



Naamsestraat 61 - bus 3550

B-3000 Leuven - BELGIUM

Tel : 32-16-326661

vives@kuleuven.be

VIVES

Briefings

2013

6 FEBRUARI

Wat zijn de Distinctieve Kenmerken van Topregio's in Biotech?

Cathy Lecocq

cathy.lecocq@econ.kuleuven.be

[tel] +32 16 32 42 30

Het Vlaams Instituut voor Economie en Samenleving, Vives, is een economisch onderzoekscentrum dat via fundamenteel en toegepast onderzoek wil bijdragen tot het maatschappelijk debat inzake de economische en maatschappelijke ontwikkeling van regio's, in het bijzonder van Vlaanderen. VIVES is als onderzoekscentrum wetenschappelijk en juridisch geïntegreerd binnen de KU Leuven. Vives werkt ook samen met research fellows uit andere universiteiten.

Wat zijn de Distinctieve Kenmerken van Topregio's in Biotech?

Een Empirische Studie van de Technologische Activiteit van 101 Biotech Regio's.

Cathy Lecocq ¹

VIVES

Februari 2013

Samenvatting

Deze studie bestudeert de kenmerken van 101 regio's in Noord-Amerika, Europa en Azië-Pacific in termen van technologische activiteit in de biotechnologie. Biotech is een complexe, kennisintensieve technologie met een sterke wetenschappelijke basis. De bestudeerde tijdspanne stemt overeen met een periode van sterke groei van de biotech industrie.

De studie toont aan dat biotech technologie activiteiten sterk geconcentreerd zijn in een beperkt aantal regio's wereldwijd. De resultaten van de studie wijzen op het bestaan van twee types (top)regio's: enerzijds de "geconcentreerde" regio's waar technologie ontwikkeling voornamelijk gebeurt door privébedrijven en bovendien sterk geconcentreerd is binnen een "lead company"; anderzijds de "gedistribueerde" regio's waar technologie ontwikkeling veel meer evenredig verdeeld is tussen privébedrijven en publieke kenniscentra en waar de ondernemende oriëntatie van wetenschappelijke actoren een instrumentele rol speelt.

Verdere analyses in deze studie geven belangrijke inzichten in de factoren die van belang zijn om uit te groeien tot een topregio in de groeifase van de biotech industrie. Naast het blijvend belang van het investeren in een sterke wetenschappelijke basis (ook na de vroege incubatie fase van een technologie), en het belang van het stimuleren van de industriële biotech activiteit in de regio, wijzen de resultaten op een aantal factoren die specifiek zijn voor beide regiotypes ("geconcentreerd" of "gedistribueerd"). De verkregen inzichten duiden op het belang van op maat gesneden beleidsmaatregelen gericht op de specifieke sterktes van de regio's, om te kunnen uitgroeien tot een topregio in de biotechnologie.

¹ Gebaseerd op werk van Lecocq en Van Looy (2013), "What Differentiates Top Regions in the Field of Biotechnology? An Empirical Study of the Texture Characteristics of 101 Biotech Regions in North-America, Europe and Asia-Pacific" *mimeo*, VIVES, KULeuven. Ik bedank Bart Van Looy, Joep Konings en Jo Reynaerts voor hun nuttige feedback op de studie.

Inleiding

Biotechnologie is een complexe, kennisintensieve industrie die door beleidsmakers vaak beschouwd wordt als een veelbelovende bron voor economische groei en welvaart in de regio. Het aantal succesvolle biotech regio's is echter heel beperkt. In deze studie identificeren we de regio's die wereldwijd vooraanstaand zijn in termen van technologie ontwikkeling in het domein van biotech. Vervolgens gaan we op basis van kwantitatieve indicatoren na wat de kenmerken zijn van deze topregio's in termen van samenstelling van het industrieel weefsel, de rol van (ondernemende) kenniscentra, en internationale samenwerking op het vlak van technologie ontwikkeling. In het laatste deel van de studie tonen we op basis van econometrische analyses aan welke factoren van belang zijn om uit te groeien tot een toonaangevend regio in biotechnologie. De studie richt zich op de periode 1992-1997, een periode gekenmerkt door een snelle groei van biotech technologieën. De resultaten van de studie verschaffen relevante inzichten met betrekking tot regionale technologie ontwikkeling in de groeifase van kennisintensieve industrieën.

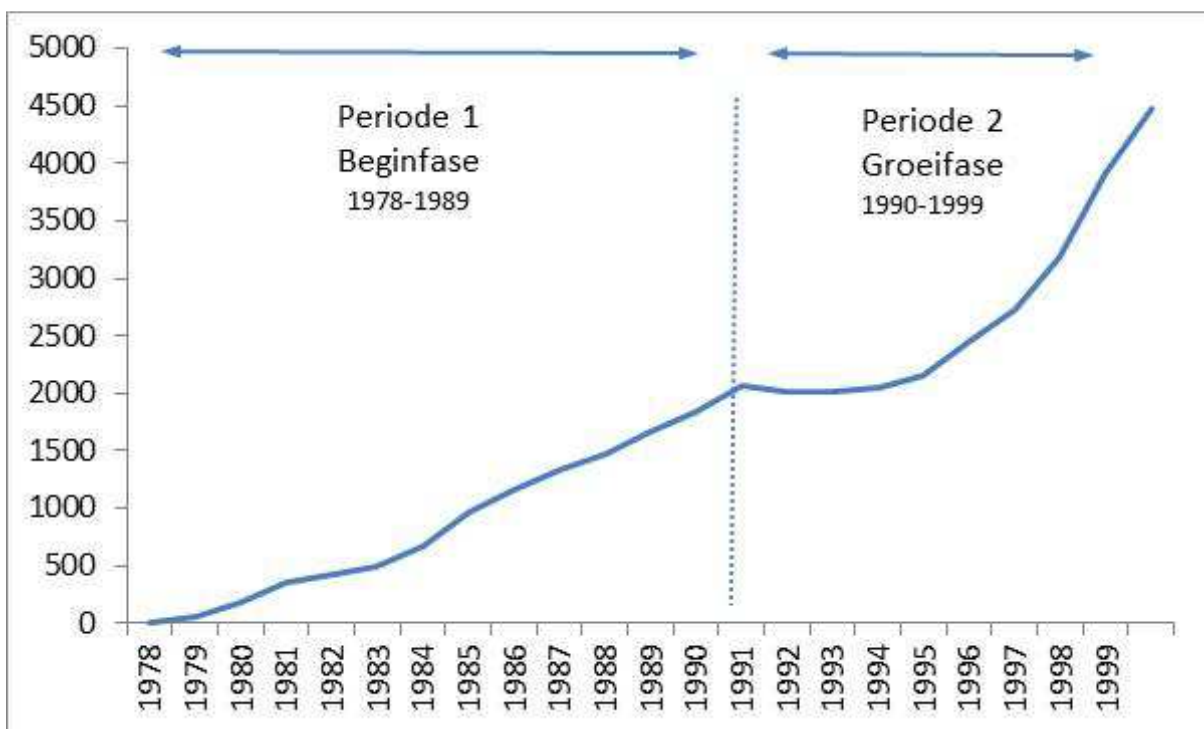
De ontwikkeling van de biotech industrie

Zoals in andere complexe en kennisintensieve domeinen bouwt technologische ontwikkeling in biotech in belangrijke mate verder op wetenschappelijke vooruitgang en een sterke wetenschappelijke basis ontwikkeld binnen publieke universiteiten en onderzoekscentra (Dosi, Llerena & Labini, 2006; Owen-Smith et al., 2002). Van fundamenteel belang voor het ontstaan van de moderne biotechnologie was de uitvinding van de dubbele helixstructuur van DNA door Watson en Crick (1953). De basis voor de moderne biotech industrie ligt echter in de uitvinding van recombinant DNA techniek door de professoren Cohen en Boyer in 1973. Dankzij deze techniek kan fundamentele kennis van de moleculaire biologie immers omgezet worden in nuttige kennis voor een hele reeks industriële toepassingen (Feldman, 2003). De tweede helft van de jaren 1970 wordt dan ook gekenmerkt door het opstarten van de eerste bedrijven toegewijd aan moderne biotechnologie (Archarya, 1990; Galambos, 2006). Deze nieuwe biotech bedrijven werden vaak mede-opgericht door of behielden sterke banden met academische onderzoekers en waren voornamelijk gericht op het commercialiseren van nieuwe wetenschappelijke en technologische kennis.

Vanaf het eind van de jaren 1980 begint ook de farmaceutische industrie steeds meer interesse te tonen in de biotechnologie. Vanaf het begin van de jaren 1990 worden grote, gevestigde farmaceutische bedrijven actief in biotechnologie, onder meer door het opzetten van strategische allianties met kleinere biotech bedrijven en/of door het overnemen van biotech bedrijven. De jaren 1990 worden ook gekenmerkt door de lancering van de eerste biofarma producten na lange periodes van productontwikkeling (Archarya, 1990; Galambos, 2006).

Figuur 1 toont de ontwikkeling van de biotechnologie over de periode 1978-1999, gemeten aan de hand van het aantal patentaanvragen bij het Europees Patent Bureau (EPO). In de *beginfase* van de biotech industrie (1978-1990) wanneer de technologie nog steeds heel nieuw is en gekenmerkt wordt door veel technische en marktonderzekerheid, toont de grafiek een gestage toename van het aantal patenten. Vanaf het begin van de jaren 1990, wanneer de potentiële commerciële impact van de biotechnologie duidelijker wordt en ook steeds meer grote farmaceutische bedrijven actief worden in de biotech industrie, vertoont de curve een exponentiële groei van het aantal patenten (Lecocq en Van Looy, 2009). Deze studie richt zich op de tweede, snelle *groeifase* van de biotech industrie.

Figuur 1 Evolutie van het aantal biotech patenten



EPO Patentaanvragen 1978-2001, wereldwijd

Topregio's in biotech

Om wereldwijd de meest vooraanstaande regio's op het vlak van biotechnologie ontwikkeling te identificeren, maken we gebruik van de dataset met biotech patenten en publicaties van Glänzel et al. (2004). Regio's met het hoogst aantal biotech patentaanvragen over de periode 1992-1997 worden beschouwd als de "topregio's" in biotech. Patenten werden toegewezen aan hun respectievelijke regio's op basis van de adresgegevens van de aanvragers van patenten, gebruikmakend van de "*patent allocatie methodologie*" ontwikkeld door Lecocq et al. (2011). Bijlage 1 geeft voor elk land het regionaal niveau van analyse weer.

Tabel 1 geeft de 15 topregio's in biotech weer over de periode 1992-1997. De meeste topregio's liggen in de Verenigde Staten, onder meer in Noord-Californië (San Francisco regio), Massachusetts (Boston) en Zuid-Californië (San Diego regio). Met Tokyo en Osaka, telt Japan twee topregio's in biotech. De drie belangrijkste biotech regio's in Europa in deze periode zijn Île-de-France (regio van Parijs, Frankrijk), Denemarken en London (Verenigd Koninkrijk). Biotechnologie blijkt sterk geografisch geconcentreerd in een beperkt aantal regio's: gezamenlijk vertegenwoordigen deze 15 regio's 56% van de wereldwijde patentactiviteit in biotech.

Tabel 1 Voornaamste biotech regio's (period 1992-1997)

Rang	Regio, land	patenten 1992-97
1	North California, US	1,083
2	Tokyo-TO, Japan	921
3	Massachusetts, US	824
4	South California, US	711
5	New Jersey, US	650
6	New York, US	626
7	Maryland, US	576
8	Île-de-France, France	563
9	Osaka-FU, Japan	477
10	Pennsylvania, US	449
11	Denmark, Denmark	376
12	Inner London, UK	328
13	Illinois, US	305
14	Karlsruhe, Germany	288
15	Nordwestschweiz, Switzerland	280

Naar een typologie van topregio's

De geschiedenis van de biotech industrie geeft aan dat diverse actoren gaande van privébedrijven (nieuwe biotech bedrijven en gevestigde farmabedrijven) en publieke kennisinstellingen betrokken zijn in biotechnologie ontwikkeling. In deze studie gaan we na of de technologie ontwikkelingsactiviteiten in topregio's tijdens de groeifase van de biotech industrie (periode 2 in Figuur 1) meer gedreven wordt door bedrijven dan in minder performante biotech regio's. Regio's met een kritische massa aan activiteiten gericht op marktexploitatie en commercialisering (i.e. activiteiten gedragen door bedrijven) hebben immers meer opportuniteiten om te interageren met en te leren van hoogwaardige leveranciers, veeleisende klanten en andere innovatieve bedrijven die gelijkaardige of complementaire goederen en diensten produceren (Porter, 2000). Deze veelvuldige interacties versterken de innovatieve dynamiek binnen een regio.

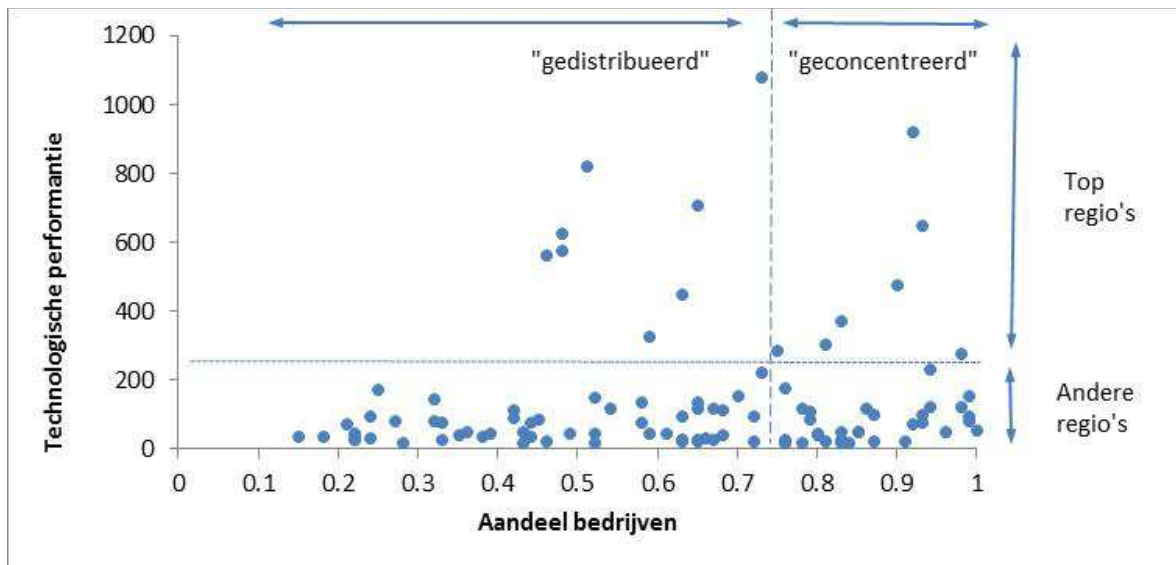
Voor onderstaande analyses, weerhouden we enkel 101 regio's met voldoende biotech activiteit over de periode 1992-1997². De "*sector allocatie methode*" ontwikkeld door Du Plessis et al. (2011) laat toe om na te gaan door welke type actor(en) (privébedrijven, publieke universiteiten of onderzoekscentra, universitaire ziekenhuizen en/of personen) een patent aangevraagd werd. Op basis van de "*naam harmonisatie methode*" van Magerman et al. (2011) identificeren we het bedrijf en/of andere actor met het grootst aantal patenten in de regio. Verder in de studie wordt naar deze bedrijven en actoren verwezen als respectievelijk de "lead company" en de "lead actor" van de regio. De "lead company" in elke regio wordt verder gecategoriseerd als biotech bedrijf, gevestigd bedrijf of overig bedrijf volgens de definities in Bijlage 2.

Figuur 2 toont de technologische prestatie van regio's (gemeten aan de hand van het aantal patentaanvragen over de periode 1992-1997) en het aandeel van bedrijven in deze regionale technologie ontwikkeling, waarbij elk punt in de figuur één van de 101 regio's uit onze steekproef voorstelt. Uit de figuur blijkt opnieuw de sterke geografische concentratie van biotech activiteit in een beperkt aantal regio's (regio's boven de horizontale stippellijn). Daarnaast geeft Figuur 2 ook aan dat er geen eenduidig, lineair verband is tussen de performantie van regio's en het aandeel van bedrijven in regionale technologie ontwikkeling. Aan de ene kant zijn er geen topregio's wanneer het aandeel van bedrijven in regionale technologie ontwikkeling minder dan 40% bedraagt. Aan de andere kant, indien we enkel naar de vooraanstaande biotech regio's kijken, bemerken we dat in een aantal regio's technologie ontwikkeling heel erg geconcentreerd is binnen bedrijven (aandeel van bedrijven boven 75%, regio's rechts van de verticale stippellijn), terwijl in andere topregio's technologie ontwikkeling veel meer evenredig gedistribueerd is over bedrijven en andere type actoren (aandeel van bedrijven rond de 55%, regio's links van de verticale stippellijn). De "lead actor(s)" of belangrijkste speler(s) in de laatstgenoemde regio's is altijd een combinatie van publieke kenniscentra (universiteiten,

² Onze steekproef van 101 regio's bevat al de regio's met minimum 18 patentaanvragen over de periode 1992-1997, of een gemiddelde van 3 patentaanvragen per jaar.

onderzoekscentra, universitaire ziekenhuizen) en privébedrijven (nieuwe biotech bedrijven of gevestigde bedrijven). In de regio's waar technologie ontwikkeling geconcentreerd is binnen bedrijven, is de "lead actor(s)" in de regio altijd een gevestigd bedrijf, meestal uit farmaceutische industrie (zie Bijlage 3).

Figuur 2 De technologische performantie van regio's en het aandeel van bedrijven in de regionale technologie ontwikkeling



Y-as: totaal aantal patenten in de regio; X-as: het aandeel van bedrijven in het totaal aantal patenten in de regio.

Meer diepgaande analyses van de biotech activiteiten van de topregio's in biotech (zie Bijlage 4) geven aan dat er significante verschillen zijn tussen regio's waar technologie ontwikkeling meer evenredig verspreid is over privébedrijven en publieke kennisinstellingen, de "gedistribueerde regio's" en regio's waar technologie ontwikkeling geconcentreerd is binnen privébedrijven, de "geconcentreerde regio's". De "geconcentreerde" topregio's worden niet alleen gekenmerkt door een hoger aandeel van bedrijven in regionale technologie ontwikkeling. In deze topregio's is technologie ontwikkeling door bedrijven ook meer geconcentreerd binnen een "lead company". Daarnaast zijn "geconcentreerde" topregio's ook meer actief in *internationale* technologische samenwerking met kennisinstellingen. "Gedistribueerde topregio's worden gekenmerkt door een hoger kennisintensiteit (gemeten aan de hand van het aantal publicaties per hoofd van de bevolking), en de aanwezigheid van universiteiten en onderzoeksinstituten met een meer "ondernemende" oriëntatie (meer actief in het beschermen van intellectuele eigendom via patenten, gemeten als het aantal patenten van kennisinstellingen per publicatie).

Distinctieve kenmerken van topregio's

In een laatste stap bestuderen we welke karakteristieken distinctief zijn voor de meest vooraanstaande biotech regio's. We gebruiken hiertoe logit regressie modellen³ (met random effecten) op onze steekproef van 101 biotech regio's. In overeenstemming met bovenstaande typologie van regio's worden aparte analyses uitgevoerd voor de "geconcentreerde" regio's (n=37) en de "gedistribueerde" regio's (n=64)⁴. Bijlage 5 bevat een overzicht van de regressieresultaten.

De regressie analyses voor de "**geconcentreerde**" regio's tonen aan dat vooraanstaande biotech regio's met een "geconcentreerd" weefsel voordeel halen uit een toename van het *aantal bedrijven actief in biotech*, alsook uit een *hogere concentratie* van de technologie ontwikkelingsactiviteiten van bedrijven *binnen een "lead company" in de regio*. Deze "lead companies" zijn grote, O&O intensieve bedrijven die vooral actief zijn in de farmaceutische industrieën en gevestigd zijn voor het ontstaan van de eerste biotech bedrijven in de tweede helft van de jaren 1970. Onze analyses geven aan dat deze grote gevestigde bedrijven, met belangrijke industrie-ervaring en toegang tot de omvangrijke (interne) financiële middelen, van bijzonder belang zijn voor de ontwikkeling van regionale technologische activiteiten in de groeifase van de biotech industrie. Onze resultaten duiden ook op het belang van de ontwikkeling van relevante en gespecialiseerde *wetenschappelijke kennis* in "geconcentreerde" regio's. Daarnaast tonen de resultaten ook aan dat regio's met een "geconcentreerde" textuur voordeel halen uit *internationale technologie samenwerkingen met wetenschappelijke actoren*.

De resultaten voor de "**gedistribueerde**" regio's tonen aan dat de vooraanstaande regio's hier beschikken over een sterkere *wetenschappelijke basis* dan de niet topregio's. De aanhoudende investering in een sterke wetenschappelijke basis in deze regio's blijft dus belangrijk, ook in de groeifase van kennisintensieve industrieën. Daarboven geven de resultaten weer dat de *ondernemende houding van de wetenschappelijke actoren* in "gedistribueerde" regio's instrumenteel is om uit te groeien tot een topregio in biotech. Om een toonaangevende regio te worden, moeten regio's met een "gedistribueerd" weefsel echter ook voldoende *industriële activiteiten* creëren in het domein van biotechnologie, door het genereren van nieuwe ondernemingsactiviteit in biotech en/of het aantrekken van bedrijven actief in biotech in de regio.

³ In logit modellen is de verklarende variabele een 0/1 variabele. In onze modellen neemt de afhankelijk variabele de waarde 1 aan indien een regio bij de top 15 regio's hoort in jaar t. Random effecten controleren voor de panel structuur (meerdere tijdsobservaties per regio) van de data.

⁴ Voor de opdeling van de 101 regio's in de "geconcentreerde" en "gedistribueerde" regio's wordt de volgende definitie gehanteerd: "geconcentreerde" regio's zijn die regio's waarin technologie ontwikkeling over de periode 1992-1997 voornamelijk gebeurt door bedrijven (aandeel bedrijven $\geq 75\%$) en de vooraanstaande speler in de regio een gevestigd bedrijf is. De andere regio's zijn "gedistribueerde" regio's.

Besluit

Deze studie bestudeert de distinctieve kenmerken van topregio's in biotech in termen van technologische activiteit. De resultaten geven aan dat blijvende investeringen in gespecialiseerde wetenschappelijk kennis en het stimuleren van industriële biotech activiteit van fundamenteel belang zijn om uit te groeien tot een topregio in biotech. De studie signaleert ook het bestaan van twee type regio's met specifieke kenmerken in termen van het industrieel weefsel en de oriëntatie en bijdrage van wetenschappelijke actoren op het gebied van technologie ontwikkeling. Ieder type regio ("geconcentreerd" versus "gedistribueerd") vereist een eigen beleidsaanpak. Onze resultaten hebben betrekking op de snelle groeifase van de biotech industrie en verschaffen als dusdanig belangrijke inzichten in regionale technologie ontwikkeling in de groeifase van kennisintensieve industrieën.

Bijlages

Bijlage 1 Regionaal niveau van analyse

Australië	Staten (n=6) and belangrijkste continentale grondgebieden (n=2)
Canada	Provincies (n=10) and grondgebieden (n=3)
Europa (EU-15 + Zwitserland)	Nuts1/2 regio's ⁵ (n=197)
Japan	Prefecturen (n=47)
Verenigde Staten	Staten (n=51)

Bijlage 2 Typologie van bedrijven

Biotech bedrijf	Bedrijf voornamelijk actief in biotechnologie en opgericht na 1974
Gevestigd bedrijf	Bedrijf voornamelijk actief in andere domeinen dan biotechnologie, bv farmacie, chemie, voeding en andere industrieën, en opgericht voor 1974
Ander bedrijf	Bedrijf actief in biotechnologie als een regionaal technologie transfer bureau, een durfkapitalist of een regionaal/economisch ontwikkelingsbureau (geen product of onderzoeksbedrijf)

⁵ Nuts1 wordt gebruikt voor de kleinere Europese landen (België, Griekenland, Ierland en Oostenrijk), en Nuts 2 voor de overige landen van de EU-15 en Zwitserland.

Bijlage 3 “Lead” actor(s) per regio (periode 1992-1997)

	Naam van de organisatie	Organisatie type
1. North California, US	Genentech Inc. Incyte University of California	Biotech bedrijf Biotech bedrijf Universiteit
2. Tokyo-TO, Japan	Ajinomoto Co., Inc. Kyowa Hakko Kogyo Co., Ltd.	Gevestigd farma bedrijf Gevestigd bedrijf
3. Massachusetts, US	General Hospital Coporation Genetics Institute	Ziekenhuis Biotech bedrijf
4. South California, US	Amgen Gen-Probe Incorporated Scripps Research Institute	Biotech bedrijf Biotech bedrijf Onderzoeksinstelling
5. New Jersey, US	Becton Dickinson & Co. Merck	Gevestigd farma bedrijf Gevestigd farma bedrijf
6. New York, US	Bristol Myers Squibb Co. Johnson & Johnson Ludwig Institute for Cancer Research New York University	Gevestigd farma bedrijf Gevestigd farma bedrijf Onderzoeksinstelling Universiteit
7. Maryland, US	Department of Health and Human Services Human Genome Sciences, Inc.	Onderzoeksinstelling Biotech bedrijf
8. Île de France, France	Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale (INSERM) Institut Pasteur Rhone-Poulenc AG	Onderzoeksinstelling Onderzoeksinstelling Gevestigd bedrijf
9. Osaka-FU, Japan	Ono Pharmaceutical Co., Ltd. Sumitomo Electric Industries, Ltd. Suntory Limited Takeda Chemical Industries, Ltd.	Gevestigd farma bedrijf Gevestigd bedrijf Gevestigd bedrijf Gevestigd bedrijf
10. Pennsylvania, US	BAYER AG Smithkline Beecham University of Pennsylvania	Gevestigd bedrijf Gevestigd farma bedrijf Universiteit
11. Denmark	Novo Group	Gevestigd farma bedrijf
12. Inner London, UK	Cancer Research Campaign Technology Limited Medical Research Council Unilever Zeneca	Ander bedrijf Onderzoeksinstelling Gevestigd bedrijf Gevestigd farma bedrijf
13. Illinois, US	Abbott Laboratories	Gevestigd farma bedrijf
14. Karlsruhe, Germany	Roche Diagnostics	Gevestigd farma bedrijf
15. Nordwestschweiz, Switzerland	F. Hoffmann-La Roche AG Novartis	Gevestigd farma bedrijf Gevestigd farma bedrijf

Bijlage 4 Verschillen tussen “gedistribueerde” en “geconcentreerde” topregio’s

Variabelen (zie Bijlage 5)	“Gedistribueerde”	“Geconcentreerde”	verschil	t-test	
	topregio’s (n=8)	topregio’s (n=7)			
Aandeel bedrijfspatenten	0,58	0,89	-0,32	-14,1	***
Internationale samenwerking met kennisinstellingen	0,65	1,38	-0,74	-2,7	***
Internationale samenwerking met bedrijven	0,88	0,95	-0,08	-0,3	
Ondernemende oriëntatie van kennisinstellingen	0,014	0,004	0,010	11,9	***
Concentratie index bedrijven	0,28	0,42	-0,14	-3,2	***
Aantal bedrijven	23,7	20,3	3,40	1,0	
Kennisintensiteit van de regio	0,31	0,24	0,07	2,3	**

(T-test statistieken op basis van jaarlijkse cijfers over de periode 1992-1997)

Bijlage 5 Random Effect Logit modellen, met 0/1 variabele “top 15 regio in jaar t” als afhankelijke variabele

Verklarende variabelen (zie bijlage 5)	Model 1 Alle Regio's	Model 2 Regio's met een “gedistribueerd” weefsel	Model 3 Regio's met een “geconcentreerd” weefsel
Kennisintensiteit van de regio	17.56** (7.89)	86.18*** (25.07)	52.39*** (17.34)
Aantal bedrijven actief in biotech	0.69*** (0.18)	2.17** (0.87)	0.92** (0.41)
Concentratie index bedrijven	6.14** (3.02)	-22.77 (23.41)	25.34*** (9.56)
Ondernemende oriëntatie van kennisinstellingen	201.14** (102.21)	1479.37*** (557.68)	504.07 (329.23)
Internationale samenwerking met Kennisinstellingen	1.28** (0.60)	3.36 (5.24)	4.32*** (1.25)
Internationale samenwerking met Bedrijven	-0.41 (0.57)	-1.98 (3.08)	-0.31 (0.99)
Bevolking	0.0005 (0.0003)	0.0007 (0.0006)	0.0032*** (0.0012)
VS indicator	-0.23 (1.96)	14.24* (7.57)	-6.07 (6.38)
Tijdsindicator	-0.78*** (0.29)	-0.87 (1.16)	-2.52*** (0.76)
Constante	-19.06*** (5.03)	-75.49*** (18.35)	-51.66*** (10.34)
Observaties	606	384	222
Loglikelihood	-525.07	-9.86	-27.23
P-waarde	0.0086	0.0021	0.0004

*, **, *** wijst op een significante relatie van respectievelijk 10%, 5% en 1%. Standaard deviatie tussen haakjes.

Bijlage 5 Definities van de gebruikte variabelen

Variabele	Omschrijving
Aantal bedrijven	Aantal bedrijven met biotech patenten in de regio
Concentratie index bedrijven	Ratio van het aantal biotech patenten van de “leading company” in de regio ten opzichte van het totaal aantal biotech patenten van bedrijven in de regio
Kennisintensiteit van de regio	Aantal biotech publicaties in de regio per 1000 inwoners
Ondernemende oriëntatie van kennisinstellingen	Ratio van het aantal biotech patenten van publieke kenniscentra ten opzichte van het totaal aantal biotech publicaties in de regio
Internationale samenwerking met bedrijven	Aantal biotech patenten in de regio gezamenlijk ontwikkeld met een in het buitenland gevestigd bedrijf
Internationale samenwerking met kennisinstellingen	Aantal biotech patenten gezamenlijk ontwikkeld met een in het buitenland gevestigde kennisinstelling

Referenties

- Acharya, R. 1999. *The emergence and growth of biotechnology. Experiences in industrialized and developing countries*. Edward Elgar.
- Feldman, M. 2003. The Locational Dynamics of the US biotech industry: knowledge externalities and the anchor hypothesis. *Industry and Innovation* 10 (3), pp.311-328.
- Dosi, G., Llerena, P. & Labini, M.S. 2006. The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox'. *Research Policy* 35, pp.1450–1464.
- Du Plessis, M.; Van Looy, B.; Song, X. & Magerman, T. 2011. Sector allocation. In: *Patent Statistics at Eurostat: Methods for Regionalisation, Sector Allocation and Name Harmonisation*. Eurostat Methodologies and Working Papers.
- Galambos, L 2006. *Innovation and industry evolution: a comment. In knowledge accumulation and industry evolution. The case of pharma-biotech*. Edited by Mazzucato, M. and Dosi, G.. Cambridge University Press.
- Glänzel W., Meyer M., Schlemmer B., Du Plessis M., Thijs B., Magerman T. & Debackere K. 2004. *Domain Study "Biotechnology" – An Analysis Based On Publications and Patents*. Report Published By ECOOM. www.ecoom.be
- Lecocq, C.; Van Looy, B. & Vereyen, C. 2011. Regionalisation of Patent Data. In: *Patent Statistics at Eurostat: Methods for Regionalisation, Sector Allocation and Name Harmonisation*. Eurostat Methodologies and Working Papers.
- Lecocq, C. and Van Looy, B. (2009). The impact of collaboration on the technological performance of regions: time invariant or driven by life cycle dynamics? An explorative investigation of European regions in the field of Biotechnology. *Scientometrics* 80(3), pp. 847–867.
- Magerman, T.; Peeters, B.; Song, X.; Grouwels, J.; Callaert, J & Van Looy, B 2011. Name harmonisation. In: *Patent Statistics at Eurostat: Methods for Regionalisation, Sector Allocation and Name Harmonisation*. Eurostat Methodologies and Working Papers.
- Owen-Smith, J., Riccabonni, M., Pammolli, F. & Powell W.W. 2002. A comparison of US and European university-industry relations in the life sciences. *Management Science* 48 (1), pp. 24-43.
- Porter, M. (2000). Location, competition, and economic development: local clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly* 14(1), pp 15-34.