

Schriftenreihe des Fraunhofer-Instituts
für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI



Viola Peter

Institutionen im Innovationsprozess

Eine Analyse anhand der biotechnologischen
Innovationssysteme in Deutschland und Japan

Mit 54 Abbildungen und 44 Tabellen

Springer-Verlag

Berlin Heidelberg GmbH

Dr. Viola Peter
Europäische Kommission
DG Forschung
Rue de la Loi/Wetstraat 200
B-1050 Brüssel
Belgien
viola.peter@cec.eu.int

ISSN 1431-9659
ISBN 978-3-7908-1462-0

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Peter, Viola: Institutionen im Innovationsprozess: eine Analyse anhand der biotechnologischen Innovationssysteme in Deutschland und Japan / Viola Peter. – Heidelberg: Physica-Verl., 2002

(Technik, Wirtschaft und Politik; Bd. 46)

ISBN 978-3-7908-1462-0

ISBN 978-3-642-57466-5 (eBook)

DOI 978-3-642-57466-5

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002

Ursprünglich erschienen bei Physica-Verlag Heidelberg 2002

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Erich Kirchner, Heidelberg

SPIN 10861903

88/2202-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort

Die Biotechnologie wird als eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhundert bezeichnet. Nicht nur aufgrund spektakulärer wissenschaftlicher Erkenntnisse hat sie in den letzten Jahren ein breiteres Interesse in der Bevölkerung, den Medien, in Industrie und Politik gefunden. Anwendungspotenziale versprechen jedoch nicht nur Segen, sondern eröffnen durchaus begründete Ängste. Dementsprechend werden Entwicklungen dieser Technologie von vielen Gruppen aufmerksam verfolgt.

Diese Arbeit entstand während meiner Zeit als Doktorandin am Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe. Insbesondere ein Projekt zur Evaluierung der klinischen Forschung in Deutschland, in dem mir in unzähligen Interviews mit Medizinern und Naturwissenschaftlern die Relevanz und wissenschaftliche Dynamik biotechnologischer Methoden immer wieder aufgezeigt wurde, hat mein Interesse an der Biotechnologie und ihren Entwicklungspfaden, geweckt.

Unterstützung für diese Arbeit fand ich in der ein oder anderen Form nicht nur in vielen Gesprächen mit Kolleginnen und Kollegen meiner Abteilung "Technikbewertung und Innovationsstrategien", sondern auch in der Fachabteilung "Innovationen in der Biotechnologie". Mein Dank gilt meiner Abteilung, die mir genügend Freiräume bot, diese Arbeit unabhängig von Projekten durchzuführen. Besonderen Dank möchte ich meinem internen Betreuer Dr. Ulrich Schmoch und meiner Kollegin Angela Hullmann aussprechen, die mir insbesondere im Bereich der Indikatoren wertvolle Hilfe geleistet haben. Auch die Diskussionen mit den Doktoranden und Freunden im ISI haben zur Motivation beigetragen. Ein Großteil des japanischen Datenmaterials wurde während eines Forschungsaufenthalts am NISTEP, Tokyo zusammengetragen. Bei den Kolleginnen und Kollegen dort möchte ich mich ebenfalls für die Anregungen und Hilfestellungen bedanken.

Die Arbeit wurde als Dissertation an der Universität Trier angenommen, auch hier gilt mein Dank meinem Doktorvater Prof. Dr. Harges und meinem Zweitgutachter Prof. Dr. Windolf.

Karlsruhe, Oktober 2001

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Begriffliche und modelltheoretische Erklärungen	7
2.1	Institutionen im Innovationssystem.....	7
2.1.1	Charakterisierung von Institutionen	8
2.1.2	Verlauf des Institutionalierungsprozesses.....	14
2.2	Der Schumpeter'sche Innovationsbegriff und das Innovationsmodell der Marktentstehung	16
2.2.1	Innovationsbegriffe im Konzept von Schumpeter.....	16
2.2.2	Das Modell der Marktentstehung	17
3	Der theoretische Stand der Innovationsforschung	21
3.1	Theoretische Ansätze der Innovationsforschung.....	21
3.1.1	Der Innovationsprozess bei Schumpeter	22
3.1.2	Der Beitrag der Neoklassik und Neuen Wachstumstheorie	24
3.2	Evolutionäre Ansätze	25
3.2.1	Zum wissenschaftstheoretischen Hintergrund.....	26
3.2.2	Der Ansatz von Dosi.....	30
3.2.3	Der Ansatz von Freeman und Perez	34
3.2.4	Einschätzung der evolutionstheoretischen Beiträge	36
3.3	Empirische Ansätze der Innovationsforschung	37
3.3.1	Ansätze von Pavitt, Grupp und Schmoch.....	38
3.3.2	Weiterentwicklungen des Schumpeter'schen Ansatzes	41
3.3.3	Einschätzung der empirischen Beiträge	46
3.4	Der Ansatz der Nationalen Innovationssysteme.....	46
3.4.1	Entwicklung des Ansatzes	47
3.4.2	Methodische und inhaltliche Merkmale	48

3.4.3	Der 'Systemansatz'	49
3.4.4	Institutionen und Innovationssysteme	54
3.4.5	Einschätzung des NIS-Ansatzes	63
4	Einführung in die Biotechnologie.....	65
4.1	Definition und Entwicklungsstadien der Technologie	65
4.2	Industrien, Methoden und Anwendungen	68
4.3	Technologische Spillover und technologische Spezialisierung in der Biotechnologie.....	73
4.4	Technologischer, institutioneller und industrieller Entwicklungsverlauf in den USA.....	76
4.4.1	Der wissenschaftliche Komplex	77
4.4.2	Institutionelle Rahmenbedingungen	80
4.4.2.1	Wissenstransfer zwischen akademischer Forschung und Industrie	80
4.4.2.2	Regulation: Patentgesetzgebung und Zulassungsverfahren.....	83
4.4.2.3	Einschätzungen der Rahmenbedingungen.....	87
4.4.3	Industrieller Komplex.....	88
5	Konzeption der empirischen Untersuchung	101
5.1	Institutionen und Wandel im biotechnologischen Innovationssystem - Hypothesengenerierung	101
5.2	Vernetztes Lernen im Innovationsprozess: kooperative Forschung als Institution	106
5.3	Zur Analyse von Netzwerken	110
6	Das biotechnologische Innovationssystem Deutschlands.....	117
6.1	Der wissenschaftliche Komplex	117
6.1.1	Forschungsfinanzierung.....	118
6.1.2	Forschungsdurchführung	119
6.1.3	Forschungsleistungen	122

6.2	Institutionelle Rahmenbedingungen	126
6.2.1	Finanzmärkte und Unternehmensgründungen	126
6.2.2	Wissenstransfer zwischen akademischer Forschung und Industrie	128
6.2.3	Regulation: Gesetzgebung und Zulassungsverfahren.....	131
6.2.4	Einschätzung und Vergleich der genannten Rahmen- bedingungen.....	134
6.2.5	Technologiepolitik und Entscheidungsbefugnisse in der Biotechnologie.....	135
6.3	Der industrielle Komplex	139
6.3.1	Pharmaindustrie	140
6.3.2	Chemieindustrie.....	147
6.3.3	Ernährungsindustrie.....	150
6.4	Zusammenfassung und Einschätzung.....	153
7	Das biotechnologische Innovationssystem Japans.....	157
7.1	Der wissenschaftliche Komplex	157
7.2	Institutionelle Rahmenbedingungen	163
7.2.1	Wissenstransfer zwischen akademischer Forschung und Industrie	165
7.2.2	Regulation: Patentgesetzgebung und Zulassungsverfahren.....	168
7.2.3	Finanzmärkte und Unternehmensgründungen	170
7.2.4	Einschätzung und Vergleich der genannten Rahmen- bedingungen.....	173
7.2.5	Technologiepolitik und Entscheidungsbefugnisse in der Biotechnologie.....	173
7.2.5.1	Forschungsförderung der STA	174
7.2.5.2	Forschungsförderung des Monbusho.....	176
7.2.5.3	Neue Entwicklungen in der Forschungspolitik	177
7.2.5.4	Einschätzung der Forschungspolitik.....	179
7.3	Der industrielle Komplex	180
7.3.1	Pharmaindustrie	181
7.3.2	Chemieindustrie.....	188

7.3.3	Ernährungsindustrie.....	195
7.4	Zusammenfassung und Einschätzung.....	199
8	Strategien der Wissensakquirierung – Kooperationsverhalten auf mikroökonomischer Ebene.....	203
8.1	Empirische Ausgangsbasis	203
8.2	Kooperationsverhalten	205
8.3	Ausdehnung und Dichte der Netze.....	216
8.4	Vernetzungsmuster	219
8.5	Einflussgrößen: Nationale Innovationssysteme oder technologische Imperative?.....	225
9	Zusammenfassung und kritische Würdigung.....	229
	Literaturverzeichnis	239
	Expertengespräche	264
Anhang A	Abbildungen und Tabellen	265
Anhang B	Erläuterungen zu Grundlage und Erhebungsmethoden der Daten.....	281

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1	Der Prozess der Institutionalisierung	15
Abbildung 2-2	Entwicklungsverlauf wissenschaftlicher Forschung und industrieller F&E.....	18
Abbildung 3-1	Systemstrukturen.....	50
Abbildung 3-2	Graphische Darstellung der Profile von 12 OECD-Staaten anhand von sechs Unterelementen	57
Abbildung 3-3	Varianten von Politiklogiken	59
Abbildung 4-1	Disziplinen und Anwendungen	66
Abbildung 4-2	Verlauf der F&E-Ausgaben und Anzahl der Wissenschaftler im Bereich der Lebenswissenschaften in den USA 1981-1993.....	78
Abbildung 4-3	Anzahl Publikationen in den Lebenswissenschaften ¹ (1980–1998)	79
Abbildung 4-4	Anzahl Publikationen im Wissensgebiet Biotechnologie (1980–1998)	79
Abbildung 4-5	Die biotechnologische Industrie in den USA – Anzahl der Unternehmensgründungen nach Jahr	89
Abbildung 4-6	Die drei Säulen biotechnologischer startups	98
Abbildung 4-7	Elemente im US-amerikanischen Biotechnologie-Netzwerk.....	99
Abbildung 5-1	Graphische Darstellung eines Netzwerks.....	111
Abbildung 6-1	Verlauf der biotechnologisch relevanten Patente- und Publikationen in den größten deutschen Pharmaunternehmen (kumuliert, 1980-1996)	145
Abbildung 6-2	Publikationen und Patente der größten deutschen Pharmaunternehmen (kumuliert 1981-1998)	146
Abbildung 6-3	Verlauf der biotechnologisch relevanten Patente- und Publikationen in den größten deutschen Chemieunternehmen insgesamt (kumuliert, 1980-1996).....	149
Abbildung 6-4	Publikationen und Patente der größten deutschen Chemieunternehmen (kumuliert 1981-1998).....	150
Abbildung 6-5	Verteilung von Patenten und Publikationen in den größten deutschen Ernährungsunternehmen (kumuliert 1981-1998).....	153

Abbildung 7-1	Verlauf der F&E-Ausgaben im Bereich der Lebenswissenschaften nach öffentlichem und privatem Sektor (1981-1996, in Millionen Yen)	158
Abbildung 7-2	Verlauf der F&E-Aufwendungen in Japan nach Themengebieten (1986-1996, in Mio Yen).....	160
Abbildung 7-3	Verlauf der F&E-Aufwendungen im Bereich der Gentechnik nach Einrichtungen (1986-1996, in 100 Mio. Yen)	161
Abbildung 7-4	Verteilung der Publikationen im Bereich Biotechnologie 1998.....	161
Abbildung 7-5	Verteilung des Budgets für Lebenswissenschaften und der Fördergelder für biotechnologische Grundlagenforschung nach ausgesuchten Ministerien (1996).....	174
Abbildung 7-6	Biotechnologisch relevantes Patent- und Publikationsaufkommen der zehn größten japanischen Pharmaunternehmen (kumuliert, 1980-1998)	184
Abbildung 7-7	Publikations- und Patentaktivitäten der größten japanischen Pharmaunternehmen (kumuliert 1981-1998).....	185
Abbildung 7-8	Biotechnologisch relevantes Patent- und Publikationsaufkommen der zehn größten japanischen Chemieunternehmen (kumuliert, 1980-1996)	191
Abbildung 7-9	Publikations- und Patentaktivitäten der größten japanischen Chemieunternehmen (kumuliert 1981-1998).....	192
Abbildung 7-10	Biotechnologische Forschungsprojekte unter dem JISEDAL bzw. ISTF-Programm	194
Abbildung 7-11	Biotechnologisch relevantes Patent- und Publikationsaufkommen der zehn größten japanischen Unternehmen der Ernährungsindustrie (kumuliert, 1980-1996).....	196
Abbildung 7-12	Publikationen und Patente der größten japanischen Ernährungsunternehmen (kumuliert 1981-1998).....	197
Abbildung 8-1	Verteilung der Partner nach Herkunft und Art.....	206
Abbildung 8-2	Staatlich versus privat initiierte japanische, inländische Unternehmenskooperationen (kumuliert 1980-1998)	207
Abbildung 8-3	Kooperationsinhalte (Gesamtstichprobe, kumuliert 1980-1998)	208
Abbildung 8-4	Ausländische Partner nach Typ (1980-1998).....	209

Abbildung 8-5	Nachfrage bestimmter Kooperationsinhalte an Unternehmen bzw. Biotechnologieunternehmen aus deutscher bzw. japanischer Sicht (Gesamtstichprobe, kumuliert 1980-1998).....	210
Abbildung 8-6	Entwicklung von Lizenzen, Forschungs- und Entwicklungskooperationen im Zeitverlauf (Gesamtstichprobe).....	211
Abbildung 8-7	Entwicklung der Kooperationen nach Anzahl der Inhalte (Gesamtstichprobe)	213
Abbildung 8-8	Entwicklung der komplexen Kooperationsinhalte im Vergleich zum Gesamtverlauf (1980-1998).....	214
Abbildung 8-9	Ausdehnung der Netze: Bestand und Anzahl neuer Unternehmen und neuer Biotechnologiepartner nach Jahr	216
Abbildung 8-10	Zuwächse der Netze (1980-1998)	217
Abbildung 8-11	Ausdehnung der Netze	218
Abbildung 8-12	Dichtemaße der Netze	219
Abbildung 8-13	Patent-, Publikations- und Kooperationsprofile nach Land und Industrie (kumuliert, 1980-1997).....	222
Abbildung 8-14	Biotechnologisch relevante Patent-, Publikations- und Kooperationsaktivitäten der deutschen Pharmaindustrie (1980-1998).....	224
Abbildung A-7-1	Das MHW im biotechnologischen Umfeld.....	265
Abbildung A-7-2	Das MITI im biotechnologisch-relevanten Umfeld	266
Abbildung A-7-3	Das MAFF im biotechnologischen Umfeld	267
Abbildung A-8-1	Entwicklung der Kooperationen in der deutschen Pharmaindustrie nach Anzahl der Kooperationsinhalte	268
Abbildung A-8-2	Entwicklung der Kooperationen in der japanischen Pharmaindustrie nach Anzahl der Kooperationsinhalte	268
Abbildung A-8-3	Entwicklung der Kooperationen in der japanischen Chemieindustrie nach Anzahl der Kooperationsinhalte.....	269
Abbildung A-8-4	Entwicklung der Kooperationen in der japanischen Ernährungsindustrie nach Anzahl der Kooperationsinhalte	269
Abbildung A-8-5	Patent-, Publikations- und Kooperationsaktivitäten der japanischen Pharmaindustrie (1980-1998).....	270

Abbildung A-8-6	Patent-, Publikations- und Kooperationsaktivitäten der japanischen Chemieindustrie (1980-1998).....	271
Abbildung A-8-7	Patent-, Publikations- und Kooperationsaktivitäten der japanischen Ernährungsindustrie (1980-1998).....	272

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1	Analysestränge der Inhalte von Institutionen.....	9
Tabelle 2-2	Analysestränge vermittelnder Elemente von Institutionen	12
Tabelle 3-1	Skalierung der Wissenschaftsbindung von 30 Technikfeldern anhand des NPL-Indexes SII (1989-1992)	40
Tabelle 3-2	Charakteristika der technologischen Regime.....	44
Tabelle 4-1	Distanzen der Biotechnologie zu zehn Technikgebieten zwischen 1982 und 1993 weltweit und nach ausgewählten Ländern (1990-93)	74
Tabelle 4-2	Spezialisierung ausgewählter Länder in der Biotechnologie	75
Tabelle 4-3	Veränderungen der amerikanischen Veröffentlichungen und Ko-Publikationen in den Lebenswissenschaften nach ausgewählten Gruppen (zwischen 1981 und 1993)	83
Tabelle 4-4	Vergleichende Daten der Top 5 der amerikanischen Pharma- und biotechnologischen Industrie (Angaben in Mio. US-Dollar).....	90
Tabelle 4-5	Der Merck/Biotechnologie-Index (1991 und 1996, Angaben in Mrd. US-Dollar)	90
Tabelle 4-6	Verteilung von Umsatz und F&E-Ausgaben börsennotierter Biotechnologieunternehmen nach Unternehmensgröße (1997, in Mio. US-Dollar)	91
Tabelle 4-7	Anzahl der US-Kooperationen in der Biotechnologie 1993/94.....	96
Tabelle 5-1	Kooperationstypen (Beziehungsinhalte)	115
Tabelle 6-1	Verteilung der Publikationen in der Biotechnologie nach Einrichtungen 1998	123
Tabelle 6-2	Publikationsleistungen deutscher Einrichtungen 1998	124
Tabelle 6-3	Zitationsrate Deutschlands in den Lebenswissenschaften nach den wichtigsten Herkunftsländern (1981-1993, Angaben in Prozent).....	124
Tabelle 6-4	Überblick über die zehn umsatzstärksten deutschen Pharmaunternehmen (1998, Angaben in Millionen DM)	144

Tabelle 6-5	Überblick über die börsennotierten deutschen Biotechnologieunternehmen (1. Halbjahr 1999, Angaben in Millionen DM)	144
Tabelle 6-6	Überblick über die zehn umsatzstärksten deutschen Chemieunternehmen (1998, Angaben in Millionen DM)	148
Tabelle 6-7	Überblick über die zehn umsatzstärksten deutschen Nahrungsmittelunternehmen ¹ (1997, Angaben in Millionen DM)	151
Tabelle 7-1	Überblick über Anzahl der Wissenschaftler, Durchführung und Finanzierung in den Lebenswissenschaften 1995	159
Tabelle 7-2	Publikationsleistungen japanischer Einrichtungen 1998	162
Tabelle 7-3	Zitationsrate Japans in den Lebenswissenschaften nach den wichtigsten Herkunftsländern (1991-1993, Angaben in Prozent)	163
Tabelle 7-4	Anzahl von biotechnologischen Kooperationen und gemeinsamen Patenten zwischen staatlichen Universitäten und dem privaten Sektor 1983-1994	177
Tabelle 7-5	Marktvolumen für biotechnologische Produkte in Japan (1995)	180
Tabelle 7-6	Übersicht über Anzahl und Umsatz der japanischen Pharmaindustrie	182
Tabelle 7-7	Überblick über die zehn umsatzstärksten japanischen Pharmaunternehmen und Durchschnittsergebnisse von weiteren 36 börsennotierten Unternehmen (1996, Angaben in 100 Mio Yen)	183
Tabelle 7-8	Überblick über die umsatzstärksten japanischen Chemieunternehmen und Durchschnittsergebnisse von weiteren 139 börsennotierten Unternehmen (1996, Angaben in 100 Mio Yen)	189
Tabelle 7-9	Überblick über die Top 10 japanischen Nahrungs- und Genussmittelunternehmen und Durchschnittsergebnisse von weiteren 91 börsennotierten Unternehmen (1996, Angaben in 100 Mio Yen)	196
Tabelle 8-1	Vier-Felder Matrix der Kooperationsbeziehungen, Spalten- und Zeilensummen	204
Tabelle 8-2	Empirische Datenbasis	204

Tabelle 8-3	Verteilung der Partner von Forschungs- und Entwicklungskooperationen nach Herkunft und Art (kumuliert 1980-1998, Angaben in Prozent)	213
Tabelle 8-4	Verbindungsmuster in den Netzen (kumuliert, Stand 1998).....	220
Tabelle 8-5	Zusammenhang von Kooperationen mit Publikations- bzw. Patentaktivitäten.....	223
Tabelle A-4-1	Entwicklungsverlauf der modernen Biotechnologie (4 Teile)	273
Tabelle A-4-2	Kooperationen aus Sicht biotechnologischer Unternehmen	277
Tabelle A-6-1	Überblick der Fusionen in der Pharmaindustrie.....	278
Tabelle A-7-1	Forschungskonsortien des MHW 1987-1995	279
Tabelle B-1	Anzahl der Unternehmen in den Datensätzen nach Herkunft und Branche	282
Tabelle B-2	Erhobene Unternehmensdaten	282
Tabelle B-3	Kooperationen anhand eines Beispiels (Taisho Pharmaceutical).....	285
Tabelle B-4	Liste der identifizierten kooperierenden deutschen und japanischen Unternehmen	286
Tabelle B-5	Gegenüberstellung von Wissenschaft- und Technikgebieten im Technikfeld Biotechnologie	288
Tabelle B-6	Gegenüberstellung der Technikklassifikation Pharmazeutika: US-Patentklassen (USPOC), US- Produktgruppen (SIC-Code) und Internationale Warengruppen (SITC).....	289
Tabelle B-7	Recherchierte Patentklassen bzw. Wissensgebiete	290