



Universiteit
Leiden

The Netherlands

Van wetenschap naar innovatie: Over wensdromen en kennisstromen

Tijssen, R.J.W.

Citation

Tijssen, R. J. W. (2011). *Van wetenschap naar innovatie: Over wensdromen en kennisstromen*. Leiden: Universiteit Leiden. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/19701>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/19701>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Prof.dr. Robert Tijssen

Van wetenschap naar innovatie: over wensdromen en kennisstromen



Universiteit Leiden

Van wetenschap naar innovatie: over wensdromen en kennisstromen

Oratie uitgesproken door

Prof.dr. Robert Tijssen

bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar op het gebied van

Science and Innovation Studies

aan de Universiteit Leiden

op vrijdag 17 juni 2011



Universiteit Leiden

Mijnheer de Rector Magnificus, zeer gewaardeerde toehoorders, familie, vrienden en collega's,

Ik hoop dat de meesten van u de gsm inmiddels heeft uitgedaan of in ieder geval in de trilfunctie gezet. U beseft het waarschijnlijk niet, maar deze kleine wondertjes van moderne techniek waren nooit mogelijk geweest zonder al even wonderbaarlijke wetenschappelijke uitvindingen. Zo zijn onze mobiel-tjes en de nieuwste generaties *smartphones* voortgekomen uit de in 1947 uitgevonden transistor, de belangrijkste halfgeleider binnen de elektronica. De wetenschappelijke waardering voor deze uitvinding kwam echter pas nadat het onderliggende verschijnsel was verklaard; in 1956 kregen John Bardeen, Walter Brattain en William Shockley de Nobelprijs voor de Natuurkunde voor hun ontdekking van het transistor-effect en hun onderzoek naar deze halfgeleiders. De transistor werd in de jaren '60 en '70 vervolmaakt. Dit bracht een ware technologische revolutie op gang. Minder dan 10 jaar na die Nobelprijs kwam een 'draagbare' versie van een telefoon op de markt - die echter nog altijd 9 kilo woog, inclusief batterijen.

Impact van wetenschap en radicale innovaties

Tegenwoordig worden enorme aantallen transistors samengevoegd op zogeheten microprocessors, de werkpaarden van computers. De transistor is daarmee waarschijnlijk de belangrijkste uitvinding van de twintigste eeuw. We mogen gerust stellen dat deze technologie onze samenleving drastisch heeft veranderd. Deze technologie vond niet alleen zijn weg naar mobiele telefoons, maar heeft ook een ommekeer teweeg gebracht in de manier waarop mensen werken, studeren, hun favoriete muziek beluisteren, rekeningen betalen, boodschappen doen, en aan hun informatie komen.

Er is ook nauwelijks een beter bewijs te vinden hoezeer wetenschap en technologie de samenleving radicaal kunnen veranderen. We noemen dit tegenwoordig graag de 'kennissamenleving'; niet zozeer omdat kennis vroeger niet van belang was, maar juist omdat scholing, en het gebruik van

geavanceerde wetenschappelijk en technische kennis zo enorm belangrijk zijn geworden in alle lagen van de bevolking. Sommige beroepsgroepen en leeftijdsgroepen kunnen gewoonweg niet meer functioneren zonder hun mobiele telefoons, *notebooks*, *iPads* of ander IT-gereedschap. Er wordt beweerd dat die informatietechnologie - de uitvinding van de transistor en alle toepassingen - de productiviteit van de mondiale economie heeft verdubbeld.¹ Hoewel de exacte bijdrage onmogelijk te berekenen is, zal het duidelijk zijn dat onze economie voor een belangrijk deel steunt op producten en diensten die zonder computers en moderne elektronica niet zouden kunnen bestaan.

Al deze uitvindingen en technologische vernieuwingen die de markt veroveren worden in economisch jargon omschreven als 'technologische innovaties'.² De gsm is uiteraard één van die innovaties, en behoort tot de zogeheten 'radicale innovaties'. Dat zijn vaak technologische doorbraken geweest waar nieuwe bedrijven uit zijn ontstaan, en soms gehele nieuwe bedrijfstakken.³ De meeste van die doorbraken zijn direct of indirect voortgekomen uit wetenschappelijk of technisch onderzoek. Meestal betreft dat toegepast onderzoek gericht op specifieke problemen of verbeteringen van bestaande innovaties. Soms komen die innovaties voort uit fundamenteel onderzoek; het type onderzoek dat werd gedaan uit nieuwsgierigheid - omdat wetenschappers, ingenieurs of andere bevlogen onderzoekers de grenzen van hun eigen kennis wilden verleggen.

Kennisketens en kennislandschap

Het ontstaan van die radicale innovaties is meestal een ingewikkeld gebeuren met veel terugkoppelingsprocessen, waarin soms het wetenschappelijk onderzoek een leidende rol heeft, soms de technologische ontwikkeling. Wetenschappers en ingenieurs die zich bezighouden met dat onderzoek dwalen vaak door een enorme hoeveelheid informatie, een denkbeeldig 'kennislandschap', op zoek naar nieuwe inzichten of oplossingen voor bestaande problemen. Wetenschappelijke en technisch onderzoek zou men dan ook kunnen omschrij-

ven als een georganiseerde speurtocht naar nieuwe kennis. De eventuele resultaten van een dergelijke tocht zijn moeilijk te voorspellen. In die gevallen waar resultaten inderdaad in de praktijk worden gebracht, wordt het gehele ontwikkelingsproces vaak simpelweg beschouwd als een 'kennisketen', een lineair model waarin onderzoeksuitkomsten via een reeks schakels uiteindelijk hun weg vinden naar gebruikers en consumenten in de maatschappij.

Deze afvalrace naar commercieel succes wordt in de media vaak afgeschilderd als een keurig geasfalteerde snelweg die dwars door het kennislandschap loopt, *linea recta* naar werkgelegenheid en winstcijfers. Ook in optimistische beleidsplannen wordt die indruk soms gewekt. Helaas, de praktijk is anders - een interessant idee of geniale ontdekking zal niet als vanzelf tot een innovatief product leiden; er zijn bijvoorbeeld geen partners of investeerders in de private sector, de verdere ontwikkeling kost teveel geld, of een concurrent is hen al voor geweest.

Het traject van wetenschappelijk onderzoek tot commercieel succesvolle innovaties zou dan ook veel beter kunnen worden omschreven als een niet-lineair proces; een kronkelpad door het kennislandschap, langs hoge pieken en gevaarlijke afgronden, dat hopelijk leidt naar een vruchtbaar dal van praktische toepassingen en financiële beloningen. Vele studies hebben intussen echter aangetoond dat die route vaak niet meer is dan een hobbelig zandweggetje, met een tamelijk geringe kans op succesvolle afloop. Hoe klein of groot die kans op innovatiesucces precies is weet niemand vooraf. De uitkomsten van dergelijke complexe en dynamische processen zijn namelijk bijna per definitie onvoorspelbaar. Dat is frustrerend en ongewenst. Zeker omdat men tegenwoordig graag zoveel mogelijk harde bewijzen en cijfermateriaal wil hebben om relaties tussen wetenschap en innovatie systematisch te kunnen volgen, te kunnen begrijpen, en - voor zover dat mogelijk is - innovatieprocessen te kunnen sturen.

Uitdaging en onderwerpen

Het ontbreekt ons aan algemeen bruikbare meetinstrumenten en goede informatiebronnen om deze processen te volgen van start tot finish. Die zullen dus moeten worden ontwikkeld. Dit is de wensdroom van beleidsmakers die zich beroeps-halve actief zijn op het gebied van wetenschap, technologie en innovatie. Dit is ook de uitdaging voor onderzoekers en analisten die zich bezighouden met deze problematiek. Ik wil in het kader van mijn leerstoel die uitdaging graag aangaan. Mijn onderzoeksprogramma zal zich, onder andere, richten op de ontwikkeling van nieuwe meetinstrumenten die hopelijk een beter inzicht kunnen geven in oorzakelijke relaties tussen wetenschap en innovatie.

We zijn inmiddels aanbeland in de kern van mijn nieuwe leerstoel Wetenschap- en Innovatiestudies en het hoofdthema van deze inaugurele rede. U begrijpt dat de ingewikkelde en onduidelijke relaties tussen wetenschap, technologie en innovatie een veel te breed onderwerp is om vandaag uitgebreid te bespreken. Omwille van de tijd richt ik mij op drie onderdelen die betrekking hebben op het meten van die relaties vanuit een meer algemeen methodologisch perspectief. Achtereenvolgens zal ik ingaan op:

1. hoe kennislandschappen in feite een ingewikkeld internationaal systeem zijn die voortdurend veranderen van vorm en inhoud en zich dus niet zo eenvoudig laten beschrijven in termen van prestatiemetingen en vergelijkend cijfermateriaal;
2. hoe dit analytische probleem op gespannen voet staat met de wensdromen van overheden en onderzoeksfinanciers om meer grip te krijgen op innovatieprocessen;
3. daarop voortbouwend zal ik u een schets geven van enkele onderzoeksprojecten binnen mijn leerstoel om het huidige meetinstrumentarium uit te breiden, in de hoop dat dit enigszins aan die wensdromen en verwachtingen zal kunnen voldoen. Ik zal daarbij vooral aandacht besteden aan publiekprivate samenwerking op wetenschappelijk gebied, vaak een belangrijk voortraject in de totstandkoming van technologische innovaties.

Complex systeem

Diegene die causale relaties tussen wetenschap, techniek en innovatie tracht te ontrafelen komt voor grote conceptuele en methodologische uitdagingen te staan. Er loopt, zoals gezegd, geen rechte lijn van wetenschap naar innovaties. Het gebeurt maar zelden dat nieuwe wetenschappelijk kennis direct praktische toepassingen oplevert. Vaak is sprake van toevallige samenloop van gunstige omstandigheden. Binnen de wetenschap spreken in dit geval graag over een 'complex system'. Ons weersysteem is daar een mooi voorbeeld van. Waar het gaat om wetenschap, technologie en innovaties is beter om te spreken van 'complex sociaal systeem'; een systeem waarin allerlei personen, organisaties en instanties met elkaar in verbinding staan en elkaars gedrag beïnvloeden. Ik zal overigens, voor uw gemak en mijn gemak, dit 'wetenschap-, technologie- en innovatiesysteem' verder korthedshalve aanduiden met de term 'kennissysteem'.

Hoewel we de algemene karakteristieken van een kennissysteem wel redelijk goed begrijpen, zijn bepaalde eigenschappen niet of nauwelijks af te leiden uit de afzonderlijke delen. Vele eigenschappen en onderdelen van het systeem zijn daardoor niet of nauwelijks meetbaar op een systematische wijze. Zo zijn er verschillende beschrijvingsniveaus die op elkaar inwerken - van het microniveau, zoals individuele onderzoekers of ondernemers, tot het macroniveau van universiteiten, bedrijven, of zelfs hele landen. De acties en reacties op het microniveau zijn niet zomaar te herleiden tot structuren op het macroniveau, of omgekeerd. Sterker nog, gebeurtenissen op een lager niveau kunnen later, en op een hoger niveau, een geweldige invloed uitoefenen op het gehele systeem. Denkt u daarbij maar weer aan de toevallige ontdekking van transistoreffect in de jaren '50 en aan uw geavanceerde mobiele telefoon.

Complexe sociale systemen hebben nog een bijzonder kenmerk - ze zijn adaptief.⁴ Het kennissysteem bestaat immers voor een belangrijk deel uit mensen, hun drijfveren, en onderlinge contacten. Onderdelen van dit systeem zijn dus in staat om

zelfstandig informatie te verwerken en daarop te reageren; ze kunnen zich aanpassen aan de omstandigheden. Dit leidt tot vaak onvoorspelbare veranderingen en ontwikkelingen, waarin interactieve processen een grote rol spelen. Het geval van een kennissysteem spreekt men ook liever over 'kennisstromen' om het vloeiende niet-lineaire karakter van die processen te benadrukken. Het kennissysteem is bovendien een mondiaal systeem met vele interacties, netwerken en relaties tussen actoren over de landsgrenzen heen. Met een aandeel van 2 à 3% is Nederland maar een betrekkelijke kleiner speler op het wereldtoneel. Die Nederlandse bijdrage kan dus vaak niet worden losgezien van wat wereldwijd gebeurt.

Heeft het dan *überhaupt* zin om deze enorme complexiteit bij de kop te pakken? Natuurlijk heeft dat zin; het is immers de taak van de wetenschap om de grenzen van onze kennis te verleggen en om de complexe realiteit beter te begrijpen. Onderzoekers en analisten kunnen in ieder geval beginnen om de interacties en processen die zich binnen complexe systemen afspelen zo goed mogelijk te identificeren en te beschrijven.⁵ Misschien is het dan ook mogelijk om die informatie onder te brengen in een meetmodel, bijvoorbeeld in de vorm van waarschijnlijkheidsanalyses om uitkomsten en mogelijke baten van onderzoeksactiviteiten beter te kunnen vaststellen. In het uiterste geval zou die informatie ons in staat kunnen stellen om scenario's te ontwikkelen over de wijze waarop een complex systeem, of subsystemen daarvan, zich waarschijnlijk zullen ontwikkelen in de nabije toekomst. Misschien kunnen we ooit echte voorspellingen doen, zoals in het geval van weersystemen.

Kenniseconomie

Tijdens de laatste dertig jaar zijn talloze theoretische en conceptuele modellen ontwikkeld om kenmerken van kennissystemen in kaart te brengen. Voor een meer algemene kader moeten we een beroep doen op de economische wetenschappen. Hierin staat het begrip 'kenniseconomie' centraal, een economie waarin wetenschappelijke kennis en technische vaardigheden

worden beschouwd als waardevolle productiefactoren en als economisch goederen die kunnen worden verhandeld.

Wetenschappelijke en technische kennis neemt echter geen centrale plaats in de economische standaardtheorie; die theorie veronderstelt immers dat actoren rationele beslissingen maken op basis van te verwachten kosten en baten. Aangezien de opbrengsten van investeringen in wetenschappelijk onderzoek, technologische ontwikkelingen en andere innovatie-uitgaven niet vooraf kunnen worden berekend, kunnen wetenschap en innovatie niet goed worden ingepast in de standaardtheorie.

In een reactie daarop is in de jaren '80 een alternatieve economische theorie ontwikkeld die vaak wordt aangeduid met 'evolutionaire economie'. Innovatieprocessen vormen hierin wel een essentieel onderdeel.⁶ Met de komst van dit theoretische kader, en de vele daarvan afgeleide empirische studies, is sindsdien veel meer bekend geworden over de exacte rol van wetenschappelijke en technische kennis binnen innovatieprocessen.^{7,8} Deze studies hebben ondermeer het belang aange- toond van samenwerking tussen wetenschappers, technici, ingenieurs, financiers en ondernemers.

Mensenwerk

Zowel technisch-wetenschappelijk onderzoek als effectieve samenwerkingsverbanden zijn vaak van levensbelang is voor produceren van succesvolle technologische innovaties. Om die reden doen bedrijven zelf aan wetenschappelijk onderzoek, zeker de grote technologiebedrijven. Hoewel onderzoek meestal een kostbare aangelegenheid is, en de kans op succes bijna onvoorspelbaar, investeert het bedrijfsleven zelf ook wel degelijk in de productie van nieuwe wetenschappelijke kennis. Dat doet men vooral om het eigen kennisniveau op peil te houden, en om makkelijker kennis en kunde van elders te kunnen absorberen.⁹

Sommige grote technologiebedrijven, zoals Philips, hebben dan ook hun eigen R&D-afdelingen om eigen onderzoek te

doen. Volgens een senior manager van het beroemde Amerikaanse technologiebedrijf *Google*, zijn de helft van Google's innovaties afkomstig van het eigen technisch personeel, die zich één dag per week mogen bezig houden met hun persoonlijke onderzoeksprojecten.¹⁰ De werknemers van innovatieve bedrijven zijn vaak de belangrijkste bron van creativiteit en kennisontwikkeling. Daarnaast leren bedrijven veel van de ideeën en suggesties afkomstig van hun klanten, onderaannemers, business consultants, zakenpartners, en - niet te vergeten - hun concurrenten.

Universitair onderzoek behoort doorgaans niet tot de top-5 meest belangrijke kennisleveranciers, dat wel zeggen die kennis die essentieel is om direct te kunnen innoveren. Dat is logisch aangezien universitaire onderzoeksresultaten en technologieën meestal nog moeten worden uitontwikkeld voordat we van innovaties mogen spreken.¹¹ Maar goed beschouwd zijn de universiteiten, en andere hoger onderwijsinstellingen, wel degelijk de belangrijkste bron van kennis voor het bedrijfsleven; zij spelen vaak een cruciale rol in de basisopleiding en training van innovatieve werknemers, kritische consumenten, en al die andere personen die zich bezighouden met het ontwikkelen van innovaties.

Vier miljard euro

Nederlandse universiteiten en andere onderzoeksorganisaties in de publieke sector zijn dus belangrijke leveranciers van kennis en vaardigheden voor onze nationale kenniseconomie. Daar hangt een prijskaartje aan: in Nederland wordt naar schatting bijna vier miljard euro per jaar uitgegeven voor het wetenschappelijk onderzoek in ons hoger onderwijs stelsel. Dat bedrag wordt verdeeld over de 13 publieke universiteiten, de universitaire medische centra, en in toenemende mate ook aan tal van instellingen voor hoge beroepsopleidingen.¹²

Het grootste deel van die financiering wordt door de belastingbetalers opgebracht. U en ik doen dat zonder veel mokken of morren. We vertrouwen erop dat ons geld zo goed mogelijk

wordt besteed. Dat vertrouwen wordt gevoed door nieuwsfeiten waar we allemaal kennis van kunnen nemen. De schrijvende en sprekende pers houdt ons redelijk goed op de hoogte van opvallende wetenschappelijke vondsten en uitvindingen van Nederlandse bodem. Soms wordt melding gemaakt hoe een interessant resultaat heeft geleid tot een technologische innovatie.

De Nederlandse overheden dragen ook hun steentje bij aan deze informatievoorziening, met een gestage stroom aan studies en beleidsrapporten over onderzoek en innovatie in Nederland - op nationaal, regionaal en zelfs stedelijk niveau. Helaas wordt daarin zelden of nooit gerept over het te verwachten, of daadwerkelijke, economisch rendement van die investeringen in wetenschappelijk onderzoek. Dat is geen kwestie van onwil; de experts weten het eenvoudigweg niet vanwege onoverkomelijke meetproblemen - vooral op het niveau van onderzoeksprogramma's.^{13,14}

CBS-statistieken

Diezelfde experts staan echter niet helemaal met lege handen. Er kan namelijk wel een beroep worden gedaan op internationaal vergelijkend cijfermateriaal. Zo krijgen we in ieder geval een globale indruk hoe Nederland presteert ten opzichte van andere landen in een vergelijkbare situatie. Er zijn echter maar weinig bronnen met betrouwbare statistische informatie.¹⁵ De meeste informatie is afkomstig van ons eigen *Centraal Bureau voor de Statistiek*. Het CBS voert periodiek een innovatie-enquête uit onder Nederlandse bedrijven. Dat gebeurt in het kader van vergelijkbare enquêtes die in alle lidstaten van de Europese Unie worden uitgevoerd. De meest recente gegevens hebben betrekking op de jaren 2006 tot 2008, van voor de economische crisis. Daaruit blijkt dat 14% van alle innovatieve bedrijven in Nederland samenwerkingsrelaties onderhouden met universiteiten. Negen andere Europese landen scoren beter dan Nederland. Diezelfde enquête geeft ook aan dat slechts 2% van alle Nederlandse innoverende bedrijven de universiteiten als meest waardevolle informatiebron zien voor hun

innovaties. Ook in dit opzicht moeten we vele andere Europese landen voor laten gaan.

Die achterstand ten opzichte van andere landen is een reden van zorg binnen de Nederlandse overheid, waar men de stellige indruk heeft dat het Nederlandse kennisstelsel zich niet voldoende inspant om de innovatievruchten te plukken van investeringen in wetenschappelijk en technisch onderzoek.¹⁶ Is die zorg terecht? Schieten onze universiteiten en kennisinstellingen misschien tekort? Is er sprake van onvoldoende interesse vanuit het Nederlandse bedrijfsleven? Of zijn er andere belangrijke factoren in het spel?

Topsectoren

In de komende jaren zullen we hopelijk enige antwoorden krijgen op deze prangende vragen. Het huidige kabinet heeft namelijk negen 'topsectoren' binnen onze economie aangewezen als speerpunten voor het nationale innovatiebeleid. Er worden extra middelen ter beschikking gesteld om samenwerking tussen het bedrijfsleven en kennisinstellingen te bevorderen; om kennisvraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen. Men probeert hier, als het ware, delen van het kennislandschap beter begaanbaar te maken, vooral voor het bedrijfsleven. Er zijn intussen bestuurlijke zwaargewichten vanuit het bedrijfsleven aangesteld, de zogeheten 'trekkers', om een waaier aan initiatieven binnen elke topsector tot het gewenste resultaat te brengen. De negen 'topteams' presenteerden een uur geleden hun ambities en voorstellen aan minister Verhagen. Zal deze koopsectorenaanpak helpen om kennisvraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen? We zullen het moeten afwachten. Het is zonder twijfel een zeer interessante ontwikkeling die ik - en met mij ongetwijfeld vele anderen - de komende jaren met grote belangstelling zal volgen.

R&D-enquêtes

Terug naar het CBS, onze bron van overheidsinformatie. Men verzamelt daar namelijk ook gegevens met betrekking tot wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling ...

en de financieringsbronnen daarvan. Deze activiteiten worden bij het CBS samengevat onder de noemer 'R&D', de afkorting van 'Research & Development'. Op basis van die R&D-enquêtes weten we dat 7% van het Nederlandse universitaire onderzoek wordt gefinancierd door het bedrijfsleven. Dat is ongeveer de gemiddelde score van de landen waarmee we ons graag vergelijken. Die Nederlandse score ligt duidelijk hoger bij de niet-universitaire onderzoeksinstituten; maar liefst 16% wordt daar door het bedrijfsleven betaald. Daarin behoort Nederland tot de top wereldwijd. Deze uitslag is goed te verklaren - Nederland heeft namelijk talloze gespecialiseerde onderzoeksinstituten die zich nadrukkelijk richten op kennisvraag vanuit het bedrijfsleven. TNO is daar misschien het beste voorbeeld van.

Valorisatie

Deze CBS-informatie is zeker nuttig voor strategische beleidsvorming op macroniveau, bijvoorbeeld binnen de rijksoverheid. Maar is het van betrekkelijk weinig belang voor diegenen die zich professioneel bezighouden met het commercialiseren van wetenschap en techniek op microniveau. Op dat niveau is men natuurlijk vooral geïnteresseerd in het wegnemen van obstakels, verbeteren van opbrengsten en verhogen van rendementen. Hier gaat hier immers om waardecreatie. In Hollands beleidsjargon spreken we vaak van 'valorisatie'.

Er zijn helaas zijn geen internationaal vergelijkende meetmethoden om die valorisatieprocessen te kunnen beoordelen en mogelijke rendementen goed te kunnen bepalen. Er is uiteraard wel zeer veel interesse voor dit onderwerp; zoveel zelfs dat men tegenwoordig elk jaar een 'Dag van de Valorisatie' organiseert. Volgende week woensdag is het weer zover; u kunt dan in Amsterdam kennis nemen van de ideeën, meningen en adviezen van de talloze experts en belanghebbenden waar ons land zo rijk aan is.¹⁷ Er zal daar ook, zo heb ik begrepen, een valorisatie-ranking worden onthuld waarin de Nederlandse universiteiten de maat wordt genomen op het gebied van ondernemerschap, communicatie en samenwerking.¹⁸

Werken aan verbeteringen

Dames en heren, er is duidelijk veel behoefte aan informatie over het functioneren van kennissystemen en te verwachten resultaten. Er zullen dus nieuwe informatiebronnen en betere meetmethoden moeten worden ontwikkeld. Daar wordt intussen flink aan gewerkt op tal van plaatsen wereldwijd - onder andere door een Nederlands consultancybureau en hun valorisatie-ranking van onze universiteiten. Er zijn tegenwoordig vele commerciële dienstverleners die zich bezighouden met het ontwikkelen van dergelijke informatieproducten.

Ik zal me vandaag echter beperken tot een korte beschrijving van ontwikkelingen binnen de publieke sector in Nederland en daarbuiten. Zo heeft de Amerikaanse overheid sinds een aantal jaren een groot onderzoek- en ontwikkelingsprogramma, het 'Science of Science & Innovation Policy' programma.¹⁹ Daarnaast is ook de OESO, een internationale economische denktank in Parijs, actief met het verzamelen van statistische informatie over wetenschap, technologie en innovatie.²⁰ Ook de *Europese Commissie* is zeer actief. In Brussel heeft men prestatie-indicatoren niet alleen een prominente plaats gegeven in strategische beleidsdiscussies rondom innovatie in Europa, maar ook met betrekking tot Europese hoger onderwijsystemen.²¹ Ik kom daar straks nog even op terug. Nederland kent een aantal toonaangevende onderzoeksinstituten dat een bijdrage levert aan metingen van kennissystemen. Bijvoorbeeld het *Rathenau Instituut* in Den Haag. Ook binnen de universitaire wereld is men actief op het terrein, onder andere hier in Leiden, binnen ons eigen instituut - het *Centrum voor Wetenschaps- en Technologie Studies*.

Ik wil u graag een aantal van die ontwikkelingen schetsen binnen mijn instituut. Ik zal daarbij aangeven hoe mijn eigen ideeën en lopend wetenschappelijk onderzoek een bijdrage kunnen leveren aan betere meetmethoden en prestatie-indicatoren om internationale vergelijkingen mogelijk te maken. Ik zal me daarbij, omwille van de tijd, beperken tot slechts een van cruciale onderdelen van kennissystemen: relaties tussen

wetenschappelijk onderzoek in de publieke sector en de R&D-activiteiten binnen het bedrijfsleven.²² In die beschrijving zal ik me richten op gegevens over wetenschappelijk onderzoek vanuit twee enorme informatiebronnen waar ons instituut over beschikt. De eerste daarvan betreft octrooien, ook wel patenten genaamd.

Octrooien

Verreweg de meeste octrooien worden aangevraagd door bedrijven die daarmee de eigendom- en exploitatierechten van uitvindingen en technologieën verkrijgen. Het bezit van deze rechten is in sommige bedrijfstakken essentieel om te kunnen innoveren en om hun commerciële belangen te verdedigen. Er zijn vele tientallen miljoenen octrooien wereldwijd. Bij elkaar genomen verschaffen die een schat aan informatie over hoe wetenschap en techniek in elkaar kunnen grijpen en elkaars voortgang beïnvloeden.^{23,24}

In begin jaren '80 was de Amerikaanse onderzoeker, Francis Narin, één van eersten die uitvindingen waarop een octrooi was aangevraagd eens nauwkeuriger ging bekijken op de rol van wetenschappelijk onderzoek.²⁵ Hij vond in de literatuurlijsten van octrooien vaak directe verwijzingen naar eerdere wetenschappelijke publicaties, waarbij hij - vaak terecht - veronderstelde dat wetenschappelijk onderzoek een belangrijke rol had gespeeld in de totstandkoming van de desbetreffende uitvindingen.

In de octrooien van bedrijven staan ook soms de namen van universitaire onderzoekers en professoren vermeld als uitvinders - een tweede aanwijzing dat de wetenschap en wetenschappelijke samenwerking een belangrijke rol heeft gespeeld.^{26,27} Binnen ons eigen instituut doet men onderzoek hiernaar. Zo houdt mijn promovendus Jos Winnink zich bezig met die relaties tussen wetenschappelijke publicaties en octrooien. Hij is op zoek naar het moment waarop wetenschappelijke doorbraken plaatsvonden, en in hoeverre een dergelijke doorbraak aanleiding gaf tot nieuwe uitvindingen en technologieën.

Octrooien kunnen, zoals gezegd, ook het resultaat zijn van publiekprivate samenwerking. Zo vinden we veel octrooien van Philips in Eindhoven waarin de Technische Universiteit Eindhoven een rol heeft gespeeld. Dat is misschien niet zo verrassend, maar we kunnen met deze octrooigegevens ook nagaan of diezelfde onderzoekers aan de TU Eindhoven ook met buitenlandse bedrijven samenwerken. Deze analyse kunnen we toepassen op alle Nederlandse universiteiten. Met wie werken ze samen? Zijn er meer buitenlandse partners dan Nederlandse bedrijven? En wat levert het op in termen van nieuwe contracten, octrooien en inkomsten? Dit zijn belangrijke vragen voor het Nederlandse wetenschap- en innovatiebeleid, en zeker voor het strategische beleid van afzonderlijke universiteiten.

Publiekprivate onderzoekspublicaties

De tweede informatiebron binnen ons instituut wordt gevormd door onderzoekspublicaties in wetenschappelijke en technische tijdschriften. Het informatiebestand bevat 60 miljoen van die publicaties. Deze publicaties verschaffen belangrijke informatie over samenwerkingsrelaties van bedrijven met publieke onderzoeksinstituten en universiteiten. Elke gezamenlijke onderzoekspublicatie van een bedrijf en een publieke kennisinstelling is immers een blijk van interacties en samenwerking tussen onderzoekers in die organisaties.^{28,29} Die zogeheten 'publiekprivate onderzoekspublicaties' vormen een interessante informatiebron. Onze eerste wetenschappelijke publicatie daarover dateert al van 1996.³⁰ Samen met een aantal collega's - waaronder Erik van Wijk, Thed van Leeuwen en Bert van der Wurff - zijn we al meer dan 10 jaar bezig om deze onderzoekspublicaties te verzamelen en te analyseren. We hebben er inmiddels ongeveer 1,8 miljoen. Hoewel dit aantal maar een luttele 3% vertegenwoordigt van alle onderzoekspublicaties in ons informatiebestand, zijn die aantallen publiekprivate publicaties groot genoeg voor tal van interessante analytische toepassingen.

Er is intussen 15 jaar verstreken sinds die publicatie in 1996. Ik zal u een schets geven hoe onze informatie over die publiekpri-

vate onderzoekspublicaties wereldwijd zijn weg heeft gevonden als een nieuwe informatiebron om kennissystemen te beschrijven en te analyseren. Het is een illustratief voorbeeld van een innovatietraject in mijn eigen vakgebied, waarbij we resultaten van toegepast wetenschappelijk onderzoek hebben weten om te zetten in een reeks succesvolle informatieproducten.

De eerste van die gepubliceerde toepassingen verscheen in het jaar 2000; in een indicatorenrapport voor de Nederlandse overheid, afkomstig van het *Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie*, een samenwerkingsverband waar ik bijna 20 jaar coördinator van heb mogen zijn.³¹ In de 2003 aflevering van het Observatorium-rapport wordt voor het eerst een internationaal vergelijkende studie uitgevoerd, waarbij Nederland zowaar tot best presterende landen bleek te behoren.³² Dat hadden we overigens voor een belangrijk deel te danken aan de onderzoekspublicaties van het R&D-personeel bij Philips in Eindhoven. De *Europese Commissie* volgt dan al snel met het gebruik van onze informatie over publiekprivate publicaties. In de 2004 aflevering van hun *Science and Technology Figures* rapport staan gegevens vermeld voor 13 Europese landen, de Verenigde Staten en Japan.³³ Vanaf 2008 worden dergelijke gegevens ook gebruikt in de jaarlijkse rapporten van het *European Innovation Scoreboard* om de prestaties van afzonderlijke Europese lidstaten te kunnen vergelijken - als één van de vele innovatie-indicatoren in het rapport.³⁴ In de 2011 aflevering van dit Europese rapport, intussen omgedoopt tot het *Innovation Union Scoreboard*, wordt nu eveneens gekeken hoe de Europese Unie zich als geheel verhoudt ten opzichte van de Verenigde Staten, Japan, Brazilië, China, Rusland en India.

University-Industry Research Co-operation Scoreboard

Intussen zijn de analyses op het niveau van afzonderlijke universiteiten ook op gang gekomen. Het eerste *University-Industry Research Co-operation Scoreboard* verschijnt in 2008 op de website van ons instituut. De cijfers betroffen 350 universiteiten wereldwijd, waaronder 11 Nederlandse universiteiten.³⁵ Vier daarvan stonden in de top-100. De 2010 versie van dit

Scoreboard toont de resultaten voor 500 universiteiten; nu ook uitgesplitst naar een vijftal wetenschappelijke hoofdgebieden. In de 2011 aflevering is bovendien het aantal universiteiten verhoogd van 500 tot 800; de top-500 grootste onderzoeksuniversiteiten wereldwijd, plus de top-300 in Europa.³⁶ Alle Nederlandse universiteiten doen mee in deze recente editie. Over de afgelopen 15 jaar zijn we er dus in geslaagd om, stapje voor stapje, een deel van dat complexe kennissysteem te ontrafelen en een aantal onderdelen daarvan te meten.

Zodoende weten we nu, met veel meer zekerheid en nauwkeurigheid dan voorheen, welke universiteiten relatief veel samenwerken met het bedrijfsleven op het gebied van wetenschappelijk onderzoek, in welke vakgebieden dat gebeurt, en wat de jaarlijkse veranderingen zijn geweest. Uit de jaarlijkse afleveringen zijn een aantal interessante bevindingen te voorschijn gekomen met betrekking tot Nederlandse universiteiten. Twee daarvan behoren steevast op de top-10 wereldwijd wat publiekprivate samenwerking betreft: de Technische Universiteit Eindhoven en de Technische Universiteit Delft. Hoewel de informatie op onze website niet aangeeft op welke positie beide universiteiten staan binnen die toplijst, wil ik dat geheim hier wel prijsgeven: Delft staat op nummer 4 ... en Eindhoven staat bovenaan de lijst.

De exacte positie van een universiteit in de ranglijst is misschien een nieuwswaardig feitje, maar eigenlijk irrelevant voor wetenschappelijk onderzoek. De oorzakelijke duiding van deze twee topposities is veel belangrijker. Waarom scoren die twee universiteiten eigenlijk zo goed? Eindhoven dankt die eerste plaats in grote mate aan wat men het positieve 'Philips effect' zou kunnen noemen. Dit ene bedrijf is namelijk goed voor 35% van de alle industriële auteursadressen die we aantreffen op de publiekprivate publicaties van de TU Eindhoven. De nabijheid van een groot technologiebedrijf heeft kennelijk een zeer groot effect op het lokale kennissysteem. Die invloed beperkt zich niet alleen tot die regio Eindhoven; Philips blijkt ook de grootste industriële onderzoekspartner te zijn van de

TU Delft, hoewel het in dit geval nog maar 13% van de industriële adressen vertegenwoordigt. Shell en DSM zijn eveneens belangrijke partners van de Delftse universiteit.

Zo zijn we via een grondige analyse van samenwerkingsrelaties een belangrijk algemeen verschijnsel op het spoor gekomen dat bepalend kan zijn voor de effectiviteit van kennissystemen - de rol van fysieke afstand tussen onderzoekspartners. Naar mate deze afstand kleiner is, wordt de kans op een vruchtbare samenwerking groter.³⁷ Zo blijkt dat een ruime meerderheid van die partnerbedrijven die in Eindhovense en Delftse publiekprivate publicaties wordt genoemd betrekking heeft op een bedrijf dat in Nederland is gevestigd. Tegelijkertijd zijn er Nederlandse universiteiten waar minder dan de helft van die partnerbedrijven van eigen bodem zijn. De Universiteit Leiden is één van die internationaal georiënteerde universiteiten; maar liefst 75% van de partners in het bedrijfsleven waarmee men samen publiceert zijn in het buitenland gevestigd. De Verenigde Staten is goed voor de helft van die buitenlandse contacten. Het Leidse Bio Science Park is hier de bepalende factor. De meeste partners zijn namelijk Amerikaanse biotechnologiebedrijven en farmaceutische bedrijven. Dit zijn vaak Amerikaanse moederbedrijven met vestigingen in het Bio Science Park.

Globalisering van publiekprivate samenwerking

Dit brengt mij bij het laatste voorbeeld hoe deze ene indicator van publiekprivate wetenschappelijke samenwerking ons veel heeft geleerd over de rol van fysieke afstanden tussen onderzoekspartners binnen kennissystemen. In zeer recent onderzoek, dat ik samen met mijn collega's Ludo Waltman en Nees Jan van Eck heb uitgevoerd, hebben we gekeken naar de precieze afstand tussen de werkadressen van de partners die samen publiceren. Die afstand hebben we gemeten in kilometers. Dat konden we doen door de plaatsnamen in de werkadressen van auteurs, die op elke onderzoekpublicatie worden vermeld, om te zetten in geografische coördinaten. Zo zal bijvoorbeeld een publicatie van Leidse onderzoekers met collega's van een Zwitsers biotechnologiebedrijf al snel een afstand opleveren

van 800 kilometer. Als men zou publiceren met Amerikaanse bedrijven loopt die afstand op naar minimaal 6.000 kilometer. We hebben deze afstandsberekeningen uitgevoerd voor alle onderzoekspublicaties wereldwijd. De eerste resultaten van onze studie zijn vorige maand verschenen in het wetenschappelijke toptijdschrift *Nature*.³⁸

Iedereen weet dat de globalisering van het bedrijfsleven een hoge vlucht heeft genomen. Grote multinationale bedrijven domineren de wereldeconomie. En dat zien we ook duidelijk terug in onze analyses van alle publiekprivate onderzoekspublicaties wereldwijd. Als we de maximale afstand tussen de partners op elk van die publicaties bekijken vinden we een gemiddelde afstand van maar liefst 3.000 kilometer.³⁹ Er zijn natuurlijk wel grote verschillen tussen landen. In het geval van Australië was die afstand bijna 10.000 kilometer. Logisch, voor een land dat ver weg ligt van de meeste andere landen. Voor België is die afstand 'slechts' 4.200 kilometer. Zwitserland komt tot 3.400 kilometer en Denemarken is die afstand 2.800 kilometer.

Met maar 2.600 kilometer blijft Nederland enigszins achter bij deze kleinere Europese landen. We blijven kennelijk graag dichter bij huis als het gaat om publiekprivate samenwerking. Dat heeft zeker zijn voordelen. We kunnen immers voortbouwen op vertrouwde relaties op korte afstand. Zoals de innige contacten tussen de Nederlandse technische universiteiten en Philips in Eindhoven. Dit is zonder enige twijfel één van de sterke onderdelen van het Nederlandse kennissysteem. Maar is het ook een pluspunt in globaliserende kennissystemen? Een sterke focus op lokale partners kent immers het risico van een insluiting binnen verankerde nationale of Europese samenwerkingsverbanden. Als gevolg daarvan is men wellicht onvoldoende in staat om nieuwe ontwikkelingen en kansen die zich elders in de wereld aandienen niet, of niet snel genoeg, te kunnen benutten. De relatief kleine partnerafstanden die wij afleiden van de Nederlandse publiekprivate publicaties roept dus de vraag op of onderdelen van de Nederlandse wetenschap

niet te sterk zijn gericht op bedrijven in de omgeving - is hier misschien sprake van een negatief 'Philips effect'? Ik heb nu geen antwoord op deze vraag, geachte toehoorders, maar het zal duidelijk zijn dat deze publiekprivate onderzoekspublicaties een zeer interessante kijk geeft op interacties en samenwerkingsrelaties tussen wetenschappelijk onderzoek in publieke sector en R&D in de private sector.

Deze informatiebron biedt ook veel kansen voor verdere ontwikkeling en toepassingen binnen wetenschap- en innovatiebeleid. Het zal dan ook één van de speerpunten zijn van vervolgonderzoek in het kader van mijn leerstoel. Zo zullen de gegevens met betrekking tot deze publicaties ook worden gebruikt als een nieuwe indicator binnen het *U-Multirank* project, een initiatief van de *Europese Commissie* om de prestaties van hoger onderwijsinstellingen en universiteiten wereldwijd zo systematisch mogelijk in kaart te brengen, en diverse rangordeningen daarvan mogelijk te maken.⁴⁰ Daarnaast hoop ik in de komende jaren een reeks validatiestudies uit te voeren onder universiteiten wereldwijd om hun publiekprivate onderzoeks-samenwerking verder te kunnen analyseren en te interpreteren. Daarmee hoop ik niet alleen te kunnen aantonen in hoeverre publiekprivate publicaties representatief zijn voor hun samenwerkingsrelaties met het bedrijfsleven, maar ook meer inzicht te krijgen in de context van die samenwerking. Belangrijke vraag daarbij is in hoeverre die globaliseringsprocessen, en de verscherpte concurrentie tussen universiteiten, van invloed zijn (geweest) op de geografische spreiding van de partners waarmee universiteiten samenwerken.

Mobiliteit van kenniswerkers

Ik wil dit overzicht van toepassingen graag afsluiten met korte vooruitblik naar ander toekomstig werk binnen mijn onderzoeksprogramma. Dit heeft vooral betrekking op het microniveau van individuen. Zoals ik al eerder aangaf, het grootste indirecte effect van de publieke sector op innovatiesystemen betreft het opleveren van goed opgeleide studenten, promovendi en onderzoekers.⁴¹ Dit is essentieel voor bedrijven om

kennis en kunde om te zetten in kassa. Het zijn uiteindelijk de inzichten, ideeën en ervaringen van mensen die er vaak het meest toe doen in de wetenschap en innovatie. De slimme bijdrage van één enkele persoon kan soms het verschil betekenen tussen succes en mislukking.

Die tientallen miljoenen onderzoekspublicaties, die we nu zo grondig kunnen analyseren binnen ons instituut, bevatten de namen en werkadressen van betrokken personen. Dit opent de weg om de mobiliteit van die personen te identificeren, van de ene organisatie naar de ander, zowel binnen ons eigen land als daarbuiten. Hiermee kunnen we hopelijk materiaal aandragen om antwoorden te geven op aantal cruciale beleidsvragen: hoeveel onderzoekers en ingenieurs emigreren naar het buitenland? Hoeveel komen ons land binnen? Wat is het netto-effect van deze kennisstromen? Is er sprake van een zogeheten *brain drain*, of is het juist een *brain gain*? Hoeveel van onze universitaire onderzoekers stappen over naar R&D-afdelingen van het bedrijfsleven?

Hopelijk kunnen we deze informatiebron ook gebruiken als een nieuw meetinstrument om deze menselijke kennisstromen te volgen en te meten. Als we in staat zijn om deze mobiliteit meer systematisch in kaart te brengen is er een zeer belangrijke stap voorwaarts gemaakt in het doorgronden van kennisystemen – zowel op microniveau als macroniveau.

Slot en dankwoord

Dames en heren, ik kom tot het slot van mijn oratie; een betoog over wensdromen en een weerbarstige realiteit waarin complexe en dynamische systemen zich niet zo eenvoudig laten ontrafelen en reduceren tot een paar simpele metingen. Naar mijn mening staat die meetbaarheid nog in de kinderschoenen. Er is nog veel doen. Er zijn echter voldoende mogelijkheden om vooruitgang te boeken, onder andere via de informatiebronnen en meetmethoden die ik u heb geschetst en waar ik mij de komende jaren mee bezig wil houden. Ik hoop dat resultaten van dit toekomstige werk aanleiding zullen geven

tot nieuwe inzichten, interessante vraagstukken en verbeterde meetmodellen. En ik hoop ook van harte dat deze uitkomsten hun weg vinden naar wetenschappelijke theorieën, vooral de eerder genoemde evolutionaire economische theorie.

Samenwerking binnen het kennissysteem is, zoals gezegd, in toenemende mate een internationale aangelegenheid geworden. Als gevolg daarvan zijn vele wetenschappers ook wereldburgers geworden. Dat is in mijn geval niet anders, met gastaanstellingen in Zuid-Afrika en Australië. Die aanstellingen heb ik mede te danken aan de uitstekende reputatie van de Leidse universiteit, die al vele jaren mijn thuisbasis is. Ik wil het College van Bestuur en de decaan van de faculteit Sociale Wetenschappen bedanken voor het instellen van deze leerstoel, en voor het vertrouwen dat men mij heeft geschonken.

Buiten de stadsgrenzen van Leiden ligt zoals gezegd een fascinerende wereld vol verleidelijke wetenschappelijke uitdagingen. Soms is die verleiding verrassend dichtbij. Ik voel ook vereerd om sinds kort verbonden te zijn aan de Campus Den Haag van de Leidse universiteit, om daar mijn onderzoeksactiviteiten met een Haagse component verder gestalte te geven.

Het *Centrum voor Wetenschaps- en Technologie Studies* aan deze universiteit is en blijft mijn academische thuisbasis. Voor het grootste deel van de tijd was dat onder de inspirerende leiding van Professor Ton van Raan die, als mijn mentor en co-promotor, van grote betekenis geweest. ‘Meten is weten’ is Ton’s credo, en dat was voor mij altijd een goede leidraad om verschijnse-len te willen onderzoeken en beter te kunnen begrijpen. Vele CWTS-collega’s zijn gedurende die jaren belangrijk geweest in mijn meetwerk: soms als onderzoekspartner, vaak als dataleverancier, maar ook als klankbord en criticus. Vele van mijn huidige en voormalige collega’s zijn vandaag hier aanwezig. Ik wil jullie allen graag hartelijk bedanken voor al die bijdragen.

Ik bedank ook mijn familie, vrienden en andere bekenden voor hun interesse in mijn werk. Ik hoop dat jullie na deze rede een

beter idee hebben waar ik me zoal mee bezighoud. Een speciaal woord voor mijn vader die hier vandaag ook is; hij kan nu trots verkondigen dat de familie Tijssen na twee generaties eindelijk weer een professor in zijn midden heeft. Dat zal Loes, mijn vrouw, niet snel zeggen, maar ik weet zeker dat zij minstens even blij en trots is. Zonder haar begrip voor mijn vele werkuren thuis was het waarschijnlijk nooit tot dit hoogleraarschap en tot deze oratie gekomen.

Ik heb gezegd.

Noten

- 14
- 1 Er bestaat een uitgebreide wetenschappelijke literatuur over het positieve verband tussen informatie-technologie en toename in groei van economische productiviteit, zie onder andere: Daveri, F., IT and productivity growth across countries and sectors. In: D. Jones (Ed.). *The New Economy Handbook*. Academic Press, 2003; Oliner, S.D. en D.E. Sichel, Information technology and productivity: where are we now and where are we going? *Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review*, Third Quarter, 15-44, 2002; Van Ark, B., R. Inklaar en R.H. McGuckin, ICT and productivity in Europe and the United States: where do the differences come from? *CESifo Economic Studies* 49. 3/2003, 295-318, 2003; Van Leeuwen, G. en H. van der Wiel, *ICT: Innovation and Productivity*. ZEW Discussion Paper 04-06. Center for European Economic Research (ZEW), 2004.
 - 2 In de economische of management literatuur wordt een 'innovatie' soms ook gedefinieerd als iets nieuws dat binnen een bedrijf wordt ontwikkeld of toegepast. Zie o.a. Van de Ven A.H., L. Harold en M.S. Poole, *Research on the Management of Innovation*. New York: Harper & Row, 1989.
 - 3 Abernathy, W.J. en K.B. Clark, Innovation: mapping the winds of creative destruction, *Research Policy*, 14, 3-22, 1985.
 - 4 Holland, J.H., *Hidden Order*, New York: Helix Books, 1995.
 - 5 *Report on applications of complexity science for public policy: new tools for finding unanticipated consequences and unrealized opportunities*, Parijs: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (Global Science Forum), 2009.
 - 6 Nelson, R.R. en S.G. Winter, *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge (MA): Harvard Business School, 1982.
 - 7 Dosi. G., C. Freeman, R.R. Nelson, G. Silverberg en L. Soete (eds), *Technical change and economic theory*, London: Pinter, 1988.
 - 8 Foray, D., *The Economics of Knowledge*, Cambridge MA: MIT Press, 2004.
 - 9 Rosenberg, N., Why do firms do basic research (with their own money)? *Research Policy*, 19, 165-174, 1990.
 - 10 Auletta, K., *Googled*, Penguin Press/Virgin Books, 2009.
 - 11 Pavitt, K., What makes basic research economically useful? *Research Policy*, 20, 109-119, 1991.
 - 12 Van Steen, J., *Feiten en cijfers: Overzicht Totale Onderzoek Financiering (TOF) 2009-2015*, Den Haag: Rathenau Instituut, 2011.
 - 13 Macilwain, C., What science is really worth, *Nature*, 465, 10 juni 2010.
 - 14 Lanser, D. en H. Van der Wiel, *Innovatiebeleid in Nederland: de (on)mogelijkheid van effectmeting*, Den Haag: Centraal Planbureau, CPB Achtergronddocument, 2011.
 - 15 *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren 2010*, Den Haag: Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie; Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2011; KIA, *Bouw op talent! In vijf stappen naar de top 5; jaarlijkse evaluatie Kennisinvesteringsagenda (KIA) 2006-2016*, 2010.
 - 16 *Van voornemens naar voorsprong: kennis moet circuleren* (voorstel voor een Nederlandse valorisatieagenda). Den Haag: rapport van Interdepartementale Programmadirectie Kennis en Innovatie, 2009.
 - 17 De Dag van de Valorisatie 2011 werd georganiseerd in Felix Meritis te Amsterdam. Zie de website <www.valorisatie.nu> voor meer informatie over deze bijeenkomst, alsmede de eerdere edities in 2009 en 2010.
 - 18 De Valorisatieranking betreft een vergelijkend onderzoek verricht door onderzoeks- en adviesbureau *ScienceWorks* in samenwerking met het weekblad *Elsevier*. Resultaten van de ranking zijn beschikbaar via de website <www.elsevier.nl/web/Nieuws/Wetenschap/300540/TU-Delft-nummer-een-in-verzilveren-van-kennis.htm>.

- 19 Marburger, J., The science of science and innovation policy, In: *Science, Technology and Innovation Indicators in a changing world: responding to policy needs*, Parijs: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, pp. 27-32, 2007.
- 20 *Measuring Innovation: a new perspective*. Parijs: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, 2010.
- 21 De activiteiten binnen de Europese Commissie concentreren zich in het Directoraat General Research and Innovation en in het DG Enterprise and Industry. Daarnaast houdt het DG Education and Culture zich bezig met de raakvlakken wat de betreft het EC-beleid gericht op de nationale hoger onderwijssystem van de EU-lidstaten. Het EC-rapport "Elements for setting-up of headline indicators for innovation support of the Europe 2020 strategy. Rapport van de High Level Panel on the Measurement of Innovation. Brussels: DG Research and Innovation (2010)." bevat de aanzet tot de ontwikkeling van een enkele 'key indicator' om innovatie-prestaties te meten binnen Europa.
- 22 *Benchmarking Industry-Science Relationships*. Parijs: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, 2002.
- 23 Tijssen, R.J.W., Measuring and evaluating science-technology interactions: towards international statistics. In: H. Moed, W. Glänzel en U. Schmoch (eds), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The use of publication and patent statistics in studies on S&T Systems*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- 24 Schmoch, U., Tracing the knowledge transfer from science to technology as reflected in patent indicators. *Scientometrics*, 26, 193-211, 1993.
- 25 Narin, F., en E. Noma. Is technology becoming science? *Scientometrics*, 7, 369-381, 1985.
- 26 Noyons, E.C.M., A.F.J. Van Raan, H. Grupp, en U. Schmoch, Exploring the science and technology interface: inventor-author relations in laser medicine research, *Research Policy*, 23, 443-457, 1994.
- 27 Tijssen, R.J.W., Science dependence of technologies: evidence of inventions and their inventors, *Research Policy*, 31, 509-526, 2002.
- 28 Godin, B., Research and the practice of publication in industries. *Research Policy*, 25, 587-606, 1996.
- 29 Lundberg, J., Tomson, G., Lundkvist, I., Skar J., en M. Brommels, Collaboration uncovered: exploring the adequacy of measuring university-industry collaboration through co-authorship and funding, *Scientometrics*, 69, 575-589, 2006.
- 30 Tijssen, R.J.W., Th.N. Van Leeuwen en J.C. Korevaar, Scientific publication activity of industry in the Netherlands, *Research Evaluation*, 6, 1-15, 1996.
- 31 *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren 2000*. Den Haag: Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie; Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2000. Dit rapport bevatte ook, voor het eerst, informatie over de aantallen Nederlandse onderzoekspublicaties die werden vermeld in de referentielijsten van in Amerika toegekende octrooien, en daarmee een blik op de mate waarin Nederlands onderzoek van belang was voor geoctrooierde uitvindingen wereldwijd.
- 32 *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren 2003*. Den Haag: Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie; Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2003.
- 33 *Science and Technology Key Figures 2003-2004*, Brussel: Europese Commissie, DG Research, rapport EUR 20537, 2003.
- 34 *European Innovation Scoreboard (EIS) 2009*, Pro Inno Paper no. 15, Brussel: DG Enterprise and Industry (www.proinno-europe.eu/metrics).
- 35 Tijssen, R.J.W., T.N van Leeuwen en E. van Wijk, Benchmarking university-industry research cooperation worldwide: performance measurements and indicators based on co-authorship data for the world's largest universities, *Research Evaluation*, 18, 13-24, 2009.
- 36 De UIRC Scoreboard 2011 is toegankelijk via de CWTS website www.socialsciences.leiden.edu/cwts/products-services/scoreboard.html.

- 37 Arundel, A., en A. Geuna, Proximity and the use of public science by innovative European firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 13, 559-580, 2004.
- 38 Tijssen, R.J.W., L. Waltman en N.J. Van Eck, Collaborations span 1,553 kilometres, *Nature*, 473, 154, 12 mei 2011. Het volledige artikel is gepubliceerd als: L. Waltman, Tijssen, R.J.W. en N.J. Van Eck, Globalisation of science in kilometers, *Journal of Informetrics*, 2011.
- 39 Tijssen, R.J.W., L. Waltman en N.J. Van Eck, Globalization of public-private research: monitoring of co-publication trends in worldwide science, Atlanta Conference on Science and Innovation Policy, 15-17 September 2011, Atlanta, Verenigde Staten.
- 40 *Design and testing the feasibility of a multi-dimensional global university ranking*, Final report by the CHERPA Network Consortium for the European Commission, DG EAC, June 2011.
- 16 41 Auriol, L., B. Felix, en M. Schaaper, *Mapping careers and mobility of doctorate holders: draft guidelines, model questionnaire and indicators* (2nd edition), OESO/UNESCO Institute for Statistics/Eurostat Careers and Doctorate Holders Project, STI Working Paper 2010/1, Parijs: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, 2010.

PROF.DR. ROBERT TIJSSEN



Robert Tijssen (1955) studeerde Methoden en Technieken van Sociaal-Wetenschappelijk Onderzoek aan de Universiteit Leiden. Hij is vanaf 1986 als onderzoeker verbonden geweest aan een reeks onderdelen van deze universiteit; vanaf 1992 als senior onderzoeker en project manager bij het Centrum voor Wetenschaps- en Technologie Studies. In dat jaar promoveerde hij met een proefschrift *Cartography of Science: Scientometric Mapping with Multidimensional Scaling Methods* op basis van een reeks kwantitatieve studies waarin algemene patronen binnen wetenschappelijke ontwikkelingen werden geanalyseerd en gevisualiseerd.

In de jaren daarna was hij betrokken bij talloze onderzoeksprojecten en evaluatiestudies voor publieke en private opdrachtgevers in Nederland en daarbuiten. Zijn bijzondere belangstelling voor kwantitatief-empirische studies van relaties tussen wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling is ontstaan vanuit zijn activiteiten binnen het Nederlands Observatorium van Wetenschap en

Technologie, waar hij van 1993 tot 2010 coördinator was van de reeks *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren Rapporten* ten behoeve van de Nederlandse overheid.

Hij is sinds 2004 gasthoogleraar aan de Universiteit van Stellenbosch (Zuid-Afrika) en heeft vanaf 2008 eveneens een gastaanstelling aan de University of Queensland (Australië). Hij is sinds 2010 lid van de raad van bestuur van het European Network of Indicators Designers, en daarnaast bestuurslid van het European Consortium for Higher Education and Research Performance Assessment.

Zijn werk op het gebied van metingen en evaluaties van wetenschappelijke prestaties, studies van publiekprivate R&D-samenwerking, en onderzoek naar relaties tussen wetenschappelijke vooruitgang en innovaties, zal worden vervolgd in het kader van zijn leerstoel 'Science and Innovation Studies'.



Universiteit Leiden