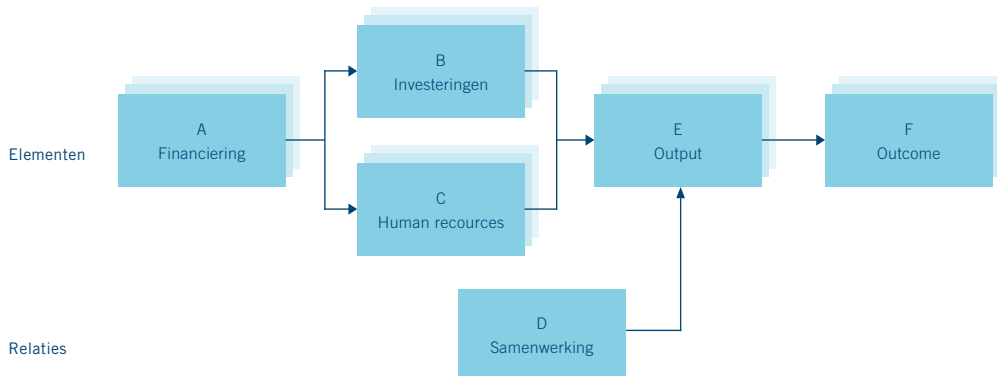
1. Inleiding

Als inleiding op het WTI² analytische rapport 2012 biedt deel A van deze rapportage een resumé van ontwikkelingen op het gebied van Wetenschap, Technologie en Innovatie (WTI) in Nederland.³ We hebben een selectie van indicatoren uit de WTI²-website gemaakt die tezamen een beeld geven van de positie van Nederland ten opzichte van referentielanden op enkele kern-indicatoren. Daarnaast zoomen we in een aantal gevallen nog in op een actor of deelthema waar we de aandacht op willen vestigen, maar waar geen internationaal vergelijkende indicatoren voor beschikbaar zijn. Uiteraard geldt dat elke selectie van indicatoren subjectief is. Niettemin hebben we ernaar gestreefd een zo objectief mogelijk beeld te schetsen van enkele ontwikkelingen in het Nederlandse WTI-systeem.

De WTI²-website en ook dit resumé hebben een logische structuur die is gebaseerd op de economische groeitheorie (zie o.a. Grossman et al., 1991 en Aghion et al., 1992). Kernidee is dat er, om kennis te kunnen produceren, eerst moet worden geïnvesteerd in onderzoek en mensen (C). We onderscheiden daarbij drie soorten actoren in het WTI-systeem: hoger onderwijsinstellingen (universiteiten, universitaire medische centra en hogescholen), publieke onderzoeksinstellingen en bedrijven. Voor investeringen dienen eerst middelen (financiering, A) ter beschikking te worden gesteld. Kennis, opgedaan in onderzoek, slaat zowel neer in publicaties (*codified knowledge*) als in mensen (*embodied knowledge*).⁴ Menselijk kapitaal (C) heeft dus een dubbele rol. Het is zowel een input (investering, B) als een output (geschoolde arbeidskrachten, E). De kwaliteit van de kennis die geproduceerd wordt – de wetenschappelijke output (E) – leidt tot een bepaalde internationale positionering van de actoren (hoger onderwijsinstellingen, onderzoeksinstellingen, bedrijven). Dit is de outcome (F) van de investeringen in het nationale WTI-systeem. Vanuit het resource-based perspectief bepaalt de kwaliteit van de elementen (nodes) in het WTI-systeem (financiering, investeringen, menselijk kapitaal) de kwaliteit van de output en de uiteindelijke outcome van het systeem. Er ontbreekt dan nog één element in het geheel, namelijk de relaties tussen de elementen. Dit wordt afgedekt door de samenwerking tussen de actoren (D). De samenhang tussen de elementen is in figuur 1 weergegeven.

³ Op de website www.wti2.nl is altijd de meest actuele stand van zaken te vinden.

⁴ 'Embodied knowledge' is onderdeel van C: Human resources. Codified knowledge (artikelen, publicaties, patenten) is de fysieke output van het systeem en is onderdeel van E: Output.

Figuur 1: Structuur van de WTI²-website en het beschrijvende rapport WTI²

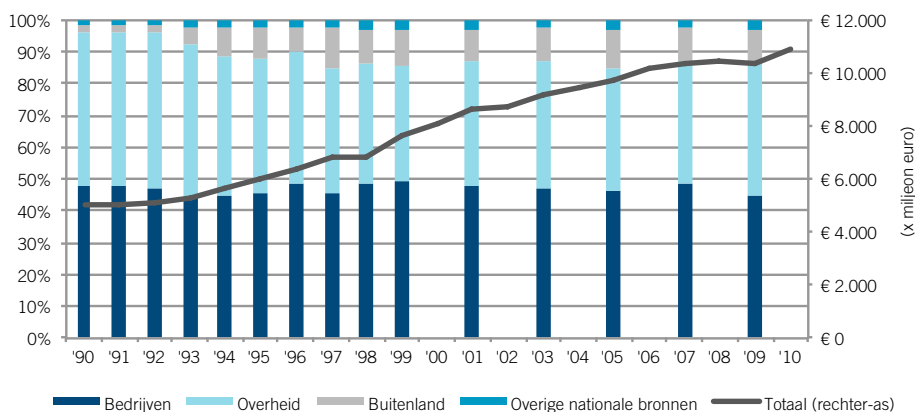
In de navolgende hoofdstukken komen deze zes elementen successievelijk aan de orde. In hoofdstuk 8 vatten we het beeld samen met een overzichtstabel en een samenvatting per element. De overzichtstabel laat waar mogelijk de positie van Nederland ten opzichte van de WTI²-set van referentielanden zien en zo mogelijk de score van een indicator in het voorgaande jaar. In dit afsluitende hoofdstuk formuleren we ook een aantal slotopmerkingen.

2. Financiering

Zoals nog zal blijken in hoofdstuk 3 blijft de R&D-intensiteit (totale aandeel R&D-investeringen in het BBP) en de groei van de R&D-intensiteit van Nederland al enige tijd achter bij die van de meeste referentielanden. Dit wordt in belangrijke mate veroorzaakt door de internationaal gezien relatief lage R&D-intensiteit van het gezamenlijke Nederlandse bedrijfsleven. Figuur 2 laat de totale R&D-uitgaven van Nederland naar financieringsbron voor de periode 1990-2009 zien.⁵ Die groeien weliswaar in absolute termen, maar relatief gezien is die toename in internationaal perspectief beperkt. De R&D-financiering uit het buitenland neemt sinds midden jaren '90 (met het op stoom komen van de Europese onderzoeksprogramma's) toe. Het aandeel R&D gefinancierd door het bedrijfsleven blijft min of meer constant en schommelt tussen de 44 en 49%.

⁵ Nota bene: indirecte maatregelen zoals belastingaftrek voor R&D-uitgaven zijn niet in deze uitgaven meegenomen. In Nederland gaat relatief veel overheidsgeld via deze indirecte maatregelen. Voor de WBSO alleen is al meer dan 1 miljard euro begroot (zie verderop in deze paragraaf).

Figuur 2: Verdeling totale R&D-uitgaven (x mln euro) van Nederland naar financieringsbron voor de periode 1990-2010



Bron: OESO = Gross domestic expenditure on R-D by sector of performance and source of funds (Units for Expenditure: Million National Currency, Sector of Performance: Total intramural). Bedrijven = Source of Funds: Business Enterprise, Overheid = Source of Funds: Direct government + Source of Funds: General university funds, Buitenland = Source of Funds: Funds from abroad, Overige = Source of Funds: Total (funding sector) minus bedrijven/overheid/univ.fondsen/buitenland.

Echter, financiering van R&D en feitelijke plaats van uitvoering van R&D kunnen verschillen. Een deel van de private R&D-financiering wordt besteed buiten bedrijven. Op een vergelijkbare manier wordt een deel van de publiek gefinancierde R&D uitgevoerd in bedrijven. Het Nederlandse bedrijfsleven besteedt ten opzichte van de andere landen relatief veel onderzoek uit aan de publieke sector.⁶ Alleen in China (14%) en Duitsland (12%) is het aandeel van private financiering in publiek onderzoek vergelijkbaar met dat in Nederland (14%). Het grootste deel van de private financiering gaat naar onderzoek dat binnen de institutensector wordt verricht.

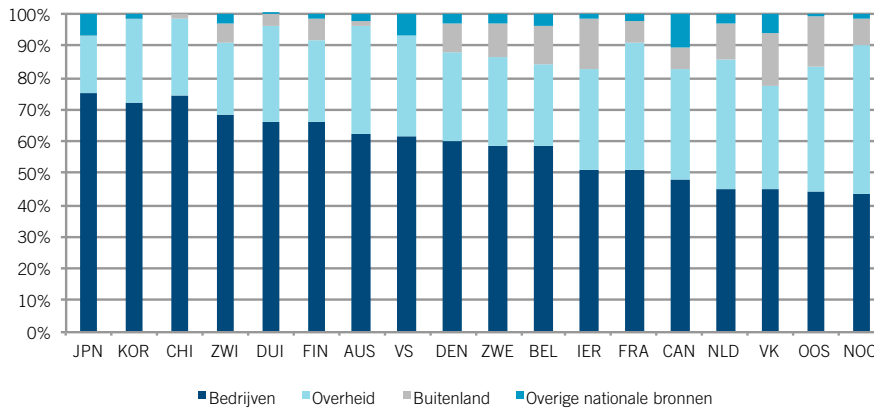
Over de gehele periode 2001-2009 blijft het aandeel door het buitenland gefinancierd onderzoek bij Nederlandse bedrijven boven het gemiddelde van de referentielanden. Klaarblijkelijk is het onderzoek dat bij Nederlandse bedrijven plaatsvindt van dusdanig niveau dat er bovengemiddeld veel geld uit het buitenland wordt aangetrokken.

Figuur 3 plaatst de R&D-financiering in internationaal perspectief. Nederland kent in vergelijking met de meerderheid van de referentielanden – samen met landen als Oostenrijk, het Verenigd Koninkrijk en Noorwegen – lage niveaus van privaat gefinancierde R&D en derhalve relatief gezien hoge aandelen publiek (of anderszins) gefinancierde R&D. In Nederland was in 2009 bijna 14% van de R&D-financiering afkomstig van financiering door het buitenland en overige nationale bronnen (overwegend Private Non-Profit fondsen, zoals in Nederland de collectebus-fondsen). Nederland neemt daarmee een 6^e positie in een groep van in totaal 18 landen.⁷

⁶ Figuur is hier niet apart weergegeven, zie <http://www.wti2.nl/financiering/nederlands-innovatiesysteem-2/aandeel-bedrijven>.

⁷ Bij het aandeel R&D-financiering uit het buitenland lijken twee factoren met name van belang te zijn: de grootte van het land (hoe groter het land hoe groter de binnenlandse markt hoe kleiner het aandeel buitenland) en de activiteiten van buitenlandse bedrijven op de binnenlandse markt (share of value added under control by foreign affiliates). Het aandeel is het hoogst voor kleine landen met een hoge mate van aanwezigheid van buitenlandse bedrijven. Overigens is de tweede factor aan grote schommelingen onderhevig. Eén grote overname kan een fikse doorwerking hebben op de cijfers. Op beide factoren wordt in het thematische deel B (Internationalisering) nader ingegaan.

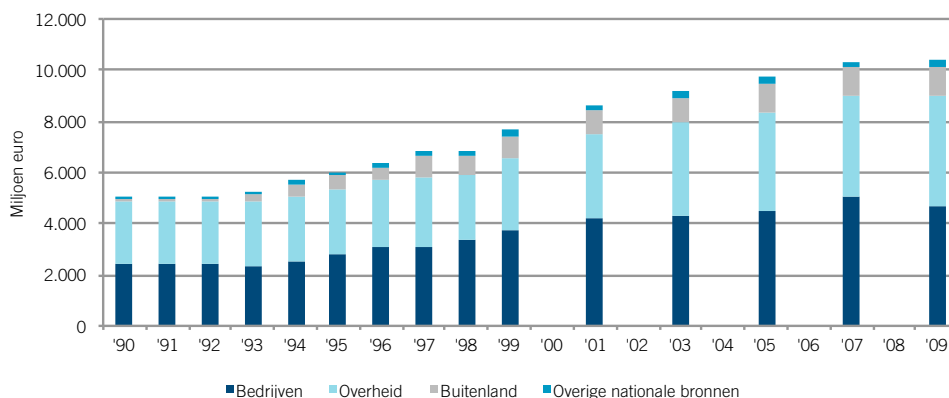
Figuur 3: Verdeling totale R&D-uitgaven naar financieringsbron, 2009



Bron: OESO = Main Science and Technology Indicators. Bedrijven = Percentage of GERD financed by Business Enterprise. Overheid = Percentage of GERD financed by Government. Overige nationale bronnen = Percentage of GERD financed by other national sources. Buitenland = Percentage of GERD financed by abroad.
 Opmerking: Referentiejaar is 2009, behalve voor Canada, Denemarken, Finland, Frankrijk, Korea, Oostenrijk, Verenigd Koninkrijk (2010), Australië en Zwitserland (2008).

Over de periode 1990-2009 is het relatieve belang van de financiering van R&D door het buitenland en overige nationale bronnen toegenomen, zoals Figuur 4 laat zien. Wat opvalt is dat vooral het buitenland (met name de EC) als financieringsbron in belang is toegenomen. Ten aanzien van het aandeel van de overheid moet opgemerkt worden dat de stimulering langs – indirecte- fiscale weg (zoals de WBSO) veel omvangrijker is dan de directe financiering, maar niet is meegerekend. Het gaat bij deze fiscale financiering strikt genomen niet om financiering in de vorm van bijvoorbeeld subsidies, maar om verminderde belastingafdrachten.

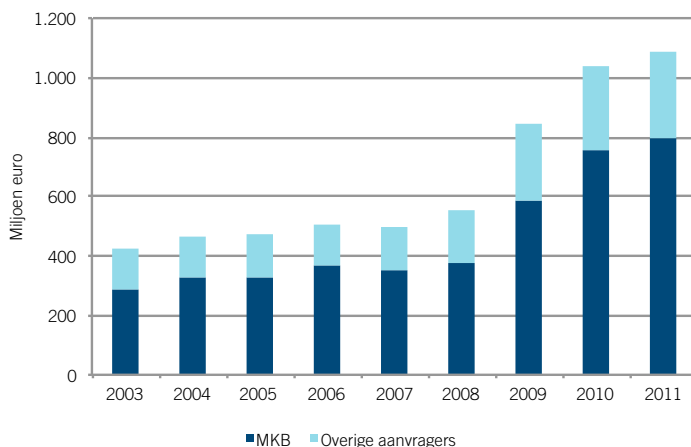
Figuur 4: Financieringsbron van de R&D-uitgaven in Nederland, 1990-2009



Bron: OESO = Gross domestic expenditure on R-D by sector of performance and source of funds (Units for Expenditure: Million National Currency, Sector of Performance: Business enterprise). Bedrijven = Source of Funds: Business Enterprise, Overheid = Source of Funds: Sub-total government, Buitenland = Source of Funds: Funds from abroad, Overige = Source of Funds: Total (funding sector) minus bedrijven/overheid/univ.fondsen/buitenland.
 Opmerking: Million National Currency (Euro For Euro Area).

Bij de publieke financiering van onderzoek bij Nederlandse bedrijven zien we de laatste jaren een duidelijke verschuiving van specifieke (sector- of industriegerichte) naar generieke (economie-brede) financiering. De sterke toename van de WBSO-financiering – in feite een vorm van indirecte financiering – speelt hier een belangrijke rol. Het niveau van toegekende WBSO lag jarenlang tussen de € 400 en € 500 miljoen, maar is sinds 2009 sterk gestegen, van € 850 miljoen tot € 1,1 miljard in 2011. Die toename is vrijwel geheel ten goede gekomen aan het MKB. Overigens gaat het bij de stijging van het budget in 2009 en 2010 om een tijdelijke verhoging.

Figuur 5: WBSO toegekende bedragen,⁸ 2003-2011



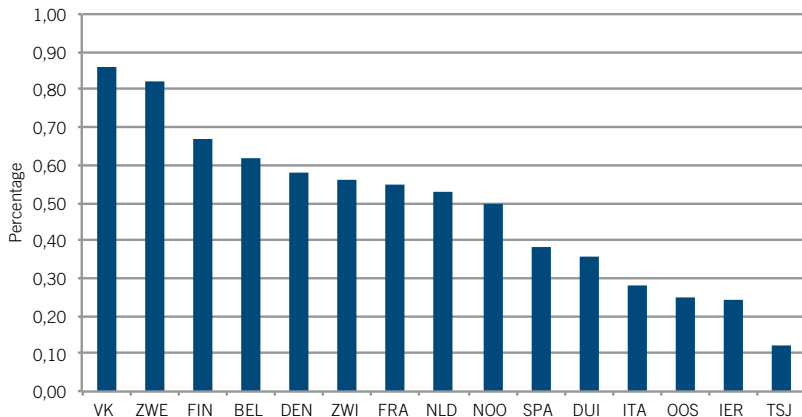
Bron: Agentschap NL.

Op het gebied van durfkapitaal (in termen van % BBP) – een vaak genoemde zwakte van het Nederlandse innovatiesysteem – scoort Nederland gemiddeld.⁹ Nederland neemt met 0,5% een bescheiden rol in de Europese middenmoot in. Het aandeel van 0,5% is al jaren redelijk constant terwijl het in de meeste andere landen daalt in de periode 2006-2009 – met Denemarken als uitzondering. Dat land is over het algemeen bezig aan een stevige inhaalslag (zie de scores van Denemarken op veel van de in dit resumé gepresenteerde indicatoren). Daar tegenover staat dat het aandeel van private financiering van onderzoek aan Deense HO-instellingen heel bescheiden is – veel lager dan het aandeel in Nederland.

⁸ Nota bene, de cijfers die in het figuur zijn genoemd zijn de toegekende bedragen zoals ze zijn vastgesteld in het budget in het Belastingplan. De feitelijke realisatie kan afwijken van het budget.

⁹ We hebben deze indicator opgenomen in het rapport omdat het argument al jaren wordt genoemd, en omdat er nu (eindelijk) internationaal vergelijkbare data beschikbaar is (afkomstig uit de Innovation Scoreboard).

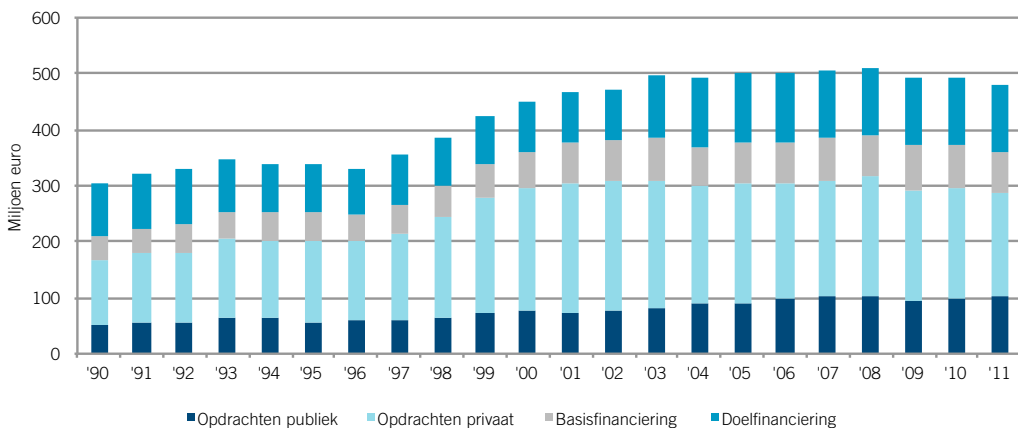
Figuur 6: Durfkapitaal als percentage van BBP in Europa, 2010¹⁰



Bron: Innovation Union Scoreboard 2011.

Kijken we meer specifiek naar de Nederlandse onderzoeksinstituten dan valt op dat bij de grote publieke onderzoeksinstituten TNO het volume van de financiering door het bedrijfsleven in de periode 2008-2011 juist constant is afgenomen. Bij de GTI's is er na 2009 een lichte daling waarneembaar.¹¹ We zien hier dus een verschuiving van de onderzoeksfinanciering van bedrijven van publieke kennisinstellingen naar universiteiten (waar de derde geldstroom de afgelopen jaren gestaag is toegenomen).¹²

Figuur 7: Omzet TNO, 1990-2011



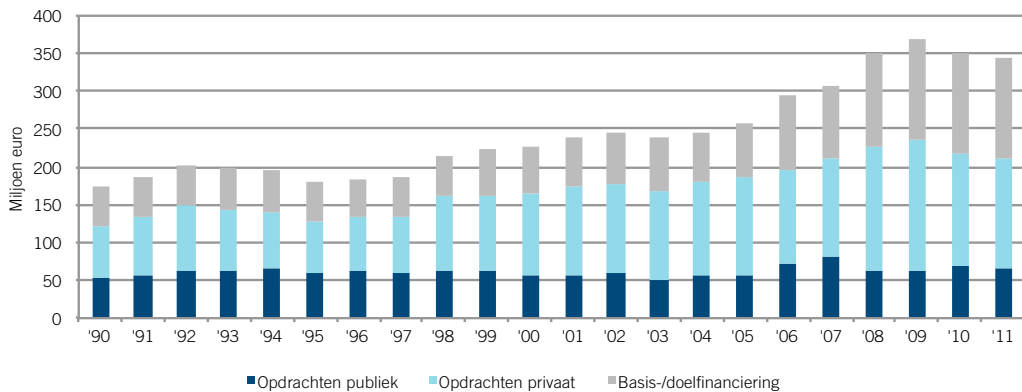
Bron: Jaarverslagen en opgave OCW.

¹⁰ Om een eerlijke vergelijking tussen de landen te kunnen maken is het percentage gecorrigeerd voor de grootte van de nationale economie (BBP). We hebben verder gebruik gemaakt van skewed en square root transformaties om de genormaliseerde waarden te kunnen berekenen.

¹¹ De Technologische Topinstituten (TTI's) zijn niet opgenomen in deze cijfers omdat daar geen data voor beschikbaar is. Het zou dus kunnen zijn dat de TTI's ook van deze verschuiving hebben geprofiteerd.

¹² Nota bene, doel- of basisfinanciering vanuit het buitenland (ESF, Kaderprogramma, ERC) wordt als derde geldstroom gedefinieerd en niet als tweede geldstroom (terwijl het dat welbeschouwd naar aard van de financiering wel is).

Figuur 8: Omzet GTI's, 1990-2011



Bron: Jaarverslagen en opgave OCW.

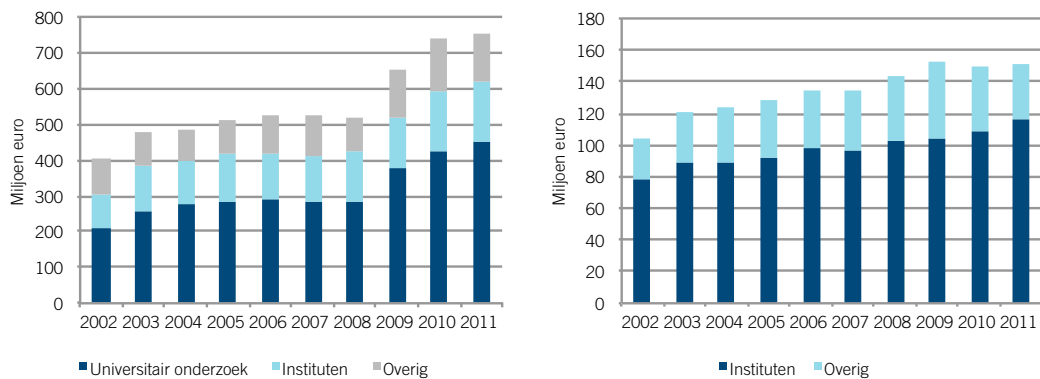
Opmerkingen:

- Bij NLR ontbreken de uitgesplitste gegevens van publieke of private opdrachten. Voor NLR zijn daarom de gemiddelde verhoudingen genomen van ECN, MARIN en Deltares.
- Voor de periode 1990-2008 zijn de omzetcijfers van het Waterloopkundig Laboratorium en GeoDelft meegenomen. Bij GeoDelft was in de opsplitsing van de omzet nog een categorie "overige" meegenomen, maar deze (beperkte) cijfers zijn in deze opsplitsing niet meegenomen.

Bij de tweede geldstroomfinanciering zien we bij NWO dat de financiering van universitair onderzoek in 2009 in absolute termen een duidelijke sprong heeft gemaakt. In relatieve termen blijven de verhoudingen nadien min of meer gelijk. De stijging in 2009 kan grotendeels worden verklaard door een budgettaire verhoging van de Vernieuwingsimpuls (van 90 miljoen naar 170 miljoen euro). Overigens is er daarbij sprake van een overheveling van geld. Vóór de instelling van de regeling gingen deze budgetten rechtstreeks naar de ontvangers (de universiteiten).

Bij KNAW zien we sinds 2009 een trend in de afname van het aandeel overige uitgaven – en daarmee een toename van de financiering van activiteiten van de eigen instituten van de KNAW, waaronder onderzoek en andersoortige activiteiten (zoals collectievorming).

Figuur 9: Besteding NWO (links) en KNAW (rechts) middelen, 2002-2011



Bron: Jaarverslagen en opgave OCW.

Opmerkingen:

- NWO › Jaren voor 2009 afgerond op duizendtallen.
- KNAW › Voor de Fryske Akademy en het Roosevelt Study Center is alleen de KNAW subsidie meegeteld.

Samenvattend: Het aandeel in de totale R&D-financiering door de overheid is over het laatste decennium (2001-2009) min of meer constant gebleven (rond de 40%). Het aandeel R&D-financiering uit het buitenland neemt sinds midden jaren '90 wel toe. Het gros hiervan is afkomstig van de EC. Hoewel de overall R&D-intensiteit van bedrijven in Nederland relatief laag is, is het opmerkelijk dat bij een internationale vergelijking Nederlandse bedrijven veel publieke R&D in Nederland financieren.¹³ Het aandeel door het buitenland gefinancierd onderzoek bij Nederlandse bedrijven is gezien over langere tijdsperiode relatief steeds belangrijker geworden. De beschikbaarheid van durfkapitaal is in internationaal perspectief gemiddeld. Opmerkelijk is verder dat het aandeel door bedrijven gefinancierd onderzoek bij TNO sinds 2001 terugloopt. De publieke financiering van R&D bij bedrijven heeft – door de toename van het belang van WBSO-financiering – steeds meer een generiek dan een specifiek karakter.

3. Investerings

De laatste 15 jaar hebben zich wereldwijd enorme verschuivingen voorgedaan.¹⁴ Het totale volume aan R&D-investeringen is tussen 1996 (\$522 miljard) en 2009 (\$1,3 biljoen) meer dan verdubbeld en het totaal aantal wetenschappers is gestegen van 4 naar 6 miljoen (National Science Board, 2012). Deze verschuiving komt grotendeels op het conto van Aziatische landen.¹⁵ Los van deze verschuivingen in termen van volume blijven bij de vergelijking tussen landen een aantal variabelen opvallend constant. Voor Nederland geldt bijvoorbeeld dat het aandeel van R&D-investeringen door bedrijven laag is. Binnen dit aandeel is dan weer een relatief groot deel van de investeringen afkomstig uit het buitenland. Dit patroon is typisch voor het Nederlandse innovatiesysteem. De reden dat deze patronen over langere tijd zo constant blijven is dat institutionele veranderingen relatief langzaam gaan. Zo wordt het lage aandeel van R&D-investeringen veroorzaakt door de sterk afwijkende industriële sector van Nederland – die een lage R&D-intensiteit kent. Als daarvoor zou worden gecorrigeerd, zou Nederland van plaats 13 (van de 19) naar plaats 2 stijgen in de set van referentielanden.

Box 1: Sectorstructuur en R&D-intensiteit

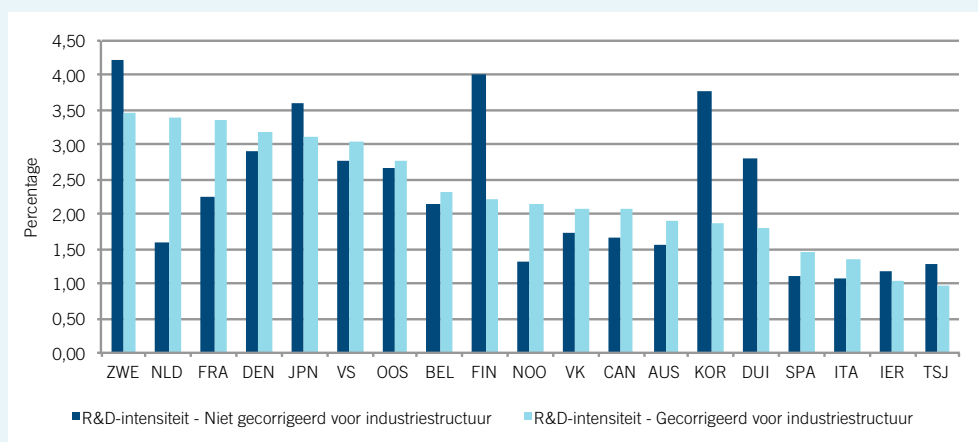
De manier waarop een nationale economie is gestructureerd – de mate waarin bepaalde sectoren zijn over- of ondervertegenwoordigd – heeft een zeer sterk effect op de R&D-intensiteit van een land. Als een land is gespecialiseerd in R&D-intensieve sectoren scoort het land hoog op R&D-intensiteit (dit geldt bijvoorbeeld voor Zweden en met name voor Finland en Zuid-Korea). Het omgekeerde geldt in extreme mate voor Nederland. Als wordt gecorrigeerd voor de sectorstructuur – dat wil zeggen als wordt gekeken hoe R&D-intensief een bepaalde sector in een land is ten opzichte van een vergelijkbare sector in een ander land – neemt de R&D-intensiteit van Nederland met meer dan een factor 2 toe en stijgt ons land met stip van plaats 13 (van 19) naar plaats 2.¹⁶

¹³ Een voor de hand liggende verklaring hiervoor is dat bedrijven hun eigen fundamentele onderzoek afbouwen en in plaats daarvan dit onderzoek uitbesteden aan kennisinstellingen en met name universiteiten. Een ontwikkeling die overigens niet tot Nederland beperkt is.

¹⁴ We diepen deze kwestie verder uit in het thematisch paper over internationalisatie in deel B van dit rapport.

¹⁵ Alleen al de R&D-uitgaven voor China groeide over periode 1997-2007 met gemiddeld 22%, in 2008-2009 met 28% en in 2010 (ondanks de crisis) weer met 22% per jaar.

Figuur 10: R&D-intensiteit van bedrijven (uitgedrukt als percentage van het BBP), gecorrigeerd versus niet-gecorrigeerd voor industriestructuur



Bron: OECD gebaseerd op de Structural Analysis (STAN) en ANBERD Databases, Juli 2011; OECD, Main Science and Technology Indicators Database. Bewerking Dialogic.

Opmerkingen:

- The structure-adjusted indicator of R&D intensity is a weighted average of the R&D intensities of a country's industrial sectors, using the OECD industrial structure – sector value added shares in 2007 – as weights instead of a country's actual shares (which are used in the calculation of the unadjusted measure of BERD intensity).
- BERD data are from 2009 for the Czech Republic, Estonia and Italy. 2007 for Austria, Belgium, Finland, France, Germany, Greece, Mexico, Norway, Sweden, the United Kingdom and the United States. 2006 for Denmark, the Netherlands and Poland. 2005 for Australia, Canada, Iceland and Ireland.
- R&D series are presented as a percentage of value added in industry estimated as the value added in all activities excluding "Real estate activities" (ISIC Rev. 3 70), "Public administrations and defence" (ISIC Rev. 3 75), "Education" (ISIC Rev. 3 80), "Health and social work" (ISIC Rev. 3 85) and "Private households with employed persons" (ISIC Rev. 3 95).

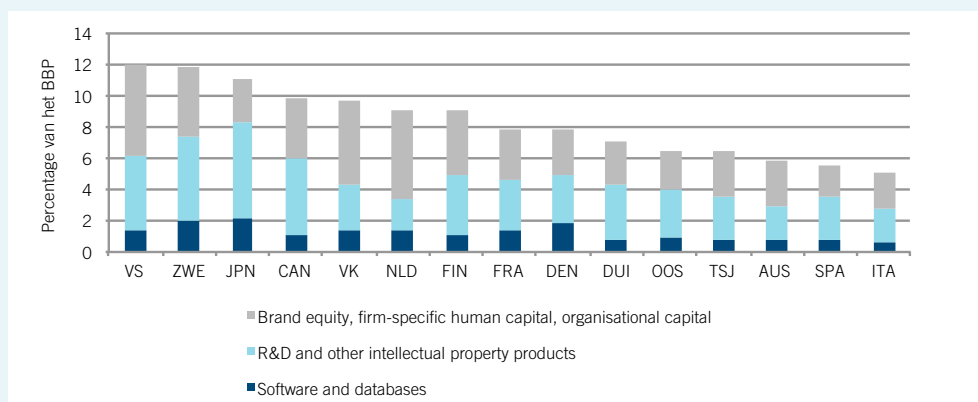
Met andere woorden, in de Nederlandse economie zijn R&D-extensieve sectoren weliswaar oververtegenwoordigd maar deze sectoren investeren wel relatief gezien veel in R&D.¹⁷

¹⁶ Of je voor het berekenen van de R&D-intensiteit van een land wel of niet moet corrigeren voor de sectorstructuur is al een wat oudere discussie – in Nederland onder andere gevoerd tussen Snijders enerzijds en Verspagen & Hollanders anderzijds (zie o.a. Snijders (1998a), Verspagen et al. (1998) en Snijders (1998b)). Volgen we Verspagen en Hollanders dan zouden we kunnen beweren dat tenminste een deel van de achterstand in R&D-intensiteit van bedrijven (ongecorrigeerd) te wijten is aan een specialisatie op meer R&D-extensieve sectoren (structuur-effect), maar dat daarnaast nog altijd een intrinsiek effect overblijft. In 1994 waren beide effecten in gelijke mate aanwezig. Deze analyse is niet herhaald met recentere cijfers, maar er is geen reden om aan te nemen waarom beide effecten niet meer zouden bestaan. Belangrijker is wellicht de constatering van Verspagen en Hollanders dat "sectorstructuur een endogene grootheid" is, met andere woorden het feit dat Nederland beter is vertegenwoordigd in R&D-extensieve en ondervertegenwoordigd is in R&D-intensieve sectoren is een gevolg van het feit dat Nederland kennelijk onvoldoende technologische concurrerend is in de R&D-intensieve sectoren. Indien we Snijders zouden volgen zouden we kunnen beweren dat, gegeven de sectorstructuur van Nederland, Nederlandse bedrijven op of boven niveau (ten opzichte van hun peers in sectoren) presteren. De discussie over de sectorspecialisatie van landen waarschuwt voor een te eendimensionale interpretatie van bedrijfs-R&D indicatoren tussen landen.

¹⁷ Overigens is deze ontwikkeling niet typisch iets voor Nederland maar doet ze zich, volgens het meest recente Competitiveness Report van de EC op brede schaal in de EU voor: "overall the EU is showing a structural change towards higher knowledge-intensity in the existing sectors, but with a smaller size of these sectors in the total value-added of the economy. The structural change towards higher knowledge intensity within sectors in the EU has not been sufficient in itself to raise the knowledge intensity of the economy." Bron: Competitiveness Report, 2011 (p.376).

Naast de verschillen in sectorstructuur zijn er ook nog grote onderlinge verschillen tussen landen in aanverwante investeringen in immateriële activa. Dit zijn investeringen in factoren die nodig zijn om tot innovatie te komen – *intangibles* zoals software en intellectueel eigendom, en *intellectual capital* zoals *human en organisational capital* – die normaliter niet in de R&D-statistieken worden meegenomen. Let wel, het gaat hier om grote investeringen in de orde grootte van 5 tot 10% van het BBP (OECDIEU KLEMS, STI Scoreboard 2011). Het maakt dus nogal uit of deze immateriële investeringen in de internationale vergelijking worden meegenomen of niet. Nederland heeft relatief hoge investeringen in immateriële activa, in het bijzonder in *intellectual capital* (zie Figuur 11).

Figuur 11: Investeringsen in immateriële activa als percentage van het BBP, 2006



Bron: OECD. Bewerking Dialogic.

Opmerkingen:

- OECD, data over immateriële activa zijn gebaseerd op COINVEST [www.coinvest.org.uk] en nationale schattingen door onderzoekers.
- Als basis voor de hier gebruikte classificatie is de paper van Corrado, Hulten en Sichel (2006) genomen. Zij onderscheiden drie hoofd categorieën van immateriële vaste activa, te weten: a) computerized information (such as software and databases); b) innovative property (such as scientific and non-scientific R&D, copyrights, designs, trademarks) en; c) economic competencies (including brand equity, firm specific human capital, networks of people and institutions, the organizational know how that increases enterprise efficiency, and aspects of advertising and marketing)

Het verschil in sectorstructuur relativeert de verschillen in de uitgangspositie. Dat neemt niet weg dat de R&D-intensiteit van het Nederlandse bedrijfsleven – ondanks de lage uitgangspositie – in de periode 2003-2010 is afgenomen terwijl de intensiteit gemiddeld genomen voor de referentielanden is gestegen.¹⁸ In de referentielanden Australië, Denemarken, Finland, en Oostenrijk is er sprake van een duidelijke stijging, in de Aziatische landen China en met name Zuid-Korea is er zelfs sprake van een zeer sterke stijging. Alleen in Canada en Zweden is de daling sterker dan in Nederland. In de onderstaande figuren is deze ontwikkeling grafisch weergegeven, eerst

¹⁸ De meest recente cijfers van Eurostat laten wel een positief beeld zien voor Nederland. Na een terugval in 2009 naar 4,9 miljard euro is BERD in 2010 met 5,2 miljard euro weer terug op het niveau van 2008. In de voorlopige cijfers voor 2011 is er sprake van een spectaculaire stijging van 23% tot 6,4 miljard euro. Er is momenteel geen verklaring voor deze plotselinge stijging voor handen. Er wordt nadrukkelijk vermeld dat het hier om voorlopige cijfers gaat. Dat neemt niet weg dat de stijging in Nederland veel sterker is dan in de meeste andere referentielanden (waar de groei 5 à 10% bedraagt). Bron: Eurostat (2012), Business enterprise R&D expenditure (BERD) by economic activity (NACE Rev. 2) [rd_e_berdindr2]

voor het deel R&D-uitgaven door de private sector (Figuur 12), vervolgens voor de totale R&D-uitgaven van een land (Figuur 13). Op de y-as staat steeds de R&D-intensiteit in 2010. Dat is de verhouding tussen het totaal van R&D-uitgaven (private R&D-uitgaven in Figuur 12 en totale R&D-uitgaven in Figuur 13) en het BBP. Op de x-as staat de verandering in R&D-intensiteit voor 2010 ten opzichte van vijf jaar daarvoor. Een stijging van de intensiteit kan dus ook veroorzaakt worden door een relatieve afname van het BBP – of omgekeerd.¹⁹ Omdat de ontwikkeling van het BBP van jaar tot jaar soms aanzienlijk kan verschillen, is hier als basis het gemiddelde van een aantal jaren (2003-2005) genomen, niet één jaar omdat dat teveel een tijdsopname zou zijn.

Figuur 12: R&D-intensiteit van de private sector in 2010 (R&D t.o.v. BBP) en veranderingen van deze R&D-intensiteit in 2010 ten opzichte van 2003-2005



Bron: OESO. Bewerking Dialogic.

Opmerkingen:

- OESO>Main Science and Technology Indicators. R&D-intensiteit = BERD as a percentage of GDP (2010), Groei reële R&D uitgaven = BERD as a percentage of GDP (jaarlijkse groei 2010 t.o.v. gemiddelde 2003-2005 [=5 jaar]).
- Referentiejaar is 2010, behalve voor Australië en Zwitserland (2008) (jaarlijkse groei 2008 t.o.v. gemiddelde 2003-2005 [=3 jaar]), Verenigde Staten, China, Japan, en het OESO gemiddelde (2009) (jaarlijkse groei 2009 t.o.v. gemiddelde 2003-2005 [=4 jaar]).
- De stippellijnen geven het gemiddelde van de opgenomen landen weer.
- De blauwe bol geeft de huidige positie (2010) weer, het grijze blokje de uitgangspositie (2003-2005). De lengte van de lijn geeft dan de omvang van de groei. Nederland en het OESO-gemiddeld hebben resp. een lichtblauw en wit bolletje.
- GEM geeft het OESO-gemiddelde weer.

¹⁹ Zo zijn de R&D-uitgaven in Nederland van 4,8 miljard euro in 2003 toegenomen tot 5,2 miljard euro in 2010 maar is de R&D-intensiteit met 2,7% gedaald omdat het volume van het BBP in de periode 2003-2010 sneller is gegroeid dan het volume van de R&D-investeringen door de private sector.

Over de langere termijn blijft ook de verhouding in R&D-investeringen tussen de drie typen actoren in het nationale innovatiesysteem – bedrijven, publieke onderzoeksinstituten en hoger onderwijsinstellingen – redelijk constant. Het bedrijfsleven is en blijft de grootste investeerder maar er is wel een verschuiving gaande naar hoger onderwijsinstellingen. In het laatste jaar (2010) nemen de investeringen van bedrijven voor het eerst sinds 2007 in absolute termen wel weer licht toe en stijgt ook het relatieve aandeel weer licht (ten koste van onderzoeksinstituten).²⁰ 2010 was echter sowieso een goed jaar want na jaren van hele lage of zelfs negatieve groei zijn de totale investeringen toegenomen met 3,5%.²¹ Daarmee is de groei weer op het peil van de periode 2003-2006. Opvallend is wel de daling van het aandeel van de grote bedrijven vanaf 2008.

Tabel 1: Verhouding van R&D-uitgaven naar (sub)sector in Nederland, 2002-2010

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Bedrijven	51,9%	52,5%	53,5%	52,9%	53,9%	53,1%	50,1%	47,1%	47,9%
a. grote bedrijven (250+)	72,4%	71,9%	73,1%	72,9%	74,2%	77,5%	76,2%	72,3%	68,3%
b. middelgroot (50-249)	18,3%	20,2%	18,4%	18,1%	18,1%	15,6%	16,4%	19,3%	21,3%
c. kleine bedrijven (10-49)	9,3%	7,9%	8,5%	9,0%	7,7%	6,9%	7,4%	8,4%	10,4%
Instellingen	13,3%	13,3%	13,2%	12,4%	12,4%	12,2%	12,0%	12,7%	11,7%
Hoger onderwijsinstellingen	34,8%	34,2%	33,2%	34,7%	33,8%	34,7%	37,9%	40,2%	40,4%

Bron: CBS StatLine. Bewerking Dialogic.

Opmerking: Som Bedrijven, Instellingen en Hoger onderwijsinstellingen = 100%, som Grote bedrijven, Middelgroot en Kleine bedrijven = 100%.

In internationaal perspectief blijft Nederland in termen van het totale aandeel R&D-investeringen in het BBP ver onder het gemiddelde. Ook de groei blijft achter bij de gemiddelde groei. Dit wordt vooral veroorzaakt door de internationaal gezien relatief lage bijdrage van bedrijven aan de landelijke R&D-uitgaven.²² De bijdrage van HO-instellingen²³ en publieke onderzoeksinstituten²⁴ ligt boven het internationale gemiddelde, maar zijn niet groot genoeg om de afname in het totaal te compenseren.

²⁰ Van 4.900 naar 5.218 miljoen euro. Op het niveau van individuele bedrijven zien we eenzelfde beeld. Bij vier van de vijf grootste R&D-investeerders (Philips, ASML, Shell, DSM) stijgen de investeringen in 2011. Alleen bij NXP dalen ze. Over de langere termijn blijven de investeringen van de grootste R&D-investeerders echter gelijk of nemen ze af, bijvoorbeeld bij Philips (herstructurering en herpositionering) en AkzoNobel (verkoop Organon). Tegelijkertijd groeien de R&D-uitgaven die de top 10 bedrijven in het buitenland doen, sterker dan die in Nederland (Van der Zee et al., 2012). Minstens de helft van de R&D uitgaven (met uitzondering van ASML en Océ) vindt inmiddels plaats in het buitenland (ibid.). Buiten deze grote bedrijven (MKB) nemen de R&D-investeringen in absolute en relatieve zin af.

²¹ In voetnoot 18 leggen we uit dat de voorlopige cijfers van Eurostat laten zien dat de stijging in Nederlandse R&D-uitgaven zich in 2011 heeft voortgezet.

²² <http://wti2.nl/investeringen/r-d/bedrijven-geaggregeerd>

²³ <http://wti2.nl/investeringen/r-d/hoger-onderwijs-2>

²⁴ <http://wti2.nl/investeringen/r-d/publieke-onderzoeksinstel>

Figuur 13: R&D-intensiteit van Nederland in 2010 (R&D t.o.v. BBP) en veranderingen van deze R&D-intensiteit in 2010 ten opzichte van 2003-2005



Bron: OESO. Bewerking Dialogic.

Opmerkingen:

- OESO>Main Science and Technology Indicators. R&D-intensiteit = GERD as a percentage of GDP (2010), Groei reële R&D-uitgaven = GERD as a percentage of GDP (jaarlijkse groei 2010 t.o.v. gemiddelde 2003-2005 [=5 jaar]).
- Referentiejaar is 2010, behalve voor Australië en Zwitserland (2008) (jaarlijkse groei 2008 t.o.v. gemiddelde 2003-2005 [=3 jaar]) en Verenigde Staten, China, Japan, OESO gemiddelde (2009) (jaarlijkse groei 2009 t.o.v. gemiddelde 2003-2005 [=4 jaar]).
- De stippellijnen geven het gemiddelde van de opgenomen landen weer.
- De blauwe bol geeft de huidige positie weer, het grijze blokje de uitgangspositie. De lengte van de lijn geeft dan de sterkte van de groei. Nederland en het OESO-gemiddeld hebben resp. een lichtblauw en wit bolletjes.
- GEM geeft het OESO-gemiddelde weer.

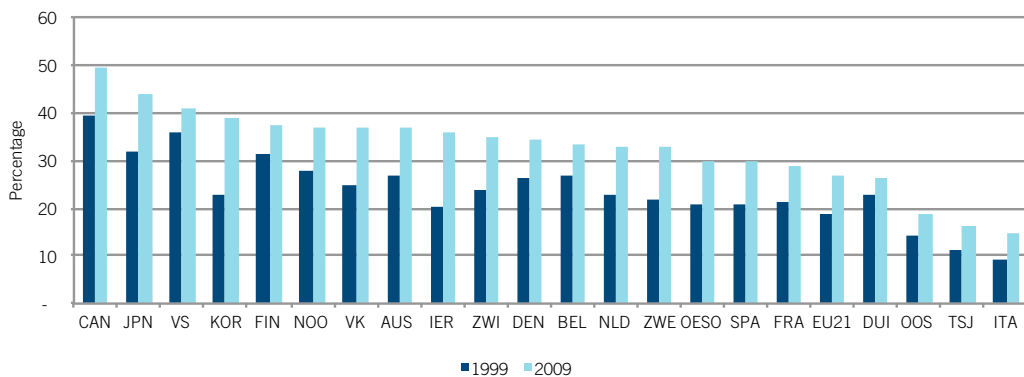
Samenvattend: Bij het opmaken van de balans ten aanzien van R&D-intensiteit zien we het patroon dat de toch al grote R&D-investeringen van HO-instellingen zijn geïntensiveerd. Tegelijkertijd kan worden geconstateerd dat de groei van R&D-investeringen door en de R&D-intensiteit van bedrijven in Nederland voor de periode 2002-2010 in vergelijking met de referentielanden achterblijven. Voorlopige cijfers van Eurostat over 2011 lijken te wijzen op een mogelijke spectaculaire inhaalslag.

4. Human Capital

Een kennissamenleving zal, om kennis te kunnen produceren en benutten, over een breed front moeten investeren in mensen en middelen. In alle ontwikkelde landen en niet in de laatste plaats in de zich snel ontwikkelende landen is de afgelopen decennia geïnvesteerd in menselijk kapitaal. Naast het opleidingsniveau van de beroepsbevolking in algemene zin²⁵ kijken we in deze paragraaf vooral naar enkele indicatoren die meer specifiek inzicht bieden in het menselijk kapitaal in het Nederlandse wetenschaps- en innovatiesysteem.

Het gemiddelde opleidingsniveau van de (potentiële) beroepsbevolking is over de hele linie over een periode van 13 jaar fors toegenomen, zeker als we bedenken dat de stijging in meerderheid wordt verklaard door de ‘jonge’ cohorten die gemiddeld (veel) hoger zijn opgeleid dan de ‘oude’ cohorten die geleidelijk geen deel meer uitmaken van de (potentiële) beroepsbevolking. In 2009 was 33% van de Nederlandse beroepsbevolking hoger opgeleid, tegen 24% in 1999. Daarmee ligt Nederland nog boven het OECD (30%) en EU-21 gemiddelde (27%). De gemiddelde groei in Nederland is ook relatief groot in vergelijking met een aantal andere Europese landen. Dit hangt mogelijk samen met het binnen Europa enigszins afwijkend demografisch profiel van Nederland – lange tijd een relatief jonge bevolking – waardoor de toestroom naar het hoger onderwijs groter was dan in andere landen. Opmerkelijk zijn de prestaties van landen als Korea en Ierland die het opleidingsniveau van hun beroepsbevolking relatief heel snel op een hoger plan hebben gebracht. Wat verder opvalt is de relatief geringe groei in opleidingsniveau in de Verenigde Staten en Duitsland. Figuur 14 geeft de ontwikkeling weer sinds 1999 van het aandeel in de (potentiële) beroepsbevolking met een hogere onderwijsopleiding van Nederland, OECD, EU-21²⁶ en een aantal geselecteerde landen (VS, Ierland, UK, Duitsland, Korea).

Figuur 14: Trends in aandeel van de (potentiële) beroepsbevolking met een hogere onderwijsopleiding voor 1999 en 2009.²⁷



Bron: OESO > Trends in educational attainment: 25-64 year-olds (1999-2009).

²⁵ Deze cijfers zijn afkomstig uit OECD (2011). Dit is een rijke bron van indicatoren die veel inzicht biedt in niet alleen opleidingsniveaus, maar ruimer de werking en prestaties van nationale onderwijssystemen.

²⁶ België, Denemarken, Duitsland, Estland, Finland, Frankrijk, Griekenland, Hongarije, Ierland, Italië, Luxemburg, Nederland, Oostenrijk, Polen, Portugal, Slovenië, Slowakije, Spanje, Tsjechië, het Verenigd Koninkrijk en Zweden

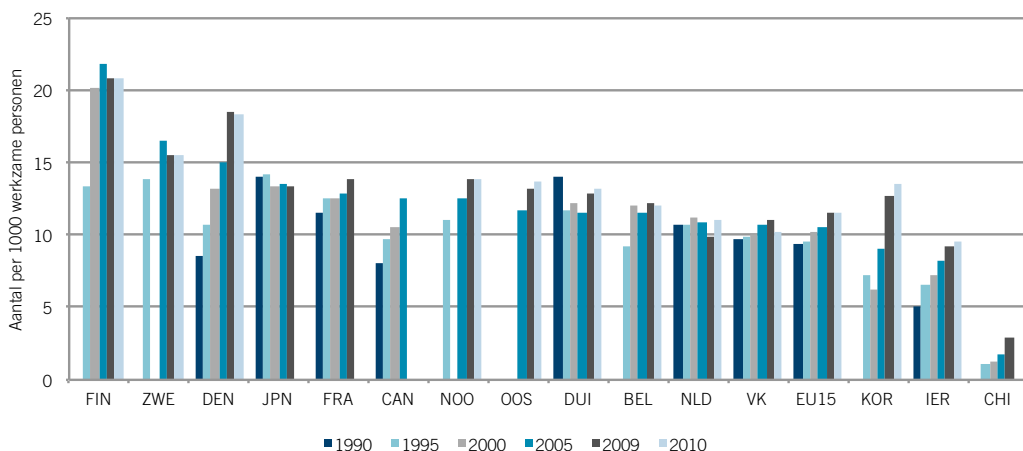
²⁷ EU21 zijn alle landen die EU-lidstaten vóór de toetreding van de 10 kandidaatlanden op 1 mei 2004, plus de vier Oost-Europese OECD-landen (Tsjechië, Hongarije, Polen en Slowakije). Bron: <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=7020>

Zoomen we vervolgens in op een specifieke segment binnen de beroepsbevolking dat als cruciaal wordt gezien voor de ontwikkeling van het wetenschaps- en innovatiesysteem, te weten het aandeel R&D-personeel in de beroepsbevolking, dan vinden we Nederland terug aan de staart van het peloton. In termen van het aandeel R&D-personeel in de beroepsbevolking (zie Figuur 15) is dit aandeel in 2010 ten opzichte van 2009 toegenomen van bijna 10 promille naar 11 promille, maar dit levert per saldo geen verbetering op van de positie ten opzichte van de referentielanden. Dit lage percentage hangt uiteraard direct samen met de ondervertegenwoordiging van R&D-intensieve sectoren in de Nederlandse economie en de daarmee samenhangende lagere R&D-uitgaven in de sector bedrijven (zie tekstbox 1).

Kijken we naar geselecteerde jaren vanaf 1990 dan zien we dat het aandeel in Nederland inderdaad stabiel is. In tegenspraak tot de veronderstelde statische aard van deze variabele neemt het aandeel in alle andere landen echter wel toe, en in het geval van de Scandinavische landen (vooral Finland en Denemarken), Korea en Oostenrijk zelf fors. Daarmee is overigens nog niets gezegd over de effectiviteit en efficiëntie waarmee de R&D-personeel in Nederland bijdraagt aan de prestaties van het wetenschaps- en innovatiesysteem.

Figuur 16 geeft een uitvergroting voor Nederland voor de periode 2002-2010 en laat zien waar het R&D personeel in Nederland werkzaam is. Het aantal R&D-medewerkers bij hoger onderwijsinstellingen loopt over deze periode licht op, dat van onderzoeksinstellingen licht terug en dat van bedrijven fluctueert iets sterker. Gemiddeld genomen is iets meer dan de helft van de R&D-medewerkers werkzaam in bedrijven. Opmerkelijk is eerst de behoorlijke afname in 2009 ten opzichte van 2008 en vervolgens de sterke toename in 2010 ten opzichte van 2009 van het aantal R&D-medewerkers in bedrijven.²⁸

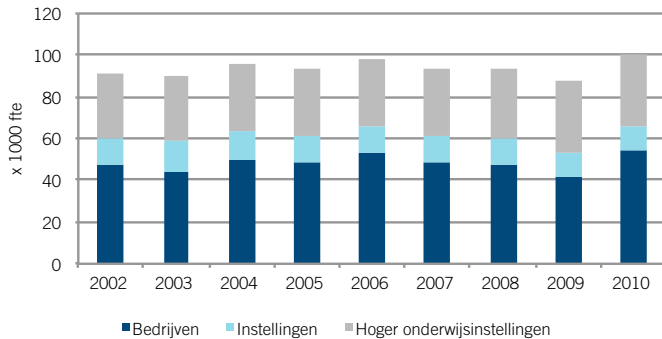
Figuur 15: Aandeel van R&D-personeel in de beroepsbevolking voor Nederland en referentielanden voor geselecteerde jaren 1990-2010, gesorteerd op aandeel in 2005



Bron: OESO > Main Science & Technology Indicators: Total R&D personnel per thousand labour force.

²⁸ Debet hieraan is waarschijnlijk de instelling van de Kenniswerkersregeling in het voorjaar van 2009. Dit is een eenmalig initiatief waardoor in totaal circa 2000 kenniswerkers (waarvan rond de 200 jonge onderzoekers) tijdelijk bij HO-instellingen en TNO zijn gedetacheerd.

Figuur 16: Ontwikkeling R&D-personeel in hoger onderwijsinstellingen, onderzoeksinstellingen en bedrijven in Nederland, 2002-2010

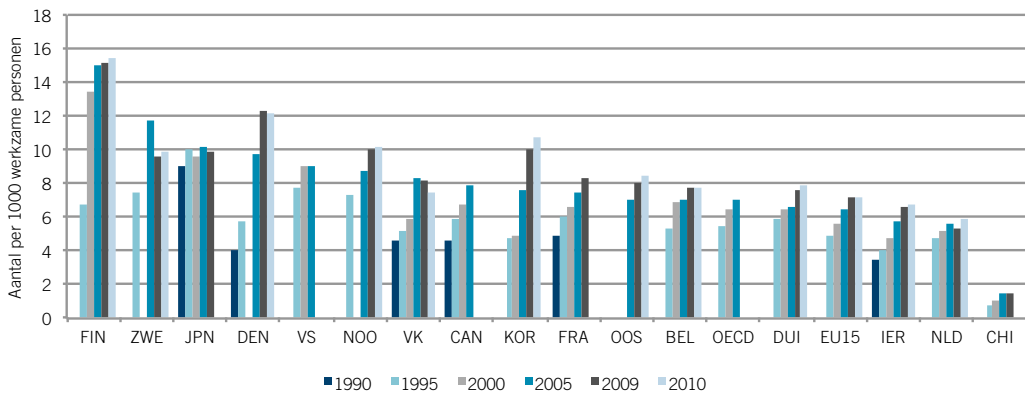


Bron: CBS StatLine.

Opmerking: De grafiek bevat gegevens over de activiteiten op het gebied van research en development (R&D) van bedrijven met 10 of meer werkzame personen, instellingen en Hoger onderwijsinstellingen, uitgevoerd met eigen personeel in Nederland. Uitbestede R&D is hierin niet meegenomen.

Een vergelijkbaar beeld ontstaat als we kijken naar een verwante indicator, namelijk het aandeel van de onderzoekers in de beroepsbevolking. Deze indicator die uitgaat van opleiding en functie (en niet van de feitelijke activiteit van de medewerker) toont dat het aandeel onderzoekers in Nederland internationaal gezien laag is. Het nam toe van 5,3 promille in 2009 naar 5,9 promille in 2010. Daarmee scoort Nederland in 2009 laag en in 2010 zelfs de laatste plaats ten opzichte van de referentielanden waarvoor cijfers bekend zijn. Zelfs als we rekening houden met een noemereffect – de beroepsbevolking groeit relatief hard – is dit een observatie die tot nadenken stemt. Kan de Nederlandse kennissamenleving volstaan met een relatief gering aandeel onderzoekers in de beroepsbevolking? Zijn er naast formeel aangeduide onderzoekers wellicht andere categorieën kenniswerkers die relatief belangrijker zijn in de Nederlandse kennissamenleving?

Figuur 17: Aandeel van onderzoekers in de beroepsbevolking voor Nederland en referentielanden voor geselecteerde jaren 1990-2010, gesorteerd op aandeel in 2005

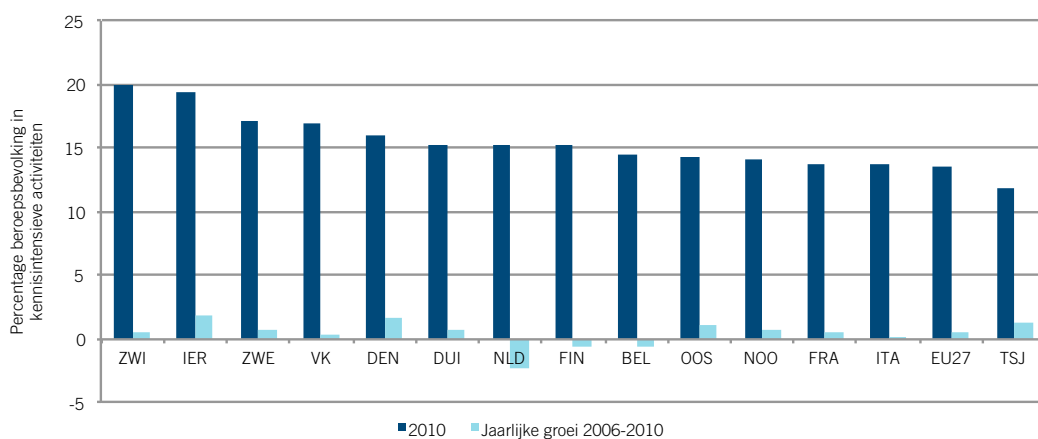


Bron: OESO > Main Science & Technology Indicators: Total researchers per thousand labour force.

Opmerking: De grafiek bevat gegevens over de activiteiten op het gebied van research en development (R&D) van bedrijven met 10 en meer werkzame personen, instellingen en Hoger onderwijsinstellingen, uitgevoerd met eigen personeel in Nederland. Uitbestede R&D is hierin niet meegenomen.

De traditionele manier van meten van kennisintensiteit is gebaseerd op de mate van technologische geavanceerdheid (hightech/medium tech/lowtech) van producten. Kennisintensieve werkgelegenheid werd bijvoorbeeld gemeten als het percentage werkgelegenheid in medium-high en hightech manufacturing. Deze wijze van meten heeft een bias naar maakindustrie. Deze bias werkt extra sterk door in het nadeel van Nederland. In de laatste versie van de European Innovation Scoreboard is deze indicator daarom vervangen door de meer generieke indicator “percentage werkgelegenheid in kennisintensieve activiteiten”. Kennisintensieve activiteiten zijn gedefinieerd als die industrieën waar ten minste een derde van de werknemers een diploma in het academisch of hoger onderwijs (ISCED 5/6) heeft behaald.²⁹ Het gemiddelde percentage ligt in de EU op 13,5%. Koplopers zijn Ierland en Zwitserland met 19,9%. Het gemiddelde in Nederland (15,2%) ligt boven het EU-gemiddelde. De groei van het percentage is echter het laagst in Europa (-2,2%, ten opzichte van +0,6% voor de EU). Verder werken er in Nederland, net als in Noorwegen en Zwitserland, ook relatief weinig vrouwen in de kennisintensieve delen van de economie.

Figuur 18: Aandeel van de beroepsbevolking in kennisintensieve activiteiten voor Nederland en referentielanden, 2010 en jaarlijkse groei over 2006-2010



Bron: OESO > Main Science & Technology Indicators: Total R&D personnel per thousand labour force.

Aan de Nederlandse universiteiten neemt de afgelopen jaren per saldo de personeelsomvang licht toe,³⁰ evenals de onderzoeksinzet.³¹ Uit de onderliggende meer gedetailleerde figuren van de onderzoeksinzet uitgesplitst naar geldstroom blijkt dat de onderzoeksinzet uit de 1^e geldstroom in de periode 2003-2010 met 6% is gestegen, uit de 2^e geldstroom met 10% en uit de 3^e geldstroom met 28%. Relatief gezien daalt de bijdrage van uit 1^e geldstroom en groeit de bijdrage uit de 3^e geldstroom. Uiteraard geldt dat de ontwikkeling in de tijd tussen individuele universiteiten zowel bij ontwikkeling van de personeelsomvang als de financieringsbronnen van

²⁹ Mogelijkerwijs speelt hier nog een definitiekwestie. MBO4 is onderwijs op ISCED-5 niveau, maar dat wordt in Nederland traditioneel niet meegeteld in deze cijfers. In andere landen (zoals Duitsland), waar het beroepsonderwijs meer status heeft, worden vergelijkbare opleidingen waarschijnlijk wél meegeteld.

³⁰ <http://www.wti2.nl/human-resources/hoger-onderwijs>

³¹ <http://www.wti2.nl/human-resources/hoger-onderwijs/onderzoeksinzet>

de onderzoeksinzet aanzienlijk kan verschillen. Wat verder vermeldenswaard lijkt – hoewel evenmin spectaculair – is de ontwikkeling van het aandeel wetenschappelijke personeel in het totale personeelsbestand van universiteiten. Zoals uit tabel 2 blijkt neemt dit aandeel overall genomen licht toe over de periode 2005-2011 en is een 'licht knikje' waar te nemen tussen 2010 en 2011 voor de meeste universiteiten.

Tabel 2: Aandeel wetenschappelijke personeel in totale personeelsbestand Nederlandse universiteiten 2005-2011

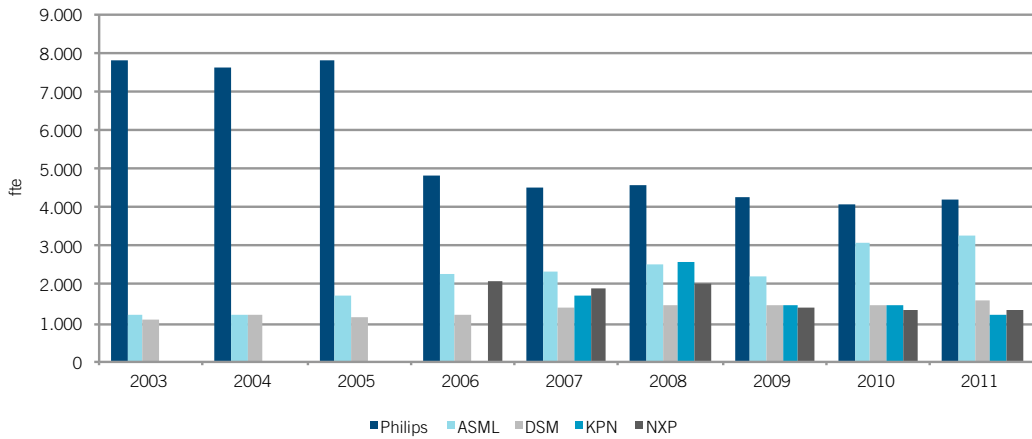
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EUR	59,6%	60,7%	56,4%	56,8%	56,0%	58,6%	58,6%
LEI	54,7%	54,9%	55,7%	55,7%	55,0%	54,9%	55,3%
RU	50,7%	51,0%	51,0%	51,2%	51,3%	51,4%	52,7%
RUG	51,9%	52,2%	52,0%	52,5%	52,7%	53,4%	55,7%
TiU	54,8%	56,6%	57,4%	58,3%	57,9%	57,7%	58,8%
TUD	56,6%	57,9%	58,3%	58,6%	58,5%	57,8%	57,9%
TUE	61,9%	61,1%	61,4%	61,9%	62,5%	63,8%	64,5%
UM	52,3%	53,5%	54,5%	55,1%	55,8%	56,8%	57,3%
UT	59,2%	58,8%	59,1%	59,2%	59,5%	58,1%	59,6%
UU	54,2%	54,6%	55,1%	55,5%	55,6%	56,3%	55,6%
UvA	56,2%	56,2%	57,6%	57,5%	57,1%	57,8%	58,2%
VU	54,3%	55,3%	55,2%	55,4%	55,5%	56,2%	57,4%
WUR	52,9%	54,2%	55,1%	56,4%	57,6%	57,0%	59,1%

Bron: VSNU-WOPI

Opmerking: Instellingsaantallen per functiecategorie - in fte, vast + tijdelijke dienst.

De exacte omvang van het R&D-personeel bij bedrijven is minder precies te bepalen. Niet alleen neemt CBS alleen bedrijven met meer dan 10 werknemers mee, ook is er door het minder (R&D) geformaliseerde en geconcentreerde karakter van R&D of vernieuwing in vooral dienstenbedrijven geen exact inzicht in het aantal mensen dat betrokken is bij diensten R&D en innovatie. Traditioneel wordt het merendeel van de R&D in bedrijven in Nederland door een beperkt aantal grote ondernemingen uitgevoerd, met Philips als absolute koploper. Figuur 20 laat zien dat als we kijken naar de top-5 van bedrijven wat betreft R&D-personeel werkzaam in Nederland dat Philips – in belangrijke mate door de verkoop van NXP – minder dominant is geworden en ASML zich in relatief korte tijd heeft ontwikkeld tot een zeer belangrijk bedrijf met veel R&D in Nederland.

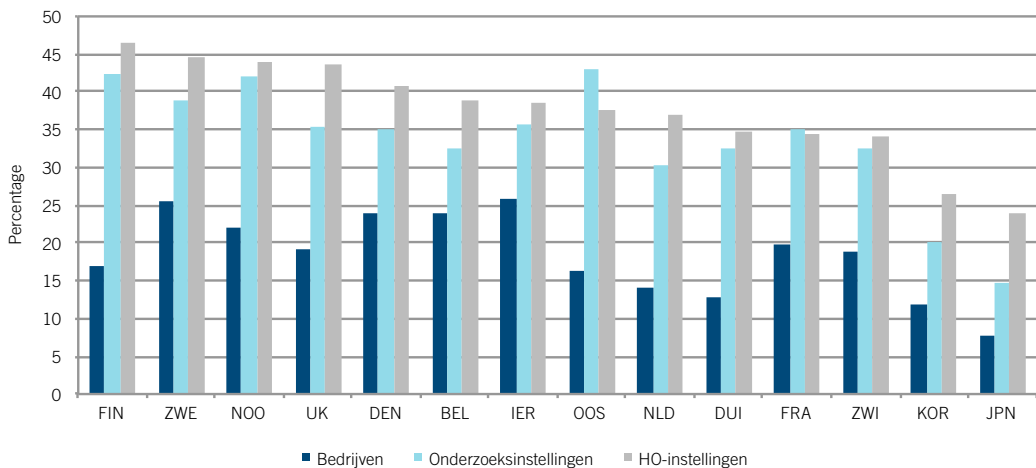
Figuur 20: Aantal in Nederland werkzame R&D-medewerkers van de meest R&D-intensieve bedrijven in Nederland voor de periode 2003-2011



Bron: Technisch Weekblad, meerdere jaren.

Nederland moet het qua stijging van het aandeel onderzoekers hebben van vrouwen. Het aantal vrouwelijke onderzoekers in Nederland ligt, in vergelijking tot de meeste andere referentielanden, relatief laag (zie hiervoor figuur 21). Dat geldt met name voor bedrijven en onderzoeksinstituten. Daar liggen dus nog veel mogelijkheden voor groei. Omdat het aandeel vrouwelijke onderzoekers in absolute termen (veel) lager ligt dan in de meeste referentielanden (met name bij bedrijven), heeft de doorgaande stijging van het aantal vrouwelijke onderzoekers netto echter nauwelijks effect op het totaal aantal onderzoekers.

Figuur 21: Aandeel vrouwelijke onderzoekers bij verschillende typen organisaties, 2009

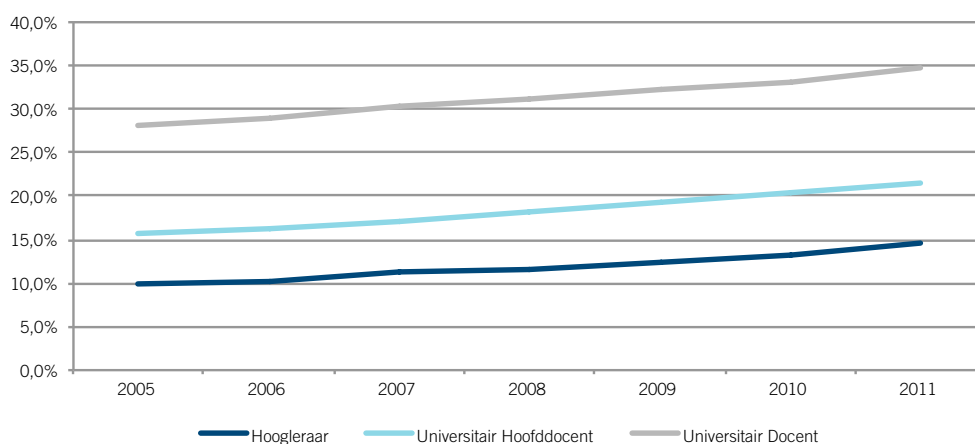


Bron: OESO>Main Science & Technology Indicators. HO-instellingen = Higher education sector: Women researchers as percentage of total researchers, Onderzoeksinstellingen = Government sector, Women researchers as percentage of total researchers en Bedrijven = Business Enterprise Sector: Women researchers as percentage of total researchers.

Opmerking: Data voor 2009 (Finland, Ierland, Japan, Nederland en Noorwegen), 2008 (Frankrijk, Korea en Zwitserland) en 2007 (België, Denemarken, Duitsland, Oostenrijk en Zweden).

Echter, ook het aandeel vrouwelijke onderzoekers bij onderzoeksinstituten en instellingen voor Hoger Onderwijs is internationaal gezien bescheiden. Aan de Nederlandse instellingen groeide het percentage vrouwelijke onderzoekers van 2008 op 2009 van bijna 36% naar bijna 37% en kwam daarmee op plaats 9 van de in totaal 13 referentielanden waarvoor gegevens beschikbaar zijn. Zoomen we meer specifiek in op de trendmatige ontwikkeling in het aandeel vrouwelijke UD's, UHD's en Hoogleraren aan de Nederlandse universiteiten (zie figuur 22) dan blijkt dat over de periode 2005-2011 deze aandelen toenemen. Echter, de aandelen zijn zeker op het niveau van UHD's en hoogleraren nog zeer bescheiden. Het aandeel vrouwelijke onderzoeker in universitaire dienst is daarnaast nogal scheef verdeeld over de verschillende wetenschappelijke hoofddomeinen. In de 'hardere' domeinen (Natuur & Techniek) blijft het aandeel vrouwen verder achter.³²

Figuur 22: Trends in het aandeel vrouwen in vaste dienst van universiteiten naar universitaire rang, 2005-2011



Bron: VSNU-WOPI

Opmerking: Gebaseerd op aantallen in fte, vast + tijdelijke dienst.

Samenvattend is het beeld dat Nederland ten opzichte van de referentielanden gezien op het gemiddelde zit qua opgeleide beroepsbevolking. Wat betreft het aandeel R&D-personeel en onderzoekers behoort Nederland ten opzichte van de referentielanden tot de hekkensluiters en de aandelen stijgen ook nauwelijks (in tegenstelling tot een groot aantal referentielanden). Bij het aandeel beroepsbevolking dat werkzaam is in kennisintensieve activiteiten is de positie ten opzichte van de andere landen beter, maar is de groei over de afgelopen vier jaar negatief terwijl de trend in de EU ligt positief is. Het beeld van de universiteiten is er ook een van (relatieve) stabiliteit, wel neemt het aandeel wetenschappelijk personeel op het totale personeel licht toe. Bij bedrijven is er meer fluctuatie in het R&D-personeel te zien en valt in absolute aantallen de afnemende dominantie van Philips (en enkele andere traditioneel belangrijke spelers als AkzoNobel en Tata Steel [Corus]) en snelle opkomst van ASML (maar bijvoorbeeld ook TomTom) op. Het aandeel vrouwen bij bedrijven, onderzoeksinstituten en universiteiten neemt in Nederland weliswaar toe, maar is internationaal gezien nog laag te noemen.

³² Zie <http://www.wti2.nl/human-resources/hoger-onderwijs/vrouwen> voor een meer gedetailleerde uitsplitsing.

5. Samenwerking

Op het gebied van wetenschap, innovatie en technologie is toenemende nationale en internationale samenwerking een dominante trend. Een rapport van de Royal Society (2011) noemt een scala van redenen waarom die samenwerking in de wetenschap toeneemt. Zo worden onder meer genoemd het gebruik van ICT die samenwerking op afstand faciliteert, de beschikbaarheid van goedkope vervoersmogelijkheden en de schaal van benodigde apparatuur en faciliteiten in wetenschappelijk onderzoek. Het rapport noemt ook nog een aantal andere redenen: “Collaboration enhances the quality of scientific research, improves the efficiency and effectiveness of that research, and is increasingly necessary, as the scale of both budgets and research challenges grow. However, the primary driver of most collaboration is the scientists themselves. In developing their research and finding answers, scientists are seeking to work with the best people, institutions and equipment which complement their research, wherever they may be. The connections of people, through formal and informal channels, diaspora communities, virtual global networks and professional communities of shared interest are important drivers of international collaboration” (Ibid, p. 6).

In het domein van technologie en innovatie is samenwerking ook steeds meer de norm om vergelijkbare redenen. De kosten van technologieontwikkeling en – ruimer – innovatie zijn dermate groot dat samenwerking nodig is. Zeker voor de grotere actieve spelers in deze domeinen geldt dat sprake is van internationale arbeidsverdeling, er ontstaan *global value chains* waarin intensief wordt samengewerkt met afnemers en leveranciers. Een recente illustratie is de gezamenlijke bijdrage van Intel, TSMC en Samsung aan het zogenaamde partnerprogramma van de Nederlandse producent van chipmachines ASML ter grootte van 1,38 miljard euro.³³ De drie strategische partners van ASML hebben daarnaast ook respectievelijk 15%, 5% en 3% van de aandelen van ASML verworven. Meer generiek is sprake van een trend naar meer open innovatie.³⁴ Hierbij werken bedrijven in de opeenvolgende fasen van de innovatiewaardeketen samen met derden. Dat doen ze om sneller toegang te krijgen tot extern beschikbare kennis en/of om intern ontwikkelde kennis – die nog onvoldoende wordt benut – met behulp van derde partijen beter te kunnen vermarkten.

Naast de samenwerking binnen de individuele domeinen wetenschap, technologie en innovatie wordt vooral een goed ontwikkelde wisselwerking tussen domeinen – met name tussen kennisinstellingen (universiteiten, hogescholen en publieke onderzoeksinstituten) enerzijds en bedrijfsleven/maatschappelijke organisaties anderzijds – gezien als een belangrijke vereiste om te komen tot een effectief innovatiesysteem en een concurrerende kenniseconomie. Het gebrek aan wisselwerking of *Industry Science Relationships* (OECD, 2002) wordt al paar decennia benoemd als de innovatieparadox of Europese paradox. Goede prestaties op het gebied van publieke onderzoek en ontwikkeling gaan onvoldoende samen met goede prestaties op het vlak van innovatie.

³³ Zie <http://nos.nl/artikel/411057-ook-samsung-investeert-in-asml.html>.

³⁴ Zie bijvoorbeeld Alexiev (S.), M. Janssen, W. van der Aa en P. den Hertog (2012). *United We Stand: Open dienstennovatie in de Noordvleugel*. Amsterdam: AMSI. http://www.dialogicinsight.nl/projects/2009-036-uws/docs/uws_h1_de_onderneming.pdf.

Het is belangrijk daarbij aan te tekenen dat er vele vormen van samenwerking – of beter – kennis(uitwisselings)relaties zijn.³⁵ Er kan daarbij onderscheid gemaakt worden naar gebruik van formele of informele mechanismen voor kennisuitwisseling, expliciete dan wel impliciete kennisstromen en de fasen in de innovatiecyclus waar het betreffende mechanisme voor kennisuitwisseling het meest bij aansluit. Onderstaande indicatoren voor samenwerking betreffen vooral de categorieën co-publicaties (zowel binnen publieke domein van de wetenschap als tussen publieke en private partijen) en R&D-samenwerking tussen innovatieve bedrijven en de publieke kennisinfrastructuur. Dit geeft slechts een eerste en zeker geen volledig beeld van samenwerking in het Nederlandse wetenschaps- en innovatiesysteem.³⁶ Aan het begin van paragraaf 2 is de private financiering van publiek onderzoek al aan de orde geweest. Daar is gesteld dat het Nederlandse bedrijfsleven ten opzichte van de andere landen relatief veel onderzoek uitbesteedt aan de publieke sector (met name aan universiteiten).³⁷

Een proxy voor internationale samenwerking in de wetenschap is het aandeel internationale co-publicaties in de totale publicatie-output van een land. Zoals blijkt uit Figuur 23 neemt Nederland hier een stabiele middenpositie in ten opzichte van de set van 17 referentielanden. Inmiddels bestaat ruim de helft van de Nederlandse publicatie-output uit internationale co-publicaties. Aangezien kleinere landen een 'groter buitenland' hebben is het niet verbazingwekkend dat vooral de kleinere landen relatief meer en de grotere landen relatief minder internationale co-publicaties kennen. In Nederland was gemiddeld over de periode 2007-2010 ruim 51% van de wetenschappelijke publicaties een internationale co-publicatie. In Figuur 23 is tevens te zien dat zonder uitzondering er sprake is van een toename van het aandeel internationale co-publicaties in de tijd. Op de WTI²-website staat een tabel waarbij de citatie-impactscores zijn bepaald van de internationale co-publicaties voor beide tijdsperiodes.³⁸ Daarbij valt op dat de citatie-impactscores over de hele linie hoog zijn (ruim boven het mondiaal gemiddelde) en toenemen. Nederland neemt na Zwitserland over de periode 2007-2010 inmiddels een tweede plaats in. Dat geeft aan dat veel van de publicaties toppublicaties en in toenemende mate internationale co-publicaties zijn.

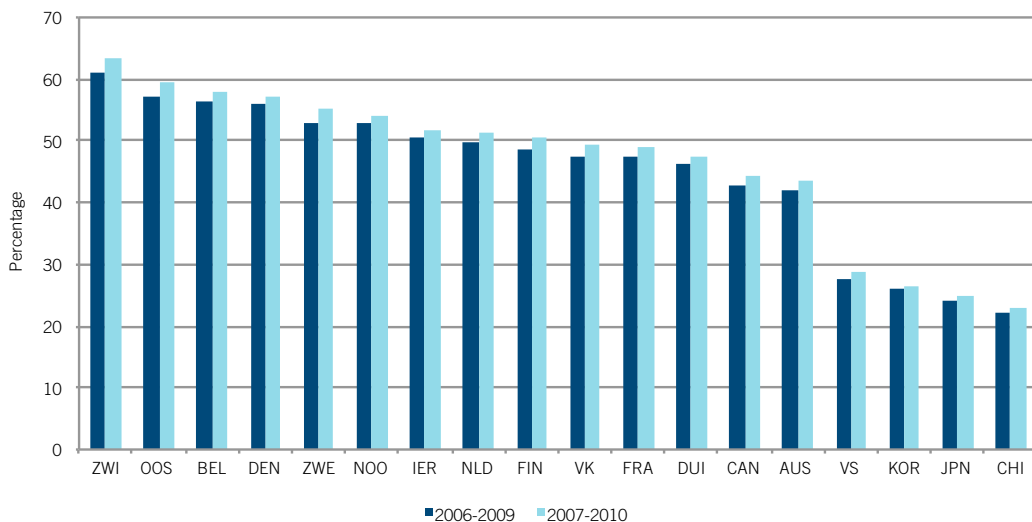
³⁵ OECD spreekt over formele kennisrelaties als het spreekwoordelijke topje van de ijsberg, omdat er ook vele vormen van informele – minder zichtbare – kennisuitwisseling bestaan. Ze onderscheidt tien vormen van samenwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven, te weten: (1) gezamenlijke laboratoria; (2) spin-offs van kennisinstellingen; (3) licentiering; (4) uitbestede onderzoekscontracten; (5) mobiliteit van onderzoekers tussen bedrijfsleven en kennisinstellingen; (6) co-publicaties; (7) conferenties, beurzen, gespecialiseerde media; (8) informele contacten binnen professionele netwerken; (9) stromen van afgestudeerden van kennisinstellingen naar bedrijfsleven; en (10) incubators of science parks. Deels hierop gebaseerd hebben Bongers et al. (2003) in een studie naar samenwerking tien families van kennisstromen onderscheiden en daarbinnen in totaal circa 50 typerende kennisstromen onderscheiden (zie Bongers et al., 2003, p. 40).

³⁶ Hoewel het niet haalbaar is binnen WTI² alle vormen van kennisuitwisseling af te dekken zijn er mogelijkheden om wellicht structureel, maar zeker meer incidenteel, in 2013 en 2014 indicatoren op enkele andere kennisuitwisselingsmechanismen toe te voegen zodat een completer beeld van mate van samenwerking op het vlak van wetenschap, technologie en innovatie ontstaat. Wij denken hierbij aan indicatoren op het vlak van mobiliteit van onderzoekers (een van de meest krachtige vormen van kennistransfer), contractonderzoek, internationale onderzoeksamenwerking in alle drie de domeinen en intellectueel eigendom (patentcitaties, co-patenting).

³⁷ Zie wederom <http://www.wti2.nl/financiering/nederlands-innovatiesysteem-2/aandeel-bedrijven>.

³⁸ <http://www.wti2.nl/samenwerking/co-publicaties>

Figuur 23: Percentage internationale co-publicaties, 2006-2009 & 2007-2010



Bron: OESO; Thomson Reuters/CWTS Web of Science.

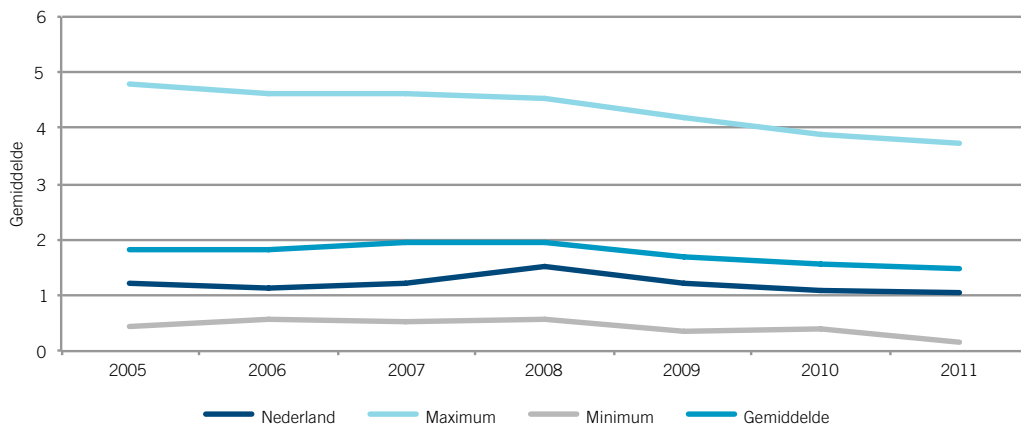
Wat betreft een subcategorie van co-publicaties, te weten de publiek-private co-publicatie³⁹ van landen als aandeel van de totale publicatie-output van een land scoort Nederland gemiddeld. Gemiddeld tussen de 1 en 1,5% van de totale publicatie-output in Nederland bestaat uit publiek-private co-publicaties. Zoals uit Figuur 24 is af te lezen bevindt Nederland zich onder het OECD gemiddelde en sinds 2008 lijkt eerder sprake van een bescheiden afname. Op basis van een uitsplitsing per land⁴⁰ is te zien dat een aantal landen op deze indicator beduidend beter (Japan, Korea, Finland, Denemarken, VS) of iets beter (Oostenrijk, Zweden) scoort dan Nederland. Een belangrijke disclaimer is dat publieke onderzoeksinstituten zoals TNO en de grote technologische instituten in Nederland en Fraunhofer en de Max Planck-instituten in Duitsland niet zijn meegerekend in deze cijfers.⁴¹ Omdat de publieke kennisinstellingen in Nederland relatief goed zijn ontwikkeld – en intensief samenwerken met het bedrijfsleven – introduceert dit een bias in het geval van Nederland (en nog sterker van Duitsland).

³⁹ Publicaties waarvan aan de publieke kant op z'n minst één partij een universiteit of UMC betreft.

⁴⁰ <http://www.wti2.nl/samenwerking/co-publicaties>

⁴¹ Er zou daarnaast sprake kunnen zijn van een grote wetenschappelijke output (en daardoor een noemereffect) of van een relatief sterke verschuiving in Nederland van een deel van het fundamenteel-strategisch onderzoek van bedrijven naar universiteiten en onderzoeksinstituten. Ook de druk aan Nederlandse universiteiten om te publiceren in A-journals kan mogelijk ten koste zijn gegaan van publicaties in meer toegepaste wetenschappelijke publicaties die zich wellicht beter lenen voor publiek-private co-publicaties. Het toont in ieder geval dat wetenschappers nog dominant publiceren samen met andere wetenschappers werkzaam aan universiteiten en hogescholen.

Figuur 24: Publiek-private co-publicaties van landen: % van totale publicatie-output Nederland versus (OECD) gemiddelde, maximum en minimum percentage co-publicatie, 2005-2011



Bron: Elsevier BV (Scopus)

Opmerkingen:

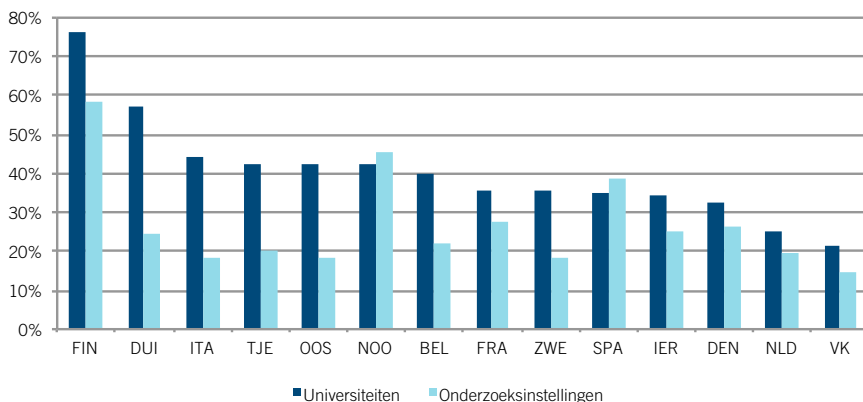
- Percentage = publication count per country where at least one of the affiliations is company and at least one affiliation is univ/meds, divided by the total publication count of that country.
- Landen die zijn meegenomen zijn: Ierland, Canada, Australië, België, China, Noorwegen, Tsjechië, Frankrijk, Nederland, Zweden, Duitsland, Oostenrijk, Verenigde Staten, Denemarken, Finland, Korea en Japan.
- Nota bene: publieke onderzoeksinstituten zijn dus niet meegerekend onder 'publiek', academische ziekenhuizen wel. Het gaat met andere woorden louter om co-publicaties tussen universiteiten (incl. academische ziekenhuizen)/hogescholen en bedrijven. Onder publications wordt verstaan: articles, reviews en conference proceedings.

Naast wetenschappelijke samenwerking kijken we binnen het WTI-systeem ook naar samenwerking bij innovatie. In Nederland ligt het aandeel (technologische) innovatoren dat enige vorm van samenwerking kent over de periode 2008-2010 op 33% (CBS, 2012). Figuur 25 geeft een overzicht van het percentage samenwerkende (technologische) innovatoren dat samenwerkt met publieke onderzoeksinstituten en hoger onderwijsinstellingen. Zoals blijkt uit onderstaande Figuur 25 scoort Nederland op beide soorten samenwerking onder het gemiddelde van de referentielanden. Op basis van de nieuwe innovatiecijfers van CBS over 2008-2010 zijn de scores voor Nederland 24,9% (was 34,7%) en 19,6% (was 24,7%) van de technologische innovatieve bedrijven die samenwerken met respectievelijk de HO-instellingen en de onderzoeksinstituten. Ten opzichte van de periode 2006-2008 loopt de score over de periode 2008-2010 behoorlijk terug (zie CBS, 2012). Er lijkt echter sprake van een flink noemereffect. Naast een autonome groei van het aantal innovatoren lijkt door de switch van papieren naar internetvragenlijsten meer bedrijven zichzelf te beschouwen als (technologisch) innovatief (zie CBS, 2012, p. 177). CBS spreekt van een verbetering van de waarneming en een zeer waarschijnlijke onderschatting van het aantal innovatieve bedrijven in Nederland voordien.⁴² Als het gaat om aandeel technologische

⁴² Overigens is het aandeel (technologisch) innovatieve bedrijven (met 10 of meer werknemers) internationaal gezien niet uitzonderlijk. Sterker nog, in de meeste Europese landen (met uitzondering van Oost-Europa) ligt het percentage innovatieve bedrijven ten opzichte van het totaal (=innovatieve + non-innovatieve bedrijven) boven de 50% (in Duitsland zelfs op 80%), tegen een percentage van 45% in Nederland. Bron: Eurostat/CIS 2008 (cijfers over 2008).

innovatieve bedrijven dat samenwerkt met Hoger Onderwijsinstellingen dan scoren landen als Finland en Duitsland duidelijk hoger. Voor de samenwerking met onderzoeksinstituten scoren (opnieuw) Finland, Noorwegen en Spanje veel hoger dan Nederland.

Figuur 25: Percentage samenwerkende innovatieve bedrijven dat samenwerkt met HO-instellingen en publieke onderzoeksinstituten, 2008-2010



Bron: Eurostat, CIS2010

Opmerkingen:

- Eurostat>CIS2010>Types of co-operation partner for product and process innovation (Type_inn = enterprises with tech innovation). HO-instellingen = 'Universities or other higher education institutions' gedeeld door 'all types of cooperation', Onderzoeksinstituten = 'government or public research institutes' gedeeld door 'all types of cooperation'.

Samenvattend kunnen we stellen dat we op basis van de huidige set van indicatoren nog onvoldoende een beeld kunnen geven van de mate van samenwerking op het vlak van wetenschap, technologie en innovatie. De huidige set van indicatoren laat een positie als stabiele middenmoter ten opzichte van de referentielanden zien. De relatieve verslechtering op de samenwerking tussen (technologisch) innovatieve bedrijven en instellingen voor Hoger Onderwijs en onderzoeksinstituten lijkt vooral het gevolg van een onderschatting van het aantal (technologisch) innovatieve bedrijven in voorgaande jaren.

6. Output

In de vorige hoofdstukken is besproken hoe wetenschap, technologie en innovatie wordt gefinancierd, welke investeringen er worden gedaan, welke gevolgen dit heeft op de human resources en hoe er samengewerkt wordt. Dit alles moet uiteindelijk neerslaan in *codified knowledge* (bijvoorbeeld publicaties en patenten) en *embodied knowledge* (mensen). De kwaliteit van de kennis die geproduceerd wordt leidt uiteindelijk tot een bepaalde internationale positionering van de actoren.

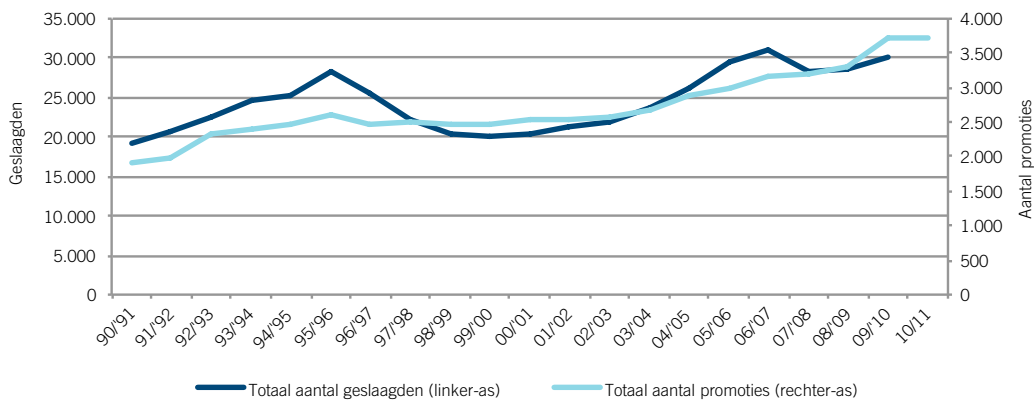
Geslaagden en promoties

Een andere vorm van output is het aantal op tertiair niveau geslaagden en het aantal promoties. Het aantal geslaagden aan universiteiten maakt sinds eind jaren '90 een constante groei door.

In het studiejaar 09/10 waren er tienduizend meer geslaagden aan universiteiten dan eind jaren 90. In de beginjaren 90 was er een soortgelijke piek waarneembaar. Alle studierichtingen zijn in tien jaar tijd in omvang gegroeid, van 25% tot 100%. In absolute termen is het vooral de richting 'sociale wetenschappen & bedrijfskunde' die bijgedragen heeft aan deze groei, met zesduizend extra geslaagden. Alle andere richtingen hebben een groei van bijna duizend geslaagden.

Het aantal promoties laat een soortgelijke trend zien, waarbij er in de laatste twee jaar een flinke groei heeft plaatsgevonden. Ook hier hebben alle studierichtingen bijgedragen aan de groei. Maar zowel in relatieve als absolute zin zijn het met name de technisch en gezondheidszorg gerelateerde richtingen die een sterke groei laten zien (99/'00 ten opzichte van 10/'11): 'techniek, industrie, bouwkunde' met 82% (323 extra promoties) en 'gezondheidszorg, welzijn' met 74% (506 extra promoties).

Figuur 26: Aantal geslaagden aan universiteiten en aantal promoties, 1990-2011



Bron: CBS StatLine

Opmerking: Geslaagden = doctoraalexamen en WO-master

Zoomen we in op het aantal geslaagden in de gebieden Natuurwetenschappen en Techniek, dan is in de afgelopen jaren een duidelijke stijging waarneembaar. Van de 1000 Nederlanders in de leeftijd 20-29 jaar, studeerden er in 2010 9,2 af binnen het thema Natuurwetenschappen en Techniek. Dat is ruim 1,5 keer zo veel als in 2000. Ten opzichte van onze referentielanden blijven we echter flink achterlopen. Nederland heeft relatief het minst aantal geslaagden in de gebieden Natuurwetenschappen en Techniek, op de voet gevolgd door Noorwegen. Het gemiddelde van de referentielanden ligt met 15 ruim 5 hoger dan het Nederlandse gemiddelde.⁴³ In het thematische rapport Human Capital (deel C) gaan we hier verder op in.

⁴³ Debet hieraan is wellicht de eerdergenoemde typische sectorstructuur van Nederland – zie Tekstbox 1.

Publicatie-output

Deze paragraaf presenteert een selectie van bibliometrische indicatoren met betrekking tot de performance van het Nederlandse wetenschapssysteem in een internationale context. De indicatoren meten twee belangrijke parameters. Ten eerste de mate waarin er wordt gepubliceerd door Nederlandse onderzoekers in internationale wetenschappelijke tijdschriften en ten tweede de mate waarin er aan deze publicaties in diezelfde tijdschriftliteratuur wordt gerefereerd. Deze indicatoren vertegenwoordigen indirecte maten voor kennisproductie, wetenschappelijke impact en internationale zichtbaarheid. Door middel van een bibliometrische analyse wordt er zodoende informatie verzameld over de structuur en de output van het Nederlandse onderzoekssysteem.⁴⁴

In de periode 2003-2011 is de mondiale productie van wetenschappelijke artikelen gestegen van zo'n 900.000 tot 1.300.000 per jaar. Een belangrijke reden hiervoor is gelegen in de gestegen investeringen in die periode: meer geld besteed aan onderzoeksactiviteiten leidt tot een stijging van de aantallen onderzoekers wereldwijd, die meer publiceren. In aanvulling daarop is ook de dekkingsgraad van de database waarin de metingen worden uitgevoerd, de laatste jaren sterk toegenomen, en is het aantal tijdschriften uitgebreid, vooral niet-Westerse tijdschriften.

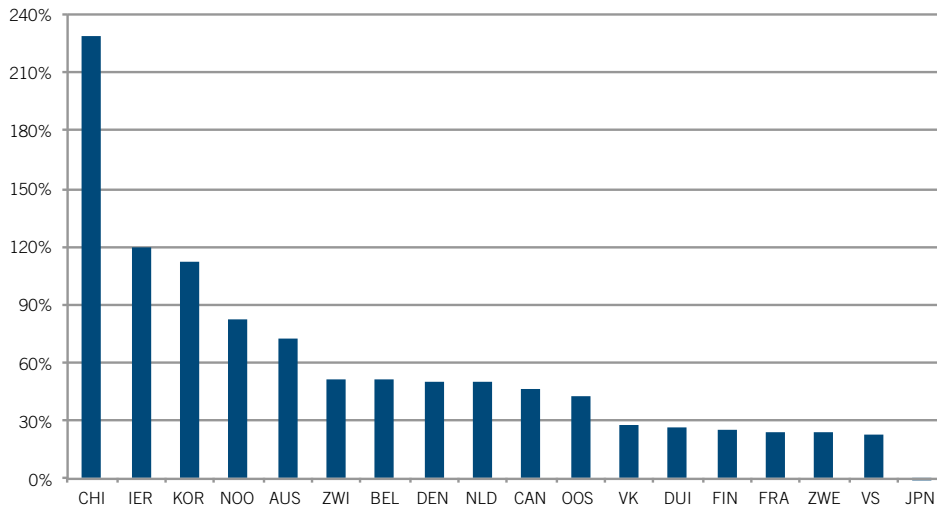
De adressen en institutionele affiliaties van de auteurs kunnen worden gebruikt om indicatoren te maken op het niveau van de landen in de analyse, die een indicatie geven over de omvang van de wetenschappelijke productie van een land. Wetenschappers uit de VS en de EU hebben sinds lange tijd de mondiale productie van wetenschappelijke artikelen gedomineerd, maar hun aandeel in de mondiale output daalt in het laatste decennium. Dit is voornamelijk te danken aan het feit dat een aantal Aziatische landen, en vooral China en India, een grote groei hebben laten zien in de productie van wetenschappelijke artikelen in internationale tijdschriften.⁴⁵

De VS is nog steeds de grootste internationale speler als het gaat om het aantal publicaties in internationale tijdschriften, direct gevolgd door China (dat het VK passeerde in 2008). Figuur 27 toont de relatieve toename in publicatie-aantallen voor de referentielanden in de periode 2003-2011. In de figuur valt China op met een groeipercentage van 229%. Deze sterke groei kan worden verklaard uit een significante uitbreiding van haar onderzoeksmiddelen, prikkels om te publiceren in internationale peer reviewed tijdschriften, in combinatie met een toename van dergelijke tijdschriften van Aziatische origine in de WoS-database. Ierland en Zuid-Korea hebben hun output meer dan verdubbeld in die periode, terwijl de output van Japan een daling laat zien (-5%). Nederland neemt tussen de referentielanden een positie in het midden in, met een groei van 50% in de publicatie output tussen 2003 en 2011.

⁴⁴ Deze indicatoren zijn gebaseerd op data uit de bibliometrische database van het CWTS van de Universiteit Leiden, die publicaties bevat uit Web of Science (Thomson Reuters). Meer informatie over de gehanteerde methode kunt u vinden op <http://wti2.nl/output/publicaties>.

⁴⁵ De toename van de productie van China in met name de gebieden Natuurwetenschappen en Techniek is zelfs dusdanig groot dat ze zorgt voor een wereldwijde vertekening van de statistieken over de wetenschappelijke specialisatie van landen (zie de thematische publicatie Globalisation, deel C).

Figuur 27: Wetenschappelijke publicatie-output van landen, % groei in output 2003-2011

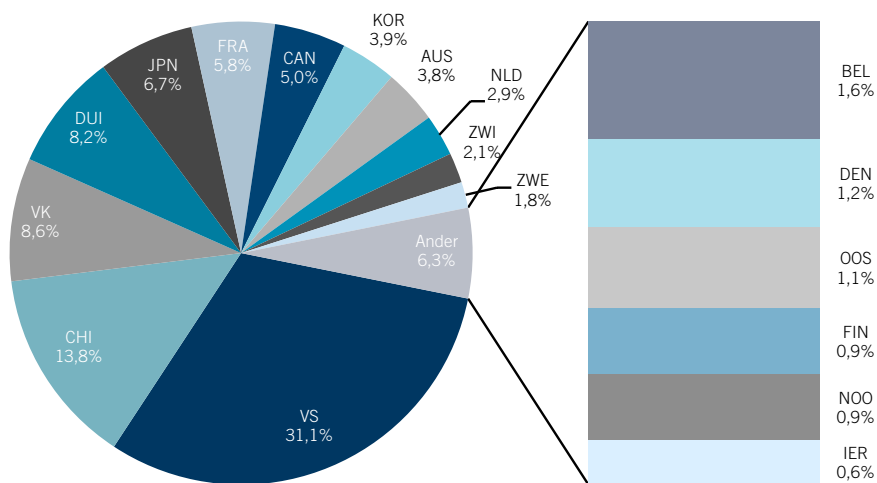


Bron: Thomson Reuters/CWTS Web of Science. Bewerking: CWTS/NIFU

Opmerking: De groei in publicatie-output wordt ook veroorzaakt door de expansie van het Web of Science bestand, dat vooral in 2008 aanzienlijk in omvang is toegenomen.

In Figuur 28 presenteren we het aandeel van elk land ten opzichte van het totaal van de 18 referentielanden (gemeten als de som van de output van de afzonderlijke landen). De VS is 'verantwoordelijk' voor 31% van de output in wetenschappelijke publicaties in 2011, terwijl China 14% voor haar rekening neemt. Vervolgens zien we het Verenigd Koninkrijk en Duitsland met ongeveer 8-9% van de output in set publicaties. Nederland is het tiende land in de set benchmark landen, met ongeveer 3% van de output.

Figuur 28: Percentage van publicatieoutput van landen, 2011



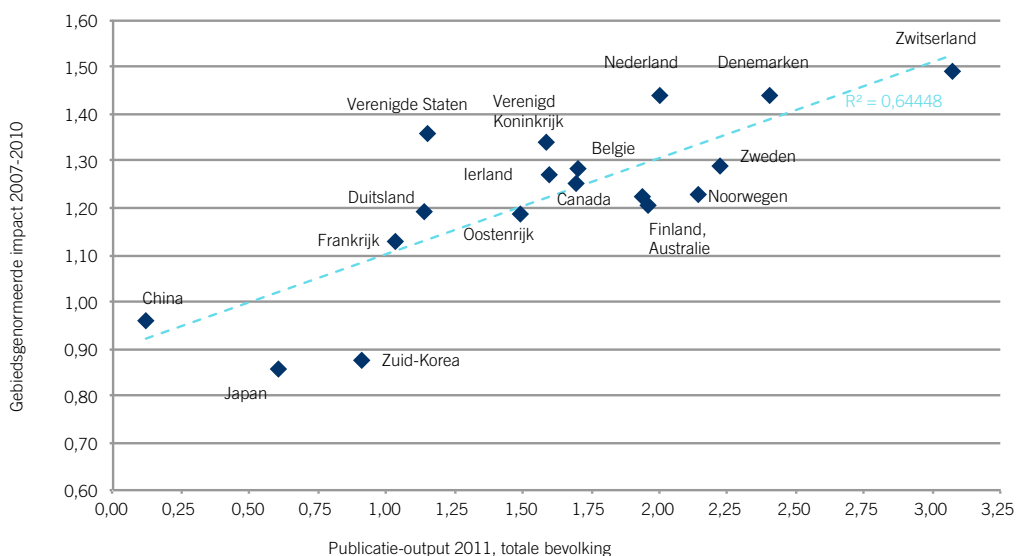
Bron: Thomson Reuters/CWTS Web of Science.

In Figuur 29 zien we hoeveel publicaties elk land publiceert in verhouding tot de omvang van de bevolking van de geselecteerde landen in 2011. Nederlandse onderzoekers publiceerden ongeveer 33.000 wetenschappelijke publicaties in 2011, wat neerkomt op ongeveer 2 publicaties per 1.000 inwoners. Nederland staat daarmee op de vijfde plaats tussen de geselecteerde landen in termen van productiviteit. Zwitserland heeft de hoogste gemiddelde productiviteit, met 3,9 publicaties per 1.000 inwoners, gevolgd door Denemarken (2,4) en Zweden (2,2).

Figuur 29 bevat tevens informatie over de overall citatie impact (uitgedrukt als een gebieds-genormeerde impact score) gebaseerd op de publicaties in de periode 2007-2010.⁴⁶ In absolute zin ontvangen de landen met de grootste output ook het hoogste aantal citaties.⁴⁷ Het is echter gebruikelijk een omvang-onafhankelijke variabele te gebruiken bij de beoordeling van de citatie impact van een land. Een voorbeeld van zo'n indicator is de relatieve veld-genormaliseerde citatie impact score, die aangeeft of de publicaties van een land boven of onder het wereld-gemiddelde (=1,00) hebben gescoord.

In termen van de citatie impact staat Nederland als derde tussen de 18 benchmark landen, met een score van 1,44. Dit betekent dat Nederlandse publicaties in de periode 2007-2010 44% boven het veldgemiddelde werden geciteerd. Zwitserland is het land met de hoogste citatie impact, met een citatie-impact van bijna 50% boven het veldgemiddelde.

Figuur 29: Gebieds-genormeerde impact 2007-2010, Publicatie-output 2011 (totale bevolking)



Bron: Thomson Reuters/CWTS Web of Science.

Opmerkingen:

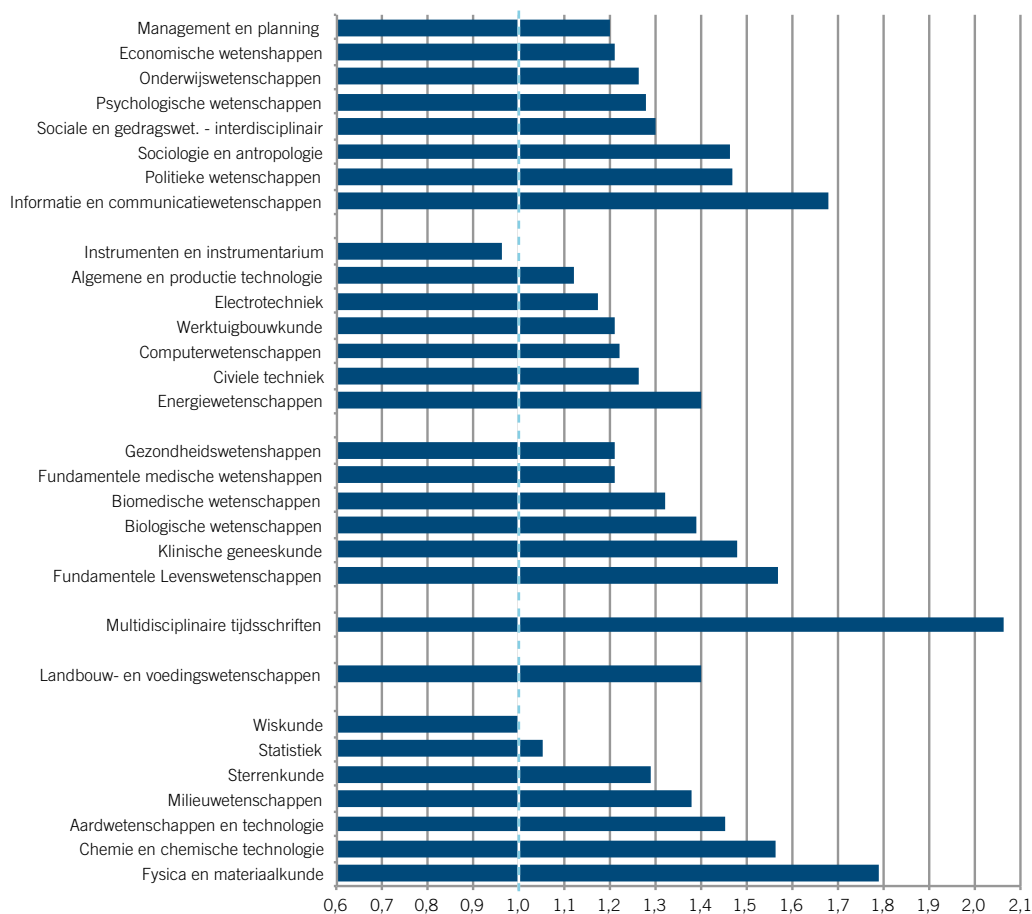
- Gebieds-genormeerde citatie-impactscores met publicatiejaren 2007-2010 en citatiejaren 2007-2011 (mondiaal gemiddelde = 1,0).
- Publicatie-output in 2011 per 1000 inwoners in 2009.

⁴⁶ Zie <http://www.wti2.nl/output/publicaties> voor een uitgebreide toelichting over bibliometrische karakteristieken.

⁴⁷ Met andere woorden, er bestaat een sterke samenhang tussen output en impact (zie de trendlijn in Figuur 29; $R^2=0,64$).

De citatie-impact indicator geeft de gemiddelde waarde voor alle publicaties uit een land. Op discipline en veldniveau zien we echter grote variaties. Figuur 30 geeft de relatieve citatie-impact scores in de natuurwetenschappen, in de levens- en biomedische wetenschappen, de technische wetenschappen, en de sociale wetenschappen. Nederlandse onderzoekers bereiken vooral hoge citatie-impact scores in de fysica en materiaalkunde (score van 1,79) en informatie- en communicatiewetenschappen (score=1,68). Slechts voor één veld vinden we een impactscore net onder wereld het veldgemiddelde van 1,00, namelijk in 'Instrumenten en instrumentarium' (score=0,96).

Figuur 30: Citatie-impact van Nederland per gebied, 2007-2010



Bron: Thomson Reuters/CWTS Web of Science.

Opmerking: Gebiedsgenormeerde citatie-impactscores met publicatiejaren 2007-2010 en citatiejaren 2007-2011 (mondiaal gemiddelde = 1,0). Exclusief de geesteswetenschappen.

In Tabel 3 tonen we een overzicht van het profiel van de Nederlandse wetenschap, gebaseerd op publicatie- en citatiedata met betrekking tot de periode 2007-2010. Er worden twee typen indicatoren berekend. De eerste is de zgn. Activity Index, een indicator die aangeeft of een land een hoger of lager percentage publicaties heeft in een bepaalde discipline, in vergelijking tot het

gemiddelde van de geselecteerde landen. Deze indicator zegt dus iets over de onderlinge samenhang tussen de disciplines, maar niets over de absolute, werkelijke omvang van de productie. Deze indicator wordt ook wel als *Specialization Index* aangegeven. In de tweede plaats presenteren we hier de relatieve citatie impact score per veld. Zoals Tabel 3 laat zien is Nederland sterk vertegenwoordigd in geneeskundig onderzoek en enkele sociale wetenschappen, terwijl de vertegenwoordiging relatief laag is in Fysica en materiaalkunde, chemie en chemische technologie, en enkele technisch-wetenschappelijke disciplines.

Tabel 3: Prestatieprofiel van het Nederlandse onderzoeksbestel: internationale onderzoeksspecialisatie en citatie-impact naar gebieden, 2007-2010

	Ondervertegenwoordigd (OSI \leq 0,8)	Gemiddeld (0,8<OSI<1,2)	Oververtegenwoordigd (OSI \geq 1,2)
Zeer hoog (CI \geq 1,4)	<ul style="list-style-type: none"> - Chemie en chemische technologie - Kunsten, cultuur en muziek - Energiewetenschappen - Literatuurwetenschappen - Multidisciplinaire tijdschriften - Fysica en materiaalkunde 	<ul style="list-style-type: none"> - Landbouw- en voedingswetenschappen - Fundamentele Levenswetenschappen - Aardwetenschappen en technologie - Politieke wetenschappen - Sociologie en antropologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Klinische geneeskunde - Informatie en communicatie wetenschappen - Taal en linguïstiek
Hoog (1,2<CI<1,4)	<ul style="list-style-type: none"> - Civiele techniek 	<ul style="list-style-type: none"> - Sterrenkunde - Fundamentele medische wetenschappen - Biologische wetenschappen - Biologische wetenschappen - Biomedische wetenschappen - Computerwetenschappen - Milieuwetenschappen - Geschiedenis, filosofie, en religie - Werktuigbouwkunde 	<ul style="list-style-type: none"> - Economische wetenschappen - Onderwijswetenschappen - Gezondheidswetenschappen - Psychologische wetenschappen - Sociale en gedragswetenschappen - Interdisciplinair
Bovengemiddeld (1,1<CI \leq 1,2)	<ul style="list-style-type: none"> - Electrotechniek 	<ul style="list-style-type: none"> - Algemene en productie technologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Management en planning
Gemiddeld (0,9<CI \leq 1,1)	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumenten en instrumentarium - Wiskunde 	<ul style="list-style-type: none"> - Algemene en productie technologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Statistiek

Bron: Thomson Reuters/CWTS Web of Science.

Opmerkingen:

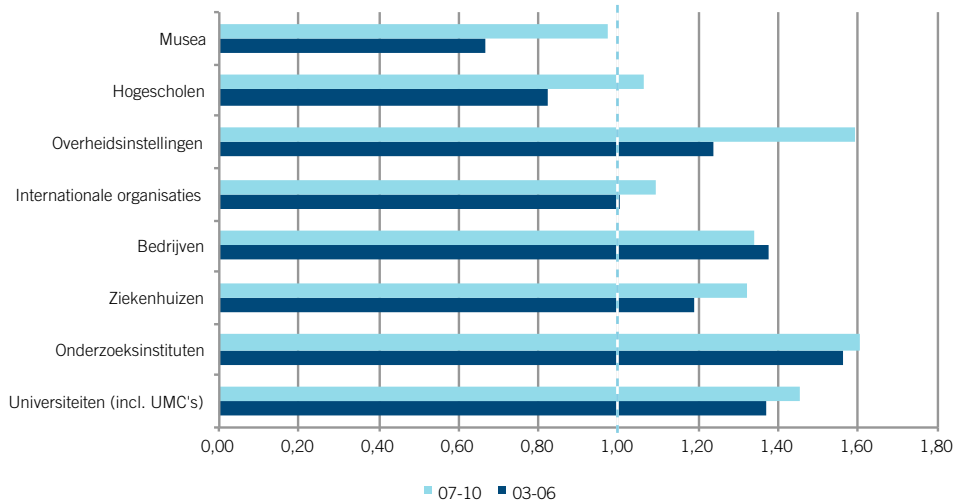
- Gebiedsgenormeerde citatie-impactscores CI (mondiaal gemiddelde = 1,0). Aantal citaties ontvangen door publicaties in 2007-2010 tijdens de jaren 2007-2011 ten opzichte van het mondiale gemiddelde aan ontvangen citaties per gebied (mondiaal gemiddelde = 1,0).

- OSI Onderzoeksspecialisatie-index: percentage Nederlandse onderzoekspublicaties in 2007-2010 per gebied in de totale Nederlandse publicatie-output gedeeld door het gemiddelde percentage van dezelfde gebied in de publicatie-output van alle referentielanden tezamen ongewogen naar publicatieomvang van de landen (mondiaal gemiddelde = 1,0).

Hierna presenteren we enkele figuren met betrekking tot de ontwikkeling van citatie-impact scores van de verschillende sectoren in het Nederlandse kennissysteem, waarna we nog verder inzoomen op de positie van de Nederlandse universiteiten daarbinnen. Figuur 31 laat zien dat niet alleen de Nederlandse universiteiten bijdragen aan de hoge mate van internationale zichtbaarheid van Nederland als onderzoeksland, maar dat ook andere sectoren in het Nederlandse kennissysteem sterk bijdragen aan die zichtbaarheid.

De instellingen in de (semi)publieke sector hebben een hoge impact, die ook nog een stijgende ontwikkeling in de tijd laat zien. Andere sectoren met een hoge impact, en een verdere stijging in de tijd zijn de niet-academische ziekenhuizen en de overheidsinstellingen. Verder zien we dat de niet-academische hoger onderwijs sector en de museumsector een stijging van de impact vertonen, en tevens het internationale wereldwijde veldgemiddelde passeren of benaderen.

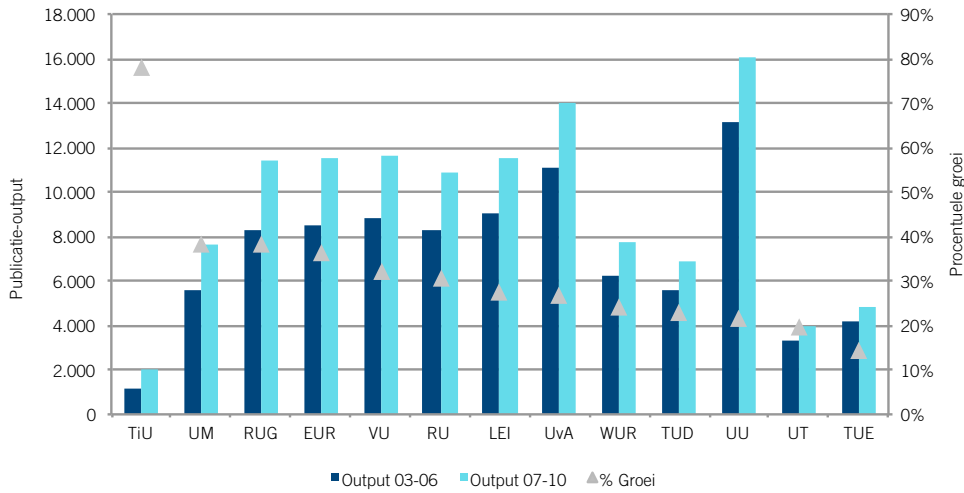
Figuur 31: Ontwikkeling van gebiedsgenormeerde impact van sectoren in het Nederlandse R&D&I systeem, 2003-2006 en 2007-2010.



Bron: Thomson Reuters/CWTS Web of Science.

Vervolgens concentreren we ons op de Nederlandse universiteiten, een belangrijke pijler van de Nederlandse kennisinfrastructuur. In Figuur 32 wordt de groei van de output van de Nederlandse universiteiten over twee aansluitende periodes getoond (2003-2006 en 2007-2010). Naast de output aantallen toont Figuur 32 ons ook de relatieve groei van de output van de universiteiten. De lijn in het figuur geeft de gemiddelde groei van de universitaire sector weer. De grootste verandering in output is te zien voor de Tilburg University, terwijl een iets minder grote stijging ook waarneembaar is voor de universiteiten van Groningen, Rotterdam, en Maastricht. De TU Eindhoven laat van de drie technische universiteiten de relatief kleinste stijging zien. De lage positie van de TU's is te verklaren vanuit het ontbreken van een medisch centrum, die als onderdeel van een universiteit een grote wetenschappelijke productie laten zien.

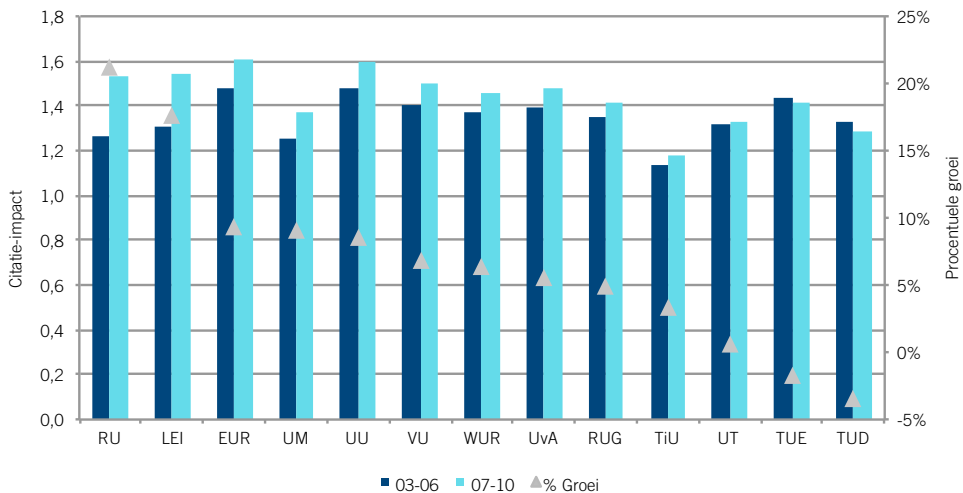
Figuur 32: Ontwikkeling van output van Nederlandse universiteiten, 2003-2006 en 2007-2010.



Bron: Thomson Reuters/CWTS Web of Science.

In aanvulling op de stijging van de output van de Nederlandse universiteiten laten we in Figuur 33 de veranderingen in de impactscores van de Nederlandse universiteiten zien, ook op basis van twee periodes (2003-2006 en 2007-2010). Voor de meeste universiteiten nemen we een stijging van de impact waar, met als uitzondering de TU's in Delft en Eindhoven, waarbij moet worden opgemerkt dat hun impact nog steeds 30-40% boven gemiddeld blijft. Alle Nederlandse universiteiten laten impactscores zien (ver) boven het internationale veldgemiddelde. Twee universiteiten waar we een bijzonder sterke stijging van de impactscores waarnemen, zijn de Radboud Universiteit en de Universiteit Leiden. De impactstijging van de Nederlandse universiteiten gezamenlijk bedraagt 4%.

Figuur 33: Ontwikkeling van gebiedsgenormeerde impact van Nederlandse universiteiten, 2003-2006 en 2007-2010.



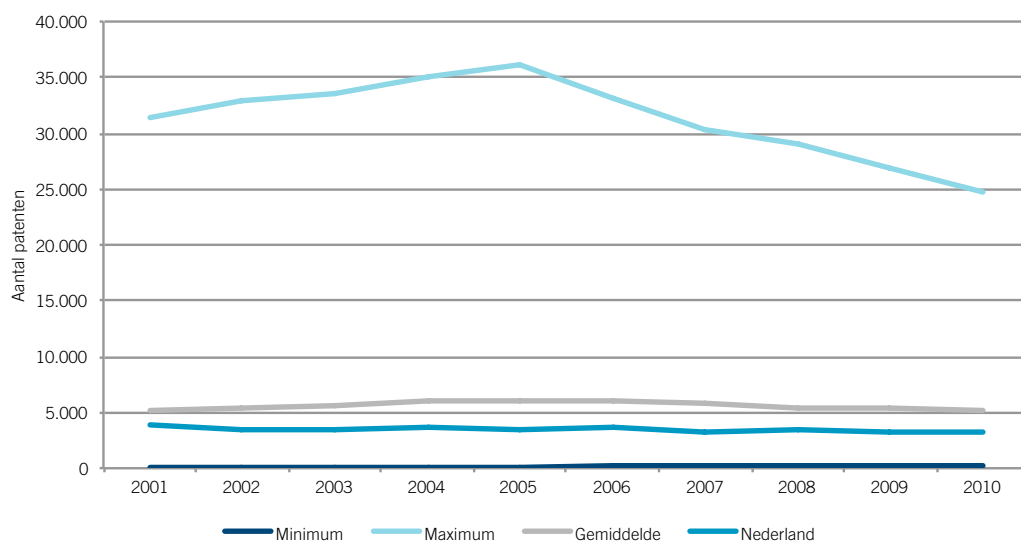
Bron: Thomson Reuters/CWTS Web of Science.

Patenten & trademarks

Een belangrijke indicator voor het meten van innovatie-output is het aantal patenten dat een land aanvraagt. Uiteraard hoeft dit niet te betekenen dat een aangevraagd octrooi per definitie wordt verleend en daarnaast zijn patenten zeer uiteenlopend wat betreft waarde. Desalniettemin blijft het een goede indicator, vooral wanneer niet naar absolute aantallen, maar naar trends en referentielanden wordt gekeken.

Het aantal EPO-patenten van Nederlandse organisaties is in de afgelopen tien jaar redelijk stabiel, met ongeveer 3500 per jaar. Net als de algemene trend van de referentielanden is er een lichte daling waarneembaar, waarbij er in 2010 circa 3200 patenten zijn aangevraagd.

Figuur 34: EPO-octrooiaanvragen, 2001-2010



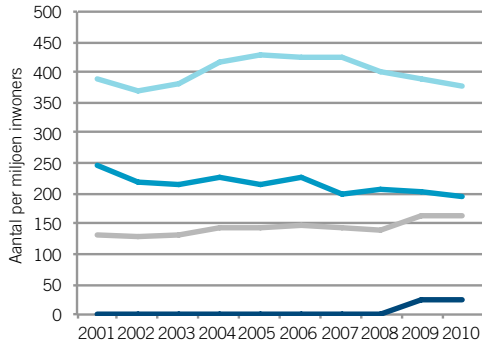
Bron: Eurostat > Patent applications to the EPO by priority year at the national level.

Opmerking: Gemiddelde, minimum en maximum op basis van de 20 referentielanden.

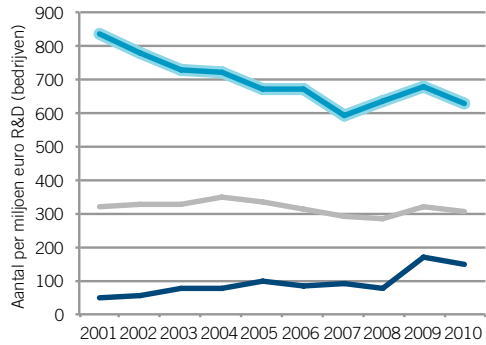
Beter is het om naar de relatieve hoeveelheid EPO-patenten te kijken van Nederlandse komaf. Voor het bepalen van de relatieve hoeveelheid EPO-patenten kan er op diverse manieren gecorrigeerd worden. Op www.wti2.nl doen we dat op vier verschillende manieren: op basis van (1) het aantal inwoners, (2) de R&D-uitgaven van bedrijven, (3) de totale R&D-uitgaven en (4) het aantal arbeidskrachten. Nederland scoort bovengemiddeld tot zeer hoog op alle vier de indicatoren. Doordat Nederland een relatief lage R&D-intensiteit heeft, maar relatief veel patentaanvragen, scoort Nederland hier zeer hoog. Gekeken naar het aantal EPO-patentaanvragen per euro R&D door bedrijven, dan scoort Nederland zelfs het hoogst van alle referentielanden. Oftewel: per euro R&D verkrijgt Nederland zeer veel patenten. Door de sterke samenhang tussen R&D-uitgaven en het aantal inwoners is het niet verwonderlijk dat Nederland ook goed scoort op patentproductiviteit wanneer gekeken wordt naar het aantal EPO-patentaanvragen per miljoen inwoners of per miljoen arbeidskrachten.

Figuur 35: Octrooi-productiviteit op basis van vier inputindicatoren, 2001-2010

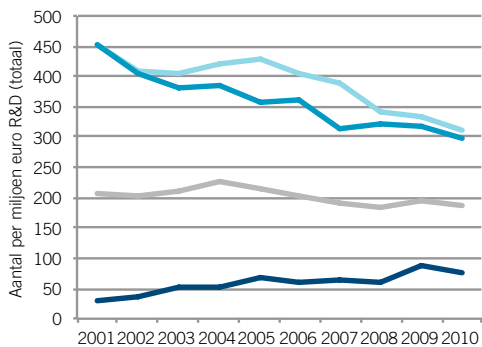
- 1) Aantal EPO octrooi-aanvragen per miljoen inwoners
- 2) Aantal EPO octrooi-aanvragen per miljoen euro R&D-uitgaven door bedrijven
- 3) Aantal EPO octrooi-aanvragen per miljoen euro R&D-uitgaven (totaal)
- 4) Aantal EPO octrooi-aanvragen per miljoen arbeidskrachten



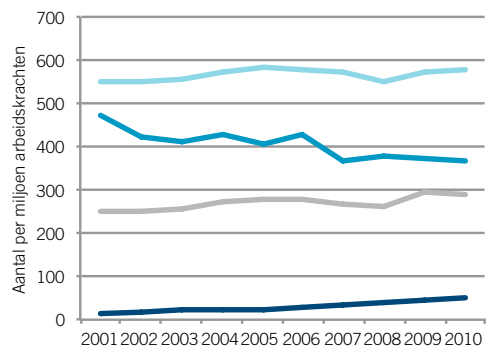
- 1) Minimum Maximum
Gemiddelde Nederland



- 2) Minimum Maximum
Gemiddelde Nederland



- 3) Minimum Maximum
Gemiddelde Nederland



- 4) Minimum Maximum
Gemiddelde Nederland

Bron: Eurostat > Patent applications to the EPO by priority year at the national level > 1) Per million of inhabitants, 2) Total number of patent applications by milliard EUR of Business enterprise sector's R&D expenditure (BERD), 3) Total number of patent applications by milliard EUR of total R&D expenditure (GERD) en 4) Per million labour force.

Opmerkingen:

- 1) Gemiddelde, minimum en maximum op basis van de 20 referentielanden (naast NLD: AUS, BEL, CAN, CHI, DEN, DUI, FIN, FRA, IER, ITA, JPN, KOR, NOO, OOS, SPA, TSJ, VK, VS, ZWE en ZWI). Voor 2009 en 2010 excl. AUS, CAN, CHI, JPN en KOR.
- 2) Gemiddelde, minimum en maximum op basis van de 17 referentielanden (naast NLD: BEL, CHI, DEN, DUI, FIN, FRA, IER, ITA, JPN, KOR, NOO, OOS, SPA, TSJ, VK, VS en ZWE). Voor 2009 en 2010 excl. CHI, JPN, KOR en VS. De lijnen NLD en Maximum overlappen.
- 3) Gemiddelde, minimum en maximum op basis van de 17 referentielanden (naast NLD: BEL, CHI, DEN, DUI, FIN, FRA, IER, ITA, JPN, KOR, NOO, OOS, SPA, TSJ, VK, VS en ZWE). Voor 2009 en 2010 excl. CHI, JPN, KOR en VS.
- 4) Gemiddelde, minimum en maximum op basis van de 18 referentielanden (naast NLD: AUS, BEL, CAN, DEN, DUI, FIN, FRA, IER, ITA, JPN, KOR, NOO, OOS, SPA, TSJ, VK, VS en ZWE). Voor 2009 en 2010 excl. AUS, CAN, CHI, JPN, KOR en VS.

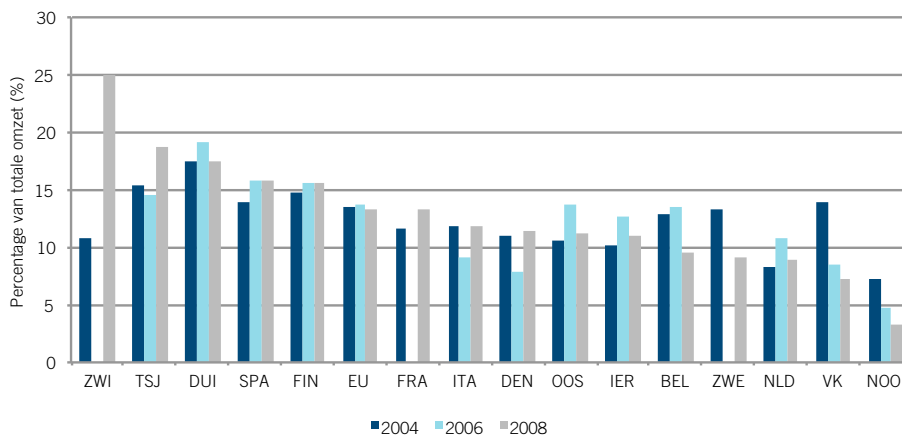
Net als bij patenten scoort Nederland ook goed met betrekking tot het aantal geregistreerde trademarks.⁴⁸ Zowel bij de referentielanden als bij Nederland groeit het aantal trademarks elk jaar, voor Nederland tot ruim 3.000 in 2011. In absolute aantallen is dat bovengemiddeld ten opzichte van de referentielanden. Corrigeren we voor het BBP, dan staat Nederland 4^e van 15 referentielanden (incl. Nederland).

Innovatie

Als outputmaten voor innovatie nemen we hier de omzet uit innovatieve producten en de export van medium- en hightech sectoren en van kennisintensieve diensten. Werkgelegenheid in kennisintensieve activiteiten is al eerder aan bod gekomen.⁴⁹ Het idee achter deze indicatoren is dat onderzoek en ontwikkeling uiteindelijk neer zal slaan in een hoger percentage 'innovatie' per product en/of dienst.

Wat betreft de meest directe indicator – het percentage van de omzet uit nieuwe producten – scoort Nederland laag (8,9%). Dit geldt zowel ten opzichte van de meeste andere referentielanden als ten aanzien van het Europese gemiddelde (13,2%). Wel is het zo dat het percentage in Nederland over de periode 2004-2008 is gegroeid (+6%) terwijl het in de EU (-2%) en met name in de andere landen in de staart van de groep (sterk) is gedaald.⁵⁰

Figuur 36: Percentage omzet verkregen uit producten en diensten nieuw voor de markt en nieuw voor het bedrijf, 2004, 2006, 2008, gesorteerd op het laatst beschikbare jaar



Bron: Eurostat

Het beeld bij de export van goederen met een "hoge innovatieve inhoud" (medium- en hightech producten) is zo mogelijk nog ongunstiger. Debet daaraan is de vertekening door de typische industriestructuur van Nederland (zie Tekstbox 1). Daarnaast speelt het noemer-effect.

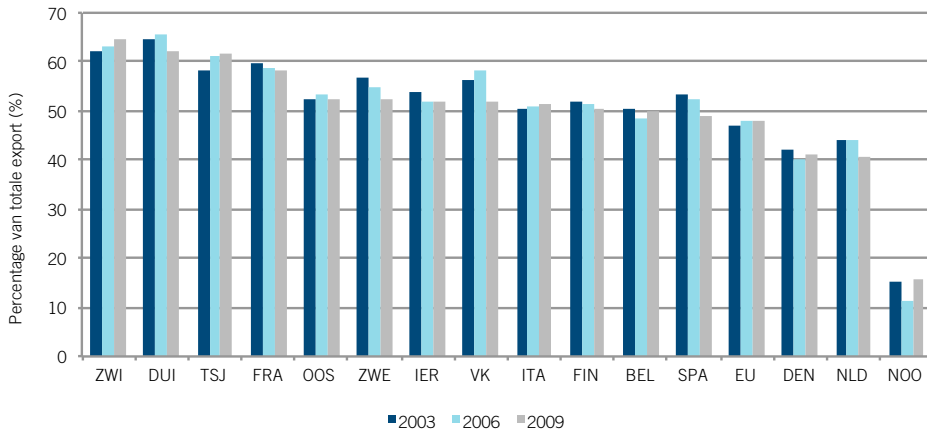
⁴⁸ Een trademark is een (tijdelijk) alleenrecht op het voeren van een bepaalde naam of een bepaald label voor een bepaald product of een bepaalde dienst. In tegenstelling tot een octrooi sluit het dus niet uit dat derde partijen hetzelfde product of dezelfde dienst gaan vermarkten, alleen moet dat dan onder een duidelijke andere naam gebeuren. Een octrooi beschermt het procedé, een trademark het imago.

⁴⁹ Dit zijn de indicatoren die bij de Innovation Union Scoreboard onder 'Economic Effects' zijn genoemd.

⁵⁰ België (-27%), Zweden (-32%), Verenigd Koninkrijk (-48%), Noorwegen (-54%).

Nederland exporteert in absolute termen veel meer low-tech producten dan andere landen. De totale export ligt (veel) hoger dan in de meeste andere landen.

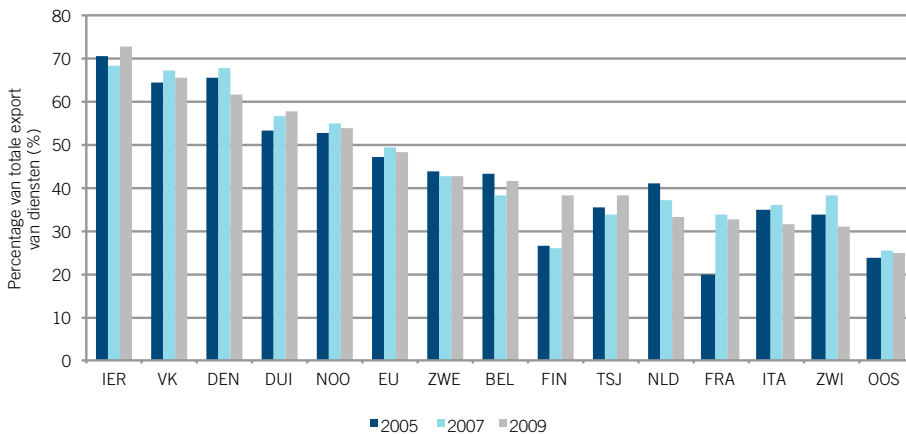
Figuur 37: Mediumtech en hightech export als percentage van totale export, 2003, 2006, 2009, gesorteerd op het laatst beschikbare jaar



Bron: Eurostat

Bezien we tenslotte de export van kennisintensieve diensten dan scoort ook daar Nederland laag (33%) ten opzichte van het Europese gemiddelde (48%). Op het eerste gezicht wekt dat wellicht enige verbazing omdat Nederland een exportland is én een diensteneconomie. Er wordt hier echter gedeeld door het totaal van de diensten (niet de totale export). Dat neemt niet weg dat een aantal referentielanden zoals Ierland (73%), de Verenigd Koninkrijk (66%) en Denemarken (62%) veel hoger scoren. Ierland is overigens een anomalie. Het land heeft het hoge percentage te denken aan zijn status als doorvoerhaven naar Europa voor software en aanverwante diensten vanuit de VS.

Figuur 38: Export van kennisintensieve diensten als percentage van totale export diensten, 2005, 2007, 2009, gesorteerd op het laatst beschikbare jaar



Bron: Eurostat

Samenvattend: als we kijken naar de publicatie-output in de set van 18 referentielanden, dan representeert Nederland ongeveer 3% van de publicaties. Hiermee komt Nederland om de 10^e plek. Wanneer we de output corrigeren voor de omvang van de beroepsbevolking, dan heeft Nederland ongeveer twee publicaties per 1.000 inwoners. Nederland staat daarmee op de vijfde plaats tussen de geselecteerde landen in termen van productiviteit. In termen van de citatie-impact staat Nederland als derde tussen de 18 referentielanden, met een score van 1,44. Dit betekent dat Nederlandse publicaties in de periode 2007-2010 44 procent boven het veldgemiddelde werden geciteerd.

Een andere vorm van output is het aantal geslaagden en gepromoveerden. Het aantal geslaagden aan universiteiten maakt sinds eind jaren 90 een constante groei door. Het aantal promoties laat een soortgelijke trend zien, waarbij er in de laatste twee jaar een flinke groei heeft plaatsgevonden. Zoomen we in op het aantal nieuwe op geslaagden in de gebieden Natuurwetenschappen en Techniek, dan is in de afgelopen jaren een duidelijke stijging waarneembaar. Van de 1000 Nederlanders in de leeftijd 20-29 jaar, studeerden er in 2010 9,2 af binnen het thema Natuurwetenschappen en Techniek. Dat is ruim 1,5 keer zo veel als in 2000. Ten opzichte van de referentielanden blijft Nederland echter flink achter.

Het aantal EPO-patenten van Nederlandse organisaties is in de afgelopen tien jaar redelijk stabiel, met ongeveer 3500 per jaar. Voor het bepalen van de relatieve hoeveelheid EPO-patenten kan er op diverse manieren gecorrigeerd worden. Zowel gecorrigeerd voor (1) het aantal inwoners, (2) de R&D-uitgaven van bedrijven, (3) de totale R&D-uitgaven en (4) het aantal arbeidskrachten, scoort Nederland bovengemiddeld tot zeer hoog.

In termen van innovatie scoort Nederland minder dan de referentielanden, en minder dan het Europese gemiddelde, op alle innovatie-indicatoren die in deze studie zijn opgenomen. Daarbij plaatsen we dan wel de kanttekening dat het hier om een beperkte set van indicatoren gaat en dat een deel van de cijfers verouderd is.

7. Outcome

Outcome is het effect van de output. Een verhoging van aantal afgestudeerde studenten leidt bijvoorbeeld tot een gemiddeld genomen hoger opgeleide beroepsbevolking. Terwijl output verwijst naar een product of dienst, verwijst outcome meestal naar een *proces*. Een typisch voorbeeld van een outcome indicator is de beoordeling van de output van het systeem. Het onderscheid tussen output en outcome is niet altijd even duidelijk omdat er sprake is van gelaagdheid in het systeem. Citatie-impact is een outcome voor wetenschappers maar een output voor degenen die de overall performance van de universiteit beoordelen. Daar is pas sprake van outcome als een hogere citatie-impact zich bijvoorbeeld vertaalt in een verbetering van het imago van een universiteit of in een andersoortige afgeleide (bijvoorbeeld een verhoging van de instroom van talentvolle onderzoekers). Deze paragraaf richt zich op de laatste soort outcome; de beoordeling van de prestaties van het Nederlandse wetenschaps-, technologie en innovatiesysteem. We doen dit toch door te kijken naar enkele aantal (deels samengestelde) indicatoren voor de outcome van respectievelijk het wetenschaps-, technologie en innovatiesysteem van een land.

Deze outcome indicatoren zijn proxies en zijn niet altijd onomstreden. Ze mogen in elk geval niet opgevat worden als integrale eindoordelen over de kwaliteit of overall prestaties van het Nederlandse WTI-systeem in vergelijking met een aantal referentielanden. Ze geven vooral een indicatie van wat we zouden kunnen aanduiden als reputatie. Afsluitend staan we ook nog kort stil bij één van de ultieme overall performance indicator in het economische domein, te weten groei van de arbeidsproductiviteit.

Wetenschapssysteem

Als proxy voor de outcome van het wetenschapssysteem gebruiken we een viertal internationale rankings: ARWU (de ‘Shanghai-ranking’), THE world top 400, QS (voorheen Times) World Top 500 en de Leiden world top 500.⁵¹ Er is de nodige methodologische kritiek op de meeste internationale rankings gekomen. Zo houden een aantal rankings zoals die van ARWU geen rekening met de verschillen in publicatieculturen tussen disciplines. Brede universiteiten met een medische afdeling worden daardoor bevoordeeld, en specialistische technische universiteiten benadeeld.⁵² De Leiden ranking is de enige ranglijst die volledig is gebaseerd op bibliometrische indicatoren. Het voordeel is dat het een objectieve methode is. Het nadeel is dat één veelgeciteerd artikel een toppositie van een gehele universiteit kan opleveren. De andere rankings zijn samengesteld uit meerdere typen indicatoren (composite indices). Dit geeft een evenwichtiger beeld en is minder gevoelig voor uitschieters. Nadeel is dan weer dat de berekening van de eindscore complexer wordt en meer aanleiding geeft tot discussie (bijvoorbeeld of en welke gewichten er moeten worden gebruikt).

Door verschillende rankings naast elkaar te zetten ontstaat een genuanceerd en redelijk robuust beeld van de onderlinge verhouding tussen de Nederlandse universiteiten. Vooraf moet worden gesteld dat de kwaliteit van het Nederlandse academische bestel over de volle breedte zeer hoog is.⁵³ Alle rankings laten alleen de top van de universiteiten zien, en vrijwel alle Nederlandse universiteiten komen in alle de rankings voor.⁵⁴ Een andere belangrijke disclaimer is dat de grootte van de universiteit sterk van invloed is op de positie in een samengestelde ranking (bij de Leiden ranking is dit dus niet het geval). Aan de top van de onderlinge Nederlandse ranking vinden we dan ook de twee grote algemene universiteiten van Utrecht en Leiden. Die liggen qua overall positie dicht bij elkaar. Vlak daarachter komt de Universiteit van Amsterdam en daarna

⁵¹ Nota bene, alle rankings richten zich specifiek op universiteiten. Academische ziekenhuizen zijn wel meegenomen voor zover ze onderdeel zijn van een universiteit maar zelfstandige wetenschappelijke instituten (zoals die van NWO en KNAW) zijn niet in de rankings meegenomen.

⁵² Op haar specifieke deelgebieden scoort de TU Delft zeer goed op de QS Ranking (2012). Op de ranglijst van Engineering & Technologie Faculties staat de TUD op de 18e plaats. De TU/e vinden we terug op de 67e en de UT op de 101e plaats. Ceteris paribus voor Arts & Humanities (UL: 39, UvA: 43, UU: 74) en Social Sciences & Management (UvA: 41, EUR: 53). Bron: <http://www.topuniversities.com/>.

⁵³ Of deze situatie overigens uniek is voor Nederland (en geen generiek kenmerk is van landen met een klein aantal universiteiten zoals Nederland) valt nog te bezien. Dit vereist verder onderzoek naar de spreiding van de scores van universiteiten per land.

⁵⁴ In deze vier rankings worden 400 tot 700 universiteiten wereldwijd met elkaar vergeleken. Dat betekent dat slechts ongeveer 3% van het geschatte aantal (17.000) universiteiten in de wereld in deze rankings een plaats krijgt. Bron: VSNU, <http://www.vsnunl.nl/Universiteiten/Feiten-Cijfers/Rankings-universiteiten.htm>

een middengroep met Wageningen Universiteit, TU Delft, Erasmus Universiteit, Rijksuniversiteit Groningen en de Vrije Universiteit.⁵⁵ Daarachter komt de Radboud Universiteit en vervolgens de vier kleinere universiteiten (TU Eindhoven, Universiteit Maastricht, Universiteit Twente en de Universiteit van Tilburg).

Tabel 4: Positie van Nederlandse universiteiten op vier internationale rankings

	ARWU world top 500 (2012)	THE world top 400 (2012)	QS world top 500 (2012)	Leiden top 500 (2011)
UU	53	67	85	92
LEI	73	64	75	100
RU	101-150	127	136	183
UvA	101-150	83	62	104
RUG	101-150	89	109	148
VU	101-150	140	177	75
WUR	101-150	70	161	69
EUR	151-200	72	99	74
TUD	201-300	77	103	115
UM	201-300	115	107	206
TUE	301-400	114	158	84
UT	301-400	187	224	64
TiU	401-500	-	401-450	-

Bron: ARWU, THE, QS, CWTS.

Innovatiesysteem

Hoewel er het een en ander valt af te dingen op het gebruik van samengestelde indexen,⁵⁶ geven ze niettemin een beeld van niet alleen de feitelijke innovatiekracht van een land, maar eveneens (omdat ze deels ook zijn gebaseerd op internationaal surveyonderzoek onder ondernemers) over de perceptie en dus innovatiereputatie van een land. Uit Tabel 5 blijkt dat Nederland in 2012 van de referentielanden alleen Zwitserland, Zweden, Finland (en het Verenigd Koninkrijk) voor moet laten gaan in de Global Innovation en Global Competitiveness index. De positie is ook stabiel. Nederland scoort al een aantal jaren op rij een top-10 positie in beide internationale rankings. Dat is zeker gezien de soms relatief lage scores op enkele van de indicatoren in voorgaande paragrafen opvallend te noemen.⁵⁷ Een anders samengestelde indicator is de Innovation Union Scoreboard. Nederland (en ook zeker Noorwegen en in mindere mate het Verenigd Koninkrijk) scoren in vergelijking tot de andere twee indices relatief laag op de IUS. Denemarken en Duitsland (en in mindere mate België) scoren juist relatief hoog op de IUS in vergelijking tot de twee andere ranglijsten.

⁵⁵ Wageningen is een uitzondering op de regel dat positie en grootte direct met elkaar samenhangen.

⁵⁶ Zie bijvoorbeeld Montalvo & Moghayer (2012) en CBS (2006).

⁵⁷ Tot een vergelijkbare constatering voor het (R&D en) innovatie domein komt CBS in haar publicatie. Het Nederlandse ondernemingsklimaat in cijfers 2011 waar Nederland op een groot aantal indicatoren wordt vergeleken met 19 referentielanden. Op een van de in totaal 16 deelindicatoren scoort Nederland gunstig wat betreft positie en ontwikkeling. Op 9 van de in totaal 16 deelindicatoren scoort Nederland een ongunstige positie en een ongunstige ontwikkeling ten opzichte van in totaal 19 referentielanden. Dit maakt dat CBS constateert dat (Ibid, p. 51): "Op het terrein van R&D en innovatie zijn er bijna geen indicatoren te vinden waar sprake is van structurele vooruitgang".

Tabel 5: Positie van drie internationale innovatierankings, 2009-2012

	Global innovation index		Global Competitiveness index		Innovation Union scoreboard ⁵⁸	
	2009	2012	2009-2010	2012-2013	2009	2011
ZWI	7	1	1	1	1	1
ZWE	3	2	4	4	2	2
FIN	13	4	6	3	3	5
NLD	10	6	10	5	12	9
VK	4	5	13	8	5	7
VS	1	10	2	7		
DEN	8	7	5	12	6	3
DUI	2	15	7	6	4	4
CAN	11	12	9	14		
NOO	14	14	14	15	19	17
JPN	9	25	8	10		
IER	21	9	25	27	10	12
BEL	18	20	18	17	9	6
OOS	15	22	17	16	7	10
KOR	n/a	21	19	19		
AUS	22	23	15	20		
FRA	19	24	16	21	11	13
CHI	37	34	29	29		
SPA	28	29	33	36	20	21
TSJ	33	27	31	39	17	20
ITA	31	36	48	42	22	18

Bron: INSEAD/WIPO (GII), World Economic Forum (GCI), Eurostat (IUS)

Arbeidsproductiviteit

Een laatste indicator die we hier presenteren is de ontwikkeling van de groei van de arbeidsproductiviteit. Bij een strikt welvaartsbegrip⁵⁹ is de ontwikkeling van het Bruto Binnenlands Product leidend en die wordt bepaald door de ontwikkeling van het aantal werkzame personen (arbeidsinzet) en de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit. Vooral de laatste wordt sterk geassocieerd met R&D en innovatie. Als economische groei niet meer kan voortkomen uit inzet van meer arbeid, dan moet vooral de efficiency waarmee die arbeid wordt ingezet toenemen en dat vergt technologische en niet-technologische vernieuwing. Uit een groeidecompositie voor een groot aantal landen voor de periode 2006-2010 zoals gepresenteerd door OECD (2011) blijkt dat de gemiddelde jaarlijkse groei van het BBP van bijna 1% per jaar voor de helft wordt verklaard door de toename in het aantal werkzame personen en voor de andere helft door de toename van de arbeidsproductiviteit.⁶⁰ Figuur 39 laat de jaarlijkse groei van de arbeidsproductiviteit voor een

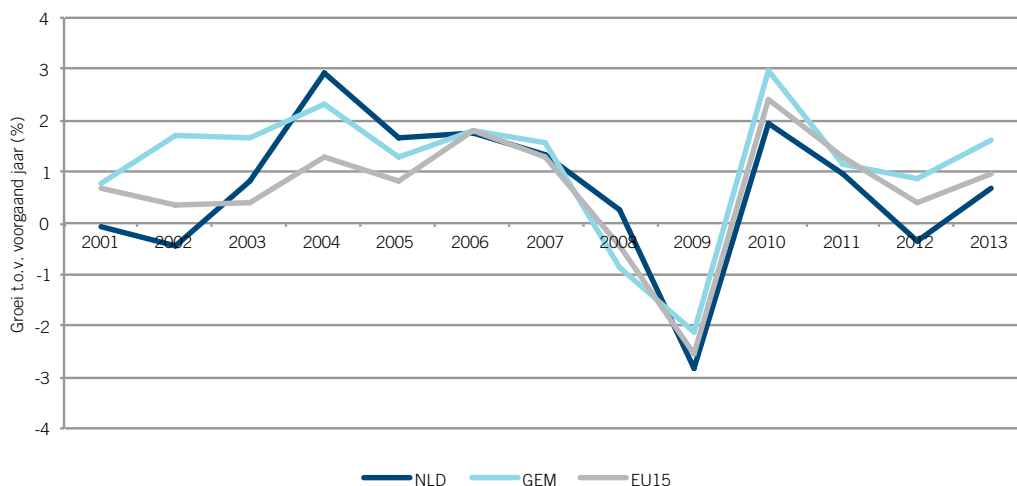
⁵⁸ De ranking is gebaseerd op de lijst met 'European Countries' en niet enkel 'EU Member States', waardoor ook het referentieland Zwitserland meegenomen wordt.

⁵⁹ Wanneer een ruimer welvaartsbegrip worden in de regel ook indicatoren op gebied van gezondheid, milieu, veiligheid en solidariteit (bijvoorbeeld uitgedrukt in de mate van 'scheefheid' in de inkomensverdeling) meegenomen.

⁶⁰ Daarnaast is sprake van een klein negatief effect op de economische groei omdat over de periode het aantal gewerkte uren per persoon – al traditioneel laag in Nederland – licht afnam.

langere periode zien.⁶¹ Nederland behoort, samen met bijvoorbeeld de Verenigde Staten, tot de landen met de hoogste niveaus van arbeidsproductiviteit. Dat houdt ook in dat het relatief moeilijk is dat niveau nog te overtreffen. Figuur 39 toont dat Nederland qua ontwikkeling van de *groei* van de arbeidsproductiviteit niet echt onderscheidend is ten opzichte van het gemiddelde van de referentielanden en EU 15. De ontwikkeling in Nederland fluctueert wat meer dan de gemiddelden.

Figuur 39: Jaarlijkse groei in arbeidsproductiviteit van de totale economie, 2004-2013



Bron: OECD

Opmerking: GEM = Gemiddelde van Australië, België, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Ierland, Japan, Korea, Nederland, Oostenrijk, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten en Zweden.

Samenvattend laten de hier gepresenteerde outcome-indicatoren – en dit is nadrukkelijk een selectie van de vele outcome indicatoren die mogelijk zijn – een heel verschillende beeld zien over Nederland. Wat betreft de wetenschap behoort het Nederlandse academische bestel over de volle breedte tot de wereldtop. Ook in de bredere innovatie/concurrentie-indicatoren scoort Nederland al jaren zeer goed. Op de meer specifieke innovatie-indicatoren scoort Nederland relatief wat lager. Wat betreft de groei van de arbeidsproductiviteit wijkt de ontwikkeling in Nederland niet noemenswaardig van die in de EU en van de referentielanden af.

⁶¹ De cijfers voor 2012 en 2013 zijn gebaseerd op ramingen van de OECD.

8. Samenvatting en slotopmerkingen

Wetenschap, technologie en innovatie zijn complexe fenomenen die zich moeilijk in enkele indicatoren laten vatten. Idealiter zouden we van alle drie gecombineerd op systeemniveau willen weten hoe effectief en hoe efficiënt de investeringen (of inputs) in elk deelsysteem worden getransformeerd in outputs en hoe zich dat vervolgens vertaalt in ruimere prestatie-indicatoren.⁶² Het liefst zouden we ook willen weten in hoeverre deze outputs ook nog samenhangen met of bijdragen aan generieke prestatie-indicatoren als welvaart en welzijn.⁶³ Zijn landen die meer investeren in wetenschap, technologie en innovatie nu ook daadwerkelijk welvarender en succesvoller of zijn er ook landen die met een geringere inspanning relatief succesvoller zijn? Dergelijke vragen zijn moeilijk te beantwoorden vanwege de complexiteit van de deelsystemen, de vraag hoe wetenschap, technologie en innovatie op elkaar inwerken (of juist niet) en de rol van de factor tijd. Hoeveel doorlooptijd vergt het om wetenschappelijk excellent te worden in een wetenschappelijke discipline? Hoe lang duurt het voordat investeringen in een hoog opgeleide beroepsbevolking zich vertalen in hoogwaardige economische activiteiten of het effectief oplossen van maatschappelijke vraagstukken? Hoe lang moet je investeren in een sleuteltechnologie voordat het zich vertaalt in bijvoorbeeld een nationale economische sterkte? Kortom, het is vooralsnog welhaast onmogelijk inputs, throughputs (bijvoorbeeld in de vorm van samenwerking tussen de verschillende spelers in een wetenschaps- en innovatiesysteem) en outputs met elkaar te verbinden en direct te koppelen aan oordelen over het totale wetenschaps-, technologie- en innovatiesysteem.

Onderstaand is een overzicht opgenomen van een selectie van WTI²-indicatoren die in deze rapportage kort aan de orde zijn gekomen. Per onderdeel uit het model zijn enkele indicatoren geselecteerd. Per indicator is het feitelijk kengetal en (waar relevant) de ranking ten opzichte van de referentielanden weergegeven.⁶⁴ Voor de vergelijking is naast de meest recente data (WTI²-2012) ook de data van vorig jaar weergegeven (WTI²-2011). Vergelijkingen van jaar op jaar leveren geen grote veranderingen op. Het algemene beeld dat uit de overzichtstabel naar voren komt is niet eenduidig. Nederland scoort op ongeveer evenveel indicatoren hoog, laag of gemiddeld. Op de thema's Human Resources en Samenwerking scoort Nederland in het algemeen laag, op het thema Output hoog op de wetenschappelijke indicatoren maar laag op de innovatie-indicatoren.

⁶² Een interessante poging om te komen tot een zogenoemde innovation system efficiency index is gerapporteerd in Montalvo & Moghayer (2012). Hier wordt de efficiency van een innovatiesysteem bepaald door de total innovation propensity – een samengestelde maat gebaseerd op meerdere constructen – te vergelijken met de innovation performance. Op een – ook grafisch – aantrekkelijke manier kan worden bepaald of een innovatiesysteem beneden verwachting, naar verwachting of boven verwachting presteert en dit ook nog in verband gebracht wordt met typische prestatie-indicatoren als ontwikkeling van het Bruto Binnenlands Product, werkgelegenheid of productiviteitsontwikkeling. De eerste analyses laten zien dat dat landen met hogere innovatie-intensiteiten ook vaak innovatie beter weten te benutten en een betere economische performance kennen. Echter, het voorgestelde innovation system efficiency index model gaat vooral uit van de onderneming, benut overwegend CIS data en is vooralsnog statisch van aard.

⁶⁶ Veelal worden samengestelde indexen gebruikt om de prestaties van systemen met elkaar – bijvoorbeeld tussen landen – te kunnen vergelijken. Die samengestelde indexen zijn niet onomstreden. Voor een kritische beschouwing over het gebruik van benchmarkstudies en samengestelde indices, zie CBS (2006).

⁶⁷ Het eerste getal is de positie op de ranglijst, het tweede getal het aantal posities op de ranglijst (=aantal referentielanden op die indicator +1). Bijvoorbeeld, 4/19 betekent een 4e plaats op een lijst van 19 landen.

Tabel 6: Score van het Nederlandse WTI-systeem ten opzichte van een aantal referentielanden op een selectie van WTI²-indicatoren⁶⁵

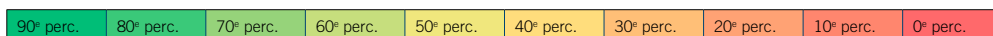
	Indicator	Score Nederland WTI ² -2011		Score Nederland WTI ² -2012	
Financiering					
1a	Aandeel venture capital van BBP (tweejarig gemiddelde)	0,11 ^a	7/15	0,10 ^b	8/15
1b	Financiering publieke-R&D door bedrijfsleven (% R&D-uitgaven bedrijven)	14% ^a	1/15	Geen update beschikbaar	nvt
1c	Toegekende bedrag WBSO in miljoen euro	€ 1.037 mln ^b	nvt	€ 1.085 mln ^c	nvt
1d	NWO-middelen	€ 741,3 mln ^b	nvt	€ 754,6 mln ^c	nvt
1e	KNAW-middelen	€ 150,0 mln ^b	nvt	€ 151,6 mln ^c	nvt
1f	TNO-middelen	€ 492,0 mln ^b	nvt	€ 478,1 mln ^c	nvt
1g	GTI-middelen	€ 351,6 mln ^a	nvt	€ 343,9 mln ^c	nvt
Investerings					
2a	Investerings in 'brand equity, firm-specific human capital and organization capital' als percentage van BBP	nvt	nvt	5,72 ^e	2/15
2b	R&D-intensiteit van HO-instellingen (% van BBP)	0,73 ^a	4/19	0,75 ^b	4/16
2c	R&D-intensiteit van onderzoeksinstellingen (% van BBP)	0,23 ^a	11/19	0,22 ^b	8/16
2d	R&D-intensiteit van bedrijfsleven (% van BBP)	0,86 ^a	18/20	0,87 ^b	14/16
2e	R&D-intensiteit bedrijfsleven niet gecorrigeerd voor industriestructuur	nvt	nvt	1,60 ^a	13/19
2f	R&D-intensiteit bedrijfsleven wel gecorrigeerd voor industriestructuur	nvt	nvt	3,39 ^a	2/19
Human resources					
3a	R&D-personeel (per 1000 beroepsbevolking)	9,93 ^a	13/15	11,0 ^b	10/12
3b	Onderzoekers (per 1000 beroepsbevolking)	5,31 ^a	14/15	5,9 ^b	12/12
3c	Aandeel vrouwelijke onderzoekers bij HO-instellingen	35,8% ^f	5/10	36,9% ^a	9/13
3d	Omvang wetenschappelijk personeel (fte)	24.299 ^b	nvt	24.595 ^c	nvt
3e	Wetenschappelijk personeel als percentage personeelsomvang	56,6% ^b	nvt	57,4% ^c	nvt
Samenwerking					
4a	Internationale co-publicaties (% van totale publicatie-output)	49,8% ^d	8/18	51,3% ^e	8/18
4b	Publiek-private co-publicaties (% van totale publicatie-output)	1,1% ^b	9/17	1,1% ^c	10/17
4c	Percentage innovatieve bedrijven dat samenwerkt met HO-instellingen (% van samenwerkende innovatieve bedrijven)	34,7% ^f	9/14	24,7% ^b	13/14
4d	Percentage innovatieve bedrijven dat samenwerkt met onderzoeksinstituten (% van samenwerkende innovatieve bedrijven)	24,7% ^f	6/14	19,6% ^b	10/14

⁶⁵ De kleuren zijn gebaseerd op percentielscores, van het 0^e tot het 90^e percentiel. Het k^e percentiel is het getal dat de k% kleinere data van de (100-k)% grotere data scheidt. Wanneer de Nederlandse ranking valt binnen het 60^e percentiel, dan scoort 60% van de referentielanden lager of gelijk aan de waarde van Nederland.

	Indicator	Score Nederland WTI ² -2011		Score Nederland WTI ² -2012	
Output					
5a	Gebiedsgenormeerde impactscores (citatie-impact t.o.v. mondiale gemiddelde)	+40 ^d	3/18	+44 ^e	3/18
5b	Top geciteerde publicaties - top 1%	52% ^d	4/18	44% ^e	2/18
5c	Publicatie-output (onderzoeksartikelen per 1000 inwoners)	1,9 ^b	5/18	2,0 ^c	5/18
5d	Aantal EPO octrooi-aanvragen per miljoen euro R&D-uitgaven door bedrijven	678 ^a	1/14	689,3 ^b	1/14
5e	Omzet uit innovatie	8,9 ^f	12/14	Geen update beschikbaar	nvt
5f	Aantal trademarks	2.985 ^b	7/19	3.058 ^c	7/19
5g	Aantal uitgereikte diploma's in natuurwetenschappen en techniek op HO niveau per 100 van de bevolking met de leeftijd van 20-29	8,9 ^g	17/17	9,2 ^h	16/16
5h	Geslaagden aan universiteiten	28.700 ⁱ	nvt	30.200 ^k	nvt
5i	Gepromoveerden aan universiteiten	3.736 ^j	nvt	3,715 ^l	nvt
Outcome					
6a	Nederlandse universiteiten in de mondiale top 100 (Shanghai ARWU ranking)	2 ^c	nvt	2 ⁱ	nvt
6b	Nederlandse universiteiten in de mondiale top 100 (QS World University)	4 ^c	nvt	3 ⁱ	nvt
6c	U21 Ranking of National Higher Education Systems	nvt	nvt	77,4 ^c	9/21
6d	Global Innovation Index	56,3 ^c	6/21	60,5 ⁱ	5/21
6e	Innovation Union Scoreboard	0.595 ^b	9/15	0.596 ^c	8/15
6f	Global Competitiveness Index	5.41 ^m	5/18	5.502 ⁿ	4/20
6g	Jaarlijkse groei in arbeidsproductiviteit	1,95 ^k	9/14	0,94 ^l	9/14

^a = data 2009, ^b = data 2010, ^c = data 2011, ^d = data 2006-2009, ^e = data 2007-2010, ^f = data 2008, ^g = data 2006,

^h = data 2007, ⁱ = data 2012, ^j = data '08-'09, ^k = data '09-'10, ^l = data '10-'11, ^m = data '11-'12, ⁿ = data '12-'13



Opmerking: Uitgaand van de meest recent beschikbare informatie. Voor meer technische details met betrekking tot de bronnen, zie tabellen en figuren op www.wti2.nl.

Er zijn de afgelopen jaren diverse indicatorenstudies en internationale vergelijkingen verschenen over het wetenschaps-, technologie- en innovatiesysteem en ruimer over het ondernemingsklimaat.⁶⁶ Ze verschillen in opzet, accenten en de impliciete en expliciete aansporingen die eruit volgen. Niettemin is de grootste gemeenschappelijke deler dat er zorgen zijn over verschillende aspecten van het wetenschapssysteem (bijvoorbeeld onderfinanciering of onvoldoende aanwas van talent), het technologie- en innovatiesysteem (bijvoorbeeld R&D intensiteit van bedrijven)

⁶⁶ Zie bijvoorbeeld Brennenraedts, R. et al. (2008), Chiong Meza (2012), KIA (2012), Van der Zee et al. (2012) en CBS (2012) en CBS (2011) en CBS (2011), Het Nederlandse ondernemingsklimaat in cijfers 2011, Heerlen/Voorburg, CBS.

of ruimer het klimaat voor WTI (bijvoorbeeld bereidheid om te investeren in WTI) of ondernemingsklimaat (bijvoorbeeld het aantal snelgroeiende bedrijven). Sommige van deze studies en benchmarks sporen nadrukkelijk aan tot actie en geven aan dat er een noodzaak is meer te investeren in WTI. Tegelijkertijd zijn er ook nog altijd indicatoren waar Nederland internationaal gezien goed scoort, bijvoorbeeld de productiviteit van het wetenschapssysteem, patentaanvragen en de breder samengestelde innovatie/concurrentie-indicatoren. Dit roept belangrijke – en beleidsrelevante – vragen op over de efficiency waarmee inputs in een WTI-systeem worden omgezet in outputs en de time lag voordat investeringen in een WTI-systeem zich vertalen in bijbehorende prestaties (output en outcome) van het betreffende systeem. De hamvraag is telkens: is er sprake van een effectief WTI systeem dat goed omspringt met de bescheiden middelen of hebben we de huidige goede positie vooral te danken aan investeringen die in het verleden zijn gedaan – maar waarvan het effect binnenkort is uitgewerkt?⁶⁷ Hoe zuinig kun je de WTI-motor afstellen om een efficiënt WTI-systeem te creëren zonder het WTI-systeem zelf schade te berokkenen of op te blazen? Vooralsnog lijkt het erop dat het Nederlandse WTI-systeem op basis van relatief bescheiden investeringen nog zeer behoorlijk presteert. Er zijn met name in het innovatiedomein echter wel een aantal indicatoren waar Nederland duidelijk achterblijft ten opzichte van de referentielanden.

⁶⁷ Een recente illustratie van botsende visies van potverteren op basis van investeringen uit het verleden is de berichtgeving rond de publicatie van de ranglijst van meest concurrerende economieën van het World Economic Forum 2012 (zie NRC Handelsblad, 5 september 2012, p. 21). Sinds 2002 is Nederland gestaag gestegen op deze ranglijst en in 2012 neemt het de vijfde positie in voor Duitsland en de Verenigde Staten. Hoewel de opsteller voor Nederland Professor Volberda aangeeft dat Nederland slecht scoort op investeringen in onderwijs en onderzoek en ook de samenwerking tussen onderwijs en bedrijfsleven achterblijft, noemt hij diverse factoren die de stijging op de ranglijst kunnen verklaren zoals de hoog opgeleide beroepsbevolking, kwaliteit van infrastructuur, professioneel geleide bedrijven en strak georganiseerde distributienetwerken, hoogwaardige marktwerking en een stabiel innovatiebeleid. Professor Borst wijst daarentegen vooral op de korte termijneffecten van dergelijke rankings en verwoordt de “potverteren-visie”: “De kennisbasis van Nederland kalft wel degelijk af. De overheid investeert al jarenlang minder dan het gemiddelde in de Europese Unie. De schadelijke effecten zie je pas over een generatie, zoals we nu profiteren van de investeringen in onderzoek van twintig jaar geleden.”

Referenties

- Aghion, P. & P. Howitt (1992), A model of growth through creative destruction
Econometrica, vol. 60 (2), pp. 323-351.
- Alexiev (S.), M. Janssen, W. van der Aa en P. den Hertog (2012).
United We Stand: Open diensteninnovatie in de Noordvleugel. Amsterdam: AMSI.
- Bongers, F, P. den Hertog, R. Vandeberg en J. Segers (2003), Naar een meetlat
voor wisselwerking. Dialogic, in opdracht van AWT.
- Brennenraedts, R., P. den Hertog, C. Holland, B. Kaashoek, R.A. te Velde (2008),
Nederlandse wetenschap: wereldtop? Dialogic, Utrecht.
- CBS (2006), Het Nederlandse ondernemingsklimaat in cijfers 2006,
bijlage Overzicht bestaande benchmarkstudies, CBS, Voorburg/Heerlen.
- CBS (2011), Het Nederlandse ondernemingsklimaat in cijfers 2011,
Heerlen/Voorburg, CBD.
- CBS (2012), ICT, Kennis en Economie 2012, Heerlen/Voorburg, CBS.
- Chiong Meza, C. (2012), De Nederlandse Universiteiten 2012. Feiten en Cijfers 6,
Den Haag, Rathenau Instituut.
- Grossman, G. & E. Helpman (1991), Innovation and growth in the global economy,
Cambridge MA: The MIT Press.
- KIA (2012), Kennis en Innovatie Foto 2012, Kennis en Innovatie Alliantie.
- Montalvo, C. & S.M. Moghayer (2012), State of an innovation system: theoretical and
empirical advance towards an innovation efficiency index, paper gepresenteerd op de
DRUID conferentie, 19-21 Juni 2012, Copenhagen, Denemarken.
- National Science Board (2012), Science and Engineering Indicators 2012 (p.4; 8).
- OECD (2002), Benchmarking Industry Science Relationships, OECD, Paris.
- OECD (2011), Education at a Glance 2011, OECD, Paris.
- Royal Society (2011), Knowledge, Networks and Nations: Global scientific collaboration
in the 21st century. RS policy document 03/11, The Royal Society, London.
- Snijders (1998a), Nederlandse R&D: het valt best mee, in : ESB, no. 4138.
- Snijders (1998b), En toch is er geen R&D-achterstand, in: ESB, no. 4147.
- Van der Zee et al. (2012), De Staat van Nederland Innovatieland 2012, The Hague
Centre for Strategic Studies en TNO, Amsterdam, Amsterdam University Press.
- Verspagen, B. & H. Hollanders (1998), De Nederlandse innovatie-achterstand,
in ESB, no. 4147.







Dit is een verkorte weergave. Een uitgebreide versie is opgenomen in Part B van Science, Technology and Innovation Indicators 2012.

Deel B

Internationalisering en specialisatie van het Nederlandse WTI-systeem

1. Inleiding

Internationalisering is geen recent verschijnsel. Pas rond 1990 ligt het exportniveau van westerse ontwikkelde economieën weer op het niveau van 1910 (Baroch, 1996). Nieuw in de huidige golf van internationalisering is dat de groei in de arme landen groter is dan die in de rijke landen (Dollar, 2005). Met name de opkomst van de BRIC-landen in Science & Engineering wordt door de rijke landen als een bedreiging gezien. Dit zou op termijn het comparatieve voordeel van deze laatste groep landen in hightech producten en diensten kunnen ondermijnen (Freeman, 2006). Voor kleinere landen zoals Nederland, die een grote thuismarkt ontberen en niet de aantrekkingskracht op kennismigranten hebben zoals de VS, zou de bedreiging nog groter kunnen zijn. De drijvende kracht achter de eerste internationaliseringsgolf waren sterk dalende transportkosten (Craft & Venables, 2003). Deze factor werkte met name door in het domein economie. De drijvende kracht in de huidige internationaliseringgolf zijn sterk dalende communicatiekosten (Minne et al., 2012). Dit maakt vooral de verspreiding van (gecodificeerde) kennis en informatie makkelijker en werkt daarom met name door in het domein wetenschap.

Internationalisering is nauw verbonden met specialisatie. De these van comparatieve voordelen stelt dat een toename van handelsrelaties tussen twee landen leidt tot een toename van de specialisatie in beide landen. Grote landen zijn om twee redenen minder genoodzaakt om zich te specialiseren dan kleinere landen. Ten eerste kunnen ze zich vanwege hun schaal voorloven om in een breder portfolio van wetenschaps- en technologiegebieden te investeren. Ten tweede hebben ze door hun grote thuismarkt minder intensieve handelsrelaties met het buitenland. Logischerwijs zou de toenemende mate van internationalisering voor een kleiner land als Nederland dus moeten leiden tot (hyper)specialisatie in een beperkt aantal (sub)gebieden. Het is echter de vraag of de specialisatie these zondermeer van toepassing is op vooral het domein wetenschap.

In dit deel kijken we naar de trends wat betreft internationalisering en specialisatie binnen de domeinen wetenschap, economie en innovatie. We bezien daarbij of internationalisering en vooral specialisatie in de drie genoemde domeinen zich wel of niet in dezelfde richting bewegen (co-evolueren) en gaan kort in op mogelijke beleidsimplicaties.

2. Trends in internationale samenwerking in wetenschap

Wereldwijde trends

De toename van samenwerking tussen wetenschappers is een trend die al sinds het eind van de jaren '50 bestaat (Smith, 1958). Binnen deze ontwikkeling zien we sinds het begin van de jaren '90 een versnelde toename van het aantal internationale co-publicaties. Dit geldt met name voor natuurwetenschappen, technische wetenschappen en geneeskunde. Het aandeel internationale co-publicaties in het wereldwijde totaal van publicaties is toegenomen van 4% in 1980 tot 21% in 2011.

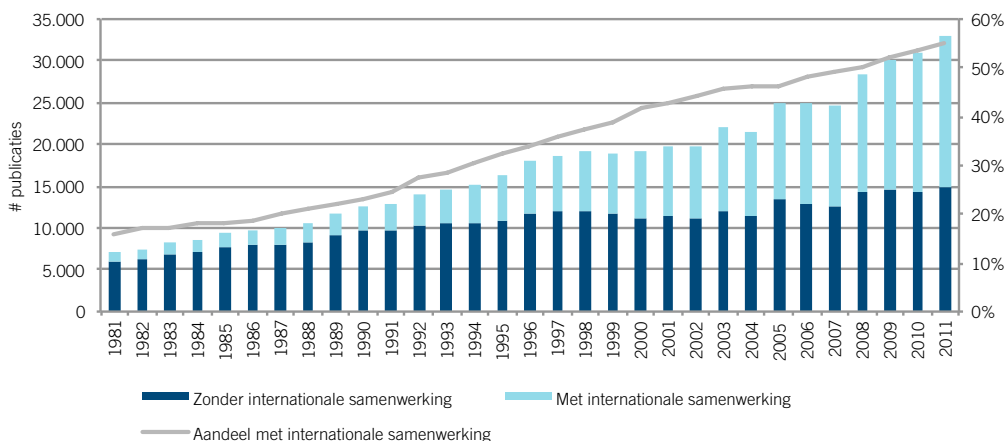
Internationale samenwerking heeft ook een effect op de impact van publicaties. Internationale co-authored artikelen worden meer dan twee keer zo vaak geciteerd als publicaties van één instituut uit één land (Narin et al., 1991).

Situatie in Nederland

Wat betreft de positie van Nederland in de wereld kijken we allereerst naar onderzoeksfinanciering uit het buitenland voor HO-instellingen (universiteiten, universitaire medische centra en hogescholen). Dit type financiering is het laatste decennium in alle landen gestaag gegroeid. Bijna alle buitenlandse financiering is afkomstig van de EC (met name vanuit de Europese Kaderprogramma's, *Framework Programme*). De groei in Nederland, van 70 miljoen euro 2001 tot 203 miljoen euro in 2009, is twee keer zo hoog als internationaal gemiddeld. De reden daarvoor is dat Nederlandse HO-instellingen zeer succesvol zijn in het verwerven van FP-financiering. Dat neemt niet weg dat het aandeel van buitenlandse financiering in het totaal van financiering bescheiden blijft (5% in 2009).

Internationale samenwerking in wetenschap wordt nog steeds vooral geïnitieerd door individuele wetenschappers (Aksnes, Flolich, Slipsæter, 2008). Wetenschappers in kleinere landen zoals Nederland werken veel meer samen met het buitenland dan wetenschappers in grotere landen zoals de VS. Dat komt omdat de thuismarkt relatief klein is. Het percentage internationale co-publicaties ligt in Nederland (54%) ruim twee keer boven het wereldgemiddelde (21%). Corrigeren we voor grootte, dan ligt het percentage exact op het gemiddelde. Onderstaande figuur laat voor de periode 1981-2011 zien hoe het aantal en aandeel internationale co-publicaties in het totaal van wetenschappelijke publicaties zich heeft ontwikkeld.

Figuur 1: Trends in types publicaties en het aandeel internationale co-publicaties 1981-2011, Nederland



Bron: Thomson Reuters/CWTS Web of Science.

Wat betreft samenwerkingspartners zien we twee verschillende effecten: het grootte-effect (de VS is de belangrijkste samenwerkingspartner) en het nabijheids-effect (het Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Frankrijk en België zijn na de VS de belangrijkste samenwerkingspartners). Nederlandse universiteiten ontlopen elkaar niet veel wat betreft het percentage internationale co-publicaties. Alle universiteiten zitten in de range van 45% (UT) tot 58% (WUR).

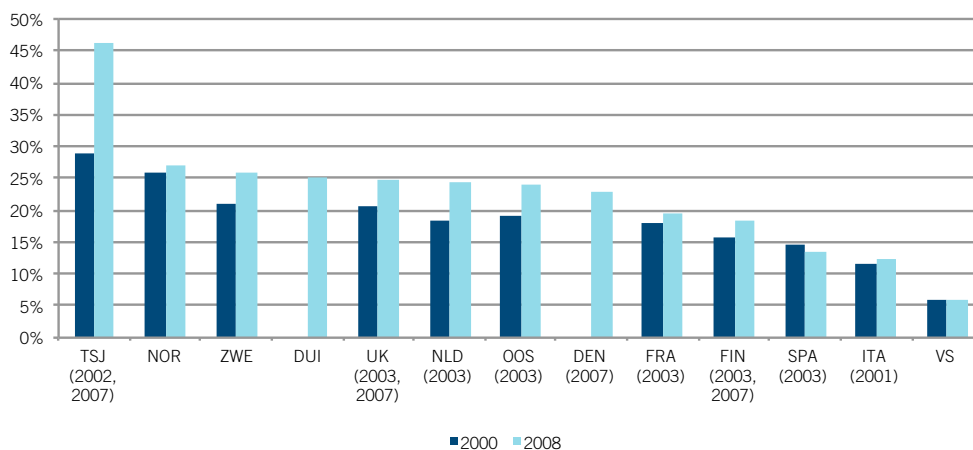
De geringe verschillen tussen de universiteiten verhullen de grote verschillen in percentage van internationale co-publicaties per wetenschapsgebied. Dat varieert van 92% (astronomie) tot 11% (literatuur). Alfa- en gammawetenschappen scoren over het algemeen (veel) lager dan natuurwetenschappen. Deze verschillen middelen uit op het geaggregeerde niveau van universiteiten. Dat neemt niet weg dat er ook voor hetzelfde wetenschapsgebied soms grote verschillen bestaan tussen universiteiten.

3. Trends in internationalisering in economie en innovatie

De positie van Nederland in de wereldeconomie

Het aandeel export in het BBP laat over de afgelopen 40 jaar een bijna perfecte exponentiële groei zien. Dat is een algemene trend maar de groei in Nederland is sterker dan in andere landen. Het aandeel export en import (die sterk zijn gerelateerd – anders zouden er immers structureel overschotten op de handelsbalans ontstaan) is uitzonderlijk hoog in Nederland. Ook in termen van directe buitenlandse investeringen (*foreign direct investments*), internationale fusies en overnames (*cross-border mergers & acquisitions*) en aanwezigheid van buitenlandse bedrijven (*national value added under control by foreign affiliates*) behoort Nederland tot de kopgroep. Dat laatste aspect is geïllustreerd in Figuur 2.

Figuur 2: Aandeel van de toegevoegde waarde in de Nederlandse economie gecontroleerd door ondernemingen in buitenlandse handen, geselecteerde OECD landen, 2000 en 2008



Bron: OECD, AFA, FATS and AMNE Databases, May 2011; Eurostat, NewCronos Database, April 2011.

Innovatie in Nederland in internationaal perspectief.

Een veelgebruikte indicator voor het meten van de internationale positie van een land op het terrein van innovatie zijn de handelsstromen in high-tech goederen (international technology flows). Deze specifieke stromen hangen sterk samen met de algemene handelsstromen. Omdat Nederland uitzonderlijk hoog scoort op het laatste type stromen, scoort het ook hoog op technologiestromen. Wordt er gecorrigeerd voor de algemene handelspositie dan blijkt dat de handelsstromen in Nederland juist relatief technologie-extensief zijn. Daar komt bij dat er bij de helft van de handelsstromen in Nederland sprake is van weder-invoer (Groot en Möhlmann, 2008). Wederinvoer draagt nauwelijks bij aan het BBP of de werkgelegenheid in Nederland (Mellens et al., 2007). De stromen zijn nauwelijks verbonden met het Nederlandse innovatiesysteem.

In termen van de internationale financiering van onderzoek in de private sector (uitgedrukt als % van het BBP) kent Nederland aan het eind van de jaren '90 een piek, maar daarna vakt die groei af. Omdat het percentage in andere landen wel gestaag blijft groeien, is het percentage in Nederland in 2009 tot op het Europese gemiddelde (EU15) teruggezaakt.

Eenzelfde beeld zien we bij de bredere (niet-financiële) indicator, het percentage bedrijven dat internationaal samenwerkt op het gebied van innovatie. Nederland scoort hier gemiddeld. Bedrijven uit voorlopelanden als Finland en Zweden werken daarbij relatief vaak samen met bedrijven uit de opkomende landen China en India. Ook hier scoort Nederland gemiddeld. Eenzelfde situatie geldt voor patenten. Nederlandse bedrijven registreren (nog) nauwelijks patenten in China. We zien hier een vergelijkbaar patroon als bij internationale co-publicaties. Er wordt óf in de VS geregistreerd óf in naburige landen (Duitsland) of indirect via het European Patent Office (EPO). Het gemiddelde aantal landen waarin Nederlandse uitvindingen worden gepatenteerd is in de periode 1990-2005 gedaald. Ogenscheinlijk duidt dit op een afname van internationalisering. Bij nadere beschouwing lijkt er echter een geheel ander patroon aan de afname ten grondslag te liggen. De variatie in patentregistratie is sterk toegenomen. Dat betekent

dat de succesvolle uitvindingen in veel landen worden gepatenteerd, maar het merendeel van de uitvindingen in slechts een beperkt aantal landen wordt gepatenteerd. Dit soort scheve verdelingen zijn juist een typisch kenmerk van internationalisering.

Overall trends in internationalisering

De mate van internationalisering in wetenschap is wereldwijd beslist toegenomen. In Nederland doet deze trend zich in nog sterkere mate voor. In het economische domein zien we eenzelfde patroon maar nog meer uitgesproken. De Nederlandse economie was van oudsher al sterk verknoopt met de wereldeconomie, maar die verknoping is alleen maar verder toegenomen. De sterke positie in handel (en logistiek) vertaalt zich niet in het innovatiedomein. Nederland neemt hier slechts een gemiddelde positie in. Deze positie is door de jaren heen ook verder verslechterd. Samenvattend, de overeenkomst in de internationaliseringspatronen tussen de drie domeinen is beperkt. Het innovatiedomein lijkt dus niet (althans niet in Nederland) – zoals wel was aangenomen – te functioneren als verbindende schakel tussen de domeinen wetenschap en economie.

4. Specialisatie als een effect van internationalisering

Theoretisch gezien leidt meer internationalisering tot meer concurrentiedruk voor actoren in het nationale innovatiesysteem. Dit geldt voor alle drie de domeinen (wetenschap, innovatie en economie) en alle niveaus (landen, organisaties, individuen) in het systeem. Als de mate van internationalisering is toegenomen (en dit blijkt inderdaad het geval te zijn, zie hiervoor) dan zou dit leiden tot directe concurrentie op de wereldmarkt. Dit is een negatieve *zero sum game* – alle actoren verliezen (maar het maatschappelijke surplus neemt wel toe). Actoren zullen daarom geneigd zijn om in plaats daarvan te kiezen om zich toe te leggen op specifieke niches (= specialisatie). Door de comparatieve voordelen vervolgens uit te ruilen, gaan alle actoren erop vooruit (in plaats van achteruit). In dit geval zou meer internationalisering juist tot meer samenwerking moeten leiden.

Specialisatie in wetenschap

Samenwerking in wetenschap (in termen van internationale co-publicaties) is sterk toegenomen de laatste 20 jaar (zie hiervoor). Overall heeft dit inderdaad tot een specialisatie geleid. De meeste ontwikkelde westerse landen richten zich bijvoorbeeld op Geneeskundig en biomedisch onderzoek terwijl een specialisatie op Natuur- en Technische wetenschappen typisch is voor (voormalige) communistische landen.

Ten opzichte van het wereldgemiddelde is de Nederlandse wetenschap – in termen van wetenschappelijke output – gespecialiseerd in Geneeskunde en Sociale wetenschappen, en juist niet in Natuur- en Technische wetenschappen. De specialisatie-index voor de laatste twee hoofdvelden is gedurende de gehele periode van 1981 tot 2011 afgenomen. Voor sociale wetenschappen geldt de omgekeerde beweging. De verschillen tussen Natuur- en Technische wetenschappen enerzijds en Sociale wetenschappen anderzijds zijn daardoor verder toegenomen.

De negatieve trends voor Natuur- en Technische wetenschappen zouden kunnen worden verklaard door de opkomst van China. Dat land is op dit moment na de VS het land met de grootste

wetenschappelijke output en heeft een sterke bias naar Natuur- en Technische wetenschappen. De relatieve verslechtering in Nederland zou dan volledig het gevolg zijn van de verbetering van de positie van China, niet van een autonome verslechtering. Dat blijkt echter niet het geval te zijn. Nadat er is gecorrigeerd voor het 'China-effect' blijven de eerder gevonden patronen vrijwel ongewijzigd.

Wel is het zo dat er op een meer gedetailleerd niveau – vakgebieden binnen hoofdvelden – soms grote verschillen bestaan. Binnen de Natuurwetenschappen is de specialisatie-index van Nederland voor astronomie en astrofysica verder toegenomen en voor milieuwetenschappen constant gebleven. Ook binnen de Technische wetenschappen blijft de index voor energieonderzoek constant terwijl de algemene trend daalt. Binnen het hoofdveld Geneeskunde dalen de indices van de meer fundamentele vakgebieden (*basic life sciences, basic medical sciences, biological sciences*) terwijl de indices van de meer toegepaste vakgebieden klinische geneeskunde en met name gezondheidswetenschappen stijgen.

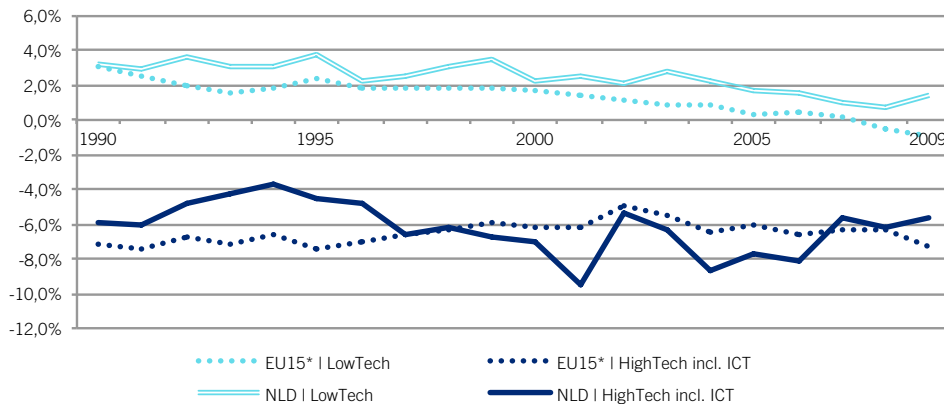
Specialisatie in economie en innovatie

Tussen 1998 en 2008 is de economische specialisatie (dat wil zeggen de dominantie van bepaalde specifieke sectoren binnen een economie) in alle landen toegenomen. De toename is het sterkste voor kleine landen die al in hoge mate gespecialiseerd zijn (zoals Noorwegen en Luxemburg). Uitzondering zijn de grote landen Spanje en het Verenigd Koninkrijk. In Nederland is de toename van de specialisatie relatief bescheiden.

De producten waarin Nederland internationaal gezien is gespecialiseerd (dat wil zeggen waarin de comparatieve voordelen het grootste zijn), zijn nog steeds de traditionele producten waarin Nederland al decennia lang een sterke exportpositie heeft: zuivel, koloniale producten (koffie, thee, tabak), voedingsmiddelen en aardgas. Corrigeren we voor weder-invoer (zie hiervoor) dan worden de patronen alleen nog meer sterker. De comparatieve voordelen van een land (althans van Nederland) blijven zeer stabiel over een (zeer) lange periode. De impact van internationalisering op het export portfolio van een land lijkt dus vooralsnog beperkt. Met andere woorden, de comparatieve voordelen van een land zijn grotendeels endogeen van aard.

De koppeling met wetenschap en technologie is gelegen in de mate van (technologische) geavanceerdheid van de producten waarin landen zich specialiseren. De aanname is dat ontwikkelde landen zich in toenemende mate gaan toeleggen op hightech producten en minder op lowtech producten. Het aandeel van lowtech producten in de EU is inderdaad constant (maar bescheiden) gedaald gedurende de gehele periode 1998-2009 (zie Figuur 3). De afname voor Nederland is minder snel dan het EU-gemiddelde. Op hightechproducten heeft de EU al jarenlang een handelstekort. Dat tekort is de gehele periode min of meer constant gebleven. Het Nederlandse tekort schommelt om en nabij het gemiddelde.

Figuur 3: Ontwikkeling van low-tech en high-tech (inclusief ICT) producten, export minus import, Nederland versus EU15*, 1998-2009



Bron: OECD, STAN Bilateral Trade database 2010. Herberekeningen door Dialogic.

Wat betreft de bestemming en herkomst van de handelsstromen van high-tech goederen blijken de patronen voor export erg constant te zijn. De nabijgelegen landen (EU15) zijn nog steeds goed voor circa tweederde van de export. Bij de import van hightech goederen zien we wel een grote verschuiving, namelijk de sterke toename van het aandeel van import uit China.

Tabel 1: High-tech export van goederen vanuit Nederland, per regio van bestemming, 1990-2000-2009

Export	1990	2000	2009
EU15	68%	61%	64%
VS	7%	6%	7%
CHI	0%	0%	1%
Rest	24%	33%	28%

Bron: OECD, STAN Bilateral Trade database 2010. Herberekeningen door Dialogic.

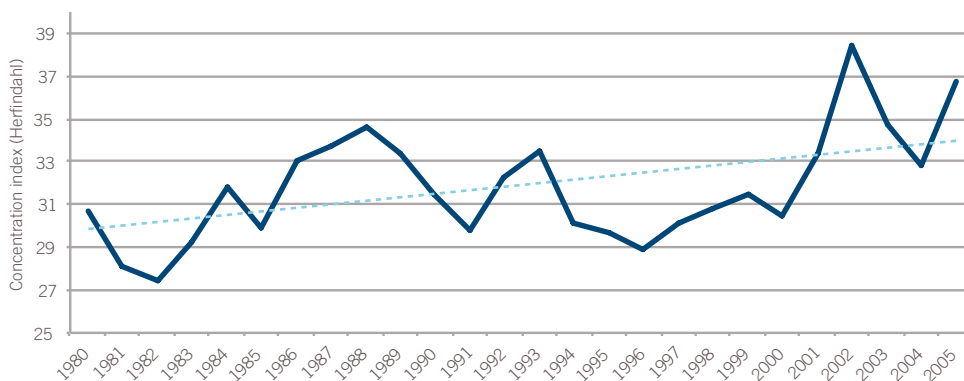
Tabel 2: High-tech import van goederen vanuit Nederland, per regio van herkomst, 1990-2000-2009

Import	1990	2000	2009
EU15	52%	34%	32%
VS	21%	19%	20%
CHI	1%	5%	15%
Rest	26%	42%	33%

Bron: OECD, STAN Bilateral Trade database 2010. Herberekeningen door Dialogic.

Als indicator voor specialisatie in het innovatiedomein hebben we een concentratie-index (Herfindahl) berekend voor Nederlandse patenten (zie Figuur 4). Hoewel de concentratie-index nogal fluctueert is er wel sprake van een opgaande lijn gedurende de periode 1980-2005. Dat betekent dat door de tijd heen de waarschijnlijkheid is toegenomen dat een Nederlands patent in een technologieveld (IPC-categorie) wordt geregistreerd waarin al een relatief groot aantal Nederlandse patenten zijn aangevraagd.

Figuur 4: Concentratie-index (Herfindahl) van Nederlandse patentfamilies en export van Nederlandse patenten, 1980-2005, op 3-digit IPC-niveau



Bron: Patstat database, bewerkt door Dialogic.

Overall trends wat betreft specialisatie

In geen van de drie domeinen wetenschap, innovatie of economie lijkt er sprake te zijn van een duidelijke trend tot specialisatie met uitzondering van wellicht wetenschap.

Kijken we meer in detail naar de verbanden tussen de drie domeinen binnen het Nederlandse wetenschaps- en innovatiesysteem dan blijken die niet zo sterk aanwezig te zijn. We vinden de comparatieve voordelen in zuivel en voedselproducten weliswaar terug in de sterke internationale positie van de WUR (van de Nederlandse universiteiten heeft de WUR ook het hoogste percentage internationale co-publicaties én de sterkste groei over de laatste 20 jaar), maar verder vormen de Nederlandse specialisaties in wetenschappelijke vakgebieden bepaald geen afspiegeling van de industriële sterktes en/of comparatieve voordelen van Nederland. Over de verbanden tussen de wetenschappelijke specialisaties en concentraties in bepaalde technologiegebieden in octrooien kan geen uitspraak worden gedaan. Dat komt omdat een aantal handelsspecialisaties in producten zijn (zoals tabak) waar de patentering nauwelijks speelt. De enige producten/gebieden waar Nederland én een comparatief voordeel heeft én relatief veel octrooien aanvraagt, zijn chemische producten en vetten en oliën.

5. Conclusies en mogelijke beleidsimplicaties

De mate van internationalisering is daadwerkelijk toegenomen in alledrie de domeinen. Internationalisering werkt sterker door op kleine dan op grote landen. Of dit gunstig of ongunstig is voor een kleiner land zoals Nederland valt nog te bezien. In het domein wetenschap leidt een intensivering van internationale relaties waarschijnlijk tot een versterking van de positie van regio's en universiteiten die van oudsher al een sterke positie hadden (Gulbrandsen, 2000). De grote uitdaging is hoe een land, instituut of wetenschapper zich het beste kan specialiseren zodat de comparatieve voordelen in het internationale speelveld zo groot mogelijk zijn. De relevante beleidsvraag is dan wat het beste niveau is waarop moet worden gespecialiseerd. Moet de wetenschap in Nederland zich richten op enkele specifieke vakgebieden waarin van oudsher wordt geëxcelleerd (zoals astronomie en astrofysica)? Moet het zich richten op een breder

gebied (een hoofddomein zoals sociale wetenschappen)? En moet er een minimaal niveau worden gehandhaafd in alle vakgebieden (met andere woorden, is de uitholling van de positie van fundamentele disciplines een reden tot zorg)?

Wat betreft specialisatie blijken de ontwikkelingen in de drie domeinen wetenschap, innovatie en economie zich niet in de zelfde richting te bewegen (co-evolutie), laat staan dat ze op elkaar zijn afgestemd (coördinatie). De belangrijke beleidsvraag hier is of internationalisering tot meer of juist tot minder afstemming binnen het nationale wetenschaps- en innovatiesysteem noopt en in welke mate beleid hierop van invloed kan zijn. We schetsen drie scenario's die ieder voor zich een ander antwoord geven op deze vraag.

1. *Er is een gebrek aan onderlinge afstemming maar dat is geen enkel probleem.* Kleinere landen waren, ook voor de opkomst van de tweede golf van internationalisering, in de domeinen economie en innovatie altijd al meer gespecialiseerd dan grote landen. De ontwikkelingen in het (publieke) domein wetenschap konden en kunnen zich grotendeels onafhankelijk van de ontwikkeling in het (private) domein economie en innovatie voltrekken. Er is met andere woorden geen noodzaak voor een overheid om van buitenaf coördinatie in het systeem te brengen. Het gebeurt vanzelf al of is gewoonweg niet nodig.
2. *Internationalisering en meer internationale concurrentie dwingt een land tot betere afstemming van de domeinen wetenschap, innovatie en economische ontwikkeling.* De aanname is dan dat door de toename van internationale concurrentie het belang van de private sector toeneemt en het wetenschaps- en innovatiebeleid daardoor in toenemende mate zal worden aangestuurd vanuit het bedrijfsleven. Uiteindelijk zou dat moeten leiden tot een geleidelijke verschuiving van onderzoeksactiviteiten naar de gebieden/producten waar een land internationaal gezien een comparatief voordeel heeft.
3. *Internationalisering is het antwoord op het gebrek aan afstemming.* Omdat de drijvende kracht in de huidige internationaliseringgolf de sterk dalende communicatiekosten zijn, en deze daling vooral doorwerkt in het domein wetenschap, zullen de verschillen tussen wetenschap en de andere twee domeinen groter worden. Binnen het domein wetenschap zal dit leiden tot hyperspecialisatie in een beperkt aantal vakgebieden. Deze gebieden zijn niet langer gebonden aan het nationale wetenschaps- en innovatiesysteem maar kunnen zich juist nog sterker richten op het mondiale systeem. Deze trend geldt wel degelijk ook, zij het in mindere mate, voor het economische domein. Alleen zullen de specialisatiepatronen voor de domeinen wetenschap en economie (en wellicht ook voor innovatie) geheel anders zijn en zich onafhankelijk van elkaar verder ontwikkelen.

Omdat we hier met lange termijn ontwikkelingen te maken hebben, is het nog te vroeg om te zeggen welk scenario de bovenhand krijgt. Maar juist omdat de mondiale ontwikkelingen zich zo langzaam ontvouwen is het belangrijk om vanaf het begin een duidelijke positie in te nemen – of ten minste terdege bewust te zijn van de consequenties die het heeft op de lange termijn – wanneer er geen duidelijke keuzes worden gemaakt.







Dit is een verkorte weergave. Een uitgebreide versie is opgenomen in Part C van Science, Technology and Innovation Indicators 2012.

Deel C

Toekomstig menselijk kapitaal in bèta en techniek

1. Inleiding

Kennis wordt door politici en beleidsmakers gezien als de primaire bron voor de toekomstige economische ontwikkeling van Nederland. De Nederlandse overheid heeft dan ook de ambitie om tot de top vijf van competitieve kenniseconomieën in de wereld te behoren (Regeerakkoord, 2012). Het potentiële gebrek aan goed gekwalificeerd personeel (kenniswerkers) wordt vaak genoemd en is vermoedelijk een van de grootste uitdagingen om deze kenniseconomie in de toekomst draaiende te houden.

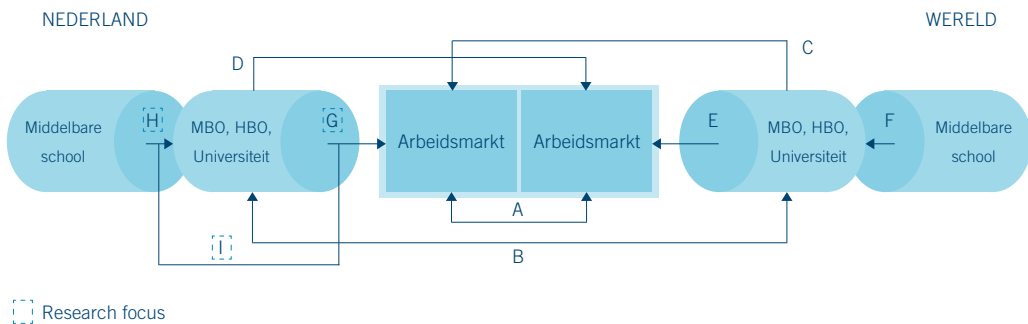
Vooraf bèta geschoolde arbeidskrachten worden daarbij gezien als essentieel. Zij zijn de drijvende kracht achter en uitvoerders van innovatie en worden gezien als belangrijke steunpilaren van de Nederlandse kenniseconomie. Het belang daarvan lijkt te worden onderkend getuige de vele initiatieven van bèta stimulering die de afgelopen jaren zijn ontwikkeld. De meest recente daarvan is het masterplan “Bèta en Technologie: Naar 4 op de 10”. Hierin is de doelstelling geformuleerd dat in 2025, 40% van de afgestudeerden een bèta en technologie opleiding heeft afgerond.

In bestaande indicatorenrapporten is weinig aandacht voor het in kaart brengen van de ontwikkeling van het aantal potentiële toekomstige bèta arbeidskrachten. Dit ondanks het feit dat de hoeveelheid beschikbare gegevens, samen met kennis over de studiepatronen, zich goed leent voor dergelijke analyses. Om die reden worden in dit paper indicatoren vastgesteld die de educatieve (bèta) pijplijn voor de verschillende onderwijsniveaus in kaart brengt. Dit biedt de mogelijkheid om een beter inzicht te verkrijgen in de toekomstige kwantitatieve en kwalitatieve ontwikkeling van (bèta) geschoolde arbeidskrachten.

2. Menselijk kapitaal pijplijn

Figuur 1 geeft een sterk vereenvoudigd model van de doorstroming door de educatieve pijplijn. De linkerkant van het model staat voor de primaire focus van dit paper, waarbij we ons richten op pijl "G" en pogen om de toekomstige waarde daarvan te voorspellen, rekening houdend met de ontwikkelingen in de pijlen "H" en "I". De andere pijlen zijn niet uitputtend onderzocht. Wel gaan we eerst beknopt in op de context van de educatieve pijplijn, zoals ontwikkelingen op de arbeidsmarkt en de veranderende (internationale) mobiliteit van studenten.

Figuur 1: Vereenvoudigd model van de educatieve pijplijn



3. Ontwikkelingen gerelateerd aan de arbeidsmarkt

Werkloosheid

De werkloosheid van HRST-personeel¹ ligt in de Europese Unie ongeveer tussen de 3% en 4%; in Nederland bedraagt dit percentage slechts 2%. Ook is de Nederlandse werkloosheid van startend HRST-personeel (25-34 jaar) gelijk aan de algehele werkloosheid in HRST-personeel, terwijl dat voor de Europese Unie als geheel juist hoger ligt. Nederlandse bèta geschoolde starters weten schijnbaar relatief eenvoudig hun weg te vinden naar de arbeidsmarkt.

Migratie invloed

Immigranten zijn gemiddeld goed voor ongeveer 19% van de instroom op de arbeidsmarkt in de OECD. In Nederland is dat grofweg de helft, 8,7%. Migratie in de Nederlandse beroepsbevolking kan dus worden aangemerkt als vrij bescheiden in vergelijking met andere OECD-landen, zoals Ierland, Zwitserland en het Verenigd Koninkrijk. Daarnaast laat Nederland in de periode 2000-2010 een vrij bescheiden stijging (2%) zien van nieuwe immigranten in vergelijking met andere OECD-landen. Als we voor dezelfde periode 2000-2010 analyseren in welk type beroepen deze migranten hoofdzakelijk terecht komen, is dit in overgrote mate in zogenaamde

¹ Human Resources in Science and Technology: Hoog (hbo of hoger) opgeleid personeel, werkzaam in science en technologie gerelateerde beroepen, of lager dan hbo opgeleid personeel dat werkzaam is in science en technologie gerelateerde functies, waarvoor normaliter een hbo of hoger opleidingsniveau vereist is.

“low attainment jobs”; ofwel functies voor laagopgeleiden. Voor de functies voor hoog opgeleiden geldt dat autochtone nieuwe arbeidskrachten een grotere aantrekkingskracht voor werkgevers hebben dan hoog opgeleide migranten. Het dient te worden opgemerkt dat de OECD-landen als geheel zich niet aan dit patroon onttrekken. Concluderend kan gesteld worden dat we op basis van arbeidsmigratiecijfers geen tekenen waarnemen van een grootschalige “import” van kenniswerkers uit het buitenland.

4. Ontwikkelingen gerelateerd aan studenten

Internationale mobiliteit

In de afgelopen jaren tekent zich een sterke internationalisering van in- en uitstroom van studenten af. Het aantal internationale studenten dat naar Nederland komt om te studeren is groter en neemt sneller toe dan het aantal Nederlandse studenten dat studeert in het buitenland. Slechts een minderheid van de studenten dat afstudeert in het buitenland komt echter terecht op de arbeidsmarkt in het land waar zij afstudeerden. Daarom zullen er meer buitenlandse afgestudeerden Nederland verlaten om naar hun land van herkomst terug te keren dan dat er Nederlandse studenten terugkeren naar Nederland. Het relatief grotere deel van buitenlandse studenten in Nederlandse collegebanken dan andersom, leidt tot de notie dat een voorspelling van potentiële instroom op de arbeidsmarkt een lichte overschatting met zich mee zal brengen.

(Bèta) afgestudeerden in tertiair onderwijs

Parallel aan de ontwikkelingen in Nederland met betrekking tot afgestudeerden in het tertiair onderwijs, voltrekt dit patroon zich voor alle OECD-landen gemiddeld langs dezelfde lijn. Het aantal afgestudeerden in zijn algemeenheid is met 50% toegenomen. Wanneer we deze groep afgestudeerden echter door een “bèta-filter” bekijken, concluderen we dat het percentage bèta's in Nederland op het laagste niveau zit in vergelijking met alle referentielanden en dat er in de afgelopen tien jaar ook niet/nauwelijks progressie is geboekt ten aanzien van het percentage afgestudeerde bèta's. Wat dat betreft is Nederland nog ver weg van de doelstelling om per jaar 40% van de nieuw afgestudeerde studenten te laten afstuderen aan een bèta- en technologieopleiding.

5. Potentiële arbeidsmarkt instroom

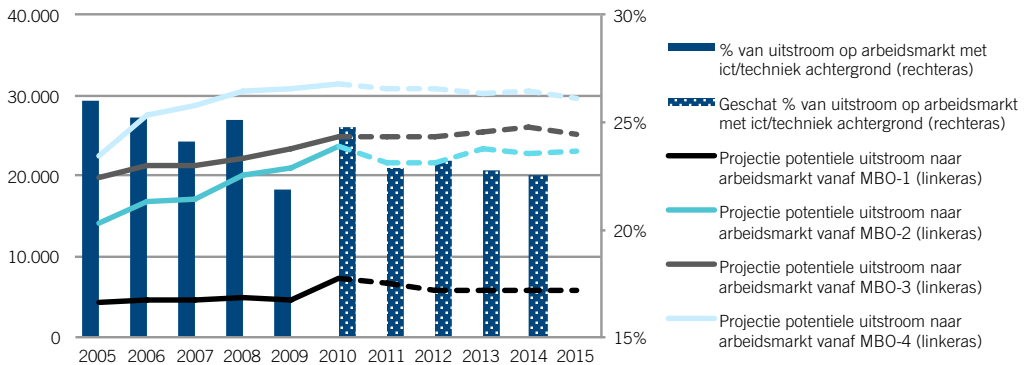
Arbeidsmarkt instroom vanuit het middelbaar beroepsonderwijs (mbo)

De instroom op de arbeidsmarkt vanuit het mbo is aanzienlijk toegenomen in de periode 2005-2010 (zie Figuur 2). De MBO-raad verklaart dit door te wijzen op het grote aantal oudere scholieren (40+) in het mbo als gevolg van de economische crisis. Wel zien we een algemene dalende trend met betrekking tot het aandeel van bètastudenten² op de arbeidsmarkt uit het mbo. We hebben de diverse studentenstromen in kaart gebracht door data over studenten die op dit moment in de mbo-pijplijn zitten, te verrijken met kennis over leerling stromen in het

² Een mbo-er wordt hier gelabeld als “bèta”, indien hij/zij de opleidingsrichting ICT of Techniek heeft gevolgd.

voortgezet onderwijs. Als resultante van deze exercitie komen we tot een projectie van het aantal potentiële arbeidsmarkt betreders vanuit het mbo. Vanuit deze projectie zien we dat de instroom van afgestudeerde mbo-studenten zich stabiliseert in 2010 tot een min of meer constante stroom. De daling van het aandeel bètastudenten zal stoppen als gevolg van een hogere instroom van bètastudenten in het mbo op alle niveaus.

Figuur 2: Projectie van de toekomstige arbeidsmarkt instroom vanuit het mbo en het aandeel ict/techniek uitstroom



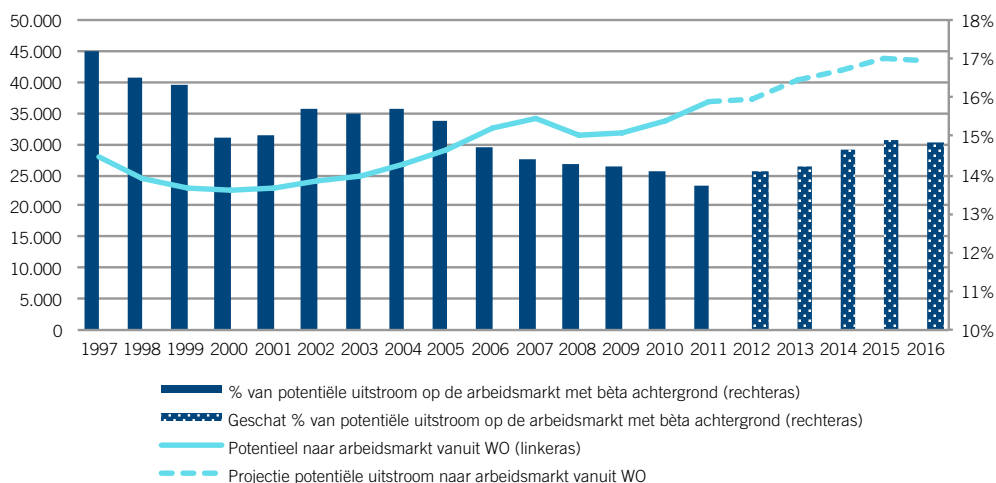
Bron: CBS StatLine

Arbeidsmarkt instroom vanuit het hoger beroepsonderwijs (hbo)

Voor het hoger beroepsonderwijs tekent zich een tamelijk helder patroon af (zie Figuur 3). De potentiële instroom op de arbeidsmarkt blijft toenemen als gevolg van het alsmaar stijgende aantal hbo-studenten. Parallel aan deze ontwikkeling zien we het aandeel van bètastudenten in relatieve zin kelderen van 20% in 1996 tot minder dan 13% in 2011. In absolute termen zijn er in 2011 echter bijna net zoveel bètastudenten voor de arbeidsmarkt als in 1992. Net als bij het mbo, is ook voor het hbo een projectie gemaakt voor potentiële uitstroom naar de arbeidsmarkt. De onderbroken lijn laat zien dat de opwaartse trend van de overall instroom op de arbeidsmarkt in 2014 zal stoppen en zich zal stabiliseren. Het aandeel bèta's dat instroomt op de arbeidsmarkt zakt verder tot 12%.

Gelet op de loonontwikkeling van afgestudeerde bèta hbo-studenten zijn er geen duidelijke patronen waarneembaar die wijzen op grote (actuele) tekorten aan bèta's op de arbeidsmarkt. Dat wil zeggen, werkgevers belonen bèta afgestudeerden op vergelijkbare wijze als niet bèta afgestudeerden. Als we de redenatielijn van het Centraal Plan Bureau volgen zou een eventueel tekort van bèta technici via de werking van de markt tot uitdrukking moeten komen in de salariering door werkgevers. Dat is niet het geval. Wel zien we voorzichtige tekenen dat bèta's met twee jaar werkervaring een inhaalslag hebben gemaakt ten opzichte van niet-bèta's op het gebied van loonontwikkeling

Figuur 3: Projectie van de toekomstige potentiële arbeidsmarkt instroom vanuit het hbo en het aandeel bèta uitstroom



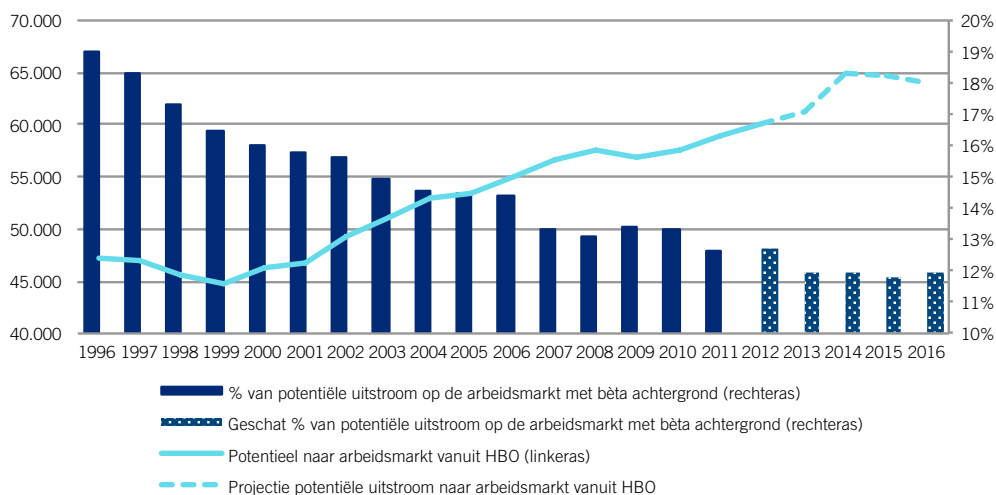
Bron: CBS StatLine

Arbeidsmarkt instroom vanuit wetenschappelijk onderwijs (wo)

Onderstaande figuur (Figuur 4) geeft aan dat het aantal afgestudeerde studenten met een bèta achtergrond van 1997 tot 2000 is gedaald. Vanaf 2000 is een stijging waarneembaar die doorzet tot en met 2011. Ook in onze projectie zien we een verdere stijging tot een stabilisatiemoment in 2015.

In de periode 2002-2011 zien we – overeenkomstig het beeld voor het hbo - een sterke daling van het aandeel bètastudenten in het wo. Het jaar 2012 lijkt echter een omslagpunt te zijn, want in de jaren daarna projecteren we een gestage jaarlijkse groei van het aandeel bètastudenten dat instroomt op de arbeidsmarkt.

Figuur 4: Projectie van de toekomstige potentiële arbeidsmarkt instroom vanuit het wo en het aandeel bèta uitstroom



Bron: CBS StatLine

Gelet op loonontwikkeling voor starters met een bèta achtergrond in het wo, stellen we vast dat er tamelijk grote verschillen bestaan tussen verschillende disciplinaire achtergronden en salariering. Bèta's blijven juist fors achter bij studenten met een economische achtergrond. Die verschillen worden twee jaar na het afstuderen alleen maar groter. Gedeeltelijk zou dit kunnen worden verklaard door het relatief grotere aandeel afgestudeerden dat een promotietraject (PhD) ingaat, maar de verschillen tussen bèta's en niet bèta's zijn over de jaren heen ook niet kleiner geworden. Wanneer we wederom de redenatielijn van het Centraal Plan Bureau volgen, kunnen we ook voor het wo geen bewijs vinden voor een grootschalig tekort aan bèta's.

6. Ontwikkeling van aan topsector gerelateerde instroom in het hoger onderwijs

Kwantitatieve instroom

Het totale aantal Nederlandse studenten is in de afgelopen jaren fors gestegen, maar deze toename kan vooral op het conto worden geschreven van aan topsector gerelateerde studies (ongeveer 20% groei). Deze studies hebben blijkbaar (al dan niet dankzij overheidsinspanningen om interesse in deze economische kerngebieden te vergroten) een grotere aantrekkingskracht dan gemiddeld op de toekomstige student. Het aandeel van studenten in de topsector gerelateerde studies is in 2011 echter nog wel relatief klein, met 9,6% op hogescholen en 12,6% aan universiteiten.

Kwalitatieve instroom

Naast de relatief sterke kwantitatieve groei binnen topsector gerelateerde studies zien we ook dat excellente studenten (de top 20% op basis van eindexamenresultaten) ruimschoots oververtegenwoordigd zijn in studies die (geheel of gedeeltelijk) gerelateerd zijn aan topsectoren. Deze oververtegenwoordiging lijkt ook nog eens toe te nemen. Blijkbaar trekken dergelijke topsector gerelateerde opleidingen niet alleen meer, maar ook "betere" studenten aan.

7. Conclusies

- De potentiële uitstroom van studenten op de arbeidsmarkt kan goed worden geëxtrapoleerd op basis van bestaande kennis van en gegevens over de huidige studentenstromen. Wanneer we het model toepassen op historische data van het CBS komen we uit op een onder- en overschatting van minder dan 2% voor het mbo, hbo en wo. Dit wijst op een goed gekalibreerd model.
- De impact van migratie op de Nederlandse arbeidsmarkt voor kenniswerkers is vooralsnog beperkt.
- De potentiële instroom op de arbeidsmarkt van mbo-studenten zal zich na jaren van groeiende studentenaantallen stabiliseren. Ook van een daling van het aandeel bèta's is na 2011 geen sprake meer.
- De enorme toename van het aantal studenten aan hbo-instellingen vertaalt zich in een steeds grotere potentiële instroom op de (hbo) arbeidsmarkt tot 2015. Het aandeel bèta's neemt vanaf 1997 echter sterk af en ook in de komende jaren zal het aandeel bèta's dat instroomt op de arbeidsmarkt verder afnemen tot ongeveer 12%. In het licht van deze ontwikkelingen is te verwachten dat met name op hbo-niveau een tekort aan bèta's zou kunnen optreden.
- De potentiële instroom van wo-opgeleiden op de arbeidsmarkt zal stijgen tot 2015 en gaat samen met een steeds groter aandeel van bèta gediplomeerden.
- Topsector gerelateerde studies zijn in staat meer en betere studenten aan te trekken dan niet topsector gerelateerde opleidingen.
- De gehele (toekomstige) human capital pijplijn overziende, merken we op dat het aandeel bèta's relatief sterk achter blijft, dat de werkloosheid onder afgestudeerde bèta's zeer laag is en de potentiële instroom van bèta opgeleiden op de arbeidsmarkt bij mbo en hbo zelfs nog verder af zal nemen in de nabije toekomst. Aan de andere kant zijn de topsector gerelateerde studies sterk in opkomst en weten deze ook de kwalitatief goede studenten aan te trekken. De gesuggereerde tekorten lijken zich slechts in beperkte mate te openbaren, gelet op loonverschillen (non-existent voor hbo) en zelfs negatief voor bèta's bij het wo ten opzichte van alumni met een meer economische achtergrond. Ook lijkt het niet zo te zijn dat tekorten nu op grote schaal worden opgevangen met import van kenniswerkers. De vraag dient zich dan ook aan in hoeverre alle noodklokken gerechtvaardigd zijn of dat we wellicht aan de vooravond van een "tipping point" staan, waarna de echte tekorten zich gaan aandienen. Actualisatie van de in dit paper gebruikte databronnen in de komende jaren kunnen het inzicht in deze mogelijke ontwikkeling vergroten.

