

Barbara Brandl

Wissenschaft, Technologie- entwicklung und die Spielarten des Kapitalismus

Analyse der Entwicklung von Saatgut
in USA und Deutschland



Springer VS

Wissenschaft, Technologieentwicklung und die Spielarten des Kapitalismus

Barbara Brandl

Wissenschaft, Technologie- entwicklung und die Spielarten des Kapitalismus

Analyse der Entwicklung von Saatgut
in USA und Deutschland

 Springer VS

Barbara Brandl
Trier, Deutschland

Dissertation Ludwig-Maximilians-Universität, 2016

u.d.T.: Barbara Brandl: „Wissenschaft, Technologieentwicklung und die verschiedenen Spielarten des Kapitalismus. Über den Einfluss institutioneller Arrangements auf Innovationen. Am Beispiel der Grünen Biotechnologie.“ Die Dissertation wurde mit einem Stipendium des Cusanuswerks gefördert.

ISBN 978-3-658-18922-8 ISBN 978-3-658-18923-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-658-18923-5

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer VS

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

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.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer VS ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Inhalt

Einleitung	1
-------------------------	----------

Kapitel 1

Theoretische Ansätze zum Verhältnis von Institutionen und Technologieentwicklung.....	9
--	----------

1.1 Überblick über theoretische Konzepte des technischen Wandels.....	9
--	----------

1.1.1 Evolutionäre Dynamiken – die Firma als analytische Einheit rückt in den Fokus	12
---	----

1.1.2 Pfadabhängigkeit – die Macht sich selbst verstärkender Prozesse.....	16
--	----

1.1.3 Koevolution von Präferenzen und Institutionen	20
---	----

1.2 Konkretisierung der Fragestellung und Vorstellung des Forschungsprogramms	23
--	-----------

1.2.1 Forschungsstand: Nationale Innovationssysteme und Spielarten des Kapitalismus	25
---	----

1.2.2 Konkretisierung der Forschungsfrage	30
---	----

Kapitel 2

Probleme der Kommodifizierung von Wissen und Wissensarbeit	33
---	-----------

2.1 Vier grundlegende Eigenschaften von Wissen	33
---	-----------

2.1.1 Nicht-Exkludierbarkeit	35
------------------------------------	----

2.1.2 Nicht-Rivalität	36
-----------------------------	----

2.1.3 Unsicherheit.....	38
-------------------------	----

2.1.4 Kontextgebundenheit des Wissens.....	39
--	----

2.2 Wissen als fiktive Ware	41
--	-----------

2.3 Koordinationsprobleme.....	43
---------------------------------------	-----------

2.3.1 Zurechenbarkeits- bzw. Messbarkeitsprobleme	46
---	----

2.3.2 Transaktionskostenspezifische Investitionen	49
---	----

2.4 Eine Typologie der Koordination des Wissenschaftssystems.....	50
--	-----------

2.4.1 Hierarchien	55
-------------------------	----

2.4.2 Märkte.....	57
-------------------	----

2.4.3 Netzwerke	59
-----------------------	----

Kapitel 3

Spielarten des Wissenskapitalismus	65
3.1 Liberale Ökonomien – Hierarchien.....	68
3.2 Liberale Ökonomien – Märkte	77
3.3 Koordinierte Ökonomien – Netzwerke	82
3.4 Wandel.....	91

Kapitel 4

Wissenschaft und Technologieentwicklung im landwirtschaftlichen Sektor. Die historische Genese zentraler Institutionen.....	103
4.1 Das landwirtschaftliche Innovationssystem in den USA	109
4.1.1 Das Verhältnis von privater und öffentlicher Forschung	113
4.1.2 Das Beziehungsgeflecht zwischen den Züchtungsunternehmen.....	123
4.1.3 Das Appropriierungsregime.....	125
4.2 Das landwirtschaftliche Innovationssystem in Deutschland	132
4.2.1 Das Verhältnis von privater und öffentlicher Forschung	136
4.2.2 Das Beziehungsgeflecht zwischen den Züchtungsunternehmen.....	141
4.2.3 Das Appropriierungsregime.....	145

Kapitel 5**Spielarten der Wissenserzeugung**

Die Koevolution von Innovationsobjekt und Wissen.....	153
5.1 Die Koevolution von Koordinationsform und Innovationsobjekt ..	154
5.1.1 Selbstbefruchtende Getreidearten – Linien, implizites Wissen und Netzwerke.....	158
5.1.2 Mais, Soja und Raps – Hybridzüchtung, explizites Wissen und Hierarchien bzw. Märkte	164
5.1.3 Vergleich der beiden Innovationsdynamiken.....	169
5.2 Konkurrenz und Massenprodukte vs. Kooperation und Diversifizierung	175
5.3 Öffentlich finanzierte Forschung – ein öffentliches Gut oder ein Klubgut?.....	185

Zusammenfassung und politische Implikationen.....	199
Literaturverzeichnis	213
Verwendete Datenbanken	239
Danksagung	241

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kommodifizierung von Wissen.....	41
Abbildung 2: Koordinationsformen des Wissenschaftssystems	64
Abbildung 3: Anteil der F&E-Ausgaben am Bundeshaushalt der USA in Prozent 1962–2016	78
Abbildung 4: Spielarten des Wissenskaptalismus – eine Typologie	90
Abbildung 5: Anteil der F&E-Ausgaben an den Gesamtausgaben der BRD (Bund und Länder) in Prozent 1965–2012.....	98
Abbildung 6: F&E-Ausgaben Deutschland vs. USA.....	101
Abbildung 7: Private und öffentliche Ausgaben für Forschung und Entwicklung in den USA 1950–2009.....	119
Abbildung 8: Weizenproduktion/Export USA 1910–2005 in Millionen Tonnen	121
Abbildung 9: Exporte der USA 1961–2012 in Millionen Tonnen	122
Abbildung 10: Appropriierungsregime Saatgutsektor USA vs. Deutschland.....	127
Abbildung 11: Weizenerträge USA vs. Deutschland 1851–2013 in Dezitonnen pro Hektar	171
Abbildung 12: Veränderung der Erträge in vier wichtigen Kulturarten USA vs. Deutschland 1961–2013 in Dezitonnen pro Hektar.....	174
Abbildung 13: Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) Maissaatgut.....	181
Abbildung 14: Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) Deutschland	182
Abbildung 15: Ausgaben der Landwirte pro Acre Mais 1975–2014 in US-Dollar.....	194
Abbildung 16: Ausgaben pro Acre Weizen 1975–2014 in US-Dollar	195
Abbildung 17: Index der Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel in Deutschland 1968–2015 (2010 = 100)	197

Einleitung

Die 2013 erschienene Streitschrift „The Entrepreneurial State“ der Ökonomin Mariana Mazzucato löste medial wie politisch einen Tsunami aus. So feierten alle großen internationalen Zeitungen von der New York Times¹ über den Economist² und die Time³ bis hin zu den deutschen Blättern ZEIT⁴ und Süddeutsche Zeitung⁵ die Erkenntnisse der an der Universität Sussex (UK) lehrenden Ökonomie-Professorin als bahnbrechend. Die Huffington Post und die Financial Times erkoren „The Entrepreneurial State“ gar zu einem der „Bücher des Jahres“. Dabei passt die zentrale These Mazzucatos im Grunde wenig zu den derzeit dominanten Diskursen über Innovation, die von der Unverzichtbarkeit neuer Start-ups, dem kreativen Geist des Silicon Valley, der unter allen Umständen in die ganze Welt exportiert werden müsse, und der Überlegenheit des Marktes bei der Koordination von Innovationen geprägt sind. So ist die Hauptthese Mazzucatos, dass es nicht in erster Linie die vom Markt generierten Anreize sind, die technologische Innovation vorantreiben, sondern die öffentlich geförderte Forschung, die an Visionen (im Gegensatz zu ökonomischen Kriterien) ausgerichtet ist. Es ist dementsprechend weniger der Markt, so Mazzucato, als vielmehr ein – entschieden investierender, starker – Staat, der essenziell für Innovationen ist.

Dabei sind weder die theoretischen Konzepte noch der Großteil der empirischen Befunde, die Mazzucato in ihrer Schrift vorbringt, genuin neu. Vielmehr

¹ Rezension vom 24.04.2014: „Innovation: The Government Was Crucial After All“.

² Rezension in der Schumpeter-Kolumne vom 31.08.2013: “The Entrepreneurial State – A Book Points out the Big Role Governments pay in Creating Innovative Businesses.

³ Artikel vom 11.09.2014: „The Artful Dodgers“.

⁴ Artikel vom 09.10.2014: „Macht es besser! Alle Kreativität geht vom freien Markt aus? Nein, sagt die Streitschrift „Das Kapital des Staates““.

⁵ Interview mit Mazzucato vom 21.04.2015: „Die Rolle des Staates kommt zu kurz“.

handelt es sich um Erkenntnisse, die Wissenschaftshistorikerinnen⁶ und Innovationsökonomen spätestens seit den 1990er-Jahren wohlbekannt sind. Umso mehr überrascht die politische Sprengkraft, die die Formulierung dieser Thesen derzeit entfaltet. So hat die britische Labour Party Mazzucato jüngst zu ihrer prominenten Beraterin gemacht und auch die Europäische Kommission, das US-amerikanische Gesundheitsministerium sowie die NASA zählten bereits auf ihre Expertise.⁷ Der TED-Talk Mazzucatos wurde über 700.000 Mal aufgerufen,⁸ sie ist ein gern gesehener Gast in BBC-Talkshows und auf CNN.

Diese politische Resonanz kann zum einen als Absage auf eine vor allem in Großbritannien und USA dominante neoliberale Ideologie interpretiert werden. Zum anderen lese ich diese Reaktionen auch als eine gesellschaftspolitische Anstrengung, das Thema der technologischen Innovation nicht den Managern der großen Firmen wie Google und Amazon oder den Technokratinnen in den Ministerien zu überlassen. Vielmehr scheint sich ein politisches Bewusstsein dafür zu entwickeln, dass Forschungs- und Technologiepolitik die Fundamente des gesellschaftlichen Zusammenlebens mitbestimmen. Dabei geht es nicht nur um Fragen der Umverteilung der durch Innovation verursachten Effizienzgewinne, sondern auch um die Gestaltung der alltäglichen Umwelt und der Zusammenarbeit in den Betrieben sowie den Umgang mit den natürlichen Ressourcen. In diesem Sinne soll meine Arbeit auch ein Plädoyer dafür sein, Wissenschaftspolitik und Technologieentwicklung wieder neu aus einer politökonomischen Perspektive zu begreifen und damit die Interpretationshoheit über technologische Entwicklungen nicht allein naturwissenschaftlichen Funktionären oder neoklassischen Ökonominnen zu überlassen.

⁶ Aus Gründen der Lesbarkeit verwende ich – stellenweise wechselnd – jeweils nur eine Geschlechterbezeichnung. Es sind jedoch immer beide Geschlechter gemeint.

⁷ Alle politischen Positionen Mazzucatos sind auf ihrer Homepage unter <http://marianamazucato.com/> aufgelistet. Zuletzt zugegriffen am 20.02.2016.

⁸ Stand 04.01.2016.

In meiner Arbeit werde ich aufzeigen, dass der aktuelle politische, aber auch der wissenschaftliche Diskurs um technologische Innovation in vielerlei Hinsicht beschränkt ist, da er von einem zu engen Innovationsbegriff ausgeht. Zudem verdeckt die universalistische Perspektive auf das Verhältnis von öffentlichem und privatem Sektor die Varietät nationaler Konstellationen, durch die es zu unterschiedlichen Innovationsdynamiken kommt. Anders gesagt: In der Debatte um Innovation und die Rolle bzw. Aufgabe des Staates in der Förderung derselben gibt es im Wesentlichen zwei Positionen. Der erste, derzeit dominantere Standpunkt entspringt der neoklassischen Wirtschaftstheorie und weist dem Staat die Rolle zu, den Markt möglichst nicht einzuschränken, sondern dessen Mechanismus durch entsprechende Regulierungen zu unterstützen. Die führende Rolle der neoklassischen Ökonomik bzw. deren Perspektive auf die Welt lässt sich nicht nur in der öffentlich-politischen Diskussion beobachten, sondern auch in der Besetzung der entsprechenden Expertengremien und Ministerien. Dementsprechend klingen die forschungs- und innovationspolitischen Vorschläge der letzten Jahre sehr ähnlich. Sie besagen, dass verstärkt Anreize geschaffen werden müssen (wie starke und international harmonisierte Immaterialgüterrechte⁹), damit private Unternehmen verstärkt in Forschung und Entwicklung (F&E) investieren. Die zweite Position habe ich soeben exemplarisch anhand der Streitschrift Mazzucatos umrissen. Theoretikerinnen dieses Standpunkts betonen die Besonderheit von Innovation und plädieren deshalb für eine besondere staatliche Förderung und Regulierung von Wissenschaft und Technologieentwicklung. Die Theoretikerinnen dieses Lagers fordern dementsprechend die Erhöhung der staatlichen Aufwendungen für F&E.

⁹ Ich verwende den Begriff Immaterialgüterrecht anstelle von „geistigem Eigentum“, da Letzteres einem naturrechtlichen Zusammenhang verpflichtet ist und daher eine verfehlt Analogie zum Sacheigentum herstellt.

In meiner Arbeit möchte ich zwei implizite Annahmen beider Theorien grundlegend infrage stellen:

1. Technologische Innovation hängt im Wesentlichen vom wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs ab.
2. Die Aufgaben des öffentlichen und des privaten Sektors sind jeweils klar definiert und in allen demokratischen Industriestaaten gleich.

Diese eingeschränkte Perspektive auf Innovation hat dramatische Auswirkungen, denn durch sie erfolgt implizit eine Bewertung dessen, was unter einer technologischen Innovation zu verstehen ist. Dabei wird meist unreflektiert ein sehr enger Begriff von Innovation zugrunde gelegt. Eine Ursache für diese Beschränkung ist, dass eine spezifische Art des Wissens als entscheidend für Innovationen betrachtet wird und damit korrespondierend alle anderen Arten des Wissens als minderwertig im Hinblick auf Innovation gelten. Dabei ist es explizites, kodifizierbares Wissen, das als zentral für Technologieentwicklung gilt, während implizites, kontextspezifisches oder praktisches Wissen als weniger entscheidend eingestuft wird. Diese grundlegende Feststellung mag zunächst wenig überraschend klingen, da doch einer der zentralen Glaubenssätze moderner kapitalistischer Gesellschaften lautet, dass die „Kopfarbeit“ der „Handarbeit“ überlegen sei, weshalb die Beurteilung von Innovationsprozessen immer einem gewissen Bias unterlag. Dieser Trend, so eine These dieser Arbeit, wurde in den vergangenen Jahrzehnten durch die Dominanz neoklassischer Konzepte sowie forschungs- und innovationspolitische Maßnahmen (etwa die Homogenisierungsbemühungen im Immaterialgüterrecht oder die Evaluation der Innovativität von Nationen oder Firmen auf der Grundlage der F&E-Statistik) verstärkt. Diese Zuspitzung in der Beurteilung dessen, welches Wissen relevant für Innovationen ist, führt jedoch dazu, dass vielfach genau jene Wissensstränge abgeschnitten werden, die potenziell zu nachhaltigeren und sozial besser angepassten Technologien führen würden.

Die grundlegende Überlegung ist hierbei, dass diese einseitigen Perspektiven auf Innovation unterschätzen, in welcher tief greifender Weise gesellschaftliche Institutionen, spezifische Arten von Wissen und Technologieentwicklung miteinander verflochten sind. Mit dem Begriff der Institution bezeichne ich alle formellen und informellen Gesetze, Regeln und Konventionen, die den sozialen Interaktionen in einer Gesellschaft einen relativ dauerhaften Rahmen geben (Bowles 2006, S. 368). In diesem Sinne beschränken Institutionen das Handeln von Individuen und eröffnen gleichzeitig Möglichkeiten für Kooperation. Dabei gilt die Verwobenheit von Technologie, Wissen und Institutionen für beide Seiten. So sind einerseits die verwendete Technologie und das Wissen über deren Anwendung von zentraler Bedeutung für den Charakter der gesellschaftlichen Institutionen. Andererseits haben die gesellschaftlichen Institutionen einen signifikanten Einfluss auf den Typ von Technologie, der aus ihnen hervorgeht. In anderen Worten: Institutionen, Wissen und Technologien entwickeln sich koevolutionär. Die derzeit dominierende Innovationspolitik ignoriert vielfach diese enge Verzahnung, wodurch sie in vielen Fällen ineffektiv ist, da die Kontexte, in denen Innovation stattfindet, nicht ausreichend berücksichtigt werden. Die große Gefahr dieser einseitigen Fokussierung auf einen spezifischen Typ von Innovation liegt in der Herausbildung einer technologischen Monokultur und damit in der Verhinderung der Entwicklung dringend benötigter Alternativen.

Theoretisch ist diese Arbeit im weitesten Sinne den theoretischen Ansätzen der vergleichenden Kapitalismusforschung zuzuordnen. Allerdings fand für das Gros der Arbeiten, die sich auf den Ansatz der Spielarten des Kapitalismus beziehen, keine Auseinandersetzung (oder nur am Rande) mit technologischen Innovationen bzw. dem Wissenschaftssystem statt. In diesem Sinne soll meine Arbeit eine Ausarbeitung und Erweiterung der Theorie der Spielarten des Kapitalismus um die Ebene des Wissenschaftssystems sein. Im Besonderen soll es in dieser Arbeit um landwirtschaftliche Innovationen mit einem speziellen Fokus auf die Entwicklung von Saatgut gehen. Obwohl die Landwirtschaft einen stetig geringer werdenden Anteil an der monetären Wertschöpfung und den Beschäftigten in spätmodernen

Gesellschaften hat, kommt der landwirtschaftlichen Produktion ein zentraler Stellenwert in der Daseinsvorsorge von Gesellschaften sowie im Hinblick auf die Entwicklung nachhaltigerer, sozial besser angepasster und umweltverträglicherer Produktionsweisen zu. Die großen Potenziale von Wissenschaft und Technologieentwicklung für nachhaltigere Formen der Landwirtschaft werden üblicherweise von Naturwissenschaftlern ins Feld geführt. Weitgehend fehlen jedoch breit angelegte politökonomische Analysen, mit deren Hilfe die institutionellen und gesellschaftlichen Dynamiken, die den landwirtschaftlichen Sektor bestimmen, verstanden werden können.

So weit in Kürze die leitenden Thesen und die empirische Grundlage dieser Arbeit. Im **ersten Kapitel** werde ich mich der Frage zuwenden, welche Auswirkung die Architektur nationalstaatlicher Institutionen auf technologische Innovation hat. Hierzu werde ich verschiedene theoretische Ansätze vorstellen, die bereits Antworten auf diese Frage gefunden haben. Da Innovationen stets als zentrale Triebkräfte der wirtschaftlichen Entwicklung betrachtet wurden, waren es zunächst vor allem die Wirtschaftswissenschaften, die sich mit der Frage nach den Determinanten technologischer Entwicklung auseinandersetzten. Wie bereits angeklungen wurden diese theoretischen Perspektiven im Hinblick auf die Politikberatung in besonderer Weise bedeutsam, weswegen ich mit einem Überblick über die wirtschaftswissenschaftlichen Antworten auf die aufgeworfenen Fragen beginne. In einem zweiten Schritt werde ich dann drei aus unterschiedlichen Perspektiven kommende alternative Konzepte vorstellen (evolutionäre Dynamiken, Pfadabhängigkeit und die Koevolution von Präferenzen und Institutionen), anhand derer das Verhältnis zwischen Institutionen und technologischer Innovation analytisch verstanden werden kann. Im Anschluss daran werde ich die Fragestellung meiner Arbeit konkretisieren.

Im **zweiten Kapitel** zeige ich auf, inwiefern die analytischen Erkenntnisse der Institutionenökonomik einen entscheidenden Beitrag für das Verständnis der Dynamik von Innovation – in Wechselwirkung mit ihrer institutionellen Umgebung –

leisten. Grundlegend hierbei ist die Erkenntnis, dass Innovationsprozesse, äquivalent zu anderen Arbeitsprozessen, ihrer Natur nach unsicher sind. Als Strategie zur Bewältigung dieser Unsicherheit bilden sich Institutionen heraus, die dann in der Folge ihrerseits Einfluss auf die dominante Art des Wissens und damit auf das Innovationsergebnis haben. Entsprechend werde ich zunächst die Konzepte der Institutionenökonomik bzw. der Neuen Wirtschaftssoziologie – also Markt, Hierarchie und Netzwerk – vorstellen, um diese Koordinationsformen im Anschluss mit bestimmten Typen von Wissen zu verknüpfen. Das grundlegende Argument ist hierbei, dass die jeweiligen Koordinationsformen systematisch spezifische technologische Lösungen hervorbringen.

Im **dritten Kapitel**, gleichsam Bindeglied zwischen dem theoretischen und dem empirischen Teil, werde ich die analytischen Erkenntnisse aus dem zweiten Kapitel nutzen, um ein besseres Verständnis der Institutionen in den Wissenschaftssystemen liberaler bzw. koordinierter Ökonomien zu entwickeln. Die Interdependenz zwischen den nationalstaatlichen Institutionen und der Art der Technologieentwicklung stelle ich auf vier Ebenen vor: Arbeitsteilung zwischen dem öffentlichen und dem privaten Sektor, Appropriierungsregime, dominante Innovationstypen, Art der Inter-Firmen-Beziehungen. Dabei werde ich aufzeigen, dass in liberalen Ökonomien das Wissenschaftssystem zunächst von Hierarchien koordiniert, dieser Koordinationstyp jedoch später, in den ausgehenden 1970er-Jahren, von Märkten abgelöst wurde. In koordinierten Ökonomien hingegen wird das Wissenschaftssystem über Netzwerke gesteuert. Am Ende dieses Kapitels beschäftige ich mich mit der Frage, warum sich die Institutionen in liberalen Ökonomien grundlegend gewandelt haben, während sich das Institutionengefüge in koordinierten Ökonomien ziemlich resistent gegenüber Veränderungen erwies.

Im **vierten Kapitel** entfalte ich meine theoretischen Überlegungen am empirischen Beispiel des Saatgutsektors in Deutschland und den USA. Dazu werde ich zunächst allgemein auf die Besonderheiten des landwirtschaftlichen Sektors im Hinblick auf Innovation eingehen. Sodann werde ich die historische Genese der

Institutionen im landwirtschaftlichen Sektor in den Vereinigten Staaten und Deutschland skizzieren. Dabei stelle ich die bedeutende Rolle des spezifischen Designs dieser Institutionen für das Verständnis der Innovationsdynamik im landwirtschaftlichen Sektor der jeweiligen Ökonomie heraus. Im zweiten Teil dieses Kapitels werde ich insbesondere auf die Entwicklung von Saatgut in den Vereinigten Staaten und Deutschland eingehen. Dies tue ich anhand der im dritten Kapitel vorgeschlagenen Kategorien (Arbeitsteilung zwischen dem öffentlichen und dem privaten Sektor, Appropriierungsregime, dominanter Innovationstyp und Art der Inter-Firmen-Beziehungen). Zudem werde ich herausarbeiten, welche unterschiedlichen Lösungen die beiden vorgestellten Ökonomien für wissenschaftliche bzw. landwirtschaftliche Probleme gefunden haben.

Im fünften Kapitel wende ich mich noch einmal der Innovationsdynamik im US-amerikanischen bzw. im deutschen Saatgutsektor zu, um dieses Mal nach den sozioökonomischen Auswirkungen dieser Dynamiken zu fragen. Dazu werde ich herausarbeiten, dass die auf unterschiedliche Wissensarten ausgerichteten Wissenschaftssysteme in den USA und Deutschland nicht nur die unterschiedlichen Esskulturen in beiden Ländern widerspiegeln, sondern auch zu einer anderen Ausrichtung der Landwirtschaft geführt haben. In einem zweiten Schritt werde ich dann anhand von quantitativen Daten, etwa Daten über die Konzentration der Märkte für Saatgut bzw. Daten über die Preisentwicklung von Saatgut nach Einzug der Biotechnologie, zeigen, welche weitreichenden Auswirkungen die vorgestellten Koordinationstypen nicht nur auf das Wissenschaftssystem selbst, sondern auf die gesamte Gesellschaft haben.

Kapitel 1

Theoretische Ansätze zum Verhältnis von Institutionen und Technologieentwicklung

In diesem ersten Kapitel wird es darum gehen, diejenigen theoretischen Ansätze zu rekapitulieren, die sich mit den institutionellen Determinanten technologischer Innovation beschäftigen. Da ein Großteil der theoretischen Innovationskonzepte die Neoklassik als Ausgangspunkt nimmt, werde ich zunächst auf die neoklassische Perspektive eingehen. In einem zweiten Schritt werde ich drei alternative Denkfiguren vorstellen (evolutionäre Dynamiken, Pfadabhängigkeit und die Koevolution von Präferenzen und Institutionen). Auf dieser Grundlage werde ich am Ende des ersten Kapitels die Fragestellung dieser Arbeit konkretisieren.

1.1 Überblick über theoretische Konzepte des technischen Wandels

Die Dominanz der Ökonomik in der Erklärung und Beurteilung von Technologieentwicklung hat eine lange Tradition, die unter anderem darauf zurückzuführen ist, dass die Ökonomik bereits in den 1950er-Jahren technischen Wandel bzw. Fortschritt in den Begrifflichkeiten der Zeit als *die* wesentliche Determinante für die wirtschaftliche Prosperität von Nationen identifizierte und dementsprechend ein Gutteil ihrer akademischen Aufmerksamkeit auf dieses Phänomen lenkte. Bezeichnenderweise war jedoch das primäre Erkenntnisinteresse dieser (Wachstums-)Modelle nicht etwa das bessere Verständnis von technischem Wandel, sondern die Identifikation der Determinanten des Wachstums von Ökonomien. Der führende Wachstumstheoretiker Robert Merton Solow (1956) beschrieb in seinem ursprünglichen Modell über das langfristige Wirtschaftswachstum die gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktion – also die Beziehung von Input und Output in einer Ökonomie – mit nur zwei endogenen Faktoren: Kapital und Arbeit. Technischen Wandel griff er erst in späteren Modellen auf, modellierte diesen jedoch nur

exogen. In anderen Worten: In seinem Modell wird langfristiges Wirtschaftswachstum nur durch die Variablen Kapital und Arbeit erklärt. Technischer Wandel hingegen tritt lediglich als exogene Größe auf. Solow räumt damit zwar ein, dass technischer Wandel einen Einfluss auf das Wirtschaftswachstum hat; dieser Einfluss kann jedoch nicht mit seinem Modell erfasst werden.

In der empirischen Überprüfung erkannte Solow selbst, dass sein Modell nur zehn Prozent der Varianz des Volkseinkommens zu erklären vermochte. Ein Kollege Solows, der Ökonom Moses Abramovitz, bezeichnete die 90 Prozent der nicht durch das Modell erklärbaren Varianz als „some sort of measure of ignorance“ (Abramovitz 1993, S. 218). In diesem Sinne bleibt in den traditionellen neoklassischen Wachstumsmodellen technischer Wandel weitestgehend unverstanden und fließt ausschließlich über dessen Wirkungen in die volkswirtschaftliche Analyse ein. Um diese offene Flanke zu schließen, schlugen die Theoretiker der Neuen (ebenfalls neoklassischen) Wachstumstheorie (Romer 1986; Lucas 1988; Rebelo 1991) vor, technischen Wandel über Input-Größen, wie Investitionen in Humankapital bzw. in Forschung und Entwicklung, in das Wachstumsmodell zu integrieren. Allerdings bleibt auch bei diesen Modellen offen, um welchen Typ von technischem Wandel es sich handelt (Dujmovits 2004) bzw. wie und warum sich dieser vollzieht. Einen weiteren prominenten Vorschlag, technischen Wandel zu endogenisieren, machte Daron Acemoğlu (2002), indem er technischen Wandel als von der Qualität des Arbeitsangebots abhängig modellierte. Auch wenn dieses Modell grundsätzlich eine Verbesserung darstellt, da nun die Triebkräfte technischen Wandels sowie Richtung und Ausmaß in das Modell einbezogen sind, so ist es doch – insbesondere in der Analyse grundlegender Innovationen sowie im Hinblick auf das Verständnis von Auswahlprozessen technologischer Pfade – ebenfalls nur von geringer Erklärungskraft.

Obleich die vorgestellten Modelle wenig zum Verständnis von technischem Wandel beitragen konnten, haben sie doch bis heute eine erhebliche Auswirkung auf die Forschungs- und Technologiepolitik (Mazzucato 2013). Der anhaltende Einfluss dieser Konzepte auf Politik und Politikberatung kann vor allem anhand

der einseitigen Orientierung an Input-Parametern, etwa private oder öffentliche Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E), bei der Beurteilung von Innovation nachvollzogen werden.

Die Dominanz der skizzierten neoklassischen Modelle sowohl in der politischen Diskussion wie auch in der ökonomischen Disziplin selbst darf nicht über das Vorhandensein anderer, alternativer Erklärungsmöglichkeiten von Technologieentwicklung hinwegtäuschen. Grundlegend für diese Perspektiven waren die Arbeiten des österreichischen Ökonomen Joseph Schumpeter. Dieser erkannte früh die zentrale Bedeutung von Innovation für ökonomisches Wachstum und interessierte sich dementsprechend für Innovationsprozesse und -dynamiken. Für Schumpeter kann die grundlegende Dynamik der kapitalistischen Entwicklung nur durch eine Analyse des Innovationsprozesses bzw. des Unternehmers verstanden werden. Denn anders als ein Manager gibt sich die „wirkliche“ Unternehmerin, so Schumpeter, nicht mit einer Situation zufrieden, in der aufgrund der Konkurrenz kein Unternehmen Gewinne erwirtschaften kann, sondern versucht durch Innovation dieser Situation zu entkommen (Schumpeter [1942] 1993). In seiner Theorie des Innovationsprozesses stellt Schumpeter nicht die wissenschaftliche Erkenntnis oder die Erfindung per se in den Mittelpunkt, sondern vielmehr die Unternehmerin, die dazu fähig ist, diese wissenschaftlichen Erkenntnisse in Produkte umzusetzen, bzw. die dadurch entstehende Dynamik. Schumpeter betont, dass wirkliche Innovationsprozesse nachhaltig in bestehende Strukturen eingreifen und diese unwiederbringlich wandeln. Diesen Wandel beschreibt er in Anlehnung an das biologische Konzept der Evolution als „industrielle Mutation“, also die Anpassung der industriellen und damit sozialen Struktur an neue Technologien. Er fasst diesen Prozess in die berühmt gewordene Metapher von der „schöpferischen Zerstörung“ (Schumpeter [1942] 1993, S. 134).

Die meisten Sozialwissenschaftler nachfolgender Generationen, die sich mit Innovation auseinandersetzten, bezogen sich auf die Gedanken Schumpeters. Für

das Erkenntnisinteresse meiner Arbeit – zu verstehen, in welcher Weise Technologieentwicklung mit nationalstaatlichen Institutionen zusammenhängt – halte ich insbesondere drei theoretische Argumentationsfiguren für bedeutsam: evolutionäre Dynamiken, (technologische) Pfadabhängigkeit und die Koevolution von Technologien und Institutionen. Obgleich die vorgestellten Prozesse sehr eng miteinander verzahnt sind, werde ich aus systematischen Gründen die Argumentationsstränge getrennt voneinander behandeln. Dies ist auch deshalb sinnvoll, da die Erkenntnisse unterschiedlichen theoretischen Schulen, zum Teil sogar unterschiedlichen Disziplinen entstammen. Im Anschluss werde ich Konzepte skizzieren, die auf der Grundlage der vorgestellten Erkenntnisse Heuristiken zur Analyse von Innovationsprozessen entwickelt haben.

1.1.1 Evolutionäre Dynamiken – die Firma als analytische Einheit rückt in den Fokus

Das 1982 erschienene Werk der Ökonomen Richard Nelson und Sidney Winter „An Evolutionary Theory of Economic Change“ war für das Verständnis von innovativen Prozessen in vielerlei Hinsicht richtungsweisend. Theoretisch bezogen sich Nelson und Winter auf die Idee Schumpeters, Innovation sei ein Äquivalent zum biologischen Prozess der Evolution. In diesem Sinne bezeichneten sie Innovation als die Fähigkeit von Unternehmen, sich durch Änderung ihrer internen Routinen an ihre äußere Umwelt anzupassen. Um die Entscheidungsprozesse in Unternehmen angemessener verstehen zu können, bezogen sich Nelson und Winter neben Schumpeter auch auf die Arbeiten zur „bounded rationality“ von Simon (1979), der argumentiert, dass Entscheidungen stets nur begrenzt rational sein können, da selten alle nötigen Informationen verfügbar sind, bzw. dass die Antizipation der potenziellen Folgen einer Entscheidung nie vollständig möglich ist. Mit der Infragestellung (vollständig) rationaler Akteure wird für Nelson und Winter auch die zentrale neoklassische Annahme, die Handlungsausrichtung von Firmen erfolge entlang der Prämisse der Profitmaximierung, brüchig. Stattdessen zeigen Nelson und Winter, ebenfalls in Anlehnung an Simon (1956), dass für die

Entscheidungsfindung von Firmen weniger die Suche nach einem Optimum (bzw. die Orientierung an der Prämisse der Profitmaximierung) ausschlaggebend ist, sondern vielmehr die Suche nach der erstbesten zufriedenstellenden Lösung. Nelson und Winter spezifizieren nun die These Simons, indem sie nach den Determinanten fragen, die dazu führen, dass eine Lösung für eine Firma als zufriedenstellend gilt. So arbeiten Nelson und Winter heraus, dass Firmen ihre ökonomische Umwelt auf der Grundlage von subjektiven Modellen beurteilen. Diese Modelle oder *mind sets*, mit denen Unternehmen relevante Märkte und deren Beschränkungen erfassen, entspringen der inneren Ausstattung und Organisation von Unternehmen, etwa internen Routinen oder finanziellen bzw. anderen Ressourcen. Damit betonen Nelson und Winter die Abhängigkeit technologischer Entwicklung von firmeninternen Faktoren sowie dem jeweiligen Stand der Technik und wenden sich gegen die bis dahin verbreitete Auffassung, technologische Entwicklung werde von einem objektiven Kosten-Nutzen-Kalkül getrieben.

Den Erkenntnissen von Winter und Nelson folgend beschäftigte sich der italienische Ökonom Giovanni Dosi (1988, 1982) ausführlich mit der Entstehung und Wirkung der Modelle, mittels derer Unternehmen sich selbst und ihre Umwelt wahrnehmen. Dosi betont, dass Forschungs- und Entwicklungsprozesse keineswegs einer universellen wissenschaftlichen Logik gehorchen, sondern in starkem Maße durch strukturelle oder technologische Faktoren vordefiniert sind. Entsprechend rückt er diesen teilweise bewusst ablaufenden (steuerbaren) Prozess der Pfadauswahl ins Zentrum seines analytischen Interesses. Die wissenschaftliche Grundlagenforschung sieht er dabei am einen Ende eines Kontinuums, an dessen anderem Ende die Lösung eines definierten Problems innerhalb eines Wissensstrangs steht. So existieren im Stadium der Grundlagenforschung sehr viele potenzielle Pfade, welche die Forscherin einschlagen kann. Mit jeder bewussten oder unbewussten Entscheidung eines Wissenschaftlers (etwa der, einem Ergebnis nachzugehen, dafür aber ein anderes zu ignorieren) verengt sich der Wissenspfad. Für den Prozess der systematischen Verengung des Wissensstrangs, der innerhalb von Unternehmen oder Innovationssystemen auftritt, führt Dosi (1988, S. 1131)

den Begriff „technological paradigms“ ein. Mit dieser Konzeption treibt er die von Nelson und Winter angestoßene Kritik am neoklassischen Verständnis von Wissen weiter. Neoklassische Theoretikerinnen gehen von einem Modell aus, das unterstellt, Wissen werde in Unternehmen „auf Halde“ produziert und Manager würden dann aus diesem Fundus diejenigen Projekte auswählen, die die höchsten Profite versprechen. Zudem unterstellen viele dieser Modelle einen linearen Zusammenhang zwischen den Investitionen in Forschung und Entwicklung und der Innovativität eines Unternehmens. Demgegenüber betont Dosi (1988) die irreduzible Beziehung von Information¹⁰ und Technologie sowie die Bedeutung von implizitem Wissen für den Produktionsprozess, die sich einer simplen Quantifizierung verweigern. Prominent wurde die Kritik Dosis am neoklassischen Verständnis in den Ansatz der Nationalen Innovationssysteme aufgenommen, auf den ich unter Punkt 1.2.1 ausführlicher eingehen werde.

Wie schon Schumpeter vor ihnen stellen auch Nelson und Winter die Dynamiken innerhalb der Firma bzw. die Interaktion der Firma mit ihrer (institutionellen) Umwelt ins Zentrum ihrer Analyse. Dabei unterstellen sie (im Gegensatz zu neoklassischen Modellen) nicht ein einziges repräsentatives Unternehmen, das sein Handeln der Maxime der Profitmaximierung unterwirft, sondern mehrere heterogene, begrenzt rationale Firmen, die einer evolutionären Dynamik unterliegen. Sie beziehen sich in diesem Zusammenhang auch auf die Erkenntnisse des Wirtschaftshistorikers Alfred Chandler, der als einer der Ersten die bedeutende Rolle von (mächtigen) Unternehmen für den (technischen) Wandel in einer Gesellschaft erkannte. Chandler (1993) argumentiert, dass die Wirtschaftsgeschichte sehr viel besser durch die Analyse der Aktivitäten einzelner Unternehmen, deren Manager und Kooperationen verstanden werden könne als durch das Theorem des perfekten Marktes. Auch Nelson und Winter sehen Unternehmen selbst als den eigentlichen Motor für technischen und ökonomischen Wandel. Analog zu biologischen Prozessen beschreiben sie die existierenden Routinen in Unternehmen als deren genetisches Material, das auf die Anforderungen der Umwelt trifft und sich in einem

¹⁰ In der Begrifflichkeit dieser Arbeit: Wissen.

evolutionären Prozess an diese anpasst. Im Zuge dieses Anpassungsprozesses treten bei den erfolgreichen, das heißt bei den im Markt verbleibenden Firmen *learning-by-doing*-Effekte oder andere dynamische Effekte auf, die zu steigenden Skalenerträgen führen.

Auch in formaler Hinsicht nähern sich Nelson und Winter dem Phänomen des technischen Wandels anders als ihre Vorgänger, indem sie nämlich ein Simulationsmodell anstelle eines analytischen Modells verwenden, was in den beginnenden 1980er-Jahren außergewöhnlich war. Der Fokus eines analytischen Modells liegt auf der Herstellung eines formalen Zusammenhangs, mit dem die Realität besser verstanden bzw. im optimalen Fall vorausgesagt werden kann. Das geschieht zunächst durch Abstraktion, also den Ausdruck des vermuteten Zusammenhangs durch mathematische Formeln. Im Anschluss kann dann (beispielsweise durch Differenzieren) das Optimum ermittelt werden. Im Gegensatz dazu ist das Ziel von Simulationsmodellen nicht die Suche nach einem (allgemeinen) Gleichgewicht oder Optimum; vielmehr zeigen sie im Rahmen nicht linearer Modelle das Spektrum der Entwicklungsmöglichkeiten. Damit bieten diese Modelle ein besseres Verständnis von Prozessen und deren Dynamiken (Arthur 2005). Aus diesem Grund waren Nelson und Winter (1982) sehr viel besser als die Mehrheit ihrer Kollegen in der Lage, die Bedeutung von steigenden Skalenerträgen oder anderen dynamischen Konzepten zu verstehen.

Neben dem unzureichenden Verständnis von technischem Wandel ist die fehlende Analyse von sich selbst verstärkenden Dynamiken (etwa steigende Skalenerträge) der zweite zentrale Kritikpunkt von Nelson und Winter an den vorherrschenden neoklassischen Modellen. Die fehlende Betrachtung von sich selbst verstärkenden Prozessen in den neoklassischen Ansätzen führt, so Nelson und Winter, zu einem unzureichenden Verständnis von Innovationsprozessen. Denn Innovationen bringen ihrer Definition nach eine spürbare Verbesserung der Produktionstechnologie oder der Produkte selbst mit sich, wodurch es den Firmen gelingt, der Preiskonkurrenz zu entfliehen. In anderen Worten: Innovation verhindert

(wenn auch nur temporär) gerade den perfekten Wettbewerb. Demzufolge verlieren die Gleichgewichtsmodelle in der Tradition Walras' ihre analytische Kraft im Hinblick auf Innovationsprozesse. Wie bereits erwähnt richten evolutionäre Modelle (im Gegensatz zur neoklassischen Perspektive) ihr Augenmerk auf die Firma als analytische Einheit. Zur zentralen Frage wird damit: Welche Art von Firmen überlebt und wächst?

1.1.2 Pfadabhängigkeit – die Macht sich selbst verstärkender Prozesse

Die im letzten Absatz beschriebene Auffassung, technischen Wandel oder Innovation als einen evolutionären Prozess zu begreifen, kann nicht verstanden werden, ohne auf das schon mehrfach verwiesene Konzept der Pfadabhängigkeit – oder allgemeiner: das der sich selbst verstärkenden Prozesse – näher einzugehen. Das Konzept der Pfadabhängigkeit wurde von dem Ökonomen und Wirtschaftshistoriker Paul David zur Erforschung von Prozessen des technischen Wandels eingeführt. David zeigt, dass sich entgegen der in den Wirtschaftswissenschaften gängigen Lehrmeinung nicht zwangsläufig die effektivste Technologie durchsetzt, sondern dass historische Zufälle und sich selbst verstärkende Prozesse eine mindestens ebenso große Rolle für die Frage spielen, welche Technologie – und damit welcher Standard – marktbeherrschend wird (David 1985). Empirisch veranschaulicht David dies am historischen Beispiel des Fortbestehens der für Benutzer suboptimal konstruierten Standardschreibmaschinentastatur. Die Anordnung der Buchstaben hatte in der ersten Generation der Schreibmaschinen einen technischen Nutzen: Die Typenhebel von häufig vorkommenden Buchstaben sollten möglichst weit auseinanderliegen, damit sie sich beim Tippen nicht verhakten. Auch wenn diese Anordnung mit Einführung der elektrischen Schreibmaschine obsolet war, so hatte sich die Anordnung im QWERTY-Tastaturlayout (die ersten sechs Buchstaben auf der Tastatur) bis dahin bereits als Quasistandard etabliert, sodass die Einführung der ergonomisch optimaler ausgerichteten Dvorak-Tastaturbelegung scheiterte; die Nutzer waren nicht bereit umzulernen.

Die grundlegenden Arbeiten von David zum Konzept der Pfadabhängigkeit waren wegweisend für eine ganze Generation von Sozialwissenschaftlern. Besonders instruktiv sind etwa die Arbeiten des Ökonomen Brian Arthur, dem es gelang, das Phänomen der Pfadabhängigkeit mathematisch zu modellieren. Dazu verknüpfte er Pfadabhängigkeit mit dem in den Wirtschaftswissenschaften bereits etablierten Konzept der steigenden Skalenerträge (Arthur 1989, 1994). In volkswirtschaftlichen Lehrbüchern wird das Konzept der Skalenerträge verwendet, um das Verhältnis von in der Produktion eingesetzten Ressourcen und den daraus resultierenden Erträgen zu beschreiben. Dementsprechend bedeuten positive oder steigende Skalenerträge, dass die Produktionskosten pro Stück sinken, je mehr produziert wird, etwa durch den Einsatz nicht menschlicher Arbeitskraft. Arthur überträgt nun das Konzept der steigenden Skalenerträge auf die Durchsetzungsprozesse von Technologien. So arbeitet er heraus, welche Eigenschaften Prozesse haben, in denen steigende Skalenerträge auftreten. Nach Arthur (1989, S. 121) sind diese Prozesse nicht ergodisch, nicht voraussagbar, nicht zwangsläufig effizient und unflexibel. Nicht ergodische Prozesse haben die Eigenschaft, dass die Reihenfolge, in der Ereignisse auftreten, nicht gleichgültig ist. Umgekehrt nehmen neoklassische Modelle an, dass sich langfristig alle Märkte auf ein Gleichgewicht zubewegen. Diese Annahme impliziert, dass historische Kontexte, Abläufe oder Zufälle letztlich keine Rolle spielen. Dieser Annahme widerspricht nun Arthur entschieden, indem er zeigt, dass bei Prozessen, in denen Skalenerträge auftreten, Ereignisse am Anfang eines Prozesses sehr viel bedeutsamer sind als spätere Ereignisse. So ist es beispielsweise für die Durchsetzung eines Computerprogramms entscheidend, welche Firma als Erste mit einer neuartigen Software (sagen wir ein Textverarbeitungsprogramm) auf den Markt tritt. Alle weiteren Züge sind dagegen weniger bedeutsam. Das Verwerfen von Gleichgewichtsmodellen in der Erklärung von Durchsetzungsprozessen von Technologien bringt weitere Implikationen mit sich. So können die Ergebnisse von Prozessen, in denen steigende Skalenerträge auftreten (im Gegensatz zu Prozessen mit sinkenden Skalenerträgen), im Voraus sehr schwer bzw. nicht kalkuliert werden. Auch kann die Reihenfolge, in der die Ereignisse stattfinden, das Ergebnis beeinflussen. Das hat zur Folge, dass die sich