

**GLOBALE NETZWERKE, REGIONALE EINFLÜSSE:
DIE STRUKTUR UND GEOGRAPHIE VON INNOVA-
TIONSPROZESSEN IN DER BIOTECHNOLOGIE.**
Eine Analyse der Innovationsnetzwerke von Biotechnolo-
gieunternehmen in elf Clustern in der Schweiz, Deutsch-
land, Frankreich und Grossbritannien

Inauguraldissertation

zur
Erlangung der Würde eines Doktors der Philosophie
vorgelegt der
Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Basel

Christof Klöpfer

aus Deutschland

Basel, 2009

Genehmigt von der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
auf Antrag von Prof. Dr. Rita Schneider-Sliwa und Prof. Dr. Heiner Mon-
heim

Basel, den 24.03.2009

Prof. Dr. Eberhard Parlow, Dekan

Inhaltverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Wie und warum unterscheiden sich Innovationsprozesse?.....	2
1.2	Warum ist es wichtig Innovationsprozesse zu verstehen?.....	5
1.3	Wie werden Innovationsprozesse untersucht?.....	7
1.4	Wie ist die Arbeit aufgebaut?	9
2	Die Organisation und Geographie von Innovationsprozessen ...	11
2.1	Innovation und Wissensentstehung	11
2.1.1	Innovationsprozesse und die Rolle von Innovationsnetzwerken	12
2.1.2	Akteure in Innovationsnetzwerken: Bedeutungsgewinn von Technologieunternehmen und Universitäten.....	15
2.1.3	Die Geographie von Innovationsnetzwerken: „Local Nodes in Global Networks“.....	16
2.1.4	Warum unterscheiden sich Innovationsnetzwerke? Die Rolle von Technologien, Branchen und dem institutionellen Umfeld.....	18
2.1.5	Innovationsprozesse und -netzwerke in der Biotechnologie.....	21
2.2	Innovationsnetzwerke und ihr Kontext: Das Innovationssystem.....	24
2.2.1	Elemente von regionalen Innovationssystemen.....	25
2.2.2	Ansätze zu Typen von regionalen Innovationssystemen	27
2.3	Zielsetzung und Forschungsfragen	30
3	Innovation in der Biotechnologie und der Pharmaindustrie	33
3.1	Was ist Biotechnologie?	33
3.2	Die wirtschaftliche Anwendung der Biotechnologie	36
3.3	Die rote Biotechnologie und die Pharmaindustrie	37
3.3.1	Besonderheiten der Pharmaindustrie	39
3.3.2	Aktuelle Trends in der Biotechnologie- und Pharmaindustrie.....	40
3.3.3	Die Geburtsstunde der Biotechnologieindustrie: Die Gründung von Genentech.....	44
3.4	Der Verlauf des Innovationsprozesses in der Biotechnologie- und Pharmaindustrie.....	44
3.5	Die Akteure im Innovationsprozess der Biotechnologie- und Pharmaindustrie.....	46
3.6	Zusammenfassung: Innovation in der Biotechnologie und der Pharmaindustrie.....	52

4	Empirisches Vorgehen	53
4.1	Auswahl der Untersuchungsregionen.....	53
4.2	Erhebung der Branchen- und Unternehmensdaten.....	55
4.3	Erhebung der Daten zum wirtschaftlichen und institutionellen Umfeld der Biotechnologieindustrie.....	56
4.4	Erhebung der Innovationsnetzwerke der Biotechnologieunternehmen	57
4.4.1	Die Messung von Netzwerken durch bibliometrischen Daten	59
4.4.2	Nachteile und Grenzen der Publikationsanalyse	59
4.4.3	Eignung bibliometrischer Daten zur Messung von Innovationsnetzwerken in der Biotechnologie?.....	61
4.4.4	Vorgehensweise bei der Erhebung der Netzwerke.....	61
4.5	Zusammenfassung: Empirisches Vorgehen	63
5	Die Biotechnologieunternehmen und ihr regionales Umfeld: Branchenstrukturen, Institutionen und Evolution.....	65
5.1	Die Schweizer Biotechnologiestandorte	68
5.1.1	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Basel	70
5.1.2	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Zürich	71
5.1.3	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Bern	74
5.1.4	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Genf	75
5.1.5	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Lausanne.....	78
5.2	Die Französische Biotechnologieindustrie.....	81
5.2.1	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Île de France	82
5.2.2	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Strasbourg.....	84
5.3	Die Britische Biotechnologieindustrie	85
5.3.1	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Cambridge	85
5.3.2	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Oxford.....	86
5.4	Die Deutsche Biotechnologieindustrie.....	89
5.4.1	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts München.....	90
5.4.2	Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Rhein-Neckar.....	91
5.5	Zwischenfazit: Die Biotechnologieunternehmen und ihr regionales Umfeld.....	92
6	Grösse, Organisation und Entwicklung der Innovationsnetzwerke.....	95
6.1	Die Grösse der untersuchten Netzwerke	98
6.2	Die Kooperationspartner in Innovationsnetzwerken	102

6.3	Die Veränderung der Netzwerke im Zeitverlauf	108
6.4	Struktur und Organisation der Netzwerke: Unterschiede im Forschungs- und Entwicklungsprozess	111
6.5	Zwischenfazit: Grösse, Organisation und Entwicklung der Innovationsnetzwerke.....	112
7	Die Geographie der Innovationsnetzwerke.....	115
7.1	Regionsinterne, nationale und internationale Verflechtungen	115
7.1.1	Der Anteil regionsinterner Verflechtungen	116
7.1.2	Der Anteil nationaler Verflechtungen.....	119
7.1.3	Der Anteil internationaler Verflechtungen	122
7.2	Die Herkunft der Partner in Innovationsnetzwerken	124
7.2.1	Herkunftsländer der Partner.....	124
7.2.2	Herkunftsregionen der Partner.....	126
7.3	Die Geographie der Netzwerke nach organisatorischer Zugehörigkeit der Partner.....	130
7.3.1	Die Struktur der Verflechtungen zu Wirtschafts- und Wissenschaftspartnern.....	130
7.3.2	Die Herkunftsländer und -regionen der Wirtschafts- und Wissenschaftspartner.....	134
7.4	Die Geographie der Netzwerke im Zeitverlauf.....	137
7.5	Die Einfluss des Forschungsstadiums auf die Geographie der Netzwerke	139
7.6	Zwischenfazit: Die Geographie der Netzwerke	140
8	Regionale Innovationsnetzwerke: Strukturen und Unterschiede	145
8.1	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Basel	146
8.2	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Zürich.....	151
8.3	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Bern	153
8.4	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Lausanne	153
8.5	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Genf	155
8.6	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Île de France	156
8.7	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Strasbourg	158
8.8	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Cambridge.....	159
8.9	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Oxford.....	161
8.10	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region München	162
8.11	Das regionale Innovationsnetzwerk in der Rhein-Neckar Region	164

8.12	Zwischenfazit: Regionale Innovationsnetzwerke, Strukturen und Unterschiede	166
9	Das Innovationsnetzwerk der Schweizer Biotechnologieindustrie	169
9.1	Die Struktur des Schweizer Netzwerks	169
9.2	Regionen und ihre Verbindungen	175
9.3	Die zentralen Akteure des Schweizer Innovationsnetzwerks	177
9.4	Zwischenfazit: Das Innovationsnetzwerk der Schweizer Biotechnologieindustrie	180
10	Innovationsnetzwerke auf Unternehmensebene	183
10.1	Die untersuchten Unternehmen und ihre Netzwerke	186
10.2	Die Geographie der Innovationsnetzwerke im Entwicklungsprozess der Unternehmen	190
10.3	Die Geographie der Netzwerke nach Unternehmenstyp	195
10.4	Zwischenfazit: Innovationsnetzwerke auf Unternehmensebene	196
11	Zusammenfassung und Fazit	199
11.1	Einordnung und Kritik der verwendeten Methode	199
11.2	Die Organisation und Geographie von Innovationsnetzwerken (zu Hypothese 1)	201
11.3	Unterschiede zwischen den Innovationsnetzwerken in verschiedenen Regionen (zu Hypothese 2)	204
11.4	Ursachen der Unterschiede der Innovationsnetzwerke in den verschiedenen Regionen (zu Hypothese 3)	205
11.5	Typisierung von regionalen Innovationsnetzwerken und ihrem Umfeld (zu Hypothese 4)	213
11.6	Schlussfolgerungen und Ausblick	217
Anhang 1	Literaturverzeichnis	223
Anhang 2	Portraits der untersuchten Biotechnologieindustrien und -cluster	246
Anhang 3	Verwendete Datenbanken und Unternehmensverzeichnisse ...	276
Anhang 4	Abkürzungsverzeichnis	277

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.	Untersuchungsobjekt der Arbeit	4
Abb. 2.	Schematische Darstellung des Aufbaus der Arbeit.....	10
Abb. 3.	Der Verlauf des Innovationsprozesses.....	14
Abb. 4.	Die Struktur von regionalen Innovationssystemen	27
Abb. 5.	Zulassung neuer Medikamente durch die Federal Drug Administration	42
Abb. 6.	Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen und Zulassung neuer aktiver Substanzen.....	42
Abb. 7.	Schematische Darstellung des Innovationsprozesses in der Pharmaindustrie	46
Abb. 8.	Anteil neu entwickelter Medikamente in den USA	49
Abb. 9.	Die Wertschöpfungskette der Pharmaindustrie.....	49
Abb. 10.	Index der Entwicklung der realen Wertschöpfung der chemisch-pharmazeutischen Industrie (1980=1)	69
Abb. 11.	Beschäftigung in der chemisch-pharmazeutischen Industrie im interregionalen Vergleich. Anteil an der Gesamtbeschäftigung in %	69
Abb. 12.	Gründung von Biotechnologieunternehmen in Schweizer Regionen zwischen 1980 und 2006	77
Abb. 13.	Index der Entwicklung der realen Wertschöpfung von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen (1980=1)	80
Abb. 14.	Beschäftigung in Forschungs- und Entwicklungsunternehmen im interregionalen Vergleich. Anteil an der Gesamtbeschäftigung in %.....	80
Abb. 15.	Gründung von Biotechnologieunternehmen in Deutschen, Französischen und Britischen Regionen 1980–2006.....	88
Abb. 16.	Klassifizierte Anzahl Verflechtungen pro Biotechnologieunternehmen	101
Abb. 17.	Organisatorische Zugehörigkeit der Partner	101
Abb. 18.	Organisatorische Zugehörigkeit der Partner: Abweichungen von den durchschnittlichen Häufigkeiten, Teil 1.....	105

Abb. 19. Organisatorische Zugehörigkeit der Partner: Abweichungen von den durchschnittlichen Häufigkeiten, Teil 2.	107
Abb. 20. Entwicklung der Verflechtungen in den Schweizer Untersuchungsregionen zwischen 1985 und 2006.....	109
Abb. 21. Entwicklung der Verflechtungen zwischen 1985 und 2006	110
Abb. 22. Entwicklung der Anteile der Wirtschafts- und Wissenschaftspartner zwischen 1990 und 2007.....	111
Abb. 23. Entwicklung der Verflechtungen in den Französischen, Britischen und Deutschen Untersuchungsregionen zwischen 1985 und 2006.....	114
Abb. 24. Die Geographie der Verflechtungen	116
Abb. 25. Anteil regionsinterner Verflechtungen: Abweichungen von Durchschnittlich	117
Abb. 26. Clustergrösse und Bedeutung regionaler Verflechtungen.....	118
Abb. 27. Herkunftsländer der Partner, Anteil in %.....	125
Abb. 28. Herkunftsregionen der Partner, Anteil in %	125
Abb. 29. Anteile von Wirtschaftspartnern an Verflechtungen auf der regionalen, nationalen und internationalen Ebene, in %	133
Abb. 30. Anteile von Wissenschaftspartnern an Verflechtungen auf der regionalen, nationalen und internationalen Ebene, in %	133
Abb. 31. Herkunft der Wirtschafts- und der Wirtschaftspartner	136
Abb. 32. Die Geographie der Netzwerke im Zeitverlauf; Anteile in %..	138
Abb. 33. Das regionale Innovationsnetzwerk in Basel	150
Abb. 34. Das regionale Innovationsnetzwerk in Zürich	152
Abb. 35. Das regionale Innovationsnetzwerk in Bern	152
Abb. 36. Das regionale Innovationsnetzwerk in Lausanne.....	154
Abb. 37. Das regionale Innovationsnetzwerk in Genf	154
Abb. 38. Das regionale Innovationsnetzwerk in der Île de France	157
Abb. 39. Das regionale Innovationsnetzwerk in Strasbourg.....	158
Abb. 40. Das regionale Innovationsnetzwerk in Cambridge	160
Abb. 41. Das regionale Innovationsnetzwerk in Oxford	161
Abb. 42. Das regionale Innovationsnetzwerk in München.....	163
Abb. 43. Das regionale Innovationsnetzwerk in der Rhein-Neckar Region	165

Abb. 44. Die Basler Akteure im Schweizer Netzwerk	171
Abb. 45. Die Zürcher Akteure im Schweizer Netzwerk.....	172
Abb. 46. Die Berner Akteure im Schweizer Netzwerk.....	172
Abb. 47. Die Akteure aus Lausanne im Schweizer Netzwerk.....	173
Abb. 48. Die Genfer Akteure im Schweizer Netzwerk	173
Abb. 49. Die Akteure aus der restlichen Schweiz	174
Abb. 50. Die Position von Unternehmen im Schweizer Netzwerk.....	179
Abb. 51. Anteil der Verflechtungen innerhalb der Heimatregion im Zeitverlauf, in %	191
Abb. 52. Anteil der Verflechtungen zum Inkubator im Zeitverlauf, in %	191
Abb. 53. Anteil der Verflechtungen zu Partnern in der Region ausser zum Inkubator, in %.....	194
Abb. 54. Anteil der Verflechtungen zu Wirtschafts- und Wissenschaftspartnern, in %	194
Abb. 55. Die wichtigsten Einflussfaktoren auf Innovationsnetzwerke	207
Abb. 56. Die Bedeutung des Standorts Basel für die Pharmaunternehmen Novartis und Roche	252

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Zentrale Begriffe: Innovation und Raum.....	16
Tabelle 2	Innovation in Branchen mit synthetischer und analytischer Wissensbasis.....	19
Tabelle 3	Ausgewählte Fallstudien zu Clustern und regionalen Innovationssystemen in der Biotechnologie und der Pharmaindustrie	23
Tabelle 4	Zentrale Begriffe: Branche und Technologie	38
Tabelle 5	Die grössten Pharmaunternehmen	43
Tabelle 6	Die grössten Biotechnologieunternehmen.....	51
Tabelle 7	Die Biotechnologieindustrie in ausgewählten Ländern.....	67
Tabelle 8	Biotechnologieunternehmen und ihre Entstehung.....	73
Tabelle 9	Spezialisierung der Biotechnologieindustrie in den Untersuchungsregionen; Anteile in %	83
Tabelle 10	Kenngrössen der untersuchten Verflechtungen	97
Tabelle 11	Begrifflichkeiten der Netzwerkanalyse	96
Tabelle 12	Organisatorische Zugehörigkeit der Partner der Biotechnologieunternehmen in den Untersuchungsregionen; Anteile in %	99
Tabelle 13	Anteil regionaler, nationaler und internationaler Verflechtungen; Anteile in %	122
Tabelle 14	Die wichtigsten ausländischen Herkunftsländer der Partner; Anteile an allen Herkunftsländern in %	123
Tabelle 15	Die wichtigsten Herkunftsregionen der Partner aus der Schweiz, Grossbritannien, Frankreich und Deutschland; Anteile an allen Herkunftsregionen in %	127
Tabelle 16	Die wichtigsten internationalen Herkunftsregionen; Anteil an allen Herkunftsregionen in %	129
Tabelle 17	Geographie und Organisation der Netzwerke in den Untersuchungsregionen; Anteile der Wissenschafts- und Wirtschaftspartnern in %	135
Tabelle 18	Herkunftsländer der ausländischer Partner im Zeitverlauf; Anteile in %	138

Tabelle 19	Die Geographie klinischer und nicht-klinischer Verflechtungen; Anteile in %	139
Tabelle 20	Zentrale Begriffe bei der Netzwerkanalyse	149
Tabelle 21	Statistische Parameter regionaler Innovationsnetzwerke.....	147
Tabelle 22	Verflechtungen zwischen den Regionen	175
Tabelle 23	Die Netzwerke der Unternehmen der Teilstichprobe	185
Tabelle 24	Anteil der Verflechtungen zu Wirtschafts- und Wissenschaftspartnern.....	193
Tabelle 25	Verflechtungen und ihre Entwicklung mit der Unternehmensbiographie.....	189
Tabelle 26	Unterschiede der Verflechtungen zwischen produkt- und technologieorientierten Unternehmen	189
Tabelle 27	Bedeutung und Wirkung überregionaler Einflussfaktoren in den untersuchten Ländern	210
Tabelle 28	der Innovationssystemtypen in den Untersuchungsregionen	214
Tabelle 29	Personalsbudgets der Universitäten in den Schweizer Untersuchungsregionen	249
Tabelle 30	Personalaufwendungen der Universitäten in den Schweizer Untersuchungsregionen für Naturwissenschaften, Medizin und Pharmazie.....	249

Kartenverzeichnis

Karte 1	Die Untersuchungsregionen.....	54
Karte 2	Die Verteilung der Basler Biotechnologieunternehmen.....	71
Karte 3	Die Verteilung der Zürcher Biotechnologieunternehmen.....	72
Karte 4	Die Verteilung der Berner Biotechnologieunternehmen.....	74
Karte 5	Die Verteilung der Genfer Biotechnologieunternehmen.....	76
Karte 6	Die Verteilung der Biotechnologieunternehmen in der Region Lausanne.....	79
Karte 7	Anteil regionaler, nationaler und internationaler Verflechtungen in den untersuchten Regionen.....	121
Karte 8	Die Verflechtungen zwischen den Schweizer Clustern.....	177

1 Einleitung

Technischer Fortschritt, ausgelöst durch Basisinnovationen und vorangetrieben durch Millionen von kleinen, inkrementellen Innovationschritten ist die Hauptantriebsfeder wirtschaftlicher Entwicklung. Innovation führt zur Entstehung neuer Unternehmen und neuer Wirtschaftszweige, während nicht-wettbewerbsfähige Technologien und Wirtschaftszweige durch Innovation obsolet werden (Schumpeter 1934). Nicht zuletzt führt Innovation auch zu neuen wirtschaftsräumlichen Strukturen und zu neuen Mustern bei der Verteilung von Wohlstand. Vor diesem Hintergrund überrascht es, dass die wirtschaftswissenschaftliche Forschung der grossen Bedeutung von technischem Fortschritt und Innovation über lange Zeit hinweg nicht in ausreichendem Masse Rechnung getragen hat. Technischer Fortschritt und Innovation wurden in der Wachstumstheorie als exogen behandelt, also als gegeben und nicht erklärbar hingenommen. Aus diesem Grund lagen die genaue Funktionsweise und die Auswirkungen von technischem Fortschritt und Innovation lange im Dunkeln. Dies gilt auch für die wirtschaftsgeographische Innovationsforschung. Sie beschränkte sich über lange Zeit auf die Erklärung des räumlichen Diffusionsprozesses von Innovation, also darauf, wie sich die Nutzung von neuen Produkten oder Dienstleistungen nach ihrer Markteinführung geographisch ausbreitet (Hägerstrand 1967, Morill 1968, Abler et al. 1971). Die Frage nach der Geographie des Innovationsprozesses selbst und die Frage nach der Bedeutung des räumlichen Umfelds für den Verlauf von Innovationsprozessen wurde dagegen lange ausgeblendet. Dies hat sich in den letzten Jahrzehnten geändert.

Heute ist Innovation ein zentrales Thema wirtschaftswissenschaftlicher Forschung (Solow 1956, Arrow 1962, Rosenberg 1975, Nelson u. Winter 1977, van Hippel 1988, Utterback u. Suarez 1993). Aufgrund dieser Forschung versteht man heute gut, welchen Einfluss Innovation auf die Wirtschaftsentwicklung ausübt. Zudem hat die Forschung der letzten beiden Jahrzehnte zu einem besseren Verständnis über den Verlauf der Innovationsprozesse geführt. Man weiss heute, dass Innovation ein interaktiver Prozess ist, an dem eine Vielzahl von Akteuren in Innovationsnetzwerken

beteiligt sind (Malecki 1990, Patel u. Pavitt 1997). Zudem wird angenommen, dass sich räumliche Nähe der im Innovationsnetzwerk zusammenarbeitenden Akteure positiv auf die Innovationsleistung auswirkt und dass vor allem die subnationale, regionale Ebene eine grosse Bedeutung für Innovationsnetzwerke hat (Saxenian 1994, Gertler 1995, Storper 1997). Zugleich geht man davon aus, dass Innovationsnetzwerke in den meisten Branchen nicht auf einen wirtschaftlichen Cluster oder eine Region begrenzt sind (Howells 1990, Archibugi u. Lundvall 2001, Zeller 2004, Gertler und Levitte 2005).

Trotz der intensiven Forschung zum Thema Innovation in den letzten Jahrzehnten bestehen erhebliche Wissenslücken. So haben wir nur eine unscharfe Vorstellung über die genaue Geographie von Innovationsnetzwerken bzw. des für Innovation nötigen Wissens- und Technologietransfers. Unklar bleibt zudem, wie genau sich Innovationsprozesse und -netzwerke in verschiedenen lokalen Kontexten abspielen, ob und in welchen Aspekten sie sich unterscheiden und – wenn ja – aus welchem Grund. Ursache für diese Forschungslücken ist zum einen, dass es sich bei Innovation per definitionem um ein „moving target“, also um ein äusserst dynamisches Forschungsobjekt handelt, welches sich konstant verändert. Zum anderen bestehen in der Innovationsforschung erhebliche Messprobleme, aufgrund derer sich bisher kaum verlässliche Informationen und Daten zum Innovationsprozess erheben liessen. In den letzten Jahren wurden Verfahren entwickelt, die es ermöglichen, einen klareren Blick auf den Verlauf von Innovationsprozessen zu erhalten (z.B. Patentanalysen und bibliographische Verfahren, die verstärkt in der Innovationsforschung eingesetzt werden; siehe Jaffe u. Trajtenberg 2002).

1.1 Wie und warum unterscheiden sich Innovationsprozesse?

Die Grundbedingungen für Innovationsprozesse in wissensintensiven Wirtschaftszweigen sind überall auf der Welt die gleichen. Das Vorhandensein von guten Universitäten und modernster Grundlagenforschung, die Garantie von Eigentumsrechten (auch von immateriellen Gütern), die Ausbildung von motivierten Talenten und das Vorhandensein von Risikokapital haben auf der ganzen Welt einen positiven Einfluss auf die Innovationsfähigkeit der Unternehmen. Überall auf der Welt spielen Innovationsnetzwerke zwischen UnternehmerInnen, ForscherInnen und staatlichen Stellen eine zentrale Rolle; überall befördert Vertrauen, kognitive und geographische Nähe den Wissens- und Technologietransfer zwischen den Akteuren und damit die Innovationsleistung der Wirtschaft.

Internationale und interregionale Vergleiche zeigen aber, dass auch erhebliche Unterschiede bestehen. Gleiche oder ähnliche Innovationsinputs führen nicht überall zum gleichen oder ähnlichen Innovationsoutput. So unterscheiden sich Innovationsprozesse in Japan von denen in der Schweiz, die sich wiederum von denen in den USA unterscheiden. Unterschiede bestehen zum Beispiel dahingehend, welche Akteure in die Innovationsnetzwerke eingebunden sind und wie der nötige Wissens- und Technologietransfer zwischen diesen Akteuren verläuft. Bezüglich der Ursachen für diese Unterschiede besteht noch Unklarheit. Es wird angenommen, dass lokale, also regions- oder länderspezifische Institutionen und wirtschaftliche Entwicklungspfade einen Einfluss haben könnten. So unterscheidet sich in verschiedenen Kontexten, wie die Forschungsförderung organisiert ist, wie das regulative Umfeld gestaltet ist, wie Geschäfte gemacht werden oder wie Kapital investiert wird. Diese Unterschiede sind Forschungsobjekt des Innovationssystemansatzes (Lundvall 1992, Cooke et al. 1997, Asheim u. Gertler 2005). Bisherige Forschungsarbeiten zu diesem Thema bleiben aufgrund der überwiegend qualitativen Methodik in der Regel den Nachweis schuldig, wo genau Unterschiede und Gemeinsamkeiten liegen, wie es zu den Unterschieden kommt und welchen Einfluss die Unterschiede auf den Verlauf des Innovationsprozesses und die Struktur der Innovationsnetzwerke haben (Markusen 1999, Doloreux u. Parto 2004).

Hier setzt die vorliegende Arbeit an. Die folgenden vier Frage werden untersucht:

- Wie sind Innovationsnetzwerke organisiert und welche Geographie haben sie?
- Wie unterscheiden sich Innovationsnetzwerke in verschiedenen Kontexten?
- Was sind die Ursachen für die Unterschiede?
- Lassen sich die Innovationsnetzwerke und ihr Kontext klassifizieren?

Ziel ist es, besser zu verstehen, wie die für den Innovationsprozess entscheidenden Innovationsnetzwerke organisiert sind, wie und wo Wissensströme verlaufen und welchen Einfluss regions- oder länderspezifische Institutionen, Entwicklungspfade und das wirtschaftliche Umfeld (z.B. Branchenstrukturen) auf diesen Verlauf haben. Bei der Klassifikation der unterschiedlichen Innovationsprozesse und -netzwerke geht es darum, die Komplexität des Forschungsobjekts zu vereinfachen, somit die Einflussmöglichkeiten der regionalen und nationalen Wirtschaftspolitik zu systematisieren und möglichst einfach darzustellen. Die Arbeit konzentriert sich auf ein Technologiefeld, nämlich die Biotechnologie und ihre Anwendung in der Pharmaindustrie. Durch diese Fokussierung wird ausgeschlossen,

dass Unterschiede und Einflüsse auf branchen- oder technologiespezifische Faktoren und nicht auf den räumlichen Kontext zurückzuführen sind (siehe Abb. 1).

Empirische Grundlage für diese Arbeit sind die oben angesprochenen, in der Innovationsforschung neuen bibliometrischen Methoden. Der Fortschritt bei diesen Methoden in den vergangenen Jahren macht den systematischen Vergleich der Innovationsprozesse in verschiedenen Kontexten erst möglich. Diese Methoden werden in der vorliegenden Arbeit so weiterentwickelt, dass sie sich zur Erfassung, Darstellung und Analyse einer grossen Zahl von Netzwerken verwenden lassen.

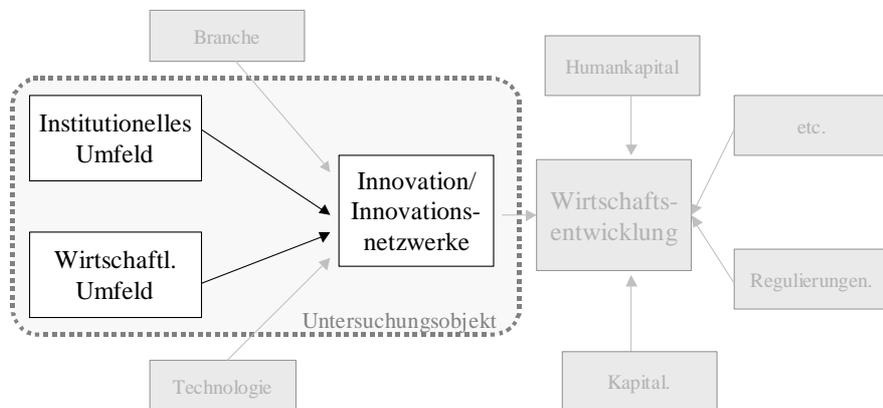


Abb. 1. Untersuchungsobjekt der Arbeit

Die Arbeit untersucht für ein Technologiefeld (Biotechnologie) und ihre Nutzung in einer Branche (Pharmaindustrie), wie Innovationsprozesse verlaufen und welchen Einfluss der räumliche Kontext, also das wirtschaftliche und institutionelle Umfeld in einem Land oder einer Region auf diese Prozesse haben. Quelle: Eigene Darstellung.

1.2 Warum ist es wichtig Innovationsprozesse zu verstehen?

Die inhaltliche und methodische Relevanz der Arbeit ergibt sich aus der im vorangehenden Kapitel 1.1 vorgestellten Fragestellung. Dabei ist die Arbeit ein erster Schritt, die Eigenschaften von Netzwerken zu beurteilen. Besondere Relevanz erhält dieses Thema vor dem Hintergrund, dass Netzwerke in den letzten beiden Jahrzehnten zu einem zentralen Thema der wirtschaftsgeographischen Forschung geworden sind. Manko dieser Forschung bleibt, dass erstens in vielen Fällen das Vorhandensein von Netzwerken an sich als ökonomischer Erfolgsfaktor gewertet wird und nicht differenziert wird, welche Eigenschaften von Netzwerken welche Auswirkungen haben. Zweitens hat sich die Forschung zu stark auf die Bedeutung regionaler Netzwerke konzentriert, ohne die Bedeutung nationaler und internationaler Innovationsnetzwerke in ausreichendem Masse zu untersuchen. Durch diese Forschung hat sich auch gezeigt, dass die Diskussion um Innovationsnetzwerke zu theoretisch geführt wurde und in vielen Fällen nur über einzelne, nicht-komparative Fallstudien abgestützt wurde, ohne die Konzepte auf einem quantitativ-empirischen Fundament zu überprüfen. Dieser Mangel hat zwei Ursachen, nämlich erstens das oben dargestellte Fehlen von geeigneten Methoden, Netzwerke zu messen und zweitens das Fehlen von eindeutigen Erfolgsindikatoren für die Wirkung von Netzwerken auf die Wirtschaftsentwicklung. In der vorliegenden Arbeit wird ein Ansatz vorgestellt, den ersten Mangel zu beheben und somit Unterschiede von Netzwerken darstellen und erklären zu können.

Die praktische Relevanz dieser Arbeit für die Wirtschaftspolitik ergibt sich aus der grossen Bedeutung von Innovation für die wirtschaftliche Entwicklung. Die wirtschaftliche Entwicklung bietet grosse Chancen, den Wohlstand von Volks- und Regionalwirtschaften zu steigern, birgt aber auch das Risiko, an Wohlstand zu verlieren. Volks- und Regionalwirtschaften stehen dabei unter wachsendem Wettbewerbsdruck um Investitionen und Humankapital (Lever u. Turok 1999, Porter 2000, Camagni 2002, Florida 2002, OECD 2007). Während Schwellenländer durch ihre Kostenstruktur im Standortwettbewerb bestehen und vor allem durch Investition in physische Infrastruktur (z.B. Autobahnen und Flughäfen) wachsen, haben entwickelte Länder diese Investitionen zum grossen Teil bereits getätigt. Weitere Investitionen in diesen Bereichen führen nicht mehr zum gleichen Nutzen wie in Schwellenländern. Die „Stellschraube“ im Standortwettbewerb ist für hoch entwickelte Länder deshalb die Beeinflussung

des Innovationsumfelds (Markusen 1996, Maskell u. Malmberg 1999, Gordon u. McCann 2000). Dieses Umfeld besteht aus den institutionellen Rahmenbedingungen, wie z.B. dem Bildungs- und Forschungssystem. Ein gutes Verständnis des Einflusses dieser „Stellschrauben“ auf die Innovationsfähigkeit der ansässigen Unternehmen ist somit eine Grundvoraussetzung dafür, im Standortwettbewerb zu bestehen. Bisher liegt der genaue Verlauf von Innovationsprozessen und damit auch der Einfluss des institutionellen Umfeldes noch weitgehend im Dunkeln. In dieser Arbeit soll ein Beitrag dazu geleistet werden, diesen Zusammenhang zwischen der Struktur des Innovationsprozesses und dem institutionellen Umfeld besser zu erfassen.

Ein solches Verständnis hat auch vor dem Hintergrund eine besondere Relevanz, dass Staaten und Regionen bereits heute im grossen Stil in wirtschaftlich verwertbare Forschung investieren. Neben der Erwartung des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns zielt die Forschungsförderung immer häufiger auch darauf ab, einen wirtschaftlichen Effekt auszulösen (Clark 1998, Coenen 2007). Beispiele für solche Förderungen reichen von Deutschen Exzellenzinitiativen, Schweizer Argovia-Projekten bis US amerikanischen National Institute of Health Programmen. Universitäten werden nicht mehr allein nach ihrer Fähigkeit beurteilt, Forschungsergebnisse und Humankapital zu produzieren, sondern eben auch nach ihrer wirtschaftlichen Bedeutung (siehe z.B. Haisch i.E. für die Hochschulen der Region Basel). Das Verständnis, ob solche Investitionen auch zu den gewünschten ökonomischen Ergebnissen führen, ist – neben der Abschätzung der wissenschaftlichen Ergebnisse – Voraussetzung dafür, getätigte Investitionen zu beurteilen und zukünftige Investitionen in diesem Bereich zu planen.

In dieser Arbeit geht es um Innovationsprozesse in nur einem Wirtschaftszweig, der Biotechnologieindustrie. Dieser Wirtschaftszweig gilt als Vorreiter und Idealtyp wissenschaftsnaher, wissensintensiver Wirtschaftszweige, also Branchen mit analytischer Wissensbasis, bei denen Innovation direkt auf den Erkenntnissen der Grundlagenforschung basiert, deren Innovationsprozesse in der Regel hoch riskant sind und bei denen Innovationsprozesse viele Jahre dauern können. Die Erkenntnisse über die Struktur und Einflussfaktoren von Innovationsprozessen und -netzwerken in der Biotechnologie lassen Rückschlüsse über diese Branche hinaus auch auf andere wissenschaftsnaher Technologiefelder zu. Solche Technologiefelder sind z.B. Teilbereiche der Informationstechnologie, die Nanotechnologie oder die Optoelektronik. Genau diesen wissenschaftsnahen, analytischen Technologiefelder wird erhebliche Bedeutung für die Konkurrenzfähigkeit

hoch entwickelter Volkswirtschaften und Regionalökonomien zugesprochen.

1.3 Wie werden Innovationsprozesse untersucht?

Um den Verlauf von Innovationsprozessen und die Struktur der Innovationsnetzwerke besser zu verstehen, werden die Innovationsaktivitäten in der gesamten Schweiz mit ihren fünf regionalen Biotechnologieclustern Basel, Zürich, Genf, Lausanne und Bern untersucht. Die Schweiz gilt als einer der im weltweiten Vergleich attraktivsten und führenden Biotechnologiestandorte (Ernst u. Young 2003c, 2005b u. 2008, BFS 2007) und ist deshalb ein geeigneter Untersuchungsraum. Zu dieser Eignung trägt die grosse Heterogenität der Schweizer Biotechnologielandschaft mit traditionellen Industriestandorten und jungen Technologieregionen bei. In Vorstudien zur vorliegenden Arbeit hat sich allerdings gezeigt, dass aufgrund der geringen Grösse der Schweizer Biotechnologieindustrie und aufgrund der grossen Heterogenität der Cluster die Stichprobe zu klein wäre, um empirisch gesicherte Aussagen machen zu können. Aus diesem Grund wurde die Analyse um sechs Europäische Vergleichsregionen erweitert. Dabei wurden in Deutschland, Frankreich und Grossbritannien zwei der jeweils führenden Cluster ausgewählt.¹ Dies sind in Deutschland die Regionen München und Rhein-Neckar (Heidelberg, Mannheim und Ludwigshafen), beide Gewinner des Bioregiowettbewerbs.² In Frankreich werden die Cluster Île de France (Paris und Umgebung) und Strasbourg und in Grossbritannien die Regionen Oxford und Cambridge untersucht.

Zur Analyse der in Kapitel 1.1 dargestellten Forschungsfragen wird ein Mix aus quantitativen und qualitativen Methoden verwendet. Folgende Informationen werden benötigt:

- Informationen zum räumlichen Kontext, in dem die untersuchten Innovationsprozesse stattfinden, bzw. die zu untersuchenden Innovationsnetzwerke bestehen stammen aus Wirtschaftsstatistiken (z.B. des priva-

¹ Es gibt kein Ranking der führenden europäischen Biotechnologieclustern. Deshalb wurden die zu untersuchenden Cluster auf Basis ihrer Grösse (Anzahl der Unternehmen), ihrer Heterogenität untereinander (je grösser die Heterogenität, desto klarere Aussagen können zu den Unterschieden der Innovationsprozesse in diesen Clustern gemacht werden) und ihrer Behandlung in der Literatur ausgewählt (als Indikator für die Bedeutung des Cluster)

² Im Bioregiowettbewerb in den Jahren 1996 und 1997 wurden Modellregionen ausgewählt, die in der Folge besondere Förderung erhielten. Neben München und der Rhein-Neckar Region ist auch das Rheinland Gewinner dieses Wettbewerbs. Auf Grund der funktional nicht zusammenhängenden Struktur der Bioregio Rheinland, die von Aachen bis Wuppertal reicht, wurde sie in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt.

ten Forschungsinstituts BAK Basel), komparativen Studien von internationalen Organisationen (wie z.B. der OECD) und aus der Fachliteratur. Biotechnologiecluster haben in der Fachliteratur in den letzten Jahren grosse Aufmerksamkeit erfahren. Die erarbeiteten Erkenntnisse zu den Untersuchungsregionen werden für die vorliegende Forschungsarbeit genutzt.

- Informationen zu den Akteuren im Innovationsprozess werden über Unternehmensdatenbanken, Unternehmenspräsentationen und über die Wirtschaftspresse erhoben.
- Kern der Arbeit ist die quantitative Erhebung und Analyse der Netzwerke anhand von bibliometrischen und netzwerkanalytischen Verfahren. Bei den bibliometrischen Verfahren werden Biotechnologie-, Chemie-, Medizin- oder Pharmaziefachpublikationen von Unternehmen auf ihre Koautoren analysiert. Da solche Publikationen in aller Regel Ergebnis von Innovationsprojekten sind, bietet die Analyse der Autoren einen sehr klaren Einblick, wer in den Netzwerkwerken zusammengearbeitet hat. Die Möglichkeit, eine sehr grosse Zahl von Innovationsprojekten zu beobachten, und die Unabhängigkeit dieser Daten von der subjektiven Einschätzung von Einzelpersonen, ist ein deutlicher Vorteil im Vergleich zur Messung von Netzwerken durch Befragungen, der bisher üblichen Methodik in diesem Forschungsfeld.

Das Technologiefeld Biotechnologie und die Innovationsforschung sind stark von englischen Begriffen geprägt. Auch in deutschsprachigen Texten ist die Rede von „drug delivery“, „monoclonal antibodies“, „start-ups“ oder „intellectual property“. Um die Ergebnisse dieser Forschung möglichst verständlich zu vermitteln, wird im Folgenden wo immer möglich auf die Deutschen Begriffe zurückgegriffen. Dort wo englische Begriffe üblicher sind als Deutsche, wird bei der ersten Verwendung auf den englischen Begriff hingewiesen. Nur dort, wo es keine äquivalente Deutsche Übersetzung gibt (zum Beispiel Life-Sciences Wirtschaft) oder die Verwendung des Deutschen Begriffs umständlich ist (z.B. „Wirkstofffreisetzung“ statt „drug delivery“), wird auf die englische Terminologie zurückgegriffen.

1.4 Wie ist die Arbeit aufgebaut?

Der Aufbau der Arbeit ist in Abb. 2 schematisch dargestellt:

Ausgangspunkt der Arbeit bildet das folgende Kapitel 2 *„Die Organisation und Geographie von Innovationsprozessen“*, indem zunächst vorgestellt wird, was man bereits über Innovationsnetzwerke und den Einfluss des räumlichen Kontexts weiss, wo Forschungslücken bestehen und welche Fragen in dieser Arbeit beantwortet werden sollen. Der Tatsache, dass sich Innovationsnetzwerke in verschiedenen Branchen unterscheiden, wird in Kapitel 3 *„Innovation in der Biotechnologie und der Pharmaindustrie“* Rechnung getragen. In diesem Kapitel wird dargestellt, was Biotechnologie ist, wie und wo sie wirtschaftlich angewandt wird und welche für den Innovationsprozess in der Biotechnologie und der Pharmaindustrie typischen Eigenschaften zu berücksichtigen sind.

Kapitel 4 *„Empirisches Vorgehen“* gibt einen detaillierten Überblick über die verwendeten Daten und Messmethoden und stellt die Vorteile und Nachteile der verwendeten bibliometrischen Verfahren dar.

Der empirische Teil dieser Arbeit beginnt in Kapitel 5 *„Die Biotechnologieunternehmen und ihr regionales Umfeld: Branchenstrukturen, Institutionen und Evolution“* mit einer detaillierten Darstellung des Kontexts, in dem Innovationen in den untersuchten Regionen stattfinden. Ausserdem werden in diesem Kapitel die Strukturen der Biotechnologieindustrie in den untersuchten Clustern analysiert.

In Kapitel 6 *„Grösse, Organisation und Entwicklung der Innovationsnetzwerke“* und Kapitel 7 *„Die Geographie der Innovationsnetzwerke“* werden die Innovationsnetzwerke in den untersuchten Regionen bezüglich ihrer Organisation und ihrer Geographie dargestellt und verglichen. Die darauf folgenden Kapitel 8 bis 10 widmen sich Einzelaspekten bzw. Ausschnitten dieser Innovationsnetzwerke. So wird in Kapitel 8 *„Regionale Innovationsnetzwerke: Strukturen und Unterschiede“* die Frage untersucht, ob sich regionsinterne Netzwerke bezüglich ihrer Form, Struktur und Entwicklung unterscheiden. Kapitel 9 *„Das Innovationsnetzwerk der Schweizer Biotechnologieindustrie“* beschäftigt sich anhand der Innovationsnetzwerke Schweizer Biotechnologieunternehmen mit der Frage, ob sich die regionalen Netzwerke überhaupt trennscharf voneinander abgrenzen lassen. In Kapitel 10 *„Innovationsnetzwerke auf Unternehmensebene“* werden die Innovationsnetzwerke einzelner Unternehmen untersucht. Erkenntnis-

ziel dieses Kapitel ist es, zu beantworten, ob und inwieweit sich Unterschiede der regionalen und nationalen Netzwerke auf bestimmte Eigenschaften auf der Unternehmensebene, etwa dem Alter oder der Art des Unternehmens, zurückführen lassen.

Kapitel 11 "*Zusammenfassung und Fazit*" umfasst als Abschluss dieser Forschungsarbeit die Synthese der Ergebnisse aus den einzelnen empirischen Kapiteln, die Überprüfung der in Kapitel 2 aufgestellten Hypothesen und den Ausblick darauf, welche Relevanz die Forschungsergebnisse der Arbeit für die Praxis haben und durch welche Schritte das Verständnis des Innovationsprozesses weiterentwickelt werden kann.

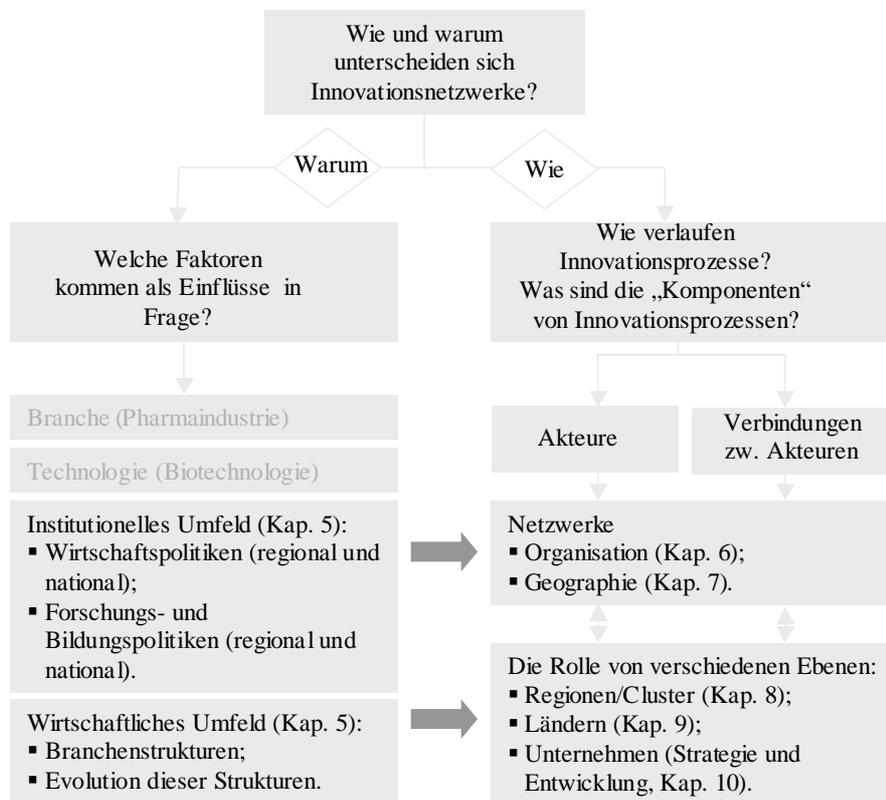


Abb. 2. Schematische Darstellung des Aufbaus der Arbeit
Quelle: Eigene Darstellung.

2 Die Organisation und Geographie von Innovationsprozessen

Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, wie Innovationsprozesse in verschiedenen Kontexten verlaufen, wie sie sich unterscheiden, wie diese Unterschiede zu erklären sind und ob sich die Innovationsprozesse in verschiedenen Kontexten klassifizieren lassen. Dazu wird in Kapitel 2.1 der derzeitige Wissensstand über Innovationsprozesse und ihre Einflussfaktoren zusammengefasst und auf die Eigenheiten von Biotechnologieinnovationen eingegangen. Kapitel 2.2 beschreibt auf Basis des Innovationssystemansatzes, was man bereits über den Einfluss des räumlichen Kontexts auf den Innovationsprozess weiss. In Kapitel 2.3 werden Hypothesen darüber entwickelt, wie Innovationsprozesse von Biotechnologieunternehmen in den Untersuchungsregionen in der Schweiz, Deutschland, Frankreich und Grossbritannien strukturiert sind, wie sie sich unterscheiden und welche Faktoren für diese Strukturen und Unterschiede verantwortlich sind.

2.1 Innovation und Wissensentstehung

Innovationsfähigkeit gilt heute als wichtigster Erfolgsfaktor für Unternehmen und für Volkswirtschaften. Innovation ist der zentrale Einflussfaktor auf das Wirtschaftswachstum; unser Wohlstand hängt eng damit zusammen, wie innovativ die Wirtschaft ist und wie gut die Rahmenbedingungen für Innovation sind (Posner 1961, Perez 1983, Metcalfe 1998, Romer 1990). Was aber ist genau Innovation? Innovation bezeichnet die Erfindung und die Durchsetzung einer Neuerung (Schumpeter 1934, Edquist 1997). Der Innovationsbegriff ist sehr weit gefasst. Innovation kann eine technische Neuerung, eine neue Dienstleistung oder auch eine organisatorische Änderung sein. Im Unterschied zu einer Invention oder Erfindung bedeutet Innovation aber nicht nur, eine Idee für eine Neuerung zu haben, sondern umfasst auch die praktische Umsetzung und Vermarktung der Idee (Fagerberg 2005). Innovation ist also immer ein Prozess, der Produktentwicklung, Vermarktung und Diffusion enthält und der viele Jahre in Anspruch nehmen kann (Freeman 1982, Rothwell u. Zegveld 1985, Rogers

1995). Im Unterschied zur Invention geht es bei Innovation deshalb auch immer darum, verschiedene Formen von Wissen, also z.B. technisches, betriebswirtschaftliches und rechtliches Wissen zu kombinieren (Lawson u. Lorenz 1999). Dabei gilt, dass je komplexer das Technologiefeld (z.B. Biotechnologie), desto mehr Wissensformen müssen kombiniert werden und desto komplexer und langwieriger ist der Innovationsprozess.

Innovation findet nicht aus heiterem Himmel statt. Vielmehr basieren heute gemachte Innovationen auf denen der Vergangenheit. Dieser Zusammenhang wird als Pfadabhängigkeit bezeichnet (Nelson u. Winter 1977, Arthur 1988, David 1985). Entwicklungspfade haben ihren Ursprung in so genannten Basisinnovationen (z.B. dem Verbrennungsmotor). Alle weiteren Innovationsschritte (z.B. die moderne Motorentechnologien) basieren auf dieser Basisinnovation und anderen Zwischenschritten, welche in dem jeweiligen Entwicklungspfad bereits gemacht wurden (z.B. die Entwicklung des Dieselmotors). Die Entwicklung ist dabei evolutionär; erfolgreiche Innovationen entwickeln einen technologischen Pfad weiter, während nicht erfolgreiche Innovationen dazu führen, dass technologische Pfade enden.

Da Innovation kein diskretes Ereignis ist, sondern ein Prozess, ist eine eindeutige Messung schwierig. Stattdessen gibt es verschiedene Variablen, die entweder die eingesetzten Ressourcen (Input-Variablen, z.B. Forschungs- und Entwicklungsausgaben), die Zwischenergebnisse oder -produkte (Throughput-Variablen, z.B. Patente, Publikationen) oder das Resultat messen (Output-Variablen, z.B. neue Produkte auf dem Markt). Alle Variablen messen nur einen Teil des Innovationsprozesses. Hinzu kommen Messprobleme bei den einzelnen Variablen (z.B. wie genau grenzt man Forschungs- und Entwicklungsausgaben ab? Was genau sagen Patente über Innovation? Siehe z.B. Pavitt 1985, Acs et al. 2002). Auch aufgrund dieser Messprobleme ist das Verständnis von Innovationsprozessen auch heute noch lückenhaft (Maskell u. Power 2005, Birch 2008).

2.1.1 Innovationsprozesse und die Rolle von Innovationsnetzwerken

In der traditionellen Vorstellung ist Innovation ein linearer Prozess (siehe Abb. 3; z.B. Schumpeter 1934, Bush 1945). Dieser Prozess beginnt mit gezielter Grundlagenforschung zu einem Thema; es folgen Produktentwicklung und Markteintritt, bevor der Prozess schliesslich mit der Diffusion der Neuerung abgeschlossen wird (Freeman 1982, Malecki 1990). An diesem Prozess sind nach dieser Vorstellung nur wenige Akteure beteiligt. Im Idealfall wird eine Produktidee in den Labors eines/r UnternehmerIn oder eines Grossunternehmens entwickelt. Dasselbe Unternehmen respek-

tive der/die selbe UnternehmerIn übernimmt auch Entwicklung, Produktion und Vermarktung der Innovation. Heute weiss man, dass Innovationsprozesse vor allem in modernen Industrien einem nicht-linearen Verlauf folgen, und dass die Vorstellung eines linearen Innovationsprozesses eine zu starke Vereinfachung der Realität ist (Kline u. Rosenberg, 1986, von Hippel 1988, Dosi 1988, Etzkowitz u. Leydesdorf 2000, The Economist 2007b). Die nicht-Linearität des Innovationsprozesses bedeutet auf der einen Seite, dass sich der Verlauf von Innovationsprozessen nicht sicher voraussagen lässt, sondern Unsicherheit und Zufälle eine wichtige Rolle spielen. Aufgrund der Unsicherheiten sind Innovationsprozesse von Rückschlägen und Schlaufen – also Misserfolgen und neuen Versuchen, das Ziel zu erreichen – geprägt (siehe Abb. 3; Nelson u. Winter 1982, Malecki 1990, Nonaka u. Takeuchi 1995). Auf der anderen Seite sind Innovationsprozesse arbeitsteilig organisiert (Hagedoorn 1993, Patel u. Pavitt 1997, Schamp 2003). Dies liegt daran, dass:

- die Akteure des Innovationsprozesses auch aufgrund der zunehmenden Komplexität des Innovationsprozesses zunehmend spezialisiert sind (Fröbel et al. 1977, Prahalad u. Hamel 1990);
- Interaktion kollektive Lernprozesse und damit Innovation fördert (Lundvall 1992, Lundvall u. Johnson 1994, Kirat u. Lung 1999);
- wissenschaftsnahe Technologiefelder an Bedeutung gewinnen (so z.B. die Biotechnologie, siehe hierzu Kap. 3) und dass es deshalb zunehmend wichtig ist, mit Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen zusammenzuarbeiten (Pavitt 1991, Dasgupta u. David 1994) und dass die aus den oben angesprochenen grossen Unsicherheiten des Innovationsprozesses entstehenden betriebswirtschaftlichen Risiken durch die Zusammenarbeit mit Anderen vermindert werden können (Loasby 1991).

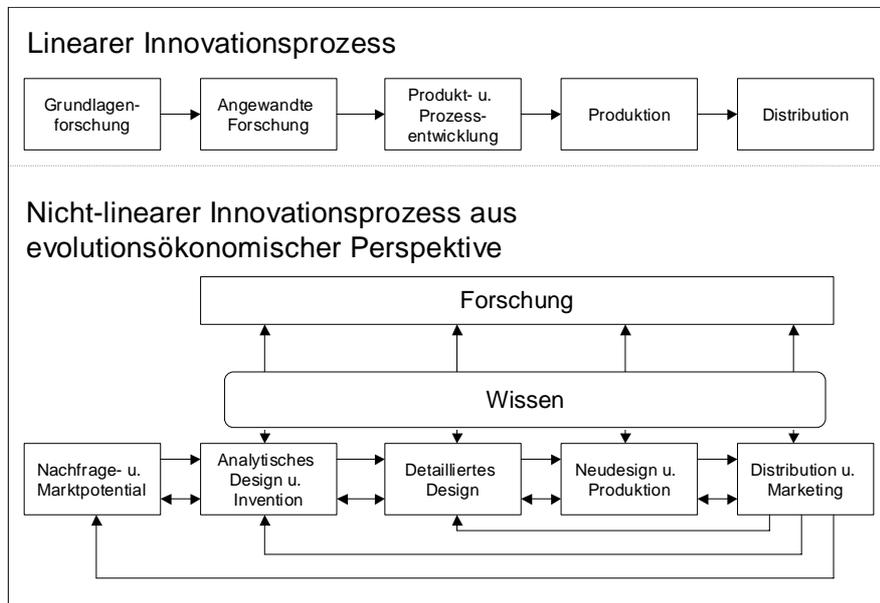


Abb. 3. Der Verlauf des Innovationsprozesses

Während man früher von einem linearen Verlauf von Innovationsprozessen ausging, zeigen aktuellere Forschungen, dass Innovationsprozesse in Hochtechnologieindustrien nicht linear und stark arbeitsteilig verlaufen. Quelle: Eigene Darstellung; Die "nicht-linearen Innovationsprozesse" in Anlehnung an Malecki 1990.

Unternehmensgrenzen werden im Innovationsprozess also immer häufiger überschritten. Auch Grossunternehmen bedienen sich während des Innovationsprozesses externer Ressourcen bzw. müssen ausserhalb des Unternehmens entwickelten Technologien offen gegenüber stehen und diese integrieren (Pisano 1990 u. 1991, Cohen u. Levinthal 1990). Diese Entwicklung wird auch als „open innovation“ bezeichnet (Chesbrough 2003, von Hippel 2005). Open Innovation heisst dabei nicht, dass externes Wissen oder externe Technologie kostenlos verfügbar sind, sondern dass sie zunehmend von ausserhalb des Unternehmens bezogen werden, z.B. im Rahmen von Forschungsk Kooperationen. Die sich daraus ergebenden Konstellationen, bei denen Unternehmen untereinander oder mit Forschungsuniversitäten und -einrichtungen zusammenarbeiten, werden als Innovationsnetzwerke bezeichnet. Diese Innovationsnetzwerke sind Forschungsobjekt der vorliegenden Forschungsarbeit.

2.1.2 Akteure in Innovationsnetzwerken: Bedeutungsgewinn von Technologieunternehmen und Universitäten

Die zunehmende Arbeitsteilung im Innovationsprozess geht mit zwei zentralen Veränderungen in den Innovationsnetzwerken von Hochtechnologiebranchen einher:

- Erstens wächst der Anteil und die Bedeutung von spezialisierten, häufig kleinen, jungen Technologieunternehmen, die sich vor allem auf Forschung und Entwicklung konzentrieren (und nicht auf Produktion und Vermarktung; Piore u. Sabel 1984, Cooke 2005). Typischerweise sind solche Unternehmen über Risikokapital finanzierte Ausgründungen aus Universitäten, öffentlichen Forschungseinrichtungen oder anderen Unternehmen (Feldman 2001, Mayer-Krahmer u. Kulicke 2002). Solche spezialisierten Technologieunternehmen haben inzwischen in vielen Branchen (z.B. Biotechnologie oder Informationstechnologie) eine zentrale Position in der Wertschöpfungskette erobert. Die Wirtschaftszeitschrift Economist sieht diese Entwicklung als eine Folge der zunehmenden Komplexität von Technologien und der daraus folgenden Spezialisierung von Unternehmen: „A small army of specialist firms focus on narrow portions of technology“ (The Economist 2005: 4).
- Die zweite zentrale Veränderung der Wertschöpfungsketten ist der Bedeutungsgewinn der Forschung an Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen für den Innovationsprozess (Pavitt 1991, Dasgupta u. David 1994, Audretsch u. Stephan 1996, David u. Foray 2002, Feldman u. Bercovitz 2006). Produkte basieren in vielen Fällen auf aktuellen Erkenntnissen der Grundlagenforschung. ForscherInnen an Universitäten sind heute intensiv in den kommerziellen Teil der Innovationsprozesse integriert. So zeigen z.B. Zucker et al. (1997), wie Wissenschaftsstars („star scientists“ oder „entrepreneurial scientists“) durch Unternehmensgründungen die dynamische Entwicklung der Biotechnologieindustrie in den USA mitgeprägt haben. Mit dieser Entwicklung hat sich das Verhältnis zwischen Universitäten und der Wirtschaft erheblich verändert (Fritsch u. Schwirten 1998, Etzkowitz 2003, Oliver 2004, Coenen 2007). Universitäten werden zum Teil an ihrem Innovationsoutput und der Zahl ihrer Ausgründungen gemessen. Anzumerken ist, dass diese neue Rolle der unternehmerischen Universität („entrepreneurial university“; Clark 1998) aus dem angelsächsischen Raum stammt, sich aber inzwischen auch in Kontinentaleuropa zunehmend durchsetzt (Jacob et al. 2003, Kruecken 2003; für eine kritische Sicht dieser Entwicklung siehe Mautner 2005).

2.1.3 Die Geographie von Innovationsnetzwerken: „Local Nodes in Global Networks“

Innovationsprozesse haben sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Sie sind interaktiver, offener und komplexer geworden. Die zunehmende Arbeitsteilung bei Innovationsprozessen führt auch zu einer neuen Geographie der Innovationsprozesse. Diese Struktur, die Gertler und Levitte (2005) als lokale Knoten in einem globalen Netzwerk beschreiben („local nodes in global networks“), vereint Tendenzen zu räumlicher Dispersion und Konzentration (siehe auch Scott 1988, Storper 1997, Simmie u. Senett 1999, Storper u. Leamer 2001).

Tabelle 1 Zentrale Begriffe: Innovation und Raum

Innovation, Innovationsprozess	Die Erfindung und die Durchsetzung einer Neuerung; Innovation ist immer ein Prozess, der die Idee, die Produktentwicklung sowie die Vermarktung und Diffusion einer Neuerung umfasst.
Innovationsnetzwerke	Das Netzwerk der an einem Innovationsprozess beteiligten Akteure; also Unternehmen, Universitäten, Forschungseinrichtungen etc..
Wertschöpfungskette	der Weg eines Produktes oder einer Dienstleistung von den Produktionsfaktoren bis zum Verbraucher. Eine Wertschöpfungskette besteht in der Regel aus mehreren Unternehmen;
Cluster	Kritische Masse von Unternehmen in räumlicher Nähe, deren Aktivitäten sich entlang einer verbundener Wertschöpfungskette ergänzen;
Innovationssystem	Alle relevanten Determinanten des Innovationsprozesses; also alle ökonomischen, sozialen und politischen Faktoren, welche den Innovationsprozess beeinflussen; Dasselbe Innovationssystem kann mehrere Branchen, Wertketten oder Cluster beeinflussen.
Regionales Innovationssystem	Alle relevanten Determinanten des Innovationsprozesses auf der regionalen Ebene.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Auf der einen Seite befördern die Möglichkeiten der modernen Informationstechnologie (z.B. Email, Videokonferenzen) und die weltweite Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft (z.B. durch die Durchsetzung von Englisch als „lingua franca“ in der Forschung) die Internationalisierung des Innovationsprozesses. Diese Internationalisierung gibt innovativen Unternehmen neue strategische Möglichkeiten bei der räumlichen Organisation ihrer Forschungs- und Entwicklungsprozesse. Informationen über technologische Entwicklungen und die Kompetenzen von potenziellen

Partnern sind theoretisch weltweit verfügbar oder „ubiquitär“ (Maskell u. Malmberg 1999). Der passende Partner im Innovationsprozess wird heute also weltweit gesucht (Howells 1990, Sternberg 1998, Patel u. Vega 1999, Birch 2008). Zudem haben Grossunternehmen weltumspannende Netze aus miteinander verbundenen Forschungs- und Entwicklungszentren aufgebaut, die von den unterschiedlichen Rahmenbedingungen in verschiedenen Ländern und Regionen profitieren (Cantwell 1989, Blanc u. Sierra 1999, Zeller 2001a u. 2004). Ergebnis sind weltumspannende Innovationsnetzwerke, welche die Grundlage einer „globalizing learning economy“ sind (Archibugi u. Lundvall 2001).

Auf der anderen Seite sind Innovationsprozesse nicht in dem Sinne global oder weltumspannend, dass sie an jedem Ort auf der Erde stattfinden. Vielmehr handelt es sich um ein Netzwerk miteinander verbundener regionaler Cluster. Solche regionalen Cluster sind zentrale Säulen ganzer Volkswirtschaften geworden. Die wichtigsten technologischen Innovationen haben heute ihren Ursprung in nur einigen wenigen Clustern (Rosenfeld 1997, Storper 1997; für eine Definition des Begriff Cluster siehe Tabelle 4). Cluster von innovativen Unternehmen, hoch qualifizierten Arbeitskräften und Universitäten oder Forschungseinrichtungen gibt es in allen wissensintensiven Wirtschaftszweigen: Beispiele sind die IT-Wirtschaft im Silicon Valley (Saxenian 1994), die Finanzdienstleister in der Londoner Innenstadt (Nachum u. Keeble 2003, The Economist 2006), die Automobilindustrie in Stuttgart (Cooke 1997) oder die Uhrenindustrie im Schweizer Jura (Glasmeier 1991, Maillat et al. 1995). Den spezifischen Bedingungen und den Netzwerken innerhalb solcher Cluster wird grosse Bedeutung für den Innovationsprozess beigemessen.

Ursache für diese Konzentrationstendenzen und für die Herausbildung von Clustern sind lokale, also räumlich begrenzte positive externe Effekte (auch als positive Externalitäten bezeichnet), die aktuell bestehen oder in der Vergangenheit bestanden haben. Solche externe Effekte bieten Unternehmen innerhalb einer Region oder eines Landes Vorteile, von denen Unternehmen, welche ausserhalb dieses Raumes ansässig sind, nicht profitieren können. Räumlich begrenzte Netzwerke werden für solche externen Effekte verantwortlich gemacht (Porter 1990, Storper 1997, Saxenian 1994, Gertler 1995). So ist es günstiger und einfacher, mit Partnern in räumlicher Nähe in Kontakt zu bleiben. Zudem ist die Wahrscheinlichkeit, dass Kooperationen überhaupt erst entstehen, in räumlicher Nähe grösser. Eine besondere Bedeutung haben die informellen, schwer messbaren sozialen Netzwerke auf der persönlichen Ebene z.B. zwischen ForscherInnen oder UnternehmerInnen (Granovetter 1990). Sie erhöhen auf der einen

Seit dem Vertrauen zwischen den Partnern, senken dadurch die Transaktionskosten und steigern die Fähigkeit, externes Wissen zu integrieren (erhöhen also die sogenannte „absorptive capacity“ von Unternehmen; Cohen u. Levinthal 1990). Räumlich begrenzte Netzwerke bieten gerade vor dem Hintergrund der oben beschriebenen „open innovation“ Vorteile gegenüber nicht-räumlich begrenzten Netzwerken. Auf der anderen Seite erhöhen informelle Netzwerke auch den Informationsfluss zwischen Unternehmen. Die zum Teil unbeabsichtigte Kommunikation zwischen Unternehmen und ihren Mitarbeitern wird auch als „buzz“ bezeichnet und ist wesentlicher Teil der „industrial atmosphere“, die der Ökonom Alfred Marshall bereits im Jahr 1920 für den Erfolg von Unternehmen in Clustern verantwortlich machte (Storper u. Leamer 2001, Storper u. Venables 2004, Bathelt et al. 2004). „Buzz“ und „industrial atmosphere“ bieten deshalb Vorteile für Unternehmen, da es zu Spill-over-Effekten kommt, also dem kostenlosen, häufig nicht beabsichtigten Wissenstransfer über Unternehmensgrenzen hinweg (Jaffe et al. 1993, Acs et al. 1994, Audretsch u. Feldman 1996, Zucker et al. 1998).

Neben Netzwerken können aber auch andere Faktoren zu lokalen externen Effekten führen. Beispiele sind Forschungsprogramme, an denen nur Unternehmen aus einem bestimmten Raum, also z.B. einem Land teilnehmen können. Zudem produzieren auch Universitäten und öffentliche Forschungseinrichtungen externe Effekte, etwa dadurch, dass sie Spezialisten ausbilden oder dass sie in regionale Netzwerke eingebunden sind (Anselin et al. 1997, Etzkowitz 2003, Cooke 2005). Diesen Effekten kommt vor dem Hintergrund, dass – wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben – der Zugang zu Grundlagenwissen in vielen Hochtechnologieindustrien ein wichtiger Wettbewerbsvorteil sein kann, besondere Bedeutung zu. Nicht zuletzt sind Hochschulen als Inkubator Grundbedingung dafür, dass es zur Ausgründungen von Unternehmen in einer Region kommt.

2.1.4 Warum unterscheiden sich Innovationsnetzwerke? Die Rolle von Technologien, Branchen und dem institutionellen Umfeld

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebene Komplexität von Innovationsprozessen und -netzwerken wird dadurch gesteigert, dass sie sich je nach eingesetzter Technologie, je nach Branche und je nach dem institutionellen Umfeld, indem sie stattfinden, unterscheiden. Da eine genaue Kenntnis dieser Unterschiede entscheidend dafür ist, den Verlauf, die Organisation und die Geographie von Innovationsprozessen zu verstehen, haben sich verschiedene Ansätze in den vergangenen Jahren mit diesen Faktoren beschäftigt.

Tabelle 2 Innovation in Branchen mit synthetischer und analytischer Wissensbasis

Branchen mit synthetischer Wissensbasis	Branchen mit analytischer Wissensbasis
Innovation durch Anwendung oder Neukombination von bestehendem Wissen;	Innovation durch Produktion von neuem Wissen;
Bedeutung von angewandtem, problembezogenem Wissen (technisch); oft durch induktive Prozesse;	Bedeutung von wissenschaftlichem Wissen; Wissen wird häufig deduktiv aufgrund formeller Modelle (Theorien) gewonnen;
Interaktives Lernen mit Kunden und Zulieferern;	Forschungsk Kooperationen zwischen Firmen (bzw. ihren Forschungsabteilungen) oder zu Forschungseinrichtungen;
Dominanz von implizitem Wissen aufgrund der Bedeutung von konkretem Know-how und praktischen Fähigkeiten;	Dominanz von kodifiziertem Wissen aufgrund der Bedeutung von Patenten und wissenschaftlichen Publikationen;
Hauptsächlich inkrementale Innovation.	Häufiger radikale Innovationsschritte als bei Branchen mit synthetischer Wissensbasis.

Quelle: Asheim u. Gertler (2005).

Zunächst unterscheiden sich Innovationsprozesse zwischen verschiedenen Branchen hinsichtlich der eingebundenen Partner, der Dauer des Innovationsprozesses und der Produktzyklen (Nelson u. Winter 1982, Lundvall u. Johnson 1994). Gründe für die Unterschiede zwischen Branchen liegen z.B. darin, dass sich Produkte unterscheiden, dass sich in verschiedenen Branchen unterschiedliche Traditionen und Routinen herausgebildet haben, dass Regulierungen verschiedene Industrien unterschiedlich beeinflussen (z.B. Sicherheitsvorschriften) oder dass Innovationen in manchen Branchen stärker vom Nutzer angeregt werden, während es in anderen Branchen eher wissenschaftliche Erkenntnisse sind, welche den Anstoss zur Innovation geben (Pavitt 1984, OECD 1996). Diese Unterschiede werden z.B. durch die Arbeiten zu sektoralen Innovationssystemen untersucht, systematisiert und erklärt (sectoral innovation system; Breschi u. Malerba 1997, Malerba 2002, siehe z.B. Malerba u. Orsenigo 2002 zum sektoralen Innovationssystem in der Pharmaindustrie).

Laestadius (1998) sowie Asheim u. Gertler (2005) unterscheiden Innovationsprozesse nach der Art der eingesetzten Technologien bzw. des eingesetzten Wissens (siehe auch Coenen et al. 2006, Moodysson et al. 2008). So unterscheiden sich Branchen mit einer analytischen Wissensbasis – also Branchen, in denen ein hoher Anteil expliziten Wissens angewandt wird und die wissenschaftsnah sind – von denen mit einer synthetischen Wissensbasis – also Branchen, in denen ein hoher Anteil impliziten Wissens angewandt wird (siehe Tabelle 2). Als explizit („codified knowledge“) wird das Wissen bezeichnet, was kodifiziert und niedergeschrieben ist und welches dadurch leicht übertragen werden kann. Implizit („tacit“) ist dagegen das Wissen, welches nicht niedergeschrieben ist und welches sich nur durch gemeinsame Praxis weitergeben lässt (Nonaka u. Takeuchi 1995). Beim Innovationsprozess in Branchen mit synthetischer Wissensbasis spielt gemeinsame Praxis eine grosse Rolle, da implizites Wissen nicht durch Fachartikel, Patentschriften oder Emails ausgetauscht werden kann. Durch diese grosse Bedeutung gemeinsamer Praxis beim Innovationsprozess von Branchen mit synthetischer Wissensbasis ist räumliche Nähe zu Kooperationspartnern wichtiger als bei Branchen mit analytischer Wissensbasis. Beim Innovationsprozess in Branchen mit analytischer Wissensbasis können Kooperationspartner dagegen auch über grosse Distanzen zusammenarbeiten, da die Übertragung expliziten Wissens problemlos möglich ist. Die Herausforderung liegt eher darin, dass der Kooperationspartner die zum Teil sehr komplexe Materie verstehen muss. Aus diesem Grund spielen epistemische Gemeinschaften („epistemic communities“), also Gruppen mit gleichem Kenntnisstand zu einem Thema eine grosse Rolle beim Wissenstransfer. Beispiel für eine epistemische Gemeinschaft ist die Forschergemeinschaft in der Biotechnologie. Die Pharmaindustrie und die rote Biotechnologie sind laut Asheim u. Gertler (2005) Branchen mit analytischer Wissensbasis.

Neben Branchen, Technologien und Wissensbasen hat vor allem der Kontext in verschiedenen Regionen und Ländern Einfluss auf den Innovationsprozess. Mit dieser Dimension der Unterschiede von Innovationsprozessen beschäftigt sich die vorliegende Arbeit. Konzepte über diesen Zusammenhang wurden im Rahmen der Forschung zu nationalen Innovationssystemen und regionalen Innovationssystemen entwickelt. Diese Konzepte werden in Kapitel 2.2 vorgestellt. Zuvor wird in Kapitel 2.1.5 dargelegt, was bereits über Innovationsprozesse in der Biotechnologie bekannt ist.

2.1.5 Innovationsprozesse und -netzwerke in der Biotechnologie

Dem Verlauf, der Organisation und der Geographie von Innovationsprozessen in der Biotechnologie wurde in den letzten Jahren erhebliche Aufmerksamkeit geschenkt (für eine Auswahl siehe auch Tabelle 3). Dies liegt vor allem daran, dass die Biotechnologie als Idealtyp wissenschaftsnaher Wirtschaftszweige mit analytischer Wissensbasis gilt (Cooke 2004). Innovationsprozesse in der Biotechnologieindustrie sind eng mit denen in der Pharmaindustrie verbunden; die meisten Biotechnologieunternehmen entwickeln auf Basis der Biotechnologie neue pharmazeutische Produkte (mehr zum Zusammenhang Biotechnologie und Pharmaindustrie in Kap. 3). Folgenden Aspekte sind wichtige Ergebnisse bisheriger Studien zu Innovationsprozessen in der Biotechnologie:

- Die räumliche Struktur der Biotechnologieindustrie ist von räumlichen Konzentrationen gekennzeichnet. Auf der ganzen Welt konzentrieren sich Biotechnologieunternehmen auf einige wenige „Megacentres“ (Cooke 2004), „Nodes of Excellence“ (Feldman 2001) oder „Cluster“ (Swann et al. 1998, Cortright u. Maier 2002; im Folgenden wird der Begriff Cluster verwendet).³
- Die Biotechnologie- und Pharmaindustrie sind in hohem Masse in die Weltwirtschaft eingebunden; sie bedienen mit ihren Produkten internationale Märkte und schmieden in der Vermarktung internationale Allianzen (Powell et al. 1996, Senker u. Sharp 1997, Allansdotir et al. 2003, Lawton Smith u. Bagchi-Sen 2004, Danzon et al. 2005, Birch 2008). Die genaue Struktur und die Massstäblichkeit der Verflechtungen ist bis heute unklar.
- Das Standortmuster der Biotechnologieindustrie entspricht nicht dem der mit ihr verwandten und mit ihr verflochtenen Pharmaindustrie. Vielmehr hat die Biotechnologieindustrie ein eigenes räumliches Verteilungsmuster entwickelt (Cortright u. Maier 2002, Cooke 2004).

Folgende Aspekte im nationalen und regionalen Umfeld der Biotechnologie haben laut dieser Forschungsarbeiten Bedeutung für die Entstehung der Biotechnologieindustrie (Prevezer 1997 u. 2003, Reiss 2001, Fuchs 2003). Sie beeinflussen potentiell auch die Innovationsnetzwerke in dieser Industrie:

³ Die Unterschiede zwischen diesen Ansätzen liegen in der Bedeutung, welche regionalen oder lokalen Netzwerken beigemessen wird. Während man bei der Forschung zu Biotechnologieclustern noch von einer dominanten Bedeutung regionaler oder lokaler Netzwerke ausging, wird bei den anderen beiden Ansätzen die Einbettung von Regionalökonomien in globale Netzwerke betont.

- Die regionale Forschungslandschaft ist zentrales Element bei der Entstehung von Biotechnologieclustern. Universitäten und Forschungseinrichtungen funktionieren unter anderem als Inkubatoren von Biotechnologieunternehmen und sind sogar Ursprung ganzer regionaler Biotechnologiecluster. Grossen Einfluss haben zudem die Ausgestaltung der Forschungs- und Bildungspolitik, welche in der Regel auf nationaler Ebene geschieht (Audretsch u. Cooke 2001 für Grossbritannien und die USA; Casper u. Whitley 2004 für Grossbritannien, Deutschland und Schweden).
- Die regionale Wirtschaftsstruktur und der Entwicklungspfad der Regionalwirtschaft haben Einfluss auf die Entwicklung der Biotechnologiecluster. So entstanden Biotechnologiecluster in den Regionen, in denen es bereits andere Technologiecluster gab (z.B. Silicon Valley oder Boston in den USA).
- In vielen Ländern und Regionen gibt es aktive Wirtschaftsförderungspolitiken zur Unterstützung der wirtschaftlichen Nutzung der Biotechnologie und zur Förderung von jungen Technologieunternehmen (Pages 2002). Der Nutzen dieses Politikfeldes und seine Auswirkungen auf den Innovationsprozess sind umstritten.

Systematische Untersuchungen dieser Faktoren auf Basis komparativer Studien fehlen bisher weitgehend oder kommen über einen Vergleich von wenigen Ländern oder Regionen nicht hinaus (z.B. Garnsey u. Lawton-Smith 1998 für Oxford und Cambridge in Grossbritannien, Zeller 2001b für München, das Rheinland und Hamburg in Deutschland oder Coenen et al. 2006 für Saskatoon in Kanada und Schonen in Schweden). Andere Studien fokussieren nur auf wenige, einfach zu erhebende Variablen z.B. zur Unternehmensspezialisierung. Andere entscheidende Variablen – wie z.B. die Struktur von Innovationsnetzwerken – werden ausser Acht gelassen (siehe z.B. OECD 2007, Ernst u. Young 2003c u. 2005b).

Tabelle 3 Ausgewählte Fallstudien zu Clustern und regionalen Innovationssystemen in der Biotechnologie und der Pharmaindustrie

Autoren	Region/Land	Thema
Kaufmann et al. 2003	Israel	Geographie und Netzwerke der Biotechnologiecluster: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cluster entstehen um Forschungseinrichtungen; ▪ Unternehmen unterhalten intensive Netzwerke zu diesen Forschungseinrichtungen;
Niosi u. Bas 2003, Niosi u. Banik 2005	Montreal u. Toronto, Kanada	Geographie und Evolution der Biotechnologiecluster: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Universitäten und Forschungseinrichtungen als Hauptursache für Clusterentwicklung; ▪ Vorhandensein von Risikokapital wichtiger Faktor; ▪ Unterschiede von Regionen mit starker Wissenschafts- und starker Wirtschaftsbasis;
Lawton-Smith 2003 u. 2004	Oxfordshire, Grossbritannien	Entwicklungshemmnisse eines Clusters: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Knappheit an Human- und Risikokapital sowie hohe Kosten für Geschäftsflächen als Hindernisse für Wachstum;
Feldmann u. Francis 2003	Washington DC u. Maryland, USA	Evolution eines Biotechnologieclusters: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Universitäten und Forschungseinrichtungen als Ursache für Clusterentwicklung; ▪ Zudem Einstellung zu Unternehmertum und die richtigen Rahmenbedingungen (z.B. Vorhandensein von Risikokapital) als wichtige Bedingung für die Clusterentwicklung;
Orsenigo 2004	Mailand, Italien	Gründe für die negative Entwicklung eines Biotechnologieclusters: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fehlende wissenschaftliche und wirtschaftliche Basis;
Coenen et al. 2004, Moodysson u. Jonson 2007	Kopenhagen, Malmö, Lund, Schweden u. Dänemark	Verflechtungen der Biotechnologieunternehmen einer grenzüberschreitenden Region: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Netzwerke lokal und global; ▪ Globale Netzwerke sind entscheidend, um spezialisiertes Wissen zu akquirieren;
Zeller (2001b)	München, Rheinland, Hamburg, Deutschland	Geographie, Netzwerke und Entwicklung in drei Regionen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovationsnetzwerke sind überwiegend international; ▪ implizites Wissen wird aber eher regional ausgetauscht;
Stahlecker u. Krauss (2001), Krauss u. Stahlecker (2003)	Rhein-Neckar Region, Deutschland	Netzwerke, Spezialisierungen und Unternehmensgründungen in einem Biotechnologiecluster: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Netzwerke überwiegend international; ▪ Institutionelle Barrieren (z.B. das Fehlen eines Risikokapitalmarktes) verhindern dynamischere Entwicklung und prägen die Spezialisierung der Unternehmen.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

2.2 Innovationsnetzwerke und ihr Kontext: Das Innovationssystem

Der Innovationssystemansatz befasst sich mit der Abhängigkeit des Innovationsprozesses von seinem Kontext. Der Ansatz ist kein einheitliches Theoriegebäude, sondern ist als ein offenes Raster zu verstehen, mit dem sich durch Einbindung anderer Theorien und Ansätze (z.B. dem Clusteransatz) Unterschiede bei Innovationsprozessen erfassen und systematisieren lassen. So ist der Innovationssystemansatz für die vorliegende Arbeit als ein Hilfsmittel zu verstehen, die Komplexität des regionalen Umfeldes zu strukturieren und zu systematisieren.

Zu einem Innovationssystem gehören alle relevanten Determinanten des Innovationsprozesses. Diese Determinanten umfassen die ökonomischen, sozialen und politischen Faktoren, welche die Entwicklung, Diffusion und Nutzung von Innovation beeinflussen (Edquist 2005). Grundgedanke des Innovationssystemansatzes ist, dass sich diese Determinanten in verschiedenen Kontexten (Branchen, Technologien oder Räumen) unterscheiden.⁴ Innerhalb des Innovationssystemansatzes gibt es mehrere Forschungszweige, welche Innovation und ihre Rahmenbedingungen aus verschiedenen Perspektiven untersuchen. Zwei dieser Forschungszweige beschäftigen sich mit dem Einfluss des räumlichen Kontexts auf den Innovationsprozess. Dies sind die Ansätze zu nationalen und regionalen Innovationssystemen (andere Forschungsstränge untersuchen die Innovationssysteme aus einer Technologie- oder Branchenperspektive).

Die Ursprungsgedanken des Innovationssystemansatzes wurden für die nationale Ebene entwickelt, um Unterschiede der Innovationsprozesse in verschiedenen Ländern zu erklären (Freeman 1987, Lundvall 1992, Nelson 1993, Edquist 1997). Dabei sind es zum einen formelle und in geringerem Ausmass auch informelle Institutionen, welche die Unterschiede zwischen nationalen Innovationssystemen ausmachen (Lundvall 1992, Carlson et al. 2002). Zum anderen werden Unterschiede laut den Vertretern dieses Ansatzes auch durch die unterschiedlichen institutionellen Entwicklungspfade verschiedener Länder verursacht (Nelson 1995). Für das regionale Innovationssystem wird dieser Ansatz auf die subnationale Ebene herunter gebrochen (Cooke et al. 1997, Cooke 1998, Howells 1999, Asheim u. Gertler

⁴ Die Verwendung des Systembegriffes im Zusammenhang mit Innovationssystemen wird dabei zum Teil kritisiert, da Innovationssysteme nicht einer soziologischen „System“-Definition entsprechen (System als autonomes, sich selbst steuerndes und von aussen nicht beeinflusstes Gebilde; Luhmann 1991). Da der Begriff Innovationssystem aber inzwischen etabliert ist, wird er auch in der vorliegenden Arbeit weiterverwendet.

2005). Hintergrund dieser Weiterentwicklung des Innovationssystemansatzes ist die Erkenntnis, dass vor allem regionsspezifische Faktoren Innovationsprozesse prägen (siehe hierzu auch Kap. 2.1.5 für die Innovationsprozesse in der Biotechnologie). Aus diesem Grund fokussiert auch die vorliegende Arbeit auf die regionale Ebene und beschäftigt sich vor allem mit regionalen Innovationsprozessen. Auf der regionalen Ebene sind es neben formellen und informellen Institutionen vor allem Netzwerke zwischen den Akteuren, welche für Unterschiede im Innovationsprozess verantwortlich gemacht werden. Die Ansätze zu nationalen und regionalen Innovationssystemen lassen sich kombinieren: Regionale Innovationssysteme sind Teil von nationalen Innovationssystemen und die Innovationssysteme auf den beiden Ebenen beeinflussen sich gegenseitig (Malecki u. Oinas 1999). Die genaue Struktur von regionalen Innovationssystemen und ihre Verknüpfung zu nationalen Innovationssystemen wird in Kap. 2.2.1 im Detail erklärt.

Eine Folge der grossen Offenheit des Innovationssystemansatzes ist die grosse Vielfalt und Unklarheit bei der Definition der zentralen Begriffe (Markusen 1999, Thomi u. Werner 2001, Doloreux u. Parto 2004). Aufgrund dieser Begriffsvielfalt lassen sich Studien zu Innovationssystemen zum Teil nur schwer miteinander vergleichen. Das Potenzial des Innovationssystemansatzes, verschiedene Innovationskontexte miteinander zu vergleichen und zu systematisieren, wird dadurch deutlich eingeschränkt. Der Gefahr einer zu grossen Begriffsvielfalt wird in der vorliegenden Arbeit dadurch begegnet, dass alle zentralen Begriffe möglichst klar definiert werden, bzw. Begrifflichkeiten an bestehende Studien zu Innovationssystemen anzulehnen (siehe für die vorliegende Arbeit vor allem Kap. 2.2.1, in dem Begrifflichkeiten des regionalen Innovationssystemansatzes im Detail beschrieben werden). Dadurch dass Innovationsprozesse in elf Regionen mit derselben Methodik untersucht werden, trägt die vorliegende Arbeit dazu bei, verschiedene Formen von Innovationssystemen besser zu systematisieren.

2.2.1 Elemente von regionalen Innovationssystemen

Ein regionales Innovationssystem besteht aus mehreren untereinander verbundenen Hauptelementen, die in der Literatur auch als Subsysteme bezeichnet werden (siehe Abb. 4; Autio 1998, Tödtling u. Trippel 2005):

- Die **Regionalwirtschaft** (auch als „knowledge application and exploitation subsystem“ bezeichnet) ist das Herz eines Innovationssystems. Relevant für das Innovationssystem sind auf der einen Seite die Charakteristika und Strukturen der **untersuchten Branche** bzw. des **untersuch-**

ten Branchenclusters, also im Fall der vorliegenden Arbeit, der Biotechnologie. Auf der anderen Seite spielen die Wechselwirkungen zwischen den untersuchten Branchen und anderen Wirtschaftszweigen eine Rolle (z.B. zwischen Biotechnologie und Pharmaindustrie). So können sich Wirtschaftszweige durch branchenübergreifende Wertschöpfungsketten oder durch die Prägung des Wissenschaftsumfeldes gegenseitig beeinflussen.

- Das **Wissenschaftsumfeld** (auch Wissensgenerierungs- und Wissensdiffusionssystem oder „knowledge generation and diffusion subsystem“ bezeichnet) umfasst alle Wissensinfrastrukturen einer Region, also z.B. Universitäten und öffentliche Forschungseinrichtungen, aber z.B. auch Organisationen, die als Verbindungen zu den anderen Subsystemen fungieren, wie Technologietransferstellen.
- Das **regionale Politiksystem** (das „regional policy subsystem“) beinhaltet alle auf regionaler Ebene geprägten formellen Institutionen, Behörden, politische Instanzen und ihre Politiken. Regionale Politiksysteme unterscheiden sich in verschiedenen Innovationssystemen zum einen aufgrund unterschiedlicher Herangehensweisen und Strategien verschiedener Regionen und zum anderen aufgrund unterschiedlicher regionaler Kompetenzen z.B. zwischen Regionen in föderale organisierten Staaten wie der Schweiz mit relativ grossen Kompetenzen und Regionen in eher zentralistisch organisierten Staaten wie z.B. Frankreich mit eher weniger Kompetenzen. Da bei allen in dieser Studie untersuchten Ländern die wesentlichen politischen Rahmenbedingungen auf der nationalen Ebene bestimmt werden, fokussiert sich die Analyse regionaler Politik auf den Bereich Wirtschaftsförderung und Wissens- und Technologietransfer, bei dem zwischen Innovationssystemen deutliche Unterschiede bestehen.

Diese drei Hauptelemente können in verschiedenen Kontexten unterschiedlich ausgeprägt sein oder für unterschiedliche Wirtschaftszweige unterschiedliche Bedeutung haben. Regionale Innovationssysteme sind zudem nicht als isolierte Gebilde zu verstehen. Sie und ihre Hauptelemente werden durch die nationalen Innovationssysteme geprägt, denen sie angehören. Sie stehen in Zusammenhang und in Verflechtung zu anderen regionalen Innovationssystemen und supranationale Organisationen wie die EU beeinflussen sie von aussen (siehe Abb. 4). Zudem werden regionale Innovationssysteme auch von sozio-institutionellen Faktoren, etwa Traditionen, geprägt. Diese sozio-institutionellen Faktoren werden in dieser Arbeit ausgeblendet, da sie sich mit der verwendeten Methodik nicht messen lassen.

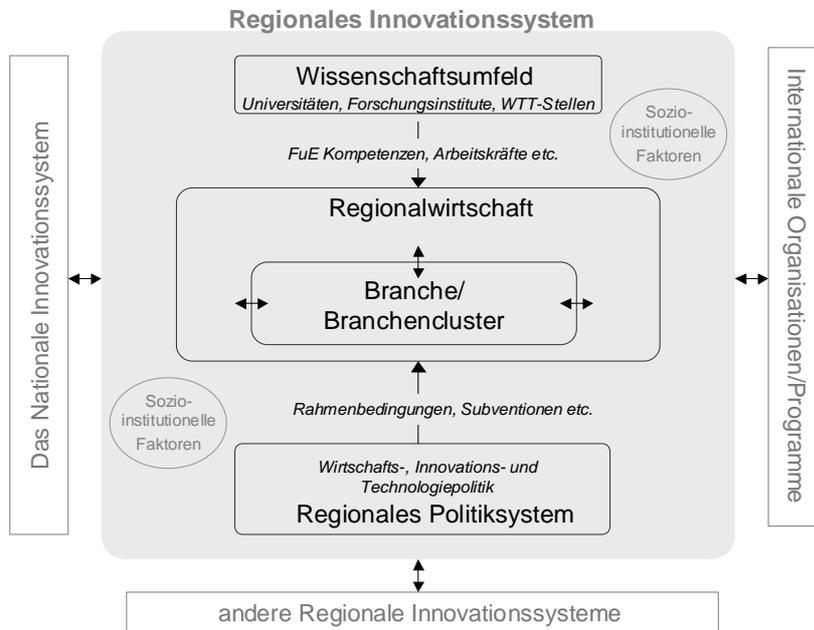


Abb. 4. Die Struktur von regionalen Innovationssystemen
 Regionale Innovationssysteme bestehen aus mehreren miteinander verbundenen Elementen. Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Autio 1998 und Tödtling u. Trippl 2005.

2.2.2 Ansätze zu Typen von regionalen Innovationssystemen

Angesichts der intensiven Untersuchung von Innovationssystemen in der Literatur und der grossen Menge von Forschungsprojekten zu regionalen Innovationssystemen erstaunt, dass in nur einigen Fällen versucht wird, über eine zum Teil anekdotische Beschreibung einzelner oder weniger Fallbeispiele die Vielfalt und Diversität regionaler Innovationssysteme zu untersuchen oder Innovationssysteme zu typisieren (Saviotti 1997, Kaufmann u. Tödtling 2001, Doloreux 2004).⁵

Isaksen (2001) sowie Nauwelaers u. Wintjes (2003) unterscheiden drei Typen von nicht und oder nur schlecht funktionierenden Innovationssystemen. So sind „organizational thinness regional innovation system“ durch

⁵ Im Gegensatz zur Diversität zwischen verschiedenen Systemen oder Clustern wurde die Bedeutung und der optimale Grad der Diversität innerhalb der Systeme intensiv untersucht; siehe z.B. Frenken et al. 2007.

einen Mangel an Akteuren gekennzeichnet. Bei einem "fragmented regional innovation system" liegt der Grund für das Nichtfunktionieren in mangelnder Kooperation zwischen den Akteuren während bei „lock-in regional innovation systems“ der technologische Entwicklungspfad so stark gefestigt ist, dass es nicht mehr zu neuen technologischen Entwicklungen und damit nicht mehr zu Innovation kommt. Auf Basis dieser Typisierung zeigen Tödtling u. Trippel (2005), dass in metropolitanen Regionen die Gefahr einer Fragmentierung am stärksten ist, während alt-industrielle Regionen häufig als „lock-in regional innovation systems“ bezeichnet werden können. Insbesondere in ländlichen Räumen besteht dagegen die Gefahr der „organizational thinness“, also des Mangels an Akteuren. Aufgrund der Konzentration ausschliesslich auf nicht funktionierende Innovationssysteme eignet sich diese Typisierung nicht für eine Verwendung in der vorliegenden Arbeit, in der vor allem funktionierende Innovationssysteme untersucht werden

Besser eignet sich die Einteilung nach Asheim (1998) und Cooke (1998), welche regionale Innovationssysteme hinsichtlich der Rolle von Organisationen und Institutionen für den Wissenstransfer typisiert. Sie schlagen drei Idealtypen regionaler Innovationssysteme vor (siehe auch Gertler u. Wolfe 2005, Asheim u. Coenen 2005 u. 2006):

- Beim territorial eingebetteten Innovationssystem („territorial embedded innovation system“; bei Cooke 1998 auch als „grassroots regional innovation system“ bezeichnet) finden Innovationsprozesse vor allem innerhalb der Netzwerke von lokalen kleinen und mittelgrossen Unternehmen statt. „Top-down“ Initiativen (z.B. Forschungs- und Technologiepolitiken) oder Forschungseinrichtungen spielen dabei keine bedeutende Rolle. Asheim u. Coenen (2005) sehen ein solches System als typisch für Industrien mit synthetischer Wissensbasis (siehe hierzu auch Kap. 2.1.4). Die wirtschaftliche Entwicklung der Unternehmen und des Innovationssystems ist vom Bedarf angetrieben und findet vor allem durch interne Ressourcen entlang langfristig eingeschlagener Entwicklungspfade statt. Das territorial eingebettete Innovationssystem ist wenig in internationale Netzwerke eingebunden (Asheim 1998, Cooke 1998, Asheim u. Coenen 2005).
- Wie beim territorial eingebetteten Innovationssystem spielen wie auch beim Netzwerk-Innovationssystem („networked innovation system“) die Verflechtungen zwischen Unternehmen eine wichtige Rolle. Im Unterschied zum Erstgenannten haben aber auch öffentliche Forschungseinrichtungen sowie Wirtschafts-, Forschungs- und Technologiepolitiken Bedeutung für den Innovationsprozess. Asheim u. Coenen (2005) sehen

in der territorial eingebetteten Variante den Idealtyp eines regionalen Innovationssystems, da es die optimale Kombination sich selbst steuernder Unternehmensnetzwerke und staatlicher Unterstützung sei. Die Autoren führen zudem an, dass die „top down“ Unterstützung durch Wirtschafts-, Forschungs- und Technologiepolitiken hilft, eine zu starke Verfestigung technologischer Pfade zu vermeiden. Die Sichtweise des Netzwerk Innovationssystem als Idealtyp ist kritisch zu sehen, da nicht konkretisiert wird, was genau eine gut funktionierende Wirtschafts-, Forschungs- und Technologiepolitik ausmacht und wo genau eine optimale Kombination liegt.

- Beim regionalisierten nationalen Innovationssystem („regionalised national innovation system“ oder auch „dirigiste innovation system“) bestimmen vor allem regionsexterne Akteure den Innovationsprozess. Dies ist typischerweise der Nationalstaat, der durch Technopole oder öffentlichen Forschungseinrichtungen Innovationsprozesse bestimmt. Netzwerke zwischen regionalen Akteuren spielen beim regionalisierten nationalen Innovationssystem nur eine untergeordnete Rolle, während die Akteure intensiv in nationale und internationale Netzwerke eingebunden sind. Regionalisierte nationale Innovationssysteme bestehen typischerweise in wissensintensiven Wirtschaftszweigen (siehe hierzu auch Kap. 2.1.4).

Vor allem dem regionalisierten nationalen Innovationssystem und dem territorial eingebetteten Innovationssystem wird Relevanz für die Biotechnologie und damit für die folgende Untersuchung zugesprochen. Diese beiden Typen gelten laut den Vertretern dieses Ansatzes als charakteristisch für wissensintensive Wirtschaftszweige mit analytischer Wissensbasis (Asheim 1998, Cooke 1998).

Die Typisierung nach Isaksen (2001) und die Einteilung nach Asheim (1998) und Cooke (1998) weist Lücken auf. So wird in beiden Typisierungen die regionale Wirtschaftsstruktur – also z.B. die Rolle von Branchenclustern, der sektoralen Struktur und die Unternehmensgrößenstruktur – weitgehend ausser Acht gelassen. Im Rahmen der Forschung zu regionalen Clustern hat sich aber gezeigt, dass beide Faktoren Einfluss auf Unternehmen und ihre Produktionsnetzwerke haben (z.B. Rugman u. Verbeke 2003). Ob diese nicht beachteten Aspekte einen Einfluss auf den Verlauf von Innovationsprozessen und damit auf regionale Innovationssysteme haben, wird neben anderen Fragen in dieser Arbeit untersucht.

2.3 Zielsetzung und Forschungsfragen

In den vorangegangenen Kapiteln wurde gezeigt, dass:

- Innovationsprozesse in Innovationsnetzwerken stattfinden. An Innovationsnetzwerken sind multinationale Grossunternehmen genauso beteiligt, wie forschungs- und entwicklungsorientierte Kleinunternehmen, Universitäten oder Forschungseinrichtungen. Welche Akteure konkret in welcher Rolle und Intensität an diesen Innovationsnetzwerken beteiligt sind, hängt von der Branche und dem Technologiefeld ab. Aufgrund von Messproblemen hat die Forschung derzeit nur eine unscharfe Vorstellung von der Organisation dieser Innovationsnetzwerke (siehe Kapitel 2.1.1 und 2.1.2).
- da wegen der Internationalisierung in Forschung und Wirtschaft anzunehmen ist, dass die (formellen) Innovationsnetzwerke in Hochtechnologiebranchen mit analytischer Wissensbasis international ausgerichtet sind. Aufgrund von Messproblemen ist die genaue Geographie dieser Innovationsnetzwerke aber unklar (siehe Kapitel 2.1.3).
- sich Innovationsnetzwerke in verschiedenen Kontexten unterscheiden (siehe Kapitel 2.1.4). Als Ursachen für diese Unterschiede werden das nationale und das regionale institutionelle Umfeld (z.B. Politiken) sowie das wirtschaftliche Umfeld (z.B. Branchencluster) vermutet (siehe Kapitel 2.2.1).
- dass es Ansätze gibt, die unterschiedlichen Kontexte und Innovationsnetzwerke durch verschiedene Typen von Innovationssystemen zu klassifizieren (siehe Kapitel 2.2.2).

Forschungslücken bestehen vor allem aufgrund von Messproblemen bei der Erhebung von Innovationsnetzwerken. Wegen dieser Probleme ist das Bild, welches die Forschung derzeit von der Organisation und der Geographie dieser Netzwerke hat, unscharf. Zudem fehlt es vor dem Hintergrund der ungenügenden Datenlage an komparativen Studien, welche den Einfluss verschiedener Kontexte auf Innovationsnetzwerke untersuchen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, dazu beizutragen diese Forschungslücke zu schliessen und auf Basis aktueller Methoden (Bibliometrie), den Verlauf, die Organisation und die Geographie des Innovationsprozesses in einem Technologiefeld, der Biotechnologie, und ihrer Anwendung in einer Branche, der Pharmaindustrie, besser zu verstehen. Die folgenden Forschungsfragen werden untersucht:

- Wie sind Innovationsnetzwerke organisiert und welche Geographie haben sie?
- Wie unterscheiden sich Innovationsnetzwerke in verschiedenen Kontexten?
- Was sind die Ursachen für die Unterschiede von Innovationsnetzwerke in verschiedenen Kontexten? Auf welcher räumlichen Ebene werden diese Ursachen bestimmt?
- Lassen sich die regionalen Innovationsnetzwerke und ihr Kontext klassifizieren?

Um diese Fragen zu beantworten, werden die Innovationsnetzwerke von mehr als 400 Biotechnologieunternehmen aus elf Regionen in vier Ländern untersucht, miteinander verglichen und in Bezug zum Innovationssystem gesetzt, dem sie angehören. Die in dieser Arbeit verwendete Methode der Bibliometrie ermöglicht es, eine grosse Zahl von Verflechtungen zu erheben, darzustellen und zu analysieren (siehe hierzu Kap. 4.4).

Aus dem in den Kapiteln 2.1 und 2.2 dargestellten aktuellen Wissensstand zu Innovation in der Biotechnologie wurden die folgenden vier Hypothesen abgeleitet, anhand derer die Forschungsfragen analysiert werden:

- **Hypothese 1 zur Organisation und Geographie von Innovationsnetzwerken:** Die Geographie von Innovationsnetzwerken ist von internationalen Verflechtungen geprägt („global networks“). Internationale Partner im Innovationsprozess sind räumlich auf einige wenige, auf der ganzen Welt verteilte Cluster konzentriert („local nodes“).
- **Hypothese 2 zu den Unterschieden der Innovationsnetzwerke:** Innovationsnetzwerke in den Untersuchungsregionen unterscheiden sich hinsichtlich der Geographie und hinsichtlich ihrer Organisation.
- **Hypothese 3 zu den Ursachen der Unterschiede:** Verschiedene Ausprägung des nationalen und regionalen Kontexts sind für die Unterschiede der Innovationsnetzwerke verantwortlich. Besondere Bedeutung haben:
 - die Ausstattung der Region mit Universitäten und Forschungseinrichtungen und die Ausgestaltung der Forschungsförderung.
 - die regionale Wirtschaftsstruktur und ihr Entwicklungspfad,
 - die regionale Wirtschaftspolitik und -förderung.
- **Hypothese 4 zur Typisierung von regionalen Innovationsnetzwerken und ihrem Umfeld:** Die Unterschiede der Innovationsnetzwerke und ihres Kontexts lassen sich anhand des in Kapitel 2.2.2 vorgestellten Mo-

dells regionaler Innovationssysteme typisieren. Für die untersuchte Branche sind vor allem die beiden Innovationssystemtypen „Netzwerk-Innovationssystem“ und „regionalisiertes nationales Innovationssystem“ relevant.

In den Kapiteln 11.2 bis 11.5 werden die Forschungsergebnisse zusammengefasst und überprüft, ob und in wie weit die Hypothesen die Struktur und Geographie der Innovationsnetzwerke und der sie prägenden Einflüsse richtig erfassen.

3 Innovation in der Biotechnologie und der Pharmaindustrie

Biotechnologie ist eine junge Schlüsseltechnologie, die durch eine hohe wissenschaftliche Dynamik gekennzeichnet ist. Haupteinsatzgebiete der Biotechnologie liegen in der Pharmaindustrie. In dieser Branche hat die Biotechnologie nicht nur zu einem technologischen Umbruch geführt, sondern auch zu erheblichen betriebswirtschaftlichen Veränderungen. Während Biotechnologie inzwischen von fast allen Unternehmen in der Pharmaindustrie angewandt wird (also auch den traditionellen pharmazeutischen Unternehmen), hat sich durch das Aufkommen dieses Technologiefelds ein ganz neuer Unternehmenstypus herausgebildet: Kleine, flexible Biotechnologieunternehmen nehmen heute eine wichtige Position bei der Kommerzialisierung biotechnologischer und pharmazeutischer Forschung ein (z.B. Prevezer 2000, Cooke 2004, OECD 2006a). In den folgenden Kapiteln wird darauf eingegangen, was genau Biotechnologie ist (Kapitel 3.1), wie und wo diese Technologie wirtschaftlich angewandt wird (siehe Kapitel 3.2) und zu welchen ökonomischen Veränderungen die Biotechnologie geführt hat (Kapitel 3.3).

3.1 Was ist Biotechnologie?

Nach OECD (1999) ist die Biotechnologie definiert als „die Anwendung von wissenschaftlichen und technischen Prinzipien auf die Verarbeitung von Materialien durch biologische Wirkstoffe“.⁶ Da es sich bei der Biotechnologie um eine Querschnittstechnologie mit Überschneidungen zu anderen Disziplinen, etwa der Biologie, der Medizin, Materialwissenschaften oder der Chemie handelt, ist diese Definition nicht eindeutig (OECD 1999, Santos 2003). Allerdings lässt sich anhand einiger Teilbereiche der

⁶ Eingeschlossen in dieser Definition sind herkömmliche Verfahren wie die Fermentation, also Umsetzung von biologischen Materialien mit Hilfe von Bakterien-, Pilz- oder Zellkulturen oder durch Enzyme. Diese Verfahren werden bei der Herstellung von Sauerkraut genauso verwendet wie für die Herstellung biotechnologischer Medikamente. Nicht eingeschlossen werden herkömmliche Verfahren der Pflanzenzucht.

Gentechnik und der Molekularbiologie erfassen, was derzeit unter Biotechnologie verstanden wird bzw. welche biotechnologischen Verfahren wirtschaftliche Bedeutung haben. Diese Teilbereiche sind (Bio 2003, Europabio 2007):

- **Proteomik** bezeichnet die Erforschung der in einer Zelle vorkommenden Proteine. Proteine werden durch Gene produziert. Anwendungsbereiche der Proteomik sind die Entwicklung von Medikamenten gegen Krankheiten, deren Ursache fehlerhafte Proteinen sind, wie z.B. Morbus-Alzheimer.
- **Monoklonale Antikörper** („monoclonal antibodies“ oder Mabs) sind das am häufigsten in diagnostischen und therapeutischen Präparaten angewandte biotechnologische Verfahren.⁷ Im Jahr 2007 waren bereits 30 therapeutisch wirksame monoklonale Antikörper auf dem Markt oder in der Zulassung. Monoklonale Antikörper werden z.B. für Krebsmedikamente verwendet.
- **Rekombinante DNA und Genterapie** (auch als Gentechnik bezeichnet) bezeichnet die Produktion fremder DNA-Stränge z.B. durch Bakterien. Eine Anwendung dieser Technologie sind beispielsweise Therapien gegen Morbus-Parkinson.
- **Stammzellen** haben grosses therapeutisches Potenzial, z.B. im Bereich der Regeneration von Gewebe oder Organen. Aufgrund der problematischen, moralisch umstrittenen Gewinnung von Stammzellen, ist dieser Bereich der Biotechnologie zurzeit wenig wirtschaftlich entwickelt.
- **Bioinformatik**, also die Schnittmenge aus Informatik und Biotechnologie, ist inzwischen zu einer bedeutenden Triebfeder geworden, Medikamente schneller und effizienter zu entwickeln (und ist auch wichtige Grundlage für die DNA-Sequenzanalyse oder die Proteomik). Die Bioinformatik ermöglicht die Verarbeitung grosser Mengen von Daten, die im Forschungs- und Entwicklungsprozess der Pharmaindustrie anfallen. In Zukunft wird dem „Rational Drug Design“, also der Konstruktion von therapeutisch nutzbaren Molekülen am Computer („in silicio“) grosse Bedeutung beigemessen.⁸

⁷ Monoklonale Antikörper basieren auf Antikörpern von Mäusen und werden bereits in einer Vielzahl von Medikamenten angewandt. So basiert z.B. das Krebsmedikament Avastin des Pharmaunternehmens Roche auf dieser Technologie.

⁸ Heute werden Medikamente dagegen in der Regel über einfach Trial and Error Verfahren entwickelt. Dabei werden grosse Mengen an Stoffen (im Bereich von 1 Mio.) auf ihre Wirkung getestet; an denen die eine Wirkung zeigen wird weiter geforscht.

- Die **Genomik** bzw. **Pharmakogenomik** beschäftigt sich damit, welchen Effekt Gene auf die Wirksamkeit von Medikamenten haben. Diese Wirksamkeit unterscheidet sich individuell. Das gleiche Medikament kann bei verschiedenen Personen unterschiedlich wirksam ein. Die Pharmakogenomik ist damit ein Baustein auf dem Weg zur personalisierten Medizin, also der individuellen Anpassung einer Therapie auf den Patienten (OECD 2007).
- Einen engen Bezug zur Biotechnologie hat auch der Begriff „**grosse Moleküle**“. Grosse Moleküle werden z.B. in der pharmazeutischen Forschung, Entwicklung und Produktion im Gegensatz zu kleinen Molekülen durch biotechnologische Verfahren hergestellt. Kleine Moleküle werden in der Regel durch chemische Verfahren hergestellt.

Zur Biotechnologie im weiteren Sinne gehören einige weitere Forschungsfelder in Schnittbereichen der Biotechnologie mit anderen Technologien. So werden in einem solchen Schnittbereich zwischen Präzisionsmaschinenbau, Elektrotechnik und Biotechnologie Biochips hergestellt. Auf Biochips werden Substanzen auf ihre Eigenschaften hin getestet werden.

Die wissenschaftliche Entwicklung der Biotechnologie hat sich seit den 1970er Jahren stark beschleunigt. So wurden monoklonale Antikörper zwischen 1974 und 1976 unter Beteiligung von ForscherInnen des inzwischen aufgelösten Basler Instituts für Immunologie entdeckt (Nobelpreis 1984 für Georges Köhler und César Milstein). Rekombinante DNA wurde 1973 von WissenschaftlerInnen der University of California in San Francisco und der Stanford University entdeckt (Nobelpreis 1978 für die Erarbeitung der Grundlagen dieser Entdeckung für Werner Arber von der Universität Basel, gemeinsam mit Daniel Nathans, and Hamilton Smith). Dass die technologische Entwicklung weiterhin äusserst dynamisch verläuft, zeigt die Entwicklung neuer Verfahren im Bereich der Gentherapie (The Economist 2008a) oder der Erforschung der Potenziale der Ribonukleinsäure (RNA) für eine therapeutische Nutzung (The Economist 2007a u. 2007c). Zudem hat in den letzten beiden Jahrzehnten die wirtschaftliche Anwendung und Kommerzialisierung der Biotechnologie deutlich an Schwung gewonnen.

3.2 Die wirtschaftliche Anwendung der Biotechnologie

Biotechnologie ist eine Querschnittstechnologie, die in verschiedenen Branchen angewendet wird. Diese Anwendungen werden in der Regel wie folgt systematisiert:

- **Rote Biotechnologie** (auch Biopharmazie) bezeichnet die Anwendung der Biotechnologie in der Pharmaindustrie. Sie ist die mit Abstand am weitesten entwickelte wirtschaftliche Anwendung der Biotechnologie (Batelle 2006, Venture Valuation 2007). Bei der roten Biotechnologie werden auf Basis der Biotechnologie, neue Therapien, Medikamente, Impfstoffe und Diagnostika, sowie neue Produktions-, Forschungs- und Entwicklungsverfahren entwickelt (Prevezer 2000, Europabio 2007). Damit hat die rote Biotechnologie Auswirkungen auf fast alle Aspekte der Pharmaindustrie und hat zu erheblichen Umbrüchen in dieser Industrie geführt (OECD 2007, mehr zu diesen Umbrüchen in Kap. 3.3).
- Als **grüne Biotechnologie** wird die Anwendung in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft oder Tierzucht bezeichnet. Beispiel für eine solche Anwendung ist die Entwicklung neuer schädlingsresistenter Saatgutsorten. Die grüne Biotechnologie wird heute wie die rote wirtschaftlich angewendet, wobei diese Anwendung vor allem in Europa gesellschaftlich umstritten ist.
- Die **graue** oder **weisse Biotechnologie** bezeichnet die Nutzung in der chemischen Industrie. In der grauen oder weissen Biotechnologie sind nur wenige Unternehmen tätig (siehe für die Schweiz Venture Valuation 2007). Beispiele für eine industrielle Anwendung der grauen oder weissen Biotechnologie sind die Entwicklung von Enzymzusätzen, welche die Effektivität von Waschmitteln steigern.
- Neben diesen drei Anwendungen gibt es **weitere Nischen**, in denen Biotechnologie angewendet werden. So gewinnt die Biotechnologie z.B. für die Verteidigungsindustrie (z.B. Substanzen, um chemische Waffen unschädlich zu machen), der Nahrungsmittelproduktion (z.B. Bakterienstämme für die Yoghurtherstellung) oder der Umwelttechnik an Bedeutung (z.B. Bakterienkulturen, die in Kläranlagen zur Zersetzung von Fäkalien eingesetzt werden).

Der Innovationsprozess in diesen verschiedenen Anwendungsbereichen der Biotechnologie unterscheidet sich deutlich. So gelten z.B. für Produkte der roten Biotechnologie die gleichen strengen Anforderungen bezüglich

der Test von Produkten wie in der Pharmaindustrie. In der grünen Biotechnologie haben dagegen Verbraucherschutz- und Naturschutzgesetze einen Einfluss auf den Entwicklungsprozess. Die rote Biotechnologie wird zudem als deutlich analytischer und wissensintensiver eingeschätzt, als die anderen Anwendungen der Biotechnologie (Coenen et al. 2006). Aus diesem Grund – und da die rote Biotechnologie die häufigste Anwendung der Biotechnologie ist – beschäftigt sich die vorliegende Studie nur mit diesem Teilbereich der Biotechnologie. Wenn im Folgenden der Begriff Biotechnologie verwendet wird, so ist damit nur die rote Biotechnologie gemeint.

3.3 Die rote Biotechnologie und die Pharmaindustrie

Anders als andere Hochtechnologiebranchen hat die Biotechnologie keine neuen Märkte geschaffen (wie z.B. die Informationstechnologien mit Computer und Internet), sondern bietet neue technologische Lösungen auf bestehenden Märkten. Dies bedeutet, dass es auf diesen Märkten schon etablierte Akteure gibt. In der roten Biotechnologie ist dies die Pharmaindustrie (Prevezer 2000, Reiss et al. 2001). Dabei hat die technologische Entwicklung dazu geführt, dass neben den grossen etablierten und integrierten Pharmaunternehmen viele kleine, vorwiegend nur in Forschung und Entwicklung tätige Unternehmen gegründet wurden (siehe auch Tabelle 4). Diese werden als Biotechnologieunternehmen bezeichnet; die Summe dieser Unternehmen als Biotechnologieindustrie. Allerdings ist die Unterscheidung zwischen Biotechnologieunternehmen und Pharmaunternehmen heute weniger eine technologische als eine betriebswirtschaftliche. Die meisten Pharmaunternehmen wenden Biotechnologie an und viele sogenannte Biotechnologieunternehmen setzen auch auf traditionelle chemische Verfahren. So ist die (rote) Biotechnologieindustrie heute als Teil der Pharmaindustrie zu verstehen.

Die Biotechnologieindustrie gilt als die der Wissenschaft am nächsten stehende Branche (Kenney 1996, Cooke 2003 u. 2004). Kennzeichnend für den untersuchten Wirtschaftszweig ist, dass erheblicher Aufwand für Innovation betrieben werden muss. So geben durchschnittliche Biotechnologieunternehmen 45 % des Unternehmenseinkommens für Forschung und Entwicklung aus (OECD 1999). Zudem beruht der geschätzte Wert aller Unternehmen dieser Industrie fast zur Hälfte auf Wissen und intellektuellen Besitz und nicht – wie bei traditionellen Industrien – auf dem Besitz von Produktionsmitteln (OECD 1999).

Tabelle 4 Zentrale Begriffe: Branche und Technologie

Life-Sciences	bezeichnen naturwissenschaftliche Forschung mit häufig interdisziplinärer und anwendungsorientierter Ausrichtung in den Bereichen Biologie, Chemie, Medizin sowie verwandter Fachrichtungen. Life-Sciences wird häufig synonym für die Life-Sciences-Wirtschaft verwendet.
Life-Sciences-Wirtschaft	beinhaltet die Pharmaindustrie, die Agrobio-Industrie (z.B. die Produktion von Saatgut) die Biotechnologie und die Medizinaltechnikindustrie. Aufgrund der Breite dieser Definition und der daraus resultierenden Unschärfe wird auf die Verwendung des Begriffs Life-Sciences-Wirtschaft in dieser Arbeit verzichtet.
Biotechnologie	bezeichnet die Anwendung von wissenschaftlichen und technischen Prinzipien auf die Verarbeitung von Materialien durch biologische Wirkstoffe.
Rote Biotechnologie	bezeichnet die Nutzung der Biotechnologie in der Pharmaindustrie zur Entwicklung und Produktion von Therapien, Medikamenten, Impfstoffen und Diagnostika.
Biotechnologieunternehmen	sind Unternehmen, die vorwiegend Biotechnologie bei Entwicklung und Produktion anwenden. Hierbei handelt es sich in der Regel um forschungsorientierte, junge Unternehmen.
Biotechnologieindustrie	bezeichnet die Biotechnologieunternehmen in einer Region oder einem Land. Für die vorliegende Arbeit werden nur Unternehmen berücksichtigt, die in der roten Biotechnologie aktiv sind.
Pharmaindustrie (und Pharmaunternehmen)	erforscht, entwickelt, testet, produziert und vermarktet Therapien, Medikamente, Impfstoffe und Diagnostika. Biotechnologie wird heute auch durch die meisten Pharmaunternehmen angewandt. Im Unterschied zu Biotechnologieunternehmen handelt es sich aber in der Regel um bereits etablierte Unternehmen.
chemische Industrie	und die Pharmaindustrie waren noch bis in die 1990er Jahren ein zusammenhängender Wirtschaftszweig und werden z.B. in der öffentlichen Statistik auch so behandelt. Aufgrund technologischer Entwicklungen bei der Produktion von Pharmazeutika handelt es sich heute um zwei unterschiedliche Branchen.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

3.3.1 Besonderheiten der Pharmaindustrie

Die Pharmaindustrie ist seit einer Konsolidierungs- und Rationalisierungsphase⁹ in den 1990ern von multinationalen Grossunternehmen geprägt (diese werden als „BigPharma“ bezeichnet). Die Wettbewerbsvorteile solcher Unternehmen liegen zum einen in ihren Kompetenzen bei der Forschung und Entwicklung, zum anderen in ihrer Marktmacht (siehe Tabelle 5). Diese Unternehmen setzen darauf, sogenannte Blockbuster-Medikamente mit sehr grossem Umsatzpotenzial zu entwickeln.¹⁰ Die Pharmaindustrie unterscheidet sich in einigen Aspekten erheblich von anderen Industrien. Dies liegt daran, dass die Märkte für ihre Produkte zum grossen Teil stark reguliert sind. Diese Regulation betreffen die Pharmaunternehmen in verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsstadien sowie bei der Vermarktung:

- Medikamente können erst nach einem aufwendigen und langwierigen Zulassungsverfahren auf den Markt gebracht werden. In diesem Zulassungsverfahren wird überprüft, ob ein Medikament wirksam ist, ob es besser als bereits bestehende Therapien wirkt und ob es schädliche Nebenwirkungen aufweist. Die Zulassung geschieht durch staatliche oder supranationale Organisationen wie der FDA in den USA (Food and Drug Administration), der EMEA in der EU (European Medicines Evaluation Agency) oder der Swissmedic in der Schweiz.
- Auch nach der Zulassung eines Medikaments gibt es keinen freien Markt für verschreibungspflichtige Medikamente. Die Preise für Medikamente werden in den meisten Ländern mit Regierungen oder Krankenkassen ausgehandelt. Freie Importe aus anderen Ländern, welche diese Preisbindungen umgehen, sind in den meisten Ländern nicht zulässig.
- Zudem bestehen im Markt für Medikamente zeitlich begrenzte Monopole, da aufgrund des Patentschutzes Medikamente bis zu 20 Jahre lang nicht nachgeahmt werden dürfen.¹¹ Konkurrenz besteht in dieser Zeit allenfalls durch Medikamente, welche die gleiche Indikation mit einem anderen Wirkstoff behandeln. Pharmaunternehmen schöpfen in der Phase Monopolgewinne ab, welche sie zur Finanzierung der aufwendigen

⁹ Während dieser Konsolidierungsphase entstanden z.B. die Unternehmen Aventis aus Rhone-Poulenc und Hoechst, Novartis aus Sandoz und Ciba-Geigy oder GlaxoSmithKline aus SmithKlineBeecham und GlaxoWellcome.

¹⁰ Alleine das Cholesterin senkende Medikament Lipitor des US-amerikanischen Pharmaunternehmens Pfizer generierte im Jahr 2005 einen Umsatz von 11,36 Mrd. US \$ (OECD 2007); dies ist mehr als das gesamte Bruttoinlandsprodukt von Bolivien.

¹¹ Die Patentanmeldung zum Schutz des geistigen Eigentums erfolgt in der Regel zu einem frühen Zeitpunkt, sodass der Schutz häufig nur noch 8 bis 10 Jahre läuft.

Forschung und Entwicklung verwenden. Erst nach dem Ablauf eines Patentes dürfen auch weitere Unternehmen ein Medikament mit dem gleichen Wirkstoff herstellen, welches dann als Generikum bezeichnet wird. In der Regel verlieren die ursprünglichen Produzenten dann schnell an Marktanteilen.

Daneben haben staatliche Politiken grossen Einfluss auf den Entwicklungsprozess, da viele grundlegende wissenschaftliche Erkenntnisse, die zur Entwicklung neuer Therapien führen, auf staatlich geförderter Grundlagenforschung beruhen (Miller 2004).

3.3.2 Aktuelle Trends in der Biotechnologie- und Pharmaindustrie

Die Pharmaindustrie steht nach einigen wachstumsstarken Jahren derzeit vor grossen Herausforderungen (Hofmann 2007a u. 2007c, PriceWaterhouseCoopers 2007). Seit den 1990er Jahren gewinnt die Biotechnologie in der Pharmaindustrie an Bedeutung (siehe Abb. 5). Pharmaunternehmen müssen sich seit den 1990ern auf diesen Technologiewechsel einstellen. Beispiel für die Auswirkung dieser Veränderung ist der Niedergang der Deutschen Pharmaindustrie, welche den Technologiewechsel überwiegend versäumt hat (Audretsch u. Cooke 2001). Um diesen Herausforderungen zu begegnen sind Pharmaunternehmen selbst aktiv im Bereich Biotechnologie und akquirieren biotechnologisches Wissen durch den Kauf von oder die Kooperation mit Biotechnologieunternehmen.

Daneben steht die Pharmaindustrie derzeit vor der Herausforderung, dass die durchschnittlichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben für Medikamente stark angestiegen sind und sich zeitgleich die Zahl neu entwickelter Medikamente verringert hat. So sind die durchschnittlichen Kosten für die Entwicklung eines neuen Medikaments nach Schätzungen von ForscherInnen des Tufts Center for the Study of Drug Development zwischen 1975 und 2005 von durchschnittlich 50 auf 800 Mio. US \$ gestiegen. Dieser Zusammenhang wird als „Innovationskrise“ oder „Innovationslücke“ der Pharmaindustrie bezeichnet (siehe Abb. 6; The Economist 2007e, PWC 2007). Mehrere Gründe sind für diesen Trend verantwortlich:

- Im Innovationsprozess kommen zunehmend komplexere und teurere Technologien zum Einsatz (z.B. auch die Biotechnologie). Bisher haben diese Technologien nicht zum erwarteten Produktivitätsgewinn geführt. Für die Zukunft werden aber Produktivitätsgewinne aus dem Einsatz dieser neuer Technologien erwartet, sodass insbesondere die Biotechnologie inzwischen als Teil der Lösung der Innovationskrise gesehen wird.

- Gestiegene Sicherheitsanforderungen der Bevölkerung und der staatlichen Zulassungsstellen an Medikamente führen zu höheren Entwicklungskosten (Miller 2004).
- Nicht zuletzt wird der Pharmaindustrie eine Innovationskrise attestiert, deren Gründe vor allem in den komplexen Organisationsstrukturen der grossen Pharmaunternehmen gesehen wird (Kaitin et al. 2002, Arnst 2004, Hofmann 2006a, The Economist 2007d, anders sehen dies die ManagerInnen grosser Pharmaunternehmen, welche die Vorteile grosser Organisationen betonen; siehe z.B. The Economist 2007d). Viele der grossen Pharmaunternehmen haben heute im Vergleich zu früher deutlich schlechter gefüllte Forschungspipelines. Deshalb wird für die Zukunft mit weniger Zulassungen neuer Medikamente dieser Unternehmen gerechnet. Weitere Patente für umsatzträchtige Medikamente dieser Unternehmen werden in den nächsten Jahren ablaufen. Anzumerken ist, dass auch grosse Biotechnologieunternehmen nicht gegen diese Art von Innovationskrise gefeit sind. Unternehmen wie Serono (inzwischen von Merck & Co Kga übernommen), Amgen oder Chiron (inzwischen von Novartis übernommen) fehlt der viel versprechende Nachschub in der Forschungspipeline (Kuchenbuch 2005 und 2007). Dies zeigt, dass es sich bei der Innovationskrise eher um ein betriebswirtschaftliches Problem grosser Unternehmen handelt.

Eine Strategie der Pharmaindustrie, dieser Innovationskrise zu begegnen, ist der verstärkte Einsatz von Biotechnologie und eine stärkere Einbindung von kleinen flexiblen und innovativen Biotechnologieunternehmen in die Wertschöpfungskette der Pharmaindustrie. Aktuelle biotechnologische Forschung hat grosses Potenzial, zu erheblichen Veränderungen im Innovationsprozess zu führen. Während die Mehrzahl der bisher entwickelten Medikamente durch die Beeinflussung von nur 500 körpereigenen Prozessen wirkt, zeigt die aktuelle Forschung, dass es allein rund 4'000 durch das menschliche Genom kodierte Proteine gibt, die geeignete Ziele neuer biotechnologisch entwickelter Medikamente darstellen. Biotechnologie bietet die Möglichkeit, kostengünstige Medikamente auch für Therapiebereiche zu entwickeln, die weniger umsatzträchtig sind. Die technologischen Fortschritte der Biotechnologie öffnen also neue Marktlücken für die Pharmaindustrie, welche zurzeit aufgrund geringer Konkurrenz attraktiver sind als die Märkte für Blockbuster-Medikamente (Arnst 2004, Arthur D. Little 2004).

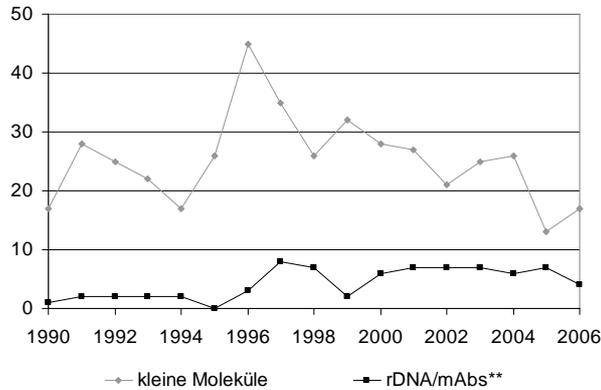


Abb. 5. Zulassung neuer Medikamente durch die Federal Drug Administration

Biotechnologische Produkte sind inzwischen für einen stabilen Anteil neuer Medikamente verantwortlich.

**rDNA=Rekombinante DNA; mAbs= monoklonale Antikörper; kleine Moleküle werden mit den herkömmlichen chemischen Verfahren hergestellt. Quelle: Tufts Center for the Study of Drug Development 2007.

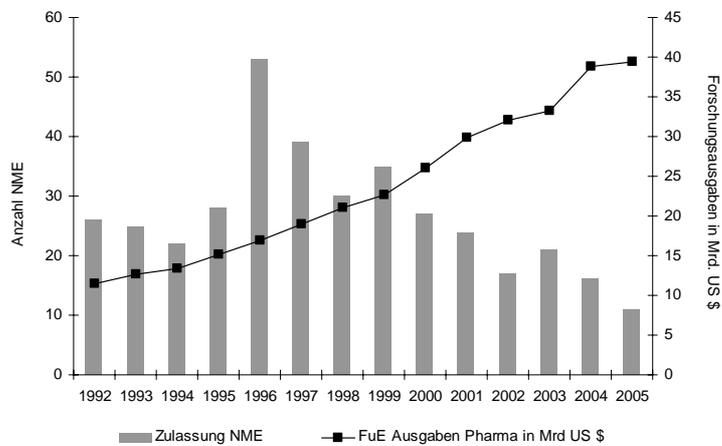


Abb. 6. Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen und Zulassung neuer aktiver Substanzen

Steigende Forschungs- und Entwicklungskosten und geringerer Entwicklungserfolg führen zu Innovationslücke in der Pharmaindustrie. NME steht für „new medical entities“. Quelle: Biopro 2006.

Tabelle 5 Die grössten Pharmaunternehmen

Rang	Unternehmen	Herkunfts- land	Umsatz 2004 im Bereich Gesundheit (Mrd. USD)	FuE-Ausgaben 2004 im Bereich Gesundheit (Mrd. USD)	Gewinn bzw. Verlust 2004 (Mrd. USD)	Angestellte 2004
1	Pfizer	USA	52,516	7,684	11,361	115
2	Johnson & Johnson	USA	47,348	5,203	8,509	109,9
3	GlaxoSmithKline	GB	37,318	5,204	7,886	100,619
4	Sanofi-Aventis	Frankreich	31,615	4,927	6,526	96,439
5	Novartis	Schweiz/BS	28,247	4,207	5,767	81,392
6	Hoffmann-La Roche	Schweiz/BS	25,163	4,098	5,344	64,703
7	Merck & Co.	USA	22,939	4,01	5,813	62,6
8	AstraZeneca	GB, Schweden	21,427	3,803	3,813	64,2
9	Abbott Laboratories	USA	19,68	1,697	3,236	50,6
10	Bristol-Myers Squibb	USA	19,38	2,5	2,388	43
11	Wyeth	USA	17,358	2,461	1,234	51,401
12	Eli Lilly	USA	13,858	2,591	1,81	44,5
13	Bayer	Deutschland	10,554	1,299	750	113,06
14	Amgen	USA	10,55	2,028	2,363	14,4
15	Boehringer Ingelheim	Deutschland	10,146	1,532	1,104	35,529

Quelle: MedAdNews 2005a.

3.3.3 Die Geburtsstunde der Biotechnologieindustrie: Die Gründung von Genentech

Die Geburtsstunde der kommerziellen Nutzung der Biotechnologie in der Pharmaindustrie ist die Gründung des Unternehmens Genentech in San Francisco im Jahr 1976. Mit seinem Geschäftsmodell hat Genentech die Organisationsform der gesamten Biotechnologieindustrie vorgegeben. Genentech ist eine Ausgründung der University of California in San Francisco. Technologische Grundlage des Unternehmens ist eine Entdeckung im Bereich monoklonaler Antikörper eines der Gründer des Unternehmens (siehe auch Kapitel 3.1). Genentech wurde mit Hilfe von Risikokapital gegründet und wird inzwischen durch das Basler Pharmaunternehmen Hoffmann La Roche kontrolliert, welches heute auch die von Genentech entwickelten Medikamente vermarktet (Pisano 2006, Hofmann 2007b). Dieses Modell „Genentech“ hat sich inzwischen zum bestimmenden Geschäftsmodell in der Biotechnologieindustrie entwickelt (mehr zu diesem Geschäftsmodell in Kapitel 3.5).

3.4 Der Verlauf des Innovationsprozesses in der Biotechnologie- und Pharmaindustrie

Das in Kapitel 3.3.1 beschriebene komplizierte Regelwerk für die Zulassung von Medikamenten und Diagnostika ist ein Grund dafür, dass der Innovationsprozess in der Biotechnologie- und Pharmaindustrie aufwendig und langwierig ist. Dieser Innovationsprozess läuft in der Regel wie folgt ab (siehe auch Abb. 7):

- In der **Grundlagenforschung** wird das theoretische Wissen über Krankheiten und über die damit zusammenhängenden körpereigenen Prozesse – den sogenannten Targets – gewonnen. Dieser Teil des Innovationsprozesses wird zumeist an Universitäten und Forschungseinrichtungen und seltener in den Forschungslabors grosser pharmazeutischer Unternehmen gewonnen. Die Prozesse der Grundlagenforschung sind wenig standardisiert und hängen in hohem Masse von der aktuellen Entwicklung des Forschungsstands ab (Gürtler u. Valentin 2004, The Economist 2007a).
- Das in der Grundlagenforschung produzierte Wissen bildet die Grundlage für die **Suche nach aktiven Substanzen**, welche die chemischen körpereigenen Prozesse (den Targets) beeinflussen. Startpunkt einer solchen Suche ist die „target prioritization“, also die Suche nach chemischen Prozessen, welche am ehesten durch neue aktive Substanzen be-

einflusst werden können. Im Anschluss wird im Rahmen des Screenings systematisch nach diesen neuen aktiven Substanzen gesucht (Nightingale 2000, Myers u. Bakers 2001, Hinze et al. 2000). In Zukunft könnte das Screening überflüssig werden und durch das „rational drug design“, also die systematische IT-gestützte Konstruktion von Wirkstoffen am Computer, ersetzt werden (Henderson 1994). Ergebnis der Wirkstoffsuche sind die sogenannten „Hits“. Hits werden in den folgenden Entwicklungsschritten auf ihre Effektivität getestet werden. Effektive Substanzen werden als Leads bezeichnet.

- In den **vorklinischen Studien** werden die Leads gezielt an Zellsystemen und Tieren getestet (dies wird als Pharmakologie bezeichnet). Zudem werden Produktionsprozesse und Darreichungsformen („drug delivery“) für das Medikament entwickelt. Diese Entwicklungsprozesse sind standardisierter als in den vorherigen Forschungsphasen.
- In den **klinischen Tests** wird am Menschen überprüft, ob ein potenzielles Medikament unschädlich ist. Die klinischen Tests sind in drei Phasen unterteilt: In Phase I wird ein Wirkstoff an einer kleinen Gruppe von Freiwilligen (20 bis 80) auf Schädlichkeit, sichere Dosierung (Menge und Form) und Nebenwirkungen geprüft. In den Phasen II und III wird das Medikament an zunehmend grösseren Gruppen (in Phase II: 100 bis 300 Patienten; in Phase III: 1'000 bis 3'000 Patienten) auf Wirksamkeit und Verträglichkeit untersucht. Erst nach Abschluss der klinischen Tests steht die staatliche Zulassung des Medikaments. Die klinischen Tests werden häufig ausgelagert und durch spezialisierte Unternehmen, den sogenannten Contract Research Organizations (CRO) durchgeführt. Im Gegensatz zu den frühen Phasen der Entwicklung eines Medikaments sind die klinischen Tests standardisiert.
- Im Anschluss an die klinischen Tests beginnt die **Produktion** und die **Vermarktung** des Wirkstoffes. Gleichzeitig werden weitere Tests für weitere Anwendungsgebiete oder neue Kombinationen des Wirkstoffes mit anderen Therapien durchgeführt.¹²

¹² Für jede neue therapeutische Anwendung müssen neue klinische Tests durchgeführt werden.

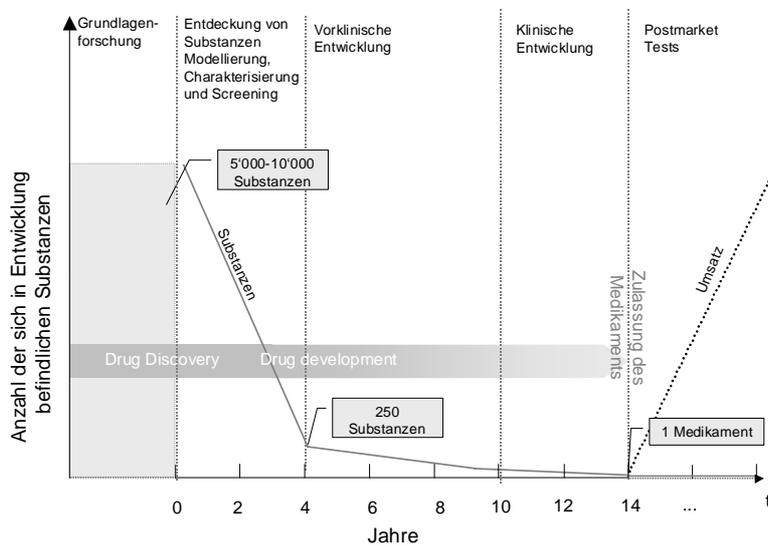


Abb. 7. Schematische Darstellung des Innovationsprozesses in der Pharmaindustrie

Der Innovationsprozess in der Pharmaindustrie ist langwierig und teuer. Nur wenige Substanzen können nach den Tests als Medikament vertrieben werden; Eigene Darstellung, Daten zur Anzahl der sich in der Entwicklung befindlichen Substanzen aus Miller (2004).

3.5 Die Akteure im Innovationsprozess der Biotechnologie- und Pharmaindustrie

Die in Kapitel 3.3.2 genannten Herausforderungen für die Pharmaindustrie haben zu Veränderungen der Wertschöpfungskette dieser Branche geführt. Wichtigste dieser Veränderungen ist der Bedeutungsgewinn von Biotechnologieunternehmen. Heute wird davon gesprochen, dass Biotechnologieunternehmen die Innovationsmotoren der Pharmaindustrie sind (Hofmann 2003, BioPro 2006). Inzwischen finden sich bereits die ersten Biotechnologieunternehmen unter den 50 weltgrößten Akteuren in der Pharmaindustrie. Dies sind laut MedAdNews 2005a die US-amerikanischen Unternehmen Genentech, Amgen (gehört zu Roche), Biogen-Idec, Genzyme und Chiron (gehört zu Novartis) (siehe Tabelle 5). Andere Biotechnologieunternehmen wurden von Pharmaunternehmen übernommen oder es bestehen

Forschungskooperationen und Lizenzvereinbarungen zwischen Biotechnologie- und Pharmaunternehmen.¹³

Im Gegensatz zu Pharmaunternehmen handelt es sich bei Biotechnologieunternehmen zumeist nicht um Grossunternehmen. Das typische Biotechnologieunternehmen ist klein, über Risikokapital finanziert, forschungsorientiert und wurde aus einer Universität ausgegründet (Audretsch 2000, Feldman 2001, Cooke 2004). Typischerweise entwickeln solche Unternehmen auf Basis der Biotechnologie neue Produkte oder Dienstleistungen, die dann in Kooperation mit grossen Pharmaunternehmen vermarktet werden (siehe Modell Genentech, das in Kapitel 3.3.3 beschrieben wurde). In der Literatur wird zwischen drei Typen von Biotechnologieunternehmen unterschieden:

- **Biotechnologieunternehmen mit Technologiefokus** (oder kurz Technologieunternehmen) entwickeln neue Technologien, die im Forschungs- und Entwicklungsprozess eingesetzt werden. Diese Unternehmen erwirtschaften dadurch Einnahmen, dass sie anderen Unternehmen Lizenzen zur Nutzung einer Technologie – z.B. einer Plattform zur effizienteren Entdeckung von Wirkstoffen – überlassen oder die Technologie im Auftrag anderer einsetzen. In vielen Fällen ist die Entwicklung einer Technologie Vorstufe zur späteren Entwicklung eines eigenen Portfolios von potenziellen Wirkstoffen, welches auf dieser Technologie basiert. Die Entwicklung und Vermarktung einer Technologieplattform ist weniger riskant als die Entwicklung eines Medikamentes, da aus Lizenzgebühren schon zu einem frühen Stadium Einnahmen generiert werden. Beispiel für ein solches Technologieunternehmen ist das Basler Unternehmen 4-Antibody.
- **Entdeckungsorientierte und integrierte Biotechnologieunternehmen** verfolgen das Geschäftsmodell, Wirkstoffe oder Diagnostika zu entdecken. Häufig basiert die Entdeckung auf einer eigenen Technologieplattform (wie bei Technologieunternehmen). Entdeckungsorientierte Unternehmen entwickeln eine Substanz nicht bis zur Marktreife, sondern treten die Rechte an der Substanz an pharmazeutische Unternehmen ab. Letztere verfügen über die nötigen Infrastrukturen und die nötige Marktmacht, ein pharmazeutisches Produkt zu vermarkten. Im Unterschied dazu übernehmen integrierte Biotechnologieunternehmen neben der Entwicklung einer Substanz auch deren Vermarktung. Hall und Bagchi-Sen (2001) bezeichnen diese Unternehmen dann auch Quasi-

¹³ So wurden z.B. die Roche Blockbuster-Medikamente MabThera/Rituxan, Herceptin und Avastin vom Biotechnologieunternehmen Genentech entwickelt (zum Unternehmen Genentech siehe auch 3.3.3).

Pharmazeutische Unternehmen, da sie sich von traditionellen Pharmaunternehmen nur noch durch Ihre Entstehung als technologie- oder entwicklungsorientiertes Biotechnologieunternehmen unterscheiden. Beispiel für ein solches integriertes Biotechnologieunternehmen ist Actelion aus Basel.

- **Biotechnologie-Diagnostikunternehmen** entwickeln neuartige diagnostische Verfahren oder Geräte auf Basis der Biotechnologie. Diese Verfahren werden entweder im Forschungs- und Entwicklungsprozess („research diagnostics“) oder zur Diagnose von Krankheiten beim Patienten eingesetzt. Ein Beispiel eines Biotechnologie-Diagnostikunternehmens ist Prionics aus Zürich.
- **Bioinformatikunternehmen** entwickeln neue „in silicio-“, also IT-Lösungen für die biotechnologische Forschung. Beispiel für ein Bioinformatikunternehmen ist GeneBio aus Genf.
- **Biotechnologiedienstleister** bieten Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen (z.B. die Produktion von Zellkulturen oder pharmakogenetische Dienstleistungen bei der Medikamententwicklung) im Bereich Biotechnologie an. Beispiel für einen Biotechnologiedienstleister ist Cellntec aus Bern.

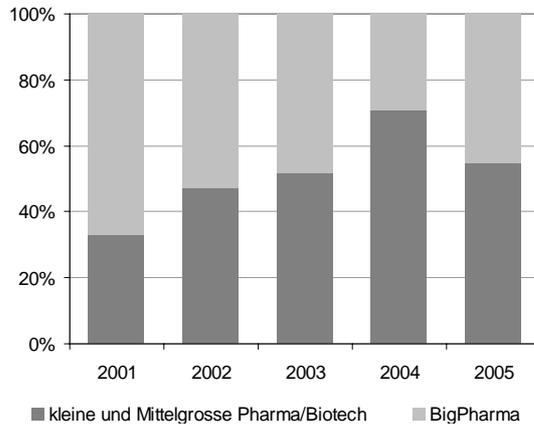


Abb. 8. Anteil neu entwickelter Medikamente in den USA
 Biotechnologieunternehmen gewinnen gegenüber Pharmaunternehmen an Bedeutung; Quelle: Tufts Center for the Study of Drug Development 2007.

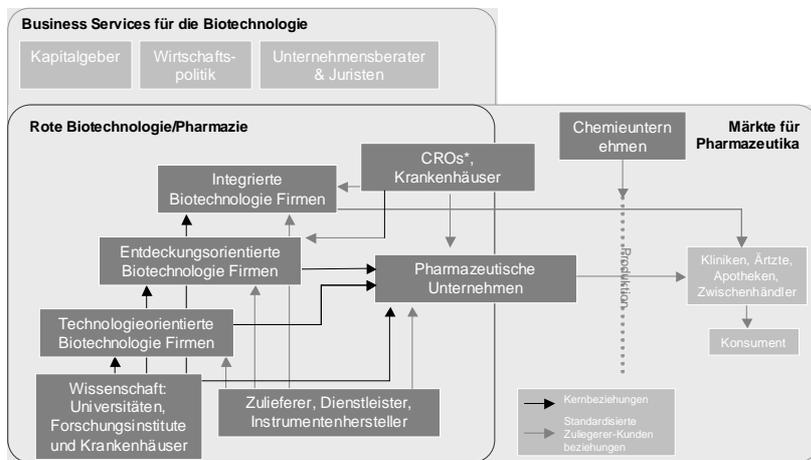


Abb. 9. Die Wertschöpfungskette der Pharmaindustrie
 Biotechnologieunternehmen nehmen heute eine zentrale Position in der Wertkette der Pharmaindustrie ein.
 Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Zeller 2001b.

Abb. 9 zeigt die Biotechnologieunternehmen als Teil der Wertschöpfungskette der Pharmaindustrie. Innerhalb dieser Wertschöpfungskette unterhalten Biotechnologieunternehmen Verflechtungen zu den anderen Akteuren. Diese sind:

- **Universitäten und Forschungseinrichtungen** liefern Ergebnisse der Grundlagenforschung an Biotechnologie- und Pharmaunternehmen. Aufgrund der Nähe biotechnologischer Innovation zur Grundlagenforschung kommt Universitäten und Forschungseinrichtungen eine wichtige Rolle zu.
- **Krankenhäuser und Universitätskrankenhäuser** arbeiten während der Grundlagenforschung und während der klinischen Entwicklung eines Produkts mit Biotechnologieunternehmen zusammen. Krankenhäuser und Universitätskrankenhäuser sind auch aufgrund der unterschiedlichen Gesundheitssysteme in verschiedenen Ländern nicht immer klar voneinander abzugrenzen.
- **Pharmaunternehmen** sind auf der einen Seite Vermarktungs- und Produktionspartner von entwicklungsorientierten Biotechnologieunternehmen. Auf der anderen Seite arbeiten Pharmaunternehmen auch während Forschung und Entwicklung mit Biotechnologieunternehmen zusammen. Häufig sind Biotechnologie und Pharmaunternehmen über Beteiligungen oder formelle Kooperationsvereinbarungen miteinander verbunden.
- **Contract Research Organizations (CRO)** sind auf Teilschritte im Forschungs- und Entwicklungsprozess spezialisiert. Sie übernehmen in diesen Teilschritten Aufträge von Pharma- oder Biotechnologieunternehmen. Häufig sind diese Unternehmen auf standardisierte klinische Test von Wirkstoffen spezialisiert und damit relativ spät in den Entwicklungsprozess eingebunden.
- **Pharmadienstleister** übernehmen für Biotechnologieunternehmen standardisierte Analyseservices (z.B. Massenspektroskopie, um Stoffe zu identifizieren), Synthesedienstleistungen (die Zerlegung und Neukombination von Stoffen), Screenings, die Lieferung von Zellkulturen (z.B. zur Produktion von Impfstoffen), Reagenzien oder chemischer Verbindungen, die im Forschungs- und Entwicklungsprozess benötigt werden.

Neben diesen typischen Akteuren können im Einzelfall weitere Unternehmen und Organisationen beteiligt sein (z.B. Chemieunternehmen).

Tabelle 6 Die grössten Biotechnologieunternehmen

Rang	Unternehmen	Herkunfts- land	Umsatz 2004 im Bereich Gesundheit (Mrd. USD)	FuE-Ausgaben 2004 im		Angestellte 2004
				Bereich Gesundheit (Mrd. USD)	Gewinn/Verlust 2004 (Mio. USD)	
1	Amgen	USA	10,55	2,028.0	2,363.0	14,4
2	Genentech	USA	4,62	947.5	784.8	7,646
3	Serono	Schweiz/GE	2,46	594.3	496.2	4,902
4	Biogen Idec	USA	2,21	687.7	25. Jan	4,266
5	Genzyme	USA	2,20	391.8	86.5	7
6	Chiron Corp.	USA	1,72	431.1	78.9	5,4
7	Gilead Sciences	USA	1,32	223.6	449.4	1,654
8	CSL	Australien	1,27	70.2	152.4	8
9	MedImmune	USA	1,14	327.3	-3.8	1,823
10	Cephalon	USA	1,01	274.0	-73.8	2,173
11	Millennium Pharma	USA	0,45	402.6	-252.3	1,477
12	Genencor International	USA	0,47	75.8	26. Aug	1,271
13	ImClone Systems	USA	0,39	82.1	113.7	866
14	Actelion	Schweiz/BS	0,38	109.7	70.2	850
15	Celgene	USA	0,38	160.9	52.8	766

Quelle: MedAdNews 2005b.

3.6 Zusammenfassung: Innovation in der Biotechnologie und der Pharmaindustrie

- Biotechnologie ist eine Querschnittstechnologie mit Anwendungen in verschiedenen Branchen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der sogenannten „roten Biotechnologie“, also der Anwendung in der Pharmaindustrie. Die rote Biotechnologie gilt als die kommerziell am weitesten entwickelte Anwendung der Biotechnologie. Sie ist eine der wissenschaftsnächsten Technologien überhaupt.
- Die Abgrenzung zwischen der Pharma- und der Biotechnologieindustrie ist heute keine technologische mehr, sondern eine betriebswirtschaftliche. Biotechnologie wird heute auch von traditionellen Pharmaunternehmen angewandt. Mit dem Aufkommen der Biotechnologieindustrie hat sich ein neuer Unternehmenstypus herausgebildet, die sogenannten Biotechnologieunternehmen.
- Biotechnologieunternehmen unterscheiden sich von Pharmaunternehmen vor allem dadurch, dass es sich zumeist um junge, auf Forschung und Entwicklung konzentrierte Unternehmen handelt, die häufig aus Universitäten ausgegründet wurden und die in der Regel über Risikokapital finanziert werden.
- Die (rote) Biotechnologieindustrie ist heute in die Wertschöpfungskette der Pharmaindustrie eingebettet und deshalb Teilmenge dieser Branche und nicht selbständiger Wirtschaftszweig. Biotechnologieunternehmen gelten heute als Innovationsmotor dieser Branche. Eine typische Form der Arbeitsteilung in diesem Wirtschaftszweig ist, dass Biotechnologieunternehmen erfolgreiche Entwicklung an Pharmaunternehmen lizenzieren, die dann die Vermarktung übernehmen.
- Der Innovationsprozess in der Biotechnologie- und Pharmaindustrie gilt als ausgesprochen kompliziert, teuer und langwierig. In den Innovationsnetzwerken in dieser Branche arbeiten Biotechnologieunternehmen mit Pharma- und Chemieunternehmen, Krankenhäusern, spezialisierten Pharmadienleistern, Contract Research Organizations, Universitäten und Forschungseinrichtungen zusammen.

4 Empirisches Vorgehen

Das empirische Vorgehen dieser Arbeit gliedert sich in vier Schritte:

- die Auswahl der Vergleichsregionen;
- das Erheben von Daten zur Branchen- und Unternehmensstruktur;
- das Erheben von Informationen über die institutionellen Rahmenbedingungen und zur Evolution und
- das Erheben der Innovationsnetzwerke.

Die Vorgehensweise bei diesen Analyseschritten wird in den folgenden Kapiteln 4.1 bis 4.4 im Detail vorgestellt.

4.1 Auswahl der Untersuchungsregionen

Untersuchungsraum der vorliegenden Arbeit ist die Schweiz mit ihren regionalen Biotechnologieclustern in Basel, Zürich, Lausanne, Genf und Bern mit insgesamt 136 Biotechnologieunternehmen. Die Schweizer Biotechnologieindustrie eignet sich für eine Analyse der Innovationsnetzwerke, da sie sich in den letzten Jahren ausgesprochen dynamisch entwickelt hat und da sie bezüglich ihres institutionellen Umfeldes heterogener ist als in anderen Ländern (mehr hierzu in Kapitel 5.1). Die Heterogenität der regionalen Biotechnologiecluster und ihres institutionellen Umfeldes ist eine wichtige Voraussetzung dafür, die Auswirkungen unterschiedlicher Rahmenbedingungen auf die Innovationsprozesse zu analysieren. Eine Auswahl von nur fünf Regionen in nur einem institutionell zusammengehörigem Raum (der Schweiz) haben sich aber bei einer ersten Analyse als zu klein herausgestellt, um gesicherte Aussagen über Unterschiede zwischen den Untersuchungsregionen zu machen. So führt die grosse Heterogenität der Schweizer Biotechnologiecluster auch dazu, dass nur schwer zwischen systematischen Zusammenhängen und regionsspezifischen Eigenheiten oder Zufällen unterschieden werden kann. Aus diesem Grund wurden sechs weitere nicht-schweizerische Vergleichsregionen mit insge-

samt 323 Biotechnologieunternehmen herangezogen, sodass insgesamt die Innovationsprozesse von 459 Unternehmen in elf Regionen untersucht werden können. Die nicht-schweizerischen Vergleichsregionen gehören die jeweils zwei grössten regionalen Biotechnologiecluster in England, Deutschland und Frankreich. Diese Länder gelten als die grössten und wichtigsten Europäischen Biotechnologiestandorte (siehe Tabelle 6 auf Seite 51). Karte 1 gibt einen Überblick über die geographische Lage der untersuchten Regionen.

Auf den Vergleich mit der Biotechnologieindustrie in den USA wurde verzichtet, da sich diese unterschiedlich und bereits deutlich früher als die Europäische Biotechnologieindustrie entwickelt hat. Wie in Kapitel 2.2.2 dargestellt, kann alleine dieser Zeitvorsprung zu erheblichen Unterschieden in der Organisation und der Geographie der Innovationsprozesse führen.



Karte 1 Die Untersuchungsregionen
Quelle: Eigene Darstellung.

4.2 Erhebung der Branchen- und Unternehmensdaten

Die Biotechnologieindustrie ist in der öffentlichen Statistik weitgehend unsichtbar. So gibt es zur Biotechnologieindustrie keine international vergleichbaren Daten zu Wertschöpfung oder Beschäftigung (von Beuzekom 2001). Zudem lassen sich Biotechnologieunternehmen derzeit nicht anhand der NOGA-Klassifikation (Nomenclature Générale des Activités Economiques) oder anhand von Handelsregistereinträgen eindeutig von anderen Unternehmen unterscheiden. Die Biotechnologieindustrie ist in den nachstehenden NOGA-Klassifikationen enthalten:

- NOGA 24 – Herstellung von chemischen Erzeugnissen,
- NOGA 73 – Forschung und Entwicklung,
- NOGA 33.1 – Herstellung von medizinischen Geräten und orthopädischen Erzeugnissen und
- NOGA 33.2 – Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- und ähnlichen Instrumenten und Vorrichtungen.

Da in diesen Klassifikationen jeweils auch andere Branchen enthalten sind, sind auf der NOGA basierende öffentliche Statistiken nicht dazu geeignet, Aussagen über die Biotechnologieindustrie zu machen.

Um trotz dieser Schwierigkeiten Basisdaten zur Biotechnologieindustrie und zu den Unternehmen in dieser Branche zu erheben, wurde ein mehrstufiges Verfahren gewählt. Zunächst wurde anhand von Branchen- und Mitgliederverzeichnissen, Clusterorganisationen, Universitäten und der Wirtschaftspresse Unternehmen ausfindig gemacht, die im Feld Biotechnologie tätig sind oder waren (die verwendeten Datenbanken und Verzeichnisse sind in Anhang 3 aufgelistet). Da diese Informationsquellen häufig veraltet und bezüglich der verwendeten Klassifikation der Unternehmen nicht einheitlich sind, wurde anhand von Geschäftsberichten, Unternehmenspublikationen, Handelsregisterinformationen und Presseartikeln verifiziert, ob es sich bei den Unternehmen tatsächlich um Biotechnologieunternehmen handelt (nach Definition dieser Arbeit; siehe Kapitel 3.5) und ob diese Unternehmen noch bestehen.

Nach dem Ausschluss von Unternehmen, die nicht schwerpunktmässig im Bereich Biotechnologie tätig sind, wurden anhand von Geschäftsberichten, Unternehmenspublikationen und Webseiten Basisdaten zur Entwicklung (Gründungsjahr, Inkubator, Fusionen und Übernahmen) und zur Spezialisierung der Biotechnologieunternehmen gesammelt. Bei Unternehmen, für die diese Informationen nicht vorlagen oder Informationen unklar, widersprüchlich oder veraltet waren, wurden sie – wo möglich – per Email oder

Telefongespräch erfragt. Zur Klassifikation der Spezialisierung der Biotechnologieunternehmen wurde die in Kapitel 3.5 erarbeitete Einteilung herangezogen. Durch diese aufwendige Erhebung konnten Informationen für die Mehrzahl der in den Untersuchungsregionen ansässigen Biotechnologieunternehmen gesammelt werden und eine hohe Qualität der Informationen gesichert werden. Berücksichtigt wurden dabei auch Unternehmen, die heute nicht mehr bestehen (in Konkurs gegangen sind, übernommen wurden und heute unter neuem Namen firmieren). Insbesondere bei solchen Unternehmen, besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass diese nicht mehr ausfindig gemacht werden konnten und deshalb in der empirischen Studie nicht berücksichtigt werden. Die Anzahl der Unternehmen und ihrer Verflechtungen in den frühen Jahren des Untersuchungszeitraums von 1980 bis 2007 dürften deshalb leicht unterschätzt werden.

4.3 Erhebung der Daten zum wirtschaftlichen und institutionellen Umfeld der Biotechnologieindustrie

Informationen zum wirtschaftlichen Umfeld, zu Institutionen und zur Evolution in den Untersuchungsregionen stammen aus mehreren Quellen. So werden erstens Informationsmaterialien (z.B. Präsentationen und Broschüren) von Clusterorganisationen, Wirtschaftförderungseinrichtungen oder Ministerien in den untersuchten Regionen und Ländern dazu verwendet, das institutionelle Umfeld in den Untersuchungsregionen zu charakterisieren. Zweitens konnte auf umfangreiche Forschungsarbeiten zur Biotechnologieindustrie in den meisten untersuchten Regionen und Ländern zurückgegriffen werden. Besonders zu den Regionen Oxford, München, Cambridge und Île de France gibt es inzwischen eine grosse Anzahl von Studien, die einen guten Überblick über das institutionelle Umfeld und die Evolution der Biotechnologieindustrie geben. Allerdings befassen sich die meisten Studien mit einer Analyse einzelner Regionen; komparative Studien, welche auf die Untersuchungsregionen dieser Arbeit eingehen sind selten.

Zur Charakterisierung der Wirtschaftsstruktur in den einzelnen Ländern und Regionen werden quantitative Daten des Schweizerischen Bundesamtes für Statistik (BFS) und des privaten Forschungsunternehmens BAK Basel Economics verwendet. Die Daten von BAK Basel Economics haben gegenüber öffentlichen Statistiken vor allem den Vorteil, dass auf regionaler Ebene international vergleichbare Daten zur Wertschöpfung vorliegen. Daten zur Wirtschaftsstruktur liegen dabei bei den meisten Untersuchungs-

räumen nicht für funktionale Agglomerationsräume vor, sondern für administrative Räume:

- In der Schweiz werden Daten auf Ebene der Kantone verwendet. Insbesondere bei grossen Kantonen, wie Zürich, Bern und Vaud (Lausanne) kann dies zu Verzerrungen führen. Bei Basel werden die Daten für die Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft addiert;
- Bei den beiden Britischen Regionen liegen Daten für auf Massstabsebene der Grafschaften vor (Cambridgeshire und Oxfordshire);
- Im Fall von Strasbourg liegen Daten für das Departement Rhin-Bas vor;
- Für die Rhein-Neckar Region wurden Daten der Landkreise Ludwigshafen, Landau, Mannheim und Heidelberg addiert;
- Für die Regionen Île de France und München liegen Daten auf Agglomerationssebene vor.

Daneben werden Daten des Shanghai-University-Indexes und des Schweizerischen Bundesamtes für Berufsbildung und Technologie (BBT) als Indikator für die Qualität respektive Spezialisierung der Universitäten verwendet.

4.4 Erhebung der Innovationsnetzwerke der Biotechnologieunternehmen

Die Erhebung und Messung von Netzwerken ist ein zentrales Problem in der sozialwissenschaftlichen und wirtschaftlichen Forschung. Wie in den Kapiteln 2.1.3 und 2.1.5 dargelegt, sind Netzwerke ein wichtiges Element im Innovationsprozess und ein zentraler Bestandteil von raumwirtschaftlichen Konzentrationen. Trotzdem gibt es keine umfangreichen Daten und Statistiken über die Strukturen und die Geographie von Netzwerken im Innovationsprozess. Dies liegt vor allem daran, dass sich Netzwerke nur schwer erheben und messen lassen.

In der Regel wurden Netzwerke bisher durch Befragungen oder Interviews erhoben (siehe zum Beispiel Mossig 2000, Gordon u. McCann 2000, Beyer 2005 Giuliani 2007). Allerdings hat diese Methode einige gravierende Mängel, welche die Aussagekraft der erhobenen Daten stark einschränken:

- Erstens sind durch Befragungen und Interviews erhobene Daten stark subjektiv geprägt und spiegeln häufig die Netzwerke der befragten Person und nicht die Verflechtungen des gesamten Unternehmens wieder.

Die erhobenen Netzwerke sind deshalb stark davon abhängig, wer befragt wurde, woran sich der Befragte erinnert oder welche Kontakte diese Person für relevant hält.

- Zweitens hängen insbesondere bei standardisierten Befragungen die Antworten und damit die Qualität der Daten stark davon ab, wie der Forschende die Fragen formuliert und wie die Befragten die Fragen verstehen (Katz u. Hicks 1997, Katz u. Martin 1997). So stellen Befragungen in verschiedenen Sprachen eine grosse Herausforderung dar, da bereits leichte sprachliche Unterschiede zu einem anderen Verständnis durch den Befragten und damit zu verzerrten Daten führen können. Aber auch bei Befragungen in nur einer Sprache können ein unterschiedliches Verständnis der Begrifflichkeiten zu erheblichen Verfälschung der Daten führen.
- Drittens ist insbesondere bei detaillierten Erhebungen (z.B. durch Interviews) die Stichprobe aufgrund des grossen Erhebungsaufwandes in der Regel relativ klein. Vollerhebungen sind insbesondere bei grosser Grundgesamtheit nicht möglich. Je kleiner die Stichprobe, desto grösser ist aber die Gefahr der Verzerrung einer Stichprobe.
- Viertens hängt die Qualität der Daten massgeblich davon ab, welche Unternehmen antworten bzw. sich für eine Teilnahme an einem Interview bereit erklären. Sollten z.B. nur Unternehmen antworten, welche grade nicht voll ausgelastet sind und deswegen Zeit für ein Interview oder die Beantwortung eines Fragebogens haben, führt dies unweigerlich zu einer Verzerrung der Stichprobe.

Aufgrund dieser Nachteile von Befragungen wird intensiv daran gearbeitet, alternative Verfahren für die Messung von Netzwerken zu entwickeln (Jaffe u. Trajtenberg 2002). Ein inzwischen übliches Verfahren ist die Erhebung von Zusammenarbeiten im Rahmen von formalisierten Unternehmenskooperationen. Für viele Branchen gibt es spezialisierte Datenbanken zu solchen Kooperationen zwischen Unternehmen. Nachteil dieses Vorgehens ist aber, dass nur Kooperationen zwischen Unternehmen erhoben werden. Die insbesondere in der Biotechnologie- und Pharmaindustrie üblichen Verflechtungen zwischen Unternehmen und Universitäten können mit dieser Methode nicht gemessen werden. Aufgrund dieser methodischen Mängel herkömmlicher Verfahren werden in der vorliegenden Arbeit bibliometrische Verfahren zur Messung von Netzwerken herangezogen. In der vorliegenden Arbeit werden Veröffentlichungen zum ersten Mal in grösserem Umfang zur Messung von Netzwerken in einer komparativen Studie genutzt.

Die folgenden Kapitel 4.4.1 bis 4.4.4 analysieren erstens die Voraussetzungen einer Anwendung dieser Methode zur Messung von Netzwerken, geben zweitens Auskunft über die Vorteile dieses Vorgehens und zeigen drittens die Grenzen auf.

4.4.1 Die Messung von Netzwerken durch bibliometrischen Daten

Veröffentlichung werden schon länger als Indikator in der sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Forschung verwendet (Katz u. Martin 1997, Leydesdorff 2001, Cest 2004). Wie z.B. beim Science Citation Index wird die Menge der Veröffentlichungen und die Qualität der Zeitschriften, in denen veröffentlicht wird, als Output- oder Erfolgsindikator von Universitäten oder einzelnen ForscherInnen herangezogen. Dieser Forschungszweig der Wirtschaftswissenschaften wird als Scientometrie oder Bibliometrie bezeichnet.

Nur einzelne Forschungsarbeiten haben Publikationen bisher systematisch zur Abbildung und Analyse von Netzwerken von Unternehmen genutzt und Publikationen so als einen Indikator für den Verlauf des Innovationsprozesses verwendet. Bei diesem als Zitationsanalyse bezeichneten Ansatz werden die an den Veröffentlichungen beteiligten Autoren als verflochten bzw. als Teil eines Netzwerks verstanden. Bestehende Arbeiten zu diesem Thema beschränken sich derzeit noch auf die Analyse einzelner Unternehmen, Regionen oder Cluster (z.B. für Unternehmen Sandström et al. 2000, Coenen et al 2004 u. 2006, Moodysson et al. 2008; für persönliche Netzwerke von ForscherInnen siehe Casper u. Murray 2005; für Netzwerke in der Wissenschaft, siehe Small u. Sweeney 1985, Ball 2005). Im Unterschied dazu werden in der vorliegenden Arbeit Veröffentlichungen in grossen Umfang für eine komparative Studie verwendet.

Hauptvorteile einer solchen Publikationsanalyse bestehen darin, dass es möglich ist, eine grosse Zahl von vergleichbaren Netzwerkdaten für viele Unternehmen und unterschiedliche Regionen zu erheben. Zudem sind die Ergebnisse einer solchen Messung weitgehend unabhängig von Befragten und vom Forschenden (Katz u. Hicks 1997, Katz u. Martin 1997).

4.4.2 Nachteile und Grenzen der Publikationsanalyse

Die Messung von Netzwerken durch Veröffentlichungen hat einige Einschränkungen:

- Veröffentlichungen eignen sich nur zur Messung von Verflechtungen in Branchen und Technologiefeldern, in denen es üblich oder sogar vorgeschrieben ist, Forschungsergebnisse zu veröffentlichen. Dies ist bei

Pharmazie, der roten Biotechnologie aber z.B. auch der Medizinaltechnik oder der Nanotechnologie der Fall. In vielen andere Branchen, z.B. dem Maschinenbau oder der Automobilindustrie wird nicht oder nur in geringem Ausmass publiziert. Eine Abschätzung des Kooperationsverhaltens auf Basis von Publikationsdaten ist deshalb bei vielen Wirtschaftszweigen problematisch oder nicht möglich.

- Eine weitere Einschränkung der Publikationsanalyse liegt darin, dass die Komplexität und die Dynamik von Forschungsprojekten mit ihren Machtverhältnissen sowie dem unterschiedlichem Beitrag einzelner Autoren nicht abgebildet werden kann. So ist es beispielsweise üblich, dass ein/eine ForscherIn für die Bereitstellung von Datenmaterial für ein Projekt als Koautor genannt wird, ohne das ein weitergehender Beitrag zur Veröffentlichung geleistet wurde. Um die Machtverhältnisse in einem solchen Netzwerk zu erheben, sind qualitative Erhebungsverfahren besser geeignet. Eine ausführliche Diskussion dieser Einschränkung kann bei Katz u. Martin (1997) nachgelesen werden.
- Die Daten einer bibliometrischen Analyse der Innovationsnetzwerke von Unternehmen weisen einen Forschungsbias auf. Das heisst die Bedeutung von Universitäten und Forschungseinrichtungen in den Innovationsnetzwerken wird überschätzt, während die Bedeutung von anderen Unternehmen unterschätzt wird. Dies liegt daran, dass Veröffentlichungen für ForscherInnen an Universitäten und Forschungseinrichtungen der wichtigste Leistungsindikator sind (im Sinne von „publish or perish“), während sie für ForscherInnen in Unternehmen von geringerer Bedeutung sind. Dies bedeutet, dass zum Beispiel ein Vergleich des Anteils von Partnern an Universitäten mit dem der Partner in Unternehmen nicht möglich ist. Ein Vergleich dieser Anteile zwischen verschiedenen Unternehmen, Regionen oder Forschungsstadien ist aber möglich, da davon ausgegangen werden kann, dass der Forschungsbias alle Unternehmen, Regionen und Forschungsstadien in gleichem Masse betrifft.
- Der Indikator Publikationen misst Netzwerke mit einer gewissen Zeitverzögerung, da zwischen der Durchführung eines Forschungsprojektes und der Veröffentlichung der Ergebnisse des Projektes in der Regel ein Zeitraum von ein bis zwei Jahren liegt. Diese Zeitverzögerung muss bei der Untersuchung der Entwicklung der Netzwerke im Zeitverlauf berücksichtigt werden.

4.4.3 Eignung bibliometrischer Daten zur Messung von Innovationsnetzwerken in der Biotechnologie?

Warum lassen sich die Netzwerke in der Biotechnologie- und Pharmaindustrie durch Veröffentlichungen messen? Dies liegt daran, dass diese Wirtschaftszweige, wie Kapitel 3 dargestellt, sehr wissenschaftsnah sind und Unternehmen im Innovationsprozess intensiv publizieren. Biotechnologie- und Pharmaunternehmen haben mehrere Motive, Ergebnisse ihrer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten publizieren. Diese lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Zulassung von Produkten:** Insbesondere in Branchen wie der Pharmaindustrie oder der Agrochemie müssen Produkte durch staatliche Stellen, z.B. die Food and Drug Administration (FDA) in den USA oder European Medicines Agency (EMA) zugelassen werden. Dazu ist die Veröffentlichung der Ergebnisse der klinischen Studien vorgeschrieben.
- **„Mitspielen“ im System Wissenschaft:** Publikationen ermöglichen es Unternehmen als gleichberechtigter Partner an den Entwicklungen in der Wissenschaft teilzunehmen und möglicherweise von Entwicklungen anderer WissenschaftlerInnen zu profitieren.
- **Qualitätssicherung:** Publikationen tragen dazu bei, dass Ergebnisse durch die Herausgeber einer Zeitschrift, die Reviewer und später durch die gesamte Forschergemeinschaft beurteilt werden. Diese Beurteilung trägt zur Qualitätssicherung bei und kann kostspielige Fehlentwicklungen verhindern (betriebswirtschaftliches Ziel: „fast failure“).
- **Profilierung** des Unternehmens, einer Produktidee oder einer Technologie: Unternehmen publizieren, um technische und wissenschaftliche Kompetenzen nachzuweisen. Dieser Nachweis kann beispielsweise dabei helfen, Aufträge zu erhalten oder Kooperationspartner zu finden. Zudem tragen Publikationen dazu bei, sich für hoch qualifizierte Arbeitnehmer interessant zu machen (Katz u. Hicks 1997). Insbesondere junge Technologieunternehmen publizieren, um ihre Produktideen zu demonstrieren. Diese „Überzeugungsarbeit“ ist für Biotechnologieunternehmen, die in der Regel nicht über ein fertiges Produkt und somit über eine Einkommensquelle verfügen, bei der Einwerbung von Kapital wichtig.

4.4.4 Vorgehensweise bei der Erhebung der Netzwerke

Die Quelle der in dieser Arbeit verwendeten Daten zu Netzwerken ist die Publikationsdatenbank ISI Web of Science von Thomson Scientific. Alle Daten wurden zuletzt zwischen dem 18. und 20. Juni 2007 aktualisiert.

Grundlage der Recherche sind die Daten zum Unternehmensbestand in den untersuchten Regionen, deren Erhebung in Kapitel 4.2 beschrieben ist. Die erhobenen Daten umfassen alle Fachpublikationen, bei denen WissenschaftlerInnen dieser Biotechnologieunternehmen beteiligt sind. Ausgeschlossen wurden lediglich:

- Nachdrucke, Bibliographische Gegenstände, Korrekturen, Personenbeschreibungen, Diskussionen;
- Artikel die nicht aus dem Bereich Biotechnologie Pharmazie stammen. Dies betrifft vor allem Unternehmenspräsentationen, in denen sich die publizierenden Biotechnologieunternehmen selbst vorstellen;
- nicht originäre Veröffentlichung, also Beiträge die sich auf andere Forschungsarbeiten beziehen (z.B. Leserbriefe und Korrekturen);
- Veröffentlichungen mit mehr als 14 Autoren (es wurden einige wenige Publikationen mit über 50 Autoren in mehr als 40 verschiedenen Organisationen gefunden). Der Ausschluss hat methodische Gründe, da zur Analyse die höchstmögliche Anzahl von Beteiligten definiert werden muss.

Alle Koautoren der Biotechnologieunternehmen wurden bezüglich der Organisation, der sie angehören, klassifiziert. Mögliche Zuordnungen bei der Klassifikation sind:

- **Wissenschaft:** Universitäten, öffentliche und private Forschungseinrichtungen, Universitätskrankenhäuser, andere Krankenhäuser (ohne Universitätskrankenhäuser, als Krankenhäuser bezeichnet);
- **Wirtschaft:** Biotechnologieunternehmen, Pharmaunternehmen, Chemieunternehmen, Contract Research Organizations (CRO), Biotechnologiedienstleister, Unternehmen anderer Branchen und andere Betriebsstätten des gleichen Unternehmens (Niederlassungen).

Daneben wurden die Koautoren der Biotechnologieunternehmen aus den Untersuchungsregionen auch bezüglich der räumlichen Herkunft klassifiziert. Auf der regionalen Ebene wurden nur die grössten Biotechnologieindustrien in den untersuchten Ländern¹⁴, sowie wichtige Biotechnologieindustrien in anderen Ländern in Europa und Nordamerika klassifiziert.¹⁵

¹⁴ Dies sind in Deutschland das Rheinland (Köln, Düsseldorf), Berlin und Frankfurt; in Frankreich Lyon, Grenoble und Nizza/Sofia Antipolis; in Grossbritannien London und Zentralschottland (Edinburgh, Glasgow und Dundee).

¹⁵ Dies sind in Europa Wien, Brüssel, Randstat/Amsterdam, Kopenhagen, Stockholm, Malmö/Lund, sowie in Nordamerika das San Francisco Bay Area, San Diego, das Research Triangle in South Ca-

Regionen ausserhalb von Europa und Nordamerika sind zurzeit noch keine bedeutenden Biotechnologiestandorte (insbesondere in China entwickeln sich solche Standorte aber dynamisch). Alle Publikationen wurden zudem danach klassifiziert, ob es sich um eine Zusammenarbeit während der klinischen oder vorklinischen Forschung handelt.

Für alle folgenden empirischen Kapitel gilt, dass bei der Darstellung von Anteilen Rundungsfehler dazu führen können, dass die Summe aller Anteil nicht 100 % sondern einen leicht darüber oder darunter liegenden Wert ergibt.

4.5 Zusammenfassung: Empirisches Vorgehen

- **Auswahl der Untersuchungsregionen:** In der vorliegenden Arbeit werden die Innovationsnetzwerke von Biotechnologieunternehmen aus der Schweiz und aus sechs internationalen Vergleichsregionen untersucht. In der Schweiz gibt es Cluster von Biotechnologieunternehmen in den Agglomerationen Genf, Zürich, Bern, Genf und Lausanne. Internationale Vergleichsregionen wurden nach der Grösse und der Entwicklung der dortigen Biotechnologiecluster ausgewählt. Untersucht werden Biotechnologieunternehmen aus der Île de France, Strasbourg, Cambridge, Oxford, München und der Rhein-Neckar Region.
- Es sind nur wenige, schlecht vergleichbare **Branchen- und Unternehmensdaten** für die Biotechnologieindustrie verfügbar. Daher wurden Informationen über die Biotechnologieindustrie in den Untersuchungsregionen z.B. durch Recherchen von Mitgliederverzeichnissen, dem Internet oder Geschäftsberichten gesammelt. In den Untersuchungsregionen gibt es 459 Biotechnologieunternehmen.
- Informationen zum **wirtschaftlichen und institutionellen Umfeld** in den Untersuchungsregionen werden anhand von qualitativen Quellen (Vergleichsstudien, Standortpromotionen etc.) und aus der Fachliteratur erhoben. Zudem werde Daten zur Wirtschaftsstruktur von BAK Basel Economics verwendet.
- **Innovationsnetzwerke** werden anhand von bibliometrischen Daten, d.h. anhand der Veröffentlichungen von ForscherInnen in den untersuchten Biotechnologieunternehmen erhoben. Biotechnologieunternehmen publizieren ihre Forschungsergebnisse z.B. weil sie gesetzlich dazu ver-

rolina, Zentral-New Jersey, New York, Baltimore, Philadelphia, Washington DC, Montreal und Toronto.

pflichtet sind (um ein Medikament zuzulassen) oder weil ihnen wissenschaftliche Kritik wertvolle Hinweise zur Entwicklung ihrer Produkte geben kann. Mit dieser Methode wurden 5'442 Publikationen mit 10'658 externen Kooperationspartnern gemessen.

- Die Verwendung von **bibliometrischen Daten** zur Messung von Unternehmensnetzwerken ist noch neu. Sie bieten grosse Vorteile gegenüber herkömmlichen Methoden, da auch grosse Innovationsnetzwerke gemessen werden können, diese Netzwerke im Zeitverlauf beobachtet werden können und die Daten unabhängig von der Meinung Befragter oder Interviewpartner erhoben werden können. Bisher gibt es aber kaum Erfahrung mit der Erhebung und der Analyse grosser Innovationsnetzwerke mit bibliometrischen Verfahren. Auch in methodischer Hinsicht soll daher mit der vorliegenden Arbeit ein Beitrag geliefert werden.

5 Die Biotechnologieunternehmen und ihr regionales Umfeld: Branchenstrukturen, Institutionen und Evolution

Studien zu Untersuchungsregionen (siehe Kapitel 2.1.5) und die für diese Arbeit erhobenen Daten zeigen, dass sich Biotechnologiecluster in den meisten Regionen hinsichtlich vieler Eigenschaften ähneln. In fast allen Biotechnologieclustern:

- spielen junge seit den 1980er Jahren gegründete Unternehmen eine wichtige Rolle (siehe auch Abb. 12 und Abb. 15 für die Untersuchungsregionen);
- gab es zwischen den Jahren 1995 und 2002 eine Gründungswelle;
- wurden die Biotechnologieunternehmen aus regionalen Inkubatoren – seien es Hochschulen, Forschungsreinrichtungen oder andere Unternehmen – gegründet;
- gibt es ein dichtes Wissenschaftsumfeld mit sehr guten auf Biotechnologie oder verwandte Technologien spezialisierten Universitäten und Forschungseinrichtungen;
- gibt es aktive Politiken im Bereich Wissens- und Technologietransfer und Netzwerkbildung.

In den Kapiteln 5.1 bis 5.4 werden die regionalen Biotechnologiecluster und ihr Kontext in den elf Untersuchungsregionen jeweils auf rund einer Seite überblicksmässig dargestellt. Aufgrund der oben dargestellten Ähnlichkeiten von Biotechnologieclustern beschränkt sich diese Darstellung auf einige zentrale Parameter (Grösse der Region, Grösse des Clusters etc.) sowie auf die Besonderheiten und Eigenschaften, welche deutlich vom Durchschnitt der Gesamtstichprobe abweichen. Eine detaillierte Aufführung aller berücksichtigten Charakteristika der Regionen und ihrer Biotechnologiecluster findet sich in Anhang 2 bis 0.

Die Darstellung der Biotechnologieindustrie und ihres Kontextes in den Kapiteln 5.1 bis 5.4 orientiert sich an der in Kapitel 2.2.1 vorgestellten

Systematik regionaler Innovationssysteme. Elemente dieser Systematik sind:

- a Der Biotechnologiecluster:** Wie viele Biotechnologieunternehmen gibt es in den Untersuchungsregionen, worauf sind sie spezialisiert und wie sind sie entstanden?
- b Das Regionalwirtschaftliche Umfeld:** Gibt es Konzentrationen verwandter Branchen (Pharma- und Chemieindustrie, Forschungs- und Entwicklung)? Wie hat sich die Branchenstruktur im Zeitverlauf entwickelt?
- c Das Wissenschaftsumfeld:** Welche Universitäten und Forschungseinrichtungen haben in den Untersuchungsregionen ihren Standort? Wie gross ist das „regionale Wissenschaftsknow-how“ im Vergleich zu den anderen Regionen?
- d Das Politiksystem:** Welche Bildungs-, Technologie- und Wirtschaftspolitiken beeinflussen die Biotechnologieindustrie?

Da Regionen nicht autark sind, wird der Darstellung der Untersuchungsregionen jeweils eine Zusammenfassung relevanter Einflussgrössen des nationalen Innovationssystems vorangestellt. Gemäss des in Kapitel 4.1 vorgestellten Forschungsansatzes werden die Schweizer Regionen ausführlicher untersucht als die Britischen, Französischen und Deutschen Untersuchungsregionen. Auf eine Beschreibung des institutionellen und wirtschaftlichen Umfelds Schweizer Unternehmen, die ihren Standort ausserhalb eines der fünf Schweizer Cluster haben (Kategorie „aus der übrigen Schweiz“) wird verzichtet, da diese Unternehmen nicht von einem einheitlichen regionalen Umfeld geprägt werden.

Tabelle 7 Die Biotechnologieindustrie in ausgewählten Ländern

		Deutsch- land	Gross- britannien	Frank- reich	Schweden	Israel	Schweiz	Nieder- lande	Däne- mark	Finnland	Italien	Total
2002	Anzahl Unternehmen	360	331	239	179	149	129	85	76	75	51	1780
	Anteil an allen Unternehmen in Europa (in %)	20,22	18,60	13,43	10,06	8,37	7,25	4,78	4,27	4,21	2,87	-
	Anteil Börsennotierter Unternehmen (in %)	3,61	13,90	2,51	5,03	1,34	3,88	3,53	1,32	6,67	1,96	5,67
2004	Anzahl Unternehmen	346	311	228	178	162	126	85	80	69	50	1740
	Anteil an allen Unternehmen in Europa (in %)	19,89	17,87	13,10	10,23	9,31	7,24	4,89	4,60	3,97	2,87	-
	Anteil Börsennotierter Unternehmen (in %)	3,47	13,83	2,63	5,06	1,23	1,59	4,71	6,25	1,45	0,00	5,29

Quelle: Ernst & Young 2003a und 2005a

5.1 Die Schweizer Biotechnologiestandorte

Die Schweiz ist das Land mit der weltweit höchsten Dichte von Biotechnologieunternehmen pro Einwohner (Ernst & Young 2002, 2003b 2005a u. 2008, BFS 2007, Ernst & Young u. Seco 2007, siehe auch Tabelle 7).

Die Schweizerische Wirtschaftspolitik gilt im internationalen Vergleich als liberal. Sie beschränkt sich vor allem auf die Gestaltung der Rahmenbedingungen. Insbesondere in den wirtschaftlichen Zentren der Schweiz werden kaum direkte Subventionen an Unternehmen vergeben und die Unternehmensbesteuerung ist im internationalen Vergleich tief. In wirtschaftspolitischen Fragen haben die Kantone, eine kleinräumige subnationale Raumgliederung, grosse Freiheiten, die von der Gestaltung der Steuersysteme bis hin zu eigenen Innovationsförderungsaktivitäten reichen. Auch das Schweizer Forschungssystem ist föderal geprägt. Die meisten Universitäten werden von den Kantonen getragen. Lediglich die eidgenössisch technischen Hochschulen (ETH) in Zürich und Lausanne sowie einige Forschungseinrichtungen haben eine Bundsträgerschaft. Diese beiden Hochschulen sind ausserordentlich gut finanziert und haben grosse internationale Ausstrahlung (was sich z.B. durch die relativ hohe Zahl ausländischer Studierender und Mitarbeiter zeigt). Schweizer Universitäten gelten im internationalen Vergleich als konkurrenzfähig. Mehrere Schweizer Hochschulen belegen sehr gute Platzierungen im Life-Sciences Ranking der Shanghai University (Stand 2007).

Die Schweizer Biotechnologieindustrie ist räumlich stark dezentral verteilt. In der Schweiz gibt es mit Basel (siehe Kap. 5.1.1), Zürich (siehe Kap. 5.1.2), Bern (siehe Kap. 5.1.3), Genf (siehe Kap. 5.1.4) und Lausanne (siehe Kap. 5.1.5) fünf Regionen mit Konzentrationen von Biotechnologieunternehmen (Ernst & Young 2003b, 2005b, 2008, Ernst & Young u. Seco 2007). In vielen Studien zur räumlichen Konzentration der Biotechnologieindustrie in der Schweiz wird die Verteilung der Schweizer Biotechnologieindustrie anhand von Initiativen wie Biovalley oder Bioalps dargestellt (siehe z.B. Frei u. Alexakis 2004, Ernst & Young u. Seco 2007 oder BFS 2007). Diese Darstellung ist falsch, da es sich hier um Initiativen zur Netzwerkbildung handelt und nicht um funktional zusammenhängende Biotechnologiecluster.

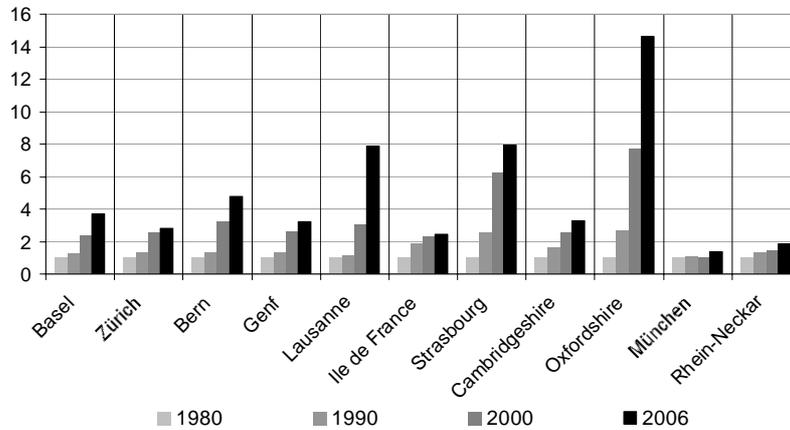


Abb. 10. Index der Entwicklung der realen Wertschöpfung der chemisch-pharmazeutischen Industrie (1980=1)

Am stärksten wuchs der Wertschöpfungsbeitrag in den Regionen Lausanne und Oxford; allerdings von einem tiefen Ausgangsniveau (siehe Abb. 11). Quelle: BAK Basel Economics 2007.

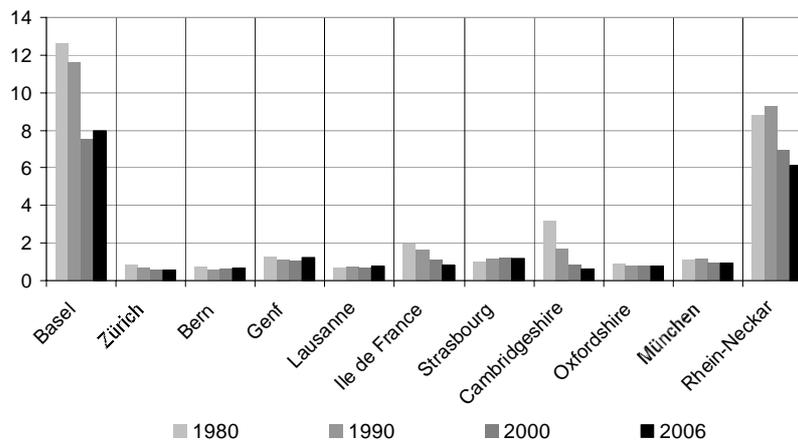


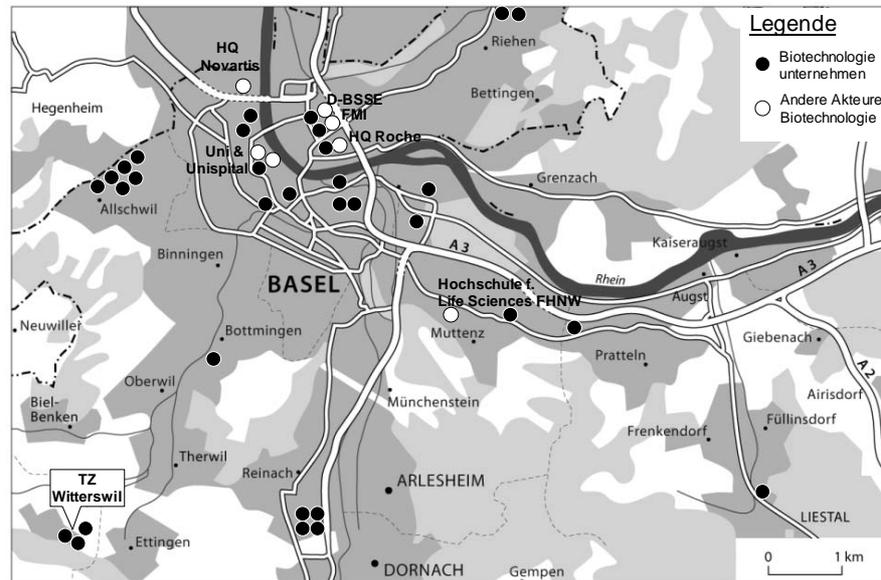
Abb. 11. Beschäftigung in der chemisch-pharmazeutischen Industrie im interregionalen Vergleich. Anteil an der Gesamtbeschäftigung in %

Die Regionen Basel und Rhein-Neckar weisen den höchsten Beschäftigungsanteil auf. Quelle: BAK Basel Economics 2007.

5.1.1 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Basel

- a **Der Basler Biotechnologiecluster** ist mit 34 aktiven Unternehmen (Stand Mai 2007) der grösste der Schweiz. Räumlich konzentriert sich der Biotechnologiecluster vollständig auf den Schweizerischen Teil der Agglomeration (siehe Karte 2). Im Unterschied zu allen anderen Untersuchungsregionen und in Abweichung zum klassischen Entstehungsmodell von Biotechnologieunternehmen (siehe Kap. 3.3.3) entstand ein grosser Teil der Basler Unternehmen aus der Industrie und nicht aus Hochschulen (siehe Tabelle 8).
- b **Das regionalwirtschaftliche Umfeld:** Basel ist eines der weltweiten Zentren der Pharmaindustrie. Die chemisch-pharmazeutische Industrie hat in Basel mit 7,98 % den höchsten Beschäftigungsanteil von allen Untersuchungsregionen (Stand 2006; siehe Abb. 11) und zählt zu den am schnellsten wachsenden Clustern in dieser Branche (siehe Abb. 10).¹⁶ Mit Novartis und Roche haben zwei der weltweit grössten Pharmaunternehmen ihren Sitz in Basel. Daneben weist Basel eine hohe Dichte von Unternehmen in mit der Pharmaindustrie verflochtenen Branchen auf (z.B. Dienstleister, Chemieunternehmen).
- c **Das Wissenschaftsumfeld** ist in der Region Basel weniger dicht als in den anderen Untersuchungsregionen. Hauptakteur der Basler Wissenschaftslandschaft ist die auf die Life Sciences spezialisierte Universität Basel.
- d **Das regionale Politiksystem in Basel:** Die Region Basel ist administrativ stark fragmentiert. Zum Schweizerischen Teil der Agglomeration gehören vier Kantone (oder Teilräume von ihnen). Weitere Teile der Region liegen in Deutschland und Frankreich. Im Schweizerischen Teil der Agglomeration Basel leben ca. eine halbe Millionen Einwohner (Stand 2000, BFS 2000a). In der Region Basel gibt es keine einheitliche Wirtschaftspolitik und -förderung und auch keine ausgesprochene Life-Sciences Förderung. Wirtschaftspolitik und -förderung im Schweizer Teil der Agglomeration sind weitgehend an liberalen Prinzipien ausgerichtet.

¹⁶ Wie in Kapitel 4.2 dargelegt wird die Biotechnologieindustrie und die Pharmaindustrie in der amtlichen Statistik nicht separat ausgewiesen. Die Biotechnologieindustrie und die Pharmaindustrie sind unter die Klassifikationen „chemische Industrie“ und „Forschung und Entwicklung“ subsumiert.



Karte 2 Die Verteilung Basler Biotechnologieunternehmen

Quelle: Eigene Erhebung.¹⁷

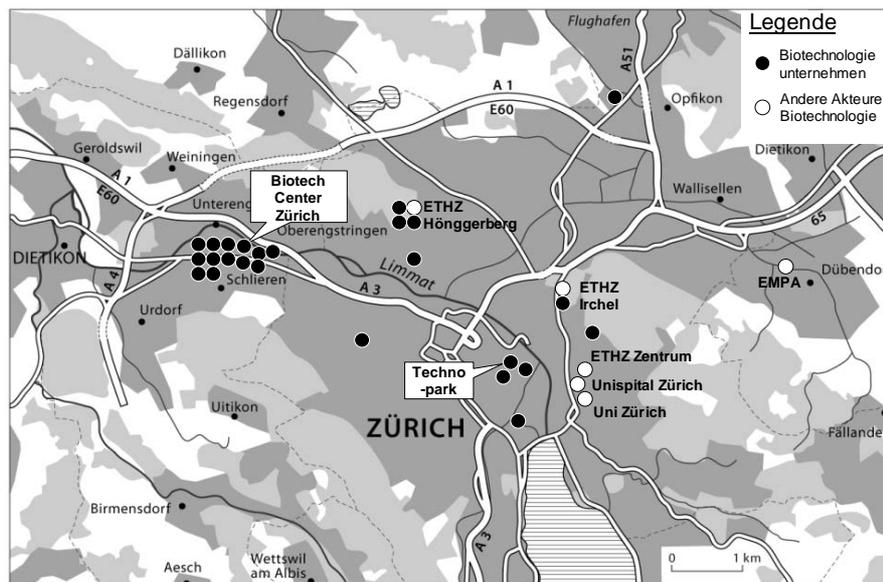
5.1.2 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Zürich

- a **Der Zürcher Biotechnologiecluster:** Zürich ist Standort von 31 Biotechnologieunternehmen (siehe Karte 3). Die Zürcher Biotechnologieindustrie zeichnet sich durch den höchsten Anteil von Wissenschaftsausgründungen von allen Untersuchungsregionen aus (siehe Tabelle 8). Zürcher Biotechnologieunternehmen sind überdurchschnittlich häufig Dienstleister. Der Anteil von entwicklungsorientierten Unternehmen und Drug-Delivery Unternehmen ist unterdurchschnittlich (siehe Tabelle 9).
- b **Das regionalwirtschaftliche Umfeld in Zürich:** Der Wirtschaftsstandort Zürich ist weder auf die Biotechnologieindustrie noch auf eine verwandte Branche spezialisiert. Der Anteil der mit der Biotechnologie eng verflochtenen chemisch-pharmazeutischen Industrie ist in Zürich von allen Untersuchungsregionen am geringsten (siehe Abb. 11). Übersehen wird häufig die Stärke der Zürcher Wirtschaft in Hochtechnologiebranchen. Aufgrund der Grösse des Wirtschaftsraums Zü-

¹⁷ In der Karte verwendete Abkürzungen: D-BSSE für Department of Biosystems Science and Engineering der ETH Zürich, FHNW für Fachhochschule Nordwestschweiz, FMI für Friedrich Miescher Institut, HQ für Headquarter, TZ für Technologiezentrum, Uni für Universität

rich fällt der Beschäftigungsanteil dieser Branche, die in der öffentlichen Statistik als Forschungs- und Entwicklungsunternehmen klassifiziert wird, relativ gering aus (siehe Abb. 14).

- c **Das Zürcher Wissenschaftsumfeld:** Mit der Eidgenössisch Technischen Hochschule Zürich (ETHZ), der Universität Zürich und weiteren Forschungseinrichtungen ist die Zürcher Forschungslandschaft die dichteste der Schweiz. Insbesondere die ETHZ gilt als industrienah, sie hat eine hohe Zahl von Ausgründungen sowie viele Industriekooperationen. Die ETHZ ist deshalb für die Zürcher Biotechnologieindustrie besonders wichtig.
- d **Das regionale Politiksystem in Zürich:** Die Region Zürich ist mit 1,08 Mio. Einwohner die grösste städtische Agglomeration der Schweiz (Stand 2000; BFS 2000a). Wie in der Region Basel gibt es auch in Zürich keine bedeutende staatliche Förderung der Biotechnologie. Im Gegensatz zu Basel gibt es in Zürich aber Technologiezentren mit Bedeutung für diese Branche.



Karte 3 Die Verteilung Zürcher Biotechnologieunternehmen
Quelle: Eigene Erhebung.¹⁸

¹⁸ In der Karte verwendete Abkürzungen: ETHZ für Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Uni für Universität

Tabelle 8 Biotechnologieunternehmen und ihre Entstehung

	n, alle** Biotech- unternehmen	derzeit noch aktive Bio- tech- unternehmen	Gründung als:				Anteil Gründung mit Beteiligung von:		Inkubator befindet sich (Anteil):	
			Spin-Off Wissenschaft (in %)	Spin-Off Wirtschaft (in %)	Spin-Off Wissenschaft u. Wirtschaft* (in %)	Nieder- lassung (in %)	Pharma- unternehmen (in %)	Biotech- unternehmen (in %)	in der Region (in %)	ausserhalb der Region (in %)
Basel	38	34	18,42	21,05	2,63	18,42	18,42	0,00	81,25	18,75
Zürich	34	31	67,65	2,94	0,00	2,94	0,00	2,94	100,00	0,00
Bern	8	8	25,00	37,50	0,00	0,00	0,00	37,50	100,00	0,00
Lausanne	21	21	57,14	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	91,67	8,33
Genf	16	13	31,25	12,50	0,00	0,00	0,00	12,50	100,00	0,00
restl. Schweiz	19	18	31,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	83,33
Île de France	47	47	44,68	21,28	2,13	2,13	17,02	2,13	81,25	9,38
Strasbourg	15	14	46,67	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Cambridge	76	63	23,68	10,53	5,26	11,84	6,58	7,89	76,67	16,67
Oxford	55	47	49,09	12,73	0,00	16,36	1,82	7,27	88,24	2,94
München	93	75	51,61	8,60	3,23	3,23	1,08	10,75	89,83	10,17
Rhein-Neckar	37	35	24,32	29,73	2,70	5,41	8,11	21,62	76,19	23,81
total	459	406	40,31	12,64	2,18	7,84	5,45	7,63	85,38	11,46

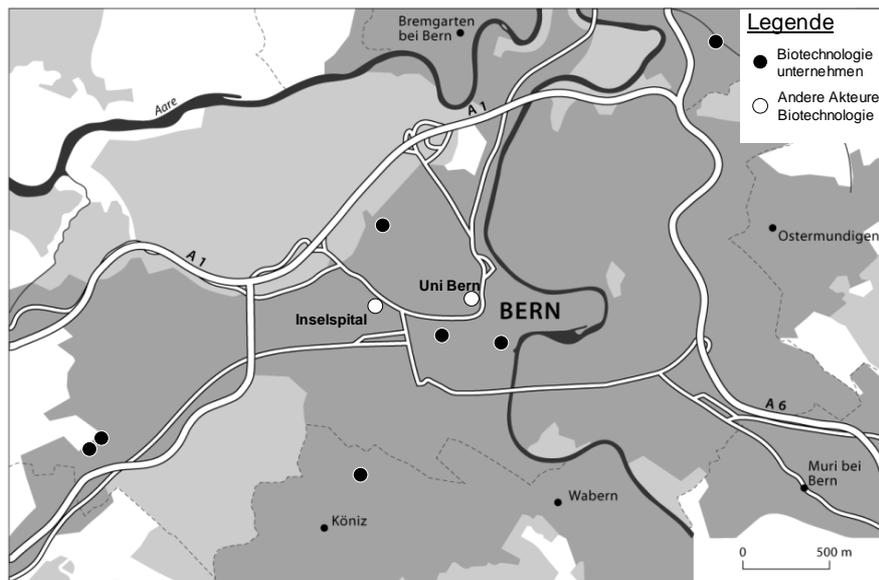
* unter Beteiligung von Akteuren aus der Wirtschaft und der Wissenschaft

** incl. nicht mehr bestehender, in der Arbeit berücksichtigter Unternehmen.

Quelle: Eigene Erhebung.

5.1.3 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Bern

- a Der Berner Biotechnologiecluster:** Bern hat mit lediglich acht Unternehmen den kleinsten Biotechnologiecluster von allen untersuchten Regionen (siehe Tabelle 8 und Karte 4). Zentraler Akteur in der Berner Biotechnologie- und Pharmaindustrie ist das inzwischen vom Niederländischen Impfstoffproduzenten Crucell übernommene Unternehmen Berna-Biotech. Vor dieser Übernahme zählte Berna-Biotech zu den 30 grössten Biotechnologieunternehmen der Welt (MedAdNews 2005).
- b Das regionalwirtschaftliche Umfeld in Bern:** Die Berner Wirtschaft ist in hohen Masse von staatlichen Behörden und von derzeitigen oder ehemaligen staatsnahen Unternehmen, wie z.B. der schweizerischen Post geprägt. Die chemisch-pharmazeutische Industrie und Forschungs- und Entwicklungsunternehmen haben nur eine geringe Bedeutung für die Berner Wirtschaft (siehe Abb. 11 und Abb. 14).



Karte 4 Die Verteilung Berner Biotechnologieunternehmen
Quelle: Eigene Erhebung.¹⁹

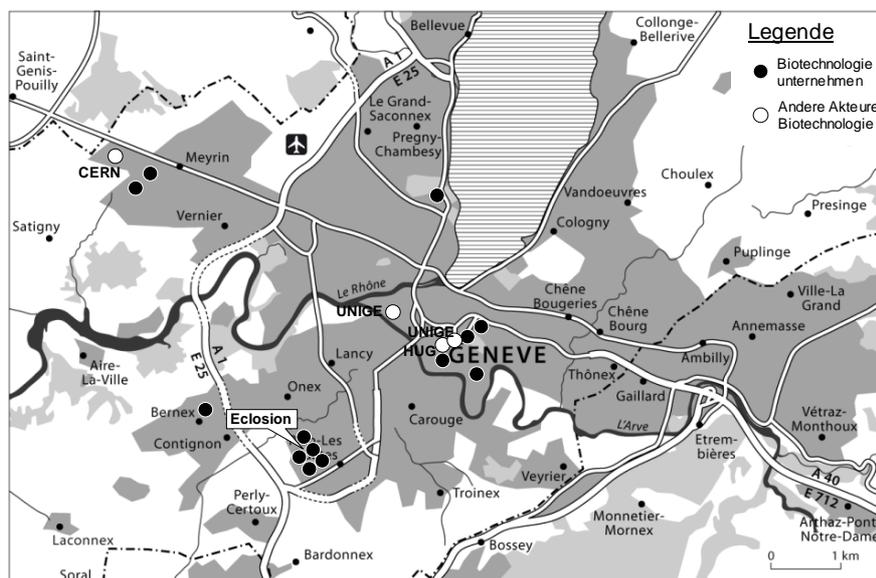
¹⁹ In der Karte verwendete Abkürzungen: Uni für Universität

- c **Das Berner Wissenschaftsumfeld:** Bern hat eine im Vergleich zu den anderen Untersuchungsregionen geringe Dichte an Universitäten und Forschungseinrichtungen. Die Akteure der Berner Forschungslandschaft sind zudem nicht überdurchschnittlich stark auf die Bereiche Pharmazie oder Biotechnologie spezialisiert.
- d **Das regionale Politiksystem in Bern:** In der Agglomeration Bern leben 349 Tsd. Einwohner (Stand 2000, BFS 2000a). Die Biotechnologie- und Pharmaindustrie spielen in der Wirtschaftspolitik nur eine untergeordnete Rolle. Es gibt in Bern kein Technologiezentrum oder Inkubatoren mit einer Spezialisierung auf Biotechnologieunternehmen.

5.1.4 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Genf

- a **Der Genfer Biotechnologiecluster:** Die Genfer Biotechnologieindustrie ist vor allem mit dem Namen Serono verbunden, dem zeitweise drittgrösstem Biotechnologieunternehmen der Welt. Im Jahr 2007 wurde Serono vom Deutschen Pharma- und Chemieunternehmen Merck übernommen. Heute forschen für das inzwischen unter dem Namen Merck-Serono firmierende Unternehmen ca. 200 Mitarbeiter in Genf. Neben Merck-Serono forschen und entwickeln in Genf weitere 12 Biotechnologieunternehmen (siehe Tabelle 8 und Karte 5). In Genf gibt es relativ wenige Ausgründungen aus Wissenschaft und Forschung. Der Anteil der entwicklungsorientierten Unternehmen ist überdurchschnittlich hoch (siehe Tabelle 9).
- b **Das regionalwirtschaftliche Umfeld in Genf:** Genf ist vor allem als Standort von Finanzunternehmen, internationaler Organisationen und Unternehmen im Bereich der Präzisionsindustrie bekannt. Trotz der Stärke von Merck-Serono trägt die chemisch-pharmazeutische Industrie nur einen unterdurchschnittlichen Teil zur Beschäftigung bei (siehe Abb. 11), und auch Forschungs- und Entwicklungsunternehmen haben nur geringe Bedeutung für die Genfer Regionalwirtschaft (siehe Abb. 14). Ihr Wertschöpfungsbeitrag ist zudem fallend (siehe Abb. 13).
- c **Das Genfer Wissenschaftsumfeld:** Wie Basel zeichnet sich auch Genf durch ein im Vergleich wenig dichtes Wissenschaftsumfeld aus. Leuchtturm der Genfer Forschungslandschaft ist die Universität und das Universitätsspital Genf. Daneben hat das Centre Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN) seinen Sitz in Genf. Die Forschung des Cern hat bei methodischen Aspekten Überschneidungen zur pharmazeutischen und biotechnologischen Forschung.

- d **Das regionale Politiksystem in Genf:** Wie die Agglomeration Basel ist auch die Region Genf grenzüberschreitend und deshalb administrativ fragmentiert. Teile des Genfer Vorortgürtels liegen in Frankreich. Im Schweizerischen Teil der Agglomeration Genf leben 471 Tsd. Einwohner (Stand 2000; BSF 2000a). Der Biotechnologiecluster konzentriert sich auf den schweizerischen Teil der Agglomeration (siehe Karte 5). Im Bereich öffentlicher oder halböffentlicher Wirtschaftsförderungsaktivitäten ist der Kanton Genf z.B. beim Technologiepark Eclosions stärker engagiert als seine oben beschriebenen Deutschschweizer Vergleichsregionen.



Karte 5 Die Verteilung der Genfer Biotechnologieunternehmen.
Quelle: Eigene Erhebung.²⁰

²⁰ In der Karte verwendete Abkürzungen: CERN für Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, HUG für Hôpitaux Universitaires de Genève, UNIGE für Université de Genève

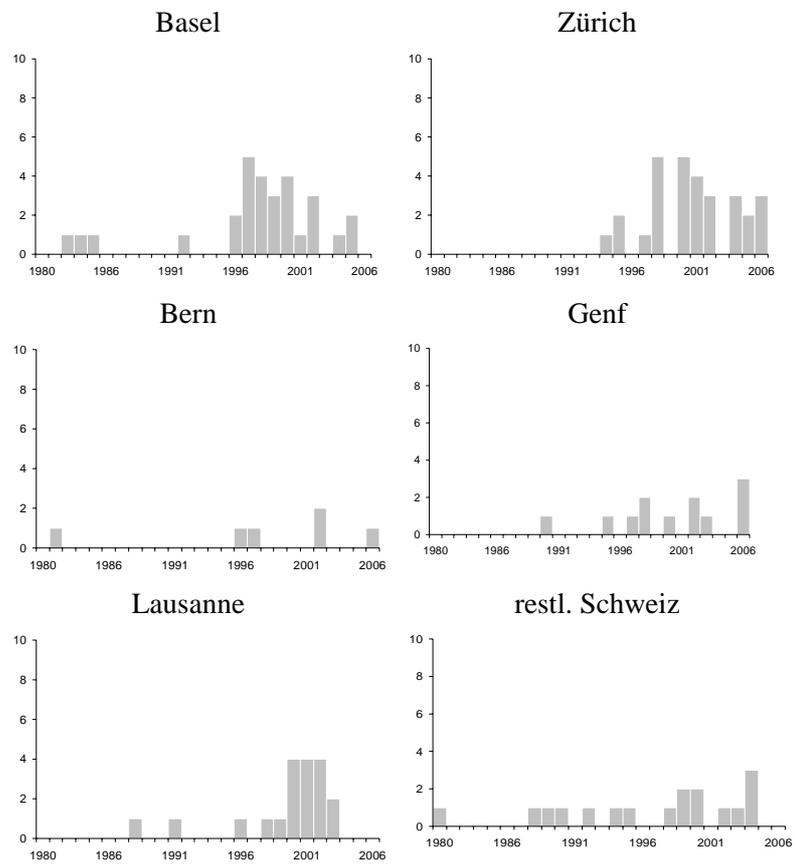
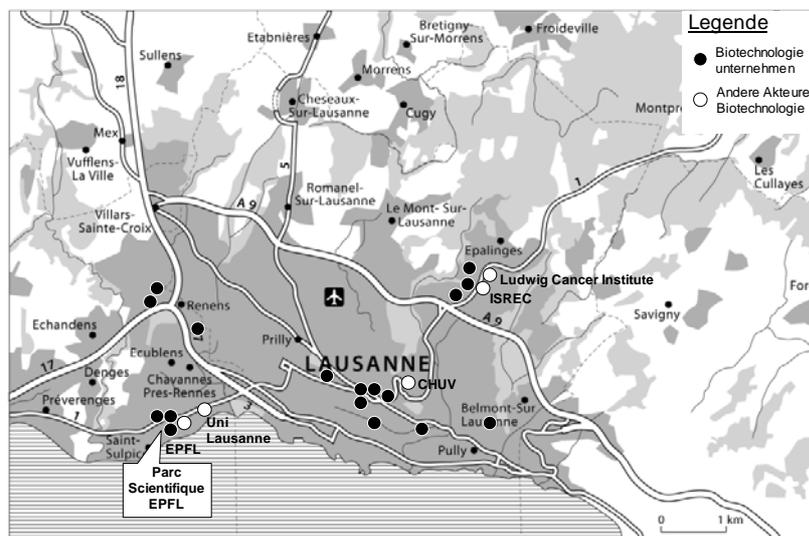


Abb. 12. Gründung von Biotechnologieunternehmen in Schweizer Regionen zwischen 1980 und 2006
 Quelle: Eigene Erhebung.

5.1.5 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Lausanne

- a Der Biotechnologiecluster in Lausanne:** Zentraler Akteur des Biotechnologieclusters ist die Deutsch-Schweizerische Merck-Serono mit Hauptsitz in Genf und einen Forschungs- und Produktionsstandort in der Nähe von Lausanne. Die Biotechnologieindustrie der Region Lausanne besteht aus weiteren 20 Biotechnologieunternehmen (siehe Karte 6). Diese sind zum grossen Teil im Bereich der Entwicklung von Medikamenten tätig (siehe Tabelle 9). Auffällig an der Evolution des Biotechnologieclusters in Lausanne ist der zweithöchste Anteil von Wissenschaftsausgründungen von allen Untersuchungsregionen (siehe Tabelle 8).
- b Das regionalwirtschaftliche Umfeld der Region Lausanne:** Wie in Genf gibt es auch in Lausanne eine regionalwirtschaftliche Spezialisierung auf die Präzisionsindustrie. Die Beschäftigung in der chemisch-pharmazeutischen Industrie in der Region ist im Vergleich tief, hat sich seit 1990 aber nahezu verachtfacht (siehe Abb. 10 und Abb. 11). Die Region Lausanne weist heute im Vergleich der Schweizer Untersuchungsregionen den zweithöchsten Beschäftigungsanteil im Bereich Forschung- und Entwicklung auf (siehe Abb. 14). Die Wertschöpfung, die in diesem Bereich erwirtschaftet wird, ist seit 1990 um fast 560 % gestiegen (siehe Abb. 13).
- c Das Wissenschaftsumfeld in der Region Lausanne:** Wie Zürich ist auch Lausanne Standort einer kantonalen (Universität Lausanne) und einer bundesfinanzierten Universität (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne - EPFL). Daneben haben mehrere renommierte Forschungsinstitute ihren Sitz in Lausanne. Die Forschungslandschaft in Lausanne ist angesichts der geringen Grösse der Agglomeration ausserordentlich dicht.

- d Das regionale Politiksystem in Lausanne:** Lausanne ist mit nur 311 Tsd. Einwohnern (Stand 2000) die kleinste der in dieser Studie untersuchten Agglomerationen. Die Region ist eng mit Genf verflochten (BFS 2000a, 2000b). Wie in Genf engagiert sich der Staat auch in Lausanne stärker in der Wirtschaftsförderung als in den Deutschweizer Untersuchungsregionen. Beispiel für diese Aktivitäten ist der Technologiepark Parc Scientifique EPFL, in dem mehrere Biotechnologieunternehmen ihren Sitz haben.



Karte 6 Die Verteilung der Biotechnologieunternehmen in der Region Lausanne.

Quelle: Eigene Erhebung.²¹

²¹ In der Karte verwendete Abkürzungen: CHUV für Centre hospitalier universitaire vaudois, EPFL für École polytechnique fédérale de Lausanne, ISREC für Institut Suisse de Recherche Expérimentale sur le Cancer, Uni für Universität

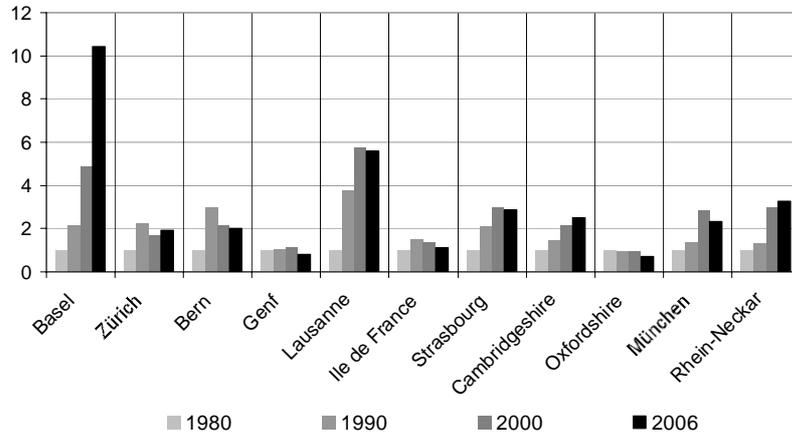


Abb. 13. Index der Entwicklung der realen Wertschöpfung von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen (1980=1)
 Die Region Basel verzeichnet mit der Restrukturierung der Pharmaindustrie das stärkste Wachstum dieser Unternehmen.
 Quelle. BAK Basel Economics 2007.

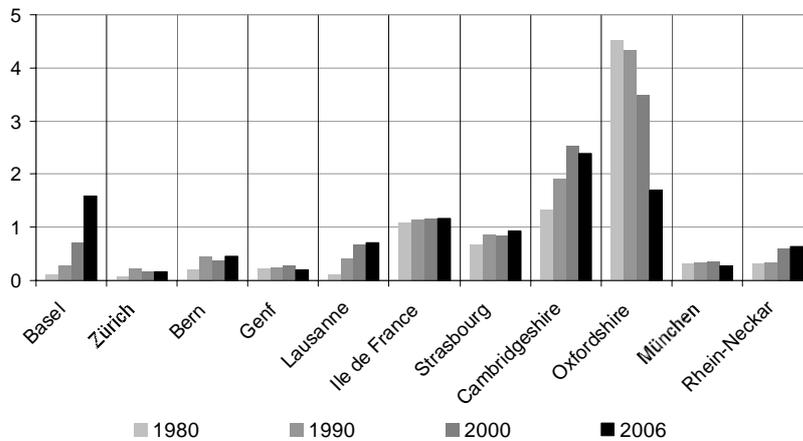


Abb. 14. Beschäftigung in Forschungs- und Entwicklungsunternehmen im interregionalen Vergleich. Anteil an der Gesamtbeschäftigung in %
 Der Beschäftigungsanteil ist im Jahr 2006 in Cambridge, Oxford und Basel am höchsten. BAK Basel Economics 2007.

5.2 Die Französische Biotechnologieindustrie

Im internationalen Vergleich gehört Frankreichs Biotechnologieindustrie nicht zu den ersten Adressen (Ernst & Young 2002, 2003b, 2005a). Die Entwicklung der Branche begann erst relativ spät und auch heute gibt es in Frankreich relativ wenige Biotechnologieunternehmen.

Französische Universitäten belegen in den Life Sciences im internationalen Vergleich keine Spitzenplätze (Life-Sciences Ranking der Shanghai University 2007). Die Forschungs-, Technologie- und Wirtschaftspolitik ist stark zentralisiert. Auf der einen Seite hat die nationale Forschungsförderung mit den Instituten des Conseil National de la Recherche (CNRS) und den Instituts National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) grossen Einfluss auf die Entwicklung der Französischen Biotechnologieindustrie in den Regionen (Shyama u. Looze 2002). Auf der anderen Seite nimmt die Wirtschaftspolitik und die Hochtechnologieförderung z.B. durch das Politikfeld der “Pôles de Compétitivité” direkten Einfluss darauf, wie und wo Biotechnologie in Frankreich kommerzialisiert wird. Beim Politikfeld Pôles de Compétitivité wählt die Zentralregierung in Paris einige regionale Cluster aus, denen ein besonderer Beitrag für die Französische Wettbewerbsfähigkeit zugetraut wird und die daher besonders gefördert werden (Blanc 2004). Trotz dieser Massnahmen gilt die Wirtschaftspolitik Frankreichs insgesamt als wenig innovationsfreundlich. Defizite werden in stärkerem Ausmass als in der Schweiz und Deutschland für den Bereich Wissens- und Technologietransfer aus den Universitäten und Forschungseinrichtungen und für den Bereich Unternehmertum diagnostiziert (Radjou 2007, Inspection générale des finances u. Inspection générale de l’administration de l’éducation nationale et de la recherche 2007).

Die Französische Biotechnologieindustrie ist räumlich stark zentralisiert. Neben dem Zentrum Paris und der umliegenden Île de France gibt es nur noch kleinere Konzentrationen in Strasbourg, Grenoble, Lyon und Nizza (Lemarié et al. 2000, Mytelka 2001, Corolleur et al. 2003).

5.2.1 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Île de France

- a **Der Biotechnologiecluster der Île de France:** In der Île de France gibt es 47 Biotechnologieunternehmen, die vorwiegend auf die Entdeckung und Entwicklung von Medikamenten spezialisiert sind oder im Bereich der Entwicklung neuer Technologien tätig sind (siehe Tabelle 9). Auffällig ist der hohe Anteil von Industrieausgründungen (siehe Tabelle 8). Innerhalb der Île de France lassen sich mehrere kleinräumige Konzentrationen mit unterschiedlicher Entstehungsgeschichte erkennen. Dabei spielen bei der Entstehung dieser Konzentrationen zum einen Forschungseinrichtungen und Universitäten eine Rolle, zum anderen nationale Grossprojekte wie das Genopole d'Evry (Boufaden u. Plunket 2003).
- b **Das regionalwirtschaftliche Umfeld der Île de France:** Die Biotechnologie- und Pharmaindustrie ist nur eine von mehreren wirtschaftlichen Schwerpunkten der Region. Aus diesem Grund ist der Beschäftigungsanteil der chemisch-pharmazeutische Industrie trotz des Vorhandenseins von Grossunternehmen wie Sanofi-Aventis relativ gering (siehe Abb. 10). Dass die Île de France ein wichtiger Hochtechnologiestandort ist, zeigt der hohe Beschäftigungsanteil von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen (siehe Abb. 14).
- c **Das Wissenschaftsumfeld der Île de France:** Auch aufgrund der Grösse der Region ist die Forschungslandschaft der Île de France vielfältig. Herausstechen mehrere Universitäten mit Biotechnologie-, Medizin-, Pharmazie- oder Chemiefokus, wie z.B. die Université d'Evry oder die Universitäten Paris V und VI.
- d **Das regionale Politiksystem der Île de France:** Die Île de France und ihr Zentrum Paris ist mit Abstand die grösste der untersuchten Regionen. Im Jahr 2006 hatte die Region 11,543 Mio. Einwohner (BAK Basel 2006). In der Region Île de France gibt es mehrere Initiativen zur Förderung der Biotechnologieindustrie und mit der Biocitech und Genopole zwei bedeutende Technologieparks mit Pharma- oder Biotechnologiefokus.

Tabelle 9 Spezialisierung der Biotechnologieindustrie in den Untersuchungsregionen; Anteile in %

	n	Entwicklungs-orientiert	Technologie-orientiert	Diagnostik	Bioinformatik	Drug Delivery	Dienstleister	k.A.
Basel	38	36,84	7,89	7,89	5,26	10,53	28,95	2,63
Zürich	34	23,53	17,65	11,76	8,82	0,00	29,41	8,82
Bern	8	25,00	12,50	12,50	0,00	0,00	37,50	12,50
Genf	16	43,75	12,50	12,50	6,25	0,00	12,50	12,50
Lausanne	21	47,62	4,76	28,57	4,76	4,76	9,52	0,00
restl. Schweiz	19	15,79	5,26	21,05	0,00	10,53	47,37	0,00
Île de France	47	38,30	25,53	6,38	4,26	6,38	12,77	6,38
Strasbourg	15	20,00	13,33	13,33	0,00	6,67	33,33	13,33
Cambridge	76	46,05	14,47	9,21	9,21	1,32	18,42	1,32
Oxford	55	40,00	18,18	16,36	3,64	1,82	16,36	3,64
München	93	27,96	25,81	10,75	4,30	2,15	25,81	3,23
Rhein-Neckar	37	32,43	21,62	16,22	8,11	0,00	18,92	2,70
total	459	34,86	17,65	12,42	5,45	3,27	22,22	4,14

Quelle: Eigene Erhebung.

5.2.2 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Strasbourg

- a **Der Biotechnologiecluster in Strasbourg:** Strasbourg ist nach der Île de France das zweitwichtigste Zentrum der Französischen Biotechnologieindustrie. Wie in den Biotechnologieclustern Genf und Bern gibt es auch in Strasbourg mit dem Unternehmen Transgene einen zentralen, grossen Akteur mit langer Tradition. Das im Jahr 1981 gegründete Unternehmen gehört zu den Pionieren bei der Kommerzialisierung biotechnologischer Forschung in Europa. Neben Transgene gibt es in der Region weitere 13 Biotechnologieunternehmen, die überwiegend klein sind und von denen ein überdurchschnittlicher Anteil in den Bereichen Dienstleistungen und Drug Delivery tätig ist. Strasbourger Unternehmen wurden überdurchschnittlich häufig aus einer Universität ausgegründet (vor allem aus der Université Louis Pasteur; siehe Tabelle 9).
- b **Das regionalwirtschaftliche Umfeld in Strasbourg:** Die Regionalwirtschaft hat trotz der Anwesenheit der Pharmaunternehmen Eli-Lilly und Sanofi-Aventis keine ausgesprochene Spezialisierung auf die chemisch-pharmazeutische Industrie (siehe Abb. 11), wobei der Wertschöpfungsanteil dieser Branche in den letzten Jahrzehnten stärker angestiegen ist, als in den meisten anderen Regionen (um 791 %; siehe Abb. 10). Der Anteil der Wertschöpfung von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen entspricht dem Durchschnitt der Untersuchungsregionen (siehe Abb. 13).
- c **Das Wissenschaftsumfeld in Strasbourg:** Kristallisationskern der Strasbourger Biotechnologieforschung ist die Ecole Supérieure de Biotechnologie de Strasbourg (ESBS) der University Louis Pasteur, die seit 1994 in der Gemeinde Illkirch-Graffenstaden angesiedelt ist. Neben der ESBS hat auch der Parc d'Innovation Illkirch mit rund 10 Unternehmen aus dem Bereich Pharmaindustrie und Biotechnologie seinen Standort in Illkirch-Graffenstaden (Stand 2007).
- d **Das regionale Politiksystem in Strasbourg:** In der Region Strasbourg leben rund 450 Tsd. Einwohnern (Stand 1999; Institut National de la Statistique et des Études Économiques 2007). Wie in der Île de France ist gibt es auch in Strasbourg ein durch die Zentralregierung geförderten Pôle de Compétitivité im Bereich Biotechnologie und Pharmazie.

5.3 Die Britische Biotechnologieindustrie

Grossbritannien gilt aufgrund der grossen Zahl von Biotechnologieunternehmen und der hohen Zahl von Wirkstoffen in den Pipelines von produktorientierten Unternehmen als der reifste Biotechnologiestandort in Europa (Ernst & Young 2002, 2003b, 2005a, Lawton-Smith et al. 2005, Senker et al. 2007).

Einige Britische Universitäten zählen zu den weltweitbesten Hochschulen in den Life Sciences und liegen beim Life-Sciences Ranking der Shanghai University (Stand 2007) weit vor den Deutschen und Französischen Universitäten. Die Forschungs-, Bildungs- und Wirtschaftspolitik in Grossbritannien als liberaler als die Deutsche oder die Französische (Casper 2000, Hall u. Soskice 2001). Wie auch in den anderen untersuchten Ländern gibt es mit der Medical Research Council (MRC) eine staatliche Forschungsförderung mit Einfluss auf die Biotechnologieindustrie. Im Gegensatz z.B. zu den französischen INSERM sind diese MRC Institute weniger stark räumlich zentralisiert. Zudem werden im Gegensatz zu Frankreich regionale Initiativen zur Förderung der Biotechnologie (z.B. Clusterpolitiken) deutlich zurückhaltender unterstützt.

Die Biotechnologieindustrie in Grossbritannien konzentriert sich räumlich auf einige wenige Regionen. Die grössten und bekanntesten dieser regionalen Biotechnologiecluster sind Cambridge und Oxford (Sainsbury 1999, Cooke 2003). Diese beiden Cluster werden im Folgenden als Vergleichsregionen herangezogen. Gemeinsam mit London bilden sie das sogenannte „goldene Biotechnologie Dreieck“. Eine weitere nennenswerte Konzentration von Biotechnologieunternehmen in Grossbritannien befindet sich in Mittelschottland zwischen den Städten Edinburgh und Glasgow.

5.3.1 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Cambridge

- a **Der Biotechnologiecluster in Cambridge:** Die Biotechnologieindustrie der Region Cambridge besteht aus 63 aktiven Unternehmen und ist damit der zweitgrösste in dieser Studie untersuchte Cluster. Biotechnologieunternehmen aus Cambridge sind im Vergleich zur Gesamtstichprobe überdurchschnittlich häufig auf die Entwicklung von Medikamenten und Bioinformatikanwendungen spezialisiert (siehe Tabelle 9). Der Anteil von Unternehmen, die nicht als Ausgründung entstanden sind (und die z.B. durch so genannte serielle Unternehmer gegründet wurden) ist im Vergleich zur Gesamtstichprobe hoch (siehe Tabelle 8). Auch deshalb gilt die Biotechnologieindustrie als besonders reif. Trotzdem wird Universitätsausgründungen eine herausragende Rolle

für die Entstehung des Biotechnologieclusters in Cambridge beigemessen (Casper u. Karamanos 2003, Garnsey u. Heffernan 2005).

- b Das regionalwirtschaftliche Umfeld in Cambridge:** Cambridge zählt zu den weltweit grössten Standorten von Hochtechnologieunternehmen (Garnsey u. Lawton-Smith 1998, Sainsbury 1999). Abb. 14 zeigt, dass der Beschäftigungsanteil von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen (also von solchen Hochtechnologieunternehmen) der höchste aller Untersuchungsregionen ist. Der Beschäftigungsbeitrag der chemisch-pharmazeutischen Industrie ist im Vergleich zu den anderen Untersuchungsregionen gering (siehe Abb. 11).
- c Das Wissenschaftsumfeld in Cambridge:** Kristallisationskern der Forschungslandschaft ist die University of Cambridge. Daneben sind eine Vielzahl weiterer Forschungseinrichtungen im Bereich Biotechnologie und Pharmazie in Cambridge ansässig, sodass das Wissenschaftsumfeld zu den dichtesten und qualitativ besten der Untersuchungsregionen zählt. Die Universität Cambridge ist mit 15 Ausgründungen wichtigster Inkubator der Region (zum Vergleich: in Bern, Genf oder Strasbourg gibt es insgesamt weniger als aktive 15 Biotechnologieunternehmen) .
- d Das regionale Politiksystem in Cambridge:** Im Jahr 2006 hatte die Region Cambridge 584 Tsd. Einwohner (BAK Basel 2007). Im Bereich Technologietransfer, Technologieparks Netzwerkitiativen und Wirtschaftsförderungen gibt es im Vergleich zu den anderen Untersuchungsregionen eine grössere Dichte von Initiativen. Im Unterschied zu den meisten anderen Untersuchungsregionen sind an manchen dieser Initiativen die Hochschulen der Region federführend beteiligt.

5.3.2 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Oxford

- a Der Biotechnologiecluster in Oxford:** In Oxford gibt es 47 aktive Biotechnologieunternehmen. Sie sind wie Unternehmen aus Cambridge überdurchschnittlich häufig im Bereich der Entwicklung von Medikamenten und Diagnostika tätig sind. Der Anteil dieser Unternehmen, die aus Universitäten und Forschungsinstituten ausgegründet wurden ist überdurchschnittlich (siehe Tabelle 8). Daneben gibt es in der Region Oxford überdurchschnittlich viele Niederlassungen von Biotechnologieunternehmen aus anderen Regionen.
- b Das regionalwirtschaftliche Umfeld in Oxford:** Oxford ist eine „Hochtechnologie-Ökonomie“. Diese wirtschaftliche Spezialisierung

zeigt sich auch in dem zweithöchsten Beschäftigungsanteil von Forschungs- und Entwicklung aller Regionen (siehe Abb. 14). Der Beschäftigungsanteil in der Pharmaindustrie zählt dagegen zu den niedrigsten von allen Untersuchungsregionen.

- c Das Wissenschaftsumfeld in Oxford:** Ähnlich wie Cambridge verfügt auch Oxford über eine der grössten Konzentration von Forschungseinrichtungen in Europa (Lawton-Smith 2003 u. 2004). Kern dieser Forschungslandschaft ist die University of Oxford. Eine weitere Parallele zur Region Cambridge ist die Wirtschaftsorientierung der Universität (Stichwort „entrepreneurial university“; siehe Kapitel 2.1.2). Die University of Oxford ist laut Lawton-Smith und Ho (2006) führend beim Wissens- und Technologietransfer von Forschungsergebnissen. Aus ihr wurden 24 Biotechnologieunternehmen ausgegründet.
- d Das regionale Politiksystem in Oxford:** Die Region Oxford umfasst neben der Kernstadt das County Oxfordshire. Die Region hat rund 628 Tsd. Einwohner (Stand 2006, BAK Basel 2007). Wie in Cambridge gibt es auch in Oxford eine grosse Dichte von halböffentlichen und öffentlichen Akteuren im Bereich des Wissens- und Technologietransfers und der Wirtschaftsförderung.

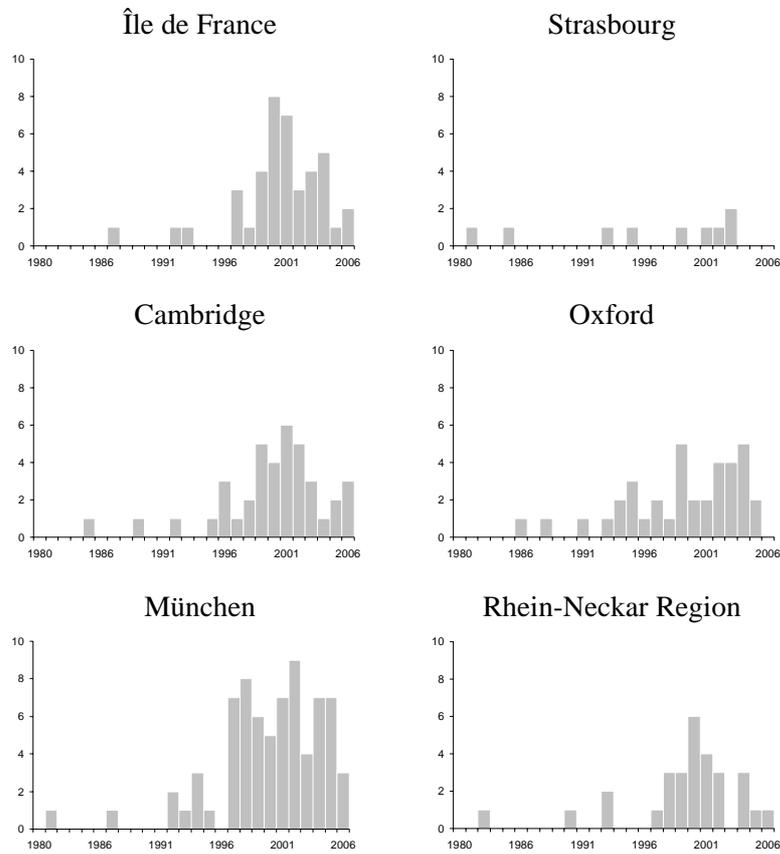


Abb. 15. Gründung von Biotechnologieunternehmen in Deutschen, Französischen und Britischen Regionen 1980–2006
 Quelle: Eigene Erhebung.

5.4 Die Deutsche Biotechnologieindustrie

Ähnlich wie die Schweiz und Frankreich gilt auch Deutschland als ein „latecomer“ bei der Biotechnologie (Casper et al. 1999, Casper 2000). Seit Ende der 1990er Jahre hat sich die Deutsche Biotechnologieindustrie bezüglich der Anzahl der Unternehmen zur Grössten in Europa entwickelt (siehe Tabelle 7, Ernst & Young 2002, 2003b, 2005a). Die Deutsche Biotechnologieindustrie gilt als besonders stark bei ermöglichenden Technologien, also Technologien die während des Forschungs-, Entwicklungs- oder Produktionsprozess eingesetzt werden und als besonders schwach bei der Produktentwicklung (Shyama u. Looze 2002).

Wie in Frankreich werden viele für die Biotechnologieindustrie wichtige Politikfelder in Deutschland auf der überregionalen Ebene bestimmt (auf Bundes- und auf Länderebene; Adelberger 2000, Kaiser u. Prange 2004). Die nationale Politik (oder die Politik auf Länderebene) wirkt sich dabei aber im Gegensatz zu Frankreich viel dezentraler aus. So sind spezialisierte Universitäten oder Forschungseinrichtungen z.B. der Fraunhofer-Gesellschaft (FHG) oder Max-Planck-Gesellschaft über ganz Deutschland verteilt. Deutsche Universitäten zählen in den Life Sciences international nicht zu den Spitzenhochschulen (Life-Sciences Ranking der Shanghai University 2007). Wie in Frankreich und in Grossbritannien ist neben der nationalen Forschungsförderung auch die Wirtschaftspolitik im Bereich Biotechnologieindustrie aktiv. Die Deutsche Wirtschaftspolitik gilt in diesem Bereich als weniger liberal als die der Schweiz oder Grossbritanniens. Aufgrund der föderalen Struktur wirkt sich diese Wirtschaftspolitik dezentraler aus als in Frankreich.

Im Vergleich zu Frankreich oder Grossbritannien sind Biotechnologie Unternehmen in Deutschland räumlich dezentraler verteilt. Im Folgenden werden mit München und der Rhein-Neckar Region zwei der Grössten Cluster als Fallstudien analysiert. Weitere Biotechnologiecluster gibt es zum im Rheinland, Berlin, der Rhein-Main Region, Jena oder Hamburg.

5.4.1 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts München

- a **Der Münchner Biotechnologiecluster:** Die Region München hat mit 75 Unternehmen den grössten Biotechnologiecluster aller Untersuchungsregionen. Münchner Biotechnologieunternehmen sind – typisch für die Deutsche Biotechnologieindustrie – häufig technologieorientiert und nur selten produktorientiert (siehe Tabelle 9). Im Vergleich zu den anderen Untersuchungsregionen zeichnet sich München durch eine gleichmässig hohe Gründungstätigkeit aus, die sich auch nach dem Ende der New Economy nur geringfügig abgeschwächt hat (siehe Abb. 15). Der Anteil der Ausgründungen aus der Wissenschaft gehört zu den höchsten der Stichprobe (siehe Tabelle 8).
- b **Das regionalwirtschaftliche Umfeld in München:** München gilt als eine der wirtschaftlich stärksten Regionen in Deutschland. Die Münchner Wirtschaft ist weder schwerpunktmässig auf kleine Hochtechnologieunternehmen (Forschungs- und Entwicklungsunternehmen) noch auf die Pharmaindustrie spezialisiert. Zwar gibt es in München relativ grosse Pharmaunternehmen (z.B. Roche), welche aber statistisch aufgrund der Grösse der Regionalwirtschaft wenig ins Gewicht fallen.
- c **Das Wissenschaftsumfeld in München:** In München gibt es eine besonders grosse Dichte an Forschungseinrichtungen im Bereich der Life-Sciences (Kaiser 2003). Mehrere Universitäten und spezialisierte Forschungseinrichtungen forschen und entwickeln in diesem Feld.
- d **Das regionale Politiksystem in München:** Die Region München hat rund 2,9 Mio. Einwohner und zählt damit zu den grössten Untersuchungsregionen (Stand 2006; BAK Basel 2007). Der Staat (die Stadt München und das Bundesland Bayern) betreiben z.B. über die Bio-M AG eine aktivere Förderung der Biotechnologieindustrie als es z.B. in den meisten Schweizer Clustern der Fall ist. Mit dem Innovations- und Gründerzentrum Biotechnologie (IZB) in Martinsried gibt es zudem einen räumlichen Kristallisationskern der Biotechnologieindustrie.

5.4.2 Kurzportrait des Biotechnologiestandorts Rhein-Neckar

- a **Der Biotechnologiecluster in der Rhein-Neckar Region:** Die Biotechnologieindustrie der Rhein-Neckar Region besteht aus 35 Unternehmen, die wie in München überdurchschnittlich häufig im Bereich Technologieentwicklung aktiv sind. Unternehmen aus der Rhein-Neckar Region sind deutlich häufiger Wirtschaftsausgründungen als bei den meisten anderen Untersuchungsregionen (siehe Tabelle 8).
- b **Das regionalwirtschaftliche Umfeld der Rhein-Neckar Region:** Die Region Rhein-Neckar ist wie Basel ein traditioneller Standort der chemisch-pharmazeutischen Industrie (z.B. BASF, Roche oder Abbott-Laboratories). Diese wirtschaftliche Spezialisierung der Rhein-Neckar Region zeigt sich an dem zweithöchsten Beschäftigungsanteil der chemisch-pharmazeutische Industrie von allen Untersuchungsregionen (siehe Abb. 11). Der Beschäftigungsanteil von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen lag im Jahr 2006 dagegen unter dem Durchschnitt der Gesamtstichprobe (siehe Abb. 14).
- c **Das Wissenschaftsumfeld der Rhein-Neckar Region:** Während das industrielle Herz der Region in den Städten Mannheim und Ludwigshafen liegt, ist Heidelberg das wissenschaftliche Zentrum (Stahlecker u. Krauss 2001, Krauss u. Stahlecker 2003). Insgesamt ist die Forschungslandschaft der Rhein-Neckar Region aber deutlich weniger dicht als z.B. in Cambridge, Oxford, Zürich oder München.
- d **Das regionale Politiksystem in der Rhein-Neckar Region:** Die Rhein-Neckar Region umfasst das Ballungsgebiet zwischen den Städten Heidelberg, Mannheim und Ludwigshafen in den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg. Im Baden-Württembergischen Teil der Region leben 984 Tsd. Einwohner, im Rheinlandpfälzischen Teil der Region 873 Tsd. Einwohner (ebenfalls Stand 2006, BAK Basel 2007). Wie in München gibt es regionale Clusterorganisationen und einen auf Biotechnologie spezialisierten Technologiepark.

5.5 Zwischenfazit: Die Biotechnologieunternehmen und ihr regionales Umfeld

Die Biotechnologiecluster in den Untersuchungsregionen unterscheiden sich in einigen Aspekten:

- Die Grösse der Biotechnologieindustrie unterscheidet sich deutlich. Insbesondere einige Schweizer Regionen – z.B. Bern – haben substantiell kleinere Biotechnologieindustrien als die Deutschen, Englischen und Französischen Vergleichsregionen. Dies ist vor allem Folge des Forschungsdesigns dieser Arbeit, bei dem alle – also auch die kleinen – Schweizer Biotechnologiecluster mit den führenden und grössten Cluster in den anderen Ländern verglichen werden. Dass unterschiedliche Cluster verglichen werden, ist dabei als Vorteil, nicht als Beschränkung dieser Studie zu verstehen. Die Vielfalt der Stichprobe ist Voraussetzung dafür, die Innovationsprozesse in unterschiedlichen Kontexten zu verstehen. Es ist anzunehmen, dass die Grösse der Biotechnologiecluster Einfluss auf die Bedeutung regionaler Netzwerke hat, da es bei kleinen Clustern weniger potenzielle Partner innerhalb der Region gibt, als in grossen Clustern. Dieser Frage wird im Folgenden noch nachgegangen.
- Bezüglich der Evolution unterscheiden sich Biotechnologiecluster, deren Entstehung eng mit der Pharmaindustrie zusammenhängt (dies sind vor allem Basel, die Rhein-Neckar Region und in geringerem Ausmass die Île de France), deren Entstehung vor allem durch Ausgründungen aus Hochschulen und Forschungsinstituten geprägt ist (Oxford, München, Strasbourg, Zürich, Lausanne und in geringerem Ausmass Cambridge) und deren Entstehung eng mit der Entwicklung einzelner, den Cluster prägender Unternehmen verbunden ist (Genf und Bern).
- Die Regionen unterscheiden sich bezüglich der Spezialisierung ihrer Biotechnologieunternehmen. Beispiele für Unterschiede sind der hohe Anteil entwicklungsorientierter Unternehmen in Grossbritannien oder der überdurchschnittliche Anteil technologieorientierter Unternehmen in Deutschland. Diese Unterschiede wurden bereits durch frühere Studien entdeckt und werden mit unterschiedlichen nationalen Wirtschafts-, Forschungs- und Technologiepolitiken und der unterschiedlich guten Verfügbarkeit von Risikokapital in Verbindung gebracht (Audretsch u. Cooke 2001, Casper u. Whitley 2004). Zudem deuten die Daten auch regionale Unterschiede an, die vor allem im Zusammenhang mit dem institu-

tionellen und regionalwirtschaftlichen Umfeld, also z.B. der Ausstattung der Region mit Forschungseinrichtungen stehen.²² Die Unterschiede bezüglich der Spezialisierung zwischen den untersuchten Clustern sind weniger trennscharf als die Unterschiede bei der Evolution.

Nicht nur die Biotechnologieindustrie, sondern auch der regionale Kontext unterscheidet sich in vielen Belangen:

- Zwar zeichnen sich alle Regionen durch eine hohe Dichte und Qualität von Grundlagenforschung aus; einige Regionen stechen aber hinsichtlich der Dichte und Qualität ihrer Universitäten heraus. Eine besonders hohe Dichte lässt sich für die Regionen Zürich, Lausanne, Cambridge, Oxford, Île de France und München erkennen.
- Basel, die Rhein Neckar Region und in geringeren Masse die Region Île de France in haben eine regionalwirtschaftliche Spezialisierung auf die mit der Biotechnologie verflochtene pharmazeutische Industrie.
- Cambridge, Oxford sowie geringerem Ausmass München, Zürich, Lausanne, Île de France und Strasbourg haben eine regionalwirtschaftliche Spezialisierung im Bereich von Forschung und Entwicklungsunternehmen und Hochtechnologie. Es ist anzunehmen, dass Hochtechnologieunternehmen aus verschiedenen Branchen (z.B. Informationstechnologie, Biotechnologie, Nanotechnologie etc.) von einer solchen „ko-lokation“ profitieren (siehe hierzu Kapitel 2.1.2). Vorteile liegen dabei in einem befördernden Umfeld für solche Unternehmen (z.B. gute Verfügbarkeit von Risikokapital oder aktive Wissens und Technologietransferinstitutionen).
- Des Weiteren bestehen hinsichtlich der Forschungs-, Technologie- und Wirtschaftspolitiken Unterschiede, wie stark der zentralstaatlicher Einfluss ist. Während dieser Einfluss in Frankreich z.B. mit der Förderung der Pôles de Compétitivité am stärksten ist, ist er im vergleichsweise liberalen Grossbritannien am geringsten. Deutschland und die Schweiz liegen bezüglich der Bedeutung nationaler Institutionen zwischen diesen beiden Polen. Trotz der föderalen Struktur und der liberalen Wirtschaftspolitik in der Schweiz ist hier der Einfluss der Bundesregierung aber nicht zu unterschätzen. So zeigen die hohen Anteile von Ausgründungen aus den beiden bundesfinanzierten ETH den grossen (regionalen) Einfluss, welche die Bundespolitik hat.

²² z.B. der hohe Anteil von Diagnostikunternehmen in der Rhein Neckar Region, dessen Ursache Ausgründungen aus dem Diagnostikunternehmen Böhlinger-Mannheim bzw. heute Roche Diagnostics sind. Ein weiteres Beispiel sind Bioinformatikunternehmen in Genf und Cambridge. An beiden Standorte gibt es spezialisierte Forschungseinrichtungen in diesem Feld.

Bezüglich der Struktur ihrer Biotechnologieindustrie und ihres wirtschaftlichen Umfelds lassen sich die untersuchten Regionen in drei Gruppen einteilen:

- Cambridge, Oxford, Lausanne und Strasbourg sind gekennzeichnet durch eine hohe Dichte von hervorragenden Forschungsinfrastrukturen, eine wirtschaftsräumliche Spezialisierung auf Hochtechnologiesektoren und Forschungs- und Entwicklungsunternehmen sowie eine von Wissenschaftsausgründungen geprägten Biotechnologiecluster.
- Die Regionen Basel und Rhein-Neckar sind durch eine Spezialisierung auf die chemisch-pharmazeutische Industrie gekennzeichnet. Der Basler Biotechnologiecluster wurde massgeblich durch Ausgründungen der Pharmaindustrie geprägt. Den regionalen Universitäten und Forschungseinrichtungen kommt eine geringe Bedeutung für die Entstehung des Biotechnologieclusters zu. Weniger eindeutig ist die Charakterisierung der raumwirtschaftlich polyzentrisch strukturierten Rhein-Neckar Region. Nur ein kleiner Teil der Biotechnologieindustrie ist aus der chemisch-pharmazeutischen Industrie entstanden, während Universitäten und Forschungseinrichtungen eine grössere Bedeutung für die Entstehung der Biotechnologieindustrie haben als in Basel.
- Île de France, München und Zürich sind grosse Regionalökonomien mit einer Vielzahl regionalwirtschaftlicher Spezialisierungen. Aufgrund der Grösse der Regionalökonomie spielt die Biotechnologieindustrie in diesen Regionen eine vergleichsweise geringe Rolle, obwohl es sich vor allem bei München und Île de France um im interregionalen Vergleich grosse Biotechnologiecluster handelt. Solche grosse Regionalwirtschaften können dabei zugleich durch Eigenschaften der Industrieregionen (Vorhandensein grosser Pharmaunternehmen in der und München; in Zürich ist dies nicht der Fall) als auch durch Eigenschaften von Hochtechnologieeregionen gekennzeichnet sein (Dichte Forschungslandschaft und hohe Bedeutung von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen, wie sie in allen drei Regionen zu finden ist). Alle drei Regionen sind zudem Standorte wichtiger nationaler Forschungseinrichtungen.
- Die Regionen Bern und Genf lassen sich keiner der oben genannten Gruppen zuordnen. In beiden Fällen sind die Biotechnologiecluster relativ klein und hängen eng mit der Entwicklung einzelner Unternehmens zusammen (Merck-Serono in Genf und Berna Biotech in Bern). In beiden Fällen haben diese Unternehmen grosse Bedeutung und Ausstrahlungskraft auf die übrige Biotechnologieindustrie dieser Regionen.

6 Grösse, Organisation und Entwicklung der Innovationsnetzwerke

In Kapitel 6 werden die grundlegenden Eigenschaften der Innovationsnetzwerke von Biotechnologieunternehmen untersucht. Zu diesen Eigenschaften zählen:

- die Grösse der Innovationsnetzwerke und die Anzahl der Verflechtungen pro Biotechnologieunternehmen (siehe Kapitel 6.1),
- die Struktur und Anzahl der beteiligten Partner (z.B. Universitäten, Forschungseinrichtungen, Pharmaunternehmen etc.; siehe Kapitel 6.2),
- die Entwicklung der Innovationsnetzwerke im Zeitverlauf (siehe Kapitel 6.3) und
- die Unterschiede der Innovationsnetzwerke in den verschiedenen Phasen des Innovationsprozesses (siehe Kapitel 6.4).

Durch die Untersuchung dieser grundlegenden Eigenschaften bildet das folgende Kapitel auch eine Grundlage für die detaillierte Analyse der Netzwerke, welche in den Kapiteln 7 bis 10 vorgenommen wird. Die im Zusammenhang mit der Untersuchung der Netzwerke verwendeten Begriffe werden in Tabelle 10 vorgestellt. Vorgehensweise dieser Arbeit ist, Innovationsnetzwerke durch Publikationen zu messen, welche durch mehrere Akteure bei der Entwicklung eines Medikaments, eines Diagnostikums oder einer Technologie verfasst wurden. Das genaue Vorgehen bei der Erhebung der Daten wurde in Kapitel 4.4 beschrieben.

Tabelle 10 Begrifflichkeiten der Netzwerkanalyse

Publikationen/ Veröffentlichungen	werden in der vorliegenden Arbeit als Indikator für Innovationsnetzwerke in der Biotechnologie verwendet. Die Vor- und Nachteile der verwendeten Methodik werden ausführlich in Kapitel 4.3 dargestellt. Innovationsnetzwerke bestehen aus Knoten („nodes“), also Akteuren und ihren Partnern und den Verbindungen („ties“) zwischen den Knoten. Diese Verbindungen werden als Verflechtungen bezeichnet.
Akteure	sind die Biotechnologieunternehmen in der Schweiz und in sechs weiteren Regionen in Europa, deren Innovationsnetzwerke untersucht werden (zur Auswahl dieser Regionen siehe Kapitel 4.1).
Verflechtungen/ Interaktionen	bezeichnen alle Verbindungen zwischen den untersuchten Akteuren und ihren Partnern.
Partner	sind Externe, mit denen die untersuchten Akteure zusammenarbeiten. Bei den Partnern kann es sich ebenfalls um Biotechnologieunternehmen handeln oder z.B. auch um Universitäten, Forschungseinrichtungen, Krankenhäuser oder Pharmaunternehmen. Die typischerweise am Innovationsprozess beteiligten Partner sind in Kapitel 3.5 aufgeführt.
Innovationsnetzwerke	Das Netzwerk der an einem Innovationsprozess beteiligten Akteure; also Unternehmen, Universitäten, Forschungseinrichtungen etc..
Wissenschaftsorientierte Verflechtungen	sind Verflechtungen mit Universitäten, Forschungseinrichtungen, Universitätskrankenhäusern und normalen Krankenhäusern
Wirtschaftsorientierte Verflechtungen	sind Verflechtungen mit anderen Unternehmen (Pharma-, Chemie-, Biotechnologieunternehmen, Dienstleistern, CRO und andere Unternehmen

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle 11 Kenngrössen der untersuchten Verflechtungen

	Akteure (publizierende Unternehmen)	Anteil publizierender an allen Unternehmen (in %)	Anzahl Publikationen	Anzahl Verflechtungen	Verflechtungen pro Unternehmen, arithm. Mittel	Verflechtungen pro Unternehmen, Ginikoeffizienten*	Anteil Verflechtungen klinische Forschung (in %)
Basel	27	71,05	357	546	13,22	0,28	15,41
Zürich	19	55,88	165	270	8,68	0,36	4,24
Bern	4	50,00	103	194	25,75	0,15	20,39
Genf	12	75,00	758	1'562	63,17	0,41	12,40
Lausanne	15	71,43	153	384	10,20	0,31	15,69
restl. Schweiz	9	47,37	73	121	8,11	0,21	4,11
Île de France	28	59,57	272	678	9,71	0,30	12,50
Strasbourg	13	86,67	738	1'425	56,77	0,41	9,08
Cambridge	46	60,53	950	1'684	20,65	0,31	10,00
Oxford	31	56,36	640	1'169	20,65	0,34	12,19
München	61	65,59	879	1'903	14,41	0,30	11,38
Rhein-Neckar Region	23	62,16	354	722	15,39	0,31	6,50
Total	288	62,75	5'442	10'658	18,90	-	11,04

* Der Ginikoeffizient ist ein Konzentrationsmass (Ausprägungen zwischen 0 und 1). Ein Ginikoeffizient nahe eins bedeutet, dass nur ein oder wenige Unternehmen für einen Grossteil der Verflechtungen verantwortlich ist; ein Ginikoeffizient nahe null bedeutet, dass alle Unternehmen in etwa gleich viele Verflechtungen unterhalten. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

6.1 Die Grösse der untersuchten Netzwerke

In den untersuchten Regionen haben 288 Unternehmen insgesamt 5'442 Publikationen veröffentlicht. 22,8 % (1243) der Publikationen wurden von Autoren der untersuchten Unternehmen ohne externe Partner veröffentlicht. Insgesamt 4'199 Publikationen wurden von den Akteuren gemeinsam mit 10'658 externen Kooperationspartnern verfasst (siehe Tabelle 11; wie in Kapitel 4.4 dargelegt, können an einer Publikation mehrere Partner beteiligt sein). Die Autoren dieser Publikationen und ihre externen Kooperationspartner werden zur Messung der Innovationsnetzwerke herangezogen.

Die Untersuchung der Biotechnologiecluster in den untersuchten Regionen in Kapitel 5 hat gezeigt, dass sich ihre Grösse deutlich unterscheidet. Die unterschiedliche Anzahl ansässiger Biotechnologieunternehmen beeinflusst auch die Grösse der Innovationsnetzwerke in den untersuchten Regionen (siehe Tabelle 11). Während im grössten untersuchten Cluster München 61 Unternehmen veröffentlicht haben, sind es im kleinsten untersuchten Cluster Bern nur vier Unternehmen. Die Unternehmen aus den beiden grössten untersuchten Biotechnologieclustern Cambridge und München sind durch ihre Innovationsnetzwerke mit 1'684 bzw. 1'903 Partner verflochten. Die kleinsten Biotechnologiecluster Bern und Zürich haben mit 194 Partnern respektive 270 Partnern mehr als sechsmal kleinere Innovationsnetzwerke.

Die untersuchten Biotechnologiecluster unterscheiden sich deutlich hinsichtlich der Verflechtungsstrukturen ihrer Unternehmen (siehe Abb. 16). Die in Tabelle 11 aufgeführten Ginikoeffizienten zeigen, dass in den Regionen Genf und Strasbourg nur ein Unternehmen für den Grossteil der erhobenen Verflechtungen verantwortlich ist, während die anderen Biotechnologieunternehmen in diesen Regionen deutlich weniger vernetzt sind. Der Ginikoeffizient ist ein Konzentrationsmass, welches Werte zwischen null und eins annehmen kann. Ein Ginikoeffizient von null zeigt eine totale Gleichverteilung an (alle Unternehmen haben gleich viele Verflechtungen), während ein Ginikoeffizient von eins totale Konzentration bedeutet (ein Unternehmen ist für alle Verflechtungen verantwortlich). Die bestimmenden Unternehmen in den Regionen Strasbourg und Genf sind Transgene (mit 1'175 externen Partnern) und Merck-Serono (mit 1'340 externen Partnern). In beiden Fällen handelt es sich um relativ grosse und etablierte Biotechnologieunternehmen. Die grosse Bedeutung dieser beiden Unternehmen für die Wirtschaftsregionen Strasbourg und Genf wurde in den Kapiteln 5.2.1 und 5.1.4 beschrieben.

Tabelle 12 Organisatorische Zugehörigkeit der Partner der Biotechnologieunternehmen in den Untersuchungsregionen; Anteile in %

	n=	Uni.	Forschungs- einrichtungen	Kranken- häuser	Unikranken- häuser	Biotech unt.	Betriebs- stätten des eigenen Unt.	Pharma- unt.	Chemie- unt.	andere Unt.	CRO	andere Dienst- leister	nicht klassi- fifizierbar
Basel	546	43,77	11,17	14,65	6,96	3,66	2,56	11,17	0,73	0,18	3,48	1,28	0,37
Zürich	270	60,00	10,74	3,33	14,81	6,67	0,74	1,48	0,00	0,37	0,37	0,37	1,11
Bern	194	55,15	18,56	9,28	6,70	2,06	0,52	3,09	0,00	0,52	1,55	2,06	0,52
Genf	1'562	45,26	19,14	12,93	8,96	3,65	5,25	2,11	0,06	0,26	1,02	0,38	0,96
Lausanne	384	48,18	13,02	14,58	14,84	3,65	0,78	1,30	0,52	0,52	2,08	0,00	0,52
restl. Schweiz	121	47,93	14,05	5,79	6,61	8,26	0,00	13,22	0,83	0,83	1,65	0,00	0,83
Île de France	678	30,09	42,48	12,39	7,23	3,54	1,03	2,36	0,15	0,15	0,44	0,00	0,15
Strasbourg	1'425	29,89	43,58	12,00	6,53	3,09	0,21	3,16	0,42	0,14	0,07	0,14	0,77
Cambridge	1'684	45,90	16,51	15,80	6,12	3,86	3,44	5,05	1,01	0,59	0,89	0,36	0,48
Oxford	1'169	48,25	14,54	13,60	9,92	3,51	1,20	5,39	0,94	0,51	0,51	1,37	0,26
München	1'903	54,65	24,12	4,05	6,36	4,05	1,58	2,94	0,05	0,16	0,95	0,42	0,68
Rhein-Neckar	722	52,63	30,19	2,35	7,06	2,08	0,42	2,35	0,14	1,52	0,42	0,28	0,55
Total	10'658	45,46	23,70	10,75	7,78	3,65	2,04	3,82	0,42	0,40	0,89	0,49	0,60

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Abb. 16 zeigt, dass die meisten Unternehmen deutlich weniger Verflechtungen unterhalten als Transgene oder Merck-Serono. Das durchschnittliche Biotechnologieunternehmen unterhielt im Zeitraum 1980 bis 2007 rund 19 Verflechtungen. Für 46,15 % der Unternehmen wurde nur eine bis fünf Verflechtungen erhoben. Diese geringe Verflechtungsintensität ist vor allem darauf zurückzuführen, dass das durchschnittliche Biotechnologieunternehmen relativ klein und relativ jung ist (für eine Beschreibung der typischen Eigenschaften dieser Unternehmen siehe Kapitel 3.3.3 und 0). Insbesondere in den Regionen Bern und Basel sind die Verflechtungsaktivitäten der dortigen Unternehmen deutlich ausgeglichener als z.B. in Strasbourg und Genf. Dies liegt daran, dass es in Basel nicht nur ein, sondern gleich mehrere bereits etablierte und relativ grosse Biotechnologieunternehmen gibt. Im Fall von Bern ist auf die geringe Grösse des Biotechnologieclusters hinzuweisen, die es erschwert, gesicherte Schlüsse über die Vernetzungsstrategie Berner Unternehmen abzuleiten. Insbesondere in Regionen mit jungen Biotechnologieclustern (wie Zürich oder die Île de France) und in Regionen mit einem hohen Anteil von Biotechnologiedienstleistern (z.B. die übrige Schweiz) haben die Biotechnologieunternehmen im Durchschnitt wenige Verflechtungen.

Bei Regionen mit einer relativ kleinen Biotechnologieclustern – wie z.B. Bern – oder Regionen mit einem bestimmenden Unternehmen – wie Strasbourg und Genf – ist bei der Interpretation der Netzwerkanalyse Vorsicht geboten, da die Charakteristika des regionalen Innovationsnetzwerks vor allem auf die Netzwerke einzelner Unternehmen zurückzuführen sein könnten. Aus diesem Grund wird im Folgenden bei der Analyse der Eigenschaften der Netzwerke darauf hingewiesen, wenn diese vor allem durch die Netzwerkstrategie einzelner Unternehmen bestimmt werden.

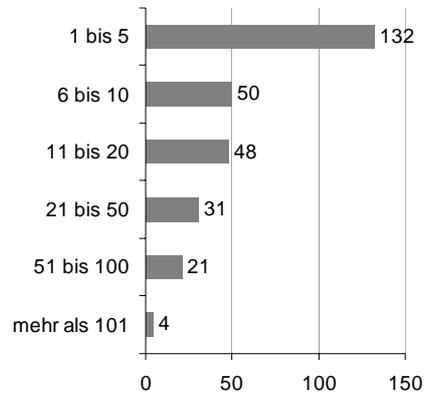


Abb. 16. Klassifizierte Anzahl Verflechtungen pro Biotechnologieunternehmen

Die meisten Biotechnologieunternehmen haben nur wenige Verflechtungen. Dies liegt vor allem daran, dass es sich typischerweise um junge, kleine Unternehmen handelt. (n=288). Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

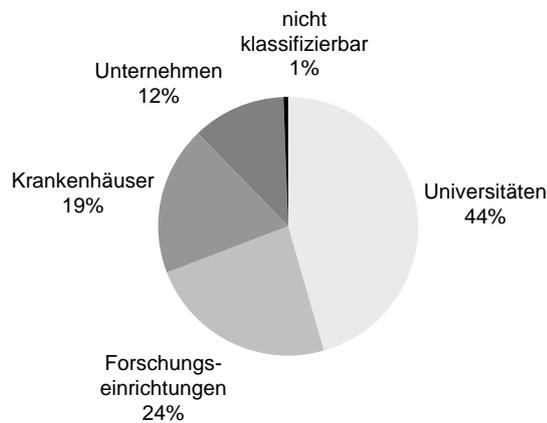


Abb. 17. Organisatorische Zugehörigkeit der Partner

Universitäten sind die häufigsten Partner von Biotechnologieunternehmen in ihren Innovationsnetzwerken. (n=10'658). Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

6.2 Die Kooperationspartner in Innovationsnetzwerken

Die Innovationsnetzwerke der untersuchten Biotechnologieunternehmen verbinden die verschiedenen Akteure der Wertschöpfungskette der Biotechnologieindustrie bzw. Pharmaindustrie. Diese sind z.B. Universitäten, Krankenhäuser, spezialisierte Dienstleister, Pharmaunternehmen oder andere Biotechnologieunternehmen. Die Wertschöpfungskette und die an ihr beteiligten Unternehmen und Organisationen wird in Kapitel 3.5 ausführlich beschrieben. Abb. 17 zeigt, dass die Zusammenarbeit zwischen Biotechnologieunternehmen mit Universitäten und Forschungseinrichtungen erwartungsgemäss die häufigste Form der Zusammenarbeit ist. 45,46 % aller Partner der untersuchten Biotechnologieunternehmen forschen an Universitäten und 23,70 % der Partner arbeiten an öffentlichen Forschungseinrichtungen (siehe auch Tabelle 12). Neben Universitäten und Forschungseinrichtungen sind auch Krankenhäuser wichtige Partner von Biotechnologieunternehmen. 10,75 % bzw. 7,78 % der Partner der untersuchten Biotechnologieunternehmen arbeiten als ForscherIn an Krankenhäusern respektive an Universitätskrankenhäusern. Nur ein relativ geringer Anteil der Verflechtungen der untersuchten Biotechnologieunternehmen besteht zu anderen Unternehmen (11,71 %). Von diesen Unternehmen sind fast jeweils ein Drittel Pharmaunternehmen (32,61 % der Unternehmen) und andere Biotechnologieunternehmen (31,17 %). Das übrige Drittel der Partner sind andere Betriebsstätten des gleichen Unternehmens (17,39 %), CRO (4,17 %), andere Dienstleister (7,61 %), Chemieunternehmen (3,61 %) und Unternehmen in anderen Branchen (3,45 %).

Der hohe Anteil von Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen spiegelt zum einen die grosse Bedeutung der Grundlagenforschung für die Biotechnologie- und die Pharmaindustrie wieder (siehe hierzu auch Kapitel 3). Zum anderen hat auch die verwendete Methodik zur Messung der Netzwerke Einfluss auf diesen hohen Anteil. So sind Veröffentlichungen – also der in dieser Arbeit verwendete Indikator für Netzwerke – in der universitären Forschung nicht nur Mittel dazu, Forschungsergebnisse durch die Forschergemeinschaft überprüfen zu lassen, sondern sind vor allem auch individueller Leistungsausweis der WissenschaftlerInnen (Nelson 2004). ForscherInnen an Universitäten und Forschungseinrichtungen neigen also eher dazu, Forschungsergebnisse zu publizieren, als Forscher in Unternehmen (für eine Diskussion dieser Verzerrung siehe auch Kapitel 4.3). Aufgrund dieser möglichen Verzerrung des Verhältnisses wird auf

den Vergleich der verschiedenen Anteile der Partnerorganisationen verzichtet. Ein Vergleich dieser Anteile zwischen den verschiedenen Unternehmen und Regionen ist von dieser Verzerrung nicht betroffen und wird in den folgenden Absätzen vorgenommen.

Die Unternehmen aus den elf Untersuchungsregionen unterscheiden sich hinsichtlich der Struktur ihrer Partner (siehe Tabelle 12). Abb. 18 und Abb. 19 zeigen anhand der Abweichungen vom arithmetischen Mittel der Gesamtstichprobe, mit welchen Partnern die Biotechnologieunternehmen in den Untersuchungsregionen zusammenarbeiten. Auffällig ist zunächst die grosse Streuung bezüglich der Bedeutung von Wirtschaftspartnern (siehe Teil A von Abb. 19). Der Wert eins ist der normierte mittlere Anteil der jeweiligen Partner (also z.B. Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Biotechnologieunternehmen) an allen erhobenen Verflechtungen. Ein Balken auf der rechten Seite der Abbildung bedeutet, dass die Unternehmen einer Region im Vergleich zur Gesamtstichprobe überdurchschnittlich stark mit diesen Partnern verflochten sind. Je länger der Balken, desto stärker ist die Abweichung vom Mittel der Stichprobe. Vor allem die Region Basel sticht heraus. Basler Biotechnologieunternehmen arbeiten überdurchschnittlich häufig mit Pharmadienleistern, CRO, Pharma- und Chemieunternehmen zusammen. 11,17 % respektive 0,73 % der Partner sind Pharmaunternehmen respektive Chemieunternehmen, während es im Durchschnitt nur 3,82 % beziehungsweise 0,42 % sind (siehe Tabelle 12). Auf der anderen Seite ist die Anzahl der Universitäten und Forschungseinrichtungen, die mit Basler Biotechnologieunternehmen zusammenarbeiten leicht unterdurchschnittlich.

Nur Unternehmen aus der restlichen Schweiz – also Unternehmen die ihren Standort nicht in einer der untersuchten Schweizer Biotechnologiecluster haben – sind noch stärker mit Wirtschaftspartnern verflochten als Basler Unternehmen. Wie auch bei Basler Unternehmen sind die Partner dieser Unternehmen vor allem im Bereich der Biotechnologie- und Pharmaindustrie zu suchen. Die „Wirtschaftsorientierung“ der Biotechnologieunternehmen aus der übrigen Schweiz resultiert im Gegensatz zu Basler Unternehmen daraus, dass es sich bei den Unternehmen aus der übrigen Schweiz zum grossen Teil um Dienstleistungsunternehmen handelt. Das Geschäftsmodell dieser Dienstleister basiert darauf, mit Pharma-, Chemie- oder Biotechnologieunternehmen zusammenzuarbeiten, Reagenzien zuzuliefern oder bestimmte Forschungs- oder Entwicklungsprozesse im Auftrag zu übernehmen (siehe auch Kapitel 3.5). Dienstleister verfolgen dabei häufig nicht eigene Innovationsprojekte, sondern sind Partner beim Innovationsprozess von Pharma-, Chemie- oder Biotechnologieunternehmen.

Ebenfalls eher wirtschaftsorientiert – wenn auch in geringerem Ausmass als Biotechnologieunternehmen aus Basel und der übrigen Schweiz – sind Unternehmen aus Cambridge und Oxford (siehe Teil A von Abb. 18). Im Fall von Cambridge ist der hohe Anteil von Wirtschaftspartnern vor allem Folge von innerbetrieblicher Innovationsnetzwerken, also den Verflechtungen zwischen verschiedenen Betriebstätten desselben Unternehmens (siehe Teil E von Abb. 19). Verantwortlich für diese grosse Bedeutung innerbetrieblicher Innovationsnetzwerke in der Region Cambridge ist das US-amerikanische Biotechnologieunternehmen Amgen. Dieses Unternehmen verfügt neben der Forschungseinrichtung in Cambridge über eine Vielzahl von Zweigbetrieben in den USA und in Europa. Eine noch höhere Bedeutung solcher innerbetrieblicher Netzwerke lässt sich nur noch für die Region Genf erkennen (siehe Teil E von Abb. 19). Verantwortlich ist hier das Biotechnologieunternehmen Merck-Serono, welches über weitere Betriebsstätten in der Schweiz (nahe Lausanne), in den USA, in Deutschland und in Italien verfügt.

Besonders in Richtung Wissenschaft (also Universitäten, Universitätskrankenhäuser, Forschungseinrichtungen, normale Krankenhäuser) orientiert sind Biotechnologieunternehmen aus den beiden französischen Regionen Île de France und Strasbourg. Abb. 18 und Abb. 19 zeigen, dass die Unternehmen aus diesen beiden Regionen eng mit der öffentlich finanzierten Grundlagenforschung verflochten sind. Diese Wissenschaftsnähe der Biotechnologieunternehmen gilt als eine spezifische Eigenschaft des französischen Innovationssystems – dies zeigen auch andere komparative Studien zu nationalen Innovationssystemen (siehe Kapitel 5.2; Shyama u. Looze 2002). Die Wissenschaftsorientierung der beiden französischen Regionen ist dabei vor allem darauf zurückzuführen, dass Unternehmen aus diesen Regionen erheblich enger mit Partnern an öffentlichen Forschungseinrichtungen verflochten sind, als Unternehmen aus anderen untersuchten Regionen. Kontakte zu Universitäten sind dagegen bei den Biotechnologieclustern in der Île de France und Strasbourg nur unterdurchschnittlich ausgeprägt (siehe Teil B von Abb. 18). Dies ist wiederum Folge des französischen Innovationssystems, mit seiner grossen Vielzahl solcher staatlichen Forschungseinrichtungen (z.B. INSERM oder CNRS, siehe hierzu auch Kapitel 5.2). Diese Forschungseinrichtungen unterhalten in der Regel enge Beziehungen zu Universitäten bzw. sind zum grossen Teil Universitäten angegliedert. Universitäten und Forschungseinrichtungen können in Frankreich also nicht so klar voneinander abgegrenzt werden, wie dies in der Schweiz, Deutschland oder Grossbritannien der Fall ist (siehe auch Kapitel 5.2).

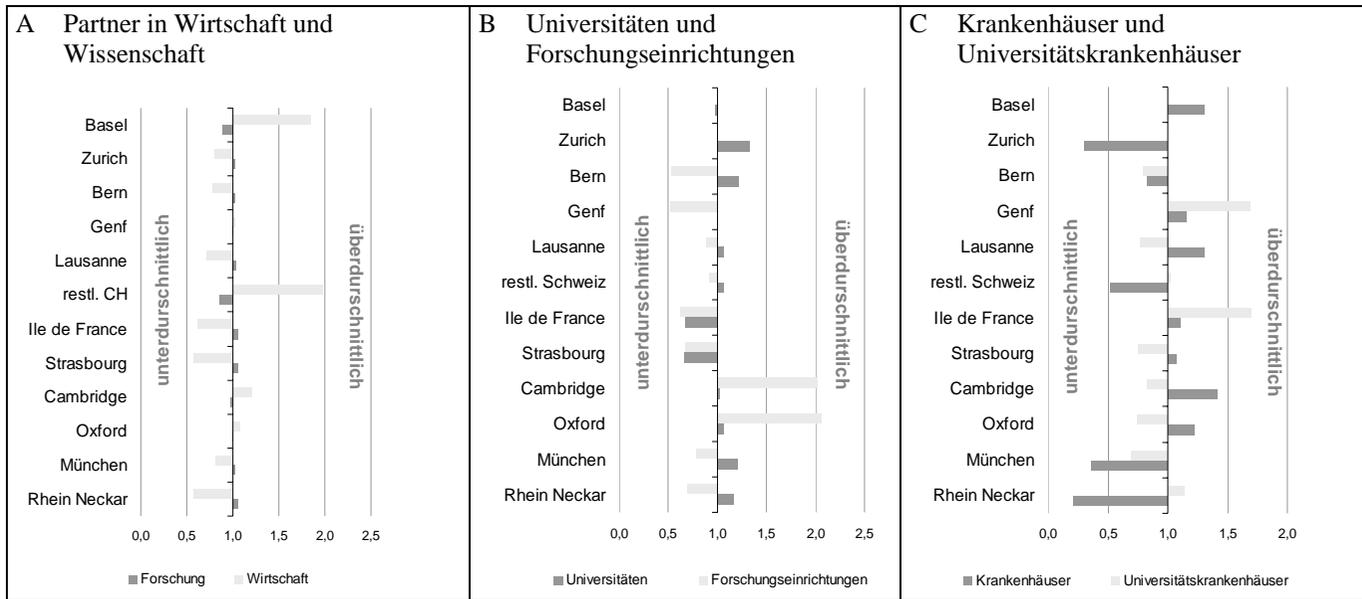


Abb. 18. Organisatorische Zugehörigkeit der Partner: Abweichungen von den durchschnittlichen Häufigkeiten, Teil 1

Der Wert eins ist der normierte mittlere Anteil der jeweiligen Partner (also z.B. Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Biotechnologieunternehmen) an allen erhobenen Verflechtungen. Ein Balken auf der rechten Seite der Abbildung bedeutet, dass die Unternehmen einer Region im Vergleich zur Gesamtstichprobe überdurchschnittlich stark mit diesen Partnern verflochten sind. Analog zeigt ein Balken auf der linken Seite eine unterdurchschnittliche Verflechtung mit den jeweiligen Organisationen an. Je länger der Balken, desto stärker die Abweichung vom Mittel der Stichprobe. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Ähnlich wie die Französischen Regionen sind auch die Unternehmen aus Lausanne, der Rhein-Neckar Region, München und Bern eher in Richtung Wissenschaft als in Richtung Wirtschaft ausgerichtet. Die beiden Deutschen Regionen zeigen dabei – ähnlich wie die Französischen Regionen – starke Verflechtungen zu öffentlichen Forschungseinrichtungen. Wie bei den französischen Regionen ist dies Folge des Innovationssystems, mit der grossen Bedeutung von Einrichtungen wie z.B. den Max-Planck-Instituten.

Eine ungewöhnliche Verflechtungsstruktur weist der Zürcher Biotechnologiecluster auf. Während die Zürcher Biotechnologieindustrie am stärksten wissenschaftsorientiert ist (60,00 % aller Partner arbeiten an Universitäten, während es bei der Gesamtstichprobe nur 45,46 % sind), unterhalten Zürcher Unternehmen überdurchschnittlich viele Kontakt zu anderen Biotechnologieunternehmen (6,67 % im Vergleich zu 3,65 % bei der Gesamtstichprobe). Dieses Verflechtungsmuster ist auf die Wirtschaftsstruktur Zürich zurückzuführen. In Zürich gibt fast keine Pharma oder Chemieunternehmen mit Forschungs-, Entwicklungs- oder Produktionsaktivitäten (siehe auch Kapitel 5.1.2; mehr zur Verflechtungsmuster Zürcher Unternehmen in Kapitel 7).

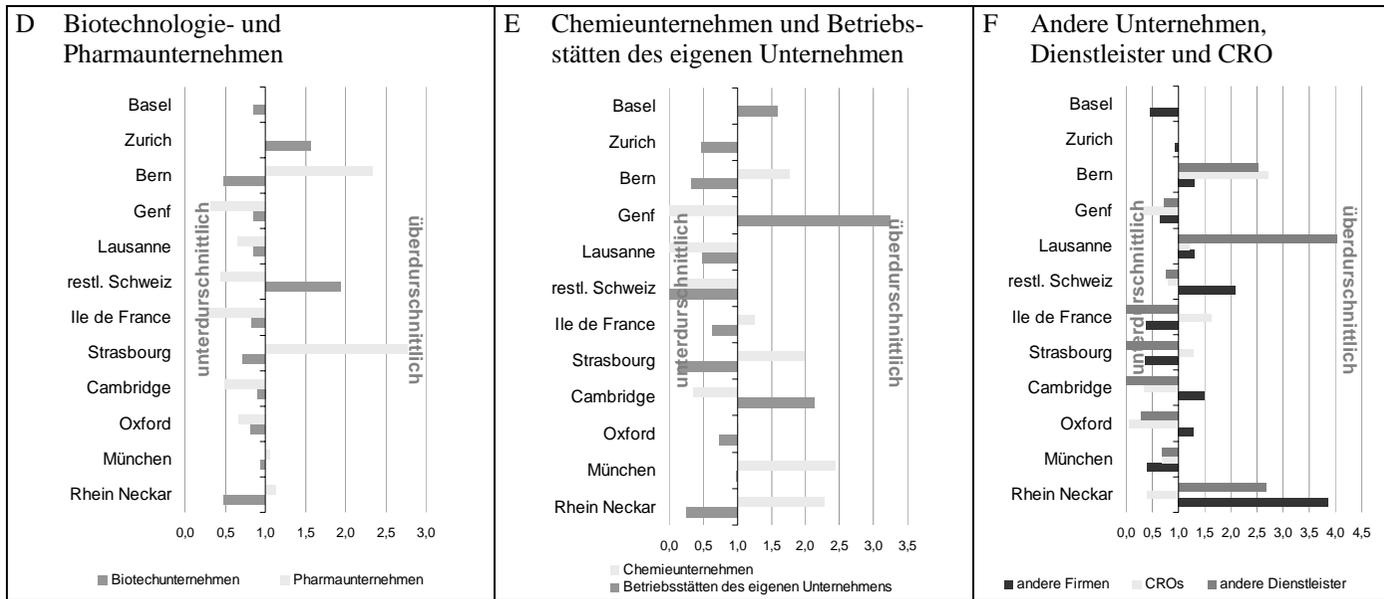


Abb. 19. Organisatorische Zugehörigkeit der Partner: Abweichungen von den durchschnittlichen Häufigkeiten, Teil 2.

Der Wert eins ist der normierte mittlere Anteil der jeweiligen Partner (also z.B. Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Biotechnologieunternehmen) an allen erhobenen Verflechtungen. Ein Balken auf der rechten Seite der Abbildung bedeutet, dass die Unternehmen einer Region im Vergleich zur Gesamtstichprobe überdurchschnittlich stark mit diesen Partnern verflochten sind. Analog zeigt ein Balken auf der linken Seite eine unterdurchschnittliche Verflechtung mit den jeweiligen Organisationen an. Je länger der Balken, desto stärker die Abweichung vom Mittel der Stichprobe. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

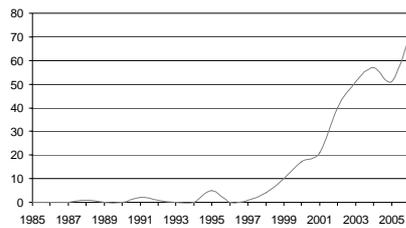
6.3 Die Veränderung der Netzwerke im Zeitverlauf

Bei der zeitlichen Entwicklung der Verflechtungen lässt sich für alle Untersuchungsregionen seit dem Ende der 1990er Jahre ein starker Anstieg der Verflechtungen erkennen (siehe Abb. 21). Dieser Anstieg korrespondiert eng mit der Entwicklung der Biotechnologieindustrie in Europa und der wachsenden Zahl von Biotechnologieunternehmen in den untersuchten Regionen (siehe auch Abb. 12 und Abb. 15 auf den Seiten 77 und 88 zur Gründung von Biotechnologieunternehmen im Zeitverlauf). Diese Entwicklung ist also als Folge des Branchentrends zu verstehen: Eine immer grössere Zahl von Biotechnologieunternehmen arbeitet an immer mehr Entwicklungsprojekten und kooperiert hier mit einer zunehmend grösseren Zahl von externen Partnern. Anzumerken ist, dass Unternehmen, die schon seit längerem nicht mehr bestehen bei der Erhebung der Verflechtungen zum Teil nicht berücksichtigt werden konnten (siehe Kapitel 4.2). Dies bedeutet, dass die Anzahl der Verflechtungen in den 1980ern und 1990ern aufgrund der angewandten Methodik leicht unterschätzt wird. Der Anteil von klinischen und nicht-klinischen Verflechtungen ist seit Beginn der 1980er Jahre weitgehend konstant. Auch das Verhältnis von Verflechtungen zu Wissenschafts- und Wirtschaftspartnern hat sich nur geringfügig verändert. Lediglich zu Beginn der 1990er Jahre hat sich der Anteil von Wirtschaftspartnern auf Kosten des Anteils der Wissenschaftspartner leicht erhöht, wobei auch weiterhin deutlich häufiger mit Wissenschaftspartnern zusammengearbeitet wird (siehe Abb. 22).

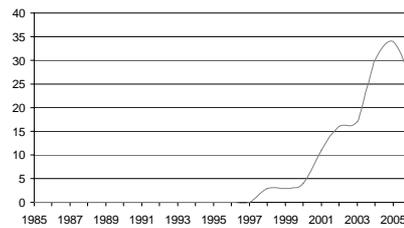
Bezüglich der Entwicklung der Netzwerke lassen sich nur geringe Unterschiede zwischen den Regionen ausmachen (siehe Abb. 20 und Abb. 23). In den reifen Biotechnologieclustern Cambridge und Oxford haben sich auch erste Netzwerke bereits früh etabliert. Gleiches gilt für Regionen mit etablierten Biotechnologieunternehmen. Vor allem der Biotechnologiecluster Strasbourg sticht heraus. Die Anzahl der erhobenen Verflechtungen lag in dieser Region bereits während der 1990er Jahre auf hohem Niveau, sodass der Anstieg in den letzten zehn Jahren deutlich geringer ausgefallen ist, als in den anderen Regionen. Grund hierfür sind die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des Strasbourger Biotechnologieunternehmens Transgene, welches für 82,46 % der Verflechtungen in der Region Strasbourg verantwortlich ist. Das im Jahr 1981 gegründete Biotechnologieunternehmen Transgene gehört zu den Vorreitern der Europäischen Biotechnologieindustrie (siehe auch 5.2.2, in dem auf die besondere Bedeutung

dieses Unternehmens für den Biotechnologiecluster in Strasbourg hingewiesen wird).

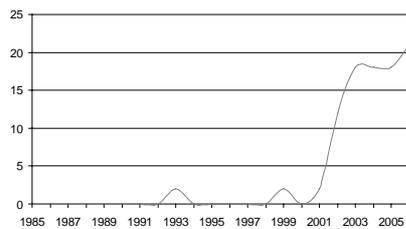
Basel, n=546



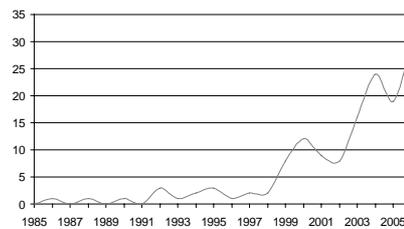
Zürich, n=270



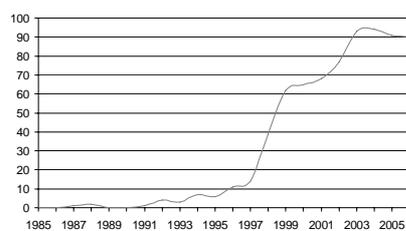
Bern, n=194



Lausanne, n=384



Genf, n=1'562



restl. Schweiz, n=121

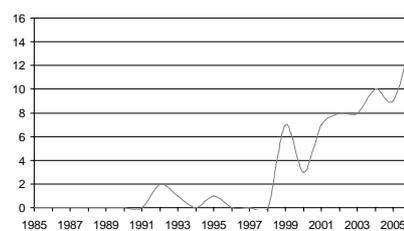


Abb. 20. Entwicklung der Verflechtungen in den Schweizer Untersuchungsregionen zwischen 1985 und 2006

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

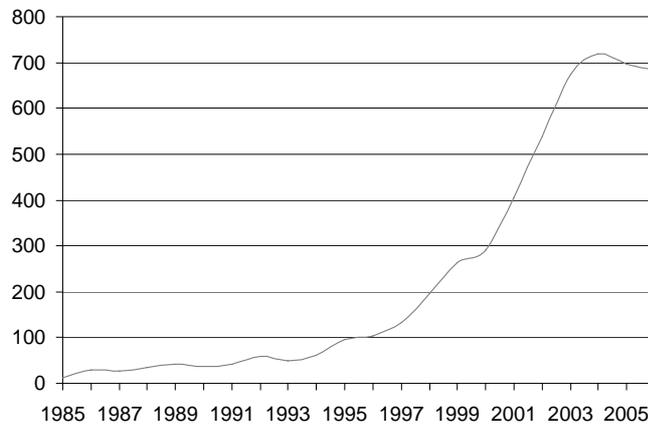


Abb. 21. Entwicklung der Verflechtungen zwischen 1985 und 2006

Die Anzahl der Verflechtungen in der Biotechnologie ist seit 1985 stark angestiegen. $n=10'658$. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Abb. 20 und Abb. 23 zeigen im Anschluss an den deutlichen Anstieg der Verflechtungen zwischen 1985 und 2004 in mehreren Untersuchungsregionen eine Trendumkehr und einen leichten Rückgang (vor allem Zürich, Oxford und Cambridge). Der Rückgang der Verflechtungsaktivitäten ist eine Folge der Krise der Biotechnologieindustrie zwischen den Jahren 2001 und 2003 (siehe auch Kapitel 3). Für die Zeitverzögerung zwischen der wirtschaftlichen Krise in den Jahren 2001 bis 2004 und dem Rückgang der erhobenen Netzwerkaktivitäten lassen sich zwei Gründe anführen (siehe hierzu auch Kapitel 4.4.1). Auf der einen Seite ist davon auszugehen, dass die Krise der Biotechnologieindustrie nicht unmittelbar zu einer Verringerung der Verflechtungsaktivitäten geführt hat, sondern sich diese erst nach einer Anpassungsperiode auswirkte, in der z.B. Forschungsbudgets überprüft und gekürzt wurden und Unternehmen vom Markt verschwunden sind. Auf der anderen Seite gibt es einen Zeitversatz zwischen der eigentlichen Forschungszusammenarbeit und dem Entstehen der Veröffentlichung der Daten – also dem verwendeten Indikator für Innovationsnetzwerke. Dieser Zeitversatz ist mit dafür verantwortlich, dass sich die Krise erst ab dem Jahr 2004 in den Daten zeigt.

Anzumerken ist, dass sich die untersuchten Netzwerke nicht nur aufgrund der Entwicklung der Biotechnologieindustrie verändern, sondern auch aufgrund der Entwicklung des einzelnen Unternehmens. So ist anzunehm-

men, das die Bestehensdauer eines Biotechnologieunternehmens Einfluss auf die Wahl der Partner und auf die Geographie der Netzwerke hat. Dieser Zusammenhang wird in Kapitel 10.1 untersucht.

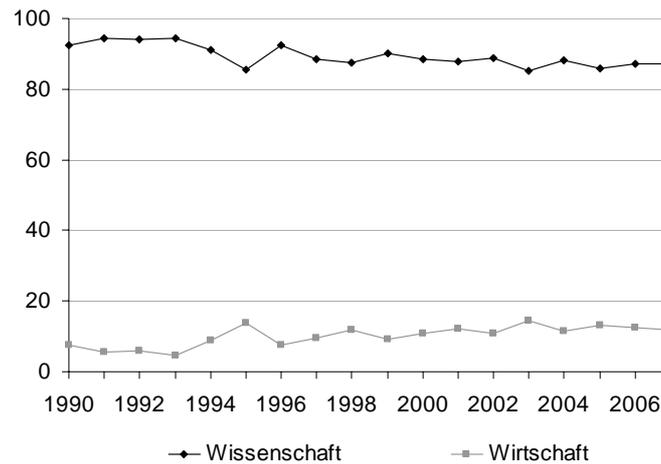


Abb. 22. Entwicklung der Anteile der Wirtschafts- und Wissenschaftspartner zwischen 1990 und 2007.

Der Anteil von Wirtschafts- und Wissenschaftspartnern ist weitgehend konstant. Seit dem Jahr 1993 ist eine leichte Zunahme der Wirtschaftspartner zu erkennen. (n=9'175). Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

6.4 Struktur und Organisation der Netzwerke: Unterschiede im Forschungs- und Entwicklungsprozess

Insgesamt können nur rund 11 % aller Verflechtungen als Teil von klinischen Studien klassifiziert werden (siehe Tabelle 11). Einen besonders hohen Anteil von solchen klinischer Verflechtungen haben Unternehmen aus Bern (20,39 %), Basel (15,41 %) und Lausanne (15,69 %). Einen geringen Anteil von Verflechtungen im Bereich der klinischen Forschungsprojekte kennzeichnet Biotechnologieunternehmen aus der restlichen Schweiz 4,11 %), Strasbourg (9,08 %), der Rhein-Neckar Regio (6,50 %), München (11,38 %) und Cambridge (10,00 %). Der Anteil klinischer Forschungsprojekte hängt zum einen vom Anteil produktorientierter Biotechnologieunternehmen ab. Nur bei klinischen Studien für die Medikamenten- und Diagnostikaentwicklung sind klinische Tests vorgeschrieben und nicht

für die Entwicklung von Technologien oder Dienstleistungen. Zum anderen hängt der Anteil davon ab, wie viele Produkte der Unternehmen sich in klinischen Entwicklungsphasen befinden (dazu, was diese Phasen sind, siehe Kapitel 3.4). Anzumerken ist, dass die beschriebenen Unterschiede bezüglich des Anteils klinischer bzw. nicht-klinischer Forschung zwischen den untersuchten Regionen zwar auf 0,000 Niveau signifikant, trotzdem aber nicht ausgesprochen gross sind. Aufgrund der grossen Stichprobe können auch kleine Unterschiede statistisch signifikant nachgewiesen werden.

6.5 Zwischenfazit: Grösse, Organisation und Entwicklung der Innovationsnetzwerke

Die Kapitel 6.1 bis 6.4 zeigen, dass die Innovationsnetzwerke der Biotechnologieunternehmen aus den verschiedenen Untersuchungsregionen hinsichtlich ihrer Grösse und des Anteils von klinischen Verflechtungen heterogen sind.

- Nur geringfügig unterscheiden sich die Netzwerke hinsichtlich ihrer Entwicklung im Zeitverlauf. Fast alle Netzwerke zeigen einen für die Biotechnologieindustrie typischen Verlauf der Verflechtungen mit einem starken Anstieg seit den späten 1990er Jahre und einem Abfall der Verflechtungsaktivitäten in Folge der Krise der Biotechnologieindustrie seit dem Jahr 2003. Ausnahme ist lediglich die Region Strasbourg, die aufgrund der Aktivitäten eines Biotechnologieunternehmens seit den 1980 eine etwa gleich starke Vernetzung der Akteure aufweist.

Besonders heterogen sind die Innovationsnetzwerke hinsichtlich der eingebundenen Partner. Die Unterschiede lassen sich an zwei Extrembeispielen festmachen.

- Das erste dieser Beispiele ist Basel, wo die Netzwerke ausgesprochen wirtschaftsorientiert sind. Pharmaunternehmen, Biotechnologieunternehmen und andere Unternehmen spielen eine überdurchschnittliche Rolle in den Innovationsnetzwerken der Unternehmen aus dieser Region. Andere ebenfalls **wirtschaftsorientierte** Innovationsnetzwerke haben Unternehmen aus der restlichen Schweiz, Cambridge und Oxford.
- Die Region Strasbourg ist das zweite Beispiel. Die Biotechnologieunternehmen aus dieser Region sind **wissenschaftsorientiert**, haben also viele Verflechtungen zu Universitäten, Forschungseinrichtung und Forschungskrankenhäuser. Ähnliche Muster lassen sich für die Innovations-

netzwerke der Unternehmen aus der Île de France, der Rhein-Neckar Region und in geringerem Ausmass aus Bern, Lausanne und München erkennen. Ein scheinbar widersprüchliches Muster zeigt die Region Zürich. Während die Unternehmen wissenschaftsorientiert sind, unterhalten sie dennoch anteilig überdurchschnittlich viele Verflechtungen zu anderen Biotechnologieunternehmen. Dieser Zusammenhang wird in den folgenden Kapiteln noch im Detail untersucht.

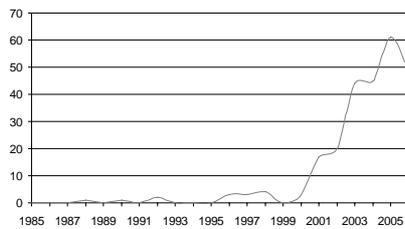
- Die Region Genf entspricht bezüglich ihrer Wirtschafts- und Wissenschaftsorientierung fast genau dem Durchschnitt der Gesamtstichprobe. Die Genfer Innovationsnetzwerke sind also weder überdurchschnittlich wirtschafts- noch wissenschaftsorientiert.

Bezüglich der an den Netzwerken beteiligten Organisationen unterscheiden sich aber nicht nur die Regionen. Auch auf der nationalen Ebene bestehen Unterschiede, die auf die unterschiedlichen nationalen Innovationssysteme zurückzuführen sind.

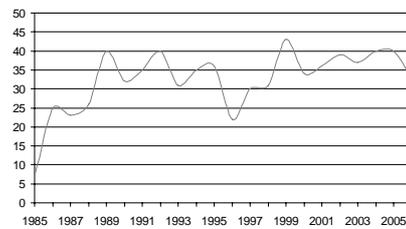
- So sind Unternehmen aus den **Französischen** und den **Deutschen Untersuchungsregionen** wissenschaftsorientiert.
- **Britische Biotechnologieunternehmen** sind dagegen eher wirtschaftsorientiert.
- Nur bei den Unternehmen aus den **Schweizer Untersuchungsregionen** zeigt sich kein einheitliches Bild: In der Schweiz gibt es mit Zürich und Lausanne zwei wissenschaftsorientierte Netzwerke und mit Basel und der restlichen Schweiz zwei stark wirtschaftsorientierte Netzwerke.

Was bedeuten diese Ergebnisse für die Wirtschaftspolitik und -förderung? Zu allererst deuten sie darauf hin, dass es kein Patentrezept gibt und dass Massnahmen an den Strukturen, Stärken und Schwächen der Innovationsnetzwerke, an der Unternehmensstruktur und am spezifischen Umfeld des Clusters ausgerichtet sein sollten. Zudem zeigt die grosse Bedeutung von Universitäten und öffentlichen Forschungsprozesse für die Innovationsprozesse der Biotechnologieunternehmen, wie bedeutend für diese Branche der Wissens- und Technologietransfer aus diesen Einrichtungen in die Wirtschaft ist. Wissens- und Technologietransfer beinhaltet nicht alleine die „Verwertung“ von Forschungsergebnissen (z.B. über Lizenzierung von Patenten) sondern auch die Unterstützung von Unternehmertum (durch die Ausgründung von Unternehmen aus Hochschulen wird Wissen kommerzialisiert) oder der Zusammenarbeit zwischen Forschern in Wissenschaft und Wirtschaft.

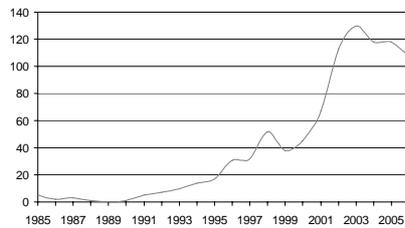
Île de France, n=678



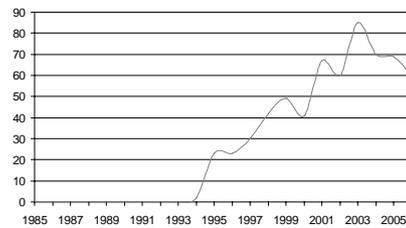
Strasbourg, n=1'425



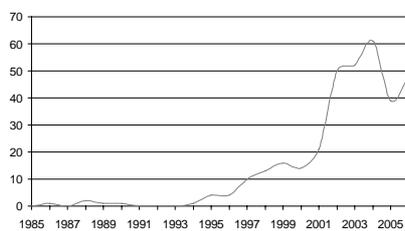
Cambridge, n=1'684



Oxford, n=1'169



Rhein-Neckar, n=722



München, n=1'903

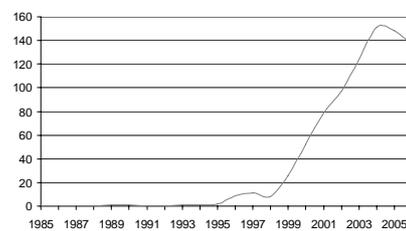


Abb. 23. Entwicklung der Verflechtungen in den Französischen, Britischen und Deutschen Untersuchungsregionen zwischen 1985 und 2006

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

7 Die Geographie der Innovationsnetzwerke

In Kapitel 7 werden die räumlichen Strukturen von Innovationsnetzwerken untersucht:

- Dazu wird in Kapitel 7.1 zunächst das Verhältnis von regionsinternen und regionsexternen Verflechtungen untersucht.
- Die Geographie der externen Verflechtungen ist Thema von Kapitel 7.2. Hauptziel dieses Kapitels ist es, darzustellen mit welchen anderen Ländern und Regionen die untersuchten Biotechnologieunternehmen in Beziehung stehen.
- Kapitel 7.3 beschäftigt sich mit der Frage, ob sich die Geographie der Netzwerke auch durch die Art der Partner (also z.B. Universitäten, Krankenhäuser oder Pharmaunternehmen) erklären lässt, ob also z.B. die Verflechtungen zu Universitäten eine andere räumliche Struktur aufweisen, als die zu Pharmaunternehmen.
- In den Kapiteln 7.4 und 7.5 wird untersucht, ob – und wenn ja – wie sich die Geographie der Netzwerke im Zeitverlauf verändert respektive vom Forschungs- und Entwicklungsstadium (z.B. klinische Studien) abhängt.

7.1 Regionsinterne, nationale und internationale Verflechtungen

Die Unterscheidung zwischen regionsinternen Verflechtungen auf der einen Seite und regionsexternen Verflechtungen auf der anderen Seite ist ein Hauptthema der Forschung zu Clustern, Innovationssystemen und Netzwerken (siehe auch Kapitel 2.1.3). Diese Ansätze betonen insbesondere die Bedeutung regionsinterner Verflechtungen für den Innovationsprozess und für den wirtschaftlichen Erfolg von Unternehmen. In den letzten Jahren hat sich der Fokus der Forschung verschoben und regionsexternen Verflechtungen (z.B. die von Bathelt et al. 2004 und, Maskell et al. 2006 beschriebenen „external pipelines“) rücken stärker ins Blickfeld der Forschung. Regionsexterne Verflechtungen unterteilen sich in Interaktionen mit Partnern im gleichen Land (hier als nationale Verflechtungen bezeich-

net) und Verflechtungen mit internationalen Partnern. Aufgrund der fehlenden Möglichkeit Netzwerke quantitativ zu messen und abzubilden, ist die genaue Bedeutung regionaler, nationaler und internationaler Verflechtungen aber bisher unklar (siehe auch Kapitel 2.3).

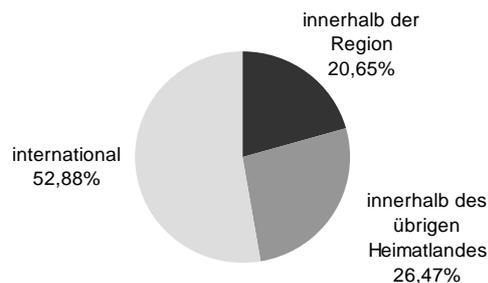


Abb. 24. Die Geographie der Verflechtungen

Internationale Verflechtungen sind am häufigsten. n=10'628.

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Die in dieser Studie untersuchten Innovationsnetzwerke haben internationalen Verflechtungen eine hohe Bedeutung (siehe Abb. 24). 52,88 % der Verflechtungen aller untersuchten Unternehmen werden mit ausländischen Partnern unterhalten. Lediglich 20,65 % respektive 26,47% der Partner stammen aus der eigenen Region respektive dem übrigen Heimatland.

7.1.1 Der Anteil regionsinterner Verflechtungen

Die Untersuchungsregionen unterscheiden sich bezüglich des Anteils regionaler, nationaler und internationaler Verflechtungen. Abb. 25 stellt das Verhältnis der regionsinternen Verflechtungen zu den regionsexternen Verflechtungen in den Untersuchungsregionen dar. Ein Balken auf der linken Seite der Abbildung bedeutet, dass die Biotechnologieunternehmen einer Region im Vergleich zur Gesamtstichprobe nur unterdurchschnittlich regionsintern vernetzt sind. Ein Balken auf der rechten Seite der Abbildung zeigt an, dass die Unternehmen aus der Region überdurchschnittlich extern vernetzt sind. Je länger der Balken, desto grösser ist der Unterschied zur Gesamtstichprobe. Eine überdurchschnittliche Bedeutung haben regionsinterne Netzwerke für Unternehmen aus der Île de France (44,99 % aller Verflechtungen sind hier regional), Zürich (42,75 %), der Rhein-Neckar Region (34,35 %) und München (26,88 %). Eher überregional ausgerichtet sind die Innovationsnetzwerke von Unternehmen aus Oxford

(nur 19,25 % der Verflechtungen sind regional), Basel (18,03 %), Bern (17,19 %), Strasbourg (17,05 %), Lausanne (15,97 %), Cambridge (15,02 %) und Genf (6,84 %). Unternehmen aus der restlichen Schweiz können bei dieser Analyse nicht berücksichtigt werden, da sie sich nicht einer einheitlichen Region zuzuordnen lassen.

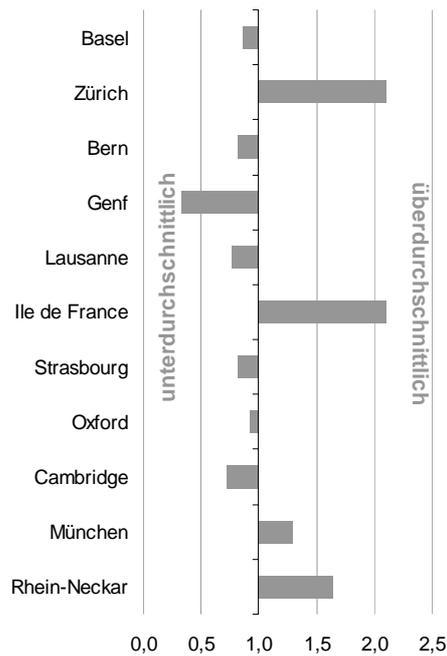


Abb. 25. Anteil regionsinterner Verflechtungen: Abweichungen von Durchschnittlich

Ein Balken auf der rechten Seite bedeutet, dass in der Region intraregionale Verflechtungen überdurchschnittlich häufig sind; ein Balken auf der linken Seite steht für eine unterdurchschnittliche Bedeutung von Verflechtungen auf dieser Massstabsebene. Je länger der Balken ist, desto grösser ist die Abweichung vom Durchschnitt der Gesamtstichprobe. n=2'195. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

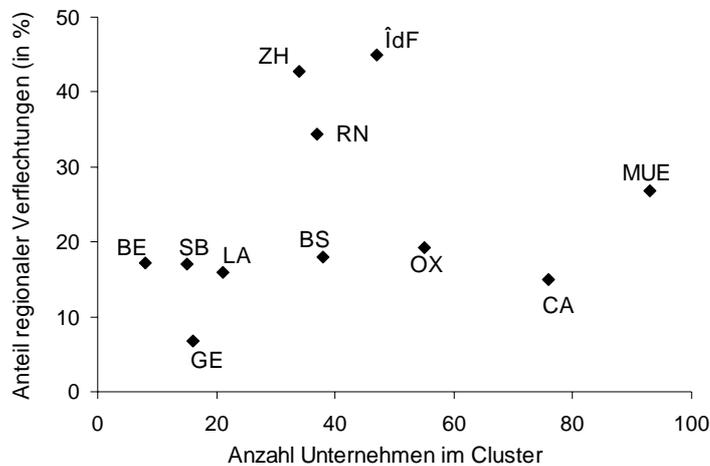


Abb. 26. Clustergrösse und Bedeutung regionaler Verflechtungen

Es besteht nur ein schwacher Zusammenhang zwischen der Grösse eines Cluster und dem Anteil regionaler Verflechtungen. Quelle: Eigene Berechnungen, Web of Science 2007.²³

Ein wichtiger Einflussfaktor auf die Geographie der Innovationsnetzwerke ist die Grösse des Biotechnologieclusters und die Anzahl potenzieller Partner in einer Region. Ceteris paribus müsste gelten, dass je grösser ein Cluster ist, desto mehr potenzielle Partner auf der regionalen Ebene gibt es und desto höher müsste der Anteil regionaler Verflechtungen sein. Die Anzahl von Biotechnologieunternehmen ist nur eine Teil des Bildes, da – wie in Kapitel 6.2 gezeigt – z.B. Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Krankenhäuser wichtige Kooperationspartner der Unternehmen sind. Dennoch ist die Anzahl von Biotechnologieunternehmen ein guter Indikator für die Grösse eines Clusters, da die Anzahl der Unternehmen eng mit der Quantität und Qualität der Forschungslandschaft eines Clusters zusammenhängt. Dass die Grösse des Biotechnologieclusters einen Einfluss auf die Bedeutung regionaler Verflechtung hat, zeigt zum einen der relativ geringe Anteil regionaler Verflechtungen bei Unternehmen aus den kleinen Biotechnologieclustern Strasbourg, Lausanne, Genf und Bern (siehe auch Abb. 26). Zum andern deutet die Häufigkeit regionaler Verflechtungen bei Unternehmen aus grossen Clustern wie Île de France oder München auf einen Einfluss der Clustergrösse auf die Geographie der Innovationsnetzwerke hin (zur Grösse der regionalen Cluster siehe Kapitel 5). Die hohe Bedeutung überregionaler Verflechtungen bei Unternehmen aus den

²³ BE = Bern, BS = Basel, CA = Cambridge, GE = Genf, IdF = Île de France, LA = Lausanne, MUE = München, OX = Oxford, RN = Rhein-Neckar Region, SB = Strasbourg, ZH = Zürich

grossen Biotechnologieclustern Cambridge und Oxford, die hohe Bedeutung regionaler Verflechtungen für Unternehmen aus dem verhältnismässig kleinen Zürcher Biotechnologiecluster und der relativ geringe Korrelation von +0,23 (mit $p = 0,51$ auch aufgrund der geringen Fallzahl nicht signifikant) zwischen der Clustergrösse und dem Anteil regionaler Verflechtungen zeigen aber auch, dass die Grösse eines Clusters nur einer von mehreren Einflussfaktoren auf die Geographie der Innovationsnetzwerke sein kann.

7.1.2 Der Anteil nationaler Verflechtungen

Bezüglich der Bedeutung der Verflechtungen auf nationaler Ebene ergibt sich ein anderes Bild als bei den in Kapitel untersuchten regionsinternen Verflechtungen. Unternehmen aus Grossbritannien, Frankreich und Deutschland sind besonders stark innerhalb ihrer Heimatländer verflochten. So stammen z.B. 31,29 % der Partner von Biotechnologieunternehmen aus Cambridge aus dem übrigen Grossbritannien. Bei Unternehmen aus Oxford sind es sogar 37,47 %. 35,28 % der Partner Münchner Unternehmen haben ihren Sitz im übrigen Deutschland während es bei Unternehmen aus der Rhein-Neckar Region noch 25,76 % sind. Die hohe Bedeutung von Partnern aus dem „übrigen Frankreich“ für Strassbourger Biotechnologieunternehmen (39,37 %) bei gleichzeitig relativ geringer Bedeutung von Partnern aus „dem übrigen Frankreich“ für Unternehmen aus der Île de France (lediglich 23,01 %) ist Ausdruck der zentralistischen Struktur Frankreichs und seiner Forschungslandschaft (siehe hierzu auch 5.2). Sowohl Biotechnologieunternehmen aus Strassbourg als auch aus der Île de France sind stark auf Partner in der Hauptstadt und ihrem Umland ausgerichtet. Diese Verflechtungsstruktur zeigt, dass neben den in der Literatur prominent genannten regionalen und internationalen Verflechtungen auch nationale Verflechtungen Bedeutung haben. Mehrere Gründe können hierfür verantwortlich sein:

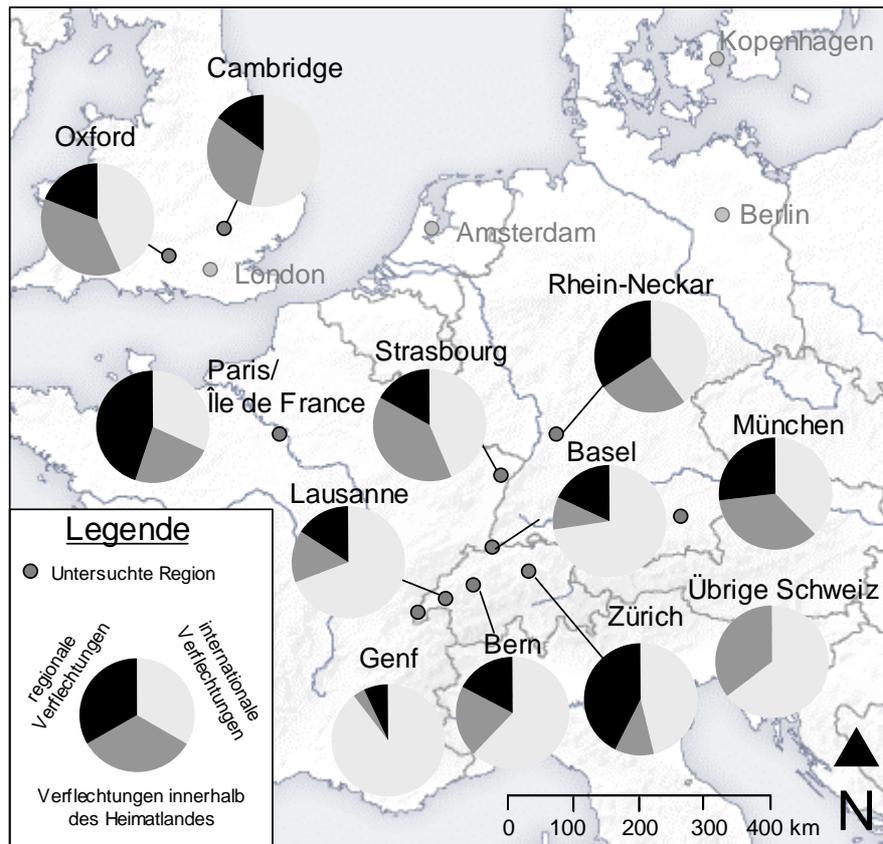
- Erstens unterstützt die nationale Forschungsförderung in vielen Ländern Kooperationen zwischen verschiedenen Institutionen. Bei vielen Programmen sind sogar Kooperationen mehrerer Institutionen vorgeschrieben. Allerdings gewinnt in allen Untersuchungsregionen (sogar bei den Schweizern) die Europäische Forschungsförderung an Gewicht, sodass anzunehmen ist, dass die Bedeutung nationaler Programme in Zukunft abnehmen wird.
- Der zweite, wichtige Einflussfaktor ist der Arbeitsmarkt. Karrieren finden auch heute trotz Auslandsaufenthalten überwiegend auf der nationalen Ebene statt. Die Grenzen zwischen den Forschungssystemen Frank-

reichs, Deutschlands und Grossbritanniens sind aufgrund institutioneller Unterschiede und den Sprachbarrieren wenig permeabel. Im Laufe der Karrieren werden aber auch die Kontakte geknüpft, die später wichtige Bedingung für Kooperationen innerhalb von Innovationsnetzwerken sein können.

Im Gegensatz zur Verflechtungsstruktur Deutscher, Britischer und Französischer Biotechnologieunternehmen fällt bei den Schweizer Unternehmen die relativ geringe Bedeutung von Verflechtungen innerhalb des Heimatlandes auf. Insbesondere Unternehmen aus Genf und Basel stehen heraus. Nur 3,42 % der Partner Genfer Unternehmen und 9,48 % der Partner Basler Unternehmen haben ihren Sitz in der übrigen Schweiz. In der Region Genf sind es wiederum vor allem die Beziehungsnetzwerke des Biotechnologieunternehmens Merck-Serono, welche die geringe Bedeutung von Verflechtungen in die übrige Schweiz ausmachen. Die Verflechtungen der anderen Genfer Unternehmen sind deutlich stärker auf ihr Heimatland ausgerichtet sind. Die geringe Bedeutung der nationaler Verflechtungen bei Schweizer Unternehmen lässt sich auf zwei Ursachen zurückführen:

- Erstens ist die Schweiz ein im Verhältnis zu den anderen untersuchten Ländern kleineres Land mit weniger potenziellen Partnern. Die Grösse der Schweizer Biotechnologieindustrie und Forschungslandschaft dürfte der wichtigste Grund für die geringe Bedeutung von Interaktionen auf der nationalen Ebene sein.
- Zweitens hat auch die Tatsache Einfluss, dass in der Schweiz die nationale Forschungsförderung weniger einflussreich ist als in den anderen Ländern. Zudem wird die nationale Forschungsförderung räumlich stark konzentriert vergeben, nämlich vor allem für die beiden ETH in Zürich und Lausanne (siehe Kapitel 5.1). In anderen Ländern gibt es über das ganze Land verteilte Verbünde von Forschungseinrichtungen (z.B. MPI in Deutschland, MRC in Grossbritannien und INSERM in Frankreich). Diese räumlich konzentrierte Forschungsförderung dürfte Einfluss auf die Geographie der Netzwerke haben, welche sich deshalb auf die Standorte der ETH konzentrieren und nicht über die ganze Schweiz verteilen. Die exakten Verflechtungsstrukturen innerhalb der Schweiz und die Bedeutung der beiden ETH wird im Detail in Kapitel 9 untersucht.
- Drittens ist der Schweizer Arbeitsmarkt und das Schweizer Forschungssystem eng mit Deutschland und Frankreich vernetzt (z.B. da keine Sprachbarrieren bestehen). Das oben angeführte Argument, dass die in der Regel nationale Ausdehnung der Arbeitsmärkte für den hohen Anteil nationaler Verflechtungen bei Innovationsnetzwerken verantwortlich ist,

gilt für die Schweiz also weniger als für die anderen untersuchten Länder. Schweizer Unternehmen müssten dann stärker mit Deutschen und Französischen Partnern verflochten sein, als mit Partnern aus anderen Ländern. Dieser Zusammenhang wird in Kapitel 7.2 überprüft.



Karte 7 Anteil regionaler, nationaler und internationaler Verflechtungen in den untersuchten Regionen

Besonders international sind die Innovationsnetzwerke Genfer, Basler und Lausanner Unternehmen. Bei den Innovationsnetzwerken von Unternehmen aus Zürich, der Île de France und der Rhein Neckar Region hat die Region eine besonders grosse Bedeutung. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

7.1.3 Der Anteil internationaler Verflechtungen

Hinsichtlich der internationalen Verflechtungen stechen die Unterschiede zwischen den Schweizer und Britischen Regionen auf der einen Seite und den Deutschen und Französischen Untersuchungsregionen auf der anderen Seite hervor. Während Biotechnologieunternehmen aus der Schweiz und aus Grossbritannien eher international orientiert sind, ist der Anteil der Verflechtungen auf diesem Massstab bei den Biotechnologieunternehmen aus den Deutschen und Französischen Regionen unterdurchschnittlich. Allerdings ist der grosse Anteil internationaler Partner Schweizer Unternehmen wiederum im Licht der Grösse der Schweiz zu interpretieren. Auffällig sind die relativ grossen Unterschiede zwischen den beiden Französischen Regionen. Unternehmen aus Strasbourg sind deutlich internationaler ausgerichtet, als Unternehmen aus der Île de France. Grund hierfür könnte zum einen die Grenzlage Strasbourgs sein. Zum anderen dürfte das Vorhandensein eines relativ grossen und etablierten Biotechnologieunternehmens (Transgene) zur Internationalität des Strasbourger Innovationsnetzwerks beitragen (zum Verhältnis zwischen der Internationalität eines Unternehmens und seiner Reife siehe auch Kapitel 10.1).

Tabelle 13 Anteil regionaler, nationaler und internationaler Verflechtungen; Anteile in %

	n	innerhalb der Region	innerhalb des übrigen Heimatlandes (national)	international
Basel	538	18,03	9,48	72,49
Zürich	262	42,75	11,07	46,18
Bern	192	17,19	20,83	61,98
Lausanne	382	15,97	14,92	69,11
Genf	1'550	6,84	3,42	89,74
restl. Schweiz	121	-*	35,54	64,46
Île de France	678	44,99	23,01	32,01
Strasbourg	1'425	17,05	39,37	43,58
Cambridge	1'684	15,02	31,29	53,68
Oxford	1'169	19,25	37,47	43,28
München	1'905	26,88	35,28	37,85
Rhein-Neckar Region	722	34,35	25,76	39,89
Total	10'628	20,65	26,47	52,88

* Die restl. Schweiz ist keine zusammenhängende Region. Deshalb gibt es hier keine intraregionalen Verflechtungen. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Tabelle 14 Die wichtigsten ausländischen Herkunftsländer der Partner; Anteile an allen Herkunftsländern in %

Herkunftsregion Biotechunternehmen	n	Partner aus:											
		USA	Deutsch- land	Frank- reich	Gross- britannien	Italien	Schweiz	Skandi- navien	Nieder- lande	Kanada	Australien	Belgien	Spanien
Basel	538	30,77	24,36	5,90	7,18	3,59	-*	3,85	0,77	2,56	4,10	0,51	1,03
Zürich	262	19,01	23,14	7,44	11,57	2,48	-*	3,31	0,83	4,13	0,00	4,13	1,65
Bern	192	20,17	28,57	3,36	5,88	10,92	-*	2,52	5,04	0,00	0,00	1,68	0,00
Lausanne	382	13,26	4,55	37,50	3,03	8,33	-*	3,79	1,89	3,79	0,00	4,92	2,27
Genf	1'550	26,96	8,63	17,18	11,93	10,64	-*	2,37	1,80	5,10	1,80	1,80	1,73
restl. Schweiz	121	21,79	25,64	10,26	3,85	7,69	-*	0,00	1,28	0,00	1,28	0,00	1,28
Île de France	678	25,35	8,29	-*	11,98	8,76	1,38	4,15	5,07	2,30	4,61	5,99	3,69
Strasbourg	1'425	34,94	7,57	-*	7,89	1,77	9,82	6,28	6,44	1,93	1,29	6,28	0,16
Cambridge	1'684	28,32	15,49	8,63	-*	3,98	2,32	5,42	5,64	1,99	3,98	3,98	3,87
Oxford	1'169	28,06	7,31	3,95	-*	3,56	7,91	4,55	4,74	3,16	8,50	1,98	1,58
München	1'905	31,62	-*	5,13	9,43	5,41	10,96	4,16	6,66	0,55	1,66	0,55	1,53
Rhein-Neckar Region	722	30,90	-*	6,94	9,72	2,78	13,89	4,17	3,13	2,08	1,74	0,35	2,78
total	10'628	28,13	9,80	9,56	7,06	6,00	4,34	4,04	3,99	2,79	2,78	2,67	1,92

* Verflechtungen innerhalb der Heimatländer der untersuchten Unternehmen werden nicht aufgeführt. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

7.2 Die Herkunft der Partner in Innovationsnetzwerken

Kapitel 7.1 hat gezeigt, dass nationale und internationale Verflechtungen eine grosse Bedeutung für die Innovationsnetzwerke von Biotechnologieunternehmen haben. Im folgenden Kapitel wird die Geographie dieser Verflechtungen untersucht. Zuerst wird der Frage nachgegangen, mit welchen Ländern und Regionen die untersuchten Biotechnologieunternehmen vernetzt sind. Im Anschluss wird untersucht, ob sich die Regionen bezüglich der Geographie ihrer Innovationsnetzwerke unterscheiden.

7.2.1 Herkunftsländer der Partner

Entsprechend der grossen Bedeutung der US-amerikanischen Biotechnologieindustrie und -wissenschaft stammt mit 28,13 % der grösste Anteil der ausländischen Partner aus diesem Land. Es folgen mit grossem Abstand Partner aus Deutschland (9,80 %), Frankreich (9,56 %), Grossbritannien (7,06 %) und Italien (6,00 %). Kleinere Länder, wie die Schweiz, die Niederlande und die für die Analyse zusammengefassten Skandinavischen Länder sind Standort von jeweils rund 4 % der Partner. Weitere rund 15 % der Partner haben ihren Standort in anderen Ländern (siehe Abb. 27 und Tabelle 14).

Die grosse Bedeutung von Deutschen, Französischen und insbesondere Italienischen Partnern entspricht in dieser Stärke nicht der weltweiten Bedeutung der Biotechnologieindustrien dieser Länder (zur Bedeutung der nationalen Biotechnologieindustrien dieser Länder siehe z.B. Tabelle 7 auf Seite 67). Vielmehr ist der grosse Anteil von Partnern aus diesen Ländern Folge der Geographie der Innovationsnetzwerke Schweizer Unternehmen, die intensiv mit Partnern in ihren Nachbarländern verflochten sind. Hierbei zeigen die analysierten Daten, dass Deutschschweizer Unternehmen häufig mit Deutschen Partnern zusammenarbeiten, während Unternehmen aus der Romandie (dem französischsprachigem Landesteil der Schweiz) überdurchschnittlich häufig mit Partnern aus Frankreich und Belgien zusammenarbeiten. Dieses Interaktionsmuster bestätigt die in Kapitel 7.1.2 formulierte Hypothese, dass Innovationsnetzwerke auch durch Sprachbarrieren, die Ausgestaltung von Universitätssystemen und die Durchlässigkeit von Arbeitsmärkten geprägt werden.

Die grosse Bedeutung italienischer Partner ist nicht auf Verflechtungen von Unternehmen aus der italienischsprachigen Schweiz zurückzuführen. Wie in Kapitel 5.1 dargelegt, gibt es im italienischsprachigen Kanton Tes-

sin keine nennenswerte Biotechnologieindustrie. Vielmehr ist die grosse Bedeutung von italienischen Partnern vor allem auf die Verflechtungen des Genfer Biotechnologieunternehmens Merck-Serono zurückzuführen, welches ursprünglich in Italien gegründet wurde.

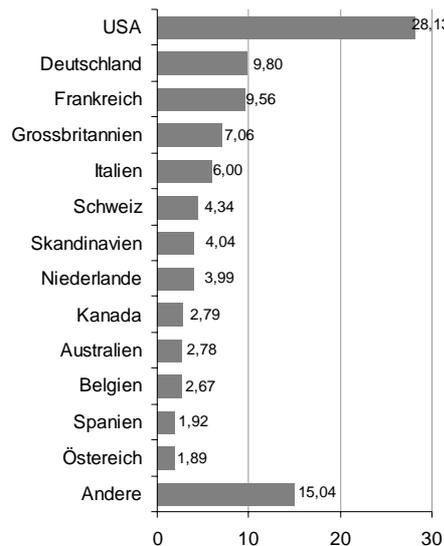


Abb. 27. Herkunftsländer der Partner, Anteil in %
Die USA sind mit grossem Abstand wichtigstes Herkunftsland der Partner. n=10'628. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

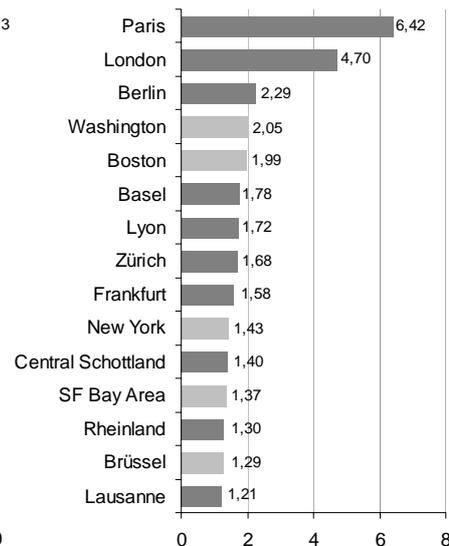


Abb. 28. Herkunftsregionen der Partner, Anteil in %
Regionen ausserhalb der untersuchten Länder sind hellgrau dargestellt. n=10'628. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Eine entlang von Sprachgrenzen abgegrenzte Verflechtungsstruktur lässt sich auch für die Französischen und Deutsche Biotechnologieunternehmen erkennen. So arbeiten Biotechnologieunternehmen aus der Île de France und aus Strasbourg überdurchschnittlich häufig mit Partnern aus dem französischsprachigen Teil Belgiens zusammen während Unternehmen aus München und der Rhein-Neckar Region überdurchschnittlich viele Österreichische Partner haben. Der Sprachraum und der zusammenhängende bzw. zusammenwachsende Arbeitsmarkt beeinflusst also die Struktur der Innovationsnetzwerke. Ein solches anhand von Sprachräumen abgegrenztes Verflechtungsmuster lässt sich nicht für Britische Unternehmen erkennen. Britische Biotechnologieunternehmen arbeiten nicht häufiger mit US-

Amerikanischen, Kanadischen oder Australischen Partnern zusammen als Deutsche, Schweizer oder Französische Unternehmen (siehe Tabelle 16). Einer Erklärung hierfür ist, dass Englisch die „Arbeitsprache“ der Biotechnologie ist. Hierfür spricht, dass alle erhobenen Veröffentlichungen auf Englisch verfasst wurden. Einen englischsprachigen Partner findet ein Unternehmen also nicht nur in den USA sondern genauso gut in der Schweiz oder in Deutschland.

Überraschend ist die geringe Zahl von Partnern in Asien und hier insbesondere aus Japan, Korea, Taiwan und China. In diesen Ländern gibt es etablierte Hochtechnologieindustrien und renommierte Forschungsuniversitäten und -institute oder sie befinden sich derzeit im Aufbau. Zu erklären ist diese geringe Bedeutung asiatischer Industrieländer aber mit der sektoralen Struktur der Wirtschaft dieser Nationen. Die Biotechnologie- und Pharmaindustrie spielen in den Volkswirtschaften der genannten Länder zurzeit nur eine geringe Rolle (Tang et al. 2003, Shahi 2004). Diese dürfte sich auch in der Spezialisierung der Universitäten und Forschungseinrichtungen widerspiegeln, sodass es in diesen Ländern nur relativ wenige potenzielle Partner für Biotechnologieunternehmen gibt. Diese derzeit relativ geringe Bedeutung könnte sich aber in Zukunft deutlich ändern. Länder wie Indien, China oder auch Singapur setzen darauf, die Biotechnologie- und Pharmaindustrie zu entwickeln.

7.2.2 Herkunftsregionen der Partner

Es lassen sich aber nicht nur länder- sondern auch regionsspezifische Verflechtungsmuster erkennen. Während z.B. Unternehmen aus Basel, der Rhein-Neckar Region, Strassburg und München überdurchschnittlich häufig mit US-Amerikanischen Partnern zusammenarbeiten, suchen Zürcher und Lausanner Unternehmen nur selten die transatlantische Kooperationen (Tabelle 14). Solche spezifische Verflechtungsmuster lassen sich für fast alle untersuchten Regionen erkennen. Sie sind in vielen Fällen auf intensive, lange bestehende Verflechtungen einzelner Unternehmen zurückzuführen.

Wird auch die Herkunft der Partner auf die regionaler Ebene herunter gebrochen, zeigt sich, dass am häufigsten mit Partnern in der Île de France (6,42 % der Partner), London (4,70 %), Berlin (2,29 %) und Lyon (1,72 %) zusammengearbeitet wird (siehe Abb. 28). Dieses Muster ist stark durch die nationalen Verflechtungen der untersuchten Unternehmen geprägt

Tabelle 15 Die wichtigsten Herkunftsregionen der Partner aus der Schweiz, Grossbritannien, Frankreich und Deutschland; Anteile an allen Herkunftsregionen in %

Herkunftsregion Biotech- unternehmen	n	Partner aus:											
		Île de France	London	Berlin	Basel	Lyon	Zürich	Frankfurt	Central Schottland	Rhein- land	Rhein- Neckar	Lausanne	Genf
Basel	538	2,93	1,13	0,90	-*	0,00	7,22	0,23	0,23	2,71	0,68	2,93	1,35
Zürich	262	1,33	1,33	6,00	4,67	1,33	-*	0,00	1,33	0,00	0,67	10,00	0,67
Bern	192	2,48	0,62	2,48	9,94	0,00	9,94	0,00	0,00	0,62	0,00	1,24	0,62
Lausanne	382	9,66	0,62	0,00	2,80	1,56	2,18	0,31	0,31	0,00	0,93	-*	16,51
Genf	1'550	7,19	3,18	0,28	1,52	1,04	0,83	0,76	1,18	0,76	0,62	2,21	-*
Île de France	678	-*	1,88	1,61	0,00	7,24	0,54	0,27	0,00	0,27	0,27	0,27	0,00
Strasbourg	1'425	26,90	1,44	0,25	1,52	7,36	1,10	0,08	1,18	0,00	0,68	0,59	1,78
Cambridge	1'684	2,10	10,83	0,35	0,35	0,49	0,00	2,17	2,10	0,63	0,84	0,28	0,14
Oxford	1'169	1,17	13,98	0,64	1,48	0,11	0,32	0,11	4,03	0,64	0,32	0,42	0,74
München	1'905	1,29	1,65	8,61	1,51	0,07	3,16	3,95	0,57	4,16	4,31	0,72	0,07
Rhein-Neckar	722	2,32	1,27	6,12	5,91	0,00	1,69	6,54	1,48	2,53	0,00	0,00	0,00
Total	10'628	6,42	4,70	2,29	1,78	1,72	1,68	1,58	1,40	1,30	1,21	1,21	1,16

* Verflechtungen innerhalb der untersuchten Regionen werden nicht aufgeführt. Quelle: Eigene Berechnung; Web of Science 2007.

(siehe Tabelle 15 und Tabelle 16).²⁴ Die grosse Bedeutung der Île de France ist also vor allem Folge davon, dass Strasbourger Unternehmen mit Partnern aus dieser Region kooperieren (mehr als ein Viertel der Partner Strasbourger Unternehmen haben ihren Standort in der Île de France), während Unternehmen aus den anderen untersuchten Regionen nur selten mit Partnern aus der Île de France zusammenarbeiten. Wie bereits im Kapitel 5.2 dargestellt, ist die Île de France das unangefochtene Zentrum der Französischen Biotechnologieindustrie und -forschung. Ein ähnlicher Zusammenhang gilt auch für Berlin und London. Unternehmen aus München und der Rhein-Neckar Region sind für einen Grossteil der Verflechtungen nach Berlin verantwortlich, während Unternehmen aus Cambridge und Oxford überdurchschnittlich häufig mit Partnern aus London zusammenarbeiten. Mit Partnern in Basel und Zürich sind vor allem die Unternehmen aus den anderen Schweizer Regionen verflochten (Die Schweizer Verflechtungen werden im Detail in Kapitel 9 untersucht). Diese Muster zeigen deutlich, dass nationale Institutionen und Landesgrenzen auch in der stark international geprägten Biotechnologieindustrie von grosser Bedeutung sind.

Werden nur die grenzüberschreitenden Verflechtungen untersucht, zeigt sich wiederum die grosse Bedeutung der USA in der Biotechnologieindustrie und -forschung (siehe Tabelle 16): Die wichtigsten Partner ausserhalb der vier untersuchten Länder kommen aus Washington DC (2,05 % der Partner), Boston (1,99 %), New York (1,43 %) und das San Francisco Bay Area (1,4 %). Wichtig im internationalen Massstab sind auch Partner aus Basel und Zürich, die vor allem mit Deutschen Biotechnologieunternehmen verflochten sind.

²⁴ Die Partner von Unternehmen werden detailliert für die grössten Agglomerationen und für die wichtigsten anderen Biotechnologiecluster analysiert:

- Andere Biotechnologiecluster in Grossbritannien sind London und Zentralschottland. Die grössten Agglomerationen sind neben London Birmingham, Leeds/Bradford, Sheffield Liverpool Manchester und Bristol.
- In Frankreich sind andere Biotechnologiecluster Grenoble und Nizza/Sofia Antipolis. Die grössten Städte sind Lyon, Bordeaux, Montpellier, Toulouse, Nantes und Rennes.
- Bedeutende Cluster in Deutschland sind das Rheinland (Köln, Düsseldorf und Umgebung) und Berlin. Grosse Agglomerationen sind Frankfurt, das Ruhrgebiet, Hannover/Südniedersachsen und Stuttgart.

Tabelle 16 Die wichtigsten internationalen Herkunftsregionen; Anteil an allen Herkunftsregionen in %

Herkunftsregion Biotechunternehmen	Partner aus:												
	N	Washing- ton DC	Boston	New York	Bay Area	Randstad	Brüssel	LA	San Diego	Research Triangle	Wien	Stockholm/ Uppsala	Kopen- hagen
Basel	538	0,68	2,03	2,03	2,26	0,00	0,00	1,13	4,29	2,26	0,45	0,45	2,26
Zürich	262	0,00	1,33	0,00	3,33	0,00	0,00	0,67	0,67	0,67	2,67	0,00	0,00
Bern	192	0,62	1,24	0,00	0,00	1,24	1,24	0,00	0,00	1,24	0,62	1,24	0,62
Lausanne	382	0,00	1,56	0,00	1,56	0,00	2,80	1,25	1,56	0,31	0,31	0,31	0,00
Genf	1'550	1,87	4,84	2,84	2,28	1,24	1,45	1,04	0,48	0,28	0,07	0,55	0,28
Île de France	678	4,29	0,00	0,27	0,00	1,61	3,75	0,54	0,27	0,00	0,00	0,80	0,27
Strasbourg	1'425	4,74	0,68	1,02	0,68	1,35	2,79	0,68	0,42	0,51	0,25	2,20	0,25
Cambridge	1'684	1,12	1,89	1,05	1,61	1,68	1,54	1,54	0,84	0,77	1,33	0,70	1,05
Oxford	1'169	1,80	0,64	1,48	0,95	1,59	0,42	2,01	0,32	1,17	0,00	0,42	0,32
München	1'905	2,37	2,44	1,29	1,15	1,01	0,29	0,14	0,36	0,50	1,87	0,36	0,72
Rhein-Neckar	722	0,84	1,05	2,11	1,48	0,84	0,00	1,69	0,42	2,11	1,05	0,21	0,84
total	10'628	2,05	1,99	1,43	1,37	1,17	1,29	1,02	0,72	0,75	0,75	0,73	0,60

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

7.3 Die Geographie der Netzwerke nach organisatorischer Zugehörigkeit der Partner

In den folgenden Abschnitten wird untersucht, wie die in den Kapiteln 7.1 und 7.2 untersuchte Geographie mit der Organisationsstruktur der Netzwerke zusammenhängt. Sind z.B. die Kontakte zu Universitäten eher regional als die zu Pharmaunternehmen, sind die US-amerikanischen Partner häufiger an Universitäten zu finden als die Skandinavischen und unterscheiden sich die einzelnen Regionen in dieser Hinsicht?

7.3.1 Die Struktur der Verflechtungen zu Wirtschafts- und Wissenschaftspartnern

Die Geographie der Vernetzung mit Wirtschaftspartnern unterscheidet sich von der Vernetzung mit Wissenschaftspartnern (siehe Abb. 29 und Abb. 30). So haben bei Wirtschaftspartnern regionsexterne Kontakte eine relativ grosse Bedeutung. In Abb. 29 steht jeder Balken für den Anteil, den die Partner an allen Verflechtungen auf einer Massstabebene ausmachen. So stammen nur 8,03 % aller regionalen Partner aus der Wirtschaft, während es bei nationalen Partnern 10,50 % und bei internationalen sogar 13,63 % sind. Interaktionen mit Wirtschaftspartnern haben also eine grössere räumliche Reichweite, als Verflechtungen zu Wissenschaftspartnern. Insbesondere bei Partnern in Betriebstätten des gleichen Unternehmens haben regionsexterne Verflechtungen eine grosse Bedeutung. Dies ist eine Folge davon, dass Niederlassungen nahezu immer an anderen Standorten liegen und Verflechtungen zwischen diesen Betriebstätten überregional sein müssen. Aber auch bei Kontakten zu Pharma- und Chemieunternehmen und – in geringerem Ausmass – zu CRO und anderen Dienstleistern spielen regionsexterne Partner eine grössere Rolle als Partner aus der Heimatregion. Zwei Ursachen lassen sich, dafür anführen, dass häufiger mit Wirtschaftspartnern von ausserhalb der Region zusammengearbeitet wird:

- Zum einen gibt es in allen Untersuchungsregionen zwar ein dichtes und gutes Wissenschaftsumfeld, in den meisten Untersuchungsregionen jedoch kein Cluster der chemisch-pharmazeutischen Industrie und daher keine grosse Vielfalt an geeigneten potenziellen Wirtschaftspartnern (Ausnahmen sind hier nur Basel und die Rhein-Neckar Region). Deshalb müssen in den meisten Untersuchungsregionen Wirtschaftspartner vorwiegend ausserhalb der eigenen Region gesucht werden.

- Zum anderen handelt es sich insbesondere bei Interaktionen mit Pharmaunternehmen und CRO häufig um klinische Studien. Solche klinischen Studien gelten als standardisierter als die vorklinische Forschung, die in der Regel mit Universitäten und Forschungseinrichtungen durchgeführt wird. Kooperationen bei klinischen Studien können daher leicht über grössere Distanzen durchgeführt werden.

Im Unterschied zu den anderen Wirtschaftspartnern zeigt sich bei Verflechtungen zwischen Biotechnologieunternehmen kein klares Bild. Diese Verflechtungen sind in der Tendenz sowohl regional als auch international. Seltener wird mit Partnern im übrigen Heimatland kooperiert (Abb. 29). Drei Faktoren beeinflussen diese Verteilung:

- Erstens gilt die Biotechnologieindustrie aufgrund der hohen Spezifität der Innovationen dieser Unternehmen als stark international ausgerichtet (siehe Kapitel 2.1.5). Wird spezifisches Wissen gesucht (z.B. eine bestimmte Technologieplattform), wird mit den Partnern kooperiert, die über dieses Wissen verfügen, egal wo sie sich befinden.
- Zweitens ergeben sich Verflechtungen zwischen Biotechnologieunternehmen nicht unbedingt aus der Struktur der Wertschöpfungskette in der roten Biotechnologie bzw. der Pharmaindustrie (siehe Kapitel 3.5). Während also Universitäten und Pharmamunternehmen in der Regel irgendwann im Entwicklungsprozess Partner eines Biotechnologieunternehmens sind, gilt dies nicht unbedingt für Biotechnologieunternehmen. Vielmehr handelt sich zumindest zum Teil um präkompetitive, nicht klinische Kontakte und zum Teil um Interaktionen zwischen potenziellen Konkurrenten. Aus diesem Grund dürfte bei den Verflechtungen zwischen Biotechnologieunternehmen informelle Netzwerke und Vertrauen innerhalb einer Region eine Rolle spielen. Zudem erhöht räumliche Nähe die Wahrscheinlichkeit, dass Kooperationen überhaupt zu Stande kommen. Dies gilt insbesondere dann, wenn bei Interaktionen grosse technologische Unterschiede überbrückt werden müssen.
- Drittens könnten auch Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Entstehung, wie z.B. eine gemeinsame Inkubatororganisation oder der Standort im gleichen Technologiepark zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit führen, dass Kooperationen zu Stande kommen.

Dieser Zusammenhang wird in Kapitel 9 im Detail untersucht.

Im Verhältnis zu den Verflechtungen mit Wirtschaftspartnern werden Wissenschaftspartner häufiger in der eigenen Region und im Heimatland gesucht (siehe Abb. 30). 91,39 % der regionalen Partner stammen aus der

Wissenschaft, während es bei Partnern aus dem übrigen Heimatland nur 88,76 % und bei Partnern aus dem Ausland nur 85,86 % sind. Besonders deutlich ist diese Tendenz bei Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen. Eine Ursache dafür könnten Verflechtungen von Biotechnologieunternehmen zu ihren Inkubatororganisationen sein. Wie in Kapitel 5 dargestellt, wurde ein erheblicher Teil der Biotechnologieunternehmen aus Universitäten und Forschungseinrichtungen ausgegründet (40,31 % aller Unternehmen), während Ausgründungen aus Unternehmen mit nur 12,64 % in den meisten untersuchten Biotechnologieclustern die Ausnahme sind. Diese ausgegründeten Unternehmen haben ihren Standort fast immer in der gleichen Region wie ihr Inkubator; die Verflechtungen wären also intraregional. Ob solche Interaktionen zwischen Inkubatoren und ihren Ausgründungen tatsächlich besonders häufig vorkommen, wird anhand mehrerer Beispiele in Kapitel 10.1 untersucht.

Eine Ausnahme ist die Kooperationen mit Krankenhäusern. Im Unterschied zu Verflechtungen mit Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen arbeiten Biotechnologieunternehmen häufiger mit Krankenhäusern aus dem Ausland und dem übrigen Heimatland zusammen als aus der selben Region (Abb. 30). Grund für die geringere Bedeutung regionaler Verflechtungen könnte – wie bei Wirtschaftspartnern – sein, dass Krankenhäuser häufiger Partner in der klinischen Forschung sind als Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen.

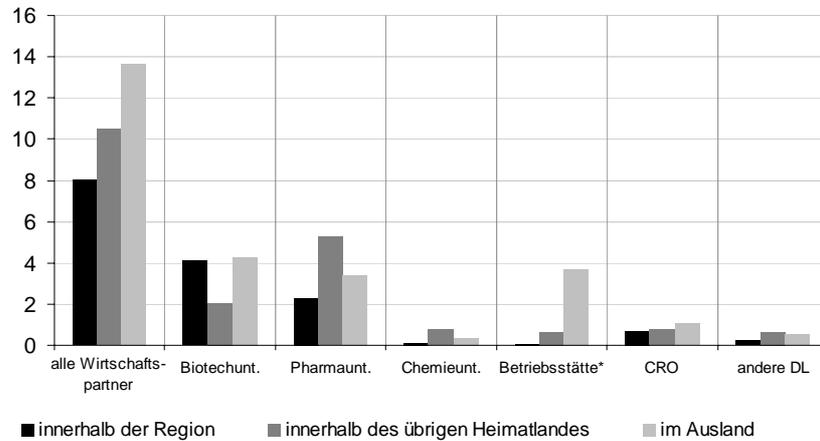


Abb. 29. Anteile von Wirtschaftspartnern an Verflechtungen auf der regionalen, nationalen und internationalen Ebene, in %
 Jeder Balken zeigt, welchen Anteil Wirtschaftspartner an allen Partnern ausmachen. Der Anteil von Wirtschaftspartnern ist bei internationalen Verflechtungen höher als bei regionalen. n= 10'536. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.²⁵

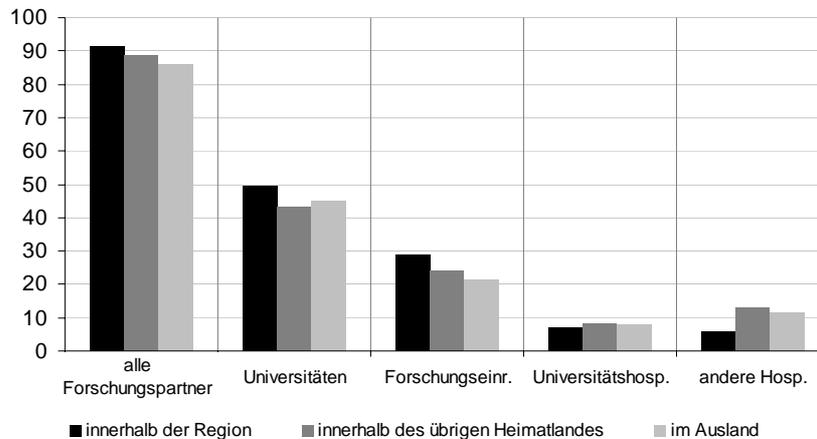


Abb. 30. Anteile von Wissenschaftspartnern an Verflechtungen auf der regionalen, nationalen und internationalen Ebene, in %
 Jeder Balken zeigt, welchen Anteil Wissenschaftspartner an allen Partnern ausmachen. Der Anteil von Wissenschaftspartner ist bei regionalen Verflechtungen höher als bei internationalen. n= 10'536. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.²⁶

²⁵ Unt.=Unternehmen, Betriebsstätte=Betriebsstätte des eigenen Unternehmens, DL=Dienstleister

²⁶ Hosp.=Hospital/Krankenhaus, Einr.=Einrichtung

Die Aufteilung in stärker internationale wirtschaftliche und stärker regionale wissenschaftliche Kontakte lässt sich bei fast allen der Untersuchungsregionen erkennen. Einmal mehr sticht die Region Basel heraus. Vom beschriebenen Muster internationaler Wirtschaftsverflechtungen und stärker regionalen oder nationalen Wissenschaftsverflechtungen weicht diese Regionen deutlich ab (siehe Tabelle 17). 52,43 % der regionalen Partner Basler Biotechnologieunternehmen sind Wirtschaftspartner, während es im Durchschnitt der Stichprobe lediglich 8,03 % sind. Forschungspartner werden dagegen eher ausserhalb der Region gesucht. 96,97 % aller überregionalen Verflechtungen werden zu Forschungspartnern unterhalten, während dies im Durchschnitt aller untersuchten Verflechtungen lediglich 85,86 % sind. Bezüglich der Forschungspartner sind Basler Unternehmen dagegen überdurchschnittlich stark auf Institutionen ausserhalb Basels, vor allem auf Universitäten und Forschungseinrichtungen innerhalb der Schweiz ausgerichtet. Gründe für dieses Basel-spezifische Verflechtungsmuster lassen sich in der Wirtschaftsstruktur und der Evolution des Biotechnologieclusters Basel finden. Wie in Kapitel 5.1.1 dar gelegt, ist die regionale Wirtschaft auf die Pharmaindustrie konzentriert. Mehrere grossen Pharma- und Chemieunternehmen unterhalten hier ihren Hauptsitz oder bedeutende Forschungs- und Entwicklungsinstitute. Zudem hat der Basler Biotechnologiecluster von allen untersuchten Regionen den höchsten Anteil von Industrieausgründungen. Netzwerke zwischen Inkubator und Ausgründung sind also in Basel häufig Netzwerke zwischen Pharma- und Biotechnologieunternehmen. Die Rhein-Neckar Region – die zweite Region mit einem Cluster der Pharmaindustrie – ähnelt hinsichtlich der Geographie der Wirtschafts- und Wissenschaftsverflechtungen interessanterweise nicht der Region Basel sondern den anderen wissenschaftsorientierten Clustern (siehe Tabelle 17).

7.3.2 Die Herkunftsländer und -regionen der Wirtschafts- und Wissenschaftspartner

Auch bei der Analyse der Herkunft der Wirtschafts- und der Wissenschaftspartner zeigen sich deutliche Unterschiede. Wirtschaftsverflechtungen beschränken sich auf die Zentren der Biotechnologieindustrie und -wissenschaft: Viele Wirtschaftspartner gibt in den USA (23,02 % aller Verflechtungen in die USA), Japan (21,03 %), Israel (19,23 %) und die Schweiz (16,04 %) aus (siehe Abb. 31. Verflechtungen nach Japan und Israel sind allerdings so selten, dass hier bereits Einzelfälle zu einem hohen Anteil führen.

**Tabelle 17 Geographie und Organisation der Netzwerke in den Untersuchungsregionen;
Anteile der Wissenschafts- und Wirtschaftspartnern in %**

	Basel			Zürich			Bern			Lausanne		
	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land
n	103	66	377	119	34	117	33	43	118	63	67	254
Wissenschaft	46,60	96,97	81,17	92,44	91,18	84,62	93,94	88,37	88,98	95,24	88,06	90,16
Wirtschaft	52,43	3,03	18,57	6,72	8,82	13,68	3,03	11,63	11,02	4,76	10,45	9,45
n. klass.	0,97	0,00	0,26	0,84	0,00	1,70	3,03	0,00	0,00	0,00	1,49	0,39

	Genf			Rhein Neckar			München			Île de France		
	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land
n	115	88	1'358	248	198	276	512	702	691	305	165	208
Wissenschaft	85,22	77,27	87,04	93,55	91,41	91,67	93,15	89,44	85,96	95,74	90,91	87,98
Wirtschaft	13,04	21,59	12,15	6,05	8,59	7,25	6,26	9,56	13,60	3,93	9,09	12,02
n. klass.	1,74	1,14	0,81	0,40	0,00	1,08	0,59	1,00	0,44	0,33	0,00	0,00

	Strasbourg			Cambridge			Oxford			total		
	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land	regional	im übrigen Heimatland	im Aus-land
n	243	600	582	253	576	855	225	461	483	2'219	3'043	5397
Wissenschaft	99,18	91,50	89,52	89,33	85,94	81,75	94,67	86,77	81,99	91,39	88,76	85,86
Wirtschaft	0,41	7,17	10,14	9,88	13,37	18,01	5,33	13,02	17,60	8,03	10,50	13,63
n. klass.	0,41	1,33	0,34	0,79	0,69	0,24	0,00	0,21	0,41	0,58	0,74	0,51

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

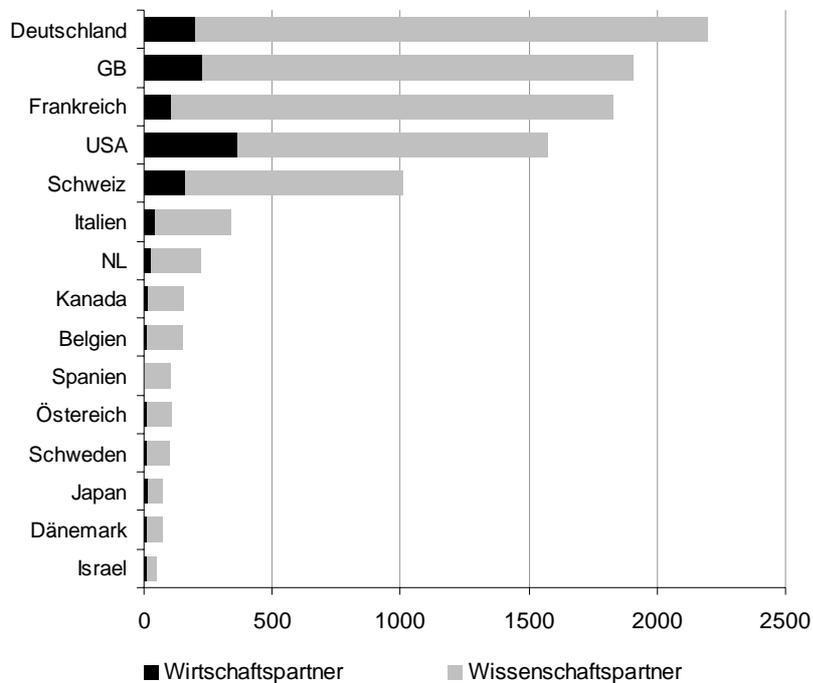


Abb. 31. Herkunft der Wissenschafts- und der Wirtschaftspartner
n=10'536. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Augrund der grossen Anzahl von Verflechtungen nach Deutschland und Frankreich, wurde auch in diesen Ländern viele Wirtschaftsverflechtungen erhoben. Im Verhältnis ist der Anteil mit 5,68 % im Fall von Frankreich und 9,14 % im Fall von Deutschland unterdurchschnittlich. Gleiches gilt für Schweden, Belgien, Österreich und Spanien. Bei Verflechtungen mit Ländern in Süd- und Mittelamerika, Afrika und Osteuropa liegt der Anteil der Wirtschaftspartner zumeist deutlich unter 5 %. Dies ist eine Folge des Fehlens oder der Schwäche der pharmazeutischen und chemischen Industrie oder einer Biotechnologieindustrie in diesen Ländern.

7.4 Die Geographie der Netzwerke im Zeitverlauf

Die Pharma- und die Biotechnologieindustrie haben sich in den letzten Jahren deutlich verändert. Wirtschaft und Forschung haben sich internationalisiert, die Wertschöpfungskette der Pharmaindustrie wurde reorganisiert, kleine flexible Biotechnologieunternehmen haben an Bedeutung gewonnen und neue Wirtschaftsstandorte sind entstanden (siehe hierzu auch Kapitel 2.1.5 und 3.3). Es ist also zu vermuten, dass sich diese Entwicklung auch an den Innovationsnetzwerken der Biotechnologieunternehmen ablesen lässt. Im Gegensatz zu dieser Vermutung ist die Geographie der Netzwerke im Zeitverlauf aber weitgehend stabil (siehe Abb. 32). Während im Jahr 1990 21,21 % Kontakte auf der regionalen, 30,30 % auf der nationalen und 48,48 % auf der internationalen Ebene unterhalten wurden, waren es im Jahr 2006 21,09 % auf der regionalen, 25,26 % auf der nationalen und 52,83 % auf der internationalen Ebene. Die Anteile regionaler, nationaler und internationaler Verflechtungen haben sich also zwischen den Jahren 1990 und 2006 nur unwesentlich verändert. Die Verflechtungen auf nationale Ebene haben leicht zu Gunsten internationaler Verflechtungen abgenommen.

Auch bei einer Analyse der einzelnen ausländischer Herkunftsländer lassen sich nur geringfügige geographische Verschiebungen erkennen (siehe Tabelle 18). Für die Analyse wurden nur die ausländischen Partner berücksichtigt, um ein aussagekräftiges Bild über die Bedeutung der einzelnen Länder in der weltweiten Biotechnologieindustrie zu erhalten. Würden auch die inländischen Herkunftsregionen der Partner berücksichtigt, würde der Heimat-Bias – also die Tendenz eher mit Partnern aus der Heimatregion oder dem Heimatland zusammenzuarbeiten – die Bedeutung der einzelnen Länder verzerren. Die Bedeutung der Schweiz, Deutschlands, Frankreichs und Grossbritanniens würden in ihrer Bedeutung für die Biotechnologieindustrie überschätzt. Im Zeitraum zwischen 1995 und 2006 ist der Anteil der Partner in den USA leicht zurückgegangen und der Anteil der Partner in Grossbritannien und der Schweiz leicht angestiegen. Dieser Rückgang der Bedeutung der USA ist vor allem vor dem Hintergrund des Wachstums der Biotechnologieindustrie in Europa zu verstehen. Die USA sind trotz dieses Bedeutungsverlustes auch weiterhin der mit Abstand grösste Biotechnologiestandort der Welt und Herkunftsland der meisten ausländischen Partner der untersuchten Biotechnologieunternehmen.

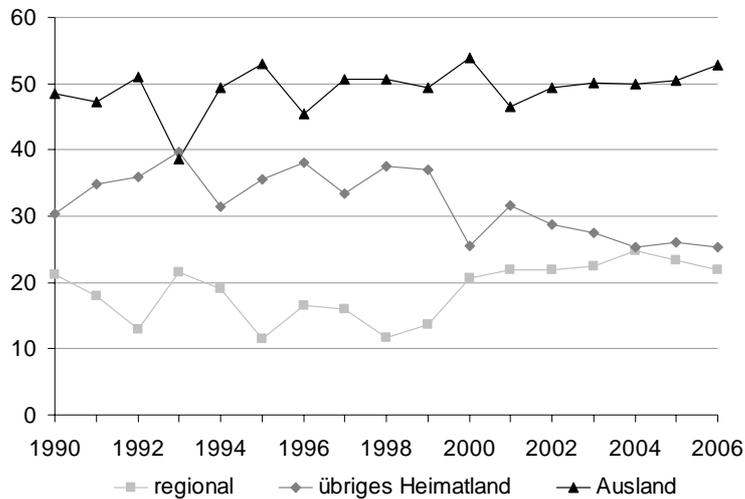


Abb. 32. Die Geographie der Netzwerke im Zeitverlauf; Anteile in %
 Die Geographie der Innovationsnetzwerke ist im Zeitverlauf weitgehend konstant. n=9'776. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Tabelle 18 Herkunftsländer der ausländischer Partner im Zeitverlauf; Anteile in %

Jahr	n	Schweiz	Deutschland	Frankreich	Gross-britannien	USA
1995	88	2,27	12,50	7,95	3,41	48,86
1996	91	4,40	7,69	19,78	5,49	30,77
1997	123	9,76	12,20	8,13	11,38	17,89
1998	155	5,81	12,90	14,19	7,74	18,71
1999	256	8,98	9,77	17,58	9,38	23,05
2000	286	6,64	8,04	13,64	6,64	31,47
2001	381	5,77	8,14	11,02	6,82	32,55
2002	488	4,71	11,48	8,40	9,02	31,15
2003	602	2,66	9,80	9,97	9,30	29,07
2004	701	4,42	9,99	8,84	7,56	29,96
2005	749	4,54	8,28	9,75	6,54	27,24
2006	784	3,06	11,61	7,65	6,89	25,13

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

7.5 Die Einfluss des Forschungsstadiums auf die Geographie der Netzwerke

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die Vermutung geäußert, dass Interaktionen mit Wirtschaftspartnern und mit Krankenhäusern deshalb stark international geprägt sind, da es sich besonders häufig um klinische Studien handelt. Die Analyse der Geographie der Innovationsnetzwerke nach der Bedeutung des Forschungsstadiums bestätigt diese Vermutung (siehe Tabelle 19; mehr zu klinischen Studien kann in Kapitel 3.4 nachgelesen werden). Verflechtungen bei klinischen Studien sind deutlich internationaler ausgerichtet, als Verflechtungen in der Grundlagenforschung oder der vorklinischen Entwicklung. Während 48,68 % der nicht-klinischen Verflechtungen mit ausländischen Partnern unterhalten werden, sind es bei Kooperationen während der klinischen Forschung 60,63 %. Nur bei 12,32 % der klinischen Verflechtungen wird mit einem Partner in der gleichen Region kooperiert. Im Durchschnitt der Gesamtstichprobe sind es 20,82 %.

Tabelle 19 Die Geographie klinischer und nicht-klinischer Verflechtungen; Anteile in %

	regional	im übrigen Heimatland	im Ausland	total
nicht-klinisch	22,48	28,84	48,68	8'914
klinisch	12,32	27,05	60,63	1'745
total	20,82	28,55	50,63	10'659

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Drei Ursachen lassen sich für die internationaleren Netzwerke bei klinischen Studien anführen:

- Erstens sind klinische Studien stärker standardisiert als die vorklinische Forschung oder Grundlagenforschung. Die in klinischen Studien durchzuführenden Versuche werden von den staatlichen Stellen vorgeschrieben (z.B. Swissmedic in der Schweiz). Die Zusammenarbeit bei einer solchen standardisierten Tätigkeit lässt sich relativ leicht auch über weite Distanzen durchführen.
- Zweitens dürften auch die Kosten klinischer Versuche eine Rolle spielen. Alle in dieser Studie untersuchten Regionen liegen in hoch entwickelten Ländern mit hohen Lohnkosten und hohen Entschädigungen für

die Versuchspersonen bei solchen klinischen Tests. Durch die Verlagerung klinischer Tests in Länder mit günstigeren Lohnkosten können die Aufwendungen für die Entwicklung eines Medikaments gesenkt werden. Für diese These spricht auch, dass bei klinischen Studien besonders häufig mit Partnern in Osteuropa oder aus Schwellenländern zusammengearbeitet wird. So lassen sich 59,09 % der Verflechtungen mit Türkischen Partnern klinischen Forschungen zuordnen. Bei Verflechtungen nach Polen sind es 31,58 % und nach Singapur 46,15 % während es im Durchschnitt lediglich 16,37 % sind.

- Drittens hat auch die Verfügbarkeit von Versuchspersonen und spezialisierten ForscherInnen insbesondere dann einen Einfluss, wenn es sich um seltene Krankheiten handelt. Um eine ausreichende Menge von Versuchspersonen zu sichern, werden klinische Tests zum Teil auf viele Standorte verteilt.

7.6 Zwischenfazit: Die Geographie der Netzwerke

Die Innovationsnetzwerke der untersuchten Biotechnologieunternehmen sind stark überregional. Sowohl Verflechtungen auf der nationalen Ebene – sie werden in vielen Ansätzen zu Innovationsnetzwerken unterschätzt – als auch auf internationaler Ebene spielen eine grosse Rolle für die Innovationsprozesse von Biotechnologieunternehmen. Wie international, national oder regional die Innovationsnetzwerke sind, unterscheidet sich zwischen den Untersuchungsregionen. Besonders international sind die Innovationsnetzwerke von Biotechnologieunternehmen aus Genf, Cambridge, Lausanne, Strasbourg, Bern, Basel und Oxford. Eher regional ausgerichtet die Innovationsnetzwerke der Biotechnologieunternehmen aus Zürich, der Île de France, der Rhein-Neckar Region und München. Mehrerer Faktoren sind für diese Unterschiede verantwortlich:

- Je kleiner ein Cluster, desto grösser ist der Anteil überregionaler Verflechtungen.
- Je kleiner das Land, desto internationaler sind die Innovationsnetzwerke.
- Biotechnologiecluster mit grossen, etablierten Biotechnologieunternehmen haben internationalere Innovationsnetzwerke als Cluster mit kleinen und jungen Biotechnologieunternehmen.
- Zudem haben Faktoren wie Sprachbarrieren oder die länderspezifische Ausgestaltung von Universitätssystemen und Forschungspolitiken Einfluss auf die Geographie der Netzwerke.

Die Verflechtungen mit Wirtschaftspartnern sind häufiger überregional als Verflechtungen mit Wissenschaftspartnern. Ausnahmen sind die Wissenschaftspartner an Krankenhäusern, mit denen eher national oder international kooperiert wird als regional. Folgende Faktoren beeinflussen diese Geographie der Wirtschafts- und Wissenschaftskooperationen:

- Ein höherer Anteil von „distanzunempfindlicheren“ klinischen Verflechtungen führt zu stärker überregionalen Verflechtungen zu Wirtschaftspartnern und zu Krankenhäusern.
- Verflechtungen zwischen Inkubatoren (zumeist Universitäten und Forschungseinrichtungen, also Wissenschaftspartnern) und ihren Ausgründungen sind in der Regel regional.
- Nur in zwei der untersuchten Regionen (Basel und der Rhein-Neckar Region) gibt eine hohe eine hohe Dichte von Chemie- und Pharmaunternehmen sowie von Pharmadienleistern und CRO. In allen anderen Clustern gibt es nur eine beschränkte Auswahl an Wirtschaftspartnern.

Eine Ausnahme von der Struktur stärker regionaler Wissenschaftsverflechtungen und stärker überregionaler Wirtschaftsverflechtungen sind Kooperationen zwischen Biotechnologieunternehmen. Diese sind sowohl international als auch regional ausgerichtet, selten aber national. Die Ursachen für diese Strukturen liegen auf der einen Seite in der internationalen Ausrichtung der Biotechnologieunternehmen. Auf der anderen Seite führen eine gemeinsame Evolution der Unternehmen (z.B. Ausgründungen aus den gleichen Inkubatoren) und die räumliche Nähe innerhalb einer Region zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit, dass Kooperationen zustande kommen. Zudem finden Kooperationen in einem präkompetitiven Rahmen statt, in dem Vertrauen und Nähe eine besondere Rolle spielen. Räumliche Nähe könnte solche Kooperationen erleichtern.

Nur eine Region weicht vom Muster stärker regionaler Wissenschaftsverflechtungen und stärker überregionaler Wirtschaftsverflechtungen ab. In Basel ist die Struktur der Innovationsnetzwerke genau umgekehrt: Forschungspartner werden überdurchschnittlich häufig ausserhalb der Region gesucht während Wirtschaftspartnern eher aus der Region kommen. Ursachen liegen zum einen in der Stärke der Basler Pharmaindustrie, die attraktiver Partner für Biotechnologieunternehmen ist. Zum anderen hat auch die Struktur der Basler Biotechnologieindustrie mit ihrem hohen Anteil von Ausgründungen aus der Pharmaindustrie einen Einfluss auf die Innovationsnetzwerke der Unternehmen. Viele der Biotechnologieunternehmen, die aus der Pharmaindustrie ausgegründet wurden, unterhalten auch nach ihrer Gründung Kooperationen mit ihrem Inkubatorunternehmen. Diese

Basel-spezifische Struktur der Innovationsnetzwerke ist umso beachtenswerter, da die regionalen Innovationsnetzwerke in der anderen Region mit einem Pharma- und Chemiecluster – also der Rhein-Neckar Region – nicht wirtschafts- sondern wissenschaftsorientiert sind.

Das mit Abstand wichtigste Herkunftsland der Kooperationspartner von Biotechnologieunternehmen sind die USA. Deutlich seltener wird mit Partnern aus Deutschland, Frankreich und Grossbritannien zusammengearbeitet. Die meisten Kooperationspartner der untersuchten Biotechnologieunternehmen haben ihren Sitz in den Regionen Île de France, London, Berlin oder Basel. Wichtigste Herkunftsregionen ausserhalb der untersuchten Länder sind Washington DC, Boston, New York und das San Francisco Bay Area (inkl. des Silicon Valleys). Die Geographie dieser Verflechtung hat sich in den letzten Jahren nur unwesentlich geändert.

Bedeutet die im vorangegangenen Kapitel festgestellte Internationalität der Innovationsnetzwerke, dass staatliche Initiativen, die auf eine Stärkung der regionalen Netzwerke abzielen sinnlos sind, da sie an den Bedürfnissen der Unternehmen vorbei gehen? Solche Netzwerkinitiativen sind in vielen Regionen Herzstück von staatlichen Clusterpolitiken und in allen Untersuchungsregionen gibt es solche Massnahmen (siehe Kap. 5; z.B. Biovalley in Basel und Strasbourg, Bio-M in München). Staatliche Eingriffe durch Netzwerkinitiativen machen dann Sinn, wenn sie dazu führen, dass potentiell vorhandene, räumlich begrenzte externe Effekte nutzbar werden, die ohne eine solche Initiative nicht genutzt würden. Es kann bei solchen Initiativen also nicht darum gehen, die Organisation und Geographie der Innovationsnetzwerke der Unternehmen zu beeinflussen (diese können durch staatliche Einflüsse kaum beeinflusst werden), sondern Bedingung dafür zu schaffen, dass die Unternehmen von den positiven Effekten des Clusters profitieren. Dabei müssen die Voraussetzung für die Entstehung externer Effekte – also eine kritische Dichte von Akteuren mit unterschiedlichen Kompetenzen – bereits vorhanden sein. Netzwerkinitiativen können dann dazu beitragen, Barrieren (z.B. zwischen Wissenschaft und Wirtschaft) und Informationsdefizite (über die Möglichkeiten und Akteure in jungen Technologiefeldern, wie zurzeit der Nanotechnologie) abzubauen. Sie sind deshalb in vielen Fällen ein geeignetes wirtschaftspolitisches Instrument. Dies gilt umso mehr, da es sich im Vergleich zu anderen Massnahmen um ein relativ billiges Wirtschaftsförderungsinstrument handelt (in der Regel werden lediglich thematisch fokussierte Veranstaltungen organisiert, bei denen sich Akteure vernetzen können).

Bedeutet die Ergebnisse des Kapitels, dass solche Netzwerkinitiativen überregional oder sogar international organisiert werden sollten und mög-

lichst viele regionsexterne Akteure einschliessen sollten? Nicht grundsätzlich, da es auch darum geht, die regionale Wirtschaft zu fördern (und nicht Unternehmen von ausserhalb der Region). Die Verteilung der Biotechnologieunternehmen aber auch die Innovationsnetzwerke deuten darauf hin, dass die regionale Ebene eine besondere Bedeutung hat. Zudem kann es z.B. auch darum gehen, die in einer Region produzierten wissenschaftlichen Ergebnisse auch in dieser Region zu kommerzialisieren, den heimischen Unternehmen einen vorrangigen Zugriff auf die wissenschaftlichen Ergebnisse zu geben und die externen Effekte von Netzwerken auf einige, vorzugsweise regionale Akteure zu beschränken. Einer solchen Unterstützung der regionalen Kommerzialisierung von Wissen kann insbesondere aufgrund der hohen staatlichen Investitionen für Forschung in Universitäten eine hohe Relevanz zukommen. Wissens- und Technologietransfer im Rahmen von Netzwerkiniciativen können einen wertvollen Beitrag liefern, da sie im Gegensatz z.B. zum Wissenstransfer durch Lizenzierung zu stärkeren regionalen Wirkungen führen können. Allerdings müssen die funktionalen Abgrenzungen von Interaktionen und Netzwerken in Clustern berücksichtigt werden (zur Analyse dieser funktionalen Verflechtungen und ihren Abgrenzungen der Schweizer Cluster siehe Kapitel 9). Es macht z.B. wenig Sinn, Akteure aus einer Netzwerkiniciative auszuschliessen, die Teil der unternehmerischen Innovationsnetzwerks sind oder zu versuchen Akteure einzuschliessen, die von den Unternehmen des Innovationsnetzwerke nicht benötigt werden. Zudem ist zu prüfen, ob Netzwerkiniciativen, die sich ausschliesslich auf eine eng abgegrenzte Region beschränken, dadurch nicht auch Chancen auslassen. Es könnten ausserregionale Akteure mit einem zusätzlichen Nutzen für das regionale Netzwerk ausgeschlossen werden. Es gilt also, die positiven Effekte der Offenheit (zusätzlicher Nutzen durch zusätzliche Akteure) von Netzwerkiniciativen gegen die positiven Effekte der Geschlossenheit (Beschränkung des Nutzens auf einen gewünschten Kreis von Akteuren, Erhöhung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit) abzuwägen.

8 Regionale Innovationsnetzwerke: Strukturen und Unterschiede

Rund ein Fünftel aller Interaktionen in den untersuchten Innovationsnetzwerken finden innerhalb der Region statt. In der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur werden diese regionsinternen Netzwerke dafür verantwortlich gemacht, dass Unternehmen innerhalb von Clustern Vorteile gegenüber anderen Unternehmen haben (siehe Kapitel 2.1.3 für eine ausführliche Diskussion dieser lokalen Netzwerke). Die vorangegangenen Kapitel 6 und 7 haben gezeigt, dass diese regionalen Innovationsnetzwerke in den verschiedenen Untersuchungsregionen unterschiedlich grosse Bedeutung haben. Zudem unterscheiden sich die Netzwerke bezüglich der Struktur der Akteure. Regionsinterne Netzwerke sind in den meisten Regionen forschungsorientiert, also auf Universitäten, Forschungseinrichtungen und Krankenhäuser ausgerichtet.

In den folgenden Kapiteln 8.1 bis 8.9 wird die Struktur der regionsinternen Innovationsnetzwerke untersucht, dargestellt und miteinander verglichen. Die statistischen Parameter der Netzwerke werden mittels des Programms Ucinet (Borgatti et al. 2002) berechnet und mit dem Programm Netdraw dargestellt (siehe Abbildungen Abb. 33 bis Abb. 41). Die Lage der einzelnen Netzwerknoden in den Darstellungen wird anhand des Spring-Embedding Algorithmus berechnet.²⁷ Die durch den Spring-Embedding Algorithmus berechnete Position hat keinen Bezug zum räumlichen Standort der Akteure, sondern ergibt sich aus der Position der Knoten im Netzwerk.

Die analysierten Innovationsnetzwerke sind egozentriert (mit Biotechnologieunternehmen als „Netzwerkegos“), d.h. werden aus Sicht der untersuch-

²⁷ Beim „Spring Embedding“ ziehen sich miteinander verbundene Knoten analog zur Schwerkraft an während sich unverbundene Knoten abstossen. Anziehung bzw. Abstossung werden anhand von Iterationen berechnet wobei in jedem Iterationsschritt die auf jeden Knoten wirkenden Kräfte berechnet werden. Nach hinreichend großer Anzahl von Iterationen wird ein Gleichgewichtszustand erreicht, bei dem die auf jeden Knoten wirkende Kraft = 0 ist. Der Spring Embedding Algorithmus hat sich bei den vorliegenden Darstellungen als die übersichtlichste Methode der Darstellung von Netzwerken erwiesen.

ten Biotechnologieunternehmen betrachtet. Aus diesem Grund werden nur Verflechtungen zwischen Biotechnologieunternehmen sowie zwischen Biotechnologieunternehmen und anderen Akteuren einbezogen (Biotechnologieunternehmen sind die „Egos“ im untersuchten Netzwerk). Verflechtungen zwischen anderen Akteuren ohne Beteiligung von Biotechnologieunternehmen (also z.B. zwischen zwei Universitäten) werden entsprechend der Fragestellung dieser Arbeit nicht untersucht. Für die Analyse der Netzwerke werden nur die Verflechtungen zwischen dem Jahr 2000 und 2007 einbezogen (zur genaueren Beschreibung der Daten siehe Kapitel 4.4.4). Wie in Kapitel 6.3 gezeigt, hat sich die Akteursstruktur der regions-internen Netzwerke in diesem Zeitraum nur geringfügig verändert, sodass auf eine separate Analyse der zeitlichen Veränderungen verzichtet werden kann.

Die statistischen Masszahlen, welche die Innovationsnetzwerke und die Position einzelner Akteure im Netzwerk beschreiben, werden in Tabelle 21 erklärt und in Tabelle 20 zusammengefasst. Keine dieser Variablen ist ohne die Berücksichtigung anderer Variablen wie Struktur und der Evolution der Region als Determinante für Erfolg oder Misserfolg eines Netzwerks zu bewerten. So ist ein dichteres und weniger zentralisiertes Netzwerk per se nicht erfolgreicher, als ein stark zentralisiertes Netzwerk mit einer geringen Dichte.

8.1 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Basel

Abb. 33 zeigt das regionale Netzwerk Basler Biotechnologieunternehmen. Die Stärke der Verbindungslinien zwischen den Akteuren gibt Auskunft über die Häufigkeit der Verflechtung zwischen den Akteuren. Je dicker eine Verbindungslinie ist, desto häufiger haben die durch die Linie verbundenen Partner im Zeitraum vom Jahr 2000 und 2007 zusammengearbeitet. Die Länge einer Verbindungslinie hat keine Bedeutung sondern wird beim Spring-Embedding-Algorithmus mit dem Ziel einer optimalen Darstellung des Netzwerks berechnet.

Tabelle 20 Statistische Parameter regionaler Innovationsnetzwerke

Regionen ^a	Anteil regionaler Verflechtungen (in %)	Reg. Verflechtungen	Reg. Knoten	Egos	Reg. Partner	arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Maximum	Zentralität ^c (in %)	Dichte ^d (in %)	Clusterkoeffizient ^e
Basel	18,03	98	28	15	13	7,00	7,51	30	7,06	0,13	0,19
Zürich	42,75	114	23	16	7	9,91	17,89	71	9,81	0,23	2,90
Bern	17,19	32	6	4	2	10,67	10,03	29	36,67	1,10	0,00
Lausanne	15,97	59	14	10	4	8,429	6,40	24	13,97	0,33	0,15
Genf	6,84	87	10	6	4	17,40	14,98	47	17,13	0,97	1,39
Île de France	44,99	278	66	23	43	8,55	12,50	64	4,47	0,07	0,07
Strasbourg	17,05	136	20	10	10	13,60	26,79	114	11,74	0,36	0,00
Cambridge	15,02	187	48	28	20	7,78	13,87	90	9,13	0,08	0,00
Oxford	19,25	177	30	22	8	11,80	21,67	94	10,12	0,20	0,09
München	26,88	454	67	46	21	13,56	21,96	123	7,43	0,10	0,23
Rhein-Neckar	34,35	226	32	17	15	14,13	23,51	103	7,28	0,23	0,06
Total	20,89	1'848	392	225	167	-	-	-	-	-	-

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

^a da die restliche Schweiz keine zusammenhängende Region ist, werden die Netzwerke von Unternehmen aus dieser Region nicht untersucht

^c Die Netzwerkzentralität berechnet sich wie folgt: $c = \frac{\sum_{i=1}^N (c_{\max} - c_i)}{\max\{\sum_{i=1}^N (c_{\max} - c_i)\}}$

^d die Netzwerkdicke D berechnet sich wie folgt: $D = \frac{2Kr}{(K^2 - K)}$, wobei Kr die Anzahl der Kontakte und K die Anzahl der

insgesamt möglichen Kontakte bezeichnet.

^e Zum Vorgehen bei der Berechnung des Clusterkoeffizienten siehe Watts u. Strogatz 1998.

Die Region Basel hat das grösste Netzwerk von Biotechnologieunternehmen in der Schweiz. 15 Unternehmen arbeiten hier mit 13 Partnern zusammen (siehe Tabelle 20). Das Basler Innovationsnetzwerk unterscheidet sich von allen anderen untersuchten Netzwerken dadurch, dass ein Unternehmen und nicht eine oder mehrere Universitäten zentraler Akteur des Netzwerks ist. Basler Biotechnologieunternehmen arbeiten häufiger mit dem Pharmaunternehmen Roche zusammen (Verflechtungsanteil von 0,15 und sechs Partner) als mit der Universität Basel (Verflechtungsanteil: 0,13 und acht Partner) oder dem Universitätsspital (Verflechtungsanteil 0,07 und sieben Partner; zur Erklärung, was dieser Parameter aussagt, siehe Tabelle 21). Je höher der Verflechtungsanteil ist, desto zentraler ist ein Akteur im Netzwerk. Das zweite grosse Basler Pharmaunternehmen Novartis ist zwar nicht so häufig Partner von Biotechnologieunternehmen wie Roche, ist aber mit gleich vielen Biotechnologieunternehmen verflochten (sechs Partner und ein Verflechtungsanteil von 0,04). Ein Grund für diese grosse Bedeutung der beiden Pharmaunternehmen ist der hohe Anteil von Industrieausgründungen in Basel (siehe Kapitel 5.1.1). Neben der Universität Basel sind die Stiftung Tumordatenbank (STB; Verflechtungsanteil 0,02 aber nur ein Partner), das Schweizerische Tropeninstitut (STI; Verflechtungsanteil 0,02 und zwei Partner) und das eng mit dem Pharmaunternehmen Novartis verbundene Friedrich-Miescher-Institut (FMI) regionale Partner von Basler Biotechnologieunternehmen (0,01 und zwei Partner). Die Struktur des Basler Netzwerks ist deutlich weniger zentralisiert als die der meisten anderen regionalen Innovationsnetzwerke (siehe Abb. 33 und Tabelle 20). Grund für die geringe Zentralität ist die mit der Universität, dem Universitätsspital und den beiden grossen Pharmaunternehmen Roche und Novartis polyzentrale Struktur des Netzwerks. Nur die wesentlich grösseren Netzwerke in München und der Île de France sind noch dezentraler strukturiert als das Basler Netzwerk. Dabei gilt bei der Netzwerkanalyse, dass grosse Netzwerke ceteris paribus heterogener und komplexer sind als kleine Netzwerke, dafür aber zumeist weniger dicht und weniger zentralisiert strukturiert (Wellman u. Potter 1997).

Tabelle 21 Zentrale Begriffe bei der Netzwerkanalyse

Anteil regionaler Verflechtungen	Indikator für die Bedeutung regionaler Verflechtungen im Vergleich zu überregionalen Verflechtungen. Je höher der Anteil regionaler Verflechtungen, desto grösser die Bedeutung des regionalen Netzwerks für die Biotechnologieunternehmen.
Anzahl Knoten	Anzahl aller regionalen Knoten. Knoten sind Ego Akteure und deren Partner.
Anzahl Ego Akteure	Anzahl der Akteure, deren Verflechtungen erhoben wurden. Ego Akteure sind in diesem Fall alle Biotechnologieunternehmen in den untersuchten Regionen.
Anzahl Partner	Anzahl der Partner von Ego Akteuren. Partner sind z.B. Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Pharmaunternehmen
arithmetisches Mittel Anzahl der Partner	Durchschnittliche Anzahl regionaler Partner der untersuchten Biotechnologieunternehmen.
Standardabweichung Anzahl der Partner	Indikator für die Unterschiede zwischen den Ego Akteuren bezüglich der Anzahl regionaler Partner.
Maximum der Anzahl der Partner	Maximale Anzahl von regionalen Partnern der untersuchten Biotechnologieunternehmen. Gemeinsam mit Mittelwert und Standardabweichung ist das Maximum ein Indikator dafür, ob es dominante Akteure im regionalen Netzwerk gibt.
Netzwerkzentralität	Die Netzwerkzentralität ist ein statistisches Mass dafür, wie stark ein Netzwerk auf einen oder einige wenige zentralen Akteure ausgerichtet ist (Freeman 1979): Je höher der Wert für die Netzwerkzentralität für einen Akteur, desto stärker ist das Netzwerk auf diesen Akteur ausgerichtet und desto weniger Verbindungen gibt es zwischen den anderen Akteuren des Netzwerks.
Dichte	Die Dichte eines Netzwerks errechnet sich aus dem Verhältnis der tatsächlich vorhandenen Verflechtungen zu den theoretisch möglichen Verflechtungen. In einem eng verbundenen Netzwerk sind die meisten Akteure direkt miteinander verflochten. In einem weniger dichten Netzwerk sind die Akteure entweder nur über zentrale Knoten oder aber gar nicht miteinander verflochten.
Clusterkoeffizient	Das „Clustering“ eines Netzwerks gibt an, ob es in einem Netzwerk Gruppen oder Cluster von Akteuren gibt. Cluster sind untereinander eng miteinander verflochtene Gruppen von Unternehmen, die mit anderen Teilbereichen des Gesamtnetzwerks kaum in Verbindungen stehen. Je höher der Wert für das Clustering, desto stärker sind Gruppen von Akteure innerhalb eines Netzwerks voneinander abgegrenzt.
Verflechtungsanteil einzelner Akteure	Anteil der Verflechtungen eines Akteurs an allen Verflechtungen in der Region. Der Verflechtungsanteil ist Indikator für die Bedeutung eines Akteurs für ein Netzwerk.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

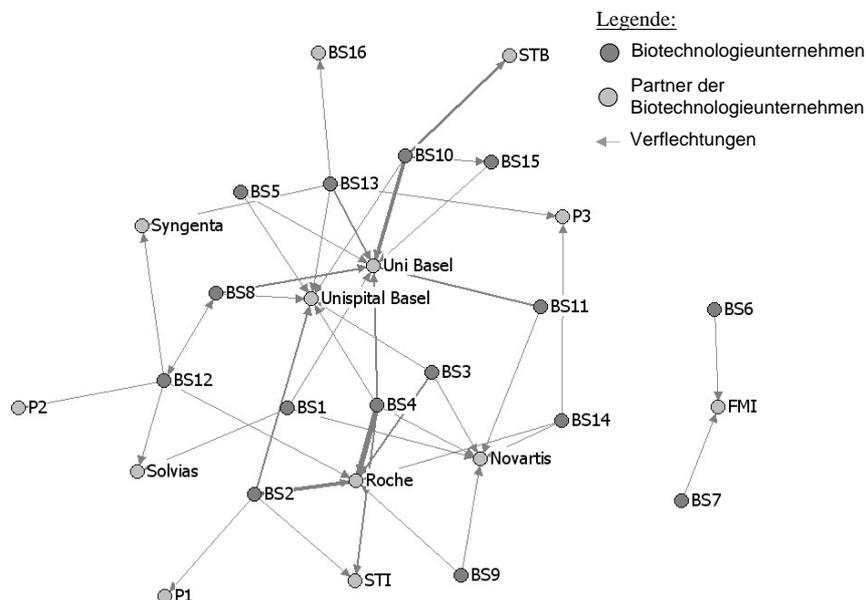


Abb. 33. Das regionale Innovationsnetzwerk in Basel

Neben der Universität Basel sind Pharmaunternehmen die zentralen Akteure des regionalen Netzwerks in Basel. Um das FMI besteht ein kleines unverbundenes Netzwerk. Die Lage der einzelnen Netzwerkknoten in den Darstellungen wird anhand des Spring-Embedding Algorithmus berechnet.²⁸ Die Lage hat keinen Bezug zum räumlichen Standort der Akteure, sondern ergibt sich iterativ aus der Position im Netzwerk und einer optimalen Darstellbarkeit von Knoten und Verbindungen. Je stärker die Verbindungslinie, desto häufiger der Kontakt zwischen den Knoten. n=98. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.²⁹

Das Basler Netzwerk ist eines der am wenigsten dichten Netzwerke. Die geringe Dichte bei gleichzeitig geringer Zentralität ist Folge der polyzentralen Struktur des Netzwerks. Aufgrund der Struktur mit mehreren Knoten

²⁸ Beim „Spring Embedding“ ziehen sich miteinander verbundene Knoten analog zur Schwerkraft an während sich unverbundene Knoten abstoßen. Anziehung bzw. Abstoßung werden anhand von Iterationen berechnet wobei in jedem Iterationsschritt die auf jeden Knoten wirkenden Kräfte berechnet werden. Nach hinreichend großer Anzahl von Iterationen wird ein Gleichgewichtszustand erreicht, bei dem die auf jeden Knoten wirkende Kraft = 0 ist. Der Spring Embedding Algorithmus hat sich bei den vorliegenden Darstellungen als die übersichtlichste Methode der Darstellung von Netzwerken erwiesen.

²⁹ In der Abbildung verwandte Abkürzungen: BS## für Biotechnologieunternehmen aus Basel, P## für Partner KMU aus Basel, FMI für Friedrich Miescher Institut, STI für Schweizerisches Tropeninstitut, STB für Stiftung Tumordatenbank

gibt es keinen einzelnen dominierenden Akteur sondern mehrere wichtige Akteure. Diese Struktur lässt sich auch anhand des Parameters Clustering ablesen, der mit 0,19 höher ist als bei anderen grossen Netzwerken (siehe Tabelle 20).

8.2 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Zürich

Das Zürcher Innovationsnetzwerk ist mit 16 Unternehmen und sieben Partnern das zweitgrösste regionale Netzwerk in der Schweiz (siehe Tabelle 20). Die Untersuchung in Kapitel 7 hat gezeigt, dass das intraregionale Netzwerke für Zürcher Unternehmen eine grössere Bedeutung haben als für Unternehmen aus anderen Regionen. Über 40 % der Partner Zürcher Biotechnologieunternehmen sind in der Region ansässig während es für die Gesamtstichprobe lediglich 20,89 % sind.

Das Zürcher Netzwerk ist stark auf die beiden Zürcher Hochschulen ETHZ und Universität Zürich ausgerichtet. Die ETHZ hat einen Verflechtungsanteil von 0,31 und ist mit fast der Hälfte der untersuchten Zürcher Biotechnologieunternehmen vernetzt. Die Universität Zürich und das Universitätsspital haben im Zeitraum 2000 bis 2007 mit sechs respektive drei Biotechnologieunternehmen zusammengearbeitet. Der Anteil der Verflechtungen ist 0,13 bei der Universität Zürich beziehungsweise 0,11 beim Universitätsspital Zürich. Die in den Kapiteln 6 und 7 festgestellte Wissenschaftsorientierung des Zürcher Netzwerks lässt sich auch an der Struktur erkennen. So arbeiten die Zürcher Biotechnologieunternehmen mit nur wenigen Partnern ausserhalb der regionalen Biotechnologieindustrie und der regionalen Hochschullandschaft zusammen.

Abb. 34 und der mit 2,90 höchste Wert für das Clustering (siehe Tabelle 20) zeigt eine klare Aufteilung des Zürcher Netzwerks in zwei Teilnetzwerke um die beiden Hochschulen ETHZ und Universität Zürich. Diese Struktur lässt sich anhand der Herkunft der Unternehmen erklären. Bei beiden Teilnetzwerken sind Hochschulen die Inkubatoren der meisten mit ihnen verbundenen Biotechnologieunternehmen (siehe hierzu auch die Ergebnisse aus Kapitel 5.1.2).

Neben dieser Fokussierung auf die beiden Hochschulen zeichnet sich das Zürcher Netzwerk durch eine im Vergleich geringe Dichte und eine relativ geringe Zentralität des gesamten Netzwerks aus. Die geringe Dichte lässt sich auch anhand von Abb. 34 erkennen. Nur wenige Biotechnologieunternehmen sind direkt miteinander verbunden. Die geringe Zentralität ist vor allem Folge der Netzwerkstruktur mit zwei ähnlich wichtigen Knoten.

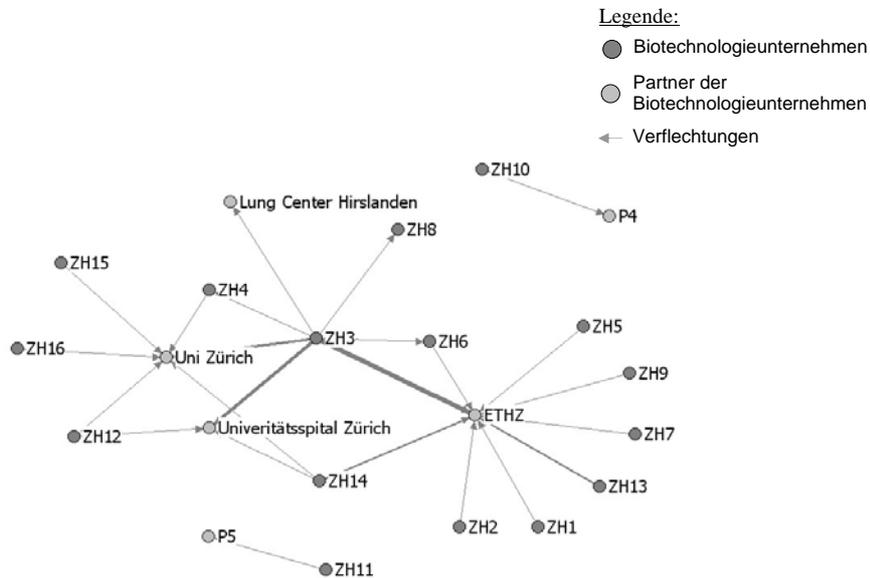


Abb. 34. Das regionale Innovationsnetzwerk in Zürich

Das Zürcher Netzwerk gruppiert sich um die Universität Zürich und die EHZ. n=114. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.30

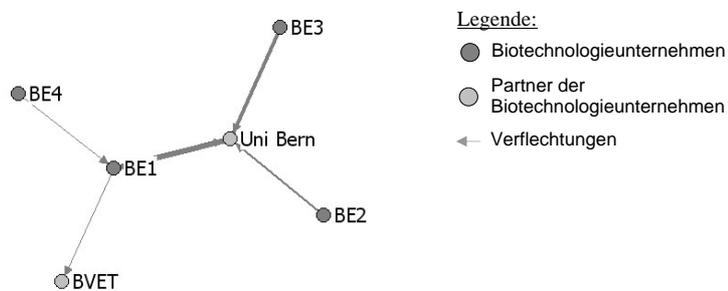


Abb. 35. Das regionale Innovationsnetzwerk in Bern

In Bern gibt es aufgrund der geringen Grösse des Clusters kein dichtes Innovationsnetzwerk. n=32. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.³¹.

³⁰ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 33. In der Abbildung verwandte Abkürzungen: ZH## für Biotechnologieunternehmen aus Zürich, P## für Partner KMU aus Zürich, ETHZ für Eidgenössisch-technische Hochschule Zürich

³¹ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 33. In der Abbildung verwandte Abkürzungen: BE## für Biotechnologieunternehmen aus Bern, BVET für Bundesamt für Veterinärwesen

8.3 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Bern

Der Berner Biotechnologiecluster ist die kleinste von allen untersuchten Regionen. Die geringe Grösse zeigt sich auch bei der Analyse der regions-internen Netzwerke. Hier arbeiten lediglich vier Unternehmen mit zwei Partnern in Bern zusammen (siehe Tabelle 20). Abb. 35 zeigt, dass von einem Netzwerk in der Region Bern kaum die Rede sein kann. Aufgrund der geringen Grösse des Berner Netzwerks und aufgrund der Eigenschaft von kleinen Netzwerken zentralisierter, dichter und weniger geclustert zu sein, wird davon abgesehen, die statistischen Parameter inhaltlich zu interpretieren. Die geringe Zahl von potenziellen Partnern in der Region Bern erklärt den mit 17,19 % geringen Anteil der Verflechtungen von Berner Biotechnologieunternehmen mit Berner Partnern. In der Region gibt es abgesehen von der Universität Bern, einigen Bundesbehörden und wenigen Unternehmen keine Partner, mit denen zusammengearbeitet werden könnte.

8.4 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Lausanne

Wie Berner Biotechnologieunternehmen sind auch Unternehmen aus Lausanne stark aussenorientiert. Weniger als jeder sechste Partner ist in Lausanne ansässig (siehe Tabelle 20). Im Gegensatz zu Bern hat Lausanne aber eine grössere Dichte an potenziellen Partnern. Dies sind sowohl Forschungseinrichtungen als auch Biotechnologieunternehmen. In Lausanne arbeiten zehn Biotechnologieunternehmen mit vier Forschungseinrichtungen zusammen. Bezüglich der Netzwerkstruktur zeigt sich eine grosse Ähnlichkeit mit dem Zürcher Netzwerk. Wie in Zürich sind die beiden Hochschulen EPFL (Verflechtungsanteil von 0,14 und fünf Partner) und Universität Lausanne (Verflechtungsanteil von 0,20 und sieben Partner) sowie das Universitätsspital Centre Hospitalier Universitaire Vaudois Lausanne (CHUV; Verflechtungsanteil von 0,14 und fünf Partner) zentrale Knoten im Netzwerk Lausanner Biotechnologieunternehmen (siehe Abb. 36).

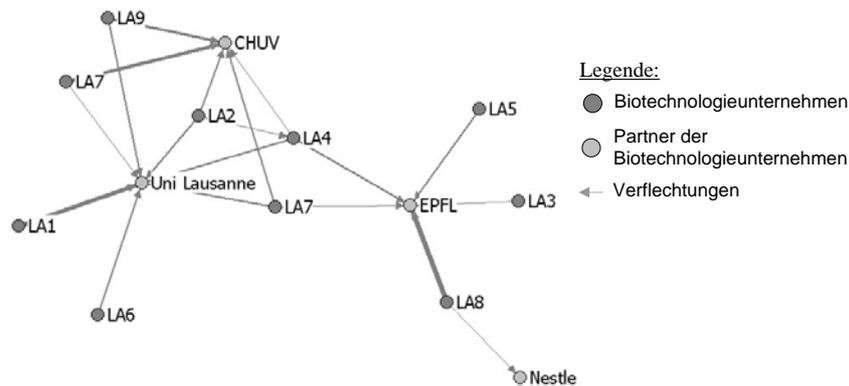


Abb. 36. Das regionale Innovationsnetzwerk in Lausanne

Zentrale Akteure des Netzwerks in der Region Lausanne sind die Universität Lausanne, das angeschlossene Universitätsspital und die EPFL. n=59. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.³²

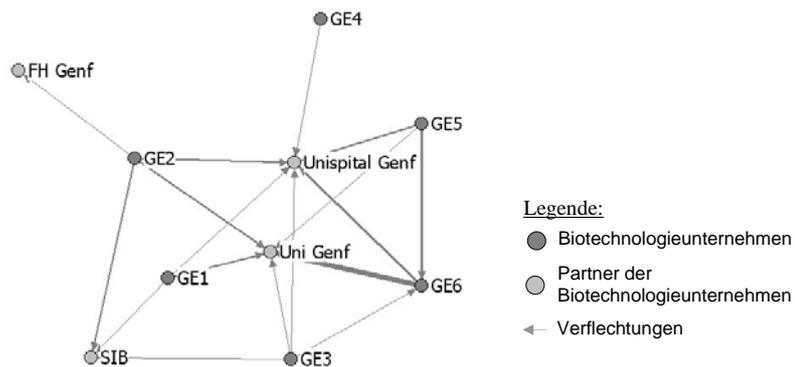


Abb. 37. Das regionale Innovationsnetzwerk in Genf

Serono und die Universität Genf sind zentrale Knoten des kompakten Genfer Netzwerks. n=87. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.³³

³² Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 33. In der Abbildung verwandte Abkürzungen: LA## für Biotechnologieunternehmen aus Lausanne, CHUV für Centre Hospitalier Universitaire Vaudois Lausanne, EPFL für Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

³³ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 33. In der Abbildung verwandte Abkürzungen: GE## für Biotechnologieunternehmen aus Genf, SIB für Swiss Bioinformatic Institute

Dass das CHUV Teil des Netzwerks um die Universität Lausanne ist, wird dadurch deutlich, dass es keinen Partner gibt, der nicht auch mit der Universität Lausanne zusammenarbeitet. Die grosse Bedeutung des Knotens Universität Lausanne spiegelt sich in dem mit 13,97 hohen Wert für die Zentralität des gesamten Netzwerks wieder (siehe Tabelle 20). Im Vergleich mit dem ähnlich strukturierten Zürcher Netzwerk sind die hohen Werte für Zentralität und Dichte sowie der tiefere Wert für Clustering auf die geringere Grösse des Netzwerks in Lausanne zurückzuführen. Wie bereits in Kapitel 8.1 dargestellt, sind kleine Netzwerke zumeist zentralisierter, dichter und dafür weniger geclustert. Es ist darauf hinzuweisen, dass zwischen den in der Region Lausanne ansässigen Biotechnologieunternehmen und den bedeutenden Forschungseinrichtungen Ludwig Cancer Institute und dem Swiss Institute for Experimental Cancer Research keine Verflechtungen gemessen wurden.

8.5 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Genf

In Genf arbeiten zehn Biotechnologieunternehmen mit sechs Forschungseinrichtungen zusammen. Wie in Bern und Lausanne arbeiten auch Genfer Unternehmen verhältnismässig selten mit regionsinternen Partnern zusammen. Nur 6,85 % der Partner Genfer Biotechnologieunternehmen stammen auch aus der gleichen Region (siehe Tabelle 20). Im Gegensatz zu den Regionen Bern und Lausanne liegt dies nicht nur daran, dass es zu wenige potenzielle Partner in Genf gibt, sondern ist auch Folge der Innovationsstrategie des dominierenden Biotechnologieunternehmens Merck-Serono. Merck-Serono ist das grösste und eines der etabliertesten Biotechnologieunternehmen in Europa und unterhält eine Vielzahl von internationalen Kooperationen.

Das Genfer Netzwerk ist stark zentralisiert (siehe Abb. 37). Zentraler Knoten ist die Universität Genf mit einem Verflechtungsanteil von 0,22 und Kontakten zu fünf der sechs Genfer Biotechnologieunternehmen mit regionsinternen Verflechtungen. Zweiter wichtiger Knoten ist das Universitätskrankenhaus (mit einem Verflechtungsanteil von 0,16 und Verflechtungen zu allen sechs Genfer Biotechnologieunternehmen mit regionsinternen Verflechtungen). Die verhältnismässig starke Tendenz des Genfer Netzwerks zum Clustering ist Folge seiner Ausrichtung auf die Universität und das Universitätskrankenhaus. Da Universität und Universitätskrankenhaus organisatorisch eng verflochten sind, ist dieser hohe Wert kein Indikator für zwei voneinander getrennte Teilnetzwerke um diese Organisatio-

nen. Kooperationen zwischen Merck-Serono und Biotechnologieunternehmen Novimmune und Geneprot führen zu einer dichten Netzwerkstruktur in Genf.

8.6 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Île de France

Paris und die Region Île de France sind das unangefochtene Zentrum der Französischen Biotechnologieindustrie (siehe auch die Analyse in Kapitel 5.2). Entsprechend gross ist das Potenzial an Partnern, also Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Pharmaunternehmen in der Île de France. Die Biotechnologieunternehmen in der Île de France sind stark auf die eigene Region ausgerichtet. Fast die Hälfte aller Partner der untersuchten Biotechnologieunternehmen sind auch in der Île de France ansässig. Im Durchschnitt der gesamten Stichprobe stammen weniger als ein Viertel der Partner aus der Region (siehe Tabelle 20).

In der Île de France arbeiten 23 Biotechnologieunternehmen mit 43 Partnern zusammen. Aufgrund dieser grossen Anzahl von Partnern ist das Netzwerk der Île de France das am wenigsten zentralisierte Netzwerk (Netzwerkzentralität von 4,47; siehe Tabelle 20). Wichtigste Partner sind das Institute Pasteur (mit einem relativ Verflechtungsanteil von 0,07 bei 7 Partnern), das Centre Hospitalier Universitaire Saint-Louis (Hop St. Louis; Verflechtungsanteil von 0,05 bei vier Partnern) und die Universitäten Paris 6 und 7 (beide mit einem Verflechtungsanteil von 0,03 und vier respektive und sechs Partnern). Insbesondere die zersplitterte Universitätslandschaft in der Île de France trägt zu der insgesamt geringen Zentralität und einer geringen Dichte des Netzwerks bzw. der geringen Zentralität der einzelnen Akteure bei (siehe auch Abb. 38). Auch aus diesem Grund lassen sich beim Netzwerk in der Île de France keine abgegrenzten Teilnetzwerke erkennen (Clustering von 0,07, siehe Tabelle 20).

Obwohl die Region Île de France auch Standort grosser Pharma- und Chemieunternehmen ist, sind beispielsweise die Pharmaunternehmen Pfizer (eine US-amerikanisches Unternehmen mit Niederlassung in Paris) und Sanofi-Aventis (mit Hauptsitz in Paris) und der Konsumgüterhersteller L'Oréal nur selten Partner von Pariser Biotechnologieunternehmen. Wie in der Region Rhein-Neckar ist dies darauf zurückzuführen, dass die chemische und Pharmaindustrie nur wenige Ausgründungen generiert hat. (siehe Ergebnisse aus Kapitel 5.2.1).

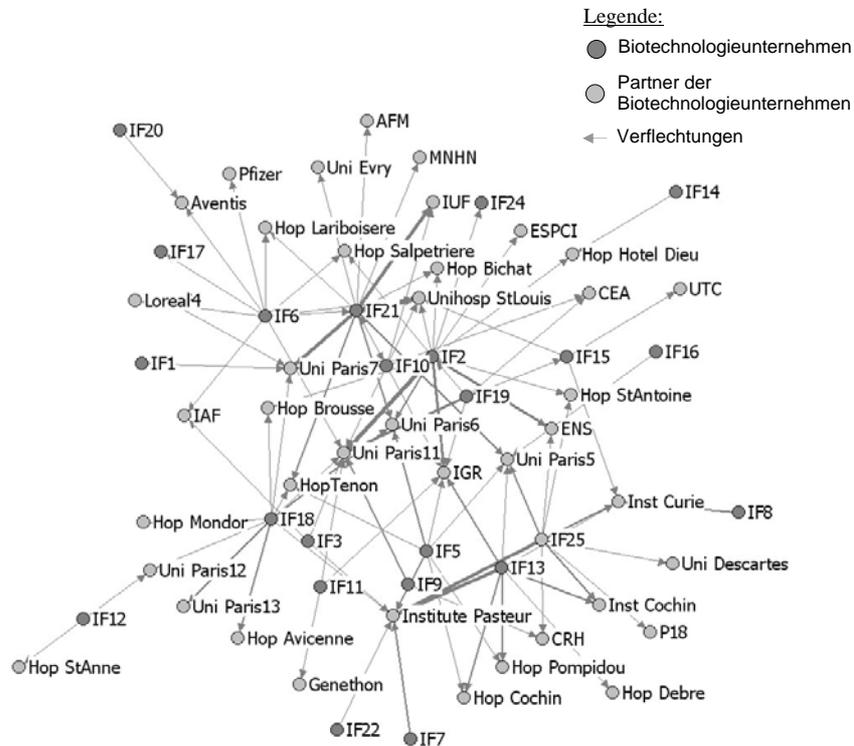


Abb. 38. Das regionale Innovationsnetzwerk in der Île de France
 Aufgrund der grossen Dichte an Universitäten und Forschungseinrichtungen in der Region Île de France ist die Netzwerkstruktur relativ dezentral. n=278. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.³⁴

³⁴ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 33. In der Abbildung verwandte Abkürzungen: IF## für Biotechnologieunternehmen aus der Île de France, P## für Partner KMU aus der Île de France, AFM für Association Française contre les Myopathies, CEA für Commissariat à l'Énergie Atomique, CRH für Centre Rene Huguenin, ESPCI für Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles, IGF für Institute Gustave Roussy, IAF für Institute Neurobiologie Alfred Fessard, IUF für Institut Universitaire de France, Hop für Hôpital, MNHN für Muséum National d'Histoire Naturelle, UTC für Université de Technologie de Compiègne

8.7 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Strasbourg

Die Analyse in Kapitel 5.2 hat gezeigt, dass die Französische Biotechnologieindustrie stark auf die Île de France ausgerichtet ist. In diesem Licht ist auch der mit 17,05 % im Vergleich zu anderen Regionen geringe Anteil regionsinterner Verflechtungen zu bewerten. Immerhin 26,90 % der Verflechtungen Strasbourger Biotechnologieunternehmen werden mit einem Partner in der Île de France unterhalten.

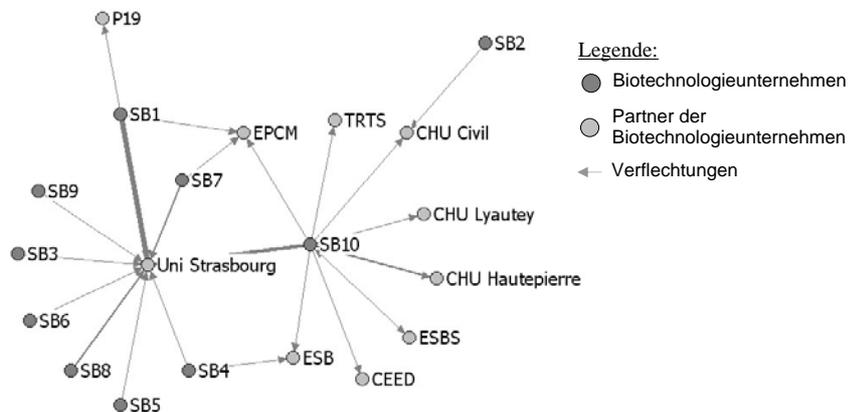


Abb. 39. Das regionale Innovationsnetzwerk in Strasbourg

Neben der Universität Strasbourg nimmt das Biotechnologieunternehmen Transgene eine zentrale Position im regionalen Innovationsnetzwerk ein. n=136. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.³⁵

Abb. 39 und die in Tabelle 20 aufgeführten Parameter zeigen, dass das Strasbourger Netzwerk grosse Ähnlichkeit zum Genfer Netzwerk aufweist. In Strasbourg arbeiten zehn Biotechnologieunternehmen mit zehn Partnern zusammen. Mit Abstand wichtigster Partner ist die Universität Strasbourg. Die Universität ist an 42 % aller Verflechtungen beteiligt und arbeitet mit

³⁵ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 33. In der Abbildung verwandte Abkürzungen: SB## für Biotechnologieunternehmen aus Strasbourg, P## für Partner KMU aus Strasbourg, CEED für Le Centre Européen d'étude sur le Diabète, CHU für Centre Hospitalier Universitaire, EFSA Établissement Français du Sang Alsace, ESB für Ecole Supérieure de Biotechnologie Strasbourg, EPCM für Ecole Européenne de Chimie Polymères et Matériaux de Strasbourg

neun der zehn hier untersuchten Biotechnologieunternehmen zusammen. Aufgrund dieser Bedeutung der Universität gehört das Strasbourger Netzwerk zu den zentralisiertesten Netzwerken in der Stichprobe. Die andere Partner, etwa die Universitätskrankenhäuser oder die beiden Universitäten ESB (Ecole Supérieure de Biotechnologie Strasbourg) und EPCM (Ecole Européenne de Chimie Polymères et Matériaux de Strasbourg) spielen für den Grossteil der Strasbourger Biotechnologieunternehmen kaum eine Rolle. Lediglich das Unternehmen Transgene ist mit fast allen Forschungseinrichtungen verflochten. Transgene ist eins der ältesten Biotechnologieunternehmen Europas und grösstes Biotechnologieunternehmen am Standort Strasbourg. Insbesondere aufgrund der zentralen Position des Biotechnologieunternehmens Transgene gehört das Strasbourger Netzwerk zu den dichtesten der untersuchten Netzwerke (mit einer Dichte von 0,36, siehe Tabelle 20).

8.8 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Cambridge

Innerhalb des regionalen Netzwerks der Region Cambridge arbeiten 28 Biotechnologieunternehmen mit 20 Partnern zusammen (siehe Tabelle 20). Abb. 40 zeigt deutlich, dass die Universität Cambridge mit einem Verflechtungsanteil von 0,24 und 13 Partnern zentraler Knoten in diesem Netzwerk ist. Ebenfalls wichtiger Akteur ist das Adenbrookes Hospital, ein der Universität Cambridge angegliedertes Universitätskrankenhaus mit einem Verflechtungsanteil 0,08 und sieben Partnern. Die Region Cambridge verfügt zudem über mehrere Institute des Medical Research Councils (MRC), die aber nur wenig in der Region verflochten sind. Viele Biotechnologieunternehmen haben nur einige wenige Partner in der Region Cambridge. Anzumerken ist, dass die in diesem Kapitel untersuchten regionsinternen Verflechtungen nur einen geringen Stellenwert haben. Biotechnologieunternehmen aus Cambridge gehören zu den internationalsten der Stichprobe. Nur 15 % der Partner stammen aus der Region.

Die relativ geordnete Struktur des Netzwerks mit vielen Links zwischen Unternehmen und der Universität Cambridge, mit nur wenigen Verbindungen zwischen den Biotechnologieunternehmen und einer geringen Anzahl von Forschungseinrichtungen, die mit mehr als nur einem Biotechnologieunternehmen verflochten sind zeigt die relativ grosse Zentralisierung bei gleichzeitig geringer Dichte des Netzwerks (siehe Abb. 40). Zudem sind keine klar abgrenzbaren Teilnetzwerke erkennbar. Mit AFL, Acambis

8.9 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region Oxford

Die beiden Englischen Regionen Cambridge und Oxford in der Stichprobe weisen bezüglich der Struktur ihrer regionsinternen Netzwerke klare Ähnlichkeit auf. Wie in der Region Cambridge haben regionalen Verflechtungen auch in Oxford eine relativ geringe Bedeutung (jede fünfte Verflechtung ist regional), ist das Netzwerk zentralisiert und es gibt keine voneinander abgegrenzten Teilnetzwerke (siehe Tabelle 20). Die Universität Oxford ist mit einem Verflechtungsanteil von 0,27 und 16 Partnern zentraler Akteur (siehe Abb. 41). Weitere wichtige Forschungspartner sind das der Universität Oxford angegliederte Radcliffe Hospital mit einem Verflechtungsanteil von 0,22 und sechs Partnern sowie das Wellcome Trust Centre for Human Genetics (CHG) mit einem Verflechtungsanteil von 0,09 und vier Partnern.

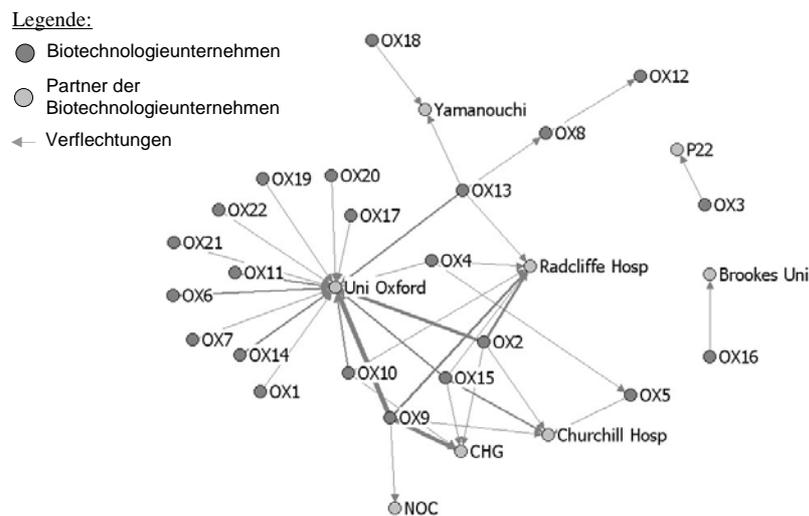


Abb. 41. Das regionale Innovationsnetzwerk in Oxford

Die Universität Oxford ist der zentrale Akteur im regionalen Innovationsnetzwerk. $n=177$. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.³⁷

³⁷ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 33. In der Abbildung verwandte Abkürzungen: OX## für Biotechnologieunternehmen aus Oxford,

Das Netzwerk in Oxford ist im Vergleich zum Netzwerk in der Region Cambridge allerdings kleiner und dichter (mit einer Dichte von 0,20 im Vergleich zu 0,08 in der Region Cambridge) strukturiert. Im Netzwerk der Region Oxford arbeiten 22 Unternehmen mit acht Partner zusammen.

8.10 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Region München

Das Münchner Innovationsnetzwerk ist das grösste der untersuchten regionalen Netzwerke. 67 Unternehmen sind mit 47 Partnern verflochten (siehe Tabelle 20). Ähnlich wie bei den meisten anderen Regionen stechen vor allem die Universitäten und Universitätsspitäler bezüglich ihrer Bedeutung als Netzwerkknotten heraus. Die Technische Universität München (TUM) und die Ludwigs Maximilian Universität München (LMU) sind mit einem Verflechtungsanteil von 0,14 und 25 Partnerunternehmen respektive 0,11 und 24 Partnerunternehmen die wichtigsten Partner Münchner Biotechnologieunternehmen. Die beiden der LMU angegliederten Universitätskrankenhäuser Grosshadern (Verflechtungsanteil von 0,04) und Innenstadt (LMU Klinik; Verflechtungsanteil von 0,01) sowie das der TUM angegliederte Klinikum Rechts der Isar (TUM Klinik; Verflechtungsanteil von 0,03) sind ebenfalls intensiv mit dem Münchner Biotechnologiecluster vernetzt. Insbesondere bilden zwei deutlich voneinander getrennte Teilnetzwerke (siehe Abb. 42; Clustering von 1,39).

Wie auch bei anderen regionsinternen Netzwerken spielt hierbei die Entstehung der Biotechnologieunternehmen eine grosse Rolle. Ausgründungen sind zumeist mit den jeweiligen Inkubatororganisationen verflochten. Die überdurchschnittlich hohe Dichte des Münchner Innovationsnetzwerks deutet aber auch darauf hin, dass es sich bei den beiden Teilnetzwerken um die Universitäten nicht um hermetisch abgeriegelte Bereiche handelt. Insbesondere auch die Vielzahl von Forschungseinrichtungen wie z.B. das Max Planck Institut für Biochemie (MPI Biochem), das Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF) und das Deutsche Herzzentrum (DHZ) unterhalten Verflechtungen zu Unternehmen in beiden Teilnetzwerken. Zudem gibt es eine Gruppe von etablierten Unternehmen (z.B. GPC, Morhposys, Bavarian-Nordic, Trion oder Willex), die intensiv mit beiden Universitäten verflochten sind. Die damit zusammenhängende Frage, ob die Entwicklungsphase eines Unternehmens auch in anderen Fällen

CHG für Wellcome Trust Centre for Human Genetics, Hosp. für Hospital, NOC für Nuffield Orthopaedic Centre

einen Einfluss auf die Netzwerkstruktur dieser Unternehmen hat wird in Kapitel 10 nachgegangen.

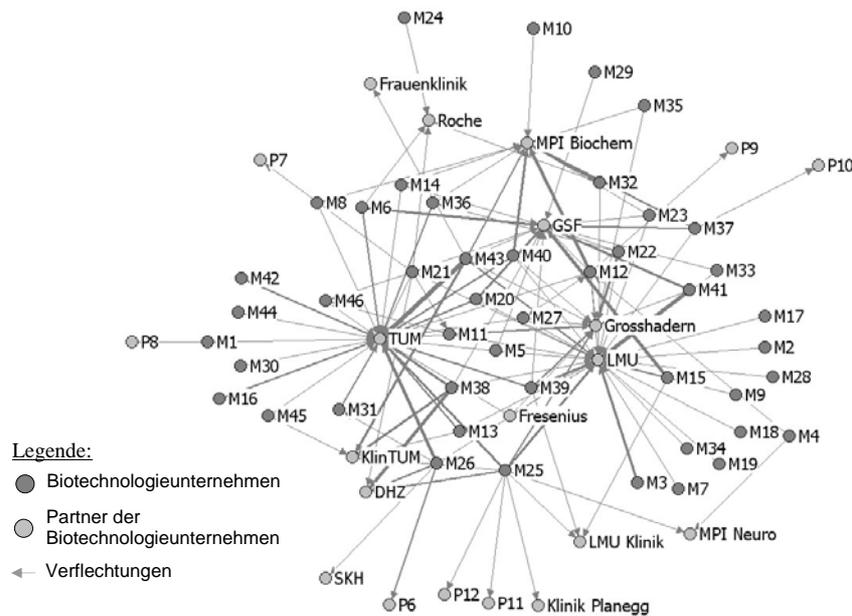


Abb. 42. Das regionale Innovationsnetzwerk in München

Das Münchner Innovationsnetzwerk ist das grösste der untersuchten Netzwerke. Die beiden Münchner Hochschulen sind zentrale Akteure. n=454. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.³⁸

³⁸ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 33. In der Abbildung verwandte Abkürzungen: M## für Biotechnologieunternehmen aus der München, P## für Partner KMU aus München, DHZ für Deutsches Herzzentrum München, Grosshadern für Klinikum Grosshadern, GSF für Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, LMU für Ludwigs-Maximian Universität München, LMU Klinik für Universitätsklinikum Innenstadt, MPI Biochem für Max Planck Institut für Biochemie, MPI Neuro für Max Planck Institut für Neurobiologie, Planegg Klinik Urologische Klinik München Planegg, TUM für Technische Universität München, TUM Klinik für Universitätsklinik Rechts Isar, SKH für Städtisches Krankenhaus München

8.11 Das regionale Innovationsnetzwerk in der Rhein-Neckar Region

In der Region Rhein Neckar sind 17 Biotechnologieunternehmen mit 15 Partnern verflochten (siehe Tabelle 20). Regionale Verflechtungen sind dabei deutlich häufiger als an anderen Standorten (34,35 %; in der gesamten Stichprobe sind es nur 20,89 %). Wichtigste Knoten des Netzwerks in der Rhein-Neckar Region ist die Universität Heidelberg, das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKZ) und das European Molecular Biology Laboratory (EMBL). Diese drei Institutionen sind an rund 23 % respektive 12 % und 8 % aller Verflechtungen beteiligt (siehe Abb. 43). Die meisten Unternehmen arbeiten mit mehreren Forschungseinrichtungen zusammen und lassen sich keinem klar abgegrenzten Teilbereich des Netzwerk zuordnen. So arbeiten z.B. die Unternehmen Sygnis, Cytonet, MTM mit allen drei oben aufgeführten Forschungseinrichtungen zusammen. Im Gegensatz zur Region Basel, dem anderen traditionellen Chemie- und Pharmastandort unter den untersuchten Regionen spielen die Pharma- und Chemieunternehmen der Region kaum eine Rolle. Mit dem Unternehmen Abbott konnte kein Link und den Unternehmen BASF und Roche jeweils nur ein Link zu Biotechnologieunternehmen nachgewiesen werden. Diese Wissenschaftsorientierung konnte bereits in Kapitel 7.3 nachgewiesen werden. Die Gründe hierfür sind in der Entstehung des Biotechnologieclusters in der Region Rhein Neckar zu suchen, wo im Gegensatz zur Region Basel nur wenige Biotechnologieunternehmen aus Pharmaunternehmen entstanden sind (siehe Ergebnisse aus Kapitel 5.4.2).

Die Region Rhein-Neckar zeichnet sich also nicht durch eine fokussierte Netzwerkstruktur wie z.B. in den Regionen Zürich oder Lausanne aus, sondern ist dezentral strukturiert. Der geringe Wert für Clustering zeigt zudem, dass es um die Forschungseinrichtungen der Region im Gegensatz z.B. zu Zürich oder München keine klar voneinander abgegrenzten Teilnetzwerke gibt. Die relativ hohe Netzwerkdichte ist dabei weniger Ergebnis intensiver Verflechtungen zwischen Biotechnologieunternehmen als Folge davon, dass die meisten Biotechnologieunternehmen mit mehreren Forschungseinrichtungen vernetzt sind (siehe Abb. 43).

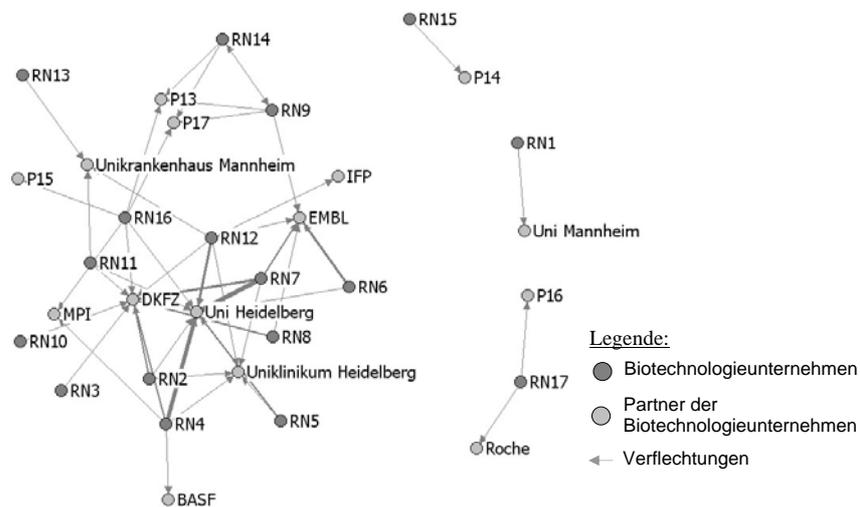


Abb. 43. Das regionale Innovationsnetzwerk in der Rhein-Neckar Region

Das regionale Netzwerk in der Rhein-Neckar Region ist dezentral strukturiert. $n=226$. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.³⁹

³⁹ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 33. In der Abbildung verwandte Abkürzungen: RN## für Biotechnologieunternehmen aus der Rhein-Neckar Region, P## für Partner KMU aus der Rhein-Neckar Region, DKFZ für Deutsches Krebsforschungszentrum, EMBL für European Molecular Biology Laboratory, IFP für Institut für Pathologie Mannheim, MPI für Max Planck Institut für Medizinische Forschung

8.12 Zwischenfazit: Regionale Innovationsnetzwerke, Strukturen und Unterschiede

Die Analyse in Kapitel 8.1 bis 8.9 hat gezeigt, dass sich die Struktur der regionsinternen Netzwerke zwischen den untersuchten Regionen deutlich unterscheidet. Zentrale Unterschiede bestehen hinsichtlich

- der Bedeutung und der Anzahl zentraler Akteure,
- der Dichte des Netzwerks und
- des Vorhandenseins von abgrenzbaren Teilnetzwerken.

Besonders zentralisierte Netzwerke bestehen in den Regionen Lausanne und Strasbourg. Netzwerke mit mehreren Knoten wurde in den Regionen Île de France oder München gefunden und besonders dichte Netzwerke kennzeichnen den Biotechnologiecluster in Genf. Zudem sticht wiederum die Region Basel heraus, in der nicht eine Hochschule, sondern ein ansässiges Pharmaunternehmen zentraler Akteure im Netzwerk ist.

Diese unterschiedlichen Strukturen der Untersuchungsregionen lassen sich auf zwei Faktoren zurückführen. Das Potenzial an möglichen Partnern in einer Region, also die Dichte von Forschungseinrichtungen, forschenden Krankenhäusern, Dienstleistungsunternehmen sowie Unternehmen der pharmazeutischen oder chemischen Industrie ist unterschiedlich. Die Analysen in Kapitel 7 haben ergeben, dass je weniger dicht die regionale Forschungs- und Unternehmenslandschaft ist, desto stärker ist die Aussenorientierung und desto kleiner das intraregionale Netzwerk. So ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Berner Unternehmen den passenden Partner unter den wenigen Akteure in seiner Region findet um ein Vielfaches kleiner, als die Wahrscheinlichkeit, dass ein Münchner Unternehmen den passenden Partner in München findet. Die Dichte ist dabei zum einen Funktion der Grösse einer Region (z.B. die Île de France oder München haben grosse Biotechnologiecluster ohne eine ausgesprochene Spezialisierung auf diesen Bereich zu haben) und zum anderen eine Funktion der regionalwirtschaftlichen Spezialisierung. Dies zeigt, dass die in Kapitel 5.5 vorgestellten Gruppen (grosse Regionalökonomien, Hochtechnologieökonomien und Regionen mit Pharma- oder Chemiespezialisierung) einen Einfluss auf die Struktur und die Geographie der Innovationsnetzwerke hat.

Neben der institutionellen Ausstattung einer Region spielt die Evolution von Unternehmen und Regionalwirtschaft eine grosse Rolle. Vor allem das

Verhältnis von der Inkubatororganisation zu den Ausgründungen beeinflusst die Netzwerkstrukturen. Ausgegründete Unternehmen sind in allen untersuchten Regionen stark mit ihren Inkubatororganisationen verflochten. Besonders deutlich ist dies in den Regionen Zürich, Lausanne und München, wo die Biotechnologieunternehmen je nach Herkunft um ihre Inkubatoren gruppiert sind. Ein weiteres Beispiel ist die Region Basel. Allerdings sind es hier die Pharmaunternehmen Novartis und Roche, welche Ende der 1990 Jahre Inkubatoren für Biotechnologieunternehmen waren und heute eine zentrale Position im Netzwerk einnehmen (siehe auch die Ergebnisse von Kapitel 4). Die grosse Bedeutung des Verhältnisses zwischen Biotechnologieunternehmen und ihren Inkubatoren wirft die Frage auf, ob es sich um ein zeitlich befristetes Phänomen handelt, bei dem das ausgegründete Unternehmen nur in der Zeit nach seiner Entstehung mit ihren Inkubatoren zusammen arbeitet oder ob diese Beziehungen auch über lange Zeit bestehen. Diese Frage wird in Kapitel 10 untersucht, in dem die Netzwerke einzelner Unternehmen auch im Zeitverlauf im Detail untersucht werden.

Hilft eine solche Messung und Darstellung der regionalen Innovationsnetzwerke bei der Ausgestaltung der regionalen Wirtschaftspolitik und -förderung? Hauptnutzen dieser Messungen und Darstellungen liegt darin, die Bedeutung und Funktion einzelner Unternehmen oder Organisationen für die regionalen Innovationsnetzwerke zu erkennen. Sollten Organisationen – z.B. Universitäten oder Forschungseinrichtungen – nur selten oder locker in Netzwerke eingebunden werden, könnten Massnahmen im Bereich Netzwerkbildung und Technologietransfer dazu beitragen, diese stärker einzubinden und so die Potenziale besser zu nutzen. Zudem können Barrieren, welche den Technologietransfer innerhalb von Clustern beschränken, aufgrund einer solchen Messung und Darstellung der regionalen Innovationsnetzwerke erkannt und sichtbar gemacht werden. So zeigen die Analysen in diesem Kapitel z.B., dass in der Region Basel Potenzial dafür besteht, durch eine stärkere Einbindung der Universität Basel und der FHNW in die regionale Biotechnologieindustrie Wertschöpfung zu generieren. Konkrete Massnahmen, Barrieren abzubauen und Akteure stärker in Netzwerke zu integrieren umfassen die Förderung von Unternehmertum und Ausgründung (z.B. durch die Einrichtung von Inkubatoren oder Technologieparks) oder durch fokussierte Netzwerkinitiativen (z.B. die Initiative i-net BASEL in der Region Basel, welche explizit darauf abzielt Universität und FHNW einzubeziehen, welche aber derzeit nicht in der Biotechnologie aktiv ist).

9 Das Innovationsnetzwerk der Schweizer Biotechnologieindustrie

Im folgenden Kapitel wird untersucht, wie stark die Unternehmen und anderen Akteure innerhalb der Schweiz bzw. der einzelnen Regionen vernetzt sind. Forschungsfrage ist, ob aufgrund der Netzwerkstrukturen überhaupt von klar abgegrenzten regionalen Innovationsnetzwerken in der Schweiz gesprochen werden kann oder ob es sich bei der Schweiz um einen zusammenhängenden Cluster handelt. Dazu werden:

- in Kapitel 9.1 die Innovationsnetzwerke aller Schweizer Biotechnologieunternehmen analysiert,
- in Kapitel 9.2 die Verbindungen zwischen den Schweizer Biotechnologieclustern Basel, Zürich, Bern, Genf und Lausanne untersucht und
- in Kapitel 9.3 die Unterschiede zwischen Verflechtungen zu den verschiedenen Partnern (z.B. Wirtschafts- oder Wissenschaftsverflechtungen) dargestellt.

9.1 Die Struktur des Schweizer Netzwerks

Die untersuchten Schweizer Biotechnologieunternehmen haben im Zeitraum zwischen den Jahren 2000 und 2007 mit 664 Partnern innerhalb ihres Heimatlandes kooperiert. Diese Verflechtungen sind die Stichprobe für die Analysen in den folgenden Kapiteln. Mehr als ein Drittel (262) dieser Verflechtungen sind regionsübergreifend, verbinden also Akteure aus den verschiedenen Schweizer Biotechnologieclustern. Das durchschnittliche Schweizer Biotechnologieunternehmen unterhält rund zehn (10,38) Verflechtungen zu Schweizer Partnern. Die hohe Standardabweichung von 16,74 zeigt, dass sich die Akteure bezüglich der Anzahl ihrer Partner deutlich unterscheiden (das Maximum liegt bei 94 Verflechtungen, das Minimum bei 1).

Abb. 44 bis Abb. 49 zeigen die Position der Akteure aus den einzelnen Regionen im gesamten Schweizer Netzwerk. Zur Darstellung werden ana-

log zu Kapitel 8 die Programme Ucinet und Netdraw verwendet (Borgatti et al. 2002). Die Lage der einzelnen Netzwerkknoten in den Abbildungen wird anhand des Spring-Embedding-Algorithmus berechnet (für eine Beschreibung dieses Algorithmus siehe Kapitel 8). Die schwarz eingefärbten Netzwerkknoten sind die Akteure aus den einzelnen Regionen. Je näher die Akteure zueinander positioniert sind, desto stärker ähneln sich ihre Innovationsnetzwerke. Je weiter ein Akteur in der Mitte der Abbildung positioniert ist, desto zentraler ist der Akteur für das Gesamtnetzwerk der Schweiz. Die Position in der Netzwerkdarstellung hat nichts mit dem räumlichen Standort dieser Unternehmen zu tun.

Die untersuchten Biotechnologieunternehmen haben ein dichtes Netzwerk in der ganzen Schweiz, in dem die Akteure der einzelnen Regionen intensiv miteinander verbunden sind. Diese Verbundenheit der Akteure zeigt sich auch bei statistischen Analysen. Teilnetzwerke, sogenannte Cliques bestehen zwar um die grossen Forschungseinrichtungen und Pharmaunternehmen, wie die ETHZ, die EPFL oder Roche. Diese Cliques sind aber weder regional abgegrenzt noch sind sie klar von den anderen Cliques getrennt. Diese starke Verbundenheit des Schweizer Netzwerks ist darauf zurückzuführen, dass Universitäten, Forschungseinrichtungen, Krankenhäuser und Pharmaunternehmen nicht nur eine zentrale Position im jeweiligen regionalen Netzwerk einnehmen, sondern zentrale Knoten des Gesamtschweizer Innovationsnetzwerks sind.

Abb. 44 bis Abb. 49 zeigen auch, dass sich viele Akteure der verschiedenen Schweizer Regionen in der Nähe zu anderen Akteuren aus den gleichen Regionen befinden (sich also bezüglich ihrer Innovationsnetzwerke ähneln oder miteinander verbunden sind). Diese „Netzwerknähe“ resultiert vor allem daraus, dass die meisten Unternehmen am intensivsten mit einer oder mehreren Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Krankenhäusern aus derselben Region verbunden sind. Insbesondere bei Zürcher (siehe Abb. 45) und Berner Akteuren (siehe Abb. 46) ist diese Nähe untereinander klar erkennbar. Im Gegensatz dazu sind die Basler Akteure über das gesamte Schweizer Netzwerk verteilt (siehe Abb. 44).

Deutlicher als die Konzentration von Unternehmen einer Region ist aber die Netzwerkdistanz zwischen den Akteuren aus der Deutschschweiz (siehe Abb. 44, Abb. 45 und Abb. 46) und aus der Romandie (dem französischsprachigen Teil der Schweiz; siehe Abb. 47 und Abb. 48).⁴⁰ Während die Deutschschweizer Akteure die linke Seite des Netzwerks dominieren,

⁴⁰ Unternehmen und Partner aus dem Tessin spielen keine Rolle, da es nur wenige Biotechnologieunternehmen und Forschungseinrichtungen in diesem Feld gibt

findet man die meistens Westsschweizer Akteure auf der rechten Netzwerkseite. Diese Verteilung deutet darauf hin, dass sich die Ausrichtung der Netzwerke der Westschweizer Biotechnologieunternehmen von denen in der Deutschschweiz unterscheiden.

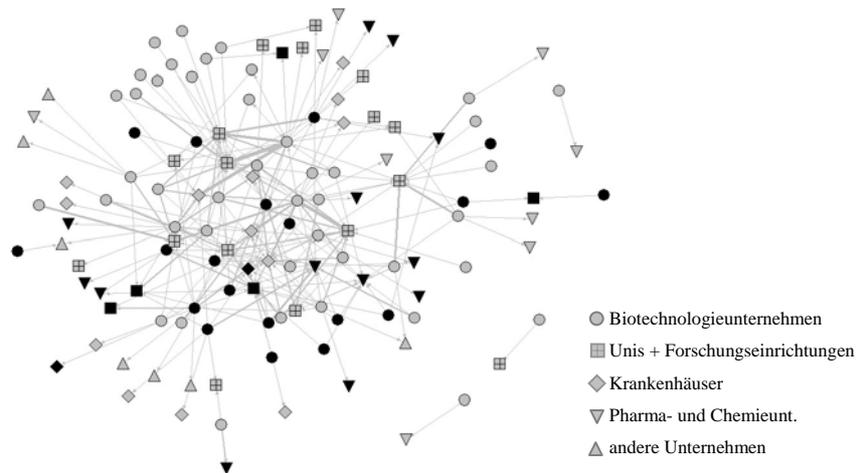


Abb. 44. Die Basler Akteure im Schweizer Netzwerk

Die schwarz eingefärbten Netzwerkknoten kennzeichnen die Basler Akteure. $n=664$. Die Lage der einzelnen Netzwerkknoten in den Abbildungen wird anhand des Spring-Embedding-Algorithmus berechnet (für eine Beschreibung dieses Algorithmus siehe Kapitel 8). Je näher die Akteure zueinander positioniert sind, desto stärker ähneln sich ihre Innovationsnetzwerke. Je weiter ein Akteur in der Mitte der Abbildung positioniert ist, desto zentraler ist der Akteur für das Gesamtnetzwerk der Schweiz. Die Lage der einzelnen Netzwerkknoten in den Darstellungen wird anhand des Spring-Embedding Algorithmus berechnet. Die Lage hat keinen Bezug zum räumlichen Standort der Akteure, sondern ergibt sich iterativ aus der Position im Netzwerk und einer optimalen Darstellbarkeit von Knoten und Verbindungen. Je stärker die Verbindungslinie, desto häufiger der Kontakt zwischen den Knoten. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

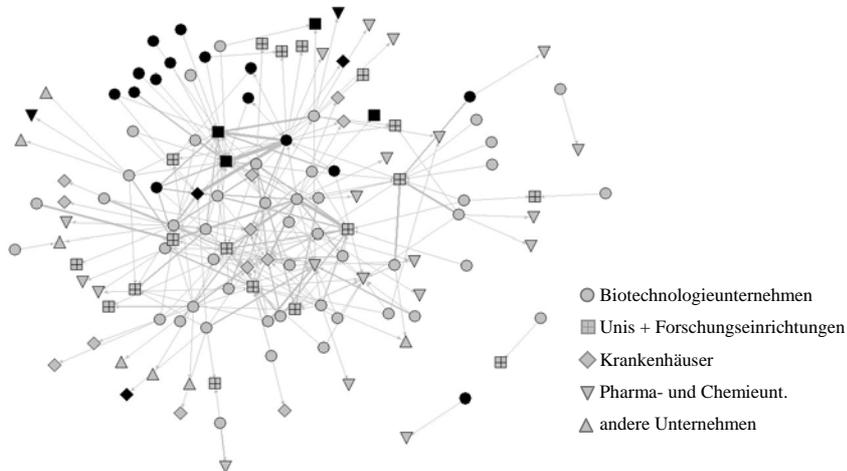


Abb. 45. Die Zürcher Akteure im Schweizer Netzwerk

Die schwarz eingefärbten Netzwerkknoten kennzeichnen die Zürcher Akteure. n=664. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.⁴¹

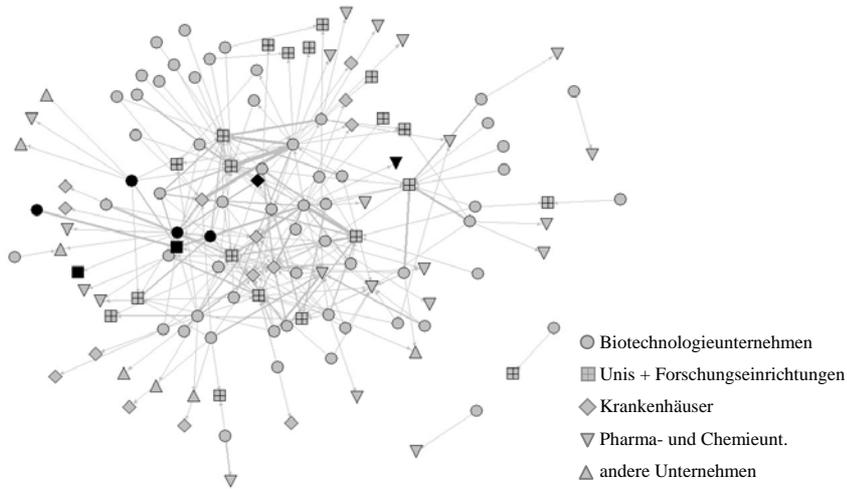


Abb. 46. Die Berner Akteure im Schweizer Netzwerk

Die schwarz eingefärbten Netzwerkknoten kennzeichnen die Berner Akteure. n=664. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.⁴¹

⁴¹ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 44.

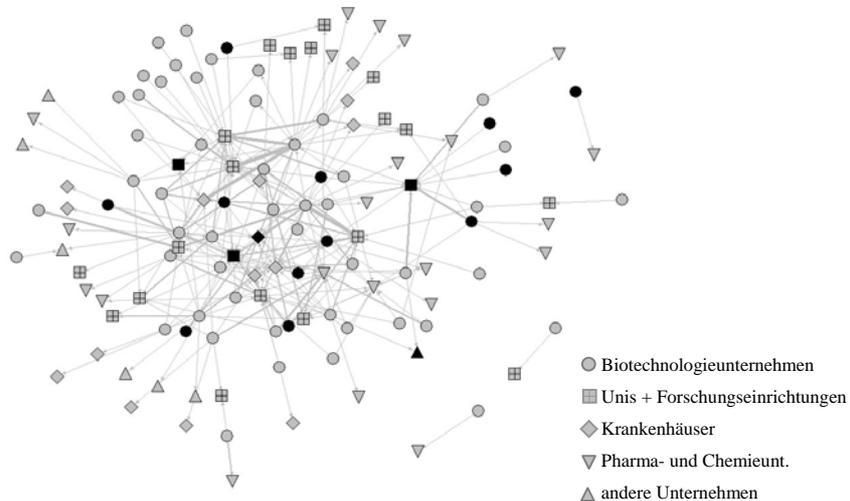


Abb. 47. Die Akteure aus Lausanne im Schweizer Netzwerk

Die schwarz eingefärbten Netzwerkknoten kennzeichnen die Lausanner Akteure. n=664. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.⁴²

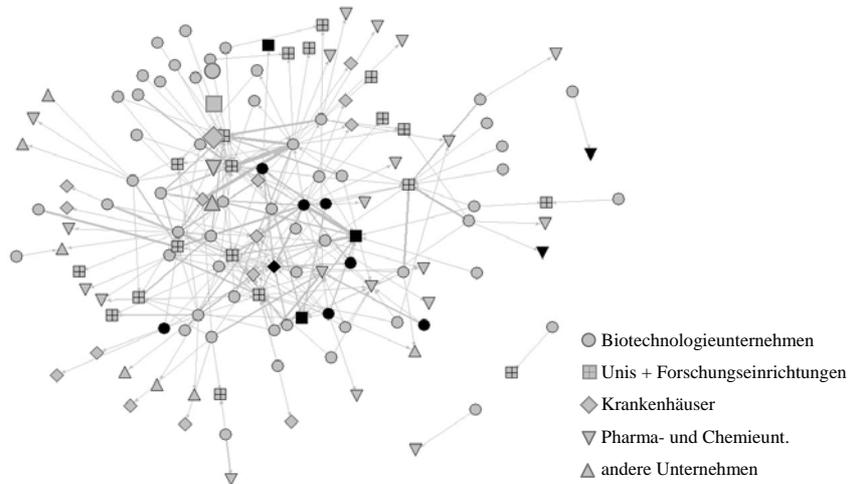


Abb. 48. Die Genfer Akteure im Schweizer Netzwerk

Die schwarz eingefärbten Netzwerkknoten kennzeichnen die Genfer Akteure. n=664. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.⁴²

⁴² Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 44.

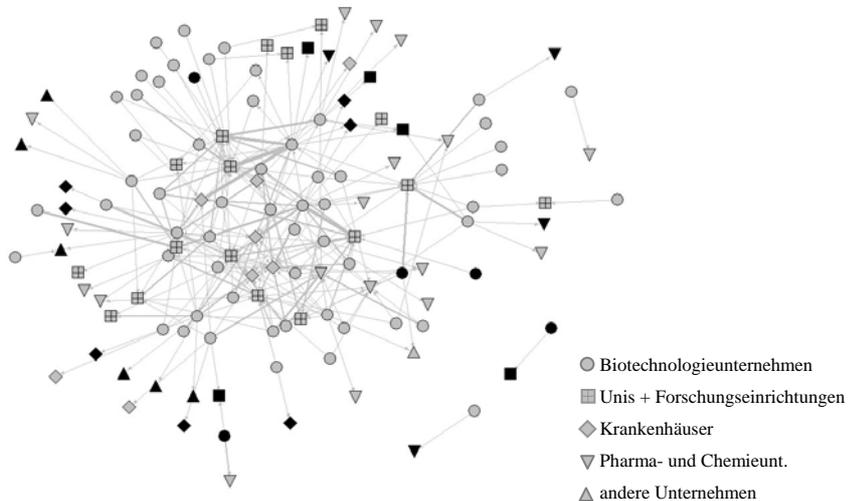


Abb. 49. Die Akteure aus der restlichen Schweiz

Die schwarz eingefärbten Netzwerkknoten kennzeichnen die Akteure aus der restlichen Schweiz. n=664. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.⁴³

⁴³ Für eine Erklärung, wie die Netzwerkdarstellung berechnet wurde, siehe Bildunterschrift von Abb. 44.

9.2 Regionen und ihre Verbindungen

Die Analyse des gesamten Schweizer Innovationsnetzwerks in Kapitel 9.1 zeigt, dass Unternehmen in verschiedenen Regionen intensiv miteinander verbunden sind. Insbesondere aufgrund der Komplexität und der Vielzahl von Akteuren dieses Netzwerks wird aber nicht deutlich, ob alle oder nur einige Regionen miteinander verflochten sind.

Tabelle 22 Verflechtungen zwischen den Regionen

Biotech- unternehmen aus:	n**	Anteil regionaler Verflech- tungen	Partner in:					Andere (in %)
			Basel (in %)	Zürich (in %)	Bern (in %)	La. (in %)	Genf (in %)	
N	282	18,03	18,09	24,47	8,51	23,05	17,02	8,87
Basel	62	42,75	-	53,23	3,23	20,97	8,06	14,52
Zürich	33	17,19	18,18	-	15,15	45,45	3,03	18,18
Bern	39	15,97	38,46	41,03	-	5,13	2,56	12,82
Lausanne	56	6,84	10,71	10,71	5,36	-	67,86	5,36
Genf	68	18,03	26,47	19,12	20,59	30,88	-	2,94
restl. CH	24	42,75	25,00	4,17	-	58,33	12,50	

Kursiv dargestellt sind Verflechtungen zwischen Partnern aus der Romandie und der Deutschschweiz. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

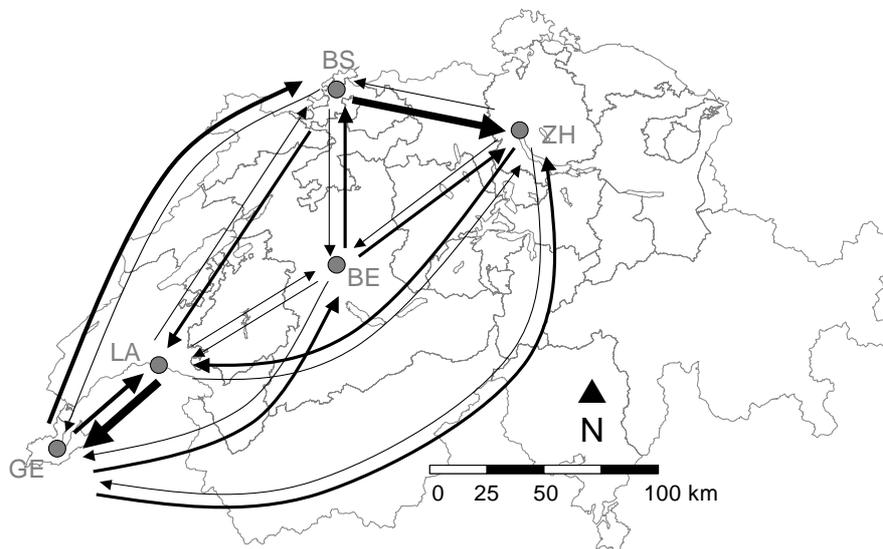
Aus diesem Grund werden die Netzwerke zwischen den Schweizer Regionen im folgenden Kapitel intensiver untersucht. Tabelle 22 und Karte 8 zeigen die Strukturen der Vernetzung zwischen Regionen. Mehrere Muster stechen dabei heraus:

- Basler Biotechnologieunternehmen arbeiten überdurchschnittlich häufig mit Zürcher Partnern zusammen. Mehr als die Hälfte aller Schweizer Partner von Basler Biotechnologieunternehmen haben ihren Standort in Zürich und fast die Hälfte der untersuchten Basler Unternehmen sind mit Zürcher Partner verflochten. Die Zürcher Partner sind allen voran die beiden Hochschulen ETHZ und Universität Zürich. Auf der anderen Seite sind Zürcher Biotechnologieunternehmen nicht überdurchschnittlich häufig mit Basler Partnern verflochten (lediglich 18,18 %). Fast alle Verflechtungen Zürcher Unternehmen mit Basler Partnern fanden zudem

zwischen den gleichen Akteuren in zwei aufeinander folgenden Jahren statt.

- Unternehmen aus Lausanne sind überdurchschnittlich stark mit Unternehmen aus Genf verflochten (67,86 %). Zudem sind fast ein Drittel der Partner Genfer Biotechnologieunternehmen in Lausanne ansässig (30,88 %). Beide Regionen sind also eng miteinander vernetzt. In Lausanne haben mehr als die Hälfte der untersuchten Unternehmen einen Genfer Partner und 85 % der Genfer Unternehmen haben mindestens einen Partner in Lausanne.
- Die sich in Kapitel 9.1 bereits angedeutete Abgrenzung Deutschschweizer von Westschweizer Netzwerken wird durch die Analyse auf regionaler Ebene bestätigt. Verflechtungen über die Sprachgrenze sind bei Unternehmen aus allen Regionen relativ selten. Lediglich Verflechtungen zwischen Basel respektive Zürich und Lausanne sind häufig. Partner sind im Fall der Basler Biotechnologieunternehmen alle wichtigen Forschungseinrichtungen in Lausanne, im Fall von Zürcher Unternehmen vor allem die EPFL (als Schwesterhochschule der Zürcher ETHZ).

Die Verflechtungen zwischen den Regionen zeigen also kein homogenes Bild. Einige Regionen sind intensiv verbunden, andere weniger. Zum Teil laufen diese Verflechtungen aber nur in eine Richtung, ohne dass es ähnlich intensive Verbindungen in die Gegenrichtung gibt.



Karte 8 Die Verflechtungen zwischen den Schweizer Clustern
 Besonders eng sind die Biotechnologie Cluster Basel und Zürich sowie Genf und Lausanne miteinander verbunden.⁴⁴ Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

9.3 Die zentralen Akteure des Schweizer Innovationsnetzwerks

Die Geographie der Netzwerke der Schweizer Biotechnologieunternehmen unterscheidet sich deutlich danach, um was für eine Verflechtung es sich handelt. Während sich bei Kooperationen Universitäten, Forschungseinrichtungen und Krankenhäusern mehrere Zentren heraus kristallisieren, sind die Partner in Pharma- und Chemieindustrie räumlich deutlich stärker zentriert. Aus diesem Grund werden die Netzwerke für die verschiedenen Arten von Partnern (Universitäten, Forschungseinrichtungen und Krankenhäuser, Pharma und Chemieunternehmen sowie andere Biotechnologieunternehmen) in den folgenden Abschnitten getrennt ausgewiesen.

In Kapitel 9.1 wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Existenz von zwei Teilnetzwerken in der Romandie und in der Deutschschweiz darauf zurückzuführen ist, dass sich die zentralen Akteure in diesen Teilnetzwerken unterscheiden. Diese unterschiedliche Bedeutung lässt sich anhand der

⁴⁴ BE = Bern, BS = Basel, GE = Genf, LA = Lausanne, ZH = Zürich

Zentralitäten der Universitäten, Forschungseinrichtungen und Krankenhäusern ablesen. Biotechnologieunternehmen aus der Deutschschweiz sind vor allem auf ETHZ, Universität Zürich, das Universitätsspital Zürich und die Universität Basel ausgerichtet. Die Universitäten Genf und Lausanne sowie EPFL und CHUV sind die zentralen Knoten des Biotechnologienetzwerks in der Romandie. Insgesamt sind die Biotechnologienetzwerke zu Universitäten, Forschungseinrichtungen und Krankenhäusern räumlich dezentral strukturiert. In jeder Region gibt es Einrichtungen mit Knotenfunktion. Am geringsten ausgeprägt ist diese Knotenfunktion allerdings in Basel, wo die ETH in Zürich eine grössere Bedeutung für die regionalen Biotechnologieunternehmen einnimmt als die Universität Basel, die Fachhochschule Nordwestschweiz oder das Universitätsspital Basel (siehe hierzu auch Kapitel 8.1).

Die Verteilung der Partner in der pharmazeutischen und chemischen Industrie innerhalb der Schweiz zeigt ein anderes Bild als bei Universitäten, Forschungseinrichtungen und Krankenhäusern. Die Partner sind hoch konzentriert am Standort Basel. Die wichtigsten Partner und zentrale Netzwerkknoten sind die beiden Pharmaunternehmen Roche und Novartis in Basel (Abb. 50). Mit den Chemieunternehmen Ciba und Lonza, dem Agrochemieunternehmen Syngenta und dem Pharmadienleister Solvias haben auch die meisten anderen Partnerunternehmen ihren Standort in Basel. Weitere Partner Schweizer Biotechnologieunternehmen umfassen den Nahrungsmittelhersteller Nestle in Vevey (nahe Lausanne), den Genfer Geruchsstoffproduzenten Firmenich sowie die Schweizer Niederlassung des Britischen Pharmaunternehmens GlaxoSmithKline (GSK) in der Nähe von Bern. Die grosse Bedeutung der Region Basel entspricht dabei der Verteilung der pharmazeutischen und chemischen Industrie in der Schweiz (siehe auch Kapitel 5.1.1).

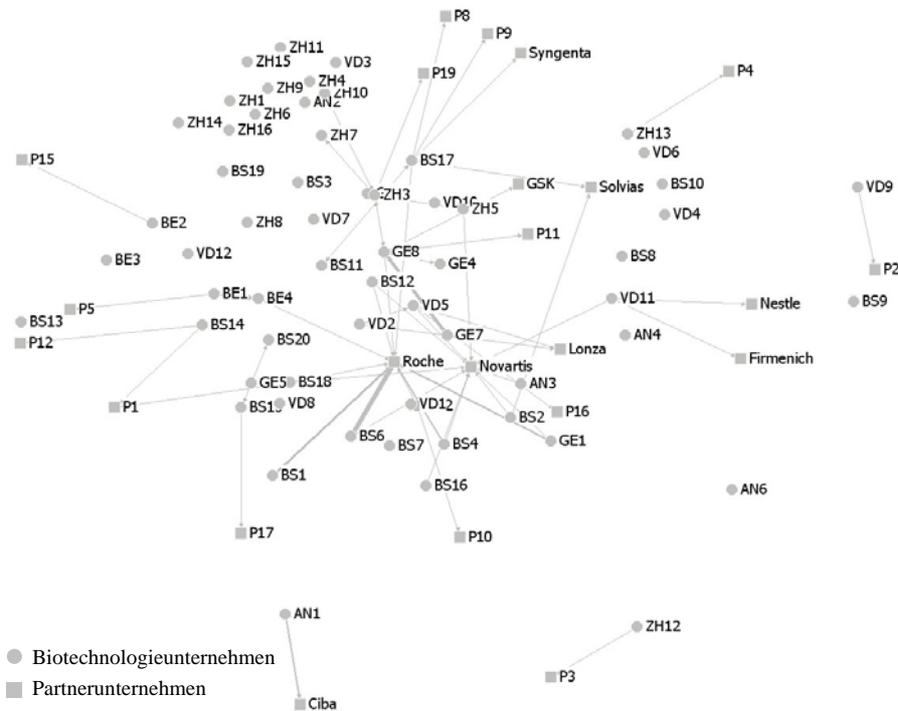


Abb. 50. Die Position von Unternehmen im Schweizer Netzwerk

Basler Unternehmen stehen im Zentrum des Schweizer Innovationsnetzwerks.⁴⁵ n=664. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Die Verteilung der Partner-Biotechnologieunternehmen zeigt eine andere Struktur. In den Kapitel 3 und 5 wurde bereits dargelegt, dass die Zusammenarbeit zwischen Biotechnologien in der vorliegenden Stichprobe eine der seltensten Formen der Zusammenarbeit ist. Dies gilt auch für die Schweizer Unternehmen. Nur 19 Verflechtungen zwischen Schweizer Biotechnologieunternehmen wurde gemessen. In 17 Fällen sind diese Verflechtungen regionsintern. Zwischen 2000 und 2007 wurden jeweils eine Kooperation von Berner bzw. Lausanner Unternehmen, drei Kooperationen Basler Unternehmen, vier Kooperationen Zürcher Unternehmen und acht Kooperationen zwischen Genfer Unternehmen erhoben. In nur zwei

⁴⁵ P## = kleine Partnerunternehmen (Grossunternehmen sind mit Namen aufgeführt), BS## = Biotechnologieunternehmen aus Basel, BE## = Biotechnologieunternehmen aus Bern, GE## = Biotechnologieunternehmen aus Genf, LA## = Biotechnologieunternehmen aus Lausanne, ZH## = Biotechnologieunternehmen aus Zürich, AN## = Biotechnologieunternehmen aus der übrigen Schweiz

Fällen wurden Kooperationen von Schweizer Biotechnologieunternehmen aus verschiedenen Regionen beobachtet. Dieses Ergebnis ist umso überraschender, als das Biotechnologieunternehmen – wie in Kapitel 3 dargestellt – sehr spezielles Wissen produzieren und deshalb die Wahrscheinlichkeit, einen passenden Partner in räumlicher Nähe zu finden, eigentlich gering ist. Dieser Zusammenhang wurde bereits in Kapitel 7.3 entdeckt. Mehrere Faktoren könnten verantwortlich sein.

- Zum einen können diese Kooperationen Ausdruck einer technologischen oder relationalen Nähe sein, die sich daraus ergibt, dass die kooperierenden Unternehmen Gemeinsamkeiten in ihrer Entwicklung haben. Solche Gemeinsamkeiten können ein gemeinsamer Inkubator sein, die Ausgründung eines Unternehmens aus dem anderen kooperierenden Unternehmen oder den Wechsel von wissenschaftlichen oder betriebswirtschaftlichen Kadermitarbeitern zwischen den Unternehmen.
- Zum anderen könnte die räumliche Nähe in einer Region tatsächlich dazu führen, dass Kooperationen zwischen eigentlich technologisch nicht ideal zusammenpassenden Partnern stattfinden.

Eine genauere Analyse der 17 innerschweizerischen Kooperationen zeigt, dass in den meisten Kooperationen tatsächlich Überschneidungen in der Unternehmensentwicklung gibt. Diese Überschneidungen sind z.B. Verwaltungsräte oder ManagerInnen, die in beiden Unternehmen tätig sind. Im Fall von Zürich wurden alle miteinander kooperierenden Unternehmen aus der gleichen Hochschule (ETHZ) ausgegründet und sind zum grossen Teil im gleichen Technologiepark ansässig. Diese Überschneidungen in der Unternehmensbiographie lassen darauf schliessen, dass gemeinsame Evolution in einer Region zu intraregionalen Unternehmensnetzwerken führt.

9.4 Zwischenfazit: Das Innovationsnetzwerk der Schweizer Biotechnologieindustrie

Bei der Einbindung der einzelnen Biotechnologiecluster ins Schweizer Innovationsnetzwerk zeigt sich kein einheitliches Bild. So sind zwar alle Schweizer Regionen ins Schweizer Netzwerk eingebettet, die Grenzen zwischen den meisten Regionen sind in diesem Netzwerk aber noch erkennbar. Grund hierfür ist, dass fast alle regionalen Netzwerke auf regionale Forschungseinrichtungen fokussiert sind. Dieser Zusammenhang zeigt auch, dass Statements wie „Switzerland – one nation – one biotech cluster“ (Alexakis 2005) zwar eingängig und gut vermarktbar sind, nicht aber der Realität der Schweizer Biotechnologieindustrie entsprechen. Die Biotech-

nologiecluster Basel, Lausanne und Akteure aus der restlichen Schweiz sind besonders stark in das gesamte Schweizer Innovationsnetzwerk eingebunden. Deutlicher stärker abgegrenzt sind die Biotechnologiecluster Genf, Bern und Zürich. Deutlich wird auch eine Teilung des Schweizer Innovationsnetzwerks zwischen der französischsprachigen Romandie und der Deutschschweiz. Diese (Sprach-)Barriere wird nur von wenigen Kooperationen überschritten.

Es zeigen sich aber deutliche Unterschiede wie die Biotechnologieunternehmen mit anderen Regionen verbunden sind.

- Während z.B. die beiden Zürcher Hochschulen ETHZ und Universität Zürich aus Basler Sicht aufgrund der Häufigkeit der Interaktion fast als Teil des Basler Biotechnologieclusters zu verstehen sind, sind die Basler Hochschulen und Forschungseinrichtungen aus Zürcher Sicht zu vernachlässigen.
- Im Fall von Lausanne und Genf zeigt sich ein anderes Bild. Die Verflechtungen zwischen den Biotechnologieunternehmen und den anderen Akteuren aus den beiden Regionen deuten auf einen beidseitigen intensiven Austausch hin.

Dass in allen Fällen Netzwerke auf der regionalen Ebene eine grosse Bedeutung haben, zeigen die Verflechtungen zwischen den Biotechnologieunternehmen. Sie finden fast ausschliesslich auf der regionalen Ebene statt. Dies lässt den Schluss zu, dass – auch wenn ein erheblicher Teil der Kooperationspartner international oder national gesucht werden – die regionale Ebene eine besondere Bedeutung hat. Diese Bedeutung liegt vor allem an der gemeinsamen Entstehungsgeschichte von Unternehmen (z.B. gleiche Inkubatoren, Standorte im gleichen Technologiezentrum).

Anzumerken ist, dass die Geographie der Netzwerke nicht das einzige Kriterium ist, Cluster oder Regionen voneinander abzugrenzen. Die vorangegangenen Kapitel 5 bis 8 haben gezeigt, dass die untersuchten Regionen sich teils deutlich bezüglich ihrer Unternehmensstrukturen, ihrer Evolution und der Struktur ihrer internen Netzwerke unterscheiden. So sind die miteinander besonders intensiv vernetzten Regionen Lausanne und Genf sowie Basel und Zürich besonders unterschiedlich bezüglich der Bedeutung internationaler Verflechtungen. Basel und Genf sind reife, unternehmensorientierte und international ausgerichtete Biotechnologiestandorte während Lausanne und Zürich vor allem von ihren Hochschulen geprägt werden und Standort von jungen kleinen Unternehmen sind.

Bedeutet diese Ergebnisse, dass sich die Wirtschaftspolitik und –förderung an den gemessenen Strukturen orientieren sollen? Wie in Kapitel 7.6 vorgeschlagen, sollten Massnahmen im Bereich Netzwerkbildung in der Regel an die funktionalen Grenzen von Clustern orientiert werden. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse des vorangegangenen Kapitels spricht dieses Konzept also für eine Fokussierung der regionalen Politiken auf die jeweiligen Cluster. Die Daten deuten aber auch darauf hin, dass eine starke Zusammenarbeit der zuständigen Behörden und Wirtschaftsförderungsorganisationen in den Räumen Zürich und Basel auf der einen Seite und Lausanne und Genf auf der anderen Seite aufgrund der funktionalen Verbindung dieser Räume Sinn machen kann. Hierfür spricht auch die Kombination von zwei eher wissenschaftsorientierten Clustern (Zürich und Lausanne) und zwei stärker wirtschaftlich orientierten Clustern (Basel und Genf), die in Richtung einer Arbeitsteilung der Räume innerhalb eines grösseren zusammenhängenden Wirtschaftsraumes interpretiert werden kann. Anzumerken ist, dass auf Basis dieser Untersuchung sich nur indirekt Ableitungen für die Biotechnologieindustrie machen lassen und Schlüsse nicht automatisch für andere Branchen (z.B. die Finanzwirtschaft) oder andere wirtschaftspolitische Massnahmen ausserhalb der Innovationsförderung (z.B. Standortpromotion) gelten.

10 Innovationsnetzwerke auf Unternehmensebene

In den vorangegangenen Kapitel 6 bis 9 wurde die Struktur, die Geographie und die Unterschiede von Innovationsnetzwerken auf Regions- und Landesebene untersucht. An mehreren Stellen wurden Hinweise dafür gefunden, dass nicht nur regions- oder landesspezifische Institutionen und Wirtschaftsstrukturen sondern auch Unternehmenseigenschaften und -strategien die Innovationsnetzwerke beeinflussen. Zwei Aspekte sind dabei besonders wichtig:

- **Unternehmensbiographie:** In Kapitel 2.1.3 wurde dargelegt, dass Cluster besondere Bedeutung für die Entwicklung junger Unternehmen haben. Daneben ist anzunehmen, dass auch die Herkunft der Unternehmen einen Einfluss hat. So ist es z.B. möglich, dass sich Industrie- von Universitätsausgründungen unterscheiden. Zum Beispiel könnten ManagerInnen und ForscherInnen von Industrieausgründungen bereits vor der Gründung betriebswirtschaftliche Erfahrungen gesammelt haben und sind möglicherweise bereits in Kontakt zu später wichtigen Partnern gekommen. Für Universitätsgründungen ist der Schritt aus der Forschung in die Wirtschaft aufgrund fehlender Erfahrungen und fehlender Kontakte häufig schwierig.
- **Unternehmenstyp:** In Kapitel 3.5 wurde dargestellt, dass sich Innovationsprozesse zwischen produktorientierten und integrierten Unternehmen auf der einen Seite und technologieorientierten Unternehmen auf der anderen Seite unterscheiden. Im folgenden Kapitel wird untersucht, ob die genannten Unternehmenseigenschaften zu Unterschieden bezüglich der Innovationsnetzwerke führen.

Um den Einfluss von Unternehmensbiographie und -typ auf die Vernetzungsstrategien zu untersuchen, wurde eine Teilstichprobe von 14 der insgesamt 483 Unternehmen im Detail untersucht. Die Teilstichprobe wurde anhand der folgenden Kriterien ausgewählt:

- Die in der Stichprobe untersuchten Unternehmen unterscheiden sich bezüglich ihrer **Demographie**. Die Unternehmen sind unterschiedlich alt und es sind sowohl Industrie- als auch Hochschulausgründungen unter den untersuchten Unternehmen.
- Die Unternehmen verfolgen unterschiedliche **Geschäftsmodelle** (Technologie/Dienstleister oder Entwicklung von Medikamenten und Diagnostika). Anzumerken ist, dass zunehmend mehr technologieorientierte Unternehmen auch Produkte entwickeln. Viele der im Folgenden als „technologieorientiert“ klassifizierten Unternehmen verfügen inzwischen über noch junge Entwicklungsprogramme für Medikamente oder Diagnostika.
- Die in der Stichprobe untersuchten Unternehmen stammen aus verschiedenen **Regionen**.
- Die untersuchten Unternehmen haben überdurchschnittlich **viele Verflechtungen**. Dieses Kriterium wurde aus methodischen Gründen gewählt, um mit möglichst grossen Datensätzen pro Unternehmen zu arbeiten zu können und somit eine möglichst grosse Sicherheit bezüglich der Ergebnisse zu erreichen. Das Kriterium möglichst vieler Verflechtungen ist bei der Auswahl der Stichprobe die grösste Einschränkung. Bei den meisten Unternehmen wurden – wie in Kapitel 6.1 dargelegt – nur wenige Verflechtungen erhoben.

Das Kapitel 10 ist wie folgt aufgebaut:

- In Kapitel 10.1 werden die Unternehmen der Teilstichprobe vorgestellt.
- Im Anschluss wird in Kapitel 10.2 untersucht, ob sich Innovationsnetzwerke mit der Unternehmensentwicklung verändern oder durch die Unternehmensbiographie geprägt werden.
- In Kapitel 10.3 wird untersucht, ob der Unternehmenstyp einen Einfluss auf die Innovationsnetzwerke hat.

Tabelle 23 Die Netzwerke der Unternehmen der Teilstichprobe

	Technologie- (T) oder Produktori- entierung (P)	Anzahl Verflechtungen	Gründungs- jahr	Anteil klinischer Studien* (in %)	Anteil Verflech- tungen mit Inkubator (in %)	Anteil Verflech- tungen innerhalb der Region (in %)	Anteil Verflech- tungen im sonsti- gen Heimatland (in %)	Anteil internati- onaler Verflech- tungen (in %)
Acambis	P	44	2000	59,09	-	6,82	27,27	65,91
Actelion	P	139	1997	25,18	6,47	10,07	5,04	84,89
Astex	T	64	1999	-	25,00	32,81	29,69	37,50
CAT**	P	177	1989	12,99	6,78	18,64	35,03	46,33
Cellzome	T	85	2000	-	23,53	28,24	7,06	64,71
Cytos	P	150	1995	4,67	6,00	47,33	14,00	38,67
Epidaurus	T	245	1997	29,80	-	4,08	55,10	40,82
Hybrigenics	T	63	1997	-	19,05	52,38	17,46	30,16
Medigene / Avidex	P	127	1994	27,56	4,72	24,41	37,80	37,80
Morphosys	T	65	1992	-	3,08	13,85	36,92	49,23
Oxagen	P	287	1997	10,10	18,47	26,48	32,06	41,46
Oxford Glycosciences	T	131	1988	-	5,34	8,40	55,73	35,88
Sygnis / Lion	T	72	1997	-	1,39	11,11	38,89	50,00
Transgene	P u. T	1'175	1981	13,28	2,38	11,06	45,45	43,49
Total	-	2'824	-	13,18	6,61	16,65	37,30	46,05

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

* eindeutig klinischen Studien zuzuordnen; zur Vorgehensweise wie klinische von nicht-klinische Studie zu unterschieden werden siehe Kapitel 4.4.4.

** CAT steht für Cambridge Antibody Technology.

10.1 Die untersuchten Unternehmen und ihre Netzwerke

Die folgenden Unternehmen sind Teil der untersuchten Teilstichprobe (siehe Tabelle 24):

- **Acambis** wurde 1992 gegründet und ist seit 2002 börsennotiert. Das Unternehmen hat seinen Hauptsitz in Cambridge, Grossbritannien und eine Niederlassung in Cambridge in den USA. Acambis entwickelt neue Impfstoffe gegen Infektionskrankheiten, ist also ein produktorientiertes Unternehmen.
- **Actelion** entstand im Jahr 1997 in Basel als Industrieausgründung aus dem Pharmaunternehmen Roche und ist seit dem Jahr 2000 börsennotiert. Das Unternehmen zählt inzwischen zu den etabliertesten Biotechnologieunternehmen in Europa und hat sich zu einem integrierten Unternehmen entwickelt, welches sowohl in Forschung und Entwicklung von Medikamenten als auch in deren Vermarktung aktiv ist.
- **Astex** ist ein technologieorientiertes Biotechnologieunternehmen aus Cambridge. Das Unternehmen wurde 1999 von ForscherInnen der Universität Cambridge und des Pharmaunternehmens GlaxoSmithKline (damals noch GlaxoWellcome) gegründet. In den letzten Jahren hat das Unternehmen auch eine Produktpipeline aufgebaut.
- **Cambridge Antibody Technology** gehörte zu den etabliertesten Biotechnologieunternehmen in Europa. Das produktorientierte Unternehmen aus Cambridge wurde 1989 aus einer Forschungseinrichtung ausgegründet. Im Jahr 2007 wurde Cambridge Antibody Technology durch das Britisch-Schwedische Pharmaunternehmen AstraZeneca übernommen und in dessen Geschäftseinheit für biotechnologische Forschung integriert.
- **Cellzome** ist ein ursprünglich technologieorientiertes Biotechnologieunternehmen aus Heidelberg, welches in den letzten Jahren begonnen hat, eine Pipeline von Wirkstoffen aufzubauen. Das Unternehmen wurde 2000 aus dem European Molecular Biology Laboratory ausgegründet und hat einen weiteren Standort in Cambridge, Grossbritannien.
- **Cytos** ist eine in Zürich ansässige Ausgründung aus der ETHZ. Das Unternehmen wurde im Jahr 1995 gegründet und ist seit dem Jahr 2002 an der Schweizer Börse notiert. Cytos ist ein produktorientiertes Unternehmen.

- ***Epidauros*** ist ein in München ansässiges technologieorientiertes Biotechnologieunternehmen. Epidauros bietet auf Basis seiner Technologieplattform Dienstleistungen im Bereich Pharmakogenetik an (zur Pharmakogenetik siehe auch Kapitel 3.1). Das Unternehmen wurde von ehemaligen Mitarbeitern des Pharmaunternehmens Sandoz in München gegründet. Durch seine Aktivitäten im Bereich Pharmakogenetik – also der Untersuchung des Effekts von Genen auf die Wirksamkeit von Therapien – ist Epidauros das einzige technologieorientierte Unternehmen, welches auch in erheblichem Ausmass an klinischen Studien mitarbeitet (siehe Tabelle 24).
- ***Hybrigenics*** ist ein im Jahr 1997 gegründetes Biotechnologieunternehmen aus der Île de France. Das Unternehmen wurde aus dem Institut Pasteur ausgegründet und verfügt seit einer Übernahme über eine Niederlassung in den Niederlanden. Hybrigenics ist ursprünglich ein technologieorientiertes Unternehmen, welches in den letzten Jahren auch eine Produktpipeline entwickelt hat.
- ***Medigen*** entstand im Jahr 1994 als Ausgründung der Ludwigs-Maximilians-Universität (LMU). Durch Übernahmen gehören inzwischen Niederlassungen in Oxford (Übernahme von Avidex) und in San Diego, USA (Übernahme von Neurovir) zum Unternehmen. Das seit dem Jahr 2000 börsennotierte Unternehmen zählt zu den reifsten Deutschen Biotechnologieunternehmen und vertreibt bereits ein Produkt auf dem Markt. Medigene ist ein integriertes Biotechnologieunternehmen und verfügt über ein eigenes Technologieportfolio.
- ***MorphoSys*** ist ein technologieorientiertes Biotechnologieunternehmen, welches in den letzten Jahren auch eine Pipeline von Wirkstoffen aufgebaut hat. Das Unternehmen wurde im Jahr 1992 auf Basis von Forschungsergebnissen des Max-Planck-Instituts für Biochemie in Martinsried bei München gegründet und ist seit 1999 börsennotiert. Im Jahr 2006 hat Morphosys Serotec aus Oxford übernommen. Zudem verfügt MorphoSys über einen Standort im Research Triangle in den USA.
- ***Oxagen*** wurde 1997 aus der Universität Oxford ausgegründet. Das Unternehmen ist produktorientiert und verfügt abgesehen vom Standort Oxford über keine weiteren Unternehmensstandorte.
- ***Oxford Glycosciences*** war ein Technologieunternehmen aus Oxford. Das Unternehmen wurde im Jahr 1987 aus der Universität Oxford ausgegründet und im Jahr 2003 vom Biotechnologieunternehmen Celltech übernommen (Celltech ist inzwischen Teil des belgischen Pharmaunter-

nehmen UCB). Oxford Glycosciences galt bis zur Übernahme als Marktführer bei Technologien im Bereich Proteomik (siehe 3.1).

- **Sygnis** ist ein börsennotiertes Biotechnologieunternehmen aus Heidelberg. Sygnis ist im Jahr 2006 aus dem technologieorientierten Bioinformatikunternehmen Lion Biosciences entstanden. Lion-Biosciences wurde im Jahr 1997 aus dem European Molecular Biology Laboratory (EMBL) in Heidelberg ausgegründet und gehörte zu den frühen Biotechnologiepionieren in Deutschland. Neben Lion Biosciences ist auch die Heidelberger Axaron Biosciences in Sygnis aufgegangen.
- **Transgene** ist eins der ältesten Unternehmen der gesamten Stichprobe. Das Unternehmen wurde im Jahr 1981 als Ausgründung der University Louis Pasteur in Strasbourg gegründet. Transgene ist börsennotiert und verfügt über Standorte in Lyon und nahe Washington DC in den USA. Ursprünglich als technologieorientiert Unternehmen gegründet hat Transgene schon seit längerer Zeit auch eine Produktorientierung.

Tabelle 23 zeigt, dass sich die Unternehmen bezüglich ihrer Vernetzungen deutlich unterscheiden. So unterhalten die technologieorientierten Unternehmen keine oder nur weniger Verflechtungen im Bereich der klinischen Forschung. Ausnahme ist das Unternehmen Epidauros, welches unter anderem Technologien im Bereich klinischer Forschung entwickelt hat. Der Anteil von Verflechtungen zur Inkubatororganisation liegt zwischen 1,39 % und 25,00 %, wobei es bei zwei Unternehmen keinen Inkubator gibt. Besonders grosse Unterschiede bestehen bezüglich der Geographie der Verflechtungen. Während das Biotechnologieunternehmen Cytos aus Zürich 47,33 % aller seiner Verflechtungen innerhalb der Heimatregion unterhält, sind es beim Epidauros lediglich 4,08 %. Besonders international vernetzt sind das Basler Unternehmen Actelion, bei dem 84,89 % aller Partner aus dem Ausland stammen und Acambis aus Cambridge mit 65,91 % ausländischen Partnern.

Tabelle 24 Verflechtungen und ihre Entwicklung mit der Unternehmensbiographie

	Jahr nach Gründung															
	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Anzahl Verflechtungen insgesamt	2186	20	90	103	194	155	184	213	259	204	172	157	112	111	122	90
Anteil Verflechtungen bei klinischen Studien (in %)	2186	0,00	3,33	16,50	10,31	19,35	20,65	15,02	5,79	19,12	9,30	11,46	15,18	8,11	3,28	10,00
Anteil regionaler Verflechtungen (in %)	2186	20,00	30,00	33,98	26,29	17,42	19,02	20,66	13,51	26,96	21,51	12,10	26,79	6,31	2,46	10,00
Anteil Verflechtungen im übrigen Heimatland (in %)	2186	25,00	24,44	29,13	43,81	35,48	28,26	28,17	39,77	25,98	34,88	32,48	38,39	43,24	54,10	58,89
Anteil internationaler Verflechtungen (in %)	2186	55,00	45,56	36,89	29,90	47,10	52,72	51,17	46,72	47,06	43,60	55,41	34,82	50,45	43,44	31,11
Anteil Verflechtungen mit Inkubator	2186	5,00	18,89	17,48	13,40	12,26	10,33	5,63	3,86	5,39	2,91	5,73	7,14	5,41	1,64	4,44
Anteil regionaler Verflechtungen ohne Inkubator (in %)	2186	15,00	11,11	16,50	12,89	5,16	8,70	15,02	9,65	21,57	18,60	6,37	19,64	0,90	0,82	5,56

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Tabelle 25 Unterschiede der Verflechtungen zwischen produkt- und technologieorientierten Unternehmen

	n	Anteil Verflechtungen für klinische Studien (in %)	Anteil Verflechtungen mit Inkubator (in %)	Anteil Verflechtungen innerhalb der Region (in %)	Anteil Verflechtungen im sonstigen Heimatland (in %)	internationale Verflechtungen (in %)
Produkt orientierte Unternehmen	924	16,77	9,63	24,68	26,19	49,13
Technologie orientierte Unternehmen	725	10,07	8,00	16,00	40,83	43,17

Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

10.2 Die Geographie der Innovationsnetzwerke im Entwicklungsprozess der Unternehmen

Abb. 51 zeigt den Anteil der Verflechtungen aller Unternehmen der Teilstichprobe in den ersten 15 Jahren ihres Bestehens. Die Geographie der Innovationsnetzwerke verändert sich in diesem Zeitraum deutlich. Je älter das Unternehmen, desto seltener werden regionale Kontakte und desto wichtiger werden Kontakte zu Partnern im sonstigen Inland und im Ausland. Dieser Bedeutungsverlust regionaler Verflechtungen lässt sich bei fast allen Unternehmen erkennen. Nur bei einigen wenigen Unternehmen bleibt der Anteil konstant. Bei keinem Unternehmen steigt der Anteil der Verflechtungen innerhalb der Heimatregion dauerhaft.

Ein erheblicher Teil der regionalen Verflechtungen werden mit den Inkubatororganisationen unterhalten, also den Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Unternehmen aus denen die untersuchten Biotechnologieunternehmen ausgegründet wurden. Bei den in diesem Kapitel untersuchten Biotechnologieunternehmen machen Kooperationen mit den Inkubatoren rund die Hälfte der regionalen Verflechtungen aus. Abb. 52 und Tabelle 23 zeigen, dass die Bedeutung dieser Verflechtungen im Zeitverlauf ähnlich stark abnimmt wie die der regionalen Verflechtungen. Es ist anzunehmen, dass die Abnahme der Bedeutung regionaler Verflechtungen zu einem nicht unerheblichen Teil auf diesem Abnabelungsprozess zwischen Biotechnologieunternehmen und Inkubator beruht. Inhaltlich lässt sich dieser Prozess durch die in der Regel grosse technologische und relationale Nähe zwischen Ausgründung und Inkubator erklären. Die technologische Nähe ergibt sich daraus, dass die technologischen Grundlagen der Ausgründung am Inkubator entwickelt werden. Die relationale Nähe beruht darauf, dass einer oder mehrere Gründer zuvor beim Inkubator tätig waren. Im Zeitverlauf werden technologische und relationale Nähe unwichtiger: Unternehmen entfernen sich in ihrer Arbeit von der Forschung, die im Inkubator geleistet wurde und persönliche Kontakte werden seltener. Dass die Abnahme der Bedeutung von Kooperationen zwischen Ausgründungen und Inkubatoren überwiegend auch die Abnahme der Bedeutung regionaler Verflechtungen erklärt zeigt Abb. 53. Die Verflechtungen zwischen den untersuchten Unternehmen und Partnern in der Region ausser den Inkubatoren schwankt stark, nimmt aber nicht im gleichen Ausmass ab, wie die regionalen Verflechtungen insgesamt.

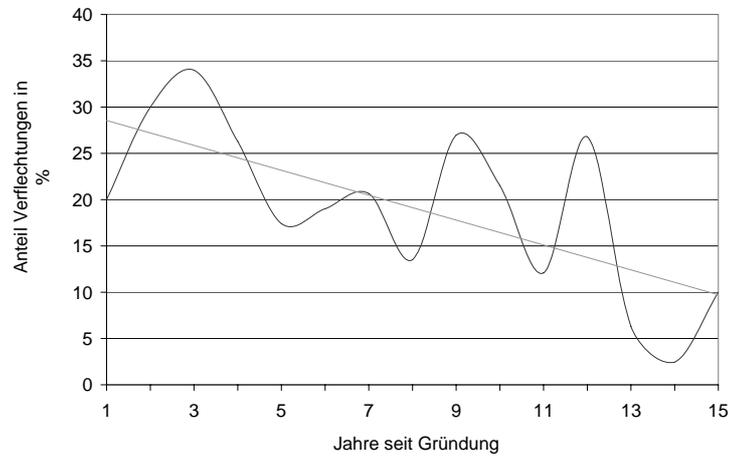


Abb. 51. Anteil der Verflechtungen innerhalb der Heimatregion im Zeitverlauf, in %
 Regionale Verflechtungen verlieren im Entwicklungsprozess der Unternehmen an Bedeutung. n=2'186. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

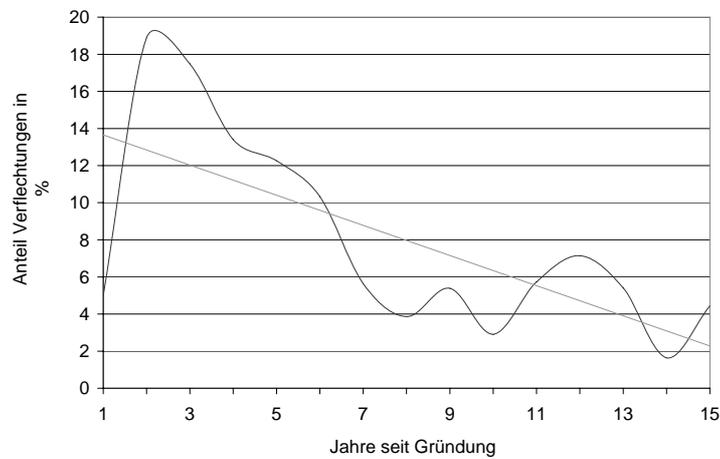


Abb. 52. Anteil der Verflechtungen zum Inkubator im Zeitverlauf, in %
 Verflechtungen zum Inkubator verlieren verhältnismässig schnell an Bedeutung. n=2'186. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

Die grossen Schwankungen, welche vor allem den Anteil regionaler Verflechtungen (siehe Abb. 51 und Abb. 53) und in geringerem Ausmass auch den Anteil der Verflechtung zu den Inkubatoren (Abb. 52) kennzeichnen lassen sich bei allen Unternehmen erkennen. Diese Schwankungen sind Folge davon, dass sich Forschungsk Kooperationen im Zeitverlauf verändern. Eine Kooperation mit den selben Partnern kann innerhalb von einem Jahr oder einigen aufeinander folgenden Jahren zu einer Vielzahl von Verflechtungen führen, während in den Folgejahren keine Verflechtungen zu dem selben Partner bestehen, z.B. da das Forschungsprojekt beendet wurde. Folge sind die in Abb. 51 und Abb. 52 erkennbaren Peaks bei Kooperationen innerhalb der Region und Tälern bei Kooperationen ausserhalb der Region.

Eine weitere Erklärung für den Bedeutungsverlust regionaler Verflechtungen im Zeitverlauf könnte der Bedeutungsgewinn standardisierte klinischer Studien im Lauf der Unternehmensentwicklung von produktorientierten Unternehmen sein. Die Charakterisierung der hier untersuchten Unternehmen in Kapitel 10.1 hat gezeigt, dass ein Grossteil produktorientiert ist. In Tabelle 23 wird deutlich, dass im Einzelfall mehr als die Hälfte der erhobenen Verflechtungen während solcher klinischer Studien unterhalten werden. Die Analysen in Kap. 6 haben gezeigt, dass solche Studien in vielen Fällen mit Partnern abgewickelt werden, die sich überall auf der Welt befinden. Klinische Studien fallen in den letzten Jahren des Entwicklungsprozesses bei produktorientierten Unternehmen an und laufen nach einem standardisierten Muster ab (siehe auch Kap. 3.4). Die vorliegenden Daten zeigen, dass Partner in solchen klinischen Studien in den ersten Jahren nach der Gründung zunehmend wichtiger werden. Die Bedeutung bleibt zirka ab dem fünften Bestehensjahr des Unternehmens konstant oder geht wie im Fall der Teilstichprobe in manchen Jahren sogar zurück (siehe Tabelle 24). Diese Entwicklung betrifft vor allem produktorientierte und integrierte Biotechnologieunternehmen (für eine nähere Erklärung, was diese Unternehmen unterscheidet, siehe Kapitel 3.5), da klinische Tests nur für die Entwicklung von Medikamenten und Diagnostika, nicht aber für die Entwicklung neuer Technologien vorgeschrieben sind.

Ähnlich wie der Anteil regionaler Partner nimmt auch der Anteil von Wissenschaftspartnern mit zunehmendem Alter des Unternehmens ab. Je älter das Unternehmen, desto mehr Wirtschaftspartner und desto weniger Wissenschaftspartner hat es, wobei der Anteil der Wissenschaftspartner bei rund 80 % auf hohem Niveau bleibt (siehe Abb. 54). Neben einer zunehmenden Abnablung von der Wissenschaft und von der Inkubatororganisation (hierbei handelt es sich in der Teilstichprobe wie im gesamten Daten-

satz zumeist eine Universität) spielt auch hier die Tatsache eine Rolle, dass mit zunehmenden Alter des Unternehmens eine grössere Zahl klinischer Kooperationen unterhalten werden (siehe auch Tabelle 24). Bei den klinischen Entwicklungsstadien ist die Zusammenarbeit mit Pharmaunternehmen und spezialisierten Firmen wie Contract Research Organizations häufiger als in der Grundlagenforschung.

Der vorliegende Datensatz liefert keinen Hinweis darauf, dass die Entstehungsart (Wirtschafts- oder Wirtschaftsausgründungen) einen Einfluss auf die Struktur der Innovationsnetzwerke hat. Die beiden Wirtschaftsausgründungen Epidauros (2,45 % der Verflechtungen werden mit Wirtschaftspartnern unterhalten; im Durchschnitt sind es 8,92 %) und Actelion (13,67 %) zeichnen sich nicht durch einen deutlich höheren Anteil von Verflechtungen zu Wirtschaftspartnern aus als Wissenschaftsausgründungen (siehe Tabelle 26). Allerdings ist die Stichprobe für abschliessende Aussage zu klein.

Tabelle 26 Anteil der Verflechtungen zu Wirtschafts- und Wissenschaftspartnern

	n	Ausgründung aus	Wissenschafts-partner	Wirtschafts-partner	nicht klassifizierbar
Acambis	31	Wissenschaft	70,45	29,55	0,00
Actelion	120	Wirtschaft	86,33	13,67	0,00
Astex	49	Wirtschaft/ Wissenschaft	76,56	23,44	0,00
CAT*	140	Wissenschaft	79,10	20,34	0,56
Cellzome	83	Wissenschaft	97,65	1,18	1,18
Cytos	140	Wissenschaft	93,33	6,67	0,00
Epidauros	239	Wirtschaft	97,55	2,45	0,00
Hybrigenics	59	Wissenschaft	93,65	6,35	0,00
Medigene	117	Wissenschaft	92,13	6,30	1,57
rphoSys	51	Wissenschaft	78,46	20,00	1,54
Oxagen Oxford	281	Wissenschaft	97,91	2,09	0,00
Glycosciences	102	Wissenschaft Wirtschaft/ Wirtschaft	77,86	22,14	0,00
Sygnis	65	Wissenschaft	90,28	9,72	0,00
Transgen	1'083	Wissenschaft	92,17	7,23	0,60
alle	2'560	-	90,65	8,92	0,42

* Cambridge Antibody Technology; Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

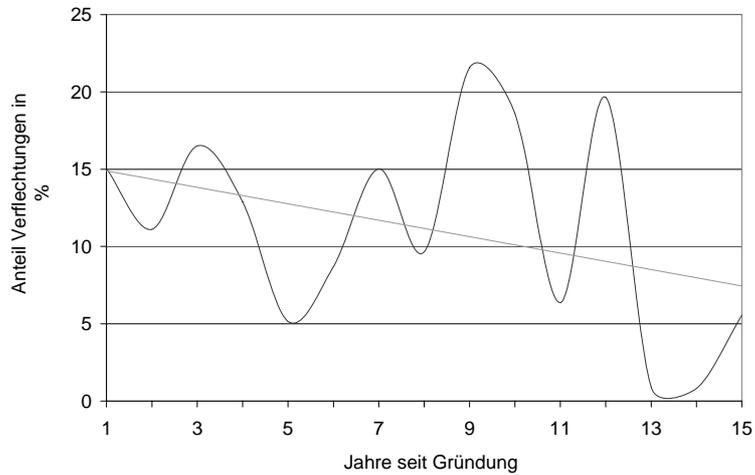


Abb. 53. Anteil der Verflechtungen zu Partnern in der Region ausser zum Inkubator, in %

Die Verflechtungen zu regionalen Partnern (ausser dem Inkubator) schwanken stark. Es lässt sich keine eindeutige Tendenz erkennen. n=2'186. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

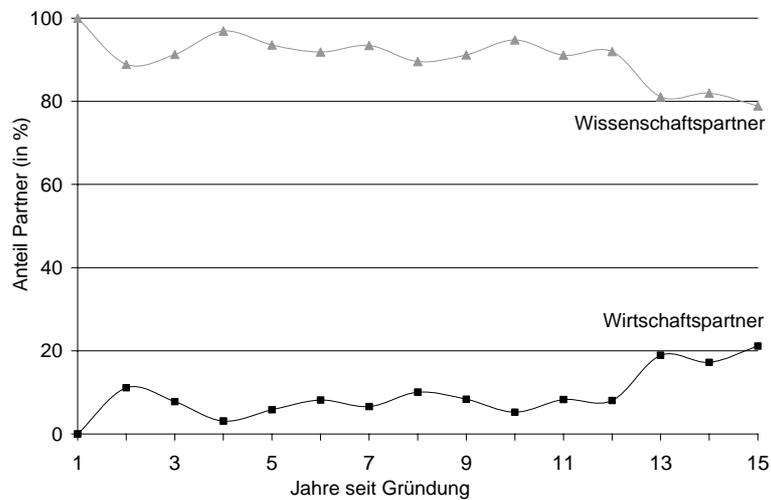


Abb. 54. Anteil der Verflechtungen zu Wirtschafts- und Wissenschaftspartnern, in %

Der Anteil der Wirtschaftspartner nimmt mit dem Alter auf Kosten des Anteils der Wissenschaftspartner zu. n=2'186. Quelle: Eigene Berechnung, Web of Science 2007.

10.3 Die Geographie der Netzwerke nach Unternehmenstyp

Die Aufstellung in Tabelle 23 zeigt, dass ähnlich viele produkt- und technologieorientierte Unternehmen in der Stichprobe enthalten sind. Aufgrund des Strategiewechsels von Transgene von technologieorientierten Unternehmen hin auch zum produktorientierten Unternehmen kann dieses Unternehmen nicht zugeordnet werden. Aus diesem Grund wird Transgene bei den folgenden Untersuchungen nicht berücksichtigt.

Die technologieorientierte und produktorientierte Unternehmen unterscheiden bezüglich ihrer Vernetzungsstrategien zwar signifikant ($p = 0,000$). Allerdings lassen sich die Unterschiede nicht klar interpretieren:

- **Technologieorientierte Biotechnologieunternehmen** sind weniger stark auf ihre Heimatregion fokussiert und stärker auf Partner im übrigen Heimatland.
- Für **produktorientierte Biotechnologieunternehmen** spielen dagegen Partner im Heimatland eine geringere Rolle als Partner in der Region und im Ausland.

Diese Unterschiede sind allerdings weniger deutlich, als z.B. die im Kapitel 10.1 beschriebenen Unterschiede im Zeitverlauf. Zudem bestehen zwischen den einzelnen Unternehmen grosse Unterschiede. Während z.B. das produktorientierte Unternehmen Cytos aus Zürich (eine Region mit einem dichten regionalen Innovationsnetzwerk, siehe Kapitel 7.1.1 und 8.2) stark regional fokussiert ist, die das ebenfalls produktorientierte Unternehmen Actelion aus Basel (eine Region mit eher weniger starkem regionalem Netzwerk) international orientiert. Ähnliche Beispiele lassen sich auch bei technologieorientierten Unternehmen erkennen. So ist das Heidelberger Unternehmen Cellzome stark international ausgerichtet während für Hybrigenics Partner aus der Heimatregion Île de France am wichtigsten sind. Schliesslich könnten auch Unterschiede zwischen den nationalen Innovationssystemen die Geographien der hier untersuchten Innovationsnetzwerke erklären. Die untersuchten technologieorientierten Biotechnologieunternehmen kommen vorwiegend aus Frankreich und Deutschland. In diesen beiden Ländern spielen nationale Verflechtungen eine grössere Rolle als in der Schweiz und Grossbritannien, woher die meisten der hier untersuchten produktorientierten Unternehmen kommen. Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei dieser Struktur nicht um eine Verzerrung der

Stichprobe handelt, sondern um länderspezifische Spezialisierungen der jeweiligen Biotechnologieindustrien (siehe hierzu auch das Kapitel 5).

10.4 Zwischenfazit: Innovationsnetzwerke auf Unternehmensebene

Die Analyse der Innovationsnetzwerke der 14 in diesem Kapitel untersuchten Unternehmen zeigt mehrere Zusammenhänge.

- Die Innovationsnetzwerke der Unternehmen sind heterogen. Dies zeigt, dass Struktur und Geographie von der Strategie der einzelnen Biotechnologieunternehmen abhängen.
- Die verschiedenen Typen von Biotechnologieunternehmen haben zwar unterschiedliche Innovationsnetzwerke. Diese Unterschiede lassen sich allerdings nicht eindeutig interpretieren. Die Unterschiede könnten vor allem Folge der verschiedenen Innovationssysteme sein, denen die Unternehmen angehören (die Deutsche und Französische Biotechnologieindustrie gelten als technologieorientiert; zugleich spielen in beiden Ländern nationale Verflechtungen eine grosse Rolle. Folge sind häufige nationale Verflechtungen bei technologieorientierten Unternehmen).

Die Innovationsnetzwerke werden von der Unternehmensbiographie beeinflusst:

- Je älter und reifer ein Unternehmen ist, desto internationaler werden seine Innovationsnetzwerke und desto seltener wird mit der Inkubatororganisation oder mit Partnern aus der Heimatregion kooperiert. Gründe sind erstens ein Abnabelungsprozess von der Inkubatororganisation, zweitens grössere Ressourcen bei reiferen Unternehmen auch aufwendigere internationale Kooperationen zu schultern und drittens der Bedeutungsgewinn klinischer Studien, die überdurchschnittlich häufig mit internationalen Partnern durchgeführt werden (siehe hierzu auch Kapitel 7.5).
- Je älter und reifer ein Unternehmen ist, desto eher wird mit Wirtschaftspartnern zusammengearbeitet und desto geringer ist die Bedeutung von Wissenschaftspartnern. Gründe sind auch hier der Abnabelungsprozess der Unternehmen von der Wissenschaft und der Bedeutungsgewinn klinischer Studien.

Was bedeuten diese Ergebnisse für die Wirtschaftspolitik und -förderung? Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede zwischen Jungunternehmen und reifen Unternehmen. Diese sind Folge unterschiedlicher Kapazitäten

(z.B. bei Jungunternehmen geringere finanzielle Mittel, um mit externen Partnern zusammenzuarbeiten) und spezifische Bedürfnisse der Unternehmen (z.B. bei Grossunternehmen die parallele Entwicklung einer Vielzahl von Projekten, für die es in einer Region zu wenig Ansprechpartner gäbe; zudem ein höherer Anteil klinischer Projekte). Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere für Jungunternehmen das regionale Umfeld ein zentraler Erfolgsfaktor für den unternehmerischen Erfolg ist. Die Entstehung von Clustern von Jungunternehmen ist in nahezu allen Untersuchungsregionen direkte Folge des Vorhandenseins grosser und guter Universitäten bzw. öffentlicher Forschungseinrichtungen. Zudem bleiben Jungunternehmen eng mit ihren Inkubatoren verflochten. Die Forschungs- und Technologiepolitik, welche die Rahmenbedingungen für eben diese Universitäten bzw. öffentliche Forschungseinrichtungen bestimmt, hat also einen wesentlichen Einfluss auf diese Industrie und sollte unter anderem auch an diesem Einfluss gemessen werden (nachrangig nach den primären Zielen dieses Politikfeldes wie z.B. akademische Exzellenz). Zudem kann die Wirtschaftspolitik und -förderung erstens dafür sorgen, dass das Umfeld für Gründungen günstig ist (z.B. durch das Angebot von passenden Flächen oder geringem administrativem Aufwand bei Gründungen) und zweitens dass die Kapazitäten junger Unternehmen mit externen Partnern zusammenzuarbeiten verbessert werden. Hierzu können Netzwerkinitiativen beitragen, welche geeignete überregionale Partner einbeziehen (z.B. Forschungseinrichtungen oder regionsexterne Grossunternehmen (zur Abgrenzung von Netzwerkinitiativen siehe auch die Kapitel 7.6 und 9.4) oder koordinierte Messen- und Konferenzbesuche, wie sie von manchen Wirtschaftsförderungen organisiert werden.

11 Zusammenfassung und Fazit

Das folgende Kapitel enthält die Synthese der Forschungsergebnisse und die Überprüfung der in Kapitel 2.3 aufgestellten Forschungshypothesen (siehe Kapitel 11.2 bis 11.5). Der Überprüfung der Hypothesen wird in Kapitel 11.1 eine Methodendiskussion vorangestellt. In Kapitel 11.6 wird dann die Bedeutung der Forschungsergebnisse für die Wirtschaftspolitik und –förderung und für die weitere Forschung zu Clustern, Innovationsnetzwerken und Innovationssystemen dargelegt.

11.1 Einordnung und Kritik der verwendeten Methode

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass sich die Bibliographie und das mit ihr verbundene Methodenspektrum zur Analyse von Innovationsnetzwerken eignet und gegenüber herkömmlichen Verfahren deutliche Vorteile hat. Zu diesen Vorteilen zählen:

- Die Unabhängigkeit der Daten von der Meinung und vom Wissenstand von Befragten und Interviewten, deren Antworten sich häufig eher auf persönliche und weniger auf Unternehmensnetzwerke beziehen.
- Die Möglichkeit grosse Netzwerke mit vielen Akteuren zu messen und abzubilden.
- Die Möglichkeit Netzwerke verschiedener Unternehmen, Regionen oder Ländern zu vergleichen.
- Die Möglichkeit Zeitreihen zu Netzwerken zu erheben.

Die Analysen dieser Arbeit haben gezeigt, dass mehrere Aspekte bei der Verwendung der Bibliometrie zur Messung von Innovationsnetzwerken zu beachten sind:

- Zwischen der eigentlichen Forschungskoooperation und der Veröffentlichung vergehen in der Regel ein bis drei Jahre. Die Innovationsnetzwerke werden also mit einer zeitlichen Verzögerung von eben dieser Länge gemessen. Diese zeitliche Verzögerung ist insbesondere dann zu beach-

ten, wenn Innovationsnetzwerken in Bezug zu externen Ereignissen, wie z.B. die Krise der New Economy gesetzt werden (in deren Folge die Publikationstätigkeit der Biotechnologieunternehmen erst nach rund zwei Jahren zurückgeht).

- Publikationen sind in der Wissenschaft nicht nur ein Mittel Forschungsergebnisse zu dokumentieren oder diese Ergebnisse einer qualifizierten Kritik durch die Forschergemeinschaft zugänglich zu machen, sondern vor allem Erfolgsmass (im Sinne von „publish or perish“). Dieses gilt für ForscherInnen in der Wirtschaft nicht oder nur in geringerem Ausmass. Deshalb veröffentlichen ForscherInnen an Universitäten und Forschungseinrichtungen mehr als ForscherInnen in Unternehmen. Dies schlägt sich in einem deutlich höheren Anteil von Wissenschaftspartnern nieder, welcher in der gemessenen Höhe (rund 87 % aller Partner) nicht alleine Folge der zunehmenden Einbindung der Wissenschaft in die Innovationsprozesse der Wirtschaft sein kann. Ein Wissenschaftsbias bibliometrischer Daten ist also bei der Interpretation zu beachten.
- Publikationen eignen sich vor allem in solchen Branchen als Indikator für Netzwerke, die wissenschaftsnah sind oder in denen Publikationen vorgeschrieben sind (z.B. bei der Zulassung von neuen Produkten). Neben der Biotechnologie- und Pharmaindustrie gibt es nur wenige weitere solcher Branchen (z.B. Medizintechnik oder die Agrochemie). In anderen technischen Branchen können z.B. Patente als Indikator verwendet werden, in dem Patenzitationen (siehe z.B. Almeida u. Kogut 1999) oder die gemeinsame Anmeldung von Patenten (siehe z.B. Balconi et al. 2003, OECD 2008) als Netzwerke interpretiert werden. Eine Auswertung von Patentstatistiken hat allerdings gegenüber der Verwendung von Publikationen mehrere zentrale Nachteile (siehe auch Jaffe u. Trajtenberg 2002, Breschi u. Lissoni 2005): Erstens wird durch ein Patent eine Kooperation nur zu einem Zeitpunkt gemessen (eben bei der Anmeldung eines Patents), während Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der Regel zu mehreren Publikationen zu verschiedenen Zeitpunkten führen. Netzwerke lassen sich also durch Publikationen besser über die Zeit verfolgen als durch Patente und die Akteursstruktur lässt sich bei der Messung durch Publikationen besser validieren. Zweitens führt der in der Regel höhere Wert von Patenten zu Problemen. So werden in der Regel nicht alle, der in irgendeiner Phase am Projekt Beteiligten als Erfinder aufgeführt, sondern lediglich einige Hauptakteure. Akteure, die für ihre Arbeit im Forschungs- und Entwicklungsprozess bezahlt werden (z.B. in der Auftragsforschung) tauchen nicht in der Patentschrift auf und können somit nicht „gemessen“ werden“. Eine Messung von Netzwerken durch

Publikationen ist deshalb – wo möglich – der Messung durch Patente vorzuziehen.

- Bibliometrischen Daten messen nur formelle Innovationsnetzwerke. Aussagen über die Strukturen persönlicher Netzwerke, über deren Bedeutung für den Innovationsprozess und über Machtverhältnisse innerhalb dieser Netzwerke können nicht oder nur sehr begrenzt abgeleitet werden. Hier bietet sich der zusätzliche Einsatz qualitativer Forschung an. Auf Basis der quantitativ gemessenen, formellen Strukturen können über Befragungen oder Interviews zugehörige qualitative Daten erhoben werden. Eine solche Kombination quantitativer und qualitativer Forschung bietet einige Vorteile. Anstatt Grosserhebungen durchzuführen, können die aufwendigen qualitativen Verfahren z.B. nur noch auf solche Netzwerke bzw. Netzwerkteile angewendet, welche auf Basis der quantitativen Forschung für die Beantwortung einer Fragestellung als besonders geeignet oder interessant erscheinen. Zudem ermöglichen die Ergebnisse quantitativer Verfahren, den Messfehler bei qualitativen Verfahren (z.B. resultierend aus der Abhängigkeit der Messung vom Befragten) besser einzuschätzen und möglicherweise zu korrigieren.

Die Bibliometrie eröffnet der Innovationsforschung neue Möglichkeiten, die häufig theoretisch erarbeiteten Konzepte an der realen Welt zu testen. Die Methode gibt der Innovationsforschung somit eine neue, empirisch fundierte Qualität. In Kapitel 11.6 wird aufgeführt, welche Weiterentwicklungen und Forschungsfragen besonders viel versprechend sind.

11.2 Die Organisation und Geographie von Innovationsnetzwerken (zu Hypothese 1)

In Kapitel 2.3 wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Geographie von Innovationsnetzwerken von internationalen Verflechtungen geprägt ist und dass die Partner im Innovationsprozess räumlich auf einige wenige, auf der ganzen Welt verteilte Cluster konzentriert sind (Hypothese 1).

Die Ergebnisse der vorliegende Arbeit zeigen, dass Innovationsnetzwerke tatsächlich stark international ausgerichtet sind („global networks“; siehe Kapitel 2.1.3). Mehr als die Hälfte aller gemessenen Verflechtungen werden mit Partnern im Ausland unterhalten. Entgegen ihrer zum Teil zu geringen Beachtung in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur sind auch Verflechtungen im Heimatland noch häufiger als regionale Verflechtun-

gen. Nur rund jeder fünfte Kooperationspartner hat seinen Standort in der gleichen Region (siehe auch Kapitel 7.1). Die Hypothese, dass Innovationsprozesse Wirtschaft und Wissenschaft global verbinden ist also richtig.

Auch richtig ist die Vermutung, dass ein grosser Teil der Partner in einer begrenzten Zahl von Clustern oder „local nodes“ zu finden sind. Hierzu zählen neben den in dieser Arbeit untersuchten Regionen einige weitere Europäische Regionen mit Biotechnologie- oder Pharmaclustern (z.B. London, Berlin oder Lyon) sowie eine Reihe von US-amerikanischen Regionen (z.B. Washington DC, Boston und New York; siehe auch Kapitel 7.2).

Trotz der verhältnismässig geringen Bedeutung regionaler Verflechtungen sind die Grenzen zwischen den regionalen Innovationsnetzwerken in den meisten Fällen noch klar erkennbar. Diese Abgrenzung ist vor allem Folge davon, dass alle regionalen Innovationsnetzwerke einen oder mehrere zentrale Akteure haben, mit dem Biotechnologieunternehmen des Clusters verbunden sind (siehe auch Kapitel 9). In einigen Fällen konnten allerdings sehr enge Verbindungen zwischen verschiedenen Clustern nachgewiesen werden. So sind die Biotechnologiecluster Basel und Zürich sowie die Cluster Lausanne und Genf durch eine Vielzahl von Verflechtungen eng miteinander verbunden.

Ein weiterer interessanter Aspekt zeigt sich bei der Analyse der Innovationsnetzwerke im Zeitverlauf. Entgegen der Annahme einer zunehmenden Internationalisierung des Innovationsprozesses sind die Innovationsnetzwerke seit dem Beginn der 1990er Jahre nur wenig internationaler geworden (siehe Kapitel 7.4). Auch im Jahr 1990 stammten bereits knapp 80 % der Partner aus dem Ausland, während es heute leicht über 80 % sind.

Mehrere Faktoren beeinflussen die Geographie der Innovationsnetzwerke:

- Je standardisierter Kooperationen sind, desto grösser ist der Anteil internationaler Partner. So werden die Partner bei den standardisierten klinischen Studien häufiger im Ausland gesucht, als bei der weniger standardisierteren Grundlagenforschung oder der vorklinischen Forschung (siehe Kapitel 7.5). Ein hoher Standardisierungsgrad (wie bei klinischen Projekten) ermöglicht es, über grosse Distanzen zusammenzuarbeiten und eröffnet Möglichkeiten, Kosten zu senken (z.B. durch Zusammenarbeit mit günstigeren Partnern an günstigeren Standorten).
- Je reifer und älter ein Unternehmen ist, desto internationaler sind seine Innovationsnetzwerke. Innovationsnetzwerke werden mit der Entwicklung von Unternehmen internationaler (siehe Kapitel 10.1). Grund hier-

für sind erstens Abnabelungsprozesse der Biotechnologieunternehmen von ihrer Inkubatororganisation, zu der bei vielen Biotechnologieunternehmen zu Beginn der Unternehmensentwicklung noch enge Kontakte unterhalten werden. Zweitens dürfte auch ein höherer Anteil klinischer Projekte bei älteren Unternehmen dazu beitragen, dass diese Unternehmen häufiger mit internationalen Partnern zusammenarbeiten.

- Die Geographie der Innovationsnetzwerke unterscheidet sich danach, mit wem kooperiert wird: Die Geographien der Verflechtungen mit den verschiedenen Wirtschafts- und Wissenschaftspartnern unterscheidet sich voneinander (siehe Kapitel 7.3). Ursachen hierfür sind erstens der unterschiedliche Anteil klinischer Projekte bei den Kooperationen mit den verschiedenen Partnern (ein hoher Anteil klinischer Projekte und deshalb internationale Verflechtungen gibt es z.B. bei Kooperationen mit Krankenhäusern und CRO). Zweitens sind Netzwerke zwischen den Biotechnologieunternehmen und ihren Inkubatororganisationen – hierbei handelt es sich zumeist um Universitäten und Forschungseinrichtungen – besonders häufig regional. Drittens beeinflusst die Verfügbarkeit von Partnern in einer Region die Geographie der Innovationsnetzwerke. So gibt es z.B. in den meisten Regionen nur wenige potenzielle Partner in der Pharmaindustrie, sodass diese Partner regionsextern gesucht werden müssen. Viertens hat sich gezeigt, dass Kooperationen zwischen Biotechnologieunternehmen besonders häufig regional stattfinden. Dieses Muster steht im Gegensatz zu den anderen Wirtschaftsverflechtungen, die stärker überregional sind. Ursache könnte erstens sein, dass mit anderen Biotechnologieunternehmen besonders selten klinische Kooperationen durchgeführt werden. Zweitens könnte eine gemeinsame Evolution der Unternehmen sein. Hierfür wurden in der Analyse des Schweizer Innovationsnetzwerks Anhaltspunkte gefunden. Drittens könnte die Kollokation in einer Region (in einer Region oder in einem Technologiepark) die Kooperationen befördern, die ohne räumliche Nähe nicht stattgefunden hätten. Welche dieser drei möglichen Ursachen die wichtigste ist, lässt mit der quantitativen Vorgehensweise in dieser Arbeit nicht beantworten. Vertiefende Analysen mit stärker qualitativer Vorgehensweise sind erforderlich, um die Frage zu beantworten.

11.3 Unterschiede zwischen den Innovationsnetzwerken in verschiedenen Regionen (zu Hypothese 2)

Die zweite Hypothese der Arbeit ist, dass sich Innovationsnetzwerke in den Untersuchungsregionen unterscheiden. Die Analyse der Innovationsnetzwerke hat ergeben, dass deutlich Unterschiede zwischen den untersuchten Regionen bestehen. Drei Unterschiede stechen heraus:

- Regionale Innovationsnetzwerke unterscheiden sich hinsichtlich ihrer internen Struktur. Die Untersuchung der regionalen Innovationsnetzwerke in den elf Untersuchungsregionen hat ergeben, dass sich diese Netzwerke hinsichtlich ihrer Grösse, der Dichte der Verflechtungen und der Bedeutung ihrer zentralen Knoten unterscheiden (siehe Kapitel 8). Dies zeigt auch die Darstellung der regionalen Netzwerke in Abb. 44 bis Abb. 49 (auf S. 171 bis S. 174). Während die regionalen Innovationsnetzwerke in den meisten Regionen stark auf einige wenige zentrale Akteure ausgerichtet sind (z.B. in Lausanne und Strasbourg), zeichnen sich andere Regionen durch dezentrale Strukturen mit mehreren zentralen Akteuren aus (z.B. in Île de France oder München). Ähnlichkeit zeigen die untersuchten Cluster dahingehend, dass fast immer Universitäten und Forschungseinrichtungen die zentralen Netzwerknoden sind. Ausnahme ist die Region Basel, in der neben der Universität Basel die Pharmaunternehmen Roche und Novartis eine zentrale Position im regionalen Innovationsnetzwerk einnehmen.
- Innovationsnetzwerke unterscheiden bezüglich der an ihnen beteiligten Organisationen. Ein wichtiger Unterschied zwischen den Innovationsnetzwerken ist, welche Organisationen beteiligt sind. Dabei zeigt sich, dass die Innovationsnetzwerke der Biotechnologiecluster Strasbourg, Île de France, der Rhein-Neckar Region, Bern, Lausanne und München eher wissenschaftlich geprägt sind. Dies heisst, dass Biotechnologieunternehmen aus diesen Regionen überdurchschnittlich häufig mit Universitäten, Forschungseinrichtungen und Krankenhäusern kooperieren. Innovationsnetzwerke der Biotechnologieunternehmen aus Basel, der restlichen Schweiz, Cambridge, und Oxford sind dagegen überdurchschnittlich stark wirtschaftlich orientiert (siehe Kapitel 6 und 8).
- Schliesslich unterscheiden sich Innovationsnetzwerke bezüglich ihrer Geographie. Wichtigster Unterschied ist der Anteil internationaler, nationaler und regionaler Verflechtungen (siehe Kapitel 7). Besonders international sind die Innovationsnetzwerke von Unternehmen aus Genf,

Cambridge, Lausanne, Strasbourg, Bern, Basel und Oxford. Eher regional ausgerichtet sind Biotechnologieunternehmen aus Zürich, der Île de France, der Rhein-Neckar Region und München. Nationale Kooperationen spielen vor allem für Unternehmen aus Deutschland und Grossbritannien eine grosse Rolle. Die Analysen haben zudem gezeigt, dass Verflechtungen mit Wissenschaftspartnern häufiger regional sind, während mit Wirtschaftspartnern überdurchschnittlich häufig überregional kooperiert wird (einzige Ausnahme sind die Basler Biotechnologieunternehmen, bei denen es umgekehrt ist). In allen Untersuchungsregionen stammen die Partner vorwiegend aus den weltweit bedeutenden Clustern der Biotechnologie- und der Pharmaindustrie. Mit welchen Clustern genau zusammengearbeitet wird, unterscheidet sich aber zwischen den einzelnen Regionen.

Trotz der Internationalität der Netzwerke und dem globalen einheitlichen Geschäftsmodell von Biotechnologieunternehmen „funktionieren“ die untersuchten Innovationsnetzwerke also nicht gleich. Die in der Literatur zum Teil als homogen angesehenen Innovationsnetzwerke unterscheiden sich in Wirklichkeit deutlich hinsichtlich ihrer Einbindung in internationale Netzwerke, der an ihnen beteiligten Partner und ihren internen Strukturen.

Die Analysen in Kapitel 10 zeigen, dass sich nicht nur die Innovationsnetzwerke in den verschiedenen Regionen unterscheiden, sondern auch die Netzwerke der einzelnen Unternehmen innerhalb einer Region. Die Partner der Biotechnologieunternehmen kommen aus ganz unterschiedlichen Regionen. Wissenschafts- und Wissenschaftspartner haben für die untersuchten Unternehmen unterschiedlich grosse Bedeutung. Die Unternehmensstrategie wird dabei unter anderem durch die Unternehmensart, das Alter des Unternehmens und den regionalen und nationalen Kontext beeinflusst. Zudem ist anzunehmen, dass die Biographie der Gründer Einfluss grossen Einfluss hat. Dieser Zusammenhang konnte in dieser Arbeit aber nicht überprüft werden.

11.4 Ursachen der Unterschiede der Innovationsnetzwerke in den verschiedenen Regionen (zu Hypothese 3)

In Kapitel 2.3 wurde die Hypothese aufgestellt, dass es verschiedene Ausprägungen des nationalen und regionalen Kontexts sind, die für die Unterschiede der Innovationsnetzwerke zwischen den Untersuchungsregionen verantwortlich sind (Hypothese 3). Es wurde vermutet, dass erstens die

regionale Wirtschaftsstruktur und ihr Entwicklungspfad, zweitens die Ausstattung der Region mit Universitäten und Forschungseinrichtungen und die Ausgestaltung der regionalen und nationalen Forschungsförderung sowie drittens die regionale Wirtschaftspolitik und -förderung Innovationsnetzwerke beeinflussen. Die Analysen in dieser Arbeit zeigen, dass die folgenden Faktoren die Unternehmensstrategie, Innovationsprozesse und damit auch Innovationsnetzwerke beeinflussen (siehe auch Abb. 55):

Unternehmensstrukturen: Die Analysen in Kapitel 5 haben gezeigt, dass sich die Regionen deutlich hinsichtlich der Struktur der ansässigen Biotechnologieunternehmen unterscheiden. Diese Unterschiede wirken sich auf die Unternehmensstrategien und damit auf die Innovationsnetzwerke aus: Je mehr reife Biotechnologieunternehmen es in einem Cluster gibt, je mehr standardisierte klinische Forschung durchgeführt wird und je höher der Anteil der Wirtschaftspartnern ist, desto internationaler ist die Ausrichtung der Innovationsnetzwerke.

Clustergrösse: Je mehr potenzielle Partner es in der Region gibt, desto höher ist der Anteil regionaler Verflechtungen. So haben kleine Cluster auch kleine regionale Innovationsnetzwerke und einen höheren Anteil regionsexterner Partner. Grund hierfür ist die begrenzte Anzahl von geeigneten Partnern innerhalb der Region (siehe Kapitel 5, 6 und 7). Die Grösse der Cluster hat dabei vor allem Einfluss auf die Geographie der Innovationsnetzwerke (ein höherer Anteil regionsexterner Verflechtungen). Die Organisationen der Innovationsnetzwerke (mit welchen Partnern zusammengearbeitet wird) wird durch die Clustergrösse nicht beeinflusst.

Grösse des Heimatlandes: Je kleiner ein Land ist, desto internationaler sind die Innovationsnetzwerke der Biotechnologieunternehmen. So spielen internationale Verflechtungen für Deutsche und Französische Biotechnologieunternehmen eine geringere Rolle als für Schweizer Unternehmen (siehe Kapitel 5, 6 und 7). Grund für diesen Zusammenhang ist die geringere Anzahl potenzieller Partner in kleinen Ländern. Kooperationspartner müssen also stärker im Ausland gesucht werden. Die Grösse der Landes wirkt sich auf die Geographie der Innovationsnetzwerke aus, nicht aber auf ihre Organisation und auf die Struktur der regionalen Netzwerke. Die geringere Anzahl potenzieller Partner in kleinen Ländern hat zudem Auswirkungen auf das nationale Innovationssystem. In kleinen Ländern gibt es z.B. keine grossen Netzwerke zusammenhängender Forschungsinstitute (wie INSERM oder CNRS in Frankreich). Das nationale Innovationssystem hat in kleinen Ländern ceteris paribus eine geringere Bedeutung als in grösseren Ländern.

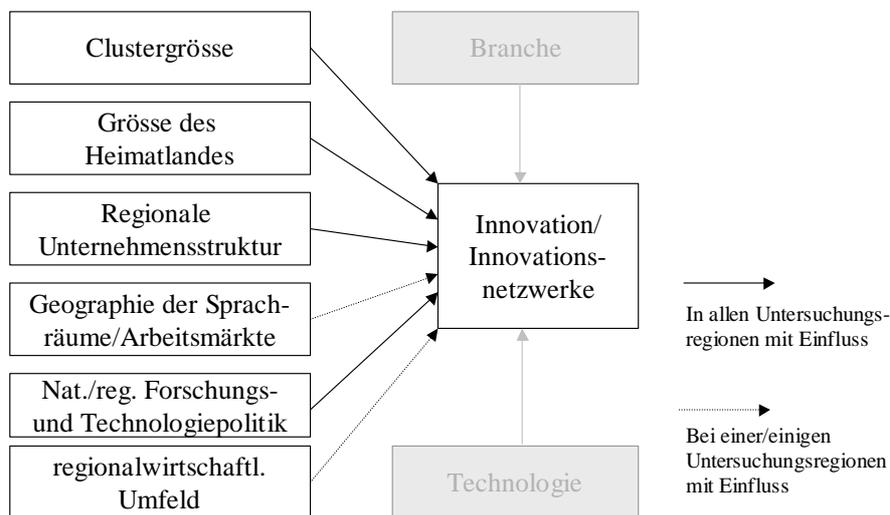


Abb. 55. Die wichtigsten Einflussfaktoren auf Innovationsnetzwerke
Quelle Eigene Darstellung.

Geographie von Arbeitsmärkten und Sprachräumen: Die Analyse der Geographie von Innovationsnetzwerken hat gezeigt, dass Kooperationen mit Partnern im gleichen Sprachraum wahrscheinlicher sind, als über Sprachgrenzen hinweg. So arbeiten Deutsche, Französische und Schweizer Biotechnologieunternehmen besonders häufig mit Partnern in gleichsprachigen Ländern zusammen (siehe Kapitel 7.2). Zudem überschreiten Kooperationen in der Schweiz nur selten die Sprachgrenze zwischen der Deutschschweiz und der Romandie (siehe Kapitel 9). Ursache sind – neben der gemeinsamen Sprache – auch durchlässige Arbeitsmärkte, die in Europa eine ähnliche Geographie haben, wie die Sprachräume. Arbeitsmärkte haben Bedeutung für Innovationsnetzwerke, da Kontakte, die im Laufe der Karriere geknüpft werden in Innovationsnetzwerken genutzt werden können.

Das wissenschaftliche Umfeld: Das wissenschaftliche Umfeld wird durch die Forschungs- und Technologiepolitik bestimmt und wirkt sich z.B. über Forschungsprogramme und über die Ausstattung von Ländern und Regionen mit Universitäten und Forschungseinrichtungen auf die Biotechnologiecluster und ihre Innovationsnetzwerke aus. Die Analysen der vorliegenden Arbeit zeigen, dass das wissenschaftliche Umfeld herausragende Bedeutung für die Innovationsnetzwerke und die Entstehung der Biotechnologiecluster hat. Es zeichnen sich alle Untersuchungsregionen durch ein

sehr gutes wissenschaftliches Umfeld aus, wobei einige Regionen hinsichtlich der Quantität und Qualität dieses Umfelds herausstechen (siehe Kapitel 5). Das wissenschaftliche Umfeld beeinflusst Biotechnologiecluster und Innovationsnetzwerke auf zwei Ebenen:

- Erstens sind sehr gute und spezialisierte Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen entscheidende Voraussetzung für die Entwicklung der regionalen Biotechnologiecluster. Dies gilt für fast alle untersuchten Biotechnologiecluster besonders aber für die Cluster in der Île de France, Strasbourg, Cambridge, Oxford München und Rhein-Neckar. Hier sind die Cluster um sehr gute Universitäten und Forschungseinrichtungen herum entstanden und ein erheblicher Anteil der Biotechnologieunternehmen sind Ausgründungen der Universitäten und Forschungseinrichtungen (siehe Kapitel 5). Einzige Ausnahm ist der Basler Biotechnologiecluster, wo sich überdurchschnittlich viele Unternehmen aus der Pharmaindustrie entwickelt haben. Dass das wissenschaftliche Umfeld nicht nur die Entstehung sondern auch die Strategie der Biotechnologieunternehmen und damit das regionale Innovationssystem beeinflusst zeigt das Beispiel des Zürcher Biotechnologieclusters. Dieser zeichnet sich durch ein besonders dichtes und gutes Wissenschaftsumfeld und durch eine hohen Anzahl von Universitätsausgründungen aus. Zürcher Biotechnologieunternehmen arbeiten nicht nur besonders häufig mit den Zürcher Hochschulen zusammen, sondern sind generell stärker wissenschaftsorientiert als der Durchschnitt der Stichprobe. Ähnliche Zusammenhänge lassen sich für die Regionen Lausanne und Strasbourg erkennen.
- Zweitens nehmen Universitäten und Forschungseinrichtungen in allen untersuchten Clustern eine zentrale Knotenfunktion für die regionalen Innovationsnetzwerke ein. Ein Grund hierfür ist, dass ein grosser Teil der untersuchten Biotechnologieunternehmen als Ausgründung aus einer Universität oder Forschungseinrichtung entstanden ist und dass Verflechtungen zwischen diesen Unternehmen und ihrer Inkubatororganisation besonders dicht sind (siehe Kapitel 10). Universitäten und Forschungseinrichtungen prägen also die Innovationsnetzwerke in ihren Regionen entscheidend mit.

Der wirtschaftliche Kontext: Wie auch das wissenschaftliche Umfeld kann auch der wirtschaftliche Kontext die Innovationsnetzwerke der Biotechnologieunternehmen beeinflussen. Dies ist allerdings nicht in allen untersuchten Biotechnologieclustern der Fall. Wie beim wissenschaftlichen Umfeld wirkt sich dieser Einfluss nicht nur auf die Geographie der

Innovationsnetzwerke, sondern auf die Strategie der Biotechnologieunternehmen und damit auf das gesamte Innovationssystem einer Region aus.

- Bestes Beispiel für den Einfluss des regionalwirtschaftlichen Umfeldes auf die Biotechnologiecluster und ihre Innovationsnetzwerke ist die Region Basel. Die Region gilt als eine weltweite Hochburg der Pharmaindustrie und ein erheblicher Teil der Basler Biotechnologieunternehmen sind aus der Pharmaindustrie entstanden (siehe Kapitel 5). Folge dieser Entstehungsgeschichte der Basler Biotechnologie und ihres regionalwirtschaftlichen Umfeldes sind nicht nur intensive Verflechtungen zwischen den Pharmaunternehmen und den Biotechnologieunternehmen der Region, sondern auch eine generell stärkere Wirtschaftsorientierung der Basler Biotechnologieunternehmen (siehe Kapitel 7). Dass ein solcher Zusammenhang zwischen dem wirtschaftlichen Kontext und der Struktur sowie der Geographie von Innovationsnetzwerken nicht zwangsläufig ist, zeigt das Beispiel der Rhein-Neckar Region. Wie in Basel gibt es hier einen Cluster der Pharmaindustrie. Die Innovationsnetzwerke der Unternehmen aus der Rhein-Neckar Region sind aber nicht wirtschaftsorientiert. Hauptgrund hierfür ist, dass in der Rhein-Neckar Region nur ein kleiner Teil der Biotechnologieunternehmen aus der Industrie entstanden sind.
- In beiden Britischen Regionen Cambridge und Oxford gibt es Cluster von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen (hierzu zählen neben Biotechnologieunternehmen z.B. auch IT- oder Nanotechnologieunternehmen). Die Innovationsnetzwerke der Biotechnologieunternehmen aus Cambridge und Oxford sind wirtschaftsorientiert, wenn auch nicht so stark, wie die Netzwerke der Basler Unternehmen. Diese Wirtschaftsorientierung ist aber vermutlich nicht, oder nur zu einem geringen Anteil, Folge des wirtschaftlichen Kontexts in Cambridge und Oxford, sondern Ergebnis der Reife der Biotechnologieindustrie in diesen Regionen. Hierfür spricht, dass die regionalen Netzwerke nur durchschnittlich wirtschaftsorientiert sind, während die überregionalen Verflechtungen stark wirtschaftsorientiert sind.
- In den in Kapitel 2.3 formulierten Hypothesen wurde vermutet, dass die regionale Wirtschaftspolitik und -förderung die Innovationsnetzwerke wesentlich beeinflusst. Diese Hypothese kann weder bestätigt noch falsifiziert werden. So wenden Wirtschaftsförderer in nahezu allen Untersuchungsregionen das gleiche Set von Instrumenten an. Hierzu zählen z.B. der Betrieb von Technologie- und Gründerzentren, Wissens- und Technologietransferstellen oder Netzwerkinitiativen. Es ist aber anzunehmen, dass sich die Instrumente im Detail unterscheiden und dass diese Unter-

schiede Einfluss auf die Struktur der Innovationsnetzwerke haben, diese aber aufgrund der quantitativen Vorgehensweise in dieser Arbeit nicht gemessen werden konnten. Hinzukommt, dass die regionale Wirtschaftspolitik und -förderung vor allem auf die Gründung bzw. Ansiedlung von Unternehmen abzielt und nicht auf die Förderung von Unternehmensnetzwerken. Der Einfluss auf die Innovationsnetzwerke wäre dann ein indirekter Effekt der Wirtschaftspolitik und -förderung.

Das Zusammenspiel der Einflussfaktoren: Innovationsnetzwerke werden durch die oben genannten Faktoren in einem komplexen und mehrschichtigen Zusammenspiel beeinflusst. Die Geographie, Struktur und Organisation der Innovationsnetzwerke ist zu allererst Ergebnis der Unternehmensstrategie und der Unternehmensstruktur (z.B. Alter oder Typ der Unternehmen). Unternehmensstrategie und Unternehmensstruktur werden von dem regionalen Kontext beeinflusst, in dem die Unternehmen entstanden sind und in dem sie arbeiten. Dabei hat sich herausgestellt, dass das wissenschaftliche Umfeld in allen Regionen entscheidend für die Entstehung der Biotechnologiecluster und auch für die Geographie, Struktur und Organisation der Innovationsnetzwerke ist. Das regionalwirtschaftliche Umfeld hat insbesondere in einer Region Einfluss. In Basel hat die Pharmaindustrie die Entstehung des Biotechnologieclusters und die Geographie, Struktur und Organisation der Innovationsnetzwerke massgeblich mitgeprägt. Neben den genannten Faktoren, beeinflussen die Grösse der Biotechnologiecluster und die Grösse des Heimatlandes und die Geographie von Sprachräume und Arbeitsmärkten die Innovationsnetzwerke.

Tabelle 27 Bedeutung und Wirkung überregionaler Einflussfaktoren in den untersuchten Ländern

Bedeutung überreg. Ein- flüsse	Wirkung überregionaler Einflüsse	
	gleichmässig	selektiv
Moderat / liberal	Grossbritannien	Schweiz
Hoch / eingreifend	Deutschland	Frankreich

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Regionale, nationale oder eine andere Ebene? In der Literatur wird die Frage diskutiert, ob das regionale oder das nationale Innovationssystem massgeblich für den Verlauf von Innovationsprozess sowie für Organisation und Geographie der Innovationsnetzwerke sind (siehe Kapitel 2.2). Bei

dieser Diskussion geht es um die Frage, auf welcher räumlichen Ebene die Innovationsprozesse beeinflusst werden (z.B. wo wirkt sich die Forschungs- und Technologiepolitik aus?) und auf welcher Ebene diese Einflussfaktoren bestimmt werden (z.B. wo wird die Forschungs- und Technologiepolitik gemacht?). Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass Einflussfaktoren auf mehreren räumlichen und administrativen Ebenen wirken und dass sich dieses Zusammenspiel der Ebenen in den untersuchten Ländern unterscheidet. Zudem zeigt sich, dass sich nationale Innovationssysteme je nach Ausgestaltung gleichmässig auf die ihnen zugehörigen regionalen Innovationssysteme auswirken können oder aber selektiv (siehe Tabelle 27):

- In beiden Britischen Regionen hat sich Biotechnologie um sehr gute Universitäten herum entwickelt. Das Britische nationale Innovationssystem wird durch eine zurückhaltende Wirtschafts-, Forschungs- und Technologiepolitik gekennzeichnet (siehe Kapitel 5.3). Determinanten der Clusterbildung liegen auf der regionalen Ebene und hier vor allem bei den sehr guten Universitäten und Forschungseinrichtungen. Die regionalen Innovationssysteme der beiden Untersuchungsregionen Oxford und Cambridge ähneln sich stark. In beiden Regionen sind die Innovationsnetzwerke Biotechnologieunternehmen eng mit den regionalen Hochschulen und Forschungsinstituten verbunden; in beiden Regionen ist der Biotechnologiecluster Teil einer Hochtechnologiewirtschaft und in beiden Regionen sind die Innovationsnetzwerke der Biotechnologieunternehmen stark überregional ausgerichtet. Diese Ähnlichkeit der Innovationsprozesse in den beiden Untersuchungsregionen spricht dafür, dass sich das nationale Britische Innovationssystem weitgehend gleichmässig auf die regionalen Innovationsnetzwerke auswirkt.
- Auch die beiden Deutschen Regionen ähneln sich. In München und Heidelberg spielen Universitäten eine grosse Rolle; in beiden Clustern machen technologieorientierte Unternehmen einen überdurchschnittlichen Anteil an den Biotechnologieunternehmen aus (geringer Anteil produktorientierter Unternehmen). Beide Cluster sind stark regional und national und nur unterdurchschnittlich überregional vernetzt. Zudem verteilen sich die nationalen Partner verhältnismässig gleichmässig über ganz Deutschland. Auch in Deutschland werden die Rahmenbedingungen der Forschungs- und Technologiepolitik zum grossen Teil ausserhalb der Regionen bestimmt, aber nicht nur auf Bundesebene sondern auch auf Länderebene (siehe Kapitel 5.4). Das nationale (zum Teil aber auch auf Länderebene bestimmte) Innovationssystem wirkt sich also gleichmässig aus. Im Unterschied zu Grossbritannien haben Einflussfaktoren, die aus-

serhalb der Regionen geprägt werden, einen deutlich grösseren Einfluss darauf, wie die Innovationsprozesse in den Regionen ablaufen. Allerdings spielt bei diesen Einflussfaktoren neben der nationalen Ebene vor allem die Länderebene (bei der Bildungspolitik) eine Rolle.

- Das Französische nationale Innovationssystem wirkt sich im Gegensatz zum Britischen und Deutschen selektiver aus. Das nationale Innovationssystem hat hier den grössten Einfluss auf die Innovationsprozesse. Der Staat greift dabei z.B. im Rahmen seiner Politik der Pôles de Compétitivité aktiv in die Entwicklung von Clustern ein. Zudem haben nationale Forschungseinrichtungen, wie das Institut Pasteur sowie die INSERM- und CNRS-Institute grosse Bedeutung für die Entwicklung der regionalen Biotechnologiecluster und für die Struktur der Innovationsnetzwerke (siehe Kapitel 5.2). Räumlicher Kristallisationspunkt der staatlichen Förderung ist Paris und die Île de France. Hier sind die meisten Forschungsinstituten und spezialisierten Universitäten des Landes. Auch die Innovationsnetzwerke der Unternehmen aus Strasbourg und vermutlich auch aus den anderen Französischen Clustern sind ähnlich stark auf die Île de France ausgerichtet wie die der Unternehmen aus dieser Region selbst.
- Ähnlich selektiv wie das Französische Innovationssystem wirkt sich das nationale Innovationssystem der Schweiz aus. Allerdings prägt es insgesamt die Innovationsprozesse der Biotechnologieunternehmen deutlich weniger. Nationale Forschungsprogramme spielen eine geringe Rolle und die meisten Universitäten werden durch die Kantone, also nicht durch die Bundesregierung, finanziert (siehe Kapitel 5.1). Der selektive Charakter des Schweizer Innovationssystems ist Folge der Bundesfinanzierung für die beiden eidgenössisch technischen Hochschulen ETHZ und EPFL. Diese Hochschulen sind massgeblich für die Entstehung der Biotechnologiecluster in ihren Regionen mit verantwortlich. Sowohl in Lausanne als auch in Zürich sind die Hochschulen zentrale Akteure im regionalen Innovationsnetzwerk und sogar Basler und Genfer Biotechnologien sind eng mit diesen Hochschulen verbunden.

11.5 Typisierung von regionalen Innovationsnetzwerken und ihrem Umfeld (zu Hypothese 4)

In Kapitel 2.3 wurde die Hypothese aufgestellt, dass sich die Unterschiede der Innovationsnetzwerke und ihres Kontexts anhand des in Kapitel 2.2.2 vorgestellten Modells regionaler Innovationssysteme nach Asheim (1998) und Cooke (1998) typisieren lassen. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass zwei der drei Typen dieses Modells Relevanz für Innovationsprozesse und Cluster in der Biotechnologie haben (siehe Tabelle 28). Dies sind:

- Netzwerk-Innovationssysteme – also Innovationssysteme, die von regionalen Unternehmen aber auch von Forschungseinrichtungen und Wirtschafts-, Forschungs- und Technologiepolitiken geprägt werden.
- regionalisierte nationale Innovationssysteme – also regionale Innovationssysteme, bei denen die wesentlichen Bedingungen von regionsexternen, häufig nationalen Akteuren geprägt werden.

Wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Innovationssystemtypen ist die räumliche bzw. die administrative Ebene, auf welcher die Rahmenbedingungen für Innovation geprägt werden. Der dritte Innovationssystemtyp, nämlich das auf die Region fokussierte territorial eingebettete Innovationssystem (zur Beschreibung dieses Typs siehe auch Kapitel 2.2.2) spielt aufgrund der Internationalität der Innovationsnetzwerke und der grossen Bedeutung von Universitäten und Forschungseinrichtungen in der Biotechnologie keine Rolle. Die Region Bern und ihr Biotechnologiecluster wurde nicht in die Klassifikation eingeordnet, da die dortige Biotechnologieindustrie zu klein ist, um gesicherte Aussagen zu machen.

Die beide Englischen Regionen Cambridge und Oxford zeichnen sich durch einen geringen Einfluss überregionaler oder nationaler Faktoren aus. In beiden Regionen waren bzw. sind die Unternehmen des Biotechnologieclusters durch ihre Entstehung und durch ihre Innovationsnetzwerke eng mit den regionalen, traditionell forschungsstarken Hochschulen verbunden. Wesentliche Rahmenbedingungen für Clusterentwicklung und Innovationsnetzwerke werden auf regionaler Ebene bestimmt. Beide Regionen verfügen daher über ein Netzwerk-Innovationssystem. Gleiches gilt für die Region Genf, in der Clusterentwicklung und Innovationsnetzwerke auf die kantonale Universität und auf ein prägendes Unternehmen ausgerichtet sind.

Die beiden Französischen Regionen Île de France und Strasbourg zeichnen sich durch einen grossen Einfluss nationaler Institutionen aus, welche die Entstehung der regionalen Biotechnologiecluster und die Struktur der Innovationsnetzwerke massgeblich geprägt haben bzw. auch heute prägen. Diese beiden Regionen sind regionalisierte nationale Innovationssysteme. Gleiches gilt für die Schweizer Regionen Zürich und Lausanne. Auch hier spielen national finanzierte Universitäten (ETHZ und EPFL) eine bestimmende Rolle für die Entwicklung der Biotechnologiecluster und in beiden Regionen sind diese beiden bundesfinanzierten Hochschulen zentrale Knoten der Innovationsnetzwerke.

Eine Sonderposition nehmen die beiden Deutschen Regionen Rhein-Neckar und München ein, die als Mischform aus beiden genannten Innovationssystemtypen bezeichnet werden können. Diese beiden Regionen werden stark von überregionalen Einflüssen geprägt (z.B. Forschungs- und Technologiepolitik), die zum guten Teil aber nicht auf nationalstaatlicher sondern auf Länderebene verortet sind. Allerdings wirken sich diese Einflüsse weniger selektiv aus als in Frankreich oder der Schweiz. Zudem setzen auch Bundesinitiativen wie der Bioregiowettbewerb nicht auf top-down-Planung sondern auf einen Wettbewerb regionaler Initiativen.

Tabelle 28 der Innovationssystemtypen in den Untersuchungsregionen

territorial eingebettetes Innovationssystem	Netzwerk-Innovationssystem	regionalisiertes nationales Innovationssystem	Mischform*	Corporate Innovationssystem
-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambridge ▪ Oxford ▪ Genf 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Île de France ▪ Strasbourg ▪ Zürich ▪ Lausanne 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ München ▪ Rhein-Neckar Region 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Basel

* aus Netzwerk-Innovationssystem und regionalisiertem nationalen Innovationssystem

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die Typologie von regionalen Innovationssystemen nach Asheim 1998 und Cooke 1998 erweitert werden muss, da sich das Innovationssystem der Region Basel nicht einordnen lässt. Für den Basler Biotechnologiecluster spielen weder nationale Forschungsinstitute, Technologie und Wirtschaftspolitiken noch Verflechtungen mit regionalen Universitäten eine herausragende Rolle. Stattdessen zeichnet sich die Basler Biotechnologieindustrie durch einen bestimmenden Einfluss der Pharmaindustrie und ihrer Grossunternehmen aus. Viele Biotechnologieunternehmen sind aus oder im Umfeld der Pharmaindustrie entstanden, in

vielen Fällen halten Basler Pharmaunternehmen signifikante Beteiligungen an den Biotechnologieunternehmen und viele Biotechnologieunternehmen beschäftigen WissenschaftlerInnen und ManagerInnen, die zuvor in der Pharmaindustrie beschäftigt waren. Schliesslich sind Pharmaunternehmen neben der Universität zentrale Akteure im regionalen Innovationsnetzwerk. Aufgrund dieser herausragenden Bedeutung der Pharmaindustrie für die Innovationsprozesse in der Region Basel sollte Basel als „corporate Innovationssystem“ bezeichnet werden. Ein solches corporate Innovationssystem zeichnet sich dadurch aus, dass:

- die regionalen Innovationsnetzwerke nicht auf Universitäten oder Hochschulen sondern auf Unternehmen und speziell auf Grossunternehmen ausgerichtet sind,
- auch die internationalen Innovationsnetzwerke insgesamt stärker auf Unternehmen und weniger stark auf die Wissenschaft fokussiert sind als die Netzwerke in anderen Regionen und
- die Unternehmen zum erheblichen Teil aus der Industrie entstanden sind.

Mehrere Fragen stellen sich hinsichtlich der Existenz eines corporate Innovationssystems:

- Gibt es andere corporate Innovationssysteme? Die hohe Konzentration der Pharmaindustrie scheint eine wichtige Voraussetzung für die Entstehung eines corporate Innovationssystems mit Biotechnologie- und Pharmafokus zu sein. Neben Basel gibt es eine solche Konstellation nur an wenigen anderen Standorten. Es ist daher davon auszugehen, dass es weltweit nur wenige weitere corporate Innovationssysteme mit einem Branchenfokus Pharmaindustrie und Biotechnologie gibt. Zudem zeigt das Beispiel der Rhein-Neckar Region, dass eine solche Konzentration zwar Voraussetzung, nicht aber Garantie dafür ist, dass ein solches regionales Innovationssystem entsteht. In der Rhein-Neckar Region besteht ein Cluster der Pharmaindustrie, ohne dass die dortigen Biotechnologieunternehmen überdurchschnittlich wirtschaftsorientiert sind. Neben der Region Basel weist auch die Region Genf Eigenschaften eines corporate Innovationssystems auf – allerdings in deutlich schwächerem Ausmass als in der Region Basel. Auch hier hat ein Unternehmen, nämlich Merck Serono, prägenden Einfluss auf die Clusterbildung und auf die Innovationsnetzwerke. Da der Einfluss des Grossunternehmens weit weniger stark ist als in Basel, wird Genf nicht als corporate Innovationssystem bezeichnet. Es ist aber anzunehmen, dass es weitere corporate Innovationssysteme mit anderen Branchenschwerpunkten gibt. In Frage kommen vor allem Wirtschaftszweige in denen Universitäten und For-

schungseinrichtungen eine geringere Rolle und Grossunternehmen eine wichtige Rolle einnehmen, als in der Biotechnologie- und der Pharmaindustrie. Beispiele für eine solche Branche könnte die Automobilzuliefererindustrie oder Kraftwerksbau sein.

- Warum wurde ein solches corporate Innovationssystem bisher nicht in der Literatur zu regionalen Innovationssystemen beschrieben? Ein Grund dafür, dass solche Innovationssysteme bisher nicht beschrieben wurden, könnte ihre Seltenheit sein (es wurde oben vermutet, dass es neben Basel nur wenige weitere corporate Innovationssysteme mit Pharma- und Biotechnologiefokus geben könnte). Zudem konzentrieren sich Ansätze zu regionalen Innovationssystemen bisher zu stark auf Innovationsprozesse bei kleinen und mittelgrossen Unternehmen (siehe auch Kapitel 2.2.2). Dieses spiegelt sich sowohl in der Auswahl der untersuchten Branchen als auch der Untersuchungsregionen wieder. Mit dieser Konzentration wird die Tradition der Ansätze zu Industriedistrikten und innovativen Milieus fortgeschrieben, die sich ebenfalls vorwiegend mit Clustern von kleinen und mittelgrossen Unternehmen beschäftigen. Aufgrund dieser Konzentration wurde die Bedeutung von Grossunternehmen und ihre Funktion in Innovationsnetzwerken zu lange ausser Acht gelassen. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass Grossunternehmen wichtige Knoten in den Innovationsnetzwerke sind. Dies zeigt sich am deutlichsten in der Region Basel, aber auch Biotechnologieunternehmen aus den anderen Clustern sind mit Grossunternehmen in der Pharmaindustrie verflochten.
- Ist ein corporate Innovationssystem ein Erfolgsmodell? Das corporate Innovationssystem ist genau wie die anderen Typen von Innovationssystemen an sich weder Erfolgsmodell noch Standortrisiko (für eine Diskussion über den Erfolg von Netzwerke siehe auch Kapitel 11.6). Das Beispiel Basel zeigt aber, dass sich aus der engen Verflechtung mit Grossunternehmen in einem solchen corporate Innovationssystem durchaus Vorteile ergeben können. Solche Vorteile könnten z.B. darin liegen, dass der Arbeitsmarkt für industrieerfahrene ForscherInnen und ManagerInnen in corporate Innovationssystemen zwischen Grossunternehmen und kleinen Unternehmen durchlässig ist und dass Ausgründungen von Grossunternehmen bereits über mehr Branchenkenntnisse und betriebswirtschaftliches Know-How verfügen, als dies bei Universitätsausgründungen der Fall ist. Schliesslich sind corporate Innovationssysteme mittelfristig kaum nachahmbar, da wesentlichen Bedingungen ausserhalb des Einflussbereichs der Wirtschafts-, Forschungs- und Technologiepolitik liegen. Das Bestehen eines corporate Innovationssystems kann also zu einem Alleinstellungsmerkmal einer Region führen. Ein Nachteil sol-

cher corporate Innovationssysteme könnte die Distanz zur Wissenschaft und den dort produzierten Erkenntnissen sein. Genau diesen Kenntnissen kommt – wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben – heute eine grosse wirtschaftliche Bedeutung zu. Um Vor- und Nachteile des corporate besser beurteilen zu können, ist es aber wichtig, Erkenntnisse nicht nur anhand einer Beispielregion zu gewinnen. Zukünftige Forschungen zu regionalen Innovationssystemen sollten daher die Rolle von Grossunternehmen in Innovationsprozessen verstärkt untersuchen.

11.6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Mehrere Aspekte konnten in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden:

- Bibliometrische Verfahren eröffnen der Forschung zu Clustern, Innovationsnetzwerken und Innovationssystemen neue empirische Möglichkeiten, deduktiv oder qualitativ erworbenes Wissen und dahinter liegende theoretische Konzepte auf ein quantitativ überprüfbares Fundament zu stellen und weiterzuentwickeln.
- Innovationsprozesse sind in hohem Masse global. Zudem sind Wissenschaftspartner, also Universitäten, öffentliche Forschungseinrichtungen aber auch Krankenhäuser in wissensintensiven und wissenschaftsnahen Wirtschaftszweigen wie der Biotechnologie- und Pharmaindustrie wichtige Akteure im Innovationsprozess.
- Innovationsprozesse unterscheiden sich in verschiedenen Kontexten hinsichtlich ihrer Organisation (Wer ist beteiligt?) und ihrer Geographie (Wo sind die Partner?). Zudem unterscheiden sich auch die regionalen Netzwerke hinsichtlich ihrer Strukturen (Wie viele zentrale Knoten gibt es? Wer sind diese Knoten?).
- Es gibt nicht nur einen Typ von Cluster oder regionalem Innovationssystem. Vielmehr unterscheiden sich die untersuchten Regionen hinsichtlich der Struktur ihrer Cluster und ihres Kontexts für Innovation, also ihres Innovationssystems auf der nationalen, der regionalen oder auf anderen Ebene (z.B. Bundesländer in Deutschland oder Sprachräume in der Schweiz). Diese lokalen Unterschiede haben Einfluss auf die Unternehmensstrategien und damit auf die Innovationsnetzwerke. Lokale Einflussfaktoren sind die Grösse des Clusters, die Grösse des Heimatlandes, die Unternehmensstruktur des Clusters, die Geographie von Arbeitsmärkten und Sprachräumen und besonders das wissenschaftliche Umfeld und der wirtschaftliche Kontext.

- Die Typisierung regionaler Innovationssysteme nach Asheim (1998) und Cooke (1998) ist nicht vollständig. Zwar lassen sich zehn von elf Regionen anhand dieser Typisierung einordnen. Die Region Basel wird aber durch gänzlich andere Bedingungen und andere Innovationsnetzwerke gekennzeichnet. Das Basler Innovationssystem wird von Grossunternehmen geprägt, die auch zentrale Knoten der Innovationsnetzwerke sind. Es wird vorgeschlagen, diese Konstellation als „corporate Innovationssystem“ zu bezeichnen. Zudem wird vermutet, dass es weitere solcher regionalen corporate Innovationssysteme gibt.

Was bedeuten diese Ergebnisse für die weitere Forschung zu Clustern, Innovationsnetzwerken und Innovationssystemen?

- Durch die Möglichkeit Netzwerke anhand von bibliometrischen Methoden zu messen, abzubilden und bezüglich ihrer Eigenschaften zu charakterisieren ist eine wesentliche Voraussetzung dafür erfüllt, Eigenschaften von Netzwerken zu beurteilen. Die Frage ist, ob es bestimmte Formen von Netzwerken gibt, die erfolgreiche Unternehmen, Cluster oder Innovationssysteme auszeichnen und – wenn ja – welche Eigenschaften dies sind. Voraussetzung für diesen Schritt von der Messung, Darstellung und Charakterisierung hin zur Beurteilung von Innovationsnetzwerken ist die Definition was genau den „Erfolg“ ausmacht. Dies ist insbesondere bei Pharma- und Biotechnologieunternehmen problematisch. So kann es für ein Biotechnologieunternehmen genauso ein Erfolg sein, das Unternehmen möglichst früh zu verkaufen, wie ein Produkt an den Markt zu bringen. Zusätzlich verkompliziert wird die Analyse dadurch, dass es keinen klar definierten Zeitpunkt für den Unternehmenserfolg gibt, da Gewinne in den untersuchten Branchen zumeist nicht kontinuierlich anfallen, sondern häufig erst nach mehreren Jahren realisiert werden. Ansatzpunkt könnte es sein, die Anzahl fertig entwickelter Medikamente und Diagnostika oder solche in späten klinischen Stadien als Erfolgsindikator zu verwenden.
- Eine weitere vielversprechende Anwendung der Bibliometrie ist ihre Nutzung um Unterschiede von Innovationsprozessen in verschiedenen Branchen zu untersuchen. Allerdings müssen hier zunächst weitere Erfahrungen gesammelt werden, ob und mit welchen Einschränkungen sich die verwendete Methode auch für andere zum Teil weniger wissenschaftsnahe Technologiefelder nutzen lässt. Erste Anwendungen der Bibliometrie zur Messung von Innovationsnetzwerken in der grünen Biotechnologie oder der Medizinaltechnik deuten darauf hin, dass eine Übertragung der Methodik auf einige, wenn auch nicht auf alle anderen Wirtschaftszweige möglich ist (siehe hierzu Klöpffer u. Haisch 2006 für

die Medizinaltechnik oder Coenen et al. 2006 für die grüne Biotechnologie).

- Die vorliegende Arbeit zeigt, dass multinationale Grossunternehmen eine wichtigere Funktion in Innovationsnetzwerken einnehmen, als dies bisher von Vertretern des Innovationssystemansatzes postuliert wurde (siehe z.B. Cooke et al. 1997, Cooke 2005). In diesen Ansätzen wird die Bedeutung von jungen, kleinen Technologieunternehmen überschätzt, wenn sie als die neue, dominierende Organisationsform einer flexiblen Hochtechnologieökonomie verstanden werden (siehe z.B. Piore u. Sabel 1984, Cooke 2005). Die Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel zeigen erstens, dass Grossunternehmen wichtiger Teil von Innovationsnetzwerken junger Technologieunternehmen sind (siehe hierzu auch Audretsch u. Feldman 2003, Heuer 2008, die ähnlich argumentieren). Zweitens zeigt das Beispiel des corporate Innovationssystems in der Region Basel, dass Grossunternehmen den Kontext für Innovation mitprägen oder sogar bestimmen können. Allerdings besteht an dieser Stelle weiterer Forschungsbedarf. So ist unklar, ob die Region Basel ein Einzelfall ist oder ob es andere corporate Innovationssysteme mit Biotechnologie- oder Pharmafokus gibt und ob corporate Innovationssysteme mit anderen Branchenkonzentrationen sogar häufiger sind.

Was bedeuten die Ergebnisse dieser Arbeit für die Wirtschaftspolitik und -förderung? Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass sich Innovationsnetzwerke aufgrund des regionalen Umfeldes deutlich unterscheiden. Dies ist auch ein Indikator des Einflusses von Wirtschafts-, Forschungs- und Technologiepolitik, sagt aber noch nichts über die Effizienz solcher Eingriffe aus (Würde es ohne solche Eingriffe besser laufen als mit ihnen, decken die Eingriffe zumindest ihre Kosten oder führen sie sogar zu Mehrwert?). Vielmehr spricht die gute Entwicklung der Biotechnologiecluster in den eher liberalen Innovationssystemen Grossbritanniens und in der Schweiz dafür, dass eine zurückhaltende Wirtschaftspolitik Vorteile hat. Allerdings zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit auch einige Felder, in denen staatliches Engagement einen positiven Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung der Biotechnologieindustrie haben kann:

- Universitäten und Forschungseinrichtungen sind wesentlicher Bestandteil der Innovationsnetzwerke von Biotechnologieunternehmen. Diese grosse Bedeutung lässt sich auf andere wissensintensive, wissenschaftsnahe Branchen, etwa die Nanotechnologie oder Teile der Informationstechnologie, übertragen. Die Forschungs- und Technologiepolitik hat daher hohe Relevanz für die Entstehung von Clustern und die Innovationsprozesse in diesen Branchen. Sie ist damit für Innovation in Hoch-

technologiebranchen ähnlich wichtig, wie die Wirtschaftspolitik und -förderung im engeren Sinne. Deshalb sollten die ökonomischen Auswirkungen bei der Finanzierung von Forschungsprojekten, Universitäten und Forschungseinrichtungen mit in die Entscheidungsprozesse über die Vergabe dieser Mittel einbezogen werden (mit den wissenschaftlichen oder bildungspolitischen Zielen, die mit der Vergabe von Mitteln bezweckt werden). Besondere Relevanz erhalten die ökonomischen Folgen der Forschungs- und Technologiepolitik dadurch, dass die Wirkungen zum grossen Teil räumlich selektiv wirken, also in der Region in denen die Forschungsprojekte durchgeführt werden bzw. die Universitäten und Forschungseinrichtungen ihren Standort haben.

- Staatliche Eingriffe machen zudem dort Sinn, wo es darum geht Barrieren abzubauen, welche aufgrund von Informationsdefiziten dazu führen, dass potenzielle externe Effekte eines Clusters nicht ausgespielt werden können. Solche Barrieren bestehen zum Beispiel zwischen dem „System Wissenschaft“ und dem „System Wirtschaft“. So ist der Transfer von Wissen aus der Wissenschaft in die Wirtschaft aufgrund fehlender Informationen häufig ein Nadelöhr. Ein weiteres Feld, in dem Informationsdefizite dazu führen, dass potenziell nutzbare externe Effekte nicht genutzt werden können, sind junge Technologiefelder. Hier haben sich häufig noch keine etablierten Akteursstrukturen herausgebildet und es bestehen zunächst grosse Informationsdefizite hinsichtlich des wirtschaftlichen Nutzens der neuen Technologie. Massnahmen, die geeignet sind, Barrieren und Informationsdefizite abzubauen, sind der Auf- und Ausbau des Wissens- und Technologietransfers sowie die Unterstützung von branchen- oder technologiespezifischen Netzwerkinitiativen. Grundsätzlich betrifft diese Instrumente allerdings das gleiche Problem, welches auch die analytische Untersuchung von Netzwerken erschwert: Der Nutzen von Netzwerken ist nur schwer quantifizierbar. Aufgrund der resultierenden Probleme bei der Qualitätskontrolle gilt eine (finanzielle) Beteiligung der Wirtschaft (als Profiteur der Massnahmen) an den Kosten solcher Instrumente als die ultimative Erfolgskontrolle.
- Ein weiterer Bereich, in dem staatlicher Eingriffe Sinn machen, ist die Förderung von Hochtechnologieunternehmensgründungen. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass Jungunternehmen einen wichtigen Teil in den untersuchten Wertschöpfungsketten übernehmen und dass sie sich in einigen Regionen zu bedeutenden wirtschaftlichen Akteuren entwickelt haben. Es hat sich aber gezeigt, dass die Gründung von jungen Technologieunternehmen mit vielen Schwierigkeiten behaftet ist. Zu den Massnahmen, welche die Gründung von Hochtechnologieunternehmen unter-

stützen, gehört die Einrichtung von Technologiezentren. Zudem können Netzwerkiniciativen dann eine positive Wirkung auf die Zahl und Qualität der Unternehmensgründungen haben, wenn durch sie die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft unterstützt wird.

- Auf welcher räumlichen Ebene muss eine Förderung stattfinden? Die Unterschiede zwischen den einzelnen Clustern und den regionalen Innovationssystemen sowie die Bedeutung der regionalen Innovationsnetzwerke zeigt die besondere Bedeutung der Region. Diese Unterschiede zwischen Regionen sind zudem Antriebsfeder des Standortwettbewerbs, der sich langfristig positiv auf die Standortqualität in allen Regionen auswirkt. Deshalb müssen wesentliche Kompetenzen bzgl. der wirtschaftspolitischen Massnahmen und der Wirtschaftsförderungsaktivitäten im Bereich Innovationsnetzwerke und Gründungsförderung auf der regionalen Ebene liegen. Die nationale Politik kann z.B. dort wo kleinräumige administrative Grenzen regionale Zusammenarbeit behindern, Anreize für eine bessere regionale Zusammenarbeit setzen oder besonders wirkungsvolle Initiativen im Rahmen von Wettbewerben prämiieren, um die Anreize für die Durchführung einer aktiven regionalen Wirtschaftspolitik und -förderung noch zu verstärken (wie z.B. durch Bioregio in Deutschland; die Bewertung der Massnahmen bleibt aber auch hier eine Schwierigkeit). Die nationale Politik sollte nicht versuchen zu planen, wo welche Cluster und Innovationsnetzwerke entstehen und wachsen sollen (wie z.B. durch die französischen pôles de compétitivité in Frankreich), da solche Massnahmen den Standortwettbewerb behindern und da das Risiko von Fehlplanungen gross ist. Wie bereits oben beschrieben, hat die nationale Politik im Rahmen der Forschungs- und Technologiepolitik allerdings erheblichen Einfluss auf regionale Cluster und Innovationssysteme. Die positiven wirtschaftlichen Nebenwirkungen dieses Politikfeldes müssen dabei beachtet werden. Sie sollten nicht zu einer starken Verzerrung des Standortwettbewerbes führen (was für eine eher dezentrale Verteilung spricht), ohne das eine zu starke Zersplitterung der Förderung auf zu viele Akteure zu Qualitätseinbussen bei den eigentlichen Zielen – also Forschung und Bildung – führt (was für eine eher organisatorisch und räumlich konzentriertere Verteilung spricht).
- Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit lassen sich zwar noch keine Aussagen dazu ableiten, wie gut oder schlecht, effizient oder ineffizient, erfolgreich und erfolglos die untersuchten Innovationsnetzwerke, Cluster oder Innovationssysteme sind. Aussagen über die Position und die Bedeutung einzelner Akteure in den Innovationsnetzwerken können aber gemacht werden. Organisationen, also z.B. Universitäten oder öf-

öffentliche Forschungseinrichtungen können so hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Innovationsprozesse in einer bestimmten Branche, eines Clusters oder eines Landes beurteilt oder gerankt werden. Ein Anwendungsfeld solcher Beurteilungen könnten Evaluationen des ökonomischen Impacts der Forschungs- und Technologiepolitik sein.

Anhang 1 Literaturverzeichnis

- Abbott Laboratories (2007): Unsere Standorte und die Geschichte von Abbott in Deutschland. Abgerufen am 23.6.2007 unter www.abbott.de
- Abler R., Adams, J.S., Gould, P.R. (1971): Spatial organizations: The geographers view of the world. Englewood Cliffs, Hemel Hempstead.
- Acs, Z.J. Anselin, L., Varga, A. (2002): Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. In: *Research Policy* 31, 7: 1069-1085.
- Acs, Z.J., Audretsch, D.B., Feldman, M.A. (1994): R&D spillovers and recipient firm size. In: *Review of Economics and Statistics* 76, 2: 336-340.
- Adelberger, K.E. (2000): Semi-sovereign leadership? The state's role in German biotechnology and venture capital growth. In: *German Politics* 9, 1: 103-122.
- Alexakis, D.P. (2005): One nation – one biotech cluster. Vortrag beim 19ten „Regional Cluster“ Seminar in Tokyo am 6. Sept.
- Allansdotir, A., Bonaccorsi, A., Gambardella, A., Mariani, M., Orsenigo, L., Pammolli, F., Riccaboni, M. (2002): Innovation and competitiveness in the European biotechnology. *Enterprise Papers – No 7*, abgerufen am 01.04. unter ec.europa.eu/enterprise/library/enterprise-papers.
- Almeida, P., Kogut, B. (1999): Localization of Knowledge and the Mobility of Engineers in Regional Networks. In: *Management Science* 45, 7: 905-924.
- Anselin, L., Varga, A., Acs, Z. (1997): Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. In: *Journal of Urban Economics* 42, 3: 422-448.
- Aolfi, S. (2006): Neues erforschen, nicht Löcher stopfen. Warum die Basler Life-Sciences Firmen die Universität unterstützen. In: *NZZ* vom 31.10. Abgerufen am 31.10.2006 unter www.nzz.ch.
- Archibugi, D., Howells, J., Michie, J. (1999): Innovation systems in a global economy. In: *Technology Analysis and Strategic Management* 11, 4: 527-539.
- Archibugi, D., Lundvall, B.Å. (Hrsg. 2001): *The globalizing learning economy*. Oxford.
- Arnst, C. (2004): Big pharma's blinders. The blockbuster mentality crimps innovation. In: *Business Week* vom 29.11.: 36.

- Arrow, K. (1962): The economic implications of learning by doing. In: *The Review of Economic Studies* 29, 3: 155-173.
- Arrow, K.J. (1962): The economic implications of learning by doing. In: *Review of Economic Studies* 29: 155-173.
- Arthur D. Little (2004): *Der Auflösungsprozess in der Pharmaindustrie*. Wiesbaden.
- Arthur, W.B. (1988): Competing technologies: An overview. In: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R.R., Silverber, G., Soete, L. (Hrsg.): *Technical change and economic theory*. London, New York: 590-607.
- Asheim, B.T. (1998): Territoriality and economics: On the substantial contribution of economic geography. In: Jonsson, O., Olander, L.O. (Hrsg.): *Economic geography in transition. The Swedish Geographical Yearbook* 74, Lund: 98-109.
- Asheim, B.T., Coenen, L. (2005): Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing nordic clusters. In: *Research Policy* 34: 1173-1190.
- Asheim, B.T., Coenen, L. (2006): Contextualising regional innovation systems in a globalising learning economy: On knowledge bases and institutional frameworks. In: *Journal of Technology Transfer* 31: 163-173.
- Asheim, B.T., Gertler, M. (2005): Regional innovation systems and the geographical foundations of innovation. In: Fagerberg, J., Mowery, D., Nelson, R. (Hrsg.): *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: 291-317.
- Asheim, B.T., Isaksen, A., Nauwelaers, C., Tödtling, F. (Hrsg. 2003): *Regional innovation policy for small-medium enterprises*. Cheltenham.
- Audretsch, D.B. (2000): The role of small firms in U.S. biotechnology clusters. In: *Small Business Economics* 17: 3-15.
- Audretsch, D.B., Cooke, P. (2001): *Die Entwicklung regionaler Biotechnologiecluster in den USA und Großbritannien*. Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung Baden-Württemberg 107, Stuttgart.
- Audretsch, D.B., Feldman, M.A. (1996): Innovative clusters and the industry life cycle. In: *Review of Industrial Organization* 11: 253-273.
- Audretsch, D.B., Feldman, M.A. (2003): Small-firm strategic research partnerships: The case of biotechnology. In: *Technology Analysis and Strategic Management* 15: 273-288.
- Audretsch, D.B., Stephan, P.E. (1996): Company-scientist locational links: The case of biotechnology. In: *American Economic Review* 86, 3: 641-652.

- Autio, E. (1998): Evaluation of R&D in regional systems of innovation. In: *European Planning Studies* 6: 131-140.
- Avenel, E., Corolleur, F., Gauthier, C., Rieu, C. (2005): Start-ups, firm growth and the consolidation of the French biotech industry. Working Papers des Laboratoire d'Economie Appliquée de Grenoble 03, Grenoble.
- Bagchi-Sen, S., Hall, A. (2001): An analysis of R&D, innovation and business performance in the US biotechnology industry. In: *International Journal of Biotechnology* 3, 3-4: 267-286.
- Balconi, M., Breschi, S., Lissoni, F. (2003): Networks of inventors and the role of academia: An exploration of Italian patent data. In: *Research Policy* 33: 127-145.
- Ball, P. (2005): Index aims for fair ranking of scientists. In: *Nature* 436, 7053: 900.
- Barrel, A. (2004): Innovation champions network: The Cambridge cluster description. München.
- BASF (2006): Der Weg zum transnationalen Unternehmen. Ludwigshafen, abgerufen am 23.6.2007 unter www.standort-ludwigshafen.basf.de/fileadmin/user_upload/BASF-Inhalte/standort_lu/pdf/1965-2005.pdf.
- BASF (2007): Der Standort Ludwigshafen. Abgerufen am 23.6.2007 unter www.standort-ludwigshafen.basf.de.
- Bathelt, H., Malmberg, A., Maskell, P. (2004): Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. In: *Progress in Human Geography* 28, 1: 31-56.
- Battelle Memorial Institute (2006): Growing the nation's bioscience sector: State bioscience initiatives. Bericht zu Händen von BIO Biotechnology Industry Organization, Columbus, OH.
- Baumberger, T., Haas, M. (2006). Die Vordenker der Nation. In: *Cash*, Ausgabe vom 30.08.: 82-96.
- Beyer, F. (2005): Verflechtungen zwischen Biotechnologieunternehmen und Hochschulen in der Rhein-Main-Region. Spaces Working Papers 2005-07, Marburg.
- BFS Bundesamt für Statistik (2000a): Vokszählung 2000. Neuchâtel.
- BFS Bundesamt für Statistik (2000b): Die Raumgliederungen der Schweiz. Neuchâtel.
- BFS Bundesamt für Statistik (2007): FuE in der Biotechnologie in der Schweiz. Indikatoren „Wissenschaft und Technologie“, BFS Aktuell Nr. 4 Volkswirtschaft, Neuchâtel.

- BFS Bundesamt für Statistik, Economiesuisse (Hrsg. 2001): Forschung und Entwicklung in der schweizerischen Privatwirtschaft. Neuchâtel, Zürich.
- BIO Biotechnology Industry Organization (2003): Guide to Biotechnology. Washington, DC, abgerufen am 03.09.2003 unter www.bio.org/er/index.asp.
- Bioam (2007): Les fonds. Abgerufen am 22.2.2007 unter www.bioam.fr.
- Bio-M (2003): Die BioTech-Region München – gut gerüstet für die Zukunft. München.
- Bio-M (2004): Die BioTech-Region München – ein Cluster im Umbruch. München.
- Bio-M (2005): Die BioTech-Region München– Erfolg schafft neue Zuversicht. München.
- Biovalley (2004): BioValley Cluster Analysis. Illkirch bei Strasbourg.
- Birch, K. (2008): Alliance-driven governance: Applying a global commodity chains approach to the UK biotechnology industry. In: *Economic Geography* 84, 1: 83-103.
- Blanc, C. (2004): Pour un écosystème de la croissance: Rapport au Premier ministre. Paris.
- Blanc, H., Sierra, C. (1999): The internalisation of R&D by multinationals: A trade-off between external and internal proximity. In: *Cambridge Journal of Economics* 23: 187-206.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G., Freeman, L.C. (2002): Ucinet for windows: Software for social network analysis. Cambridge, MA.
- Boschma, R.A., Lambooy, J.G. (1999): Evolutionary economics and economic geography. In: *Journal of Evolutionary Economics* 9, 4: 411-29.
- Boufaden, N., Plunket, A. (2003): Investigating technological and geographic proximity on firms' innovation in an immature cluster: The Paris area biotech cluster. Präsentiert an der 10. DRUID Sommerkonferenz "Dynamics of Industry and Innovation" in Kopenhagen am 26 Juni.
- Braczyk, H., Cooke, P., Heidenreich, M. (Hrsg. 1998): *Regional Innovation Systems* London.
- Breschi, S., Malerba, F. (1997): Sectoral innovation systems: Technological regimes, schumpeterian dynamics and spatial boundaries. In: Edquist, C. (Hrsg.): *Systems of innovation: Technologies, institutions and organisations*. London: 130-156.
- Breschi, S., Lissoni, F. (2005): Knowledge networks from patent data. Methodological issues and research targets. In: Moed, H.F., Glänzel, W.

- Schmoch, U. (Hrsg.): Handbook of Quantitative Science and Technology Research. Amsterdam: 613-643.
- Bush, V. (1945): Science: The endless frontier. North Stratford, NH.
- Camagni, R. (2002): On the concept of territorial competitiveness: Sound or misleading? In: Urban Studies 39: 2395–2411.
- Cantwell, J. (1989): Technological innovation and multinational corporations. Oxford, Cambridge MA.
- Caprarese, M. (2007): Netzwerkbeziehungen im Biotech-Bereich. Eine Analyse im Grossraum Zürich. In: Geographica Helvetica, 2: 66-74 .
- Carlson, B., Jacobsen, S. (1997): Diversity creation and technological systems: A technology policy perspective. In: Edquist C (Hrsg.): Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations. London: 266-294.
- Carlsson, B., Stankiewicz, R. (1991): On the nature, function and composition of technolocial systems. In: Journal of Evolutionary Economics 1: 93-118.
- Cash (2004): Der Schweizer Biotech-Cocktail hats in sich. Ausgabe vom 1.11., abgerufen am 2.11.2004 unter www.cash.ch.
- Casper, S. (2000): Institutional adaptiveness, technology policy, and the diffusion of new business models: The case of German biotechnology. In: Organization Studies 21, 5: 887-914.
- Casper, S., Karamanos, A. (2003): Commercializing science in Europe: The Cambridge biotechnology cluster. In: European Planning Studies 11, 7: 805-823.
- Casper, S., Lehrer, M., Soskice, D. (1999): Can high-technology industries prosper in Germany? Institutional frameworks and the evolution of the German software and biotechnology industries. In: Industry and Innovation 6, 1: 5-19.
- Casper, S., Murray, F. (2005): Careers and clusters: Analyzing the career network dynamics of biotechnology clusters. In: Journal of Engeneering and Technology Management 22: 51-74.
- Casper, S., Whitley, R. (2004): Managing competencies in entrepreneurial technology firms: A comparative institutional analysis of Germany, Sweden and the UK. In: Research Policy 33: 89-106.
- CEST Center for Science and Technology Studies (2004): Scientometrics scoreboard – July 2004. Bern, abgerufen am 20.7.2005 unter www.cest.ch.
- Chemical and Engineering News (2002): Serono researchers expect the unexpected. Heft 22 vom 3.6.: 22-26.

- Chesbrough, H.W. (2003): *Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston.
- Clark, B.R. (1998): The entrepreneurial university: Demand and response. In: *Tertiary Education and Management* 4, 1: 5-16.
- Coenen, L. (2007): The role of universities in the regional innovation systems of the North East of England and Scania, Sweden: providing missing links? In: *Environment and Planning C: Government and Policy* 25, 6: 803-821.
- Coenen, L., Moodysson, J., Asheim B.T. (2004): Nodes, networks and proximities: On the knowledge dynamics of the medicon valley biotech cluster. In: *European Planning Studies* 12, 7: 1003-1018.
- Coenen, L., Moodysson, J., Ryan, C., Asheim, B.T., Phillips, P. (2006): Comparing a pharmaceutical and an agro-food bioregion: On the importance of knowledge bases for socio-spatial patterns of innovation. In: *Industry and Innovation* 13, 4: 393-414.
- Cohen, W.M., Levinthal, D.A. (1990): Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. In: *Administrative Science Quarterly* 35, 1: 128-152.
- Cooke, P. (1998): Introduction: Origins of the concept. In: Braczyk, H., Cooke, P., Heidenreich, M. (Hrsg.): *Regional Innovation Systems*. London: 2-25.
- Cooke, P. (2003): Biotechnology clusters in the U.K.: Lessons from localisation in the commercialisation of science. In: *Small Business Economics* 17: 43-59.
- Cooke, P. (2003): Geographic clustering in the UK biotechnology sector. In: Fuchs, G. (Hrsg.): *Biotechnology in comparative perspective*. London, New York: 76-97
- Cooke, P. (2004): The molecular biology revolution and the rise of bioscience megacentres in North America and Europe. In: *Environment and Planning C: Government and Policy* 22, 2: 161-177.
- Cooke, P. (2005): Regionally asymmetric knowledge capabilities and open innovation. Exploring “globalisation 2” – A new model of industry organisation. In: *Research Policy* 34:1128-1149.
- Cooke, P., Uranga, M, Gomez Etxebarria, G. (1997): Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. In: *Research Policy* 26: 475-491.
- Corolleur, F., Mangematin, F., Torre, A., Lemaire, S. (2003): French biotech start ups and biotech clusters in France: The importance of geographic

- proximity. In: Fuchs, G. (Hrsg.): *Biotechnology in comparative perspective*. London, New York: 98-124.
- Cortright, J., Mayer, H. (2002) *Signs of life: The growth of biotechnology centers in the U.S.* Washington, DC.
- Credit Suisse (2006): *Geht die Schweiz innovativ mit ihrer Forschung um?* Economic Briefing Nr. 44. Zürich.
- Danzon, P.M., Nicholson, S., Sousa Pereira, N. (2005): *Productivity in pharmaceutical–biotechnology R&D: The role of experience and alliances*. In: *Journal of Health Economics* 24, 2: 317-339.
- Dasgupta, P., David, P.A. (1994): *Towards a new economics of science*. In: *Research Policy*, Vol. 23: 487-521.
- David, P.A. (1985): *Clio and the economics of qwerty*. In: *American Economic Review, Papers and Proceedings* 75: 332-337.
- David, P.A., Foray, D. (2002): *An introduction to the economy of the knowledge society*. In: *International Social Science Journal* 54, 171: 9-23.
- Dohse, D. (2000): *Technology policy and the regions – The case of the BioRegio contest*. In: *Research Policy* 29: 1111–1133.
- Doloreux, D. (2004): *Regional innovation systems in Canada: A comparative study*. In: *Regional Studies* 38: 481-494.
- Doloreux, D., Parto, S. (2005): *Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues*. In: *Technology in Society* 27: 133–153.
- Dosi, G. (1988): *The nature of the innovation process*. In: Dosi, G, Freeman, C., Nelson, R.R., Silverberg, G., Soete, L. (Hrsg.): *Technical change and economic theory*. London, New York: 221-237.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R.R., Silverberg, G., Soete, L. (Hrsg. 1988): *Technical change and economic theory*. London, New York.
- Dümmler, P., Abbegg, C., Kruse, C., Thierstein, A. (2004): *Standorte der innovativen Schweiz. Räumliche Veränderungsprozesse von High-Tech und Finanzdienstleistungen*. Bundesamt für Statistik, *Analysen zur Betriebszählung 2001*, Neuchâtel.
- Edquist, C. (1997): *Systems of innovation approaches – Their emergence and characteristics*. In: Edquist, C. (Hrsg.): *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*. London, New York: 1-35.
- Edquist, C. (2005): *Systems of innovation. Perspectives and challenges*. In: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Hrsg.): *The Oxford handbook of innovation*. New York: Oxford University Press: S. 181-208.
- Edquist, C. (Hrsg. 1997): *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*. London, New York.

- Eliasson, G., Green, C., McCann, C.R. (Hrsg. 1998): Micro foundations of economic growth. Ann Arbor.
- Engel, D., Heneric, O. (2006): Stimuliert der BioRegio-Wettbewerb die Ansiedlung neuer Biotechnologieunternehmen? – Ergebnisse einer ökonomischen Analyse. In: Jahrbuch für Regionalwissenschaft 26, 1: 75-102.
- Ernst & Young (2002): Beyond Borders. The Global Biotechnology Report 2002.
- Ernst & Young (2003a): Endurance. The European biotechnology report 2003. 10th Anniversary Edition, Cambridge, UK.
- Ernst & Young (2003b): Swiss biotech report. Basel.
- Ernst & Young (2005a): Beyond Borders. Global Biotechnology Report 2005.
- Ernst & Young (2005b): Swiss biotech report. The new edition- Basel.
- Ernst & Young (2008): Swiss biotech report. The new edition- Basel.
- Ernst & Young, SECO Staatssekretariat für Wirtschaft (2007): Swiss Biotech Report. Bern.
- Etzkowitz, H. (2003): Research groups as 'quasi-firms': The invention of the entrepreneurial university. In: Research Policy 32, 1: 109-121.
- Etzkowitz, H., Leydesdorf, L. (2000): The dynamics of innovation: From national innovation systems and “mode 2” to a triple helix of university – industry-government relations. In: Research Policy 29: 109-123.
- EuropaBio (2007): EuropaBio's biotechnology information kit. Abgerufen am 03.01.2007 unter www.europabio.org.
- Fagerberg, J. (2004): Innovation: A guide to the literature. In Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Innovations. Oxford: 1-26.
- Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Hrsg. 2005): The Oxford handbook of innovation. Oxford.
- Feldman, M.P. (2001): The entrepreneurial event revisited: An examination of new firm formation in the regional context. In: Industrial and Corporate Change 10: 861-891.
- Feldman, M.P., Bercovitz, J. (2006): Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. In: Journal of Technology Transfer 31: 175-188.

- Feldman, M.P., Francis, J.L. (2003): Fortune favours the prepared region: The case of entrepreneurship and the capitol region biotechnology cluster In: *European Planning Studies* 11, 7: 765-788.
- Fischer, E.P. (1997): *Wissenschaft für den Markt: Die Geschichte des forschenden Unternehmens Böhringer Mannheim*. Pieper.
- Florida, R. (2002): *The rise of the creative class, and how it's transforming work, leisure, community and everyday life*. New York.
- Freeman, C. (1982): *The economics of industrial innovation*. 2.Aufl., London.
- Freeman, C. (1987): *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. London.
- Freeman, L.C. (1979): Centrality in social networks: Conceptual clarification. In: *Social Networks* 1: 215-239.
- Frei, P., Alexakis, D.P. (2004): Life Sciences Schweiz. Eine Branche mit Wachstumspotential. In: *CH-D-Wirtschaft* 11: 13-15.
- Frenken, K., van Oort, F., Verburg, T. (2007): Related variety, unrelated variety and Rgional economic growth. In: *Regional Studies* 41, 5: 685-697.
- Fritsch, F., Schwirten, C. (1998): Öffentliche Forschungseinrichtungen im regionalen Innovationssystem. In: *Raumforschung und Raumordnung* 56, 4: 253-263.
- Fröbel, F., Heinrichs, J., Krye, O. (1977): *Die neue internationale Arbeitsteilung*. Reinbek.
- Fuchs, G. (Hrsg. 2003): *Biotechnology in comparative perspective*. London, New York.
- Garnsey, E., Heffernan, P. (2005): High tech clustering through spin out and attraction, the Cambridge case. In: *Regional Studies* 39, 8: 1127-1144.
- Garnsey, E., Lawton-Smith, H. (1998): Proximity and complexity in the emergence of high technology industry: The Oxbridge comparison. In: *Geoforum* 29, 4: 433-450.
- Genopole (2007): *Genopole - première cité du gène et des biotechs en France*. Abgerufen am 6.12.2007 unter www.genopole.org
- Gertler, M. (1995): "Being there": Proximity, organization, and culture in the development and adoption of advanced manufacturing technologies. In: *Economic Geography* 71, 1: 1-26.
- Gertler, M., Levitte, Y.M. (2005): Local nodes in global networks: The geography of knowledge flows in biotechnology innovation. In: *Industry and Innovation* 12: 487-507.

- Gertler, M., Wolfe, D.A. (2005): Spaces of knowledge flows: Clusters in a global context. Präsentiert an der 10. DRUID Sommerkonferenz "Dynamics of Industry and Innovation" in Kopenhagen am 26 Juni.
- Giesecke, S. (2000): The contrasting roles of government in the development of biotechnology industry in the US and Germany. In: *Research Policy* 29: 205-223.
- Giuliani, E. (2007): The selective nature of knowledge networks in clusters: Evidence from the wine industry. In: *Journal of Economic Geography* 7, 2: 139-168.
- Glasmeier, A. (1991): Technological discontinuities and flexible production networks: The case of Switzerland and the world watch industry. In: *Research Policy* 20:469-485.
- Glasson, J., Chadwick, A., Lawton Smith, H. (2006): Defining, explaining and managing high-tech growth: The case of Oxfordshire. In: *European Planning Studies* 14, 4: 503-524
- Gordon, I.R., McCann, P. (2000): Industrial clusters: Complexes, agglomeration and/or social networks? In: *Urban Studies* 37, 3: 513-532.
- Granovetter, M. (1985): Economic action and economic structure. The problem of embeddedness. In: *American Journal of Sociology* 91: 481-510.
- Gürtler, M., Valentin, F. (2004): Problem solving effectiveness in research of dedicated biotechnology firms. Präsentiert an der DRUID Winterkonferenz 2004 in Rebild am 22.01.
- Hagedoorn, J. (1993): Understanding the rationale of strategic partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences. In: *Strategic Management Journal* 14: 371-385.
- Hägerstrand, T. (1967): *Innovation diffusion as spatial process*. Chicago.
- Haisch, T. (i.E.): *Die Regionalwirtschaftliche Austrahlung von öffentlichen Forschungseinrichtungen in der Region Basel und der Nordwestschweiz*. Humangeographische Stadt- und Regionalforschung, Geographisches Institut der Universität Basel, Basel.
- Hall, P.A., Soskice, D. (2001): *Varieties of capitalism. The institutional foundations of comparative advantage*. Oxford.
- Handschin, V. (2007): So stärkt Schnee Standort Genf. In: *Handelszeitung* 47 vom 27.11.: 13.
- Henderson, R. (1994): The Evolution of Integrative Capabilities: Innovation in Cardiovascular Drug Discovery. In: *Industrial and Corporate Change* 3, 3: 607-630.

Heuer, S. (2008): Brutkasten für Biotech-Start-ups. Millionenprogramm von Pfizer. In: Spiegel Online vom 9.3., abgerufen unter www.spiegel.de am 9.3.2008.

Hinze, S., Reiss, T., Dominguez-Lacasa, I., Wörner, S. (2001): Einfluss der Biotechnologie auf das Innovationssystem der pharmazeutischen Industrie. Bericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Fraunhoferinstitut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe.

Hofmann, S. (2003): Pharmariesen kaufen Biotech-Projekte. In: Handelsblatt vom 9.9, abgerufen am 9.9.2003 unter www.handelsblatt.de.

Hofmann, S. (2006a): Biotech in hoher Dosis. In: Handelsblatt vom 24.1., abgerufen am 24.1.2006 unter www.handelsblatt.de.

Hofmann, S. (2006b): Auf Bergbau folgt Biotech. In: Handelsblatt vom 4. 10., abgerufen am 01.12.2006 unter www.handelsblatt.de.

Hofmann, S. (2007a): Pharmahoffnungen. In: Handelsblatt vom 09.01., abgerufen am 09.01.2007 unter www.handelsblatt.de.

Hofmann, S. (2007b): Pfadfinder im Krebslabyrinth. In: Handelsblatt vom 09.01., abgerufen am 09.01.2007 unter www.handelsblatt.de.

Hofmann, S. (2007c): Pharmabranche freut sich über Rekorderträge. In: Handelsblatt vom 10.04., abgerufen am 10.4.2007 unter www.handelsblatt.de.

Hotz-Hart, B., Küchler, C. (2002): Ausblick auf eine Innovationspolitik der Schweiz. In: Die Volkswirtschaft 12: 17-20.

Howells, J. (1990): The internationalization of R&D and the development of global research networks. In: Regional Studies 24, 6: 495-512.

Howells, J. (1999): Regional systems of innovation? In: Archibugi, D., Howells, J., Michie, J. (Hrsg.): Innovation policy in a global economy. Cambridge.

Inspection générale des finances, Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche (2007): Rapport sur la valorisation de la recherche. Paris.

Isaksen, A. (2001): Building regional innovation systems: Is endogenous industrial development possible in the global economy?- In: Canadian Journal of Regional Science 24: 101-120.

IZB Innovations- und Gründerzentrum Biotechnologie Martinsried(2007): Seit 1995 Hot Spot für Life Science Unternehmensgründungen. Abgerufen am 2.2.2007 unter www.izb-online.de.

- Jacob, M., Lundqvist, M., Hellsmark, H. (2003): Entrepreneurial transformations in the Swedish University system: The case of Chalmers University of Technology. In: *Research Policy* 32: 1555-1568
- Jaffe, A.B., Trachtenberg, M., Henderson, R. (1993): Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. In: *Quarterly Journal of Economics* 63: 577-598.
- Jaffe, A.B., Trajtenberg, M. (2002): *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*. Cambridge, MA.
- Jungmittag, A., Reger, G., Reiss, T. (Hrsg. 2000): *Changing innovation in the pharmaceutical industry. Globalizing and new ways of drug development*. Berlin.
- Kaiser, R. (2003): Multi-level science policy and regional innovation: The case of the Munich cluster for pharmaceutical biotechnology. In: *European Planning Studies* 11, 7: 841-857.
- Kaiser, R., Prange, H. (2004): The reconfiguration of national innovation systems – The example of German biotechnology. In: *Research Policy* 33: 395–408.
- Kaitin, K.I., Franco, R.J. (2002): Beyond the blockbuster. Big Pharma must rethink product development, striving for speed and flexibility of mid-size players. In: *Pharmaceutical Executive*, Ausgabe vom 1. 11., abgerufen am 3.6.2004 unter www.pharmexec.com.
- Katz, J.S., Hicks, D.M. (1997): Desktop scientometrics. In: *Scientometrics* 38, 1: 141-153.
- Katz, J.S., Martin, B.R. (1997): What is research collaboration. In: *Research Policy* 26: 1-18.
- Kaufmann, A., Tödtling, F. (2001): Science-industry interaction in the process of innovation: The importance of boundary-crossing between systems. In: *Research Policy* 30: 791-804.
- Kaufmann, D., Schwartz, D., Frenkel, A., Shefer, D. (2003): The role of location and regional networks for biotechnology firms in Israel. In: *European Planning Studies* 11, 7: 823 – 840.
- Kenney, M. (1986): *The university-industry complex*. New Haven.
- Kirat, T., Lung, Y. (1999): Innovation and proximity. In: *European Urban and Regional Studies* 6, 1: 27-38.
- Kline, S.J., Rosenberg, N. (1986): An overview of innovation. In: Landau, R., Rosenberg, N. (Hrsg.): *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*. Washington: 275-307.

Klöpfer, C., Haisch, T. (2006): Satellite or star – Evolution of the Swiss biotech and medtech industry and the influence of the pharma-shaped innovation system. Präsentiert am Annual Meeting der Association of American Geographers am 10. Februar 2006 in Chicago, USA in der Special Session on Innovation Systems

Krauss, G., Stahlecker, T. (2003): The rhine-neckar-triangle bioregion: Scientific excellence and catching up in development. In: Fuchs, G. (Hrsg.): *Biotechnology in comparative perspective*. London, New York: 98-123.

Kruecken, G. (2003): Mission impossible? Institutional barriers to the diffusion of the "third academic mission" at German universities In: *International Journal of Technology Management* 25, 1-2: 18-33.

Kuchenbuch, P. (2005): Führende Biotechfirmen fürchten Innovationskrise. In: *Financial Times Deutschland* vom 10.11., abgerufen am 10.11.2005 unter www.ftd.de.

Kuchenbuch, P. (2007): Amgen rutscht in größte Krise seit Firmengründung. In: *Financial Times Deutschland* vom 17.08., abgerufen am 17.08.2007 auf www.ftd.de.

Laestadius, S. (1998): Technology level, knowledge formation and industrial competence in paper manufacturing. In: Eliasson, G., Green, C., McCann, C.R. (Hrsg.): *Micro foundations of economic growth*. Ann Arbor: 212-226.

Landau, R., N. Rosenberg (Hrsg.): *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*. Washington.

Lange, K. (2006): *Deutsche Biotech-Unternehmen und ihre Innovationsfähigkeit im internationalen Vergleich – eine institutionentheoretische Analyse*. Groningen.

Lawson, C., Lorenz, E. (1999): Collective learning, tacit knowledge and regional innovative capacity. In: *Regional Studies* 33: 305-317.

Lawton-Smith, H (2004): *The Biotechnology industry in Oxfordshire: Enterprise and innovation*. *European Planning Studies* 12, 7: 985-1002.

Lawton-Smith, H, Bagchi-Sen, S. (2004): Innovation geographies: International perspectives on research, product development, and commercialisation of biotechnologies. In: *Environment and Planning C: Government and Policy* 22, 2: 159-160.

Lawton-Smith, H. (2003): Local innovation assemblages and institutional capacity in local high-tech economic development: The case of Oxfordshire. *Urban Studies*, 40(7): 1353-1369.

- Lawton-Smith, H., Glasson, J., Chadwick, A. (2005): The geography of talent: Entrepreneurship and local economic development in Oxfordshire. In: *Entrepreneurship and Regional Development* 17: 449-476.
- Lawton-Smith, H., Ho, K.W. (2006): Measuring the performance of Oxfordshire's spin-off companies. *Research Policy* 35: 1554-1568.
- Lemarié, S., Mangematin, V., Torre, A. (2000): Is the creation and development of biotech SMEs localised? Conclusions drawn from the French Case. In: *Small Business Economics* 17: 61-76.
- Les Echos (2006a): L'incubateur Eclosion fait mûrir les projets à Genève. Sonderheft Innovation, Ausgabe vom 25.10: 30.
- Les Echos (2006b): Heureux comme biotech en Suisse. Sonderheft Innovation, Ausgabe vom 25.10.: 31.
- Lever, W.F., Turok, I. (1999): Competitive cities: Introduction to the review. In: *Urban Studies* 36: 791-793.
- Leydesdorff, L. (2001): The challenges of scientometrics: The development, measurement, and self-organization of scientific communication. 2. Auflage, Leyden.
- Loasby, B.J. (1991): Equilibrium and evolution: An exploration of connecting. *Principles in Economics*. Manchester.
- Luhmann, N. (1991): *Soziale Systeme: Grundriss einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt am Main.
- Lundvall, B.Å. (1992): National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. London.
- Lundvall, B.Å., Johnson, B. (1994): The learning economy. In: *Journal of Industry Studies* 1: 23-42.
- Maillat, D., Lecoq, B., Nemeti, F., Pfister, M. (1995): Technology districts and innovation: The case of the Swiss jura arc. In: *Regional Studies* 29, 3: 251-263.
- Malecki, E.J. (1990): Technology and economic development. The dynamics of local, regional and national change. Burnt Mill.
- Malecki, E.J., Oinas, P. (Hrsg. 1999): Making connections. Technological learning and regional economic change. Aldershot.
- Malerba, F. (2002): Sectoral systems of innovation and production. In: *Research Policy* 31: 247-264.
- Malerba, F., Orsenigo, L. (2002): Innovation and market structure in the dynamics of the pharmaceutical industry and biotechnology: Towards a history-friendly model. In: *Industrial and Corporate Change* 11, 4: 667-703.

- Markusen, A. (1996): Sticky places in slippery space: A typology of industrial districts. In: *Economic Geography* 72: 293–313.
- Markusen, A. (1999): Fuzzy concepts, scanty evidence, policy distance: The case for rigour and policy relevance in critical regional studies. In *Regional Studies* 33, 9: 869-884.
- Marshall, A. (1891): *Principles of economics*. Philadelphia, PA.
- Maskell, P., Power, D. (2005): (How) do (firms in) clusters create knowledge. In: *Industry and Innovation* 12: 409-431.
- Maskell, P., Bathelt, H., Malmberg, A. (2006): Building global knowledge pipelines: The role of temporary clusters. In: *European Planning Studies* 14, 8: 997 – 1013.
- Maskell, P., Malmberg, A. (1999): Localised learning and industrial competitiveness. In: *Cambridge Journal of Economics* 23: 167-185.
- Mautner, G. (2005): The entrepreneurial university. A discursive profile of a higher education buzzword. In: *Critical Discourse Studies* 2, 2: 95-120.
- Mayer-Krahmer, F., Kulicke, M. (2002): Gründungen an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft – die Rolle der Hochschulen. In: *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 3, 3: 257-277.
- MedAdNews (2005a): Largest 50 pharmaceutical companies. Newtown, PA, abgerufen am 20.12.2006 unter en.wikipedia.org/wiki/List_of_pharmaceutical_companies.
- MedAdNews (2005b): Top 100 biotechnology companies. Newtown, PA, abgerufen unter en.wikipedia.org/wiki/List_of_biotechnology_companies.
- Merck-Serono (2007): Research. Abgerufen am 18.08.2007 unter www.merckserono.ch.
- Metcalf, S.J. (1998): *Evolutionary Economics and Creative Destruction*. London.
- Mihell, D., Kingham, D., Stott, M. (1997): The development of the biotechnology sector in Oxfordshire: Implications for public policy. Oxford.
- Miller, F. (2004): Schneller zum besseren Medikament. In: *Fraunhofer Magazin* 3: 8-12.
- Moed, H.F., Glänzel, W. Schmoch, U. (Hrsg., 2005): *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. Amsterdam.
- Moodysson, J., Coenen, L. , Asheim, B.T. (2006): Explaining spatial patterns of innovation: Analytical and synthetic modes of knowledge creation in the Medicon Valley life science cluster. In: *Environment and Planning A* 40, 5: 1040–1056.

- Moodysson, J., Jonsson, O. (2007): Knowledge collaboration and proximity. The spatial organization of biotech innovation projects. In: *European Urban and Regional Studies* 14, 2: 115-131.
- Morill, R.L. (1968): Waves of spatial diffusion. In: *Journal of Regional Science* 8: 1-18.
- Mossig, I. (2000): Räumliche Konzentration der Verpackungsmaschinenbauindustrie in Westdeutschland. Eine Analyse des Gründungsgeschehens. LIT Wirtschaftsgeographie 17, Münster, Hamburg, London.
- Müller, T. (2006): Am Léman lebt die Wissenschaft. In: *Facts*, Ausgabe vom 28.09.: 56-58.
- Myers, S., Baker, A. (2001): Drug discovery – an operating model for a new era. In: *Nature Biotechnology* 19: 727-730.
- Mytelka, L.K. (2001): Clustering, long distance partnerships and the SME: A study of the French biotechnology sector. Toronto, abgerufen am 02.04.2003 unter www.utoronto.ca/isrn/documents/Mytelka_Clustering%20Long%20Distance.pdf
- Nachum, L., Keeble, D. (2003): Why do business service firms cluster? Small consultancies, clustering and decentralization in London and southern England. In: *Journal of International Management* 9: 171–192.
- Nauwelaers, C., Wintjes, R. (2003): Towards a new paradigm for innovation policy? In: Asheim, B.T., Isaksen, A., Nauwelaers C., Tödtling, F. (Hrsg.): *Regional innovation policy for small-medium enterprises*. Cheltenham: 193-220.
- Nelson, R.R. (1995): Recent evolutionary theorizing about economic change. In: *Journal of Economic Literature* 33: 48-90.
- Nelson, R.R. (2004): The market economy, and the scientific commons. In: *Research Policy* 33: 455-471.
- Nelson, R.R. (Hrsg. 1993): *National systems of innovation – A comparative analysis*. Oxford.
- Nelson, R.R., Winter, S. (1977): In search of a useful theory of Innovation. In: *Research Policy* 6, 1: 36-76.
- Nelson, R.R., Winter, S. (1982): *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, MA.
- Nightingale, P. (2000): Economies of scale in experimentation: Knowledge and technology in pharmaceutical R&D. In: *Industrial and Corporate Change* 2: 315-359.

- Niosi, J., Banik, M. (2005): The evolution and performance of biotechnology regional systems of innovation. In: *Cambridge Journal of Economics* 29, 3: 343-357.
- Niosi, J., Bas, T.G. (2001): The competencies of regions – Canada's clusters in biotechnology. In: *Small Business Economics* 17, 1-2: 31-42.
- Nonaka, I., Takeuchi, H. (1995): *The knowledge creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation.* New York, Oxford.
- Novartis (2008): *Arbeitsplätze in der Schweiz – für die Schweiz.* Angerufen unter www.novartis.ch am 4.1.2008.
- OECD (1996): *The knowledge based economy.* Paris.
- OECD (1999): *Modern biotechnology and the OECD.* OECD Observer Policy Brief, Paris, abgerufen am 3.4.2003 unter www.oecd.org.
- OECD (2003): *Science, technology and industry scoreboard.* Paris.
- OECD (2006a): *Innovation in pharmaceutical biotechnology. Comparing national innovation systems at the sectoral level.* Paris.
- OECD (2006b): *OECD reviews of innovation policy: Switzerland.* Paris.
- OECD (2007): *Globalisation and regional economies – Case studies in the biotechnology sector.* Paris.
- OECD (2008): *Open innovation in global networks.* Paris.
- Oliver, A.L. (2004): *Biotechnology entrepreneurial scientists and their collaborations.* In: *Research Policy* 33: 583-597.
- Orseinigo, L. (2004): *The (failed) development of a biotechnology cluster: The case of Lombardy.* In: *Small Business Economics* 17, 1-2: 77-92.
- Pages, E. (2002): *Biotechnology: The holy grail für prosperous regions. An overview of key biotech sectors and what they mean für entrepreneurship.* In: *Entrepreneur* vom 29.4., abgerufen am 01.12.2006 unter www.entrepreneur.com.
- Parc d'Innovation Illkirch (2007): *Les entreprises et tes universités.* Abgerufen am 2.2.2007 unter www.parcinnovationillkirch.com.
- Parc Scientifique Lausanne (2006): *Introduction.* Abgerufen am 1.9.2006 unter psewww.epfl.ch.
- Patel, P., Pavitt, K. (1997): *The technological competencies of the world's largest firms: Complex and path-dependent, but not much variety.* In: *Research Policy* 26, 2: 141-156.

- Patel, P., Vega, M. (1999): Patterns of internationalisation and corporate technology: Location versus home country advantages. In: *Research Policy* 28: 145-55.
- Pavitt, K. (1984): Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. In: *Research Policy* 13: 343-373.
- Pavitt, K. (1985): Patent statistics as indicators of innovative activities: Possibilities and problems. In: *Scientometrics* 7, 1-2: 77-99.
- Pavitt, K. (1991): What makes basic research economically useful? In: *Research Policy* 20, 2: 109-119.
- Perez, C. (1983): Structural change and the assimilation of new technologies in the economic and social system. In: *Futures*, 15, 5: 357-375.
- Perriard, S. (2003): Exzellenz in Life Science im Biotech Center Zürich. *BioWorld* 4: 34-35.
- Pharmazeutische Zeitung (2000): BASF verkauft Pharmasperte an Abbott Laboratories. Abgerufen am 2.4.2007 unter www.pharmazeutische-zeitung.de.
- Pisano, G.P. (1990): The R&D boundaries of a firm: An empirical research. In: *Administrative Science Quarterly* 35: 153-176.
- Pisano, G.P. (1991): The governance of innovation: Vertical integration and collaborative arrangements in the biotechnology industry. In: *Research Policy* 20: 237-249.
- Pisano, G.P. (2006): Can science be a business? Lessons from biotech. In: *Harvard Business Review* 84, 10: 114-24.
- Polanyi, M. (1967): *The tacit dimension*. London.
- Porter, M.E. (1990): *The competitive advantage of nations*. New York.
- Porter, M.E. (2000): Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. In: *Economic Development Quarterly* 14, 1: 15-34.
- Posner, M.V. (1961): International trade and technical change In: *Oxford Economic Papers*, 13 3: 323-341.
- Powell, W.W., Koput, K.W., Smith-Doerr, L. (1996): Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. In: *Administrative Science Quarterly* 41: 116-145.
- Prahalad, C.K., Hamel, G. (1990): The core competence of the corporation. In: *Harvard Business Review* Mai/Juni: 79-91.
- Prevezer, M. (1997): The dynamics if industrial clustering in biotechnology. In: *Small Business Economics* 9: 255-271.

- Prevezer, M. (2000): Ingredients in the early development of U.S. biotechnology industry. In: *Small Business Economics* 17: 17-29.
- Prevezer, M. (2003): The development of biotechnology clusters in the USA from the late 1970 to the early 1990s. In: Fuchs, G. (Hrsg.): *Biotechnology in comparative perspective*. London, New York: 33-55.
- PWC PriceWaterhouseCoopers (2007): *Pharma 2020: The vision*. London.
- Radjou, N. (2007): Rebooting France with innovation networks. In: *Business Week* vom 1.5., abgerufen am 2.3.2008 unter www.businessweek.com.
- Raspe, O., van Oort, F. (2006): The knowledge economy and urban economic growth. In: *European Planning Studies* 14: 1209–1234.
- Reiss, T. (2001): Success factors for biotechnology: Lessons from Japan, Germany and Great Britain. In: *International Journal of Biotechnology* 3, 1-2: 134–156.
- Reiss, T. (2003): Efficiency of innovation policies in high technology sectors in Europe. Luxemburg.
- Reiss, T., Hinze, S. (2000): Innovation processes and techno-scientific dynamics. In: Jungmittag, A., Reger, G., Reiss, T. (Hrsg.): *Changing innovation in the pharmaceutical industry. Globalizing and new ways of drug development*. Berlin: 53-70.
- Roche (2006): Roche in der Schweiz. Basel. Abgerufen am 22.03.2008 unter www.roche.com/med_mbrids_250505d.pdf.
- Roche (2007): Standorte und Gesellschaften. Im Internet abgerufen am 2.4.2007 unter www.roche.de.
- Roche (2008): Genomik und Genetik. Zentrum für medizinische Genomik. Basel, www.roche.com/de/home/science/sci_gengen/sci_gengen_med.htm.
- Rogers, E. (1995): *Diffusion of innovations*. 4. Auflage. New York.
- Romer, P.M. (1990): Endogenous technological change. In: *Journal of Political Economy* 98: 71-102.
- Rosenberg, N. (1975): *Perspectives on Technology*. Cambridge, London, New York.
- Rosenfeld, S.A. (1997): Bringing business clusters into the mainstream of economic development. In: *European Planning Studies* 5, 1: 1–23.
- Rothwell, R., Zegveld, W. (1985): *Reindustrialization and technology*. London.

- Rouhi, A.M. (2004): Zurich pulls in chemical talent. Switzerland's largest city recently has been a magnet for U.S. honed chemical researchers. In: *Chemical and Engineering News* 82, 8: 27-34.
- Rugman, A.M., Verbeke, A. (2003): Multinational enterprises and clusters. In: *Journal of Management Studies* 41, 1: 205–217.
- Sainsbury, D. (1999): *Biotechnology clusters*. London.
- Sandström, A., Pettersson, I., Nilsson, A. (2000): Knowledge production and knowledge flows in the Swedish biotechnology innovation system. In: *Scientometrics* 48, 2: 179-201.
- Santos, F.M. (2003): The coevolution of firms and their knowledge environment: Insights from the pharmaceutical industry. In: *Technological Forecasting & Social Change* 70: 687-715.
- Saviotti, P.P. (1997): Innovation systems and evolutionary theories. In: Edquist (Hrsg.): *Systems of innovation*. London: 180-199.
- Saxenian, A.L. (1994): *Regional advantage: Culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, MA.
- Schamp, E.W. (2003): *Vernetzte Produktion. Industriegeographie aus institutioneller Perspektive*. Darmstadt.
- Schiessl, M. (2007): Das Biotech-Trio. In: *Der Spiegel* vom 11.6., abgerufen am 11.6.2007 unter www.spiegel.de.
- Schneider-Sliwa, R., Kampschulte, A., Sandtner, M., Strassmann, R., Volman, R. (2001): *Wirtschaftsstruktur und Wirtschaftsdynamik der Nordwestschweiz*. Statistisches Amt des Kantons Basel-Stadt: Stadt und Region 2, Basel.
- Schumpeter, J. (1934): *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA.
- Scott, A.J. (1988): New industrial spaces: Flexible production organization and regional development in North America. In: *Economic Geography*, 65, 2: 168-171.
- Senker, J., Reiss, T., Magnematin, M., Enzing, C. (2007): The effects of national policy on biotechnology development: The need for a broad policy approach. In: *International Journal for Biotechnology* 9, 1: 20-38.
- Senker, J., Sharp, M. (1997): Organizational learning in cooperative alliances: Some case studies in biotechnology. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 9, 1: 35-52.
- Shahi, G.S. (2004): *Bio business in Asia - How Asia can capitalize on the life science revolution*. Singapore.

- Shyama, V.R., Looze, M.A. (2002): Country-specific characteristics of patent applications in France, Germany and the UK in the biotechnology Sector. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 14, 4: 457-480.
- Simmie, J., Senett, J. (1999): Innovative clusters: Global or local linkages? In: *National Institute Economic Review* 170: 87-98.
- Small, H., Sweeney, E. (1985): Clustering the science citation index using co-citations. In: *Scientometrics* 7, 3-6: 391-409.
- Small, H., Sweeney, E. (1985): Clustering the science citation index I: A comparison of methods. In: *Scientometrics* 7, 3-6: 391-409.
- Smelser, N.J., Swedberg, R. (Hrsg., 1984): *Handbook of evolutionary sociology*. Princeton, NJ.
- Solow, R. (1956): A contribution to the theory of economic growth. In: *Quarterly Journal of Economics* 70: 65-94.
- Stahlecker, T., Krauss, G. (2001): New biotechnology firms in Germany: Heidelberg and the BioRegio Rhine-Neckar-Triangle. In: *Small Business Economics* 17: 143-153.
- Sternberg, R. (1998): Innovierende Industrieunternehmen und ihre Einbindung in intraregionale versus extraregionale Industrieunternehmen. In: *Raumforschung und Raumordnung* 4: 288-298.
- Storper, M. (1997): *The regional economy. Territorial development in a global economy*. London, New York.
- Storper, M., Leamer, E. (2001): *The economic geography of the internet age*, National Bureau of Economic Research Working Paper 8450, Cambridge, MA.
- Storper, M., Venables, A.J. (2004): Buzz: Face-to-face contact and the urban economy. In: *Journal of Economic Geography* 4, 4: 351-370.
- Strassmann, R. (2002): *Restrukturierung der Regionalökonomie der Nordwestschweiz vor dem Hintergrund der Globalisierung. Analysen, Strategien und Visionen für die Regionalepolitik und Regionalentwicklung*, Basler Beiträge zur Geographie 47, Basel.
- Swann, G.M., Prevezer, M., Stout, D. (1998): *The dynamics of industrial clustering: International comparisons in computing and biotechnology*. Oxford, New York.
- Tagesanzeiger (2003): Reich an Ideen, aber arm an Geld. Ausgabe vom 18.08., abgerufen am 18.08.2003 unter www.tages-anzeiger.ch.
- Tang, C.M., Mahmud, M.A., Foo, F.K., Chu, S.Y., Chiu, R.I.T., Tanticharoen, M., Zhang, L., Chang, T.W. (2003): *Realizing potential: The state of*

- Asian bioentrepreneurship. In: Bioentrepreneur, abgerufen unter www.nature.com am 13.01.2007.
- Technologiepark Heidelberg (2007): Über uns. Abgerufen am 23.6.2007 unter www.technologiepark-hd.de.
- Technopark Zürich (2007): Die wichtigsten Zahlen und Fakten aus dem Technopark Zürich. Abgerufen am 12.10.2007 unter www.technopark.ch.
- The Economist (2005): The arms race. Companies are preparing für the intellectual property battle. In der Beilage: „A market for ideas. A survey of patents and technology“ zur Ausgabe vom 22.10.
- The Economist (2006): London as a financial centre. Ausgabe vom 19.10. Abgerufen am 20.10.2006 unter www.economist.com.
- The Economist (2007a): Biology's big bang. What physics was to the 20th century, biology will be to the 21st – and RNA will be a vital part of it. Ausgabe vom 16.6.: 13.
- The Economist (2007b): The rise and fall of corporate R&D. Out of the dusty labs. Ausgabe vom 1.3., abgerufen am 9.3.2007 unter www.economist.com.
- The Economist (2007c): Molecular biology is undergoing its biggest shake-up in 50 years. Ausgabe vom 4.8., abgerufen am 4.8.2007 unter www.economist.com.
- The Economist (2007d): Face value. The nimble sumo. Jean-Pierre Garnier of GlaxoSmithKline defends the pharmaceutical industry as he overhauls his own drug firm. Ausgabe vom 4.8.: 57.
- The Economist (2007e): Billion dollar pills. Ausgabe vom 27.01.: 61-63.
- The Economist (2008): Gene therapy. Seeing is believing. Ausgabe vom 03.5.: 85-86.
- Thomi, W., Werner, R. (2001): Regionale Innovationssysteme. Zur territorialen Dimension von Wissen und Innovation. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 45: 202-218.
- Tödting, F., Tripl, M. (2005): One size fits all? Towards a differentiated regional innovation policy approach. In: Research Policy 34: 1203-1219.
- Trend Chart (2006): European innovation scoreboard. Luxembourg, abgerufen am 20.01.2008 unter www.trendchart.org.
- Utterback, J.M., Suarez F.F. (1993): Innovation, competition, and industry structure. In: Research Policy 22, 1: 1-21.
- Venture Magazin (2004): Eine Branche wird erwachsen. Entwicklungen und Trends aus dem Life Science-Sektor. Ausgabe 6: 8-12.

- Vock, P., Hinrichs, U. (2004): Swiss science and innovation policies. Recent developments 2002-2003. Bern.
- Voigt, B. (2006): Biotechnologie treibt starke Sprossen. In: NZZ am Sonntag vom 7.5.: 37.
- von Beuzekom, B. (2001): Biotechnology statistics in OECD member countries: Compendium of existing national statistics. OECD, STI Working Papers 2001-6, Paris.
- von Hippel, E. (1988): The Sources of Innovation. New York, Oxford.
- von Hippel, E. (2005): Democratizing innovation. Boston, MA, London.
- Watts, D.J., Strogatz, S. (1998) Collective dynamics of „small-world networks“. In: Nature 393: 440–442.
- Wellman, B. (Hrsg. 1997): Networks in the global village. Norwood, NJ.
- Wellman, B., Potter, S. (1997). The elements of personal community. In: Wellman, B. (Hrsg.): Networks in the global village. Norwood, NJ: 49–82.
- Zeller, C. (2001a): Globalisierungsstrategien – Der Weg von Novartis. Berlin.
- Zeller, C. (2001b): Clustering biotech: A recipe for success? Spatial patterns of growth of biotechnology in Munich, Rhineland and Hamburg. In: Small Business Economics 17: 123-141.
- Zeller, C. (2004): North-Atlantic innovative relations of Swiss pharmaceuticals and the importance of regional biotech arenas. In: Economic Geography 80,1: 83-111.
- Zinkl, W., Strittmatter, R. (2003): Ein Innovationsmarkt für Wissen und Technologie. Ein Diskussionsbeitrag zur Neuausrichtung der Innovationspolitik in der Schweiz. Studie im Auftrag von Avenir Suisse, Zürich.
- ZKB Zürcher Kantonalbank (2005): Wie Phönix aus der Asche. In: Wirtschaftsmagazin der Zürcher Kantonalbank 4: 8-11.
- Zucker, L.G., Darby, M.R., Armstrong, J. (1998): Geographically localised knowledge: spillovers or markets? In: Economic Inquiry 36, 1: 65-86.
- Zucker, L.G., Darby, M.R., Brewer, M.B. (1997): Intellectual human capital and the birth of U.S. biotechnology enterprises. In: American Economic Review 88: 290-306.
- Zürich MedNet (2007): Ungebremste Anziehungskraft der Greater Zurich Area. Abgerufen am 12.10.2007 unter www.greaterzuricharea.ch.

Anhang 2 Portraits der untersuchten Biotechnologieindustrien und -cluster

Die Schweizer Biotechnologieindustrie

Noch Mitte der 1990er Jahre wurde die Schweiz aufgrund des Fehlens einer aktiven Szene von Biotechnologieunternehmen als Biotechnologische Wüste bezeichnet. Dies hat sich geändert. Die Schweiz gilt als einer der attraktivsten Biotechnologiestandorte weltweit. Schweizer Biotechnologieunternehmen zählen zu den erfolgreichsten in Europa und die Schweiz ist heute das Land mit der weltweit höchsten Dichte von der Biotechnologieunternehmen pro Einwohner (Cash 2004, Voigt 2006, Les Echos 2006b, Ernst & Young 2002, 2003b 2005a u. 2008, BFS 2007, Ernst & Young u. Seco 2007, siehe auch Tabelle 7 auf S. 67).

Insgesamt gilt die Schweizer Wirtschaft als eine der innovationsstärksten in Europa (Trend Chart 2006, OECD 2006b.). Schwächen werden ihr im Bereich der Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen und im Bereich der Rahmenbedingungen für Unternehmertum zugeschrieben (Zinkl u. Strittmatter 2003, Tagesanzeiger 2003, Credit Suisse 2006). Mehrere Politikfelder auf nationaler Ebene haben grosse Relevanz für die Biotechnologieindustrie (Hotz-Hart u. Kuchler 2002):

- Erstens finanziert die Schweizer Bundesregierung (im Folgenden als der „Bund“ bezeichnet) mit der eidgenössisch technischen Hochschule Zürich und der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne zwei Hochschulen sowie mehrere Forschungsinstitute. Diese beiden Hochschulen haben grosse Bedeutung für die Biotechnologiecluster der Regionen, in den sie ihren Standort haben (siehe Kap. 5.1.2 und Kap.5.1.5).
- Zweitens haben die Schwerpunktprogramme des Schweizerischen Nationalfonds Bedeutung (SNF). In den letzten Jahren gab es mehrere solcher Forschungsschwerpunkte mit engem Bezug zur Biotechnologie und Pharmazie, die auch zu mehreren Unternehmensgründungen geführt haben (z.B. die National Centres of Competence in Research (NCCR), wie NCCR Genetics, NCCR-Neuro, NCCR-Structural Biology oder das NCCR-Molecular Oncology). Alle Schweizer Hochschulen können sich um solche Forschungsschwerpunkte bewerben. Die Schwerpunkte werden dann über 12 Jahre mit Bundesgeldern finanziert.
- Drittens werden anwendungsorientierte Projekte auch im Bereich Biotechnologie und Pharmazie durch die Kommission für Technologie und

Innovation (KTI) dadurch gefördert, dass Kooperationen mit Fachhochschulen unterstützt werden, Projekten Business Angels zur Seite gestellt werden oder im Rahmen von KTI Start-up eine geringe Anschubfinanzierung gewährt wird (Vock u. Hinrichs 2004). Neben dieser Förderung anwendungsorientierter Projekte durch die KTI, welche auch Unternehmen zu Gute kommen kann, gibt es in der Schweiz auf nationaler Ebene keine direkte Förderung der Kommerzialisierung der Biotechnologie.

Abb. 56 zeigt allerdings, dass die öffentlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung abgesehen von der Finanzierung von Hochschulen im internationalen Vergleich gering sind und deutlich unter denen Frankreichs, Deutschlands und Grossbritanniens liegen. Dagegen gilt der Anteil privatwirtschaftlich finanzierter Forschung als besonderes hoch. So finanziert z.B. die Pharmaindustrie in der Schweiz mehr Forschungs- und Entwicklungsprojekte als der Staat (Roche 2006; die Finanzierung des Hochschulen nicht eingerechnet).

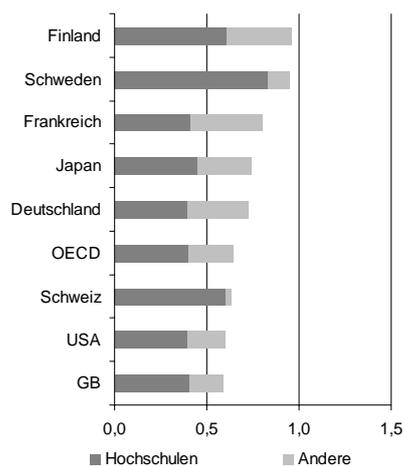


Abb. 56. Öffentliche Ausgaben für Forschung und Entwicklung.

Vergabe der Mittel an Hochschulen und an andere Akteure. Anteil am BSP 2000/2001 (in %). Quelle: OECD 2003.

Die Schweizer Biotechnologieindustrie ist räumlich stark dezentral verteilt. In der Schweiz gibt es mit Basel, Zürich, Bern, Genf und Lausanne fünf Regionen mit Konzentrationen von Biotechnologieunternehmen (Ernst & Young 2003b, 2005b, 2008, Ernst & Young u. Seco 2007). Zudem verfügt der Kanton Tessin und seine städtischen Zentren Lugano und Locarno über eine zwar aktive Wirtschaftsförderung im Bereich Biotechnologie, allerdings nicht über eine nennenswerte Biotechnologieindustrie.

Einzelne Biotechnologieunternehmen sind zudem über die gesamte Schweiz verteilt.

In vielen Studien zur räumlichen Konzentration der Biotechnologieindustrie in der Schweiz wird die Verteilung der Schweizer Biotechnologieindustrie anhand der Clusterinitiativen Biovalley, Zürich MedNet (die Life-Sciences Arm der Standortpromotion Greater Zürich Area), Bioalps und Biopolo Ticino dargestellt (siehe z.B. Frei u. Alexakis 2004, Ernst & Young u. Seco 2007 oder BFS 2007). Diese Darstellungen ist falsch, da es sich bei Biovalley, Zürich-Med-Net, Bioalps und Biopolo Ticino um Initiativen oder Organisationen zur Netzwerkbildung oder Standortpromotion handelt und nicht um raumwirtschaftliche Konzentrationen oder Biotechnologiecluster.

Portrait des Biotechnologiestandorts Basel

Die Region Basel ist ein administrativ stark fragmentierter Raum. Neben dem Kanton Basel-Stadt umfasst die Agglomeration Basel grosse Teil des Kantons Basel-Landschaft sowie Teile der Kantone Aargau (Fricktal) und Solothurn (die Bezirke Dorneck und Thierstein), sowie angrenzenden Gemeinden in Deutschland und Frankreich (BFS 2000b). Im Schweizerischen Teil der Agglomeration Basel leben 497 Tsd. Einwohner (Stand 2000, BFS 2000a). Der Biotechnologiecluster verteilt sich über die gesamte Agglomeration. Im Deutschen und Französischen Teil der Agglomeration sind keine Biotechnologieunternehmen ansässig.

In der Region Basel gibt es keine ausgesprochene Life-Sciences Förderung. Wirtschaftspolitik und -förderung sind weitgehend an liberalen Prinzipien ausgerichtet (Strassmann 2002, OECD 2007). Die Handelskammer beider Basel koordiniert im Auftrag der Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft bestehende Aktivitäten im Bereich der Förderung der Pharmaindustrie und der Biotechnologie. Daneben ist die nicht-staatliche Initiative Biovalley Basel im Bereich der Netzwerkbildung aktiv (Biovalley 2006). In Witterswil gibt es ein Technologiezentrum mit Fokus auf Biotechnologie und Pharmaindustrie. Bei den anderen so genannten Technologiezentren der Region (z.B. dem Innovationspark Allschwil) handelt sich um reine Immobilienobjekte.

Tabelle 29 Personalbudgets der Universitäten in den Schweizer Untersuchungsregionen

	Uni Basel	Uni Zürich	ETHZ	Uni Bern	EPFL	Uni Lausanne	Uni Genf	Total
Finanzierung Personal (Vollzeitäquivalente)								
Budget der Hochschule (in %)	68,47	79,06	81,38	75,94	66,31	85,17	76,15	76,29
Nationalfonds (in %)	13,59	7,96	6,46	8,55	10,27	7,48	10,22	8,87
Übrige Drittmittel (in %)	17,93	12,97	12,16	15,51	23,42	7,35	13,63	14,84
Anteil Nationalfondsgelder an Personalbudgets	11,81	15,51	15,65	10,67	12,80	6,27	14,45	100,00
Total	2.358	5.286	6.572	3.387	3.384	2.276	3.836	30.609

Quelle: Bundesamt für Statistik 2007.

Tabelle 30 Personalaufwendungen der Universitäten in den Schweizer Untersuchungsregionen für Naturwissenschaften, Medizin und Pharmazie

	Uni Basel	Uni Zürich	ETHZ	Uni Bern	EPFL	Uni Lausanne	Uni Genf	Total
Personal (Vollzeitäquivalente)								
in den Naturwissenschaften (in %)	30,11	13,79	18,65	15,37	7,68	20,37	15,80	16,02
in der Medizin und Pharmazie (in %)	21,79	39,43	1,93	40,17	-	27,92	30,03	19,57
Total	2.358	5.286	6.572	3.387	3.384	2.276	3.836	30.609

Quelle: Bundesamt für Statistik 2007.

Das Wissenschaftsumfeld in der Region Basel ist weniger dicht als in den meisten anderen untersuchten Regionen. Mit Abstand die wichtigste Einrichtung im Bereich Bildung und Forschung in der Region ist die Universität Basel und das angegliederte Universitätsspital. Die Universität Basel ist auf die Naturwissenschaften ausgerichtet (mehr als die Hälfte des Personalbudgets werden für Naturwissenschaften, Pharmazie und Medizin aufgewendet; siehe Tabelle 30). Sie zählt in den Life-Sciences zu den besten Hochschulen der Welt (Rang 35 des Life-Sciences Ranking der Shanghai University 2007) und ist durch Stiftungsprofessuren und Forschungsprojekten eng mit der Basler Industrie verbunden (Aolfi 2006). Neben der Universität haben die Hochschule für Life-Sciences der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), das Schweizerische Tropeninstitut (STI) und das Departement Systembiologie der eidgenössisch technischen Hochschule Zürich ihren Sitz in Basel. Das dem Pharmaunternehmen Novartis angegliederte Friedrich-Miescher-Institut (FMI) und das inzwischen geschlossene, ehemals dem Pharmaunternehmen Hoffman - La Roche (kurz Roche) angegliederte Basel Institut für Immunologie (BII) zählen bzw. zählten zu den weltweit führenden Instituten im Bereich der pharmazeutischen und biotechnologischen Forschung. Das BII wurde inzwischen durch das stärker in die Konzernstrukturen von Roche eingebundene Zentrum für medizinische Genomik ersetzt, welches seinen Standort ebenfalls in Basel hat (Biovalley 2004, Roche 2008).

Basel ist eins der weltweiten Zentren der Pharmaindustrie (Schneider-Sliwa et al. 2001, Cooke 2005, Voigt 2006, OECD 2007). Die chemisch-pharmazeutische Industrie hat mit 7,98 % (Stand 2006) in Basel den höchsten Beschäftigungsanteil von allen Untersuchungsregionen (siehe Abb. 11 auf S. 69). Trotz eines hohen Ausgangswertes ist die Wertschöpfung dieser Branche in der Region Basel zwischen 1980 und 2000 um mehr als 370 % gewachsen (siehe Abb. 10 auf S. 69).⁴⁶ Mit Novartis und Roche haben zwei der weltweit grössten Pharmaunternehmen ihren Sitz in Basel (siehe auch Tabelle 5 auf S. 43). Für Roche arbeiten 6'500 Personen in der Region (Roche 2006). Novartis hat rund 12'000 Mitarbeiter in der Schweiz, von denen ein Grossteil in der Region Basel beschäftigt ist (Novartis 2008). Im Zeitraum Mitte der 1990er Jahre kam es durch die Restrukturierung dieser beiden Unternehmen zu einem Umbruch in der Basler Pharmaindustrie. In dieser Zeit entstand Novartis aus der Fusion der

⁴⁶ Wie in Kapitel 4.2 dargelegt wird die Biotechnologieindustrie und die Pharmaindustrie in der amtlichen Statistik nicht separat ausgewiesen. Die Biotechnologieindustrie und die Pharmaindustrie sind unter die Klassifikationen „chemische Industrie“ und „Forschung und Entwicklung“ subsumiert.

beiden Basler Pharmaunternehmen Ciba-Geigy und Sandoz und Roche übernahm das Deutsche Pharmaunternehmen Böhlinger-Manheim. Folge dieses Umbruchs war ein Stellenabbau in der Region (vor allem durch die Novartis Fusion) und die Gründung oder Ausgliederung von vielen Unternehmen, darunter auch einige Biotechnologieunternehmen (Zeller 2001a, siehe auch Tabelle 8 auf S. 73). Diese Industrieausgründungen aus den grossen Basler Pharmaunternehmen sind auch für den deutlichen Anstieg der Wertschöpfung von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen in Basel verantwortlich, welcher in Abb. 13 auf S. 80 zu erkennen ist. Zu Forschungs- und Entwicklungsunternehmen zählen neben Biotechnologieunternehmen z.B. auch IT- oder Nanotechnologieunternehmen oder Pharmadienleister. Ein hoher Anteil solcher Forschungs- und Entwicklungsunternehmen kennzeichnet Hochtechnologieeregionen (mehr zu diesen Unternehmen in Kapitel 2.1.2). Dieser Anteil hat sich in der Region zwischen 1980 und 2006 mehr als verzehnfacht. Der Beschäftigungsanteil von Unternehmen in dieser Branche ist inzwischen der dritthöchste von allen Untersuchungsregionen (siehe Abb. 14 auf S. 80). Beide Pharmaunternehmen Novartis und Roche haben in Folge der Restrukturierung in Forschungseinrichtungen und Produktionsstätten im Ausland investiert. Insbesondere für Novartis hat der Standort an Bedeutung verloren (siehe Abb. 57; so wurde z.B. der Hauptsitz der Pharmaforschung von Novartis im Jahr 2002 von Basel nach Boston verlegt). Diese Entwicklung zeigt sich auch in einer Erhebung des BFS u. Economie Suisse aus dem Jahr 2001, die ergibt, dass die in Basel konzentrierte Schweizer Chemie- und Pharmaindustrie mehr als die Hälfte ihres Forschungsbudgets im Ausland ausgibt. Während der Restrukturierung der Basler Pharmaindustrie, also der Fusion der beiden Basler Pharmaunternehmen Ciba-Geigy und Sandoz zu Novartis und der Übernahme von Böhlinger-Ingelheim durch Roche kam es zur Ausgründung von mehreren Biotechnologieunternehmen (Zeller 2001a). Diese Industrieausgründungen und der Trend zum Outsourcing von Pharmadienleistungen aus den grossen Basler Pharmaunternehmen ist zum Teil für den oben beschriebenen deutlichen Anstieg der Wertschöpfung verantwortlich, der durch reine Forschungs- und Entwicklungsunternehmen in Basel erwirtschaftet wird (siehe Abb. 13 auf S. 80). Neben den beiden Pharmaunternehmen sind am Standort Basel weitere Unternehmen der mit der Pharmaindustrie verwandten und verflochtenen chemischen Industrie und der Medizinaltechnik mit Hauptsitzen, Forschungs- und Entwicklungsabteilungen und Produktionswerken vertreten. Zudem haben durch die Konzentration der Pharmaindustrie eine Vielzahl von Dienstleistern (z.B. im Bereich klinischer Tests) ihren Standort in der Region Basel. Die

Dienstleistungen dieser Unternehmen werden auch für Biotechnologieunternehmen erbracht.

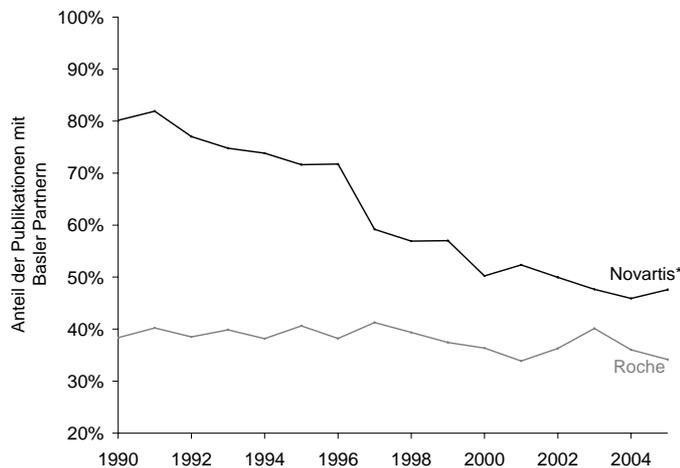


Abb. 57. Die Bedeutung des Standorts Basel für die Pharmaunternehmen Novartis und Roche

Im Zuge der Fusion von Ciba-Geigy und Sandoz zu Novartis und dem Ausbau der internationalen Forschungsaktivitäten kam es zu einem deutlichen Bedeutungsverlust des Standorts Basel für dieses Unternehmen. Die Forschung von Roche ist schon länger international ausgerichtet. Für diese Abbildung wurden die Publikationen dieser beiden Unternehmen, an denen in Basel lokalisierte Unternehmenseinheiten oder andere Basler Partner beteiligt sind ins Verhältnis zu allen Publikationen gesetzt.

* vor 1997 die zu fusionierten Pharmaunternehmen Ciba-Geigy und Sandoz. Quelle: Eigene Erhebung.

Die Region Basel hat mit 34 aktiven Biotechnologieunternehmen (Stand Mai 2007) den grössten regionalen Biotechnologiecluster in der Schweiz. Die Spezialisierung dieser Biotechnologieunternehmen entspricht weitgehend der Struktur der Gesamtstichprobe (siehe Tabelle 9 auf S. 83). Lediglich der Anteil technologieorientierter Biotechnologieunternehmen ist mit 7,89 % leicht unterdurchschnittlich (Gesamtstichprobe: 17,65 %), während der Anteil der Unternehmen, die im Bereich Drug Delivery tätig sind, mit 10,53 % über dem Durchschnitt liegt (in der Gesamtstichprobe liegt der Wert bei nur 3,27 %). Die Entstehungsgeschichte des Basler Biotechnologieclusters unterscheidet sich deutlich von derjenigen der anderen untersuchten Cluster. So entstanden in Basel nur 18,42 % der Basler Biotechno-

logieunternehmen als Ausgründungen aus Universitäten oder Forschungseinrichtungen (der Durchschnitt der Stichprobe liegt bei 40,31 %). Dagegen wurden 21,05 % aller Basler Biotechnologieunternehmen aus einem Pharmaunternehmen ausgegründet (5,45 % bei der Gesamtstichprobe) und 18,42 % entstanden als Niederlassung eines auswärtigen Unternehmens (7,84 % bei der Gesamtstichprobe, siehe Tabelle 8 auf S. 73). Dabei wurden drei Biotechnologieunternehmen aus dem Pharmaunternehmen Roche und zwei aus dem Pharmaunternehmen Novartis ausgegründet. Insbesondere die zweite Hälfte der 1990 Jahre ist eine Schlüsselphase für die Entwicklung des Basler Biotechnologieclusters. Die grössten und reifsten Basler Biotechnologieunternehmen – etwa Actelion, Basilea oder Speidel – wurden in dieser Zeit in der Folge der Restrukturierung der grossen Basler Pharmaindustrie gegründet.

Portrait des Biotechnologiestandorts Zürich

Zur Region Zürich zählen die Kernstadt Zürich und der umliegende Ballungsraum im gleichnamigen Kanton (BFS 2000b). In der Agglomeration, die bis an die Grenzen der benachbarten Städte Baden und Winterthur reicht und Teile der Kantone Aargau und Schwyz umfasst, leben 1,08 Mio. Einwohner (Stand 2000; BFS 2000a). Wie in der Region Basel gibt es auch in Zürich keine bedeutende staatliche Förderung zur Kommerzialisierung der Biotechnologie. Der Fokus der Initiative Zürich Mednet liegt vor allem auf der Standortpromotion. Die Initiative Life-Sciences Zürich ist eine Aktivität der beiden Zürcher Universitäten mit dem Ziel, die Bildung und Forschung in den Life-Sciences untereinander besser vernetzen (Zürich MedNet 2002). In Zürich gibt zwei grosse Technologiezentren mit Bedeutung für die Biotechnologieindustrie: Das Biotechcenter in Schlieren entstand im Jahr 2002 auf Initiative von mehreren Biotechnologieunternehmen mit Unterstützung des Kantons Zürich und bietet auf 16'000 m² Fläche Dienstleistungen für Gründer und Jungunternehmen an (ZKB 2005, Perriard 2003). Das zweite Technologiezentrum, der Technopark ist die grösste Einrichtung dieser Art in Zürich und bietet auf 90'000 m² Räumlichkeiten sowie ergänzende Dienstleistungen für Jungunternehmen aus allen Branchen (Technopark 2007). Daneben hat sich Zürich in den letzten Jahren als Zentrum im Bereich Unternehmertum entwickelt, mit vielen privaten Initiativen in diesem Bereich (z.B. die Venture Businessplan Wettbewerb der ETHZ und der Unternehmensberatung McKinsey).

Mit der Universität Zürich (Rang 29 des 2007 Life-Sciences-Ranking der Shanghai University) und der bundesfinanzierten Eidgenössisch Technischen Hochschule Zürich (ETHZ; zwischen Rang 52 und 67 des 2007 Life-Sciences-Ranking der Shanghai University) haben zwei Hochschulen mit einer Spezialisierung auf Biotechnologie, Pharmazie und Medizin ihren Sitz in der Region Zürich (Rouhi 2004). Weitere Forschungseinrichtungen umfassen das Functional-Genomics-Center Zürich, welches von den beiden oben genannten Universitäten getragen wird und die Zürcher Fachhochschule, die an den Standorten Wädenswil und Winterthur Studiengänge mit Bezug zur Biotechnologie anbietet. Aufgrund der beiden Universitäten gilt Zürich als eines der beiden Schweizer Wissenschaftszentren (das andere ist Lausanne, siehe Kapitel 5.1.5).

Der Wirtschaftsstandort Zürich ist vor allem für seine Spezialisierung auf die Finanzdienstleistungen (Banken und Versicherungen) und Hauptsitze bekannt. Zürich ist aber auch Standort von mehreren internationalen oder Europäischen Hauptsitzen von Pharma- und Chemieunternehmen (z.B. Baxter, Dow-Chemical, Nobel-Biocare oder Nycomed). Die meisten dieser Chemie und Pharmaunternehmen sind in Zürich allerdings nur mit administrativen und Managementfunktionen und nicht mit Forschungs- und Produktionsabteilungen vertreten. Dies zeigt sich auch daran, dass die chemisch-pharmazeutische Industrie in Zürich mit weniger als 1 % (Stand 2006) den geringsten Beschäftigungsanteil von allen Untersuchungsregionen hat (siehe Abb. 11 auf S. 69). Übersehen wird häufig die Stärke der Zürcher Wirtschaft in Hochtechnologiebranchen. In Zürich befinden sich z.B. grosse Forschungs- und Entwicklungsinstitute von IBM und Google, sowie eine Vielzahl kleiner Hochtechnologieunternehmen im Bereich Informationstechnologie, Medizinaltechnik und auch Biotechnologie (Dümmler et al. 2004, Caprarese 2007). Aufgrund der grossen Bedeutung anderer Branchen fällt der Beschäftigungsanteil von solchen Unternehmen, die in der öffentlichen Statistik als Forschungs- und Entwicklungsunternehmen klassifiziert werden, relativ gering aus (siehe Abb. 14 auf S. 80).

Die Zürcher Biotechnologieindustrie zeichnet sich durch den höchsten Anteil von Wissenschaftsausgründungen von allen Untersuchungsregionen aus. 67,65 % der 31 aktiven Zürcher Biotechnologieunternehmen wurden aus einer Universität oder einer Forschungseinrichtung ausgegründet (siehe Tabelle 8 auf S. 73). Dabei haben zwölf Unternehmen ihren Ursprung an der ETHZ und neun Unternehmen an der Universität Zürich. Der Anteil von Industrieausgründungen liegt mit nur 2,94 % weit unterhalb des Durchschnitts der Stichprobe (12,64 %). Die Entwicklung der Zürcher Biotechnologieclusters begann Mitte der 1990er Jahre. Im Unterschied

zum Basler Biotechnologiecluster ist die Anzahl von Gründungen von Biotechnologieunternehmen in der Region bis heute relativ konstant (siehe Abb. 12 auf S. 77). Zürcher Biotechnologieunternehmen sind überdurchschnittlich häufig Dienstleister (29,41 %, lediglich 22,22 % bei der Gesamtstichprobe). Der Anteil von entwicklungsorientierten Unternehmen ist mit 12,53 % (Gesamtstichprobe: 34,86 %) dagegen unterdurchschnittlich und Drug Development Unternehmen sind überhaupt nicht in Zürich vertreten (Gesamtstichprobe: 3,27 %; siehe Tabelle 9 auf S. 83).

Portrait des Biotechnologiestandorts Bern

Die Agglomeration Bern umfasst neben der Stadt Bern das Umland bis an fast die Grenzen der Agglomerationen Freiburg und Thun. Neben Gemeinden im Kanton Bern gehören auch drei Gemeinden des Kantons Freiburg zur Agglomeration Bern (BFS 2000b). In der Agglomeration Bern leben 349 Tsd. Einwohner (Stand 2000, BFS 2000a). Die Biotechnologie- und Pharmaindustrie spielen in der Wirtschaftspolitik nur eine untergeordnete Rolle. Es gibt in Bern kein Technologiezentrum oder Inkubatoren mit einer Spezialisierung auf Biotechnologieunternehmen.

Die Berner Forschungslandschaft ist nicht auf die Bereiche Pharmazie oder Biotechnologie spezialisiert. Allerdings hat die Universität Bern Bildungsangebote und Forschung in diesem Bereich und verfügt über eine grosse medizinische Fakultät (siehe Tabelle 30). Die Universität Bern gehört laut 2007 Life-Sciences Ranking der Shanghai University nicht zu den 200 besten Universitäten in diesem Forschungsfeld. Weitere Forschungseinrichtungen umfassen das Inselspital (Universitätsspital der Universität Bern), das der medizinischen Fakultät der Universität angegliederte Theodor-Kocher-Institut und das Institut für Viruskrankheiten und Immunprophylaxe in Mittelhäusern in der Nähe von Bern.

Die Berner Wirtschaft ist im hohen Masse von Bundesbehörden und von derzeitigen oder ehemaligen staatsnahen Unternehmen, wie z.B. der schweizerischen Post oder dem Telekommunikationsunternehmen Swisscom geprägt. Im Vergleich zu diesen Branchen hat die chemisch-pharmazeutische Industrie und die Forschungs- und Entwicklungsunternehmen nur eine geringe Bedeutung für die Berner Wirtschaft (siehe Abb. 11 auf S. 69 und Abb. 14 auf S. 80). Die Wertschöpfung der chemisch-pharmazeutischen Industrie ist in den letzten Jahren auf tiefem Niveau aus deutlich gewachsen (siehe Abb. 10 auf S. 69).

Bern hat mit lediglich acht Unternehmen den kleinsten Biotechnologiecluster von allen untersuchten Regionen. Aufgrund der geringen Zahl Berner Biotechnologieunternehmen wird auf eine detaillierte Auswertung der in Tabelle 8 auf S. 73 und in Tabelle 9 auf S. 83 aufgeführten Kennzahlen verzichtet. Zentraler Akteur in der Berner Biotechnologie- und Pharmaindustrie ist das inzwischen vom Niederländischen Impfstoffproduzenten Crucell übernommene Unternehmen Berna-Biotech. Vor dieser Übernahme zählte Berna-Biotech zu den 30 grössten Biotechnologieunternehmen der Welt (MedAdNews 2005). Bei Berna-Biotech handelt es sich nicht um eine Neugründung, sondern ähnlich wie beim Unternehmen Merck-Serono in Genf, um ein Traditionsunternehmen (seit 1898). Berna-Biotech firmierte bis zum Jahr 2001 unter dem Namen „Schweizerisches Serum- und Impfinstitut Bern“. Heute beschäftigt Berna-Biotech rund 500 Mitarbeiter am Standort Bern. Die besondere Bedeutung von Berna-Biotech für den Berner Biotechnologiecluster zeigt sich auch daran, dass drei Biotechnologieunternehmen in der Region als Ausgründungen dieses Unternehmens entstanden sind. Zwei Berner Biotechnologieunternehmen sind Ausgründungen aus der Universität Bern.

Portrait des Biotechnologiestandorts Genf

Wie bei die Agglomeration Basel ist auch die Region Genf grenzüberschreitend. Teile des Genfer Vorortgürtels liegen in Frankreich. Zudem zählen auch Gemeinden im benachbarten Kanton Vaud zum Ballungsraum Genf (BFS 2000b). Im Schweizerischen Teil der Agglomeration Genf leben 471 Tsd. Einwohner (Stand 2000; BSF 2000a). Wie in der Region Basel konzentriert sich der Biotechnologiecluster auf den schweizerischen Teil der Agglomeration.

Im Bereich öffentlicher oder halböffentlicher Aktivitäten ist der Kanton Genf stärker engagiert als seine oben beschriebenen Deutschschweizer Konkurrenzregionen Basel und Zürich. Der Technologiepark Eclotions bietet in ehemals von Merck-Serono genutzten Gebäuden Dienstleistungen für Jungunternehmen an. Merck-Serono ist weiterhin dadurch engagiert, dass die Flächen zum Selbstkostenpreis vermietet werden und dass ManagerInnen von Merck-Serono einem Expertengremium angehören, welches die im Eclotion gegründeten Unternehmen berät (Müller 2006, Les Echos 2006a).

Leuchtturm der Genfer Forschungslandschaft ist die Universität und das Universitätsspital Genf (zwischen Rang 77 und 106 des 2007 Life-

Sciences-Ranking der Shanghai University). Das an der Universität Genf lokalisierte Schweizerische Institut für Bioinformatik (SIB) ist zudem zentraler Knoten in einem Netzwerk Schweizer Universitäten und Unternehmen, die im Bereich Bioinformatik forschen. Daneben hat das Centre Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN), welches im Bereich im Partikelphysik forscht, seinen Sitz in Genf. Die Forschung des Cern hat bei methodischen Aspekten Überschneidungen zur pharmazeutischen und biotechnologischen Forschung.

Genf ist vor allem als Standort von Finanzunternehmen und von internationalen Organisationen wie z.B. den Vereinten Nationen oder der Weltgesundheitsorganisation bekannt. Die Region Genf hat zudem eine lange Tradition im Bereich Mikrosystemtechnik und Präzisionsindustrie (z.B. Uhren und Medizinaltechnik). Die Entwicklung der Pharmaindustrie in Genf ist vor allem mit dem Namen Serono verbunden. Das ursprünglich italienische Unternehmen übernahm im Jahr 1997 das Institute for Molecular Biology des Britischen Pharmaunternehmens Glaxo Wellcome (heute GlaxoSmithKline) in Genf und avancierte in Folge zum grössten Europäischen Biotechnologieunternehmen.⁴⁷ Im Jahr 2007 wurde Serono vom Deutschen Pharma- und Chemieunternehmen Merck übernommen. Heute forschen für das inzwischen unter dem Namen Merck-Serono firmierende Unternehmen ca. 200 Mitarbeiter an Krankheiten in den Bereichen Immunsystem, Entzündungen und Neurologie. Ein Ausbau der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des Unternehmens in Genf ist geplant (Merck-Serono 2007, Handschin 2007). Trotz der Stärke von Merck-Serono trägt die chemisch-pharmazeutische Industrie nur einen unterdurchschnittlichen Teil zur Beschäftigung bei (siehe Abb. 11 auf S. 69), und auch Forschungs- und Entwicklungsunternehmen haben nur geringe Bedeutung für die Genfer Regionalwirtschaft (siehe Abb. 14 auf S. 80). Ihr Wertschöpfungsbeitrag ist zudem fallend (siehe Abb. 13 auf S. 80).

Während in Basel Teile der wissenschaftlichen Grundlagen der Biotechnologie entwickelt wurden, ist Genf einer der Geburtsorte der modernen Biotechnologieindustrie. In Genf wurde im Jahr 1978 mit Biogen eines der ersten Biotechnologieunternehmen weltweit gegründet (inzwischen Biogen-Idec; Der Namensteil „gen“ steht dabei für „Genf“ und nicht für „Genom“). Das Unternehmen verlagerte aber bereits kurz nach seiner Gründung alle Aktivitäten in die USA. Wie oben bereits beschrieben, ist das Pharma- und Biotechnologieunternehmen Merck-Serono heute der wichtigste Akteur der Genfer Biotechnologieindustrie. Neben Merck-Serono

⁴⁷ Weiter Forschungsinstitute unterhält Merck-Serono in Italien und Boston/USA. Zudem besteht eine intensive Zusammenarbeit mit dem Weizmann Institut in Rehovot/Israel.

forschen und entwickeln in Genf weitere 12 Biotechnologieunternehmen (siehe Tabelle 8 auf S. 73). In Genf gibt es mit 31,25 % respektive 12,50 % relativ wenige Ausgründungen aus Wissenschaft und Forschung. Der Anteil von Unternehmen, die nicht als Ausgründungen entstanden oder für die keine Angaben verfügbar sind ist dagegen relativ hoch. Mit fünf Ausgründungen ist die Universität Genf der wichtigste Inkubator der Region. Der Anteil der entwicklungsorientierten Unternehmen ist dabei überdurchschnittlich hoch (43,75 % in Genf; 34,86 % in der Gesamtstichprobe), während es im Verhältnis zu den anderen Untersuchungsregionen nur wenige Technologieunternehmen (12,50 % in Genf; 17,65 % in der Gesamtstichprobe), Drug Delivery Unternehmen (es gibt keins in Genf) und Dienstleister gibt (12,50 % in Genf; 22,22 % in der Gesamtstichprobe; siehe Tabelle 9 auf S. 83).

Portrait des Biotechnologiestandorts Lausanne

Lausanne ist mit nur 311 Tsd. Einwohnern (Stand 2000) die kleinste der in dieser Studie untersuchten Agglomerationen (BFS 2000a). Die Agglomeration Lausanne liegt im Kanton Vaud und ist Teil der französischsprachigen Schweiz. Die Agglomeration Lausanne ist funktional eng mit der Nachbaragglomeration Genf verbunden (BFS 2000b). Im Bereich Technologieparks und Inkubatoren sticht für Pharma- und Biotechnologieunternehmen vor allem der Parc Scientifique EPFL heraus. Dieser Technologiepark stellt auf dem Campus der Hochschule in Epalinges auf 9'500 m² Büro und Laborflächen für Jungunternehmen zur Verfügung. Zudem werden auch Innovationsdienstleistungen für dort ansässigen Unternehmen angeboten (Parc Scientifique Lausanne 2006).

Bezüglich der Forschungsinfrastrukturen weist Lausanne Ähnlichkeiten mit der Region Zürich auf. Die Forschungslandschaft in Lausanne ist angesichts der geringen Grösse der Agglomeration ausserordentlich dicht. In Lausanne ist neben der Universität Lausanne, ihrem Universitätsspital (dem Centre Hospitalier Universitaire Vaudois – CHUV) die zweite bundesfinanzierte Hochschule der Schweiz Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) angesiedelt. Beide Universitäten der Region haben Schwerpunkte im Bereich medizinischer, pharmazeutischer und biotechnologischer Forschung, gehören aber im Life-Sciences Ranking der Shanghai University (2007) nicht zu den besten 200 Universitäten in diesem Forschungsfeld. Die EPFL gilt als eine der wirtschaftsnächsten Hochschulen in Europa (siehe z.B. Anteil Drittmittel an Personalkosten in Tabelle 29; Baumberger u. Haas 2006). Der EPFL angegliedert ist das Swiss Institute

for Experimental Cancer Research (ISREC), das in der Krebsforschung aktiv ist. Mit dem ebenfalls in Lausanne ansässigen Ludwig Institute for Cancer Research lässt sich für die Forschungslandschaft eine Fokussierung auf den Bereich Onkologie (Krebsforschung) erkennen.

Die Region Lausanne kämpfte noch Mitte der 1990er Jahre mit erheblichen wirtschaftlichen Problemen. Bezüglich der Wirtschaftsstruktur ähnelt Lausanne der grösseren Nachbaragglomeration Genf. Auch in Lausanne haben die Uhren- und die Medizinaltechnikindustrie eine grosse Bedeutung. Wie auch in der Region Genf gibt es mit Debiopharm ein mittelgrosses Unternehmen, welches für die Biotechnologie- und Pharmaindustrie der Region grosse Bedeutung hat. Trotzdem ist die Beschäftigung der chemisch-pharmazeutischen Industrie in der Region im Vergleich tief (siehe Abb. 11 auf S. 69). Die Entwicklung seit dem Jahr 1990 ist aber dynamisch (die reale Wertschöpfung hat sich zwischen 1990 und 2006 nahezu verachtfacht; siehe Abb. 10 auf S. 69). Anzumerken ist allerdings die geringe Gesamtwertschöpfung der im Vergleich zu den anderen Untersuchungsregionen kleinen Regionalwirtschaft, bei der relativ geringe absolute wirtschaftliche Schwankungen zu grossen relativen Effekten führen können. In den letzten Jahren hat sich Lausanne zum Standort von Hochtechnologieunternehmen auch in anderen Branchen entwickelt (Müller 2006, Baumberger u. Haas 2006). Die Region Lausanne weist heute den im Vergleich der Schweizer Untersuchungsregionen den zweithöchsten Beschäftigungsanteil im Bereich Forschung- und Entwicklung auf (siehe Abb. 14 auf S. 80). Die Wertschöpfung, die in diesem Bereich erwirtschaftet wird, ist seit 1990 um fast 560 % gestiegen (siehe Abb. 13 auf S. 80).

Die Biotechnologieindustrie der Region Lausanne besteht aus 21 Biotechnologieunternehmen. Diese sind zum grossen Teil (47,62 % im Vergleich zu 34,86 % bei der Gesamtstichprobe) im Bereich der Entwicklung von Medikamenten tätig. Daneben ist auch der Anteil der Diagnostikunternehmen überdurchschnittlich (28,57 %; Gesamtstichprobe: 12,42 %), während vor allem der Anteil von technologieorientierten Unternehmen (4,76 %; Gesamtstichprobe: 17,65 %) unterdurchschnittlich ist (siehe Tabelle 9 auf S. 83). Zentraler Akteur des Biotechnologieclusters in der Region Lausanne ist das Deutsch-Schweizerische Pharma- und Chemieunternehmen Merck-Serono mit Hauptsitz in Genf und einen Forschungs- und Produktionsstandort in der Nähe von Lausanne. Auffällig an der Evolution des Biotechnologieclusters in Lausanne ist der mit 57,14 % nach der Region Zürich zweithöchste Anteil von Wissenschaftsausgründungen (Gesamtstichprobe: 40,31 %; siehe auch Tabelle 8 auf S. 73). Die EPFL ist dabei Inkubator von fünf Ausgründungen; die Universität Lausanne für sechs

Ausgründungen. In Lausanne gibt es weder Ausgründungen aus der Pharmaindustrie noch aus der Biotechnologieindustrie. Die Biotechnologiegründungen haben sich seit dem Ende der 1990er Jahre dynamisch entwickelt und liegen bis zum Jahr 2003 auf hohem Niveau (siehe Abb. 12 auf S. 77).

Portrait der Biotechnologieunternehmen in der übrigen Schweiz

18 Biotechnologieunternehmen haben ihren Standort ausserhalb der oben im Detail beschriebenen Schweizer Regionen. Da sich die Unternehmen fast über die gesamte Schweiz verteilen, muss auf eine detaillierte Beschreibung des institutionellen und wirtschaftlichen Umfelds dieser Unternehmen verzichtet werden.

Die Struktur der Biotechnologieunternehmen in der restlichen Schweiz unterscheidet sich deutlich von der Struktur der Biotechnologieindustrie in den anderen Schweizer Untersuchungsregionen. Mit 47,37 % sind fast die Hälfte aller Unternehmen aus der übrigen Schweiz Biotechnologiedienstleister (siehe Tabelle 9 auf S. 83). In der Gesamtstichprobe sind es dagegen lediglich 22,22 %. Entdeckungs-, entwicklungs- und technologieorientierte Unternehmen sind dagegen in der restlichen Schweiz nur unterdurchschnittlich vertreten. Daneben unterscheidet sich die restliche Schweiz auch hinsichtlich des Anteils von Ausgründungen. Lediglich 31,25 % der Unternehmen entstanden als Wissenschaftsausgründungen während es bei der Gesamtstichprobe 40,31 % sind (siehe Tabelle 8 auf S. 73). Kein Unternehmen aus der übrigen Schweiz wurde aus einem anderen Unternehmen herausgegründet (bei der Gesamtstichprobe sind es 12,64 %).

Die Französische Biotechnologieindustrie

Im internationalen Vergleich gehört Frankreichs Biotechnologieindustrie nicht zu den ersten Adressen (Reiss 2003, Avenel et al. 2005, Ernst & Young 2002, 2003b, 2005a). In Frankreich gibt es relativ wenige Biotechnologieunternehmen. Die Entwicklung der Branche begann erst relativ spät. Die Französische Biotechnologieindustrie gilt als hoch spezialisiert auf nur wenige technologische Felder (Shyama u. Looze 2002, Senker et al. 2007, siehe auch Tabelle 7 auf S. 67).

Auf nationaler Ebene gibt es zwei Politikfelder mit erheblicher Bedeutung auf die Entwicklung der untersuchten Branche:

- Auf der einen Seite hat die nationale Forschungsförderung mit den Instituten des Conseil National de la Recherche (CNRS) und den Instituts National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) grossen Einfluss auf die Entwicklung der Französischen Biotechnologieindustrie (Shyama u. Looze 2002). Sowohl INSERM- als auch CNRS-Institute unterhalten in der Regel keine eigenen Forschungseinrichtungen, sondern sind bestehenden Organisationen, wie Universitäten oder Forschungskrankenhäusern angegliedert.
- Auf der anderen Seite nimmt die Wirtschaftspolitik und die Hochtechnologieförderung z.B. durch das Politikfeld der “Pôles de Compétitivité” direkten Einfluss darauf, wie und wo Biotechnologie in Frankreich kommerzialisiert wird. Beim Politikfeld „Pôles de Compétitivité“ wählt die Zentralregierung in Paris einige regionale Cluster aus, denen ein besonderer Beitrag für die Französische Wettbewerbsfähigkeit zugetraut wird und die daher besonders gefördert werden (Blanc 2004). Daneben beteiligt sich der Französische Staat direkt über seinen Investmentfonds Bioam an Biotechnologieunternehmen im eigenen Land (Bioam 2007) und unterstützt die Einrichtung von spezialisierten Technologieparks, den Genopoles in den Regionen (Avenel et al. 2005). Trotz dieser Massnahmen gilt die Wirtschaftspolitik Frankreichs insgesamt als wenig innovationsfreundlich. Defizite werden in stärkerem Ausmass als in der Schweiz und Deutschland für den Bereich Wissens- und Technologietransfer aus den Universitäten und Forschungseinrichtungen und für den Bereich Unternehmertum diagnostiziert (Radjou 2007, Inspection générale des finances u. Inspection générale de l’administration de l’éducation nationale et de la recherche 2007).

Die Französische Biotechnologieindustrie ist stark zentralisiert. Neben dem Zentrum Paris und der umliegende Île de France gibt es nur noch

kleinere Konzentrationen in Strasbourg, Grenoble, Lyon und Nizza (inkl. Sofia Antipolis) (Lemarié et al. 2000, Mytelka 2001, Corolleur et al. 2003).

Portrait des Biotechnologiestandorts Île de France

Die Île de France und ihr Zentrum Paris ist bezüglich der Einwohnerzahl und der Fläche mit Abstand die grösste der untersuchten Regionen. Im Jahr 2006 hatte die Region 11,543 Mio. Einwohner (BAK Basel 2006).

Auch aufgrund der Grösse der Region ist die Forschungslandschaft der Île de France vielfältig. Herausstechen Universitäten mit Biotechnologie-, Medizin-, Pharmazie- oder Chemiefokus, wie z.B. die Université d'Evry, die Université de Technologie de Compiègne, die Universitäten Paris V, VI (zwischen Rang 77 und 106 des 2007 Life-Sciences Ranking der Shanghai University), VII, XI oder die Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles (ESPCI). Weitere Einrichtungen umfassen die Forschungshospitäler Hôtel Dieu, St. Louis sowie die Forschungseinrichtungen Institut Pasteur, Institut Gustave Roussy, Genoscope in Evry, Généthon sowie die Atomic Energy Commission, die ebenfalls Forschungsaktivitäten mit Überschneidungen zur Biotechnologie unterhält.

In der Region Île de France gibt es zwei bedeutende Technologieparks mit Pharma- oder Biotechnologiefokus. Die Biocitech in Romainville ist ein seit 2003 bestehender, privat geführter Technologiepark in ehemaligen Anlagen des Pharmaunternehmens Sanofi-Aventis. Der zweite Park Genopole besteht seit 1998 und ist Ergebnis einer staatlich Initiative mit dem Ziel einen Biotechnologiecluster in der Île de France zu etablieren. Das Genopole arbeitet eng mit der Université d'Evry zusammen und ist Standort von ca. 20 Forschungseinrichtungen und von rund 60 Unternehmen (Stand 2007, Genopole 2007).

Die Biotechnologie- und Pharmaindustrie ist nur eine von mehreren wirtschaftlichen Schwerpunkten der Region. Aus diesem Grund ist der Beschäftigungsanteil der chemisch-pharmazeutische Industrie relativ gering (siehe Abb. 10 auf S. 69). Die Île de France kann aber auf eine Tradition im Bereich der Pharmaindustrie zurückblicken: So unterhält das Pharmaunternehmen Sanofi-Aventis (siehe auch Tabelle 5 auf S. 43) seinen Hauptsitz sowie wichtige Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in Paris. Dass die Île de France ein wichtiger Hochtechnologiestandort ist, zeigt der hohe Beschäftigungsanteil von Forschungs- und Entwicklungsun-

ternehmen (siehe Abb. 14 auf S. 80). Die Wertschöpfung, welche von solchen Unternehmen erwirtschaftet wird, ist seit dem Jahr 1980 konstant.

Innerhalb der Île de France lassen sich mehrere kleinräumige Konzentrationen der regionalen Biotechnologieindustrie mit unterschiedlicher Entstehung erkennen. Dabei spielen zum einen Forschungseinrichtungen und Universitäten eine Rolle bei der Entstehung, zum anderen nationale Grossprojekte wie das Genopole d'Evry (Boufaden u. Plunket 2003). In der Île de France gibt es 47 Biotechnologieunternehmen, die vorwiegend auf die Entdeckung und Entwicklung von Medikamenten spezialisiert sind oder im Bereich der Entwicklung neuer Technologien tätig sind (siehe Tabelle 9 auf S. 83). Auffällig ist der hohe Anteil von Industrieausgründungen an den Biotechnologieunternehmen der Île de France (siehe Tabelle 8 auf S. 88). 21,28 % aller Biotechnologieunternehmen der Region sind Spin-Offs eines anderen Unternehmens (Gesamtstichprobe: 12,64 %), bei 17,02 % war der Inkubator ein Pharmaunternehmen (Gesamtstichprobe: 5,45 %). Bedeutende Inkubatoren sind neben dem französischen Pharmaunternehmen Sanofi-Aventis auch Niederlassungen US-amerikanischer und Britischer Pharmaunternehmen. Auch der Anteil von Ausgründungen aus Universitäten und Forschungsinstituten liegt in der Île de France mit 44,68 % leicht über dem Durchschnitt der Gesamtstichprobe (Gesamtstichprobe: 40,31 %). Inkubatoren sind unter anderem das Pasteur Institut, die Universität Paris VI und die Forschungsinstitute des INSERM und CNRS. Höhepunkt der Gründungsaktivität im Bereich Biotechnologie in der Île de France war das Jahr 1999. Seit dem ist die Zahl der neu gegründeten Biotechnologieunternehmen wie in den meisten anderen Regionen deutlich zurückgegangen (siehe Abb. 15 auf S. 88).

Portrait des Biotechnologiestandorts Strasbourg

Die Communauté Urbaine de Strasbourg umfasst neben der Kernstadt Strasbourg weitere 27 Gemeinden mit rund 450 Tsd. Einwohnern (Stand 1999; Institut National de la Statistique et des Études Économiques 2007). Der Strasbourger Biotechnologiecluster konzentriert sich die fasst vollständig die Gebiete der Kernstadt und der Gemeinde Illkirch-Graffenstaden.

Kristallisationskern der Strasbourger Biotechnologieforschung und -wirtschaft ist die Ecole Supérieure de Biotechnologie de Strasbourg (ESBS) die seit 1994 in der Gemeinde Illkirch-Graffenstaden angesiedelt ist (Biovalley 2004). Die ESBS ist der University Louis Pasteur angegliedert. Weiter Forschungseinrichtungen umfassen die Ecole Européenne de

Chimie, Polymères et Matériaux de Strasbourg, das Centre Européen d'Etude du Diabète (CEED), das Institut de Recherche contre les Cancers de l'Appareil Digestif (IRCAD). Neben der ESBS hat auch der Parc d'Innovation Illkirch seinen Standort in Illkirch-Graffenstaden. Im Parc d'Innovation Illkirch haben rund 10 Unternehmen aus dem Bereich Pharmaindustrie und Biotechnologie ihren Sitz (Stand 2007, Parc d'Innovation Illkirch 2007).

Strasbourg ist durch das trinationale Projekt Biovalley mit den Regionen Basel und Freiburg verbunden. Sowohl Basel (siehe Kap. 5.1.1), als auch in geringeren Ausmass Freiburg, sind Standorte von Biotechnologie- und Pharmaunternehmen. Biovalley ist eine überwiegend von Privaten getragene Initiative mit dem Ziel, Netzwerke von Unternehmen und Forschungseinrichtungen innerhalb und zwischen den genannten Regionen zu fördern. Strasbourg ist nach der Île de France das zweitwichtigste Zentrum der Französischen Biotechnologieindustrie. Wie in der Île de France ist gibt es auch in Strasbourg ein durch die Zentralregierung geförderten Pôles de Compétitivité im Bereich Biotechnologie und Pharmazie.

Die Regionalwirtschaft weist trotz der Anwesenheit eines Produktionszentrums des US-amerikanischen Pharmaunternehmens Eli-Lily und dem Deutschfranzösischen Pharmaunternehmens Aventis, welches zwischen 1999 und 2004 seinen Sitz in Strasbourg hatte, keine ausgesprochene Spezialisierung und keine Tradition im Bereich der chemisch-pharmazeutischen Industrie auf (siehe Abb. 11 auf S. 69). Die in Abb. 10 (auf S. 69) abgebildete Wertschöpfung der chemisch-pharmazeutische Industrie zeigt aber, dass die Bedeutung dieser Branchen für die Region Strasbourg in den letzten Jahrzehnten deutlich angestiegen ist als in den meisten anderen Regionen (um 791 %; siehe Abb. 10 auf S. 69). Im gleichen Zeitraum hat sich auch die Wertschöpfung von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen erhöht (siehe Abb. 13 auf S. 80). Der Anteil, welchen diese an der Gesamtbeschäftigung hat, liegt allerdings lediglich im Durchschnitt der Untersuchungsregionen.

Zentraler Akteure der Strasbourger Biotechnologieindustrie ist das Unternehmen Transgene. Das bereits im Jahr 1981 gegründete Unternehmen gehört zu den Pionieren bei der Kommerzialisierung biotechnologischer Forschung in Europa. Neben Transgene gibt es in der Region weitere 13 Biotechnologieunternehmen, von denen mit 33,33 % respektive 6,67 % ein überdurchschnittlicher Anteil im Bereich Dienstleistungen respektive Drug Delivery tätig ist (siehe Tabelle 9 auf S. 83). Bezüglich der Entstehung Strasbourger Unternehmen fällt auf, dass es in der Region im Gegensatz zu den anderen Region keinen deutlichen Anstieg der Gründungen um das

Jahr 2000 – also dem Höhepunkt der New Economy – gab (siehe Abb. 15 auf S. 88). Vielmehr wurden in Strasbourg seit dem Jahr 1981 immer wieder einzelne Unternehmen gegründet, ohne dass es eine erkennbare Gründungswelle gegeben hat. Mit einem Anteil von 46,67 % haben dabei Universitätsausgründungen eine besonders grosse Bedeutung für die Entwicklung des Strasbourger Biotechnologieclusters (in der Gesamtstichprobe sind es lediglich 40,31 %; siehe Tabelle 8 auf S. 73). Dass dabei sechs von insgesamt sieben Ausgründungen ihren Ursprung in der Université Louis Pasteur haben, zeigt die grosse Bedeutung dieser Institution für die Region Strasbourg.

Die Britische Biotechnologieindustrie

Grossbritannien gilt als der reifste Biotechnologiestandort in Europa. Indikator hierfür ist neben der grossen Zahl von Biotechnologieunternehmen der hohe Anteil börsennotierter Unternehmen und die überdurchschnittlich hohe Zahl von Wirkstoffen in den Pipelines von produktorientierten Unternehmen (Shyama u. Looze 2002, Ernst & Young 2002, 2003b, 2005a, Lawton-Smith et al. 2005, Senker et al. 2007).

Wie auch in den anderen untersuchten Ländern gibt es mit der Medical Research Council (MRC) eine staatliche Forschungsförderung mit Einfluss auf die Biotechnologieindustrie. Wie bei Deutschen Max-Planck-Instituten und französischen INSERM sind MRC Institute über das ganze Land verteilt. Im Vergleich zu den Deutschen und Französischen Instituten ist das Netzwerk von MRC aber deutlich kleiner. Im Gegensatz zur Schweiz wird auch die Kommerzialisierung der Biotechnologie durch die Unterstützung von Clusterbildung und Vernetzung auf der regionalen Ebene durch das Department of Trade and Industry (DTI⁴⁸) gefördert. Einzelförderungen von Unternehmen, wie sie in Deutschland und Frankreich möglich sind, gibt es in Grossbritannien nicht (Lange 2006). Insgesamt gilt die Forschungs-, Bildungs- und Wirtschaftspolitik in Grossbritannien als deutlich liberaler als die Deutsche oder die Französische (Casper 2000, Hall u. Soskice 2001).

Die Biotechnologie in Grossbritannien ist räumlich zentralisierter verteilt als in der Schweiz und konzentriert sich auf wenige Regionen. Die grössten und bekanntesten dieser regionalen Biotechnologiecluster sind Cambridge und Oxford (Sainsbury 1999, Cooke 2003). Diese beiden Cluster werden im Folgenden als Vergleichsregionen herangezogen. Gemeinsam mit London bilden sie das sogenannte „goldene Biotechnologie Dreieck“. Eine weitere nennenswerte Konzentration von Biotechnologieunternehmen in Grossbritannien befindet sich in Mittelschottland zwischen den Städten Edinburgh und Glasgow.

Portrait des Biotechnologiestandorts Cambridge

Cambridge zählt zu den weltweit aktivsten Standorten für Hochtechnologieunternehmen. Die traditionelle Universitätsstadt Cambridge und die stadtnahen Gebiete des County Cambridgeshire, die auch Silicon Fen („Si-

⁴⁸ Inzwischen Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform.

licon Moor“) bezeichnet werden, haben sich in den letzten Jahren zu einer Konzentration von Unternehmen in den Branchen Informationstechnologie und Biotechnologie entwickelt (Sainsbury 1999). Im Jahr 2006 hatte die Region Cambridge 584 Tsd. Einwohner (BAK Basel 2007).

Kristallisationskern der Forschungslandschaft ist die Cambridge University (Rang 10 des 2007 Life-Sciences Ranking der Shanghai University) und das zugehörige Universitätsspital Addenbrooke's Hospital. Daneben sind das Babraham Institute, das Strangeways Research Laboratory, das Wellcome Trust Sanger Institute, das Cambridge Crystallographic Data Centre und das European Bioinformatic Institute in den Bereichen Pharmazie, Medizin und Biotechnologie tätig. Zudem haben mehrere Forschungseinrichtungen des staatlichen MRC ihren Standort in Cambridge (MRC Laboratory of Molecular Biology, MRC Biostatistics Unit, MRC Human Nutrition Research, MRC Epidemiology Unit sowie das MRC Centre for Protein Engineering; Barrel 2004).

Im Bereich Technologietransfer sind die Netzwerkinitiativen Cambridge Network, ERBI und vor allem Cambridge Enterprise, die Transferstelle der Cambridge University aktiv. Räumlichkeiten und Dienstleistungen eines Inkubators bieten der Babraham Research Campus und der Peterhouse Technology Park. Wie auch in der Region Oxford spielen in Cambridge Universitätsausgründungen eine herausragende Rolle für die Entstehung des Biotechnologieclusters (Casper u. Karamanos 2003, Garnsey u. Hefernan 2005).

Cambridge ist Standort von Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen grosser Pharmaunternehmen wie z.B. GlaxoSmithKline und Sanofi-Aventis. Allerdings ist der Beschäftigungsbeitrag der chemisch-pharmazeutischen Industrie in der Region Cambridge im Vergleich zur Region Oxford und zu den anderen Untersuchungsregionen gering (siehe Abb. 11 auf S. 69). Ähnlich wie die Region Oxford ist die Wirtschaftsstruktur in der Region Cambridge durch kleine Hochtechnologieunternehmen geprägt (Garnsey u. Lawton-Smith 1998). Abb. 14 (auf S. 80) zeigt, dass der Beschäftigungsanteil solcher Forschungs- und Entwicklungsunternehmen der höchste aller Untersuchungsregionen ist. Zudem ist der Wertschöpfung dieser Unternehmen im Gegensatz zur Region Oxford in den letzten Jahren weitgehend konstant geblieben und nicht gefallen (siehe Abb. 13 auf S. 80).

Die Biotechnologieindustrie der Region Cambridge besteht aus 63 aktiven Unternehmen und ist damit die zweitgrösste der in dieser Studie untersuchten regionalen Biotechnologieindustrien. Wie bei den meisten anderen

Untersuchungsregionen entwickelte sich der Biotechnologiecluster in Cambridge ab Mitte der 1990er Jahre dynamisch (siehe Abb. 15 auf S. 88). Biotechnologieunternehmen aus Cambridge sind dabei im Vergleich zur Gesamtstichprobe überdurchschnittlich häufig auf die Entwicklung von Medikamenten (46,05 %, Gesamtstichprobe: 34,86 %) und Bioinformatikanwendungen spezialisiert (9,21 %, Gesamtstichprobe: 5,45 %; siehe auch Tabelle 9 auf S. 83). Der Anteil von Ausgründungen sowohl aus der Wissenschaft als auch aus der Forschung ist in Cambridge unterdurchschnittlich. Der Anteil von Unternehmen, die nicht als Ausgründung entstanden sind und über deren Herkunft keine Angaben verfügbar sind, ist im Vergleich hoch ist (siehe Tabelle 8 auf S. 73). Die Universität Cambridge ist mit 15 Ausgründungen wichtigster Inkubator der Region. Zudem gibt es in der Region viele Zweigbetriebe regionsexterner Biotechnologieunternehmen, wie z.B. Amgen und Genzyme. Diese beiden US-amerikanischen Biotechnologieunternehmen zählen zu den weltweit grössten Unternehmen ihrer Branche (siehe auch Tabelle 6 auf Seite 51). Zudem ist Cambridge Standort einer grösseren Anzahl von Unternehmen, die aus Universitäten und Forschungseinrichtungen an anderen Standorten ausgegründet wurden (siehe Tabelle 8 auf S. 73).

Portrait des Biotechnologiestandorts Oxford

Die Region Oxford umfasst neben der Kernstadt das County Oxfordshire. Die Region hat rund 628 Tsd. Einwohner (Stand 2006, BAK Basel 2007). Wie in anderen Regionen konzentriert sich der Biotechnologiecluster auf den Kern der Agglomeration.

Oxford verfügt über eine der grössten Konzentration von Forschungseinrichtungen in Europa (Lawton-Smith 2003 u. 2004). Kern dieser Forschungslandschaft ist die Universität Oxford (Rang 12 des 2007 Life-Sciences Ranking der Shanghai University) und das angegliederte Universitätskrankenhaus John Radcliffe Hospital. Daneben sind in der Region die Oxford Brooke University, das Wellcome Trust Centre for Human Genetics (ist der Oxford University angegliedert) sowie mehrere Institute des Medical Research Council ansässig (die MRC Anatomical Unit, die MRC Functional Genetics Unit oder die MRC Molecular Haematology Unit). Die Forschungseinrichtungen sind insbesondere auf die Genomik konzentriert (Lawton-Smith et al. 2005).

Im Gegensatz zu den in den in Kapitel 5.1 vorgestellten Schweizer Regionen gibt es in Oxford private und öffentliche Akteure im Bereich des Technologietransfers. Hierzu zählen z.B. das Oxfordshire Bioscience Net-

work, der Oxford Science Park, Milton Park, die Hadasit Stiftung und Isis Innovation, die Technologietransferstelle der Universität Oxford (Mihell et al. 1997, Lawton-Smith et al. 2005). Die Technologietransferstelle Isis Innovation verfolgte im Gegensatz zu den Technologietransferstellen Schweizer und Deutscher Universitäten bereits seit den 1980er Jahren eine aktive Förderung von Ausgründungen. Daneben werden Dienstleistungen für junge Unternehmen im Bereich Startkapital (seed capital) und Zugang zu Netzwerken angeboten. Anzumerken ist, dass Lawton-Smith (2005) – auch wegen dieser grossen Dichte von Beteiligten – eine fehlende Kohärenz bei der Förderung der Biotechnologieindustrie beanstandet.

Lawton-Smith (2003) bezeichnet die Regionalwirtschaft von Oxford als „Hochtechnologie-Ökonomie“ und schätzt, dass es in Oxford ca. 1'400 Hochtechnologieunternehmen mit ca. 37'000 Beschäftigten gibt. Diese wirtschaftliche Spezialisierung zeigt sich auch in dem zweit höchsten Beschäftigungsanteil von Forschungs- und Entwicklung aller Regionen (siehe Abb. 14 auf S. 80). Die Hochtechnologielandschaft ist durch kleine und mittelgrosse Technologieunternehmen und Forschungs- und Entwicklungsabteilungen grosser Unternehmen gekennzeichnet. Hauptsitze grosser Technologieunternehmen gibt es z.B. im Gegensatz zu Basel nicht. In Oxford sind einige Pharmaunternehmen mit Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten vertreten. Allerdings ist die Wertschöpfung, welche in dieser Branche in Oxford erwirtschaftet wird gegen den Trend in den anderen Untersuchungsregionen stark zurückgegangen (Abb. 13 auf S. 80). Dieser Rückgang ist auch dadurch zu erklären, dass sich forschende Biotechnologieunternehmen zu produzierenden Pharmaunternehmen entwickelt haben. Abb. 10 (auf S. 69) zeigt, dass die Wertschöpfung der chemischen- pharmazeutisch Industrie seit dem Jahr 1980 stark gewachsen ist (allerdings von tiefer Basis aus). Die Pharmaunternehmen Abbot Laboratories, Novartis (in Oxford früher Chiron), Nycomed, Zeneus Pharma oder Lombard Medical forschen und entwickeln am Standort Oxford.

Einen wichtigen Teil dieser Hochtechnologiewirtschaft machen Biotechnologieunternehmen aus (Lawton-Smith et al. 2005, Glasson et al. 2006). In Oxford gibt es 47 derzeit aktive Biotechnologieunternehmen, die überdurchschnittlich häufig im Bereich der Entwicklung von Medikamenten (40,00 % im Vergleich zu 34,86 % bei der Gesamtstichprobe) und Diagnostika tätig sind (16,36 % im Vergleich zu 12,42 % bei der Gesamtstichprobe; siehe auch Tabelle 9 auf S. 83). Mit 49,09 % sind fast die Hälfte aller Biotechnologieunternehmen aus der Region Oxford Wissenschaftsausgründungen (siehe Tabelle 8 auf S. 73). Aus der Universität Oxford wurden 24 Biotechnologieunternehmen ausgegründet. Diese Institution ist

damit mit grossem Abstand der wichtigste Inkubator für Ausgründungen in der Region. Ein Grund für diese hohe Zahl von Ausgründungen aus dieser Institution ist die aktive Förderung der Kommerzialisierung der Biotechnologie durch die Universität Oxford, die in diesem Bereich im Europäischen Vergleich führend ist (Lawton-Smith u. Ho 2006). Daneben gibt es in der Region Oxford überdurchschnittlich viele Niederlassungen von Biotechnologieunternehmen aus anderen Regionen. Im Gegensatz zu den Schweizer Untersuchungsregionen werden in der Region Oxford bereits seit Beginn der 1990er Jahre Biotechnologieunternehmen in grösserem Ausmass gegründet (siehe Abb. 15 auf S. 88).

Die Deutsche Biotechnologieindustrie

Ähnlich wie die Schweiz und Frankreich gilt auch Deutschland als ein „latecomer“ bei der Biotechnologie (Casper et al. 1999, Casper 2000). Seit Ende der 1990er Jahre hat sich die Deutsche Biotechnologieindustrie bezüglich der Anzahl der Unternehmen zur Grössten in Europa entwickelt (siehe Tabelle 7 auf S. 67, Ernst & Young 2002, 2003b, 2005a). Der Deutschen Biotechnologieindustrie wurde bis zum Platzen der Hochtechnologieblase in den Jahren 2001 und 2002 wenig Substanz attestiert – also wenig vermarktbar Produkte und Dienstleistungen. Heute wird davon ausgegangen, dass die sie bezüglich ihrer Produkte und Dienstleistungen konkurrenzfähiger geworden ist (Venture Magazin 2004, Hofmann 2007a, Senker et al. 2007). Die Deutsche Biotechnologieindustrie gilt als besonders stark bei ermöglichenden Technologien, also Technologien die während des Forschungs-, Entwicklungs- oder Produktionsprozess eingesetzt werden (Shyama u. Looze 2002).

Viele für die Biotechnologieindustrie wichtige Politikfelder werden in Deutschland auf der nationalen Ebene oder auf Länderebene bestimmt (Adelberger 2000, Kaiser u. Prange 2004). Wichtig für die Entwicklung sind Forschungseinrichtungen, wie z.B. die Fraunhofer-Gesellschaft (FHG) oder Max-Planck-Gesellschaft (MPG) (Adelberger 2000, Engel u. Heneric 2006). Ähnlich wie die das MRC in Grossbritannien verfügen diese Gesellschaften über eine Vielzahl spezialisierter Institute in verschiedenen Deutschen Regionen. Daneben werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ähnlich wie bei die Schweizer SNF Schwerpunktprogramme gefördert, für die sich WissenschaftlerInnen aller Forschungseinrichtungen bewerben können. Die Kompetenzen für die Hochschulpolitik liegen in Deutschland auf Länderebene.

Wie in Frankreich und in Grossbritannien ist neben der nationalen Forschungsförderung auch die Wirtschaftspolitik im Bereich Biotechnologieindustrie aktiv. Prominentestes Beispiel ist der Bioregio-Wettbewerb, bei dem sich Regionen um Fördergelder bewerben konnten. Nach Auffassung der meisten Experten sind die Auswirkungen dieses Politikfeldes jedoch relativ gering geblieben (Giesecke 2000, Dohse 2000, Engel u. Heneric 2006). Wie in Frankreich investiert auch in Deutschland die öffentliche Hand in junge Biotechnologieunternehmen und betriebliche Einzelförderungen sind möglich.

Im Vergleich zu Frankreich oder Grossbritannien sind Biotechnologie Unternehmen in Deutschland räumlich deutlich dezentraler verteilt. Mit München und der Region Rhein-Neckar werden zwei der Gewinnerregio-

nen des oben genannten Bioregio-Wettbewerbs in der vorliegenden Studie als Fallstudien analysiert. Weitere wichtige Biotechnologiecluster gibt es zum im Rheinland, Berlin oder in der Rhein-Main Region.

Portrait des Biotechnologiestandorts München

Die Region München umfasst neben dem Kreis München die Landkreise Freising, Erding, Eichstätt, Neuburg-Schrobenhausen, Pfaffenhofen, Ingolstadt, Starnberg, Dachau, Fürstenfeldbruck und Ebersberg. In der Region leben rund 2,9 Mio. Einwohner (Stand 2006; BAK Basel 2007).

In München gibt es eine besonders grosse Dichte an Forschungseinrichtungen im Bereich der Life-Sciences (Kaiser 2003). Die Technischen Universität München (TUM, zwischen Rang 52 und 76 des 2007 Life-Sciences Ranking der Shanghai University), die Ludwigs-Maximilian-Universität (LMU, Rang 50 des 2007 Life-Sciences Ranking der Shanghai University), die Max-Planck-Institute (MPI) Biochemie und Neurobiologie sowie das Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF) der Helmholtz Gesellschaft forschen und entwickeln in diesem Feld. Den Münchner Hochschulen sind die Universitätskrankenhäuser Grosshadern, Innenstadt (beide LMU) und das Klinikum Rechts der Isar (TUM) angegliedert. Daneben wird auch an den Fachhochschulen München und Weihenstephan im Bereich Biotechnologie und Pharmazie geforscht und das Deutsche Herzzentrum unterhält eine Forschungseinrichtung in München (Bio-M 2003, 2004 u. 2005).

Die Region München verfügt mit der Bio-M AG über einen zentralen Akteur, der im der Netzwerkbildung tätig ist und Beratungsdienstleistungen für junge Unternehmen bietet. Darüber verfügt die Bio-M AG über einen eigenen Risikokapitalfond. Mit dem Innovations- und Gründerzentrum Biotechnologie (IZB) in Martinsried gibt es zudem einen räumlichen Kristallisationskern der Biotechnologieindustrie. Im ITZ haben rund 43 Unternehmen mit 470 Mitarbeitenden auf 20.000m² ihren Standort in räumliche Nähe zum Klinikum Grosshadern und den beiden Münchner Max Plack Instituten (Stand 2006; IZB 2007).

München gilt als eine der wirtschaftlich stärksten Regionen in Deutschland. Allerdings ist die Münchner Wirtschaft nicht schwerpunktmässig auf die Pharmaindustrie spezialisiert, sondern zeichnet sich durch eine diversifizierte Wirtschaftsstruktur aus. München ist Hauptsitz von grossen Dienstleistern und Industrieunternehmen wie z.B. MAN, Allianz, Siemens und BMW. Daneben sind in München auch Pharma- und Biotechnologie-

unternehmen vertreten (z.B. Essex Pharma, GSK, Merck, Biogen-Idec, Gilead-Sciences, Amgen). Ein wichtiger Baustein des Münchner Biotechnologieclusters ist der Basler Pharmakonzern Roche, der am Standort Penzberg seine grösste Produktions-, Entwicklungs- und Forschungseinrichtung für Biopharmazeutika mit 3'750 Mitarbeitern betreibt (Stand 2007; Hofmann 2006b, Roche 2007). Aufgrund der diversifizierten Struktur der Münchner Wirtschaft sind Beschäftigungsanteile der chemisch-pharmazeutischen Industrie und der Forschung und Entwicklung gering (siehe Abb. 10 auf S. 69 und Abb. 13 auf S. 80). Während sich die Wertschöpfung der Münchner chemisch-pharmazeutischen Industrie wenig dynamisch entwickelt hat, (siehe Abb. 11 auf S. 69), ist die Wertschöpfung von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen stark gestiegen (siehe Abb. 14 auf S. 80). Sie lag im Jahr 2006 rund 230 % höher als im Jahr 1980.

Die Region München hat mit 75 Unternehmen den grössten Biotechnologiecluster aller Untersuchungsregionen. Münchner Biotechnologieunternehmen sind dabei deutlich seltener auf die Entdeckung und Entwicklung neuer Medikamente spezialisiert als Unternehmen aus den meisten anderen Untersuchungsregionen (siehe Tabelle 9 auf S. 83). Der Anteil von Unternehmen, die in der Entwicklung neuer Technologien aktiv sind liegt dagegen mit 25,81 % über dem Durchschnitt der Gesamtstichprobe (hier sind es lediglich 17,65 % aller Unternehmen).

Der Münchner Biotechnologiecluster zeichnet sich seit dem Jahr 1996 durch eine hohe Gründungstätigkeit aus, die sich auch nach dem Jahr 2002 – also dem Ende der New Economy – nur geringfügig abgeschwächt hat (siehe Abb. 15 auf S. 88). Der Anteil der Ausgründungen aus der Wissenschaft gehört dabei mit 51,61 % mit Zürich und Lausanne zu den höchsten der Stichprobe (Gesamtstichprobe: 40,31 %; siehe Tabelle 8 auf S. 73). Besonders aktive Unternehmensgründer waren dabei Angehörige der MPI (14 Ausgründungen), der LMU (9 Ausgründungen), der TUM (8 Ausgründungen) und des GSF (7 Ausgründungen). Ausgründungen aus der Wirtschaft spielen in München eine geringere Bedeutung als in den meisten anderen Untersuchungsregionen (8,69 % während es bei der Gesamtstichprobe 12,64 % sind). Mitarbeiter des Biotechnologieunternehmens Morphochem, welches inzwischen von der österreichischen Biovertis übernommen wurde – haben in mehreren Fällen weitere Biotechnologieunternehmen gegründet.

Portrait des Biotechnologiestandorts Rhein-Neckar

Die Region Rhein-Neckar umfasst das Ballungsgebiet zwischen den Städten Heidelberg, Mannheim und Ludwigshafen in den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg. In Baden-Württembergischen Teil der Region leben 984 Tsd. Einwohner, im Rheinlandpfälzischen Teil der Region 873 Tsd. Einwohner (ebenfalls Stand 2006, BAK Basel 2007). Auch aufgrund seiner polyzentrischen Struktur hat sich die Wirtschaft der Region Rhein-Neckar nicht einheitlich entwickelt.

Während das industrielle Herz der Region in den Städten Mannheim und Ludwigshafen liegt, ist Heidelberg das wissenschaftliche Zentrum der Rhein-Neckar Region (Stahlecker u. Krauss 2001, Krauss u. Stahlecker 2003). Zu nennen sind neben der Ruprecht-Karls-Universität (laut dem 2007 Life-Sciences Ranking der Shanghai University nicht unter den besten Universitäten in diesem Feld) und dem Universitätskrankenhaus Heidelberg, das Deutsche Institut für Krebsforschung, das MPI für medizinische Forschung und das European Molecular Biology Laboratory (EMBL).

Der Verein Bioregio Rhein-Neckar-Dreieck ist im Bereich Netzwerkbildung aktiv. Der Technologiepark Heidelberg bietet in seinem Biopark auf 46'000qm Labor und Büroflächen für rund 70 Unternehmen, von denen die meisten im Bereich Biotechnologie oder Pharmazie tätig sind (Technologiepark Heidelberg 2007).

Die Region Rhein-Neckar ist ein traditioneller Standort der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Das Ludwigshafener Chemieunternehmen BASF gilt heute als das weltweit grösste Chemieunternehmen (BASF 2006 und 2007). Zudem gibt es in Ludwigshafen einen grossen Forschungs- und Entwicklungsstandort des US-amerikanischen Pharmaunternehmens Abbott-Laboratories mit rund 2.000 Beschäftigten, der aus früheren Pharmaaktivitäten der BASF hervorgegangen ist (Pharmazeutische Zeitung 2000, Abbott Laboratories 2007). Nach der Übernahme von Böhlinger-Mannheim durch Roche ist Mannheim heute ein wichtiger Standort der Diagnostiksparte des Basler Pharmaunternehmens. Am Standort Mannheim beschäftigt Roche zirka 6'700 Mitarbeitern (Stand 2006; Fischer 1997, Roche 2007). Diese wirtschaftliche Spezialisierung der Rhein-Neckar Region zeigt sich an dem zweithöchsten Beschäftigungsanteil der chemisch-pharmazeutische Industrie von allen Untersuchungsregionen (siehe Abb. 11 auf S. 69). Dieser Anteil ist seit 1980 zurückgegangen und die Wertschöpfung in dieser Branche hat sich deutlich weniger dynamisch entwickelt, als in den anderen Regionen (siehe Abb. 10 auf S. 69). Neben

Pharma- und Chemieunternehmen hat die regionale Wirtschaft Schwerpunkte im Bereich Maschinenbau und Softwareentwicklung. Der Beschäftigungssahnteil von Forschungs- und Entwicklungsunternehmen lag im Jahr 2006 unter dem Durchschnitt der Gesamtstichprobe (siehe Abb. 14 auf S. 80). Die Wertschöpfung in dieser Branche weist allerdings seit 1980 einen deutlichen Anstieg auf (siehe Abb. 13 auf S. 80).

Die Biotechnologieindustrie der Rhein-Neckar Region besteht aus 35 Unternehmen, die wie in München überdurchschnittlich häufig im Bereich Technologieentwicklung aktiv sind (21,62 %, Gesamtstichprobe: 17,65 %). Daneben lässt sich auch eine Spezialisierung auf die Bereiche Diagnostik (16,22 %, Gesamtstichprobe: 12,42 %) und Bioinformatik (8,11 %, Gesamtstichprobe: 5,45 %) erkennen. Unternehmen aus der Rhein-Neckar Region sind deutlich häufiger Wirtschaftsausgründungen als bei den meisten anderen Untersuchungsregionen (siehe Tabelle 8 auf S. 73). 8,11 % aller Biotechnologieunternehmen der Region sind Ausgründungen aus Pharmaunternehmen, während es bei der Gesamtstichprobe nur 5,45 % sind. Ausgründungen aus Biotechnologieunternehmen sind mit 21,61 % sogar fast dreimal so häufig wie bei der Gesamtstichprobe (7,63 %). Bei genauerer Analyse der Ausgründungen aus anderen Biotechnologieunternehmen zeigt sich, dass viele Gründungen in Zusammenhang mit Restrukturierungen und Konkursen der Inkubatorunternehmen stehen. Wichtigste Inkubatoren sind das Pharmaunternehmen Roche bzw. sein Vorgängerunternehmen Böhringer-Mannheim, aus dem vier Unternehmen ausgegründet wurden und das Deutsche Krebsforschungszentrum in Heidelberg mit drei Ausgründungen. Die Ausgründungen aus den Pharmaunternehmen Roche spielten sich dabei überwiegend in der Folge der Übernahme Böhringer-Mannheims im Jahr 1997 statt. Für den Zeitraum zwischen den Jahren 1997 und 2002 lässt sich wie in den meisten anderen Untersuchungsregionen eine erhöhte Gründungstätigkeit beobachten (siehe Abb. 15 auf S. 88). Seit dem Jahr 2004 haben die Gründungsaktivitäten in der Rhein-Neckar Region allerdings deutlich nachgelassen und der Biotechnologiecluster hat sich in dieser Zeit konsolidiert. Bei der Konsolidierung spielte der Gründer des ebenfalls in der Region ansässigen Softwareunternehmens SAP Dietmar Hopp eine Aktive Rolle, in dem er mehrere Unternehmen übernahm und unter einem administrativen Dach zusammenführte (Schiessl 2007).

Anhang 3 Verwendete Datenbanken und Unternehmensverzeichnisse

- Cambridge Network (2007)
- ERBI (2007), www.erbi.co.uk
- Babraham Bioscience Technologies Ltd, www.babraham.com;
- Cambridge Science Park, www.cambridgesciencepark.co.uk;
- Cambridge University, List of Spin-of companies, www-leeper.ch.cam.ac.uk/pgapp/centres.html;
- St John's Innovation Centre, www.stjohns.co.uk/tenants.html;
- MyBio biodirectory, www.mybio.net/biowiki/Main_Page;
- Oxfordshire Bioscience Network, www.oxfordshirebioscience.com;
- Isis Innovation Ltd., www.isis-innovation.com;
- Venture Valuation, www.swisslifesciences;
- Biovalley Schweiz, www.biovalley.ch;
- Bioalps, www.bioalps.ch;
- ZürichMedNet, www.greaterzuricharea.ch;
- Basel Areas Life Sciences, www.lifesciences.ch;
- Heidelberg Innovation, www.hd-innovation.de;
- Technologiepark Heidelberg, www.technologiepark-heidelberg.de;
- BioPro Baden Württemberg, www.bio-pro.de;
- Bio Region Rhein Neckar Dreieck, www.bioregion-rnd.de;
- Uni Heidelberg, www.uni-heidelberg.de;
- Bio M (München), www.bio-m.de;
- Ludwigs Maximilian Universität München, www.uni-muenchen.de;
- Technische Universität München, www.tum.de;
- Innovations- und Gründerzentren Biotechnologie Martinsried, www.izb-online.de;
- Paris Biotech Sante, www.parisbiotech.org;
- Genopole, www.genopole.org;
- Institut Pasteur, www.pasteur.fr;
- École supérieure de biotechnologie de Strasbourg, www-esbs.u-strasbg.fr;
- Parc d'innovation d'Illkirch, www.parcinnovationillkirch.com.

Anhang 4 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Arithm. Mittel	arithmetisches Mittel
BBT	Bundesamt für Berufsbildung und Technologie (Schweiz)
BII	Basel Institut für Immunologie
BMBF	Bundesministeriums für Bildung und Forschung (Deutschland)
BSP	Bruttosozialprodukt
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
CERN	Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (in Genf; früher Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire)
CHUV	Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (Lausanne)
CNRS	Conseil National de la Recherche (Frankreich)
CRO	Contract Research Organizations
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DTI	Department of Trade and Industry (Grossbritannien)
EMBL	European Molecular Biology Laboratory (Heidelberg)
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
ESBS	Ecole Supérieure de Biotechnologie de Strasbourg
ESPCI	Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles (in Paris)
ETH	eidgenössisch technischen Hochschulen (Schweiz)
ETHZ	eidgenössisch technische Hochschule Zürich
FH	Fachhochschule
FHG	Fraunhofergesellschaft
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
FMI	Friedrich-Miescher-Institut (Basel)
FuE	Forschung und Entwicklung
GB	Grossbritannien
GSF	Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (München)
GSK	GlaxoSmithKline (Pharmaunternehmen)
Hop	Hôpital
i.E.	im Erscheinen

INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale (Frankreich)
Inst	Institut
IRCAD	Institut de Recherche contre les Cancers de l'Appareil Digestif (in Strasbourg)
ISREC	Swiss Institute for Experimental Cancer Research (Lausanne)
IT	Informationstechnologie
IZB	Innovations- und Gründerzentrum Biotechnologie (München)
Kap.	Kapitel
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
KTI	Kommission für Technologie und Innovation (Schweiz)
LMU	Ludwigs-Maximilian-Universität (München)
Mabs	monoklonale Antikörper (monoclonal antibodies)
Mio.	Millionen
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
MRC	Medical Research Council (Grossbritannien)
Mrd.	Milliarden
n	Stichprobenumfang
n. klass.	nicht klassifiziert
NCCR	National Centres of Competence in Research (Schweiz)
NIS	Nationales Innovationssystem
NME	new medical entities (neue aktive Substanzen)
NOGA	Nomenclature Générale des Activités économiques
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
RIS	Regionales Innovationssystem
RNA	Ribonukleinsäure
SNF	Schweizerischer Nationalfonds
STI	Schweizerische Tropeninstitut
TUM	Technischen Universität München
u.	und
Uni	Universität
Unt.	Unternehmen
USD	US-Dollar
z.B.	zum Beispiel

Curriculum Vitae**Christof Klöpper**

Geboren am 22.3.1975 in Bielefeld, Deutschland
Staatsangehörigkeit: Deutsch; Familienstand: verheiratet

Berufserfahrung

seit Mai 2007	Leiter Standortförderung Industrie und Technologie, DEPARTEMENT FÜR WIRTSCHAFT, SOZIALES UND UMWELT DES KANTONS BASEL-STADT
Sept. 2006 - April 2007	Stab wirtschaftspolitische Grundlagen und Leiter Bestandespflege im WIRTSCHAFTS- UND SOZIALDEPARTEMENT DES KANTONS BASEL-STADT
April 2003 - Aug. 2006	Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der UNIVERSITÄT BASEL, Lehrstuhl Humangeographie, Stadt- und Regionalforschung

Ausbildungsdaten

April 2003 bis voraussichtlich Juni 2009	Promotionsstudent an der UNIVERSITÄT BASEL bei Frau Prof. Dr. Schneider-Sliwa mit dem Dissertationsprojekt: Globale Netzwerke, regionale Einflüsse: Die Struktur und Geographie von Innovationsprozessen in der Biotechnologie.
Feb. 2004 - März 2004	Forschungsaufenthalt an der OHIO STATE UNIVERSITY und dem CENTER FOR URBAN AND REGIONAL ANALYSIS in Columbus, Ohio/USA
Aug. 1999 - Mai 2000	CLARK UNIVERSITY in Worcester, Massachusetts/USA Studium im Geographie Ph.D. Programm
Sept. 1996 - April 2003	UNIVERSITÄT TRIER, Deutschland Studium der Wirtschaftsgeographie, Volkswirtschaftslehre und Betriebswirtschaftslehre, Geomathematik bis zum Vordiplom; Abschluss Diplomgeograph: mit Auszeichnung Diplomarbeit bei Prof. Dr. Heiner Monheim: „Cluster in wissensintensiven Wirtschaftszweigen: Die IT-Wirtschaft in Paderborn“; ausgezeichnet als beste Diplomarbeit der Studienrichtung in 2003

Praktische Erfahrungen

Sept. 1997 - Dez. 2002	UNIVERSITÄT TRIER: Tutor „Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre“, „Grundzüge der Geostatistik“ und „Grundlagen deskriptiver Statistik“; Projektmitarbeit „Gewerbestrukturuntersuchung Offenbach“
Aug. 2000 - Okt. 2000	Praktikum beim WUPPERTAL INSTITUT für Klima, Umwelt und Energie Politikberatung zum Thema „North European Trade Axis“; Datenauswertung und Verfassen des Projektberichts in Englisch
Mai 2000 - Juni 2000	Praktikum bei MOVE MASSACHUSETTS, Boston, USA Mitarbeit bei Mediationsverfahren zu Infrastrukturgrossprojekten

Sept. 1994 - März 1996	ALTENHEIM BECKHOF der von Bodelschwingschen Anstalten in Bielefeld Zivildienst und anschließend Beschäftigung als Pflegehelfer
------------------------	---

Fähigkeiten, Kenntnisse & Interessen

Sprachkenntnisse	Englisch: verhandlungssicher in Wort und Schrift Französisch & Spanisch: Grundkenntnisse
EDV-Kenntnisse	Word, Powerpoint, Excel, Access, SPSS, ArcGIS, Grafikprogramme (Freehand, Illustrator u.a.), Bildbearbeitung (Photoshop u.a.), HTML, Grundkenntnisse SQL & VBA
Interessen	Kajakfahren, Rennrad, Reisen

Basel, 24. März 2009