

HOLGER BRAUN-THÜRMANN

Innovation

sichten
Soziologische Themen

Ein
Themen der Soziologie
[transcript]

HOLGER BRAUN-THÜRMANN

Innovation

Die Beiträge der Reihe Einsichten werden durch Materialien im Internet ergänzt, die Sie unter www.transcript-verlag.de abrufen können. Das zu den einzelnen Titeln bereitgestellte Leserforum bietet die Möglichkeit, Kommentare und Anregungen zu veröffentlichen. Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme!



Einen Einblick in die ersten 10 Bände der Einsichten gibt die Multi-Media-Anwendung »**Einsichten – Vielsichten**«. Neben **Textauszügen** aus jedem Band enthält die Anwendung ausführliche **Interviews** mit den Autorinnen und Autoren. Die CD-ROM ist gegen eine Schutzgebühr von 2,50 € im Buchhandel und beim Verlag erhältlich.



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 3.0 License.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

© 2005 transcript Verlag, Bielefeld

Satz: digitron GmbH, Bielefeld

Druck: Majuskel Medienproduktion GmbH, Wetzlar

ISBN 3-89942-291-0

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier mit chlorfrei gebleichtem Zellstoff.

Inhalt

I. Einleitung: Ubiquitous Innovating 5

II. Konzeptionen: Technologische versus gesellschaftliche Innovation? 16

1. Wettbewerbsvorteil und Produktivitätssteigerung 16
2. Kompensationen des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts 18
3. Kritik und Konsequenzen 22

III. Prozesse 30

1. Lineare Modelle 31
 - 1.1 Technologieschub und Nachfragesog als Ursache für Innovationen 31
 - 1.2 Phasen – Deskription und nützliche ›Fiktion‹ 35
2. Non-lineare Modelle 38
 - 2.1 Wellen, Kombinationen und Unternehmerscharen 38
 - 2.2 Paradigmen, Trajektorien und Nischen 42
3. Metaphern des Innovationsprozesses 51
 - 3.1 Ketten-Modell: Feedbackloops und Forschung als permanente Ressource 52
 - 3.2 Rugby-Modell: Überlappungen und Wissensteilhabe (knowledge sharing) 55
 - 3.3 Feuerwerk-Modell: Innovationsbündel und Rückschläge 58
4. Zwischenresümee 63

IV. Strukturen 65

1. Makrostruktur der Innovation: Netzwerke 66
 - 1.1 Unternehmensnetzwerke 68
 - 1.2 Heterogene Netzwerke 74
 - 1.3 Gesellschaftlich-technologische Netzwerke 80
2. Mikrostruktur der Innovation: Praktikgemeinschaften (›Communities of Practice‹) 84
 - 2.1 Pfadabhängigkeit und Pfadkreation 85
 - 2.2 Lernen 89
3. Zwischenresümee 92

V. Perspektiven: Gesellschaft und Innovation im Wandel 94

Literatur 99

Über Innovationen wird derzeit so viel geschrieben, dass derjenige, der sich abermals an diesem Thema versucht, nur in Ausnahmefällen als innovativ gelten kann. Diese Ausgangssituation gebietet daher dem Autor, seine Überlegungen aus einer routinierten Haltung heraus zu entwickeln, als eine Art Gegengewicht zu dem, was hier im Zentrum steht. Der routinierte Stil einer Soziologie der Innovation äußert sich darin, dass Theorien vorgeführt und in einen systematischen Zusammenhang gestellt werden, die sich in wissenschaftlichen Diskussionen bewährt haben und weitgehend durch Empirie validiert sind. Deren Darstellung soll dazu dienen, Leserinnen und Leser in die Lage zu versetzen, Innovationen als Phänomene bereits formulierter Gesetzmäßigkeiten wiederzuentdecken und zu erklären. Das Buch soll eine Einführung sein und erhebt daher nicht den Anspruch, die entsprechenden Theorien sowie empirischen Studien vollständig zu berücksichtigen und die Argumentation bis zur letzten Konsequenz zu vollenden. Die hier in diesem Band vorgestellten Innovationstheorien beanspruchen nicht, selbst innovativ zu sein, vielmehr umfassen sie jene Erkenntnisse, mit deren Hilfe es möglich ist, dem Aufmerksamkeitsheischenden, das jedwede Neuigkeit umgibt, mit Gleichmut zu begegnen. In einer Zeit, in der Innovationen in aller Munde sind, sorgt eine durch Theorien konditionierte selektive Wahrnehmung dafür, dass man den heutigen Innovationen wenig Neues abzugewinnen vermag; dieses Wenige ist jedoch für die Soziologie umso spannender, je mehr es deren Denkprinzipien in Frage stellt. Der Perfektionszustand, den eine Soziologie der Innovation erlangen kann, ist dann erreicht, wenn es nichts Neues mehr gibt, was die Kognition zu irritieren vermag. Leider und glücklicherweise sind wir von diesem Zustand noch weit entfernt.

Wenn die Soziologie mit ihren theoretischen und empirischen Anstrengungen von der derzeitigen Aktualität des Begriffs Innovation profitieren will, dann sollte sie nach meinem Dafürhalten die Konjunktur des Begriffs nicht billig für ihre eigene Zwecke nutzen wollen. Vielmehr gilt es, eine Antwort auf die Frage parat zu haben: Welchen besonderen Erkenntnishorizont erschließt ei-

ne soziologische Beobachtung von Innovationen? Was vermag die Soziologie über das hinaus zu sagen, was in Zeitungen bereits nachzulesen ist? Welchen *besonderen* Beitrag kann die Soziologie vor dem Hintergrund liefern, dass die Wirtschaftswissenschaften dieses Thema bereits erschlossen haben und den Diskurs (nicht zu Unrecht) dominieren? Mit diesen Fragen ist einstweilen die Aufgabe, der sich dieser Band stellen wird, umrissen. Die Besonderheit der soziologischen Betrachtung möchte ich bereits eingangs in einer Definition kenntlich machen:

Als Innovationen werden materielle oder symbolische Artefakte bezeichnet, welche Beobachterinnen und Beobachter als neuartig wahrnehmen und als Verbesserung gegenüber dem Bestehenden erleben.

In der Einfachheit dieser Definition finden sich nicht nur die signifikanten Attribute der Innovation wieder – die Kombination aus Neuheit und Optimierung –, sondern es wird gleichzeitig darauf aufmerksam gemacht, dass Innovationen nicht aus einem Jenseits in die Gesellschaft treten. Vielmehr sind sie als künstlich Gemachtes (*Ars Faktum*) – ähnlich wie Selbstmorde, Herrschaftsformen und Lebensstile (um bewährte Themen der Soziologie zu nennen) – als *Produkte gesellschaftlicher Praktiken und Strukturen* zu rekonstruieren. Innovationen werden nicht als etwas Eigenmächtiges betrachtet, womit sich die Gesellschaft passiv konfrontiert sieht, sondern die Gesellschaft mit ihren wirtschaftlichen Allianzen, politischen Konflikten, Ingenieurskulturen, Nutzungsstilen etc. wird als die zentrale Instanz ausgemacht, welche die Hervorbringung von Innovationen erklärt. Eine solche soziologische Betrachtung schließt eine ökonomische keinesfalls aus. Im Gegenteil: Ökonomisches Entscheiden wird sichtbar gemacht als eines, das untrennbar verwoben ist mit z.B. politischen, wissensgenerierenden oder massenmedialen Praktiken. Obige Definition weist außerdem darauf hin, dass eine soziologische Betrachtung Innovationen als *interaktive* Produkte begreift. Demzufolge kann kein noch so genialer Erfinder eine Innovation alleine hervorbringen. Es bedarf stets einer zweiten Person, welche das Herge-

stellte als Novum wahrnimmt oder erkennt und dies weiterkommuniziert. Real wird eine Innovation zum einen durch die Praktiken der Herstellung, und zum anderen durch diejenigen, die das Produkt der Praktiken als innovativ erleben und ihr Handeln danach ausrichten, indem sie dieses zum Beispiel konsumieren oder in dieses investieren. Mit dieser Doppelperspektive auf Produktion und Wahrnehmung von Innovationen ist auf die basale Erkenntnispraktik der Soziologie hingewiesen. Sie multipliziert die Beobachtungsperspektiven und ermöglicht so einen facettenreichen Blick auf das Phänomen. Zu den bereits genannten Perspektiven – Produktion und Wahrnehmung von Innovation – sind noch weitere zu nennen:

- *Zeitperspektive*: Die Soziologie zeigt, dass Innovationen auf dem Weg ihrer Entstehung und Konsumtion nicht identisch bleiben, sondern durch Weiterentwicklungen, Kombinationen mit anderen Artefakten und Umdeutungen der Nutzer fortlaufend über die Zeit differieren.
- *Sachperspektive*: Die Soziologie untersucht, wie eine Innovation mit weiteren Innovationen in anderen gesellschaftlichen Feldern in Wechselwirkung steht – teils auslösend, teils wechselseitig bedingend. Technische Innovationen sind in einer solchen Betrachtung nicht von Innovationen im Bildungswesen, in der Rechtsprechung oder Unternehmenspolitik zu trennen.
- *Sozialperspektive*: Die Soziologie beachtet, dass eine materielle Innovation in Gestalt von Technik auch eine Neuformierung gesellschaftlicher Felder mit sich bringt, sei es in der Weise, dass eine neue Kohorte von Unternehmerpersönlichkeiten zur sozialen Elite aufsteigt, sei es, dass eine technikwissenschaftliche Gemeinschaft eine andere von ihrem Thron stößt – um nur zwei von vielen Beispielen zu nennen. Sie zeigt auch, dass die Hervorbringung einer Innovation nicht einem solitären Akteur – so mächtig er auch erscheinen mag – zuzurechnen ist, sondern die Integration multiplizierter Praktiken und Perspektiven erfordert, die das Ergebnis von gesellschaftlicher Arbeitsteilung sind.

Von diesen und ähnlichen Multiplikationen handelt dieses Buch. Eine Soziologie der Innovation steht auf dem Fundament von Fragestellungen und Theorieansätzen, welche die Klassiker des Faches hinterlassen haben (vgl. die Konzeptionen von Krücken 2004; Rammert 2000a). Hier sind zuvörderst Karl Marx (1818-1883) und Joseph Alois Schumpeter (1883-1950) zu nennen. Mit gesellschaftskritischem Impetus, der Marx nicht davon abhält, seine Bewunderung für den technischen Fortschritt zum Ausdruck zu bringen, zeigt seine Theorie den Zusammenhang auf zwischen der vom Bürgertum vorangetriebenen Entfesselung der technischen Produktivkräfte und der Formierung einer neuen gesellschaftlichen Struktur. Eine Lektüre der politischen Ökonomie von Marx (1932 [1872]), welche sich darin übt, dessen Aussagen in ihrem historischen Kontext einzubetten, entdeckt, wie komplex diese Studie für die damalige Zeit angelegt ist. Marx arbeitet vielfältige Interdependenzen heraus: zwischen technischen Innovationen einerseits und andererseits der Neuverteilung der Macht zwischen Mensch und Maschine (ebd.: 403), der institutionellen Innovation der Fabrikgesetze (die zum Beispiel die arbeitsrechtliche Unterscheidung von Tag und Nacht aufhob; ebd.: 270f.), der Familienstruktur (ebd.: 463f.) und der Arbeitsteilung bzw. der Organisation des Betriebes (ebd.: 336f.). Die Theorie von Schumpeter gilt als die eigentliche Grundlegung sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung (Schumpeter 1961, 1964 [1911]; vgl. auch Kap III/2.I, S. 38f.). Sie stellt Innovationen ins Zentrum einer diskussionswürdigen Wirtschaftstheorie, wobei sie Innovationsprozesse als das Movens gesellschaftlicher Entwicklung identifiziert. Für die Gesellschaft wirken sich Innovationen ambivalent aus. Einerseits sind sie Ursache für Produktionszuwächse, für neue und bessere Produkte und den sozialen Aufstieg von Unternehmerpersönlichkeiten. Andererseits besitzen sie ein destruktives Potenzial, da sie das Wegsterben zuvor etablierter Wirtschaftszweige mit all seinen sozialen Folgen mit sich bringen. Diese Janusköpfigkeit vor Augen, versteht Schumpeter eine Innovation als »schöpferische Zerstörung«, »die unaufhörlich die Wirtschaftsstruktur zerstört und unaufhörlich eine neue schafft. Dieser Prozess der ›schöpferischen Zerstörung‹ ist das für den Kapitalismus wesentliche Faktum« (Schumpeter 1972 [1942]:

136f.). Schumpeters Impuls, eine allgemeine »Theorie der Innovation« zu entwickeln (Schumpeter 1964 [1911]: 94-110), nahm die Soziologie zunächst nicht auf. Erst seit den 1980er Jahren finden sich innovationstheoretische Fragestellungen auf der Agenda wieder. Einen wichtigen Beitrag leistet hierbei die *Technikfolgen- und -geneseforschung*. Untersucht erstere die nicht-intendierten Folgen des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts, verschiebt die Technikgeneseforschung den Akzent auf die Entstehung von Innovationen. Sie beobachtet, wie sich gesellschaftliche Orientierungskomplexe in Form von Kultur und Leitbildern auf die Entstehung von technischen Innovationen auswirken. Beide Forschungsansätze zeichnet es aus, dass sie ihre empirischen Studien in einem begrifflich elaborierten Theorierahmen durchführen und aufeinander beziehen können (Degele 2002; Rammert 1993c). Angesichts einer etablierten Techniksoziologie ist die Frage angebracht: Wozu brauchen wir zusätzlich eine *Soziologie der Innovation*?

Die Soziologie der Innovation versteht sich als eine *fokussierende Fortführung* der Techniksoziologie und ebenso als deren *Erweiterung und Überschreitung*. Sie fokussiert die techniksoziologische Beobachtung, wenn sie technisch-naturwissenschaftliche Praktiken als diejenigen betrachtet, die sich historisch-evolutionär als besonders geeignet erwiesen haben, Neuerungen hervorzubringen und im gesellschaftlich großen Maßstab wirksam zu machen, indem sie diese dem Konsum und der Nutzung zur Verfügung stellen. Die Soziologie der Innovation vollzieht damit einen Akzentwechsel *innerhalb* der Techniksoziologie. Während letztere Technik als kontrollierten, absichtsvollen und wiederholbaren Mechanismus begreift, der in gesellschaftliche Handlungszusammenhänge zur Steigerung von ausgewählten Wirkungen eingebaut wird (Rammert 1993b: 10), setzt erstere den Akzent auf das Unkontrollierbare, Nicht-intendierte und Differierende von Technik, was sich im Innovationsprozess manifestiert. Der Interessenschwerpunkt liegt demnach auf der für Innovationen konstitutiven Unsicherheit, die durch gesellschaftliches Handeln gleichzeitig hervorgebracht und bewältigt wird – und nicht auf instrumentellen, strukturellen oder maschinellen Aspekten von Technik. Eine Erweiterung und Überschreitung der Technikso-

ziologie stellt die Soziologie der Innovation insofern dar, als sie von der Beobachtung inspiriert ist, dass Innovation in der fortgeschrittenen Moderne nicht nur technisch-wirtschaftlichen Feldern zur Selbstbeschreibung dient, sondern auch andere gesellschaftliche Felder, wie zum Beispiel die Politik, das Bildungswesen, Verwaltungen, das Gesundheitssystem etc., ebenfalls auf Innovation als Selbstbeschreibungsformel zurückgreifen, sei es, um Veränderungsinteressen zu artikulieren, sei es, um Änderungsabsichten »rational« zu begründen. Selbst die Religion, einstmals das Refugium für Tradiertes, kann innovativen Versuchungen nicht widerstehen, denkt man nur an neue spirituelle Praktiken in Gottesdiensten, an Werbekampagnen und an Fernsehkirchen.

In analoger Weise, wie man von »*ubiquitous computing*« spricht, um auszudrücken, dass der Computerchip in sämtliche Spalten des Arbeits- und Alltagslebens eingedrungen ist, so haben wir es heute mit dem Phänomen eines »*ubiquitous innovating*« zu tun. Kaum ein gesellschaftliches Feld verzichtet heute darauf, sich unter dem Gesichtspunkt dessen, was es zu erneuern gilt, zu beobachten und den Aspekt der Innovation als Motiv zur Veränderung zu kommunizieren. Diese gesellschaftliche Verbreitung von Innovation als Handlungsmotiv und kommunikative Formel ermutigt dazu, dasjenige Theoriedesign, welches in der sozialwissenschaftlichen Beobachtung von technischen Innovationen gewonnen wurde, auch auf andere Bereiche zu übertragen. Der Begriff von Innovation kann zu einem Beobachtungsformat werden, mit Hilfe dessen es möglich ist, die Wandlungsprozesse in den unterschiedlichen Bereichen der Gesellschaft zu analysieren und zu vergleichen (Rogers 2003 [1962]). Dabei darf die Soziologie nicht erneut in eine Technikvergessenheit zurückfallen (Rammert 1998: 10), die dazu verleitet, Innovationen nur als symbolisch-kommunikative Konstrukte zu begreifen. Vielmehr gilt es diesmal, von Anbeginn an darauf zu achten, wie symbolisch-kommunikative Innovationen (z.B. politische Diskurse, Umbrüche des Lebensstils etc.) mit technischen Innovationen korrespondieren.

Was sind die Gründe für ein *ubiquitous innovating*, das darin zum Ausdruck kommt, dass die Innovation zum generalisierten Handlungsmotiv unterschiedlicher gesellschaftlicher Bereiche wird?

Erstens: Ubiquitous innovating ist das Resultat eines historisch über Jahrhunderte angelegten Institutionalisierungs- und Professionalisierungsprozesses. Im Rahmen der gesellschaftlichen Differenzierung haben sich Institutionen herausgebildet, die darauf spezialisiert sind, systematisch, betriebsförmig und nach wissenschaftlichen Methoden verfahren Innovationen hervorzubringen und sie in weitere gesellschaftliche Kreise diffundieren zu lassen. Hierbei spielen die modernen Naturwissenschaften eine entscheidende Rolle. Im Vergleich zu vormodernen Wissenschaften ist das Erkenntnisinteresse moderner Disziplinen darauf gerichtet, *neues* Wissen zu produzieren (und nicht etwa antikes zu tradieren). Naturwissenschaftliches Wissen wird in einem hohen Grade danach bewertet (und dessen Produzenten dementsprechend prämiert), inwieweit in der Forschungsgemeinschaft Bekanntes in Frage gestellt (falsifiziert) und als Alternative eine neue und verbesserte Sicht der Dinge angeboten wird (Luhmann 1980). Eng mit der Ausbildung moderner Naturwissenschaften ist der Bereich der technischen Forschung und Entwicklung entstanden, der den Typus des innovatorischen Handelns, verglichen mit anderen gesellschaftlichen Feldern, am weitesten vervollkommen hat. Innovatorisches Handeln lässt sich zwar auch in der Vormoderne in Gestalt etwa medizinischer, militärischer und organisatorischer Erfindungen nachweisen. Doch dieser vormoderne Typus des innovatorischen Handelns war eingefasst in die traditionelle Ordnung der Gilden und Zünfte sowie lokalisiert auf denjenigen Ort, an dem eine solche Innovation auftrat. Die moderne Innovationstätigkeit tritt erst zu dem Zeitpunkt auf den Plan, als Innovationen in Schriftform festgehalten werden und damit von Ort zu Ort kursieren, verglichen, gesammelt und losgelöst von den Banden der Tradition weiterentwickelt werden können (Krohn/Rammert 1993: 69f.).

Begleitet wird das Aufkommen moderner Wissenskommunikation und -verarbeitung durch Prozesse der Institutionalisierung. Technische Akademien entstehen, dem Zweck gewidmet, Individuen in einer dafür speziell durch Curricula ausgerichteten und mit Gerät und Lehrbüchern ausgestatteten Anstalt so zu sozialisieren, dass auf Innovationen gerichtetes Handeln als selbstverständliche zur eigenen persönlichen Identität gehörige Praktik

erfahrbar wird. Eng mit der Institutionalisierung ist der Prozess der Professionalisierung verwoben, im Laufe dessen Facetten innovatorischen Handelns von den Routinearbeiten (z.B. des Handwerkers) abgetrennt und im Beruf des Ingenieurs oder Forschers gebündelt werden. Die Institutionalisierung und Professionalisierung des innovatorischen Handelns bleibt nicht auf die Bereiche der Natur- und Ingenieurwissenschaften beschränkt. In jüngerer Vergangenheit ist zu beobachten, wie sich neben den Universitäten, Forschungsinstituten und Industrielaboratorien Marketingagenturen, Beratungsfirmen und Therapiezentren etablieren, die darauf spezialisiert sind, innovatives Wissen aufzuarbeiten und zu verbreiten (Willke 1998).

Zweitens ist *ubiquitous innovating* die Folge einer gesellschaftlichen Kommunikationsweise, die das Neue mit der knappen Ressource Aufmerksamkeit belegt und es dadurch selektiv zuungunsten des Bekannten wahrnimmt (Luhmann 1996). Eine solche Kommunikationsweise wird insbesondere von den Massenmedien praktiziert und gesellschaftsweit verankert. Weil Massenmedien selektiv Neuigkeiten beobachten, um sich die Aufmerksamkeit des Publikums zu sichern, fokussieren sie reflexhaft Innovationen in ihrer Berichterstattung. Dem Neuen kommt in der massenmedialen Kommunikation jene Wertigkeit zu, die eine traditionelle Gesellschaft dem Alten zubilligte. Kommunikationstheoretisch betrachtet, ist das kollektive Interesse an Innovationen ein Resultat des Wandels gesellschaftlicher Kommunikation, die sich mehr und mehr an den Massenmedien und damit an Neuigkeiten orientiert.

Drittens ist zu beobachten, wie in der Politik der Begriff ›Innovation‹ in ähnlicher Weise wie ›Freiheit‹ und ›Gerechtigkeit‹ dazu verwendet wird, normative Urteile über Sachverhalte abzugeben, wobei das Innovative mit dem Wünschenswerten und das Bestehende mit dem Veränderungsbedürftigen assoziiert wird. Es ist zu vermuten, dass in einer historischen Phase, in der die Ambitionen, den gesellschaftlichen Wandel politisch zu steuern oder wenigstens zu moderieren, nicht mehr an einem kollektiv bindenden Leitbild ausgerichtet sind (z.B. das Leitbild des sozialdemokratischen Wohlfahrtsstaates, des liberalen Bürgertums oder des Nationalismus), Innovationen stattdessen die verwaiste meta-

physische Leerstelle besetzen, ohne jedoch das Sinnstiftungspotenzial vorheriger Leitbilder zu erreichen. Innovation wird zum ›Mana‹ der fortgeschrittenen Moderne, indem sie als Deutungsvokabel dazu dienstbar gemacht wird, politische Entscheidungen zu legitimieren und mit symbolischem Wert aufzuladen. Der Begriff gewinnt spätestens dann ideologische Züge, wenn mit ihm suggeriert wird, dass (staatliche) Interventionen und Pläne wissenschaftlich optimal, technisch machbar und zugleich sozial erwünscht sind.

Nachdem nun die Anfänge und Anfangsgründe einer Soziologie der Innovation genannt und die Relevanz des Themas vor dem Hintergrund von tief greifenden gesellschaftlichen Wandlungsprozessen bestimmt wurde, soll der Aufbau des Bandes erläutert werden. Dieser setzt sich aus drei Hauptkapiteln zusammen: Konzeptionen, Prozesse und Strukturen. Im folgenden Kapitel kläre ich, welches Verständnis von Innovation der sozialwissenschaftlichen Forschung zugrunde liegt. Zur Kenntnis zu nehmen sind hier das ökonomisch-technologische und das gesellschaftliche Konzept von Innovation. Beide stelle ich vor und diskutiere sie, um anschließend dafür zu plädieren, diese Konzeptionen als eine Dualität zu begreifen, die dazu auffordert, technologisch-ökonomische Innovationen als gesellschaftliche zu rekonstruieren und gesellschaftliche in ihren technologischen Aspekten zu betrachten.

Das Ziel meiner Darstellung besteht sowohl darin, den Stand sozialwissenschaftlicher Innovationsforschung wiederzugeben, als auch, diese in der Weise zu systematisieren, dass der Erkenntnisgewinn des Faches transparent und überschaubar wird. Aus diesem Grunde habe ich mich entschieden, die komplementär aufeinander bezogenen Aspekte *Prozesse* und *Strukturen* von Innovationen analytisch zu trennen. Anders erschien es mir kaum möglich, einen Überblick über das rasch wachsende Wissensgebiet zu geben. Die Trennung von Prozess und Struktur dient jedoch allein der Analyse – sie kommt in der empirischen Realität nicht vor. Die Ausbildung von gesellschaftlich-technologischen Strukturen im Laufe eines Innovationsprozesses kann nur durch den Rückgriff auf zeitliche Prozessmodelle plausibel gemacht werden, so wie die Erklärung von innovatorischen Pro-

zessabläufen notwendig auf Strukturmuster zurückgreifen muss. Um die Übersicht bei all diesen Wechselwirkungen nicht zu verlieren, erschien es mir ratsam, zunächst den einen und danach den anderen Aspekt zu beleuchten. Diese Vorgehensweise spiegelt auch die unterschiedlichen Stärken der jeweiligen wissenschaftlichen Disziplinen innerhalb der Innovationsforschung wider. Den Wirtschaftswissenschaften verdanken wir die meisten Prozessmodelle, wohingegen von der in Sozialstrukturanalyse geübten Soziologie die neueren Strukturmodelle (wie »Netzwerk« und »Community of Practice«) stammen.

Neben der analytischen Aufspaltung in Prozess und Struktur möchte ich mit einer weiteren Unterscheidung arbeiten, und zwar mit der zwischen *Produktion* und *Konsumtion* von Innovationen. Die *Produktionsseite* der Innovation umfasst all jene gesellschaftlichen Bereiche, die organisiert, systematisch und nach wissenschaftlichen Maßgaben Innovationen hervorbringen. Losgelöst von allgemein nachvollziehbaren Alltagspraktiken haben sich Praxisbereiche herausgebildet, die unter Einsatz von finanziellen Ressourcen innerhalb von spezialisierten Organisationsformen Innovationen entwickeln. Man denke an Forschungsinstitute und Entwicklungsabteilungen von Unternehmen, Designerbüros, Werbeagenturen etc. All den genannten Arbeitsbereichen ist gemeinsam, dass die Leistung der Kernbelegschaft (Forscher/-innen, Ingenieur/-innen, Designer/-innen, Conceptioner/-innen etc.) danach bewertet wird, inwiefern sie einen Beitrag zur Entwicklung von Innovationen liefert. Die Bemühung, Innovatives hervorzubringen, ist bereits in die Betriebsroutinen eingelagert, bedarf keiner weiteren Thematisierung mehr, stellt weder eine freudige Überraschung noch Ausnahmeerscheinung dar. Anders als in der Vormoderne, in der Innovationen als Abweichungen von der Verhaltensnorm (man denke an die bereits erwähnten Zunft-, Gilde- oder Kunsthandwerksregeln) sanktioniert wurden, gehören die Anstrengungen, das Bewährte durch das Neue und für besser Gehaltene zu brechen, oftmals zum erwarteten Verhaltensrepertoire.

Die zur Produktion komplementäre Seite des *Konsums* umfasst die Felder des Erwerbs, des Gebrauchs und der Aneignung von Innovationen. Darunter fallen in erster Linie die privaten Haus-

halte, die durch ihr Einkommen über ausreichend Kaufkraft verfügen, die neu auf dem Markt angebotenen Produkte zu erwerben, aber auch Unternehmen, die sich Innovationen als Investitionsgüter beschaffen. Auf dieser Seite des Innovationsprozesses treffen wir Konsument/-innen, Anwender/-innen und Betroffene. Diese sozialen Gruppen sind in der Regel weniger spezialisiert und organisiert, entscheiden aber letztlich mit, ob ein Innovationsprozess gelingt oder scheitert. Denn was ist eine Innovation, die nicht benutzt wird? Nichts anderes als ein potenzielles Exponat in einem technikhistorischen Museum. Demnach sind Vorgänge der Verbreitung und der Annahme von Innovation nicht zu ignorieren. Die Erforschung dieser Phase des Innovationsprozesses fällt in die Domäne der Diffusionsforschung, als deren Wegbereiter Everett Rogers (2003 [1962]; Rogers/Shoemaker 1971) gilt. Auch wenn die Verbreitung und Aneignung von Innovationen gerade in der Soziologie auf gesteigertes Interesse stoßen dürfte, so habe ich mich – schlechten Gewissens, aber auch aus dem Beweggrund heraus, diesen Band nicht zu überfrachten – letztendlich entschieden, den Aspekt der Diffusion nur am Rande zu diskutieren. Dies entlässt mich jedoch nicht von der Pflicht, darauf hinzuweisen, dass die Unterscheidung zwischen *Produzent/-innen* bzw. *Expert/-innen* der Innovation auf der einen Seite und *Konsument/-innen* und *Laien* auf der anderen, so evident sie auch erscheinen mag, von neueren Studien hinterfragt wird (Franke/ von Hippel 2002; Thomke/von Hippel 2002). Diese zeigen, in welcher Weise die Kunden und die Orte der Anwendung maßgeblich zur Entwicklung von Innovationen beitragen, so dass von einem rekursiven Wechselspiel zwischen Innovation und Diffusion auszugehen ist (Asdonk et al. 1991; Fleck 2002).

II. Konzeptionen: Technologische versus gesellschaftliche Innovation?

Nachdem die Gründe für die Konjunktur des Themas genannt und mit Marx und Schumpeter die theoretischen Hauptschlagadern freigelegt sind, geht es mir im Folgenden darum, die zwei elementaren Begriffsprägungen von Innovation innerhalb der Sozialwissenschaften zu rekonstruieren: zum einen das technologisch-ökonomische und zum anderen das gesellschaftliche Verständnis. Auch wenn später deren jeweilige Einseitigkeit kritisiert wird, dokumentieren sie die zwei grundlegenden soziologischen Herangehensweisen.

1. WETTBEWERBSVORTEIL UND PRODUKTIVITÄTSSTEIGERUNG

Politische, massenmediale, ja selbst sozialwissenschaftliche Diskurse sind zumeist von einer technologisch-ökonomischen Vorstellung von Innovation geprägt. Der von technologischen Innovationen gepflasterte ökonomische Fortschritt gilt als Ursache für allgemeinen Wohlstand. Schon Adam Smith (1723-1790) machte darauf aufmerksam, dass innovative, im Unternehmen eingesetzte Technologie dazu dienen kann, die Produktivität zu steigern, indem Waren billiger, schneller und zuverlässiger fertiggestellt werden als mit den gängigen Mitteln der Produktion. Zudem ermöglichen es Innovationen, solche Waren und Dienstleistungen anzubieten, mit denen auf dem Markt höhere Preise im Vergleich zu konventionellen Produkten durchzusetzen sind (Smith 1993 [1776]: 99f.). Beides zusammen, die Produktivitätssteigerung und die Höherwertigkeit der Produkte, mehrt den Unternehmensgewinn und schafft somit die Voraussetzung, der Belegschaft höhere Löhne auszubezahlen. (Dass aufgrund von Rationalisierungseffekten die Belegschaft reduziert wird, findet hier noch keine Berücksichtigung.) Ein hohes Lohnniveau wirkt sich positiv auf die Kaufkraft der Privathaushalte aus. Es entsteht diejenige Nachfrage, die zum Massenkonsum führt, wenn die entsprechenden Güter bereitgestellt werden. Die erhöhte Nachfrage motiviert Unternehmen dazu, weitere Innovationen zu entwickeln und auf den

Markt zu bringen. Der Zyklus beginnt von Neuem. In seiner Ablauflogik (Innovation – Produktivitätssteigerung/ Markterfolge – Unternehmensgewinn – Lohnzuwachs – Konsum – Nachfrage nach neuen Produkten – Innovation) ist er in vielen Diskussionsbeiträgen wiederzuerkennen.

Aufgrund dieser Zusammenhänge von Innovation und Wirtschaftswachstum sind Regierungen nahezu jeglicher Couleur veranlasst, durch politische Maßnahmen die Erfolgsbedingungen für technologische Innovationen zu beeinflussen. Aus diesem Grund wird das in der Ökonomie entwickelte Verständnis von Innovation von der Politik und damit auch von der politischen Öffentlichkeit übernommen. Sowohl im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext als auch in der seriösen politischen Diskussion wird üblicherweise auf die OECD-Definition von Innovation zurückgegriffen. Sie lautet: »Technological product and process innovations comprise implemented technologically new products and processes and significant technological improvements in products and processes. A technological product and process innovation has been implemented if it has been introduced on the market (product innovation) or used within a production process (process innovation). Technological product and process innovations involve a series of scientific, technological, organisational, financial and commercial activities« (OECD 1997: 133).

Diese Standarddefinition dient in erster Linie dazu, den Faktor Innovativität anhand von Indikatoren messbar zu machen. Die Innovationsrate einer Volkswirtschaft kann auf diese Weise statistisch erfasst und mit denen von anderen Ländern verglichen werden. Auf der Basis solcher Vergleichswerte können politische Maßnahmen mit einem Hinweis auf statistisch erhobene Zahlen begründet und legitimiert werden. Grundsätzlich unterscheidet die OECD zwischen Produkt- und Prozessinnovationen. Unter die Kategorie Produktinnovationen fallen sowohl Waren (*goods*) als auch Dienstleistungen (*services*). Prozessinnovationen entstehen in der Verwendung von neuen Techniken oder der Neuorganisation der Produktion bzw. des Betriebsablaufes. Beispiele für Prozessinnovationen sind die Einführung von Kredit- und Geldkarten im Bankenwesen oder die fordistische Fließbandproduktion in der Massenfertigung.

Um die Trennschärfe der OECD-Definition kenntlich zu machen, ist es angebracht, auf solche Fälle zu verweisen, die von der Definition ausgeschlossen werden. Hierzu zählen organisatorische Veränderungen, wie zum Beispiel die Einführung von Teamarbeit in den Produktionsprozess oder das »Total Quality Management«-Konzept. Eine Umstrukturierung der Organisation wäre demnach erst dann eine technologische Produkt- und Prozessinnovation, wenn sie zum einen den Produktionsprozess beeinflusst und zum anderen eine messbare Ergebnissteigerung in der Produktivität oder im Verkauf mit sich bringt. Ebenfalls bleiben künstlerische Schöpfungen, politische Errungenschaften und massenmediale Experimente von der OECD-Definition unerfasst. Denn in einem wirtschafts- und technikwissenschaftlichen Verständnis spricht man nur dann von Innovation, wenn eine Neuerung auf dem Markt Nachfrage findet oder, wie bei einer Prozessinnovation, im Produktionsablauf zur Anwendung kommt. Sämtliche idealtypischen Phasen eines Neuerungsprozesses, angefangen bei der Forschung (*research*), über die Entdeckung (*discovery*) eines Phänomens und die Erfindung (*invention*) einer Technik bis hin zur Entwicklungsarbeit zu einem serienreifen distribuierbaren Produkt (*development*) (vgl. näher Kap. III/1.2, S. —), sind erst dann als Stadien eines Innovationsprozesses zu werten, wenn das jeweilige Produkt den Markt erreicht oder als Produktionsverfahren angewandt wird. Bei der OECD-Definition handelt es sich demnach um ein auf ökonomische Tauschprozesse fokussiertes Verständnis von Innovation, das Forschungs-, Entdeckungs-, Erfindungs- und Entwicklungsergebnisse nur im Zusammenhang ihrer wirtschaftlichen Tauglichkeit erfasst.

2. KOMPENSATIONEN DES NATURWISSENSCHAFTLICH- TECHNISCHEN FORTSCHRITTS

Die Idee der gesellschaftlichen Innovation entstammt William Ogburns (1868-1959) Theorie des sozialen Wandels (Ogburn 1923). »Soziale Inventionen« (wie die Einführung des Frauenwahlrechts oder die der Arbeitslosenversicherung) tragen, sofern sie von der Politik aufgegriffen werden, zur Verbesserung gesell-

schaftlicher Lebensbedingungen bei und treiben den sozialen Wandel voran. Ogburns Theorie unterscheidet in diesem Zusammenhang zwei komplementäre Kulturen, die den Wandel der Gesellschaft bestimmen: zum einen die materielle Kultur (*material culture*) – damit sind all die technologischen Projekte verbunden, welche die gesellschaftliche Umwelt verändern – und zum anderen die nicht-materielle Kultur (*non-material culture*) – damit sind all die Regeln und Praktiken gemeint, die für die Lebensweise und den Umgang mit Technologie charakteristisch sind. Basierend auf dieser Unterscheidung formuliert Ogburn seine später vielzitierte Hypothese des »cultural lag«: Zwischen der sich schneller entwickelnden materiellen und der vergleichsweise »trägen« immateriellen Kultur klafft eine Lücke, weil beide Kulturen aufgrund der unterschiedlichen Entwicklungsgeschwindigkeiten nicht mehr aufeinander abgestimmt sind. »Material culture in changing causes other adaptive culture. But frequently there is a delay in the changes thus caused, so that the old adaptive culture hangs over into new material conditions«, so lautet das Kernargument der Theorie (ebd.: 278). Dass die Verhaltensweisen der immateriellen Kultur nicht mehr zur materiellen passen, schlägt sich im Auftreten gesellschaftlicher Probleme nieder. Um die Hypothese des »cultural lag« zu veranschaulichen, soll sie an einem von Ogburn selbst gewählten Beispiel illustriert werden (ebd.: 203-210): Die Nutzung der Wälder in den Vereinigten Staaten war lange Zeit von der Kultur rücksichtsloser Naturaneignung (i.e. *non-material culture*) bestimmt, die zu Zeiten der Besiedlung nach der ersten Einwanderungswelle deshalb als angemessen galt, weil durch diese Form der Nutzung das Überleben der Einwanderer sichergestellt wurde. In dieser Zeitphase strapazierte die Nutzung des Forstes die ökologischen Ressourcen nicht über Gebühr, da die natürliche Regeneration den abgeholzten Baumbestand ersetzte. (Auf das Schicksal der indianischen Bevölkerung geht Ogburn nicht ein.) Die durch die wachsende Population stark gestiegene Holznachfrage bedingte jedoch eine fortschreitende – mit Technologien (i.e. *material culture*) vorangetriebene – Abholzung der Wälder. Diese Form der Naturaneignung erwies sich deshalb als eine kulturelle Fehlanpassung, weil sie zur irreparablen Schädigung der natürlichen Lebensbedin-

gungen führt. Erst die um Jahre verspätet einsetzende Naturschutzpolitik – als gesellschaftliche Innovation – kann diese kulturelle Kluft (*cultural lag*) zwischen der materiellen und immateriellen Kultur wieder aufheben und auf diese Weise den sozialen Wandel vorantreiben.

Der Grundgedanke der gesellschaftlichen Innovation fließt in diejenigen Theorien des sozialen Wandels ein, die in den 1980er Jahren auf das Konzept der gesellschaftlichen Innovation zurückgreifen (Polsby 1984; Smelser 1986; White 1982). Von besonderer Bedeutung ist hierbei Nelson Polsbys Ansatz (Polsby 1984), der sich dadurch auszeichnet, dass er Innovationen von reformierenden Veränderungen im Zuge von institutionalisierten Gesetzgebungsverfahren abgrenzt. Im Vergleich zur Reform, die durchaus in den bewährten Bahnen offizieller Politik mit der formalen Legitimation vollzogen werden kann, verkörpern Innovationen die Anstrengungen eines Kollektivs, durch die Außerkraftsetzung von Routinen einen sozialen Prozess in Gang zu bringen, der eine nachhaltige institutionelle Veränderung der Gesellschaft bewirkt. Beispiele hierfür sind Institutionen, deren Funktion darin besteht, Konflikte zu zivilisieren, wie der – inzwischen leider mehrfach gebrochene – Atomwaffensperrvertrag und solche Institutionen, die explizit zur Lösung von gesellschaftlichen Problemen erfunden wurden, wie zum Beispiel »Amnesty International« oder das Quartiersmanagement in den Problembezirken von Großstädten. Gesellschaftliche Innovation und Reform dürfen nicht als Synonyme betrachtet werden. Veränderungen, die in Routinebahnen zum Zweck der Anpassung von bestehenden Institutionen an aktuelle Erfordernisse hervorgebracht werden (die Erweiterung der Versicherungspflicht um das Risiko von Pflegebedürftigkeit), nennen wir *Reformen*; solche Transformationen, die jenseits von Routineentscheidungen neue Institutionen hervorbringen (die Einführung der allgemeinen Sozialversicherung 1880) *gesellschaftliche Innovationen*. Der Unterschied von Reform und Innovation ist auch ideengeschichtlich zu begründen (von Müller 2004). Im antiken Rom wurde der Ruf nach Reformen laut, um die unter Nero degenerierte Herrschaft auf den als »gut« verklärten Ursprung, damals die augustinische Regentschaft, zurückzuführen. Es galt die durch *corruptio* aus der Form geratende

Ordnung durch eine Reform wiederherzustellen. Die Innovation hingegen betont die Abkehr vom vermeintlich guten Alten, um nach von einem Ursprung losgelösten neuen Zustand zu streben, von dem angenommen wird, dieser entspräche den gegenwärtigen Bedürfnissen, Erkenntnissen und Erfahrungen. Während die Idee der Reform als Rückgewinnung des dem Ursprung und dem Wesen gemäßen Zustandes einer Sache alsbald in die christliche Kirchen- und damit europäische Staatspolitik einging, kann die Idee der gesellschaftlichen Innovation als ein Kind der hereinbrechenden industriellen Moderne betrachtet werden. In der gegenwärtigen politisch-öffentlichen Diskussion ist zu beobachten, wie die Wörter ›Reform‹ und ›Innovation‹ durcheinander gewirbelt werden. Innovationen, die nicht selten aufgrund der Unbekanntheit des Neuen Unbehagen in der Bevölkerung auslösen können, werden als Reformen getarnt, und dasjenige, was prophetisch als historisch einschneidende Innovation gefeiert wird, entpuppt sich als Versuch, durch reformatorische Eingriffe den Status quo aufrechtzuerhalten.

In der Soziologie ist der Begriff der gesellschaftlichen Innovation von Bedeutung, weil er (in der Nachfolge Ogburns) zur Erklärung des sozialen Wandels herangezogen wird und – was mit dem eben Erwähnten zusammenhängt – weil er sich als eine Art Gegengewicht zum technologischen Innovationsbegriff anbietet. In diesem Zusammenhang verkörpert eine gesellschaftliche Innovation jene Neuentwicklungen im Lebens- und politischen Regulierungsstil, die dem sozialen Wandel eine neue Richtung geben, Probleme besser lösen als hergebrachte Stile und die daher kopiert und institutionalisiert werden (Zapf 1989: 177). Gesellschaftliche Innovationen können sich auf den verschiedenen Ebenen sozialer Ordnungsbildung ereignen:

- Im *Mikrobereich* der Gesellschaft: Man denke hier an die Etablierung der nichtehelichen Partnerschaft oder die Wohngemeinschaft als alternative Lebensform zur Kleinfamilie.
- Im *Mesobereich* des Sozialen: Hierunter fallen sollen Entwicklungen innerhalb von Organisationen, die Koordination und Kooperation der Arbeit verändern, wie zum Beispiel der ›McDonaldisierung‹ als globales Organisations- und Konsum-

prinzip (Ritzer 1996). Diese Ebene ist insbesondere für die Beobachtung von Unternehmen von Interesse.

- Schließlich im *Makrobereich* des Sozialen: Hierbei geht es um solche Veränderungen, welche die nationale und supranationale Ordnung berühren. Als historische Beispiele können die Bismarck'sche Gesetzgebung zur Sozialversicherung (1880-1890) oder die Einrichtung des »Internationalen Strafgerichtshofes« in Den Haag gelten.

3. KRITIK UND KONSEQUENZEN

Ein technologisches Verständnis von Innovation, wie es oben skizziert wurde, ist das Fundament für die meisten Studien über die betriebs- und volkswirtschaftlichen Auswirkungen von Innovationen. Richtet sich das Erkenntnisinteresse jedoch darauf, den Innovationsprozess in seiner gesellschaftlichen und damit auch politischen Komplexität zu verstehen, dann engt ein solches Verständnis weiterführende Überlegungen ein. Die Kritik am klassischen wirtschaftswissenschaftlichen Begriff von Innovation und der Vorschlag zur Erweiterung desselben um eine gesellschaftliche Dimension wurde zunächst nicht von der Soziologie vorgebracht, sondern von der evolutionären Institutionenökonomie (vgl. Kap. III/2). Die Kritik an der klassischen Innovationstheorie konzentrierte sich im Wesentlichen auf zwei Punkte: zum einen an deren abstrakten Vorstellung von Marktverhalten, zum anderen an der uniformen Sicht auf das Unternehmen.

Der klassischen ökonomischen Theorie zufolge dienen technologische Innovationen dazu, *Markterfolge* durch das Angebot neuer Produkte zu erzielen, die sich im Vergleich zu den bereits existierenden als überlegen erweisen. Hierbei wird der Markt als eine quasi-natürliche Umwelt betrachtet, in der sich die beste technische Neuerung durchsetzt und alle übrigen, wenn sie denn nicht vom Markt hinweggefegt werden, sich in Nischen abdrängen lassen. Bei einer solchen Vorstellung handelt es sich – so mein Einwand – insofern um eine Idealisierung, als der Markt als eine von gesellschaftlichem Handeln unabhängige Instanz betrachtet wird, die gleichsam objektiven Gesetzen folgend ent-

scheidet, ob eine technologische Innovation reüssiert oder scheitert. Allerdings werden selbst in liberalisierten Volkswirtschaften Märkte für Innovationen durch gesellschaftliche Kräfte (und nicht zuletzt von den Unternehmen selbst) geschaffen oder zumindest beeinflusst. Der Markt ist also keine unabhängige Instanz, sondern eine *modulierbare und von unterschiedlichen Interessen umkämpfte Institution*. Die Entwicklung vieler Innovationen, wie zum Beispiel die Kern- oder die Windenergie oder jüngst das elektronische Autobahnmautsystem in Deutschland, ist ohne politische Interventionen kaum denkbar (Karnøe 1999; Keck 1980). Um es pointiert zu formulieren: Unternehmen bringen ein innovatives Produkt nicht nur auf den Markt, sondern der Markt wird in der Weise von Unternehmen und weiteren Interessengruppen mitgestaltet, dass er dem Produkt entgegenkommt. Viele Innovationen sind ferner in ihrer Funktion auf eine von Steuermitteln finanzierte Infrastruktur angewiesen (z.B. die Datennetze für die Internetkommunikation). Viele Märkte für innovative Produkte (wie z.B. Internetanwendungen) würden ohne diese öffentlichen Investitionen nicht existieren. Aus soziologischer Perspektive verkörpert der Markt ein durch und durch von gesellschaftlichen Einflüssen geschaffenes Gebilde (Fligstein 1996) und nicht eine außergesellschaftliche quasi-natürliche Instanz, die nach Maßgabe der objektivierbaren Gesetze von Angebot und Nachfrage bestimmte Innovationen prämiert und andere wiederum ausselektiert. Damit möchte ich nicht behaupten, dass das Gesetz von Angebot und Nachfrage nicht beobachtbar ist. Vielmehr geht es mir darum, darauf aufmerksam zu machen, dass ähnlich wie bei einem Gerichtsverfahren, in dem jedwede Konfliktpartei die vorliegenden Gesetze zu ihren Gunsten zu interpretieren versucht, in einem Innovationsprozess die verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen bestrebt sind, die Wirkungsweise des Gesetzes von Angebot und Nachfrage einzugrenzen oder zu modulieren, damit dieses ihren Interessen entspricht.

Vor diesem Hintergrund agiert ein *Unternehmen* nicht nur als ökonomischer Akteur, sondern ist ebenso als ein politischer zu betrachten, der Bündnisse mit Konkurrenten schmiedet, Allianzen mit anderen Institutionen eingeht etc. Eine solche gesellschaftliche Betrachtungsweise lässt sich nicht nur auf das nach

außen gerichtete Unternehmenshandeln anwenden, sondern auch auf die Dynamik innerhalb einer Organisation. Im Allgemeinen wird das Unternehmen als gewinnmaximierende Organisation betrachtet, dessen Interesse an Prozessinnovationen (vgl. die OECD-Definition auf S. —) darin besteht, die Produktivität zu erhöhen. Ein Unternehmen als Verkörperung einer einheitlichen wirtschaftlichen Rationalität zu betrachten, ist eine für die ökonomische Modellbildung notwendige Vereinfachung, mit deren Hilfe es möglich ist, die Folgen von technologischen Innovationen im Betrieb kalkulatorisch zu antizipieren. Wie sich jedoch in der Praxis herausstellt, sind Entscheidungen selten in der Weise eindeutig, dass ein jeder Entscheidungsträger im Unternehmen sie in derselben Weise treffen würde. Die Rationalitätsgrundlage für Innovationsentscheidungen erweist sich als schwankend, weil Kalkulationen über den Erfolg von Innovationen auf Zukunftsannahmen basieren, die sich der Kontrolle des Unternehmens entziehen. Ob eine Innovation funktioniert, im technischen, produktionstechnischen und rechtlichen Sinne; ob diese patentierbar ist oder von der Gesellschaft akzeptiert wird; ob sie dem Kunden nützlich und erschwinglich erscheint – die Antworten auf all diese Fragen sind von hoher Unsicherheit gekennzeichnet (Nelson/Winter 1977: 46f.).

Auch das Funktionieren einer Prozessinnovation hängt davon ab, wie sie sich in das Unternehmen implementieren lässt, in welchem Maße die übrigen Handlungsprogramme mit der neuen Technologie kompatibel sind, inwieweit die Mitarbeiter/-innen in der Lage sind, ihre Mängel zu korrigieren und ob anfallende Wartungsarbeiten selbst durchgeführt oder zeitnah delegiert werden können. Ferner ist zu bedenken, dass eine Innovation selten als singuläres Ereignis auftritt. Häufig setzt sie weiteren Wandel in Organisationen in Gang, so dass ein ganzes Bündel von Veränderungen abgeschätzt werden muss. Von den Antworten auf die oben genannten Fragen hängt es ab, ob eine Produktivitätsfaktorberechnung, welche die Investitionsentscheidung für eine Prozessinnovation begründet hat, Realitätsgehalt bekommt (Gold 1980: 510). Eine zweifelsfreie Abschätzung des Wertes von Prozessinnovationen ist kaum möglich, da es sich aufgrund mangelnder Erfahrung stets um ein prognostisches Urteil handeln

muss, das auf Annahmen und nicht auf gesicherten Erfahrungen beruht. Die Forschungs- und Entwicklungsabteilung wird eine Innovation anders beurteilen als die Produktionsingenieure; die interne Marketingabteilung wird zu anderen Ergebnissen kommen als die externen Berater/-innen. Aufgrund der Multiperspektivität, mit der eine Innovation beobachtet wird, ist es nicht sinnvoll, von der Vorstellung auszugehen, ein Unternehmen sei eine Organisation, deren Mitarbeiter/-innen in ihrer Wahrnehmung und ihrem Handeln durch gemeinsam verpflichtende Zielverfolgung und einer für alle nachvollziehbaren Rationalitätsgrundlage abgestimmt sind. Weit realistischer ist es, ein Unternehmen als eine Arena zu begreifen, in der differente Wahrnehmungs- bzw. Urteilsschemata, Handlungslogiken und Interessen aufeinander treffen und in einem Innovationsprozess verhandelt werden.

Verglichen mit den Debatten und Initiativen zu naturwissenschaftlich-technischen Entwicklungen führen gesellschaftliche Innovationen ein politisches und soziologisches Schattendasein. Mit ihnen ist kaum ökonomischer Gewinn zu erzielen, was dazu führt, dass sie in einer Gesellschaft, die sich oftmals in den Kategorien von wirtschaftlichem Erfolg bzw. Misserfolg beschreibt, eher im Randbezirk des öffentlich-politischen Interesses stehen. Obendrein sind gesellschaftliche Innovationen mit dem Handicap verbunden, von den Betroffenen Verhaltensänderungen abzuverlangen (man denke an das Modell der Bürgerarbeit (Beck 1999) oder an das »car sharing«). Doch es sind nicht nur diese empirischen Gründe, welche die Resonanz von gesellschaftlichen Innovationen innerhalb der Sozialwissenschaften so schwach ausfallen lassen. Meiner Ansicht nach liegt es auch an der theoretischen Konzeptionalisierung des Begriffs, die weiterführende Überlegungen behindert. Zwei Punkte sind hierbei hervorzuheben: Gesellschaftliche Innovationen werden *erstens* als kompensatorisches Gegenstück zu technologischen verstanden. Das Konzept der gesellschaftlichen Innovation bleibt *zweitens* weitgehend der Materie/Geist-Dichotomie verhaftet.

Zum *ersten* Punkt: Die soziologische Literatur (Gillwald 2000; Zapf 1989) und auch der politische Diskurs (Enquete-Kommission des Bundestages: Schutz des Menschen und der Umwelt 1998) sehen die Aufgabe von einer gesellschaftlichen Innovation

als ein Gegengewicht, das die Nebenfolgen des technologisch-naturwissenschaftlichen Fortschritts kompensieren soll. Eine gesellschaftliche Innovation stellt eine »Ergänzung zur technischen Innovation« dar (Gillwald 2000: 36). Die Rede von »sozialen Innovationen« verknüpft das Soziale mit der Norm des Menschlichen und des Harmonisierenden. Normative Festlegungen in der Wissenschaft sind nicht von vornherein abzulehnen, doch man sollte sich bewusst machen, welche Erkenntnischancen dadurch verbaut werden. Ein Verständnis von »sozialer Innovation« als Ergänzung, Gegenstück und Kompensation zur technologischen lenkt zwar die Aufmerksamkeit auf die möglichen zwischenmenschlichen und institutionellen Neuerungen, verdeckt aber gleichzeitig die Einsicht, dass sich *in* der technologischen Innovation bereits häufig die gesellschaftliche verbirgt. Eine solche kann positiv oder negativ bewertet werden. Dieser Gedanke ist alles andere als neu. Es gehört zur Kernthese der Techniksoziologie, dass in technische Artefakte eine soziale und politische Ordnung eingeschrieben ist (Akrich 1992; Winner 1980). Mit der Einführung einer Fertigungstechnologie (klassisch: das Fließband) wird zum Beispiel auch die Art der Arbeitsteilung, der Arbeitstakt und die Kommunikationsstruktur unter den Mitarbeitenden festgelegt. Mit dem Aufkommen des Radioempfängers als Verbreitungstechnologie von Nachrichten und Unterhaltungsprogrammen wird eine Sozialstruktur aus zentralem Sender auf der einen Seite und einem Publikum (bestehend aus voneinander oftmals isolierten Individuen) auf der anderen Seite geformt. Mit der Entwicklung von technologischen Artefakten wird zugleich eine gesellschaftliche Ordnung entworfen. Gesellschaftliche Innovationen dürfen demnach nicht als Kompensation zu technologischen Innovationen begriffen werden, sondern sie sind mit letzteren eng gekoppelt.

Zum *zweiten* Punkt: Das Konzept, in dem soziale Innovation als Ergänzung zur technologischen begriffen wird, bleibt einer Materie/Geist-Dichotomie verhaftet, weil das Technische mit dem Materiellen und das Gesellschaftliche mit dem Geistig-Symbolischen identifiziert wird. Diese Dichotomie ist aus zwei Gründen zu hinterfragen: Erstens wird damit ein Bild von Technologie gezeichnet, das hinter den soziologischen Stand der Forschung zu-

rückfällt. Technologie auf das materielle Artefakt zu reduzieren, bedeutet, all jenes explizit theoretische und implizite Wissen, das notwendig ist, eine technologische Innovation zu entwickeln und zu verwenden, zu übersehen. Eine Technologie umfasst sowohl das materielle Artefakt als auch das symbolisch codierte Entwicklungs- und Anwendungswissen (zum elaborierten Technologiebegriff der Soziologie vgl. Volti 1995: 6). Zweitens wird mit einer solchen Materie/Geist-Dichotomie die Materialität gesellschaftlicher Innovationen negiert. Meiner Ansicht nach ist jegliche gesellschaftliche Innovation, wenn sie überdauern soll, auf eine materielle Stabilisierung angewiesen. Ich würde sogar so weit gehen, in vielen Fällen von einer Verwobenheit von gesellschaftlichen und technologischen Innovationen zu sprechen, wenngleich die materielle Seite der neuen gesellschaftlichen Praxis häufig ausgeblendet wird.

An einem Fall möchte ich das Argument von der Verwobenheit von gesellschaftlichen und technologischen Innovationen belegen: Mit der Erfindung des Kindergartens in Berlin (1840) begann eine nachhaltige und globale Innovationsgeschichte. Friedrich Fröbel (1782-1852), der Initiator des ersten Kindergartens, betont zwei Wirkungsweisen der sozialen Innovation: Erstens bestünde das Neue des Kindergartens gegenüber der Erziehung in der Familie darin, das Kind in der Gemeinschaft von Gleichaltrigen als Teil des Ganzen zu begreifen. Hier ist bemerkenswert: Neben diesem zwischenmenschlichen Aspekt hebt Fröbel die materielle Struktur der Einrichtung hervor, indem er deutlich macht, wie wichtig all diejenigen Gegenstände des Kindergartens sind, die der Entwicklung der kindlichen Wahrnehmung dienen (vgl. Fröbel 1852). Maria Montessori (1870-1952) griff als Reformpädagogin diesen materiellen Aspekt nochmals in besonderer Weise auf, indem sie ihr Konzept von der Schulung der kindlichen Wahrnehmung durch das bestimmte Design des »Spielzeugs« zu verwirklichen suchte. Mit der technologischen Innovation des Montessori-Materials sollte es möglich sein, die kindliche Beobachtungsgabe, das Zuordnungs- und Unterscheidungsvermögen zu üben und so dem Kind zu verhelfen, vom konkreten Schauen zum abstrakten Denken zu gelangen. Üblicherweise wird der Kindergarten als gesellschaftliche Innovation begriffen. Doch wie

ich zu zeigen versucht habe, gehört dazu auch die Innovation auf der Ebene des Technologischen in Gestalt eines speziellen Spielgeräts, ohne das die gesellschaftliche Innovation des Montessori-Kindergartens nicht funktionieren würde. In analoger Weise könnte man darstellen, wie die Einführung des staatlichen Sozialversicherungswesens nicht nur eine gesellschaftliche Innovation auf symbolisch-ideeller Ebene darstellt, sondern mit der naturwissenschaftlich-technischen Neuentwicklung der Bevölkerungsstatistik, der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der sozialen Physik im Zusammenhang steht (Ewald 1993).

Nachdem ich mich mit dem technologisch-ökonomischen und dem gesellschaftlichen Verständnis von Innovation kritisch auseinander gesetzt habe, will ich zusammenfassend ansprechen, welche Konsequenzen dies für die Konzeptionalisierung von Innovationen innerhalb der Soziologie mit sich bringt:

1. ist es ratsam, das technologisch-ökonomische und das gesellschaftliche Verständnis nicht gegeneinander auszuspielen. Anstelle dessen können wir die beiden Sichtweisen als eine Dualität begreifen, als zwei Seiten einer Medaille. Wie ich bereits erwähnt habe und später mehrfach darlegen werde, ist die technische Innovation nicht von einer gesellschaftlichen zu trennen und auch eine gesellschaftliche Innovation ist nicht ohne deren technische Ermöglichungsbedingung vollständig zu erfassen.
2. hat die Kritik des technologisch-ökonomischen Verständnisses darauf hingewiesen, dass der Markt nicht als quasi-natürliche selektive Umwelt von Unternehmen wahrgenommen werden sollte, sondern als eine gesellschaftlich formbare Konstruktion. Eine Soziologie der Innovation sollte nicht den Fehler der Technikgeneseforschung wiederholen und den Markt zugunsten von kulturellen Einflüssen, Leitbildern und Machtkonstellationen außer Acht lassen. Stattdessen gilt es, die Impulse der Wirtschaftssoziologie aufzunehmen und eine Marktgeneseforschung voranzutreiben, welche uns befähigt, die selektive Umwelt von Unternehmen soziologisch zu beschreiben.
3. Wenn Unternehmen als gesellschaftliche Akteure begriffen werden, die sich nicht nur am Markt orientieren, sondern Al-

lianzen mit anderen Institutionen schmieden, Bündnisse mit Konkurrenten eingehen und sich in Netzwerke einklinken, dann sollte nicht mehr dem Einzelunternehmen das soziologische Interesse gelten, sondern den Relationen zwischen den Unternehmen und anderen Organisationen.

4. wies ich darauf hin, dass gesellschaftliche Innovationen nicht als das kompensatorische Pendant des naturwissenschaftlich-technischen Wandels betrachtet werden dürfen. Anstatt dessen ist zum einen zu zeigen, wie in der technischen Innovation eine gesellschaftliche mitentworfen wird und zum anderen, wie sich gesellschaftliche Innovationen (z.B. eine Neuausrichtung des Bildungssystems) auf technische Innovationen auswirken.

III. Prozesse

Eine zentrale Aufgabe der Innovationsforschung liegt darin, die Verlaufsdynamik zu beschreiben und zu erklären, in der Neuerungen hervorgebracht und aufgenommen werden. Im Vordergrund steht hierbei die Identifizierung von Entwicklungsmustern, jener Strukturveränderungen, die wir Innovation nennen. Den abstrakten Hintergrund solcher Prozessbeschreibungen geben Modelle ab, welche die empirisch beobachteten Entwicklungsmuster in einen Erklärungsrahmen einbinden. Um bei all den Modellen und Theorien nicht den Überblick zu verlieren, ist es sinnvoll, darauf zu achten, auf welche Ebene der Beobachtung sich die theoretischen Aussagen beziehen. Zwei Ebenen können hierbei auseinander gehalten werden: die Ebene des gesellschaftlich-technologischen Wandels und die Ebene des organisierten Innovationsprozesses. Unternehmen gelten dabei als strategische Orte der Produktion von Innovation. Auf der Ebene des *gesellschaftlich-technologischen Wandels* werden Aussagen darüber getroffen, welche Entwicklungen außerhalb des Kontrollsektors eines einzelnen Unternehmens oder einer einzelnen Organisation ablaufen. Ein Unternehmen kann und muss sein Entscheidungsverhalten an diesen Entwicklungslinien ausrichten; bestimmen kann es sie nicht. Im Kontrast dazu bildet die Ebene des *organisierten Innovationsprozesses* den Referenzrahmen für Aussagen darüber, wie Innovationen innerhalb der Grenzen einer Organisation verlaufen und – da es immer auch um die Optimierung von Entscheidungsverhalten geht – verlaufen *sollen*. Während die erstgenannte Ebene Erkenntnisse liefert, an denen einzelne Akteure ihr politisches und wirtschaftliches Handeln orientieren können, wird auf der letztgenannten Managementwissen produziert, das als Handlungsmodell zur Organisation von betrieblichen Innovationsprozessen verwendet werden kann.

Neben dieser grundsätzlichen Ebenendifferenzierung können je nach Erklärungslogik zwei Modelltypen unterschieden werden. *Lineare* Modelle beschreiben den Ablauf als eine gerichtete Ursache-Folge-Sequenz, *non-lineare* dagegen heben zwei weitere Mechanismen hervor: Zum einen Rekursionen, wenn die zeitliche und sachliche Abfolge von Ursache und Wirkung umgedreht

wird, zum anderen Unterbrechungen im Laufe eines Innovationsprozesses, wenn es zu plötzlichen Strukturveränderungen und Rückschlägen kommt, die mit der Idee des gerichteten Innovationsverlaufs nicht vereinbar sind. Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, möchte ich zunächst die linearen Modelle vorstellen, um dann separat auf die non-linearen einzugehen.

Tabelle 1: Ebenen und Modelle der Innovationsforschung

	Lineare Modelle	Non-lineare Modelle
Ebene des gesellschaftlich-technologischen Wandels	Technologieschub-Modell (<i>technology push</i>) Nachfragesog-Modell (<i>demand pull</i>)	Wellen-Zyklen-Modell Evolutionsmodell
Ebene des organisierten Innovationsprozesses	Phasen-Modelle	Ketten-, Reise-, Feuerwerk-Modelle

1. LINEARE MODELLE

Auch wenn sie später kritisiert werden, gehören die linearen Modelle zum Grundwissen der Innovationsforschung. Fast alle späteren Modelle bauen darauf auf, sodass es unerlässlich ist, deren Argumentation wiederzugeben.

1.1 Technologieschub und Nachfragesog als Ursache für Innovationen

Bei der Frage, welche fundamentalen Kräfte den gesellschaftlich-technologischen Wandel bestimmen, konkurrieren zwei Erklärungsmodelle miteinander. Das eine Modell hält die gesellschaftliche Nachfrage (*demand pull*), das andere das Angebot von neuer Technologie (*technology push*) für den treibenden Faktor des ge-

sellschaftlich-technologischen Wandels. Beiden Modellen liegt implizit ein Gleichgewichtsmodell zugrunde, in dem der gesellschaftlich-technologische Wandel dafür sorgt, ein Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage zu beseitigen. Obgleich sie in Reinform in der Innovationsforschung kaum mehr vertreten werden, bilden diese beiden theoretischen Idealtypen nichtsdestotrotz die Ausgangsbasis für viele neuere Prozessmodelle. Außerdem lässt sich erst mit der Kenntnis dieser Modelle abschätzen, worin die Besonderheiten und die Leistungen der non-linearen Ansätze liegen.

Das *Nachfragesogs-Modell* geht davon aus, dass ein Anstieg des Haushaltseinkommens eine Nachfrage nach neuen und verbesserten Produkten entstehen lässt. Durch Marktforschung und durch den Preisauftrieb für innovative Produkte wird den Unternehmen signalisiert, aus diesem durch die Nachfrage induzierten Ungleichgewicht Nutzen zu ziehen, indem sie solche Innovationen entwickeln und anbieten, die diese Nachfrage stillen. Die Einsicht, dass die Nachfrage Innovationen stimuliert, wurde bahnbrechend von Jacob Schmookler (1966) formuliert und mit historischem Material belegt. So illustriert er seine Theorie zum Beispiel mit der Geschichte der Photographie, die Schmookler eng mit dem Aufstieg eines neuen wohlhabenden Bürgertums in Europa und vor allen Dingen in den USA verknüpft sieht. Der Habitus des Adels, sich auf Ölgemälden porträtieren zu lassen, wurde von der neuen bürgerlichen Elite kopiert. Doch der Mangel an Zeit, an zu verschwendem Kapital und nicht zuletzt das aufgrund der gestiegenen Nachfrage nach Porträtgemälden knappe Kontingent an ausgewiesenen Malern wurde zum Auslöser für die Innovation und Verbreitung der Studiophotographie. Nicht der Erfindung der Photographie, die ja bereits in Form der »camera obscura« seit Jahrhunderten in Künstler- und Wissenschaftlerzirkeln bekannt war, sondern der Nachfrage, die sich in Folge einer soziodemographischen Umschichtung der Gesellschaft abzeichnet, sei die Innovation der Studiophotographie zuzurechnen (ebd.: 93). Dem Modell des Nachfragesogs liegt ein kausal-chronologisches Muster zugrunde. Am Anfang steht die gesellschaftliche Nachfrage, die durch Marktsignale vermittelt Produzenten anzieht (*pull*), Innovationen zu entwickeln. Der

Markt fungiert hierbei als Entscheidungsinstanz darüber, ob ein neues Produkt zum Erfolg wird oder scheitert. Daher ist es für den Produzenten notwendig, im Vorhinein Bescheid zu wissen, in welche Richtung sich die Bedürfnisse der Konsumenten entwickeln. Die Möglichkeit, prognostisch Kenntnisse über die Konsumentennachfrage zu gewinnen, ist dann gegeben, wenn eine Innovation bereits erfolgreich adaptiert wurde, so dass aufgrund von Nutzungserfahrungen im konkreten Anwendungskontext offenkundig wird, wie dieses Produkt weiter verbessert und durch Modifikationen an Kundenwünsche angepasst werden kann.

Das Nachfragesog-Modell vermag Verbesserungsinnovationen zu erklären. Bei den ersten Notebooks war zum Beispiel das Gerät nur unzureichend lange im Akkubetrieb nutzbar; es entstand eine Nachfrage, die eine Reihe von Verbesserungsinnovationen stimulierte: Chip-Hersteller investierten in die Entwicklung von Prozessoren, die mit weniger Energie auskommen sollten, die Software-Produzenten entwarfen Betriebssysteme, welche die Leistung eines Notebooks automatisch und für den Nutzer unbemerkbar drosseln, um so Energie zu sparen etc. Weil Nachfragesog-Innovationen über Marktsignale induziert werden, ist es wahrscheinlicher, dass diese sich eher durchsetzen werden als jene, die in Unkenntnis der Konsumentenwünsche und -akzeptanz auf vielversprechenden Patenten beruhen. Während die Entstehung von Verbesserungsinnovationen durchaus mit dem Nachfragesog-Modell plausibel erklärt werden kann, so unzulänglich erweist es sich, das Aufkommen von bahnbrechend neuen Technologien zu fokussieren.

Zur Erklärung von solch revolutionären Innovationen bietet sich das *Technologieschub-Modell* an. In Umkehrung des kausal-chronologischen Musters, das dem Nachfragesog-Modell zugrunde liegt, identifiziert dieses das *Angebot* von neuer Technologie als die treibende Kraft des gesellschaftlich-technologischen Wandels. Innovationen erweisen sich gegenüber bereits etablierten Produkten entweder in ihrer Funktionalität oder in ihrem Preis auf dem Markt als überlegen, so dass Konsumenten unweigerlich die Innovation präferieren. Das technologische Angebot schafft auf diese Weise seine eigene Nachfrage, ja sogar seinen eigenen Bedarf in der Gesellschaft. Diesem Modell liegt die Vorstellung zugrun-

de, dass es zu Innovationen aufgrund ihrer Markt- und technologischen Überlegenheit sowie des damit in Gang gesetzten Konsums keine Alternative gäbe. Die technologische Entwicklung wird demgemäß zum bestimmenden Faktor der technologisch-gesellschaftlichen Entwicklung. Für die Betonung der Angebotsseite spricht die Tatsache, dass radikale Innovationen sich durch zwei Mechanismen ihren Weg bahnen. Zum einen bietet ein Unternehmen eine radikale Innovation nicht nach dem Prinzip des »trial and error« an. Vielmehr investieren Unternehmen eine oft nur in Milliarden Euro bezifferbare Summe dafür, einen technologischen »Durchbruch« in die Richtung weiterzuentwickeln, die den antizipierten Konsumentenwünsche entgegenkommt. Viagra und orale Kontrazeptiva sind Beispiele für von Unternehmen erfolgreich praktizierte *push*-Strategien.

Zum anderen sind radikale Innovationen der Ausgangspunkt für ein ganzes Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten, was die Wahrscheinlichkeit ungemein erhöht, dass aus dem Pool von Nutzungs-offerten eine einzige auf die Nachfrage von Konsumenten stoßen und somit zum Erfolg wird. Häufig ist damit solch ein Nutzungskonzept verbunden, das vom Erfinder selbst nicht intendiert wurde. Ein historisches Beispiel hierfür ist die Entwicklung des physikalischen Fernsprechapparates, der später als Telefon bekannt wurde (Rammert 1993a: 233f.). Die Erfinder glaubten ein Gerät erfunden zu haben, das der einseitigen Nachrichtenübermittlung (zur Weiterleitung von Anweisungen an Untergebene oder zur Übertragung von Konzerten) dient. Auch wenn diese Vision nur im kleinen Maßstab Wirklichkeit wurde, so motivierte das technische Prinzip der schnellen Nachrichtenfernübertragung eine Vielzahl von Ingenieuren dazu, ganz unterschiedliche Nutzungsvisionen durchzuspielen, bis letztendlich das Zwei-Kanal-Konzept, das eine Wechselrede ermöglichte, reüssierte und sich eine breite Nachfrage schuf. Eine ähnliche Geschichte ließe sich über den Computer erzählen. So prognostizierte der Leiter jenes Teams, das einen der ersten Computer konstruierte, für dieses Gerät eine Nachfrage von nicht mal ein halbes Dutzend Maschinen (Volti 1995: 44/45). Trotz der genannten Beispiele, die für einen Technologieschub sprechen, darf keineswegs davon ausgegangen werden, dass das Angebot einer radikalen technolo-

gischen Innovation automatisch eine Nachfrage erzeugt. Letztere entsteht häufig erst dann, wenn die Innovation in ein Netzwerk von Nutzern, investierenden Firmen, vorhandener Infrastruktur und politischem Protektorat integriert ist (Akrich 1992; Callon 1989; Garud/Karnøe 2003; Latour 1996). Wir kommen darauf später zurück.

Aufgrund der erwähnten Erklärungsmängel kann keiner der beiden Ansätze einen exklusiven Geltungsanspruch hinsichtlich der Entstehung von Innovationen beanspruchen. So ist nicht verwunderlich, dass es heute *state of the art* ist, *demand pull* und *technology push* bei der Analyse von Innovationsverläufen zu kombinieren und die linearen Sequenzen aus ›Angebot generiert Nachfrage‹, bzw. ›Nachfrage generiert Angebot‹ zu einem rekursiven Modell der Innovationsentstehung zu koppeln (Mowery/Rosenberg 1979) (vgl. Kap. III/2.2). Dabei wird differenzierend davon ausgegangen, dass der Technologieschub in den frühen Stadien der Innovation und der Nachfrageschub in den späteren an Bedeutung gewinnt (Walsh 1984).

1.2 Phasen – Deskription und nützliche ›Fiktion‹

Nachdem ich mit Nachfragesog und Technologieschub die beiden elementaren Mechanismen auf der Makroebene des gesellschaftlich-technologischen Wandels vorgestellt habe, wende ich mich der Mikroebene des organisierten Innovationsprozesses zu. Weil Industriebetriebe und staatliche Einrichtungen die Entstehung des Neuen nicht dem Zufall überlassen, sondern Innovationstätigkeiten mit Geld-, Sach- und Personalmittel forcieren, ist das Management an der Planbarkeit des eigentlich schwer Planbaren interessiert, um so Ressourcen rationell einsetzen zu können. Diesem Problem sich widmend, etablierte sich innerhalb der Betriebswirtschaftslehre (*micro economics*) das Fachgebiet »Innovationsmanagement« samt Lehrbüchern und -stühlen. Dort werden in einem Milieu zwischen Wissenschaft und Managementschulung die unterschiedlichen Phasenmodelle entwickelt und diskutiert, die je nach Interesse, Akzentsetzung und Detaillierung in einer beträchtlichen Anzahl im Umlauf sind (Verworn/Herstatt

2000). Häufig stützen sich diese Modelle auf Studien von erfolgreich durchgeführten Innovationsprojekten. Die dabei identifizierten Abläufe werden zum nachahmenswerten Vorbild stilisiert, inklusive der entsprechenden Handlungsempfehlungen. In solchen Fällen verschwimmt die Grenze zwischen deskriptivem und normativem Modell (Cooper 1983), was bei der Darstellung im Folgenden zu berücksichtigen ist. Das lineare Modell in seiner einfachen Ausprägung besteht aus vier idealtypischen Phasen (vgl. Tab. 2):

Tabelle 2: Phasen des linearen Innovationsprozesses

Idealtypische Phase des Innovationsprozesses	Institutionen
Entdeckung (<i>discovery</i>)	Institute und Laboratorien der Grundlagenforschung
Erfindung (<i>invention</i>)	Institute und Laboratorien der anwendungsorientierten Forschung
Entwicklung (<i>development</i>)	Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in Unternehmen
Verbreitung (<i>diffusion</i>)	Nutzungskontexte der Innovation (Haushalte, industrielle Verwender etc.)

Das Stadium der *Entdeckung (discovery)* wird von Grundlagenforschung geprägt. Eine von ökonomischen Zwängen weitgehend befreite Forschung stößt auf solche Phänomene, die eine technologische Verwertung versprechen.

Im Stadium der *Erfindung (invention)* greift die anwendungsorientierte Forschung die von der Grundlagenforschung entdeckten Erkenntnisse auf, um sie in einen robusten und gezielt einsetzbaren Wirkungszusammenhang zu bringen. Der Prozess der Erfindung endet in der Regel mit der Patentierung.

Durch unzählige Veränderungen und Verbesserungen sind

Entwicklungsabteilungen von Unternehmen bemüht, aus der nun bekannten Technologie ein Produkt oder Verfahren zu entwickeln, das einem konkreten Nutzen dient. Im Stadium der *Entwicklung (development)* stehen ferner Fragen der Produzier- und Kommerzialisierbarkeit im Mittelpunkt.

Der Innovationsprozess endet mit der Phase der *Diffusion*. In dieser Phase entscheidet sich, ob die Innovation letztlich von Nutzern adaptiert oder abgelehnt wird.

Sämtliche linearen Phasenmodelle basieren auf der Annahme, dass der gesamte Innovationsprozess aus zeitlich aufeinander abfolgenden und distinkt unterscheidbaren Einheiten besteht. Beide Aspekte – der chronologische Ablauf und die Vorstellung von distinkten Phasen – werden von der neueren Forschung hinterfragt und relativiert:

- Wissenschaft und Forschung gelten heute nicht mehr als der alleinige oder alternativenlos wichtigste Auslöser von Innovationen (vgl. hierzu die Position von Bush 1998 [1945]). Empirische Studien weisen darauf hin, dass Erfindungsideen nicht nur am Beginn des Innovationsprozesses generiert werden, sondern auch in späteren Phasen der Entwicklung eine Rolle spielen. Sie können sich markant von den ursprünglichen Ideen unterscheiden und diese sogar an Wichtigkeit übertreffen (Du Gay et al. 1997; Garud/Karnøe 2003; Hughes 1976). Wissenschaft muss nicht der Ursprung des Innovationsprozesses sein, sondern häufig wird sie erst dann zu Rate gezogen, wenn es bei der Entwicklung und Verbreitung einer Innovation zu praktischen Problemen kommt (vgl. das Ketten-Modell unten in Kap. III/3.1).
- Das lineare Phasenmodell postuliert eine Gerichtetheit in der Abfolge des Innovationsprozesses. Dies widerspricht dann der Realität, wenn es zu Rückschlägen, Widerständen oder fortlaufenden Verbesserungen kommt. Neuere Innovationsmodelle greifen die Einsicht auf und zeigen, dass Abbrüche sowie Rückkopplungen zwischen den Phasen nicht nur die Ausnahme, sondern die Regel sind (Maidique/Zirger 1985).

Trotz seiner Kritisierbarkeit darf das Phasen-Modell nicht in

Bausch und Bogen verworfen werden. In Fällen, in denen neue Produkte für einen reifen, hochsegmentierten, spezialisierten Markt entwickelt werden, stellt dieses Modell durchaus eine Annäherung an den tatsächlichen Innovationsverlauf dar, insbesondere dann, wenn die Konsumenten nicht als Wissensquelle für die Entwicklung des neuen Produkts befragt werden, sondern nur als passive Käufer in Erscheinung treten (Fleck 2002: 15). Abschließend ist anzumerken: Als nützlich erweist sich das lineare Modell mehr in der betrieblichen als in der wissenschaftlichen Praxis. Die Unterscheidung in Phasen dient Organisationen dazu, Zäsuren für Entscheidungsprozesse zu setzen. Auf diese Weise entstehen Zeitsegmente, die den Entwicklungsprozess strukturieren und als Wegmarken Prozesskontrollen ermöglichen. Auf diese Weise werden Phasenmodelle zur »nützlichen Fiktion« für das Management.

2. NON-LINEARE MODELLE

Die eben vorgestellten linearen Modelle zeichnen sich *erstens* dadurch aus, dass die Ursache für Innovationen eindeutig identifiziert ist: Der Konsum bei Nachfragesog-, der technologische Fortschritt bei Technologieschub-Modellen beziehungsweise Forschung und Entwicklung bei den Phasenmodellen auf der Mikroebene; *zweitens*, dass der technologische Wandlungsprozess als ein kontinuierliches Fortschreiten betrachtet wird; und *drittens*, dass dieses in einer Phasenfolge geschieht. Welche Beschreibungsalternativen gibt es? Diese Frage beantworten die nächsten Abschnitte.

2.1 Wellen, Kombinationen und Unternehmenscharen

Für eine Soziologie der Innovation ist das von Schumpeter entwickelte Modell grundlegend, weil ihm zufolge Innovationen nicht von Außen wie ein Himmelsgeschenk in die Gesellschaft treten, sondern als Produkte von gesellschaftlichen Prozessen beobachtet

werden. Diese Betrachtungsweise, die im Grunde ökonomische und soziologische Perspektiven integriert, schlägt sich in der Charakterisierung des Innovationsprozesses als Zyklus nieder, in dessen Verlauf sich Phasen der Innovation und der Imitation (das Kopieren von Innovationen durch Nachahmer) wechselseitig ablösen. Die Wirkung von Innovationen innerhalb der sozio-ökonomischen Entwicklung liegt in der Störung des wirtschaftlichen Gleichgewichts, die den Anfang einer ganzen konjunkturellen Wellenbewegung markiert. Innovationen sind Schumpeter zufolge die Ursache von zyklischen Wirtschaftsschwankungen, wenn das vermehrte Auftreten von Innovationen und deren Abklingen abwechselnd Prosperität und wirtschaftliche Depression hervorrufen. Um seine Theorie zu entfalten, verwendet Schumpeter einen ebenso abstrakten wie breiten Innovationsbegriff. Abstrakt ist sein Begriff deshalb, weil er an der für die Mikro- und Makroökonomie relevanten mathematisierten Produktionsfunktion ansetzt. »Wenn wir nicht die Faktormengen [also die Anzahl der Arbeitskräfte, des Rohmaterials etc.], sondern die Form der Funktion verändern, dann haben wir die Innovation«, heißt es lapidar (Schumpeter 1961: 94). Eine Innovation stellt demnach nichts anderes dar als die Infragestellung des bewährten Modus, den Ertrag einer Produktion zu berechnen. Breit ist der Innovationsbegriff von Schumpeter deshalb zu nennen, weil er sich nicht nur auf neue Produkte und Produktionsprozesse bezieht, sondern grundsätzlich jedwede unternehmerische »Durchsetzung neuer Kombinationen« umfasst (Schumpeter 1964 [1911]: 100). Diese Kombinationen lassen sich typisieren:

- die Herstellung von für Konsumenten neuartigen Produkten;
- die Einführung neuer Produktionsmethoden;
- die Erschließung neuer Absatzmärkte;
- das Aufspüren von neuen Bezugsquellen von Rohstoffen oder Halbfabrikaten;
- die Schaffung von neuen Organisationen (ebd.: 100/101).

In seiner Betrachtung des gesellschaftlich-wirtschaftlichen Wandels unterscheidet Schumpeter zwei Phasen: zum einen eine *Phase der Statik*, die durch mindere Anpassungsvorgänge inner-

halb eines existierenden Gleichgewichts gekennzeichnet ist; zum anderen eine *Phase der Perturbation* infolge innovatorischen Handelns, ehe sich nach einiger Zeit aufs Neue eine Gleichgewichtslage etabliert. Die erste Phase wird von der Figur des Unternehmers geprägt, die in Schumpeters Theorie eine Schlüsselposition einnimmt. Als Unternehmer gilt derjenige, dem es gelingt, neue Kombinationen durchzusetzen. Da Unternehmertum mit Innovativität unauflöslich verbunden ist, kann eine Person nur temporär eine solche Rolle übernehmen. »Niemand ist ununterbrochen Unternehmer, und niemand kann immer nur Unternehmer sein« (Schumpeter 1961: 111). Spätestens dann, wenn eine Person eine neue Kombination durchgesetzt hat, ist es an der Zeit, das Handlungsrepertoire des Unternehmers mit dem des Managers zu tauschen. Schumpeter grenzt die Rolle des Unternehmertums auf der einen Seite von der des Managers sowie Kapitalbesitzers ab und auf der anderen von der des Erfinders. Unternehmensein ist eine Funktion, die prinzipiell eine jede Person übernehmen kann, sofern sie über die notwendige Begabung verfügt (ebd.: 112). Um neue Kombinationen durchzusetzen, ist es nach Ansicht von Schumpeter nicht zwingend, Eigenkapital aufzubringen. Um als Unternehmerin zu fungieren, muss eine Person nicht notwendigerweise Betriebsbesitzerin sein, sie ist durchaus auch in der Position der Gehaltsempfängerin, wie z.B. Arbeiterin, Einkäuferin etc. anzutreffen. Daher ist die »Unternehmerfunktion« – wie Schumpeter schreibt – nicht ohne weiteres in einer Organisation zu lokalisieren, da sie mit den formalen Führungspositionen nicht prinzipiell übereinstimmen muss.

So wie für Schumpeter keine zwingende Verknüpfung von Unternehmertum und Fabrikbesitz besteht, so gibt es ebenfalls keine zwischen ersterem und dem Erfindertum. Historische Beispiele, wie Werner von Siemens oder Graham Bell, belegen für Schumpeter die Tatsache, dass die Erfindergabe und die Fähigkeit, unternehmerisch zu handeln, sich nicht wechselseitig ausschließen müssen. Doch wesentlich für die Unternehmerfunktion ist die Durchsetzung von neuen Kombinationen, nicht deren Erfindung. »The inventor produces ideas, the entrepreneur ›gets the things done‹, which may but need not embody anything that is *scientific*»

cally new« (Schumpeter 1991: 413). Schumpeter geht davon aus, dass fortlaufend neue Erfindungen dargeboten werden, doch es bedarf notwendig des Unternehmers, der diese als Neukombination erkennt oder mit Geschäftsideen kombiniert und in die Realität umzusetzen versteht (Schumpeter 1964 [1911]: 117). Der »schöpferische Unternehmer« ist einerseits derjenige, der über das Potenzial verfügt, Neuerungen zu verwirklichen und gegen Widerstände durchzusetzen, der andererseits jedoch als sozialer Aufsteiger nicht das Kapital besitzt, dieses Potenzial zu verwirklichen. Daher kommt den Financiers aus dem Bankwesen neben den Unternehmern eine Schlüsselrolle zu, weil sie durch Kreditvergabe den Pionier erst handlungsfähig machen (Schumpeter 1961: 119).

Nachdem der Innovator – die Hemmnisse überwindend – eine Neuerung etabliert hat, lockt sein Erfolg Nachahmer an, welche die Innovation nicht nur aufgreifen, sondern auch durch Verbesserungen häufig, was den Ertrag oder die Effizienz angeht, übertreffen. In dieser zweiten Phase des Innovationsprozesses, die vom Imitationsverhalten geprägt ist, treten Unternehmer scharenweise auf, was Schumpeter (1964 [1911]: 339f.) als das Anzeichen eines beginnenden Aufschwungs wertet. Die Häufung von Unternehmensgründungen wird durch zwei Faktoren begünstigt: Zum einen dadurch, dass Nachfolger eine bereits durch Erfolg ausgewiesene Idee kopieren können und zum anderen durch die Kreditvergabepaxis der Banken. Nacheiferer erhalten für ihre Projekte deswegen weniger zögerlich Kredite als vormals die Pioniere, weil sich die Innovation bereits als tragfähiges Geschäftsmodell erwiesen hat. Neben den Imitationseffekten sorgen weitere Investitionen zur Verbesserung und Ausweitung der Innovation und damit für einen konjunkturellen Aufschwung. Der gleichzeitige Anstieg der Güterproduktion und der Preise führt unweigerlich zum Boom. Als bald jedoch schmälern sich die Unternehmensgewinne, weil im Vergleich zur Anfangszeit, als die Innovation noch jung war, günstigere Produkte den Markt überschwemmen. Dies führt dazu, dass der Wettbewerb nun über den Preis und nicht mehr über das Merkmal »Innovativität« ausgetragen wird. Die Preise fallen, die Innovationstätigkeit sinkt, ein Se-

lektionsprozess unter den Wettbewerbern tritt ein. Am Ende dieser Rezession pendelt sich wieder ein Gleichgewicht ein, das auf den im Innovationsgeschehen etablierten Strukturen beruht.

Schumpeters Entwicklungstheorie gilt als wichtiger Wegbereiter einer Evolutionstheorie der Innovation. Die von Karl Marx übernommene Idee Schumpeters, eine Volkswirtschaft anstatt ausschließlich in den Begriffen des Gleichgewichts in solchen der gestörten Balance (z.B. »schöpferische Zerstörung«) zu analysieren, ist für die Evolutionstheorie der Ausgangspunkt ihrer Analysen (Clarke/Juma 1988: 211f.; Elliot 1980).

2.2 Paradigmen, Trajektorien und Nischen

Ohne Übertreibung lässt sich behaupten, dass der evolutionäre Ansatz in der Tradition Schumpeters der heutigen Innovationsforschung als einendes Basiskonzept dient. Allerdings ist es im gegenwärtigen Stadium der Diskussion immer noch verfrüht, von einem kompletten und kohärenten theoretischen System auszugehen (Saviotti/Metcalf 1991: 2). Vielmehr ist zu beobachten, dass einzelne Autorinnen und Autoren den Begriffsapparat der biologischen Evolutionstheorie mal metaphorisch, mal als Werkzeugkasten verwenden, um bestimmte Aspekte ihrer Überlegungen zu plausibilisieren und zu veranschaulichen. Bei der Darstellung der Grundrisse der evolutionären Theorie von Innovationsprozessen konzentriere ich mich auf die grundlegende – auch von Schumpeter übernommene – Idee, dass sich der technologisch-gesellschaftliche Wandel in zwei Phasen unterteilen lässt (Dosi 1982; Dosi et al. 1988; Mensch 1975; Sahal 1985; Tushman/Anderson 1986): Eine *Phase inkrementeller Innovationen*, die durch eine *Phase radikaler bzw. revolutionärer Innovationen* unterbrochen wird. Um diesen Phasenwechsel nachzuzeichnen, beschränke ich mich weitgehend auf die Studien von Giovanni Dosi, weil es ihm gelungen ist, die Entstehungsgründe für die beiden eben benannten Innovationsphasen zu erklären. Dabei stützt er sich auf die Begriffe des wissenschaftlichen Paradigmas bzw. Paradigmenwechsels des Wissenschaftshistorikers Thomas Kuhn (1976), um diese auf das Feld technologischer Entwicklungen zu übertragen.

Des Weiteren steuert Dosi Überlegungen bei, wie die bereits diskutierten klassischen Technologieschub- und Nachfragesog-Modelle (siehe Kap. III/1.1) miteinander verknüpft werden können (Dosi 1982: 151f.).

In dieser Perspektive vollzieht sich der technologische Fortschritt während einer ersten Phase in inkrementellen Schritten. Unternehmen greifen bei der Entwicklung von Technologien auf bewährte Suchroutinen zurück (Nelson/Winter 1977). Derlei Innovationen folgen einem Nachfragesog (*demand pull*), da die Unternehmen diejenigen Eigenschaften weiterzuentwickeln trachten, die den durch Marktstudien eruierten Kundenwünschen entsprechen. Bestehende Technologien, die sich bereits auf dem Markt bewährt haben, werden zum Ausgangspunkt der innovatorischen Bemühungen. Hierin liegt das konservative Moment der Innovationstätigkeit. So bestehen die Innovationen im Automobilantrieb weitestgehend darin, den Benzinmotor sparsamer, billiger, leichter, leiser, leistungsfähiger, pannenresistenter zu machen; weniger darin, einem ganz neuen Antriebsstoff (wie zum Beispiel Wasserstoff) zum Durchbruch zu verhelfen. Letztlich geht es darum, das Bestehende zu optimieren, weshalb diese inkrementellen Fortschritte auch Verbesserungsinnovationen genannt werden (Mensch 1972). Diejenigen Entwicklungs- und Suchroutinen, die in einer gewissen Erwartbarkeit zu inkrementellen Innovationen führen, bezeichnet Dosi als »technologisches Paradigma«. Ein solches umfasst Musterlösungen für eine bestimmte Auswahl von technologischen Problemen und basiert auf einer Auswahl von naturwissenschaftlichen Prinzipien und verwendeten Materialien (Dosi 1982: 152). Dadurch, dass mit dem Paradigma festgelegt wird, welche technologischen Probleme relevant und welche Lösungsmethoden opportun sind, bestimmt dieses die Richtung zukünftiger Innovationen. Es zeigt dem Management außerdem an, wo die Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen zu akkumulieren sind. Damit gibt das Paradigma Ingenieur/-innen und Manager/-innen eine Orientierung und blendet zugleich alternative technologische Möglichkeiten aus.

Die Verwendung des von Kuhn entliehenen Paradigwabegriffs impliziert zwei Folgeüberlegungen: *Erstens* leitet das Paradigma nicht nur die Forschungs- und Entwicklungsbemühungen von

Ingenieur/-innen an, sondern es fungiert gleichzeitig als vergemeinschaftendes Band. Das heißt, die Anhängerschaft eines Paradigmas bedingt gleichzeitig die Zugehörigkeit zu einer technologischen Gemeinschaft (hierzu mehr in Kapitel IV/2). Zweitens geht, wie technikhistorische Studien belegen, ein neues technologisches Paradigma nicht linear aus dem alten hervor (Constant 1980; Geels 2002a). Verbesserungsinnovationen führen in der Regel nicht zu einer gänzlich neuen Technologie. Um die Kontinuität des inkrementellen Fortschritts zu brechen, bedarf es eines Paradigmawechsels (Dosi 1988a: 228), der gleichzeitig die Gemeinschaft und die Unternehmen, die ihren Erfolg dem bewährten Paradigma verdanken, herausfordert und letztlich ablöst. Solche radikalen Innovationen, wie sie Dosi nennt, manifestieren in besonderem Maße den gesellschaftlichen Aspekt des Innovationsprozesses, weil sie mit dem Auf- bzw. Abstieg von technologischen Gemeinschaften und Unternehmen verbunden sind.

Wie kommt es jedoch zu einer radikalen Innovation? Was sind die Auslöser? Radikale Innovationen können durch zwei Konstellationen ausgelöst werden:

Erstens: Verwender nehmen bei einem dominierenden Paradigma mehr und mehr *funktionale Mängel* wahr. Selbst wenn eine Technologie in ihrer Geschichte fortwährend verbessert und ihre Anwendungsweisen vermehrt werden, bleiben Probleme bestehen, die lange Zeit nicht als solche wahrgenommen werden müssen. Dass ein herkömmlicher Automobilmotor Benzin verbrennt, wird solange nicht als Defizit erachtet, bis der Rohstoff zu einem kritischen Kostenfaktor beim Gebrauch wird. Je mehr sich Benzin verteuert, desto mehr fällt der Benzinverbrauch als das ins Gewicht, was Constant (1984: 30f.) einen funktionalen Mangel nennt. Erst mit der Wahrnehmung dessen wird die Suche nach Alternativen motiviert. Solche funktionalen Mängel ergeben sich nicht nur, wenn sich das sozio-ökonomische Umfeld einer Technologie verändert, sondern auch dann, wenn sich ein ganzes System aus miteinander verknüpften Einzeltechnologien weiterentwickelt und eine einzelne im Kontext dieser Entwicklung als rückständig erlebt wird (Hughes 1987: 73). Zum Beispiel galt die analoge Fotografie, was die Aufnahmequalität anbetrifft, lange Zeit als der digitalen überlegen. Doch dieser Vorzug verlor an Be-

deutung, je mehr Nutzer über einen Computer verfügten, mit dem sie digitalisierte Bilder ansehen, bearbeiten, ausdrucken und verschicken konnten. Zwar mag die Analogphotographie bis heute *in puncto* Bildqualität der digitalen ebenbürtig sein, doch sie lässt sich nicht ohne weiteres in das digitalisierte System aus Computer und Internet integrieren. Sie wird als rückständig erlebt, weil sich der Kontext ihrer Anwendung verändert hat.

Zweitens: Neben den eben erwähnten funktionalen Mängeln können *wissenschaftliche Fortschritte* ein bestehendes technologisches Paradigma in einem anderen Licht erscheinen lassen. So mag das Paradigma noch Erfolge zeitigen und nach wie vor ein beträchtliches Entwicklungspotenzial bieten, doch die Befunde aus der wissenschaftlichen Forschung lassen Eingeweihte erraten, dass zukünftige Entwicklungen im entsprechenden Feld auf anderen natur- und technikwissenschaftlichen Prinzipien beruhen könnten. So spielte zum Beispiel in der Flugzeugentwicklung die Aerodynamik die Rolle derjenigen wissenschaftlichen Spezialdisziplin, welche die Entwicklungsroutinen des Propellerantriebes zu hinterfragen begann und den Weg für den Düsenantrieb ebnete. So kam bereits Ende der 1920er Jahre die aerodynamische Forschung zu dem Ergebnis, dass es strahlgetriebenen Fluggeräten möglich ist, sich bis an die Grenze der Schallgeschwindigkeit zu beschleunigen, wohingegen Propellerantriebe hierfür nicht geeignet sind (Constant 1990: 226).

Anders als bei Verbesserungsinnovationen, die durch Marktsignale ausgelöst werden können, spielen für Dosi wissenschaftliche Fortschritte eine entscheidende Rolle, technologische Möglichkeiten zu eröffnen. Die Entstehung von bedeutenden technologischen Paradigmen ist oftmals abhängig von größeren naturwissenschaftlichen Durchbrüchen (Dosi 1984). Man denke hierbei zum Beispiel an die Biotechnologie oder an die synthetische Chemie. Gerade in der Entstehungsphase von neuen technologischen Paradigmen kommt es zu einer Konvergenz von wissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Interessen und Praktiken (Dosi 1988b: 123) und zur Vermischung von ingenieur- und naturwissenschaftlichen *Communities*. Dabei beeinflusst die Forschung nicht nur die technologische Entwicklung, sondern die Erfindung von technologischen Instrumenten (man denke z.B. an

das Elektronenrastermikroskop oder an den Computer) trägt wesentlich zu den Fortschritten in den Naturwissenschaften bei. Darüber hinaus ist zu beobachten, dass speziell in den frühen Phasen der Paradigmenentwicklung technologische Problemlösung und theoretischer Erkenntnisgewinn nahe beieinander liegen. So wird die ingenieurtechnische Entwicklung von Geräten, chemischen Verbindungen etc. oftmals als Test für den Wahrheitsgehalt einer naturwissenschaftlichen Theorie betrachtet. Die ingenieur- und naturwissenschaftlichen Gemeinschaften gehen dann wieder getrennte Wege, sobald das technologische Paradigma etabliert ist. Wenn eine wissenschaftlich-technologische *Community* ein neues technologisches Paradigma auf den Weg bringt, dann folgen eine Reihe zeitaufwendiger und kostenintensiver Weiterentwicklungen durch »überbrückende Institutionen« (Dosi 1982: 155) wie z.B. öffentlich oder privat finanzierte Institute der angewandten Forschung. Um die Lücke zwischen der »Entdeckung« eines technologischen Paradigmas und dem Produkt, das zu vertretbaren Kosten hergestellt werden kann, zu schließen, sind unzählige unspektakuläre Probleme zu lösen, wobei man sich niemals sicher sein kann, wie viel Aufwand es zu deren Überwindung bedarf (Rammert 2002: 177). Ein großer Anteil dieser Entwicklungsarbeit ist auf das so genannte »*scaling up*« gerichtet. Es ist eine Sache, ein technologisches Artefakt (z.B. ein Medikament) im Labor zu entwickeln, eine andere ist es, dieses in Massenproduktion herstellen zu können (Volti 1995: 37). Es ist eine Sache, einen technologischen Prozess innerhalb des Labors zum Funktionieren zu bringen, eine andere, diese Funktion auch in »natürlicher« Umgebung zu gewährleisten, wo Störfaktoren nicht mehr oder nur unzureichend zu kontrollieren sind (Latour 1983).

Eine wichtige Rolle bei der weiteren Entwicklung eines technologischen Paradigmas spielen Nischen. Es handelt sich hierbei um einen geschützten Bereich, in dem eine Innovation von den selektierenden Effekten des freien Marktes geschützt ist (Rip/Schot 2002: 16ff.). Auch wenn man dazu eine kritische Haltung einnimmt, muss man konstatieren, dass das Militär eine klassische Nische darstellt, in der neue technologische Paradigmen weiterentwickelt und getestet werden (Beispiele sind das Internet,

das »Global Positioning System« oder die Kernspaltung). Nischen entstehen auch durch politische Regulierungen. So kreierte die dänische Regierung durch öffentliche Förderung von Windenergie insofern einen Nischenmarkt, als es infolge dieser politischen Intervention für viele Farmer/-innen lukrativ wurde, Windturbinen auf dem eigenen Grundstück zu betreiben oder betreiben zu lassen (Karnøe 1999). Solche durch politische Interventionen geschaffenen Nischen sind häufig Vorläufer für Marktnischen und tragen aus verschiedenen Gründen zum »take off« eines technologischen Paradigmas bei (Kemp et al. 2001: 275): *Erstens* entstehen in Nischen »Demonstrationsobjekte« (*hopeful monsters*), die bei Investoren Interesse wecken können; *zweitens* wird in Nischen ein interaktiver Lernprozess angestoßen, der dazu führt, dass komplementäre Techniken, die zur Funktionalität des technologischen Paradigmas beitragen, entwickelt werden. Eine komplementäre Technik zum technologischen Paradigma der Internetkommunikation ist das »http-Protokoll«, das es den Nutzern erst möglich macht, durch die Netze zu »surfen«. An diesem Lernprozess ist auch die Politik beteiligt, wenn sie durch Gesetzgebung und durch finanzielle Zuwendungen die Bedingungen in der Nische regelt und auch dafür sorgt, dass dieser geschützte Bereich zu einem geeigneten Zeitpunkt den Marktkräften anheim gegeben wird.

Spätestens dann, wenn ein neues technologisches Paradigma jenseits der Nische auf Interessenten stößt, beginnt innerhalb der Phase der radikalen Innovation das Stadium der Fermentierung, wenn das alte mit dem neuen Paradigma rivalisiert (Tushman/Rosenkopf 1992: 318f.). Man spricht deshalb von einem »Gärungsstadium«, weil es nicht ausgemacht ist, dass sich das neue technologische Paradigma zwingend durchsetzt. Ein Beispiel für eine solche Konkurrenz zweier Paradigmen ist der Wettbewerb zwischen dem *Open Source*-Betriebssystem »Linux« und dem etablierten, von »Microsoft« entwickelten »Windows«. Das dominierende Paradigma hat allein dadurch, dass es bereits adaptiert ist, Vorteile auf seiner Seite: Zum einen sind die Nutzer/-innen mit der Technik vertraut. Eine Umstellung auf »Linux« würde für Betriebe und Verwaltungen Investitionen in die Fortbildung der Mitarbeiter/-innen mit sich bringen. Zum anderen sind komple-

mentäre Techniken auf das dominierende Paradigma abgestimmt. Jenseits eines direkten Funktionsvergleiches zwischen den rivalisierenden Betriebssystemen liegen die Vorzüge von »Windows« gegenüber »Linux« darin, dass die bereits angeschaffte Anwendungssoftware und die darin gespeicherten Datensätze als »Windows«-kompatibel gelten. Für eine Umstellung auf das neue Paradigma werden an etlichen Stellen Kompatibilitätsprobleme befürchtet. Eine dominante Technologie wird durch ein ganzes *Regime* stabilisiert, welches neben wissenschaftlichem Wissen und ingenieurwissenschaftlichen Praktiken insbesondere auch die bereits vorhandene Infrastruktur und die Verwendungsroutinen umfasst (Kemp et al. 2001: 272f.; van de Poel 2003: 50). Während des Fermentierungsstadiums ist zu beobachten, wie sowohl das neue als auch das alte Regime mit Produktvariationen aufwarten (Tushman/Rosenkopf 1992: 318). Häufig reagiert das dominante Regime auf die Herausforderung eines neuen Konkurrenten mit einer gesteigerten Innovativität. Es kommt zu einem »Segelschiff-Effekt« (Geels 2002b: 379), dessen Namen auf die historische Begebenheit anspielt, dass Segelschiffe durch die Herausforderung der Dampfschiffahrt enorm verbessert wurden, was Segel-, Rumpfgöße und Geschwindigkeit anbetrifft. Durch diesen Entwicklungsschub des alten Regimes konnte es eine Zeit lang neben dem neuen koexistieren. Das Fermentierungsstadium ist durch eine Ergebnisoffenheit gekennzeichnet, weil nicht vorherbestimmt ist, ob sich das Neue und vermeintliche Bessere tatsächlich durchsetzen wird.

Der evolutionäre Mechanismus, der darüber entscheidet, ob sich ein technologischer Paradigma- und damit auch Regimewechsel vollzieht, ist die Selektion durch die Umwelt in Gestalt des Marktes (Metcalfe 1988: 568f.; Nelson/Winter 1977: 64f.). Aufgrund ihrer Überlegenheit gegenüber bewährten Gütern erzeugen Produktinnovationen eine erhöhte Nachfrage beim Konsumenten. Prozessinnovationen verbilligen in der Regel die Produktion. Beides führt dazu, dass das innovierende Unternehmen seine Gewinnmargen erhöht. Damit erweitert sich dessen Spielraum für Neuinvestitionen oder zur Verbilligung seiner Produkte, wodurch sich die Gewinnchancen für nicht innovierende Konkurrenten schmälern und diese auf lange Sicht vom Markt gedrängt

werden (Dosi 1988b: 145). Doch Märkte dürfen keinesfalls als Instanzen betrachtet werden, die beobachterunabhängig, interessenneutral und wissenschaftlich objektiv entscheiden, welche Technologie die bessere ist. Märkte sind – gerade dies ist der unhintergehbare Standpunkt einer soziologischen Betrachtung (vgl. Callon 1998; Fligstein 1996; White 1981) – gesellschaftliche Konstruktionen, sie werden mitkonstituiert durch politische Interessen, kulturelle Wandlungen, rechtliche Vorgaben, internationale Standards und institutionelle Mechanismen wie z.B. Vertrauen. Der Markt in Gestalt des Aufeinandertreffens unabhängiger, rational entscheidender und über vollständige Marktübersicht verfügende Akteure ist aus mehreren Gründen eine idealtypische und oftmals realitätsferne Vorstellung. Zunächst werden Märkte – wie obige Ausführungen über Nischen bereits darlegen – für Innovationen als selektive Umwelt durch politische Interventionen geschaffen.

Selbst Massenmärkte sind durch die Setzung technischer Standards oder Normen politisch beeinflusst (Jørgensen/Sørensen 1999). So verändert zum Beispiel die Verschärfung der Emissionsnormen die Marktbedingungen im Automobilgewerbe in der Weise, dass Innovationen in eine bestimmte Richtung gelenkt werden (Schot/Rip 1996: 258f.). Ferner ist es inzwischen *common sense*, dass das Entscheidungsverhalten von Marktteilnehmern durch deren »bounded rationality« (Simon 1955, 1997) begrenzt ist. Das heißt, die Frage, ob eine Innovation dem Bewährten überlegen ist, werden etwaige Käufer/-innen nicht durch einen unendlichen Klärungsprozess, sondern durch soziales Verhalten zu beantworten suchen. Anstatt »rational« zu entscheiden, neigen Käufer/-innen häufig zur Imitation, wenn sie Innovationen deshalb annehmen, weil es andere schon vor ihnen getan haben. Nicht zu vergessen ist, dass die Präferenz für das Innovative in der Moderne mit dem Erwerb von Prestige verbunden ist. Insbesondere die Soziologie hat darauf aufmerksam gemacht, dass nicht die Umwelt über die Evolution von Innovationen in einer »trial and error«-Logik entscheidet, sondern dass die Umwelt in Gestalt von Nutzern durchaus auch auf die Struktur der Innovation Einfluss nimmt und nicht bloß »blind« selektiert. Dies geschieht zum Beispiel in sogenannten Nutzer-Produzenten-Interaktionen. Speziell

bei solchen Produkten, bei denen Nutzer sich einen großen Vorteil von einer Innovation versprechen (wie z.B. Forscher/-innen von wissenschaftlichen Messgeräten), werden diese, wenn ihre spezifischen Anforderungen und Erwartungen an den Produzenten adressiert werden, zur Quelle für weitere Innovationen (von Hippel 1976). Die Grenze zwischen der selektierenden Umwelt des Marktes und des Unternehmens wird durch derartige Interaktionen zu einem gewissen Grade aufgelöst (zur Gestaltung von Märkten durch Unternehmen vgl. Rupp 1999).

Bewährt sich ein neues technologisches Paradigma in seiner Umwelt, ist die nun entstandene radikale Innovation wiederum die Basis für den ›normalen‹ kontinuierlichen technischen Wandel in Form von unzähligen inkrementellen Verbesserungen und Modifikationen. Es ist damit ein Pfad für den weiteren Innovationsverlauf vorgegeben. Solche auf einem technologischen Paradigma basierenden inkrementellen Weiterentwicklungen beschreiben eine *Trajektorie* (Verlaufsbahn) (Dosi 1982: 153, 1988b: 115f.; Nelson/Winter 1977: 56f.). Durch eine Diffusion des technologischen Paradigmas und vor allen Dingen durch weitere Verbesserungen und solche Innovationen, welche die Funktionalität des technologischen Paradigmas steigern, stabilisiert sich eine Trajektorie, wodurch der Paradigma- bzw. Regimewechsel irreversibel wird (Hughes 1987: 76f.).

Welche evolutionären Stabilisierungsmechanismen sind im Einzelnen zu beobachten?

1. *Learning by using*: Je häufiger eine Technologie benutzt wird, desto mehr Erfahrungswissen wird produziert. Dies erleichtert den Umgang mit ihr, so dass ein Wechsel zu Konkurrenzprodukten, über die man nicht Bescheid weiß, weniger wahrscheinlich wird (Arthur 1988).
2. *Netzwerkexternalitäten*: In vielen Fällen steigt die Attraktivität einer Technologie, je mehr Nutzer daran teilhaben (ebd.). So steigt zum Beispiel der Nutzen der E-Mail-Kommunikation, je mehr Personen auf einen E-Mail-Account zurückgreifen können.
3. *Technologische Interrelationen*: Eine Technologie wird umso mehr von Nutzern adaptiert, je mehr unterstützende Techno-

logien Teil der Infrastruktur werden (ebd.). Die Überlegenheit des benzinbetriebenen Automobils besteht darin, dass ein flächendeckendes Netz von Tankstellen, Autoreparaturwerkstätten etc. den Umgang komfortabel macht, was eine alternative Antriebstechnologie, wie zum Beispiel der Wasserstoffmotor, der in keine derartige Infrastruktur eingebettet ist, nicht ohne weiteres anbieten kann.

All diese stabilisierenden Effekte sorgen dafür, dass ein einmal eingeschlagener technologischer Pfad nicht ohne Widerstände verlassen werden kann. Es entsteht in der Weise eine Pfadabhängigkeit (vgl. IV/2.1). Der gesellschaftlich-technologische Wandel wird *pfadabhängig*, weil die Innovationstätigkeit in der Gegenwart von zeitlich weit zurückliegenden Ereignissen bestimmt wird (David 1985). Eine solche Pfadabhängigkeit kann dazu führen, dass eine Technologie weiterentwickelt und benutzt wird, obgleich es in der Zwischenzeit vermeintlich bessere Alternativen gibt. All die oben genannten Stabilisierungsmechanismen stützen ein etabliertes technologisches Regime. Die technologisch-gesellschaftliche Entwicklung kann auf diese Weise in einem inferioren technologischen Paradigma eingeschlossen sein. Man spricht von dann von einem »lock-in« (Arthur 1989). Das meistzitierte Beispiel hierfür ist die QWERTY-Tastaturanordnung, die keineswegs die bequemste und schnellste Schreibweise ermöglicht.

3. METAPHERN DES INNOVATIONSPROZESSES

Auf der Ebene des gesellschaftlich-technologischen Wandels dient der evolutionäre Ansatz als vereinheitlichender Theorierahmen für die unterschiedlichen Beiträge der Forschung. Weniger übersichtlich erscheint die Theorielandschaft auf der Mikroebene des organisierten Innovationsprozesses. Kein bestimmendes Paradigma ist in Sicht. Lediglich zwei Merkmale lassen sich aufführen, die sämtliche Theorieangebote auf dieser Ebene gemeinsam haben: Sie artikulieren eine explizite Abkehr vom linearen Phasenmodell und greifen auf Metaphern zurück, um die Prozesslogik zu charakterisieren. Die Kette, das Rugby-Spiel und das Feu-

erwerk bilden die metaphorischen Bezugspunkte jener drei Theorieofferten, die ich vorstellen möchte. Meine Auswahl entzieht sich in der Weise des Vorwurfs der Beliebigkeit, als ich mich in meiner Darstellung an Ansätze halte, die in der Innovationsforschung jenseits allen notwendigen Kritikbedarfs Reputation erworben haben. Ein Anspruch auf Vollständigkeit oder Systematik wird nicht erhoben.

3.1 Ketten-Modell: Feedbackloops und Forschung als permanente Ressource

In Ermangelung eines Konzepts, das die Ergebnisse der damalig aktuellen Innovationsforschung integrierte, entwarfen Stephen Kline und Nathan Rosenberg (1986) das Ketten-Modell (*chain-linked model*). Bis heute gehört es zum Standardwissen der Disziplin (Hage/Hollingsworth 2000; Palmberg et al. 1999; Senker/Faulkner 1996). Das Modell findet seinen Ausgangspunkt in der Feststellung, dass dem Innovationsprozess grundsätzlich Unsicherheit innewohnt. Diese wird deshalb zum Problem, weil sie sich mit den herkömmlichen Methoden der Messbarkeit und Risikoabschätzung kaum absorbieren lässt. Je radikaler die Innovation, desto mehr steigt die Unsicherheit hinsichtlich der Mach-, Finanzier- und Durchsetzbarkeit derselben (Kline/Rosenberg 1986: 294). Organisationen sind einer solchen Situation jedoch nicht hilflos ausgeliefert, sondern haben jene Bewältigungsstrategien und -taktiken entwickelt, die im Ketten-Modell festgehalten sind. Explizit setzen sich Kline und Rosenberg vom linearen Phasenmodell (vgl. Kap. III/1.2) ab. Dieses repräsentiert ihrer Ansicht nach den Innovationsprozess als gleitenden, gut beherrschbaren, messbaren und planbaren Vorgang, wodurch die technologischen, organisatorischen und ökonomischen Unsicherheiten verborgen werden. Obendrein wird der Innovationsprozess als singulärer Vorgang beschrieben, dessen Ursprung in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung verortet wird. Drei Befunde der Innovationsforschung lässt das lineare Modell nach Ansicht von Kline und Rosenberg außer Acht:

- Es verzeichnet keine *Feedback*-Schleifen zwischen den Phasen.
- Fehler und Fehlschläge als nicht substituierbare Elemente des innovatorischen Lernprozesses werden ignoriert.
- Das lineare Modell schätzt die Rolle von Wissenschaft als initiiertes Instrument im Innovationsprozess falsch ein.

Das Eingangstor für Innovationen liegt für Kline und Rosenberg vielmehr im Weiterentwicklungsprozess. Um dies deutlich zu machen, prägen sie den Begriff »analytisches Design« (*analytic design*) (ebd.: 302). Dies umfasst die Suche nach neuen Kombinationen bereits existierender Produkte und die Entwicklung von neuen Produkten innerhalb des Rahmens eines vorgefundenen Standes der Technik. Als Alternative zum linearen Phasenmodell schlagen Kline und Rosenberg ihr Ketten-Modell vor, das aus insgesamt fünf Prozesslinien besteht, wobei ich mich auf die drei wichtigsten in meiner Darstellung beschränke:

Die *erste* zentrale Kette der Innovation unterscheidet sich nicht vom linearen Modell. Sie beginnt mit der Erfindung und endet mit dem Marketing. Die *zweite* besteht aus der Reihe der Feedbackschleifen, die sich zwischen den Segmenten ereignen. Diese Rückkopplungsschleifen sind Ausdruck einer ständigen Koordination zwischen den Fachabteilungen. Das für den Innovationsprozess entscheidende Feedback stammt von der Beobachtung der Marktsignale bzw. der Kundenbedürfnisse, weil diese sogleich zur Verbesserung des Produktes und des Services verwertet werden (Barnekow 2004). Diese enge Rückkopplung von Marktbeobachtung und technischer Entwicklung ist für Kline und Rosenberg Motiv, die Trennung von Nachfragesog und Technologieschub (vgl. Kap. III/I.1) abzulehnen. Denn jedes Konsumentenbedürfnis, das von der Marktforschung erfasst wird, führt früher oder später zu einem neuen Design, und jede erfolgreiche und akzeptierte Innovation führt unweigerlich zur Veränderung der Marktverhältnisse (ebd.: 290).

Mit der *dritten* Kette wird die Relation von Wissenschaft zu den anderen Kettengliedern bestimmt. In Abgrenzung zum linearen Modell gehen Kline und Rosenberg davon aus, dass sich die Rolle von Wissenschaft nicht allein am Anfang eines Innovationsprozesses entfaltet, sondern sich entlang der ganzen zentralen ersten

Kette erstreckt. Das heißt, Wissenschaft ist mit jedem anderen Kettenglied verbunden. Solche Verknüpfungen können Kline und Rosenberg nur deswegen identifizieren, weil sie die Rolle von Wissenschaft im Innovationsprozess neu bestimmen. Wissenschaftliches Wissen wird darin in doppelter Weise relevant: *zum einen* in Form des verkörperten Wissens, das die Mitarbeiter/-innen als Ergebnis eines wissenschaftlichen Ausbildungsweges und einer Hochschulsozialisation in das Unternehmen einbringen. Zu dieser Form des Wissens gehört auch die Fähigkeit der Mitarbeiter/-innen, nach den benötigten Informationen zu recherchieren. *Zum anderen* ist jenes wissenschaftliche Wissen relevant, das bei Bedarf in den Laboratorien gewonnen wird und in sämtlichen Phasen des Innovationsprozesses angefordert werden kann und muss. Unersetzbar ist demnach die Rolle von Forschung – nur eben nicht als initiierender Funke, sondern als permanente Wissensressource entlang der ganzen Prozesskette. Kostspielige und zeitaufwendige Forschung wird erst dann eingesetzt, wenn diese eben genannte Wissensform an ihre Grenzen stößt.

Das Ketten-Modell stellt eine Erweiterung des Phasenmodells dar, wobei die unterschiedlichen Stadien durch Rekursionsschleifen verbunden sind. Zwar gelten solche Rekursionen heute als ein wichtiges Kennzeichen von Innovationsprozessen. Seit den 1990er Jahren zeichnet sich allerdings ab, dass die Phasen, die im Ketten-Modell nach wie vor strukturprägend sind, mehr und mehr durch Synchronisierungen aufgelöst werden. Einzelbeiträge eines Innovationsprojektes, die ehemals zeitlich sequenzialisiert wurden, finden nun nahezu zeitgleich statt. Außerdem ist kritisch anzumerken, dass das Ketten-Modell nicht sämtliche für den Innovationsprozess wichtigen Rückkopplungen erfasst. Man denke hierbei an avancierte Nutzer/-innen (so genannte Pilotkunden oder *leading edge user*), die in den Entwicklungsprozess integriert werden (Iansiti/MacCormack 1997; Rupp 1999: 371), oder all die Rückkopplungen, die zu beobachten sind, wenn mehrere Unternehmen an einem Innovationsprojekt beteiligt sind (vgl. Kap. IV).

3.2 Rugby-Modell: Überlappungen und Wissensteilhabe (*knowledge sharing*)

Werden im Ketten-Modell die Phaseneinheiten rekursiv verknüpft, so bleiben doch die zeitlichen Sequenzen erhalten. Im Vergleich dazu werden im Rugbymodell des Innovationsprozesses, das Hirotaka Takeuchi und Ikujiro Nonaka (1986) zur Diskussion stellen, die einzelnen Zeitphasen miteinander verschmolzen. Mitarbeiter/-innen, die ansonsten über den Zeitverlauf verteilt nacheinander zum Einsatz kommen, arbeiten hier in einem Team zusammen. Wie der Ball zwischen den Spielern in der Weise hin und her, vor und zurück gepasst wird, so dass sich eine Mannschaft als Einheit über das Feld bewegt, so soll das Team Teilprobleme des Projektes in Selbstorganisation an die jeweiligen dafür spezialisierten Teilnehmer/-innen delegieren. Um die Besonderheiten des Rugby-Modells hervortreten zu lassen, kontrastieren Takeuchi und Nonaka dieses mit dem linearen Phasenmodell (vgl. Kap. III/1.2), das sie als eine Art Staffellauf charakterisieren. In einem solchen reicht eine Spezialistengruppe den Staffelstab – in Form eines Teilprojektergebnisses – an die nächste Arbeitsgruppe weiter. Auf diese Weise schreitet das Projekt von Sequenz zu Sequenz voran. Bei dieser Prozessorganisation nutzt das Modell die Vorteile der Arbeitsteilung und der Spezialisierung der Mitarbeiter/-innen aus, indem die Einzelaufgaben in zeitlicher Abfolge an den jeweiligen Zuständigkeitsbereich delegiert werden. Die Marketing-Fachleute eruieren die Konsumentenwünsche und -wahrnehmungen, um ein Produktkonzept zu entwickeln; die Forschungs- und Entwicklungsingenieur/-innen wählen die adäquate Technologie aus; die Produktionsingenieur/-innen entwerfen den Fertigungsprozess und andere Spezialisten tragen das Projekt als Staffelstab weiter von Phase zu Phase des Innovationsprozesses.

Anders dagegen beim Rugby-Ansatz: Der Innovationsprozess organisiert sich selbst durch die stetigen Interaktionen innerhalb eines Teams, das aus handverlesenen Mitgliedern unterschiedlicher technischer, sozialwissenschaftlicher und gestalterischer Disziplinen besteht. Ein solches Team arbeitet vom Anfang bis zum Ende des Entwicklungsprozesses zusammen. Der Fortgang

des Projekts folgt dem Rhythmus, der sich aus dem Zusammenspiel der Teammitglieder ergibt, und weniger dem Takt von zuvor festgelegten Arbeitsschritten. So beginnen zum Beispiel Ingenieure/-innen mit der Entwicklung des Produkts, bevor die Tests zur Tauglichkeit der zu verwendenden Produkttechnologie abgeschlossen sind. Ferner ist das Team gezwungen, eine Entscheidung aufgrund einer später eintreffenden Information zu revidieren und diese in einer Wiederholungsschleife in die Produktentwicklung einfließen zu lassen. Für Takeuchi und Nonaka ist dies die Ursache für einen schnelleren und vor allem flexibleren Produktentwicklungsprozess.

Der Rugby-Ansatz ist mit einem charakteristischen Führungsstil verbunden, der sich dadurch auszeichnet, größtmögliche Autonomie mit ehrgeizigen Vorgaben zu koppeln. Das neukonstituierte Team beginnt an einem Zustand Null. Nach einiger Zeit soll das Team wie ein Start-Up-Unternehmen innerhalb der Firma funktionieren, das eigene Initiativen ergreift, Risiken auf sich nimmt und seine eigenen Ziele setzt. Die damit verbundene Autonomie bedeutet, dass das Topmanagement auf Kontrollen und Interventionen weitgehend verzichtet. Es stellt lediglich die finanziellen Mittel für das Team bereit und handelt insofern wie ein *venture capitalist* im eigenen Haus. »We open up our purse but keep our mouth closed«, zitieren die Verfasser einen der befragten Vorgesetzten (ebd.: 139). Im Vergleich zum linearen Modell überlappen sich in hohem Maße die Phasen des Innovationsprozesses. Obgleich die Teilnehmer/-innen unterschiedliche Zeithorizonte benötigen – Forschung und Entwicklung beanspruchen einen weiter gefassten als das Marketing –, teilen sich sämtliche Teammitglieder ihr Wissen (*knowledge sharing*). So bekommt die/der Marketing-Experte/-in einen Eindruck von den ingenieurwissenschaftlichen Forschungsproblemen und der/die Ingenieur/-in lernt die Marktverhältnisse kennen. Durch diesen Effekt des gemeinsamen Lernens wird aus dem Team, das als eine organisierte soziale Einheit zu Anfang seine Arbeit aufnahm, eine solche, die auf Basis eines gemeinsam geteilten Wissens agieren kann. Dies erweist sich in verschiedener Hinsicht als ein Vorteil. Wissen, das im Phasenmodell separiert war, steht nun dem Team insgesamt zur Verfügung. Die Marktforschung kann

zum Beispiel durch die Informationen über die Möglichkeiten des Produktes und der zugrunde liegenden Technologie zielgerichteter ausgelegt werden, und die Ingenieure/-innen können neue Erkenntnisse über Änderungen des Konsumentenverhaltens in ihre Entwicklungsarbeit integrieren. Dadurch kann das Problem des Phasenüberganges, welches das Phasenmodell kennzeichnet, vermieden werden: An jedem Ende einer Phase eines linear organisierten Prozesses, wenn eine Arbeitsgruppe der nächsten das Projekt weiterreicht, blieb relevantes Wissen auf der Strecke. Hinzu kommt, dass solche Übergänge zum Flaschenhals werden, wenn eine Arbeitsgruppe das Zeitlimit, das für diese Phase angesetzt ist, nicht einhalten kann. Der Innovationsprozess insgesamt gerät ins Stocken. Durch die Überlappung können die Teilnehmer/-innen eines nach dem Rugby-Ansatz organisierten Teams flexibler mit Verzögerungen umgehen. Das gesamte Projekt kommt nicht zum Halt, weil die Teilnehmer/-innen der nachfolgenden Entwicklungsschritte auf der Basis der bereits vorliegenden Informationen ihre Arbeit leisten können.

Nicht zu verschweigen sind die Nachteile und die Grenzen des Rugby-Modells. Von den Teilnehmer/-innen verlangt es eine intensive Kommunikation untereinander. Eine solche Kommunikationsdynamik ist nicht nur schwer zu kontrollieren, sondern beansprucht wesentlich mehr Zeit von den Teammitgliedern als bei Innovationsprojekten, die in Phasen strukturiert sind. Außerdem ist das Rugby-Modell nicht generell für jedes Unternehmen und für jedes Innovationsziel geeignet. Insbesondere die kommunikative Abstimmung, die in einem überschaubaren Team möglich ist, stößt bei einer gewissen Anzahl von Teilnehmer/-innen an ihre Grenzen. Um den Kommunikationsaufwand zu dezimieren, ist es insbesondere bei Mammutprojekten mit einem extrem hohen Entwicklungsaufwand und einem großen Mitarbeiter/-innenstab erforderlich, die Phasensegmente des linearen Modells zu nutzen, um sinnvolle Kommunikationseinheiten zu schaffen.

3.3 Feuerwerk-Modell: Innovationsbündel und Rückschläge

Verglichen mit dem Ketten- und Rugby-Modell steht das Feuerwerk-Modell auf dem solidesten wissenschaftlichen Fundament. In Longitudinalstudien von 14 industriellen und staatlichen Projekten (darunter Projekte der »NASA« und des Unternehmens »3M«) untersuchten mehrere Forschungsgruppen des Minnesota Innovation Research Teams unter der Leitung von Andrew Van de Ven länger als ein Jahrzehnt Innovationsverläufe (Van de Ven et al. 1999). Sowohl quantitative als auch qualitative Methoden kamen dabei zum Einsatz. Die Grundthese der Forschungsgruppe um Van de Ven besagt, dass ein Innovationsprozess einer non-linearen Dynamik unterliegt. Er ist daher weder stabil und vorhersehbar, noch zufallsabhängig (ebd.: 5). Unvorhersehbar ist eine Innovation nicht deswegen, weil sie dem Zufall ausgeliefert, sondern weil sie einem komplexen Wechselspiel der am Innovationsprozess beteiligten Akteure unterworfen ist. Der Verlauf dieses Wechselspiels stellt sowohl für die Beteiligten als auch für die sozialwissenschaftlichen Beobachter ein Experiment mit offenem Ausgang dar. Auf die Metapher des Feuerwerks greifen die Autoren zurück, um auf ein essenzielles Ergebnis ihrer Forschungen hinzuweisen. Ihrer Ansicht nach verzweigt sich der Innovationsprozess unmittelbar nach der Planungsphase in viele Seitenentwicklungen. Die innovative Ausgangsidee – um die Metapher des Feuerwerks aufzugreifen – »explodiert«, um in teils auseinander driftenden, teils parallelen Bahnen fortzubestehen. Ich komme später darauf zurück. Nebenbei warnen die Autoren davor, das Handeln der an der Innovation beteiligten Akteure ausschließlich in der Annahme zu beobachten, es sei kreativ und zielkonform. Um einen positiven Bias in der sozialwissenschaftlichen Beobachtung zu vermeiden, ist es sinnvoll, deren Handeln ebenso nach Gesichtspunkten zu untersuchen, inwieweit es Innovationsprojekte behindert oder gar ganz unterbindet.

Bevor ich dieses Prozessmodell erläutern werde, ist es unerlässlich, auf jene Befunde einzugehen, welche hierzu die Grundlage bilden. Bei ihren Untersuchungen konzentriert sich die Forschungsgruppe von Van de Ven auf bestimmte Variablen. Darun-

ter fallen Ideen, Akteure, Transaktionen und Kontexte. Zu Beginn der Studie war die Ansicht weit verbreitet, dass eine singuläre Idee (zum Beispiel eine Erfindung) durch den Entwicklungsprozess entfaltet wird, während die Identität der Ausgangsidee unverändert bleibt, so als ob in dieser *in nuce* die spätere Innovation enthalten sei. Dagegen wenden Van de Ven et al. ein, dass eine Innovation selten auf einem einzigen Kernkonzept beruht. Ihren empirischen Ergebnissen zufolge bringen Organisationen zeitgleich ein ganzes Bündel von innovativen Ideen auf zum Teil divergierenden Entwicklungsbahnen voran (ebd.: 10). Während Schumpeter und seine Nachfolger den heroischen Unternehmer (*entrepreneur*) oder das Einzelunternehmen als den entscheidenden Akteur des Wandels identifizieren, betonen Van de Ven und sein Team, dass die meisten Innovationen zu komplex sind, als dass sie von einer Person allein in die Wege geleitet werden können. Eine Innovation emergiert vielmehr in der Interaktion zwischen Führungskräften und Mitarbeitenden verschiedener Spezialgebiete, Erfahrungen und Fertigkeiten sowie darüber hinaus in den Interaktionen zwischen verschiedenen Organisationen (vgl. Kap. IV). Mit dieser Fokussierung auf die interaktiven Aspekte des Innovationsverlaufs rücken insbesondere die Beziehungen zwischen den organisierten sowie personifizierten Akteuren in den Blick. Solche multilateralen Beziehungen, die Van de Ven et al. untersuchen, entwickeln sich nicht nach dem sequenziellen Schema ›Verhandlung – Einigung – Ausführung‹. Stattdessen werden unterschiedliche Phasen von hoher und niedriger Interaktivität beobachtet, die nach kurzer Zeit den Rahmen einer dyadischen Beziehung zwischen zwei Organisationen überspringen und sich zu einem Netzwerk von Beziehungen auswachsen.

Konsequenterweise erweitern die Autoren die für Manager/-innen primäre Sicht auf den betriebswirtschaftlichen Rahmen, indem sie die gesellschaftliche Umwelt des Unternehmens beleuchten. Es handelt sich hierbei um jene gesellschaftlich-technologische Infrastruktur, bestehend aus technischen Normen, wissenschaftlichen Expertisen, zugänglichen Testlaboratorien, Kapitalgebern, Fachkräften ausbildende Hochschulen und nicht zuletzt informierten Konsumenten, die mit Innovationen etwas anzufangen wissen. Es gilt dabei anzuerkennen, dass eine solche In-

frastruktur zu einem großen Teil als ein öffentliches Gut (*public good*) entwickelt wird, welches Unternehmen in ein privates Gut (*private good*) überführen können. Diese gesellschaftlich-technologische Infrastruktur stellt nicht eine vom Unternehmen losgelöste Umwelt dar, sondern kann durchaus mitgestaltet werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass ein Unternehmen ein Management (*corporate governance*) praktiziert, das sowohl spezialisiert darauf ist, diese Infrastruktur zu nutzen, als auch dazu fähig, diese mitzugestalten.

Den Innovationsprozess selbst charakterisieren Van de Ven et al. mit dem romantischen Bild der Reise. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, dass jedwede Innovation ihrem eigenen Weg folgt und streckenweise auf ungeplanten und unplanbaren Routen am Ziel ankommt (oder auf der Strecke bleibt). Trotz der partiellen Unvorhersehbarkeit des Verlaufs behaupten die Autoren, in den von ihnen untersuchten Fällen ein Muster zu erkennen und eine generalisierende Definition wagen zu können: »The innovation journey is a nonlinear cycle of divergent and convergent activities that may repeat over time and at different organisational levels if resources are obtained to renew the cycle« (ebd.: 16). Auf der Basis ihrer Studienergebnisse entwerfen Van den Ven und seine Mitarbeiter eine Art Landkarte (*roadmap*) des Feuerwerk-Modells, um die typischen Verlaufsformen eines Innovationsprozesses festzuhalten. Vorweg ist anzumerken, dass es sich bei den von ihnen untersuchten Fällen allesamt um »generische« Innovationen handelt. Sie zeichnen sich durch absichtsvolle Anstrengungen, eine Idee zu verwirklichen aus, beinhalten organisatorische, technologische und ökonomische Formen der Unsicherheit, bedürfen einer kollektiven Anstrengung über einen längeren Zeitraum und erfordern mehr Ressourcen, als die Innovatoren selbst in den Händen halten (ebd.: 22).

Dem Modell zufolge beginnt der Innovationsprozess nicht mit der Inspiration eines einzelnen Akteurs, sondern verläuft eher schleppend in einer über mehrere Jahre ausgedehnten Periode der »Schwangerschaft«, bis mehr und mehr ähnliche Ideen sichtbar werden. Diese Etappe verläuft evolutionär und weitgehend ohne dezidierte Planung. Nichtsdestotrotz ist eine Schlüsselfigur auszumachen, in der die scheinbar losen Fäden zusammenlau-

fen. In günstigen Momenten bieten diese Schlüsselfiguren ihr eigenes Unternehmen oder ihre Abteilung als eine Art ›Gefährter‹ an, um die Ideen weiterzuentwickeln und Krisen zu überwinden. Erst Schocks, wie eine Budgetkrise, ein neues Management, ein Markteinbruch etc., lösen konzentrierte Bemühungen der Akteure aus. Die Wirkung des Schocks besteht darin, diejenige Aufmerksamkeit, die sich im Stadium der Routine auf das Bewährte richtet, auf das Neue zu lenken. Die Krise, die Suche nach Lösungen motivierend, erhöht die Wahrscheinlichkeit, sich mit den Konzepten der Schlüsselfiguren eingehender auseinander zu setzen. Der offizielle Innovationsprozess beginnt mit der Entwicklung von Plänen, um Vorgesetzte oder potenzielle Kapitalgeber/-innen für das Projekt zu gewinnen.

Bemerkenswert an den Studien von Van de Ven et al. (1999) ist der Befund, dass in sämtlichen untersuchten Fällen die finanziellen, personellen und technologischen Ressourcen für die Innovation von außen in die betreffenden Unternehmensabteilung gelangen. Bei der Planung geht es in erster Linie darum, die Informationsasymmetrie zwischen den Innovatoren und den Kapitalgebern zu überwinden (›principal-agent«-Problem). Plänen sind daher eher eine argumentativ-rhetorische Funktion zugeordnet, Zweifler umzustimmen, als dass sie als realistisches Szenario für ein Innovationsprojekt gelten können. Daher unterschätzen sämtliche Pläne den Kosten- und den Zeitaufwand und übergehen geflissentlich mögliche Unsicherheiten. Für diese Realitätsverzerrung gibt es zwei Gründe: *erstens* die bereits erwähnte rhetorische Funktion. Es gilt, potenzielle Unterstützer/-innen zu überzeugen – darauf spekulierend, dass, wenn jemand Kapital in das Projekt investiert hat, er dann auch bereit ist, die Folgekosten zu tragen, um seinen bereits geleisteten Einsatz nicht zu verspielen. *Zweitens* handelt es sich bei Plänen nicht selten um Selbsttäuschungen von Menschen, die sich aufgrund ihrer Identifikation mit dem Projekt und der emotionalen Involviertheit den nicht unwahrscheinlichen Misserfolg nicht ausmalen wollen und können, weil eine solche Vorstellung zudem entmutigen würde (ebd.: 33).

Während das herkömmliche lineare Modell davon ausgeht, eine Projektidee bliebe bei der Weiterentwicklung intakt und werde

lediglich den Umständen entsprechend angepasst, geht das Feuerwerk-Modell davon aus, dass die Anfangsidee gleich nach der Planung in multiple Entwicklungen zerfällt. Da das ›Feuerwerk‹ den Beteiligten den Eindruck vermittelt, die Ausgangsidee sei fruchtbar, kommt es bei den Beteiligten zu einer Anfangseuphorie (*honeymoon*), die alsbald jedoch in einem mehr oder weniger kontrollierten Chaos mündet. Sobald die Entwicklungsarbeiten beginnen, ist zu beobachten, wie sich die Ausgangsidee in zahlreichen Versionen fortspinnt, sei es auf divergenten, sei es auf parallelen oder konvergenten Wegen. Diese Aufspaltung in verzweigte Aktivitäten gehört zu den bisher am wenigsten verstandenen Merkmalen des Innovationsprozesses. Van de Ven und seine Mitautoren nennen mögliche Gründe für dieses ›Feuerwerk‹ (ebd.: 35). Zu den wichtigsten gehört, dass sich eine Innovation *erstens* als eine vieldeutige und unsichere Angelegenheit erweist und es oftmals unmöglich ist, anfangs zu wissen, welche Abzweigung zum Ziel führt. Daher ist es sinnvoll, alternative Entwicklungen zuzulassen und zu explorieren. *Zweitens* können die Verzweigungen des Feuerwerks dazu dienen, das Risiko des Innovationsprozesses auf verschiedene Einzelentwicklungen zu verteilen.

Häufig ereilen Rückschläge den Prozess. Mal gehen Pläne nicht auf, ein anderes Mal verändern Umweltereignisse (extreme Schwankungen von Rohstoffpreisen, Ausscheiden von Partnern oder tragenden Mitarbeiter/-innen etc.) die Voraussetzungen für den Erfolg. Wenn Zeit- und Etatpläne merklich auseinander klaffen, hat die Gnadenfrist für das Projekt begonnen. Rückschläge wirken sich dann ungünstig aus, wenn sie, was häufig der Fall ist, zu Domino-Effekten führen. Parallele Innovationsaktivitäten werden solange als unproblematisch erachtet, wie sie voranschreiten. Sobald jedoch ein Teilprojektziel verfehlt wird, wird den Beteiligten bewusst, wie stark die Abhängigkeiten voneinander sind. Spätestens nach der Krise werden die Erfolgskriterien neu ausgehandelt. Dabei ist der Konflikt zwischen den Innovatoren und den Ressourcengebern vorprogrammiert. Während Erstere den Rückschlag als Zeichen dafür interpretieren, dass der eingeschlagene Weg nicht konsequent genug verfolgt wurde, ist es für Letztere ein Anlass, die Investitionen zu überdenken.

Nach vielen Etappen, von denen ich nur die wichtigsten angesprochen habe, erreicht die Reise ihr Ziel: Die Innovation wird entweder implementiert oder bricht ab. Bei der Implementation geht es darum, in inkrementellen Anstrengungen das Neue mit dem Alten zu verbinden. Wenn Investoren und Vorgesetzte die Entscheidung zum Abbruch des Innovationsprozesses treffen, dann attribuieren sie die Verantwortung für das Scheitern zu meist an die Person des Innovators (und nicht an eventuell ungünstige Randbedingungen). Auf diese Weise wird der Innovator stigmatisiert; seine Chancen, im selben Unternehmen erneut einen Innovationsprozess anzustoßen, sinken.

4. ZWISCHENRESÜMEE

Kurz bilanzierend will ich die linearen mit den non-linearen Modellen auf einer generellen Ebene kontrastieren. Der Unterschied besteht *erstens* darin, dass non-lineare Modelle ein System unterschiedlicher und rekursiv verknüpfter Ursache-Wirkungs-Ketten repräsentieren und sich nicht auf eine einzige lineare beschränken. *Zweitens* betont die Mehrzahl der non-linearen Modelle die Diskontinuität in der technischen Entwicklung. Sie beschreiben diese als ein Wechselspiel von Perioden steten Fortschreitens und innovatorischen Durchbrüchen. *Drittens* zeigen die non-linearen Modelle, dass sich zwar unterschiedliche Phasen des Innovationsprozesses markieren, jedoch nur unzureichend abgrenzen lassen. Vereinfacht man die Sicht und gliedert einen Innovationsprozess in säuberliche Zeitsegmente, so unterschlägt man damit all die Rückkopplungen und Rückschläge, die entscheidend für die Entwicklung einer Innovation sein können.

Viele gesellschaftlich bedeutsamen technischen Innovationen – man denke zum Beispiel an das Telefon oder an den Computer – nahmen erst, nachdem sie mehrere Umwege hinter sich gebracht hatten, ihre heute akzeptierte Form an; und selbst diese Form ist nur vorübergehend fixiert, da Re-Inventionen eingeführte Techniken ständig umformen können. Innovationen zeichnen sich oft durch ihre fluide Identität aus. Das Objekt am Ende eines Innovationsprozesses ist mit dem, was anfänglich intendiert, ge-

plant und entworfen wurde, selten identisch. Eine Ursache für diese Wandlungsfähigkeit liegt darin, dass die Auseinandersetzung mit neuen Ideen bei den beteiligten Akteuren einen Lernprozess anstößt, der dazu führt, Produkte, Designs, Vorstellungen etc. zu verändern und den konkreten Bedürfnissen und Interessen anzupassen. Eine Kernaussage des letzten Kapitels lautete: Es gibt keinen ›Direktzubringer‹ von der Erfinderwerkstatt hin zu den Orten der Nutzung. Insbesondere das Feuerwerk-Modell betont die Dynamik des Innovationsprozesses, der oftmals von multiplen Ideen und Möglichkeiten geprägt ist. Selbst dann, wenn sich Umrisse einer Innovation verfestigen, nimmt die Innovation selten ihren vorgezeichneten Gang. Viel eher sind kritische Passagen, Rückschläge, Sprünge, manchmal sogar jahrzehntelange ›Scheintodphasen‹ zu beobachten, im Laufe derer die Akteure jegliche Hoffnung auf einen Erfolg fahren gelassen haben. Innovationsprozesse folgen demnach einer Logik, die sich weder als eindeutig vorhersehbar und berechenbar erweist, noch als vollkommen zufällig.

Nur im eng gesteckten Rahmen von inkrementellen Innovationen liefern Phasenmodelle dem Management ›die eine‹ hinreichend stabile Struktur, Innovationsprozesse planen und steuern zu können. Ansonsten ist aus meiner Argumentation abzuleiten, wie schwierig es ist, generelle und verbindliche Ursache-Wirkungs-Modelle für Innovationen anzubieten, deren Verlauf zu prognostizieren, diese betriebswirtschaftlich durchzukalkulieren und politisch zu steuern. Es ist einzuräumen, dass die vorgestellten Prozesstheorien nur in Ausnahmefällen dem Anspruch gerecht werden, Erklärungsmodelle zu sein, wie wir es von den exakten Naturwissenschaften erwarten. Doch das Verfehlen dieses Ideals sollte uns nicht davon abhalten, um die Entdeckung von Regelmäßigkeiten, Muster und Bedingungsfaktoren zu ringen, die uns in wissenschaftlicher, politischer und wirtschaftlicher Hinsicht einen rationaleren Umgang mit Innovationen gestatten, als dies ohne Rückgriff auf diese Einsichten möglich ist.

In Kapitel III stand die Prozessperspektive, welche die Veränderungsmuster im Laufe eines Innovationsprozesses erfasste, im Vordergrund. Viele Strukturaspekte wurden hierbei bereits erwähnt, ohne dass ich näher darauf eingehen konnte. Erinnern wir uns zum Beispiel an das Feuerwerk-Modell, dessen dynamische Aspekte unter anderem daher rührten, dass eine Dyade oder gar ein ganzes Netzwerk von Organisationen an einem Innovationsverlauf beteiligt sind. Mit dem Netzwerk war hier schon ein Strukturaspekt angesprochen, der neben anderen auch in diesem Kapitel ausgebaut wird.

Es ist darauf hinzuweisen, dass der Begriff der Struktur zuweilen überstrapaziert wird. Sozialstruktur als der Aufbau von Gesellschaft bezieht sich zunächst auf generalisierbare Beziehungen von Individuen zueinander. Die klassische Sozialstrukturanalyse befasst sich mit den statistisch erhebbaren Merkmalen – davon ausgehend, dass diese Parameter die Beziehungen in der Gesellschaft regeln. Zu diesen Parametern gehören die den Individuen zugeschriebenen Merkmale, wie Geschlecht, Alter, ethnische Zugehörigkeit etc. und erworbene Eigenschaften, wie etwa Beruf, Bildung, Vermögen und Familienstand (Blau 1978). Die neuere Sozialstrukturforschung geht insofern über die klassische hinaus, als diese Analysemethode die Beziehung zwischen den Elementen in Gestalt von Netzwerken, Subkulturen, Milieus etc. in die Beobachtung integriert, um so ein umfassenderes Verständnis vom Aufbau der Gesellschaft zu bekommen (Schulze 1992).

In den folgenden Ausführungen zur Struktur von Innovationen will ich mich auf die Relationen zwischen den Elementen konzentrieren. Hierbei greife ich diejenigen Formen heraus, auf die sich in den letzten Jahren die wissenschaftliche Debatte konzentrierte: Das *Netzwerk* und die *Praktikgemeinschaft* (*Community of Practice*). Dabei differenziere ich wie auch im vorigen Kapitel zwischen einer Makro- und Mikroperspektive. Im Zentrum der *makrotheoretischen* Betrachtung steht das Netzwerk. Es ist gekennzeichnet durch eine Strukturlogik, die sich zwischen der auf Hierarchie gestützten Macht, wie sie in formalen Organisationen und staatlichen Institutionen etabliert ist, und dem von Preisen

gesteuerten Wettbewerb des Marktes einordnen lässt (Powell 1990). Ein solches Netzwerk bildet sich zu einem Großteil aus Interorganisationsbeziehungen, die in manchen Fällen einen nationalen (Lundvall et al. 2002), häufig sogar einen globalen Maßstab erreichen können (Leydesdorff/Etzkowitz 2001). Die Praktikgemeinschaft gilt auf der *Mikroebene* gesellschaftlicher Ordnungsbildung als diejenige Strukturform, in der sich die Personen, die durch ihr praktisches Handeln eine Innovation entwickeln, aufeinander beziehen. Mit dem Begriff der Praktikgemeinschaft möchte ich mich von der Vorstellung absetzen, ein einzelner auf sich gestellter Akteur sei der soziale Ursprung der Innovation. Darüber hinaus möchte ich damit auch der Ansicht widersprechen, die Organisation (also das Unternehmen) mit ihrer hierarchischen und funktional arbeitsteiligen Ordnungsbildung repräsentiere die Mikrostruktur für die Schaffung von Innovationen. Um dem Anspruch gerecht zu werden, sowohl die gesellschaftliche, als auch die technologische Facette des Phänomens Innovation zu verknüpfen (vgl. II/3), darf eine Strukturanalyse sich nicht allein auf die in der Soziologie einschlägigen Akteurskonstellationen wie Netzwerk und Gemeinschaft beschränken, ohne die Bedeutung von Artefakten in die Beobachtung mit einzubeziehen. Die Innovation darf nicht allein als ein Produkt von gesellschaftlichen Prozessen verstanden werden. Sie ist gleichfalls, wie ich im Folgenden darlegen werde, eine materialisierte Form, die den Innovationsprozess mit strukturiert und orientiert.

1. MAKROSTRUKTUR DER INNOVATION: NETZWERKE

Bevor wir die Argumentation aufnehmen, ist es sinnvoll, sich des tragenden Begriffes dieses Kapitels zu vergegenwärtigen. »Ein Netzwerk ist definiert als eine abgegrenzte Menge von Knoten oder Elementen und der Menge der zwischen ihnen verlaufenden Kanten« (Jansen 2003: 58). Knoten oder Elemente können Akteure in Gestalt von Individuen, Korporationen (Unternehmen, Ministerien etc.) und Objekte (z.B. technische Artefakte, Besitztümer etc.) sein. Kanten nennt man die zwischen den Knoten verlaufenden Beziehungen. Diese werden z.B. gestiftet durch Kom-

munikationen, Transaktionen (wie z.B. Einkäufe oder der Austausch von Patenten), Macht oder gemeinsame Werthaltungen. Unter Bedingungen, auf die ich später eingehen werde, ermöglichen Netzwerke eine Handlungskoordination, die sich von den Tauschakten des Marktes und den durch Macht durchgesetzten Handlungen der Hierarchie unterscheidet. Dieser für das Netzwerk typische Koordinationsmechanismus ist der Grund für den hohen Stellenwert des Begriffs in der Innovationsforschung. Deswegen konzentriere ich mich auch auf den mit der Strukturlogik des Netzwerkes verbundenen Koordinationsmechanismus und gehe weniger auf die formalen Netzstrukturen ein (vgl. Ahuja 2000). Netzwerkverbindungen sind zwar nicht auf Dauer gestellt, denn dadurch würden diese den Vorteil der Flexibilität verlieren, doch im Vergleich zu kurzfristigen Markttransaktionen weisen sie einen längeren Zeithorizont auf. Grund hierfür ist das *Vertrauen*, das innerhalb eines Netzwerkes einen Teil der Handlungen koordiniert (Nooteboom 2000: 925). Erst in einem etablierten Vertrauensverhältnis kann ein Netzwerk seine Funktion vollständig entfalten, wenn die Teilnehmer/-innen Informationen untereinander austauschen können, ohne dass diese mit hohem Zeitaufwand überprüft werden müssen oder ohne dass ein unkontrollierter Wissensabfluss befürchtet werden muss (zur Funktion und Dysfunktion von Vertrauen vgl. Ellrich et al. 2002).

Zur Konjunktur des Netzwerkbegriffes hat beigetragen, dass eine Reihe von soziologischen Ansätzen sich dieses Begriffs bedienten. Zu nennen wären unter anderem der Institutionalismus (Powell 1990), die Strukturationstheorie (Windeler 2001) und die Techniktheorie (Kowol/Krohn 1995; Rammert 2000a). Es würde zu viel Zeit beanspruchen, diese Ansätze darzustellen und zu diskutieren, ganz davon abgesehen, dass ein solches Bemühen nur beschränkt zur Beantwortung der Frage des Zusammenhangs von Netzwerkstruktur und Innovation beitragen würde. Anstelle eines Theorievergleichs halte ich es für sinnvoll, sich auf die Darstellung der drei wesentlichen Netzwerktypen – Unternehmensnetzwerke, heterogene Netzwerke, gesellschaftlich-technische Netzwerke – zu konzentrieren. Es handelt sich hierbei um theoretisch hergestellte Idealtypen, die es ermöglichen, einen strukturierenden Blick auf das gesellschaftliche Phänomen der Netz-

werkbildung zu werfen. In der empirischen Realität sind Mischformen eher die Regel als die Ausnahme.

1.1 Unternehmensnetzwerke

Ein Unternehmensnetzwerk entfaltet sich in reziproken und kooperativen Beziehungen zwischen rechtlich selbständigen Unternehmen (Sydow 1992: 79). Motiv für ein solches Bündnis ist das Erzielen von solchen Wettbewerbsvorteilen, die einem einzelnen Unternehmen vorenthalten blieben. Auch wenn ein Unternehmen das Netzwerk dominiert, was nicht selten der Fall ist, so kann dieser nicht direkt in die Organisationsprozesse der übrigen Teilnehmer intervenieren (Ortmann/Sydow 1999). Auch wenn einzelne Mitglieder auf dem Markt als Konkurrenten auftreten, können sie in einem Unternehmensnetzwerk kooperieren, indem sie ein gemeinsames Innovationsprojekt durchführen. Auch wenn die Teilnehmer rechtlich unabhängige Organisationen bleiben, ist es häufig der Fall, dass kleinere Partner (zum Beispiel Zulieferer von Konzernen) in einem ökonomischen Abhängigkeitsverhältnis stehen. Es sind gerade die eben genannten Widersprüche, die das Unternehmensnetzwerk für die Innovationsforschung interessant machen. Als zentrales Argument für die Bildung von Netzwerken gilt die Bündelung von Ressourcen, um die jeweils eigenen Kapazitäten zu erhöhen, das Leistungsspektrum zu erweitern und flexibler auf Marktschwankungen zu reagieren, als dies in der Konstellation hierarchisch koordinierter Unternehmen möglich ist. Unternehmensnetzwerke werden unter den Synonymen ›Verbundprojekte‹, ›Kooperationen‹, ›Allianzen‹, ›Joint Ventures‹ etc. thematisiert (Freeman 1991). Will man Unternehmensnetzwerke in ihrer räumlichen Dimension erfassen, dann spricht man von industriellen Distrikten (*industrial districts*), *Clustern* oder Agglomerationen.

Der theoretische Kern der heutigen Diskussion über Netzwerke geht auf die institutionalistische Transaktionskostenökonomie zurück, die sich auf das Werk von Oliver Williamson (1975) bezieht. Die von ihm gestellte Schlüsselfrage lautet, weshalb bestimmte wirtschaftliche Transaktionen über die Institution des

Marktes und andere wiederum innerhalb von Organisationen vollzogen werden. Unter »Transaktion« versteht man den Prozess, der dem eigentlichen Güteraustausch zeitlich vorausgeht und Kosten verursacht, zum Beispiel Anbahnungskosten durch Informationsbeschaffung; Vereinbarungskosten im Falle von Vertragsverhandlungen; Kontrollkosten, die dazu dienen, die Einhaltung von Termin-, Geheimhaltungs- und Qualitätsvereinbarungen sicherzustellen usw. (Picot 1982: 270). Die Transaktionskostenökonomie geht von der Annahme aus, dass Unternehmen neben den Produktions- auch die Transaktionskosten im Entscheidungsprozess bewerten. Ein Betrieb wird, so die Theorie, zwischen den Alternativen Markt und Hierarchie für diejenige Koordinationsform votieren, die bei gleichen Güterpreisen die niedrigeren Transaktionskosten aufweist. Je nach Leistung, die ein Unternehmen beziehen will – zum Beispiel Marketinganalysen für ein neues Produkt, dessen Endfertigung oder das Mittagessen für die Mitarbeiter/-innen –, fallen die Transaktionskosten im Vergleich zwischen Markt und Hierarchie unterschiedlich aus.

Der *marktförmige Tausch* wird in erster Linie durch die Preise geregelt und vollzieht sich im kurzfristigen Aufeinandertreffen von unabhängigen Akteuren. Werden keine vertraglichen Verpflichtungen eingegangen, haben Marktteilnehmer/-innen keine gemeinsame zeitliche Perspektive, die sie jenseits des Markttausches miteinander verbindet, sieht man von Garantieansprüchen und Ähnlichem ab. Markttransaktionen sind im Allgemeinen durch Schnelligkeit, Spontaneität und damit einhergehend durch größtmögliche Flexibilität gekennzeichnet. Treten Konflikte zwischen Marktteilnehmern auf, so werden sie in den meisten Fällen durch eine gerichtliche Instanz geregelt. Die durch eine *organisierte Hierarchie* koordinierten Transaktionen ereignen sich hingegen zwischen Akteuren, die in ein formales Regelwerk von Zuständigkeiten, Machtbefugnissen und Kompetenzen eingebunden sind. Die Akteure, insbesondere die weisungsgebundenen Mitarbeiter/-innen, sind aufgrund von Gehaltszahlungen von der Organisation abhängig, so dass auftretende Konflikte mit den Mitteln der Entscheidungsmacht »von oben« beendet werden. Anders als auf dem Markt wird der Zugang zur Organisation durch strenge Reglementarien überwacht. Der Zeithorizont ist für in ei-

ne Hierarchie eingebundene Teilnehmer/-innen im Falle einer Festanstellung langfristig. So lässt sich zum Beispiel eine unternehmerische Entscheidung wie »Selbermachen« oder »Kaufen« (»make or buy?«) in eine transaktionskostenökonomische Fragestellung überführen: Soll ein Automobilhersteller seine Autolacke selbst (*inhouse*), also innerhalb der formalen Organisation entwickeln, oder auf dem Markt besorgen? Für die organisationsinterne Entwicklung spricht, dass das Unternehmen die Kontrolle über diese technologische Sparte behält. Für den Einkauf von Lacken spricht, dass spezialisierte Lackhersteller über eine Kompetenz verfügen, an die ein Automobilhersteller nicht ohne weiteres herankommen kann.

Beobachtet man aus einer solchen transaktionskostenökonomischen Perspektive die Entstehung von Innovationen, so kommt man zum Ergebnis, dass weder Markt noch Hierarchie geeignet sind, Innovationsvorgänge zu koordinieren (Asdonk et al. 1991; Haagedorn/Schakenraad 1992; Imai/Itami 1984). Der Grund hierfür liegt im Faktor Wissen, der für viele Innovationsprozesse heute entscheidend ist. Wissen lässt sich *einerseits* nur begrenzt über den Markt beschaffen. Eine Firma kann durch Lizenzverträge durchaus Patente käuflich erwerben. Doch das implizite Wissen – wir kommen darauf zurück –, das häufig zur Nutzbarmachung und Weiterentwicklung von Innovationen notwendig ist, kann nicht auf dem Markt erworben werden, da es in den Köpfen der Mitarbeiter/-innen verkörpert ist (Hennart 1988). Der Transfer von implizitem Wissen verweigert sich dem punktuellen und spontanen Markttausch. *Andererseits* lässt sich Wissen auch nur bedingt innerhalb einer hierarchisch arbeitsteiligen Organisation produzieren. Selbstverständlich werden Wissenschaftler/-innen und Ingenieur/-innen durch Arbeitsverträge an ein Unternehmen gebunden. Doch ohne die Verbindung zur wissenschaftlichen bzw. technischen Gemeinschaft (vgl. Kap. IV/2) wird dieses Personal kaum seine Funktion erfüllen, Innovationen zu entwickeln. Anspruchsvolles Wissen wird eher in den Kommunikationen einer egalitären Gemeinschaft aus Insidern als auf Anweisung hin produziert (Steward/Convay 1996). Aufgrund seiner spezifischen Merkmale gilt das Netzwerk als eine für das Hervorbringen von Innovationen probate Struktur. Im Idealfall ist davon auszugehen,

dass ein Unternehmensnetzwerk die Flexibilität marktförmiger Koordination mit der Verlässlichkeit und Effizienz von Hierarchie vereint (Rammert 1997). Idealtypisch lassen sich zwei Typen von Unternehmensnetzwerken unterscheiden: Strategische Netzwerke und historisch gewachsene regionale Systeme der Innovation.

Strategische Netzwerke zeichnen sich dadurch aus, dass sie – anders als die historisch gewachsenen regionalen Netzwerke – Ergebnis eines intentionalen Handelns sind. Ein strategisches Netzwerk verfügt über »explizit formulierte Ziele, über eine formale Struktur mit formalen Rollenzuweisungen und über eine eigene Identität« (Sydow 1992: 82). Zwar bildet auch ein strategisches Netzwerk verteilte Entscheidungszentren aus (was die Koordination zwischen den Teilnehmern nicht gerade vereinfacht), doch wird dieser Typus des Unternehmensnetzwerkes oftmals von einer fokalen Firma dominiert. Ein solches im Mittelpunkt stehendes Unternehmen kann deshalb mehr als die übrigen Teilnehmer die Strategie und den Inhalt der Netzwerkprojekte prägen, weil es in der Regel den Markt für die gemeinsam entwickelten Innovationen definiert. Deshalb besetzen zumeist Endprodukthersteller (Automobilkonzerne wie »Daimler-Chrysler« oder Handelsunternehmen wie »Ikea«) die Position des fokalen Unternehmens. Eher selten sind strategische Unternehmensnetze das Resultat des Zusammenschlusses von unabhängig agierenden Organisationen, die nach Wahrnehmung gemeinsamer Interessen kooperieren.

Häufig ist zu beobachten, wie solche Netzwerke als Ergebnis einer *Outsourcing*-Politik entstehen. Wenn ein Unternehmensteil (wie zum Beispiel die Forschungs- und Entwicklungsabteilung, das Produktdesign oder das Marketing) ausgelagert wird, dann werden die von den ausgelagerten Abteilungen erbrachten Funktionen nicht einfach durch über den Markt vermittelte Dienstleistungen erfüllt. Gerade um die Funktionserfüllung zu gewährleisten, arbeitet das Unternehmen mit den ehemals betriebseigenen Abteilungen und nun rechtlich selbstständig agierenden Unternehmen eng zusammen. *Outsourcing* substituiert nicht einfach hierarchische Verhältnisse durch marktvermittelte, sondern lässt oftmals ein netzwerkförmiges Arrangement zurück. Dies zielt auch auf die für Innovationen zuständige Forschung und Ent-

wicklung. Seit längerem ist zu beobachten, dass Konzerne diese Funktion auslagern, anstatt sie selbst voranzutreiben. Kleineren Firmen wird eine größere Beweglichkeit und Innovativität als ihren Mutterkonzernen unterstellt. Diese Tendenz der Auslagerung von Forschung und Entwicklung in Unternehmen, an denen der Konzern finanziell beteiligt ist, findet man insbesondere in technologieintensiven Branchen. Die Motivationen und die Formen solcher Kooperationen variieren beträchtlich (Powell 1990: 315). Unternehmen gehen Kooperationen ein, um Zugang zu neuen Märkten zu erhalten, um sich das Know-how für neue Technologien anzueignen, um die Kosten durch die Zusammenlegung der Forschung und Entwicklung abzusenken und – *last but not least* – das Risiko solcher Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu minimieren, das zu umfangreich für eine einzige Firma wäre (Kowol/Krohn 2000: 138).

Regionale Innovationssysteme sind definiert als »räumlich konzentrierte, soziokulturell eingebettete und institutionell stabilisierte Unternehmensnetzwerke, die über besondere Vorteile bei der Akkumulierung, Neukombination und Nutzung technischen Wissens in ausgewählten technologischen Feldern verfügen« (Heidenreich 2000: 89). Es handelt sich hierbei um eine geographische Konzentration von Unternehmen und Institutionen eines bestimmten Wirtschaftszweiges. Man spricht in der Wirtschaftsgeographie von *Cluster*. Anders als strategische Netzwerke, die das Resultat absichtsvollen Handelns der Akteure sind, entstehen regionale Innovationssysteme in einem historischen Prozess, der nur sehr vermittelt durch absichtsvolles Handeln angestoßen werden kann. Sie erstrecken sich über die Vertriebskanäle abwärts bis hin zu den Kunden und vertikal hin zu den Produzenten komplementärer Produkte sowie zu Unternehmen, die über ähnliche Fähigkeiten und Techniken verfügen (Porter 1999: 52). Weniger strategisch angelegte Kooperationen denn räumliche Nähe und persönlicher Kontakt zeichnen regionale Netzwerke aus, denen neben Unternehmen auch nicht-private Organisationen, wie Universitäten, normsetzende Instanzen, Denkfabriken (*think tanks*), Berufsausbildungsstätten und Unternehmerverbände angehören können.

Weil die Interaktionen in einem solchen heterogenen Netz-

werk eine rekursive Dynamik bekommen, die sowohl in einen kreativen Zirkel der wechselseitigen Unterstützung als auch in einen Teufelskreis der Blockade führt, kann man auch von einem ›System‹ sprechen (Lundvall 1992: 2). Es mag einem auf den ersten Blick etwas widersinnig vorkommen, den Fokus im Zeitalter der Globalisierung auf die Region zu setzen. Technologisches, wissenschaftliches und kulturelles Wissen wird weltweit produziert, Innovationen im globalen Maßstab konsumiert. Durch weltumspannende Kommunikations- und Transportmittel verlieren räumliche Distanzen zunehmend an Bedeutung. Selbst mittelständische Firmen scheuen nicht mehr davor zurück, globale Entwicklungs- Produktions- und Vertriebsstrukturen aufzubauen. Doch gerade, um im globalen Wettbewerb standzuhalten, liegen – so die Ansicht der Innovationsforschung – die Ressourcen zunehmend im regionalen Bereich: In Gestalt von Kenntnissen, Fähigkeiten, in Beziehungen und Motivationen, die räumlich entfernte Konkurrenten nicht aufbringen können (Cooke et al. 1998; Freeman 1995; Lundvall et al. 2002; Maillat 1995; Porter 1990; Saxenian 2000 [1994]; Storper 1997).

Die Gründe sind vielfältig: *Erstens* motivieren die wechselseitige Beobachtung von Konkurrenzunternehmen vor Ort und der gleichzeitige informelle Wissensaustausch über Unternehmensgrenzen hinweg die Netzwerkteilnehmer, Neues zu entwickeln. *Zweitens* entsteht innerhalb eines regionalen Innovationssystems ein regionaler Arbeitsmarkt, auf dem qualifizierte und an die Bedürfnisse der jeweiligen Branche angepasste Arbeitskräfte rekrutiert werden können. Die Ballung von ähnlich produzierenden Betrieben erleichtert es Mitarbeitenden, die Stelle zu wechseln. Durch derartige Stellenwechsel von Wissensträgern diffundiert Know-how rasch im regionalen Netzwerk (Saxenian 2000: 34). *Drittens* ist zu beobachten, dass Innovationen in bestimmten nationalen oder regional umgrenzten Märkten schneller heranreifen als anderswo. Der Erfolg auf dem regionalen Markt – wie zum Beispiel der für die Mobilkommunikation in Finnland – gilt als Voraussetzung für die weltweite Durchsetzung einer Innovation. Die Gegebenheiten eines regional eingegrenzten Marktes fungieren als ein Test- und Experimentierfeld, um globale Absatzmärkte zu erschließen (Beise/Rennings 2003). *Viertens* beruht die Bezie-

hung von wissenschaftsbasierten innovativen Unternehmen und Kapitalgebern trotz einer Reihe politischer Hilfestellungen zur finanziellen Förderung häufig auf *persönlichen* Beziehungen. Es ist zumindest in den USA eine regionale *Koevolution* von Start-up-Unternehmen und Investmentbanken zu beobachten (Powell et al. 2002).

Auch wenn räumliche Nähe eine entscheidende Rolle bei der Bildung von regionalen Netzwerken spielt, so ist sie nur notwendige, nicht aber hinreichende Bedingung für ein innovatives Milieu. In ihrer Vergleichsstudie der beiden Hightech-Regionen um die Route 128 in der Umgebung von Cambridge (Mass.) bzw. Boston und dem kalifornischen Silicon Valley zeigt AnnaLee Saxenian (2000), wie die kulturellen Unterschiede zwischen beiden Regionen deren divergierende Entwicklungen erklärt. Obwohl beide regionale Innovationssysteme vergleichbare Startchancen hatten, wurde das Silicon Valley zum eigentlichen Zentrum des Hightech-Booms der 1990er Jahre. Die das Silicon Valley prägende Wirtschaftskultur ›poröser‹ Unternehmensgrenzen und der für die Mitarbeiter/-innen zur Norm gewordene Stellenwechsel wirkten sich für die Entwicklung von Soft- und Hardwareinnovationen förderlicher aus, als die Wirtschaftskultur an der Route 128, die unter anderem durch Geheimhaltungsklauseln gesicherte Unternehmensgrenzen und Lebenszeitstellen bestimmt war.

1.2 Heterogene Netzwerke

Bereits im vorigen Abschnitt erwähnte ich am Rande, dass auch nicht-private Institutionen wie Universitäten und Regulierungsbehörden in (regionaler) Vernetzung mit Unternehmen zur Entwicklung von Innovationen beitragen. Ich habe dies nicht weiter ausgeführt, sondern mich einzig auf private Unternehmen konzentriert, die im Falle von strategischen und regionalen Netzwerken eine Schlüsselfunktion einnehmen. Die Bildung von Unternehmensnetzwerken wird weitestgehend unter ökonomischen Vorzeichen beobachtet. Bei nahezu allen oben genannten Autorinnen und Autoren steht das Erzielen von Wettbewerbsvorteilen

im Vordergrund. Wenn wir uns nun heterogenen Netzwerkverbindungen zuwenden, dann blende ich die ökonomische, auf finanziellen Gewinn gerichtete Rationalität nicht aus. Allerdings wird diese Form der Rationalität mit anderen gesellschaftlich konkurrierenden in Beziehung gesetzt. Denn je komplexer wir die gesellschaftlich-technologische Struktur der Entstehung von Innovationen darstellen wollen, desto mehr müssen solche nicht-ökonomischen Aspekte, die zum ökonomischen Erfolg bzw. Misserfolg beitragen, in die Beobachtung integriert werden. Gerade dann, wenn wir uns die Mühe machen, die einzelnen Beziehungen eines Netzwerkes zu untersuchen, dann werden wir an den Punkt kommen, an dem wir feststellen müssen, dass viele Innovationen nur durch das Zusammenspiel von Akteuren mit diversen Motiven, Interessen und Rationalitäten zustande kommen können. In der gesellschaftlichen Realität wird das ökonomische Handeln so sehr von gesellschaftlichen Institutionen wie patentrechtlichen Regelungen, gesetzlichen Auflagen, staatlichen Subventionen etc. geprägt, dass eine soziologische Analyse auch dann unumgänglich ist, wenn man sich nicht für den gesellschaftlichen Wandel interessiert.

Die Entwicklung heterogener Netzwerke kann als ein Folgephänomen des Prozesses gesellschaftlicher Differenzierung in spezialisierte Funktionsbereiche betrachtet werden. Heterogene Netzwerke zeichnen sich im Vergleich zu Unternehmensnetzwerken (vgl. Kap. IV/I.1) dadurch aus, dass sie solche Organisationen und Personen miteinander verknüpfen, die unterschiedlichen gesellschaftlichen Teilbereichen zuzuordnen sind (Weyer 1997, 2000). Als wichtigste sind zu nennen: Die Wirtschaft, die Politik, das Rechtswesen und die Wissenschaft. Die *Theorie funktionaler Differenzierung* geht davon aus, dass sich die spezialisierten Funktionsbereiche insofern autonom reproduzieren, als deren Handlungen und Kommunikationen von jeweils eigenständigen Relevanz-, Motiv- und Selektionsmechanismen gesteuert werden (Luhmann 1982, 1985). Vor dem Hintergrund einer solchen Differenzierung dienen heterogene Netzwerke in Form von Parlamentskommissionen, Verhandlungssystemen, urbanen Salons, Lobbyistenzirkeln etc. dazu, die Handlungsziele von Organisationen unterschiedlicher autonomer Funktionsbereiche abzustim-

men (Willke 1992: 183f.). Die Entwicklung von Innovationen tangiert häufig mehrere Funktionsbereiche. Oder anders formuliert: Innovationsverläufe liegen quer zur gesellschaftlichen Struktur funktionaler Differenzierung.

Idealtypischerweise sorgt der Bereich der Wissenschaft mit seinen Universitäten sowie grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsinstituten für die Entdeckung und Erfindung technologischer Wirkungszusammenhänge; der Bereich der Wirtschaft mit seinen Entwicklungslaboren, Betrieben, Haushalten etc. übernimmt die Produktion und Konsumtion; und die Politik und das Recht beobachten, inwieweit Innovationen gesellschaftlich, juristisch (man denke an die Produkthaftung) oder ökologisch unbedenklich sind, um gegebenenfalls entgegenzusteuern. Man braucht kein Soziologe zu sein, um festzustellen, dass das eben skizzierte Idealbild gesellschaftlicher Arbeitsteilung bei der Entwicklung von Innovationen keiner Konfrontation mit der Realität standhält. An die Stelle dessen tritt die Unübersichtlichkeit grenzüberschreitender Verbindungen. Es ist zu beobachten, wie wissenschaftliche Gesellschaften (die »Max-Planck-Gesellschaft«) in Kommissionen Einfluss auf die Gesetzgebung zu nehmen versuchen; wie Regierungen *Cluster* (vgl. Kap. IV/1.1), die sich bislang in einem historischen Entwicklungsprozess gebildet haben, künstlich zu kultivieren beabsichtigen; und wie Industrieunternehmen durch Sponsoring die Einrichtung solcher Professuren und Forschungsbereiche vorantreiben, die den eigenen Erkenntnisinteressen dienen. Manche der heterogenen Beziehungen sind für Außenstehende durch die Vermittlung der Massenmedien beobachtbar. Man denke an den »FUTUR-Dialog« des Bundesforschungsministeriums oder die Stiftungsräte der öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen, denen Wissenschaftler/-innen, Vertreter/-innen der Industrie und der Gewerkschaft sowie Parlamentarier/-innen angehören. Doch viele heterogene Beziehungen entziehen sich der Einsichtnahme, weil sie sich im informellen Sektor des Gesellschaftslebens abspielen (Steward/Conway 1996).

Ein Paradebeispiel für das Wirken eines heterogenen Netzwerkes stellen die Verbindungen der Stanford University mit den umliegenden Unternehmen im Silicon Valley dar. Viele Gründer

von heute prominenten Firmen wie »Sun Microsystems«, »Hewlett Packard« oder »Yahoo« sind Stanford-Absolventen. Die grenzüberschreitenden Beziehungen der Stanford University gehen auf das Jahr 1953 zurück, in dem ein sogenanntes »Honors Cooperative Program« institutionalisiert wurde (Saxenian 2000: 23). Mittels dieses Programms bot die Stanford University Ingenieur/-innen der benachbarten Elektronikfirmen an, Kurse auf dem Niveau von Graduierten zu besuchen, die manchmal sogar als interne Fortbildung in den Firmen durchgeführt wurden. Dies ermöglichte den Unternehmen auf der einen Seite, an der universitären Wissensproduktion zu partizipieren, und den akademischen Forschungslaboren auf der anderen, sich an praxisrelevanten Aufgaben zu orientieren (Castilla et al. 2000: 229). Im Jahre 1961 nahmen 32 Prozent aller umliegenden Firmen an diesem Programm teil (Saxenian 2000: 23). Als weitere Verbindungselemente bei der Entwicklung des heterogenen Netzwerkes spielte der Personalaustausch eine Rolle, sowie die an die Stanford University angegliederten Forschungszentren. Viele der Schlüsselfiguren im Silicon Valley wechselten im Laufe ihrer Laufbahn zwischen Industrie- und Universitätspositionen hin und her. Auf diese Weise fungieren zwischen den Institutionen wechselnde Personen als »boundary spanning units« (Castilla et al. 2000: 233), die ansonsten in der akademischen Szene selten anzutreffen sind, da dort Karrieren im Allgemeinen stringent verfolgt werden. Die ungefähr 50 Forschungszentren wurden zwar von der Universitätsverwaltung genehmigt, doch diese mischt sich nicht in die täglichen Routinen ein. Die Zentren dienen in erster Linie der Produktion von anwendungsorientiertem Wissen. Daher beziehen sie wenig finanzielle Unterstützung von der Universität, sondern werben diese von der Industrie ein. Die Leitungspositionen sind oftmals mit Direktoren besetzt, die sowohl Universitäts- als auch Industrieerfahrung aufzuweisen haben. Deren Aufgabe besteht hauptsächlich darin, jene Unternehmen ausfindig zu machen, die an den Forschungen der Zentren interessiert sein könnten (ebd.: 231). Saxenian (2000: 27) kommt in ihrer Studie über das Silicon Valley zum Ergebnis, dass es gerade der Mangel einer industriellen Tradition und die Distanz zu etablierten ökonomischen und politischen Institutionen waren, die den Akteuren den

Freiraum eröffnete, mit neuen und produktiven Beziehungen zu experimentieren (Saxenian 2000: 27).

Es lässt sich sowohl bei staatlichen als auch universitären Organisationen nachweisen, wie sie der Bedeutung von heterogenen Netzwerke Rechnung tragen, indem ihr Selbstverständnis dahingehend verändern.

Der *Staat* handelte in der Vergangenheit auf der Basis von zwei alternativen Selbstverständnissen, was die Regulierung von Innovationen anbetraf. Dem Selbstverständnis des *laissez faire* zufolge ist in erster Linie die Industrie für Innovationen zuständig, während staatliche Institutionen sich auf das Aufgabenfeld Wissenschaft und Bildung beschränken. Dies entspricht dem herkömmlichen Modell gesellschaftlicher Arbeitsteilung. Wenn sich der Staat mit Innovationen beschäftigt, dann lediglich reagierend, indem er die Gesetzgebung an die neuen technischen Begebenheiten anpasst und die Nachteile des durch Innovationen vorangehenden sozialen Wandels kompensiert. Das Selbstverständnis des *Dirigismus* beinhaltet hingegen die Vorstellung, der Staat könne Innovationen steuern. Insbesondere dann, wenn Innovationen unter der Maßgabe militärischen Vormachtstrebens erzeugt werden sollen, oder bei der staatlichen Förderung von technologischen Großprojekten, wie zum Beispiel dem »Transrapid«, ist ein dirigistisches Verständnis auszumachen. In Abkehr von diesen beiden Konzepten sieht ein modernes Politikverständnis staatliche Institutionen *als kooperierende Akteure in einem heterogenen Netzwerk*, welches die Grenzen und die Möglichkeiten von staatlichem Handeln festlegt. »Der gestaltende Eingriff des Staates ist heute mehr denn je darauf beschränkt,« bemerkt Ulrich Dolata, »Rahmen zu setzen für in weiten Teilen selbstorganisierte und eigendynamische, durch außerstaatliche Akteure geprägte Forschungs-, Entwicklungs-, Produktions- und Verwendungskontexte neuer Technologien« (2004: 23). Damit geht zum einen die Einsicht einher, dass der Staat nicht in der Lage ist, komplexe technologische Innovationsprozesse zu planen, er aber sehr wohl die Rahmenbedingungen für außerstaatliche Innovationsaktivitäten zu setzen vermag. Zum anderen bedeutet dies, dass demokratisch verfasste Institutionen nicht passiv die Folgen eines vermeintlich eigengesetzlichen technischen Fortschritts hinzuneh-

men haben. Die aktive Rolle des Staates kann zum Beispiel darin bestehen, Netzwerke zu unterstützen, die sich in technologischen Nischen entwickeln (Kemp et al. 2001), oder darin, im Dialog mit den Netzwerkpartnern in der Wissenschaft und Industrie diejenigen Technologien zu identifizieren, die tatsächlich mit den Möglichkeiten einer Nation kompatibel sind, anstatt reaktiv zu versuchen, das Forschungsprofil erfolgreicher Mitwerber zu kopieren (Mowery 1995: 543).

In analoger Weise zum Staat verändern *Universitäten* ihr Selbstverständnis, indem sie gewahrt werden, dass sie innerhalb des Innovationsverlaufs nur einer von vielen (wenn auch ein wichtiger) Produzenten von Wissen sind. Universitäten finden sich in einem solchen heterogenen Netzwerk in Kooperation oder Konkurrenz mit Unternehmensberatungen und privaten Instituten wieder (Gibbons et al. 1994: 151; Nowotny et al. 2001: 89). Selbst die Anwender werden im Innovationsprozess inzwischen als Wissensproduzenten wahrgenommen, weil sie häufig neue Nutzungspotenziale von Innovationen erschließen (Thomke/von Hippel 2002; Urban/von Hippel 1988). Gerade dann, wenn universitäre Forschungsgruppen in Innovationsprozesse eingebunden sind, gleichen sie sich in ihrer Organisations- und Arbeitsweise den Unternehmen an. Was ihre Arbeitsweise anbetrifft, unterscheiden sich Forschungsgruppen nur dadurch von Kleinunternehmen, dass das Profitstreben nicht direkt das Handeln motiviert. Insbesondere von Professorinnen und Professoren wird erwartet, dass sie nicht nur in der Lage sind, selbsttätig zu forschen und zu lehren, sondern ebenso fähig, als Forschungsmanager/-innen eine Gruppe so zu organisieren, dass sie die gesetzten Ziele erreicht (Etzkowitz 2003: 111). Heterogene Verbindungen in das übrige Innovationsnetzwerk werden z.B. durch Firmenausgründungen, Patentverträge oder Forschungsaufträge an umliegende Firmen geknüpft. Die Produktion von wissenschaftlichem Wissen ist unter anderem auch zu einer ökonomischen Praxis geworden. Daher wird Wissens- und Technologietransfer nach dem modernen Selbstverständnis von Universitäten als eine Aufgabe betrachtet, die mit der des wissenschaftlichen Publizierens ebenbürtig ist.

1.3 Gesellschaftlich-technologische Netzwerke

In den letzten Abschnitten skizzierte ich Akteurskonstellationen, die ohne weiteres in den Theorierahmen der traditionellen Soziologie passen. Möchte ich jedoch die strukturgebende Funktion von technischen Objekten beleuchten, dann bin ich gezwungen, auf eine Theorieofferte aus den *Science and Technology Studies* einzugehen, jenem Forschungsfeld, das sich aus den Beiträgen der Wissenschafts- und Technikgeschichte, -soziologie und -philosophie konstituiert. Das Erkenntnisinteresse liegt hier darin, die Produktion von technologischen Artefakten und wissenschaftlichen Fakten als einen gesellschaftlichen Prozess zu betrachten (für einen Überblick vgl. Bijker/Law 1992; Bijker et al. 1990; Knorr-Cetina 1995). Innerhalb dieses interdisziplinären Ansatzes profiliert sich insbesondere die Akteur-Netzwerk-Theorie, indem sie die aktive Rolle des Artefakts im Innovationsprozess hervorhebt. Auch wenn tragende Ideen von allen Vertreter/-innen der Theorie geteilt werden, ist beim heutigen Stand der Diskussion keineswegs von einem kohärenten Gedankengebäude auszugehen. Dies liegt in erster Linie daran, dass die Akteur-Netzwerk-Theorie nicht als abstraktes Konzept entworfen wurde, sondern sich weitgehend aus einem Sammelsurium von empirischen Studien zusammensetzt. Aus diesem Grund und auch deswegen, weil ich mich allein auf den gewählten Fokus der strukturierenden Funktion von Objekten im Innovationsprozess konzentrieren will, greife ich nur die wichtigsten Begriffe und Argumente heraus und verzichte auf längere Ausführungen zur Theorie.

Ein *Akteur-Netzwerk* – um mit dem zentralen Begriff zu beginnen – besteht aus den Verknüpfungen von technischen und gesellschaftlichen Elementen, Aktanten genannt. Was als Aktant fungieren kann, hängt davon ab, was ein Akteur-Netzwerk einzubinden vermag. Hierzu gehören zum Beispiel, wie die Fallstudie von Michel Callon zur gescheiterten Entwicklung des Elektromobils zeigt, Elektronen, Batterien, Autohersteller, Elektrokonzerne und Ministerien (Callon 1989: 93). Erst wenn diese Elemente zusammenwirken, ist das Elektroauto als Innovation erfolgreich. Eine Innovation kommt in dieser Lesart dem erfolgreichen Aufbau eines Akteur-Netzwerkes gleich. Die Hervorbringung einer Innova-

tion darf nicht als das Vermögen von Menschen alleine gelten, sondern es ist vielmehr als die erfolgreiche Verbindung von Akteuren zu begreifen. Um diesen Gedanken nachvollziehbar zu machen, will ich mich beispielhaft dem Umgang mit der Alltagstechnologie Automobil zuwenden. Dieser Umgang – das Autofahren – ist zerlegbar in eine Reihe von gesellschaftlich-technologischen Verknüpfungen. In der Sichtweise der Akteur-Netzwerk-Theorie vollbringt nicht einzig derjenige, der hinter dem Steuer sitzt, die Handlung des Autofahrens, sondern ein Netzwerk bestehend aus dem Automobil, dessen Hersteller, der Straßeninfrastruktur, dem Tankstellennetz, den Tankern auf hoher See und des US-Verteidigungsministeriums (Callon 1994: 407).

Möchte man in Anbetracht dieses Szenarios ein innovatives Individualfahrzeug wie das Elektromobil durchsetzen, so gilt es, ein ebenso mächtiges Netzwerk aufzubauen wie dasjenige, was uns die Fortbewegung durch Benzinverbrennung ermöglicht. Damit ein Netzwerk zu handeln vermag, müssen die Akteure entsprechend verbunden werden. Dies geschieht – wie es in der Theorie heißt – durch »Übersetzungen« zwischen den Akteuren (Callon 1991: 151; Latour 1987: 108f.). Unter Übersetzung versteht die Akteur-Netzwerk-Theorie solche Definitionen bzw. Umdefinitionen, die ein Akteur an anderen vornimmt, um jene Identität und Verhaltensweise zu erreichen, die eine Verbindung zu einem Netzwerk möglich macht. So kann zum Beispiel ein Konzernmanagement politische Entscheidungsträger in Subventionsgeber »übersetzen«. Ingenieur/-innen »übersetzen« ein technologisches Konzept in ein handhabbares Produkt. Letztlich muss auch ein Produkt durch intuitives Design und unter Mithilfe einer Gebrauchsanweisung einen unbedarften Konsumenten in einen fähigen Nutzer »übersetzen«, andernfalls kommt die Innovation nicht zur Anwendung (Braun-Thürmann 2002a; Woolgar 1991). Trotz ihrer Heterogenität müssen die Akteure so weit abgestimmt sein, dass sie sich zu einer Einheit zusammenfügen lassen. Eine solche Konvergenz entsteht durch ein wechselseitiges Ausrichten der Elemente, was nicht bedeutet, dass die Netzwerkteilnehmer sich in Merkmalen und Verhaltensweisen zu ähneln haben. Im Gegenteil, es zeichnet Netzwerke geradezu aus, dass sie komplementäre Funktionen und Eigenschaften zu verknüpfen

vermögen. Irreversibel wird ein Netzwerk dann, wenn die Beziehungen zwischen den Aktanten auf Dauer gestellt und gegen Rückübersetzungen abgesichert sind. Dies leisten zum Beispiel Gesetze, Verträge, Standards oder das technische Artefakt durch seine Materialität selbst (Callon 1991: 150).

Wenn es nun im Folgenden darum geht, die technologisch-gesellschaftlichen Netzwerkbeziehungen zu beleuchten, dann lautet vor dem Hintergrund der Akteur-Netzwerk-Theorie eine der wichtigsten Fragen: Wie »übersetzen« Ingenieur/-innen das technische Artefakt?

Den Ingenieur/-innen kommt, insbesondere bei prestigeträchtigen Innovationen, wie zum Beispiel dem Bau neuer Infrastruktursysteme, eine höchst politische Rolle zu. Sie haben in der Lesart der Akteur-Netzwerk-Theorie die Aufgabe, die unterschiedlichen gesellschaftlichen Interessen, die an ein technisches Projekt herangetragen werden, so in das Artefakt zu »übersetzen«, dass dieses die unterschiedlichen Interessen zu integrieren vermag. »Wir erwarten von der Technik,« so drückt es Latour aus, »dass sie den widersprüchlichen Anforderungen gerecht wird und die Konflikte der Gesellschaft löst« (1998a: 158f.). Gelingt es den Ingenieur/-innen nicht, den Konflikt unter Zuhilfenahme des technischen Artefaktes zu lösen, dann ist das Innovationsprojekt zum Scheitern verurteilt.

Genau dieses Argument illustriert Latour anhand der Fallstudie über »Aramis« (Latour 1996). Der Name »Aramis« stand für ein ehrgeiziges Technologievorhaben in Gestalt eines Nahverkehrssystems für die Pariser Peripherie. Es wurde konzipiert als eine neuartige Kreuzung zwischen der Individualmobilität eines Automobils und einem öffentlichen Schienentransportmittel. Anstelle von Zügen, die direkt miteinander verkoppelt sind, sollte »Aramis« sich je nach gewünschtem Zielort aus einzelnen Wagen computergesteuert zusammenfügen. Dieses Großprojekt kam allerdings nicht über das Stadium des Prototypen hinaus und landete letztendlich als Kuriosität in einem Technikmuseum. Am Anfang des Innovationsprojekts stand die Versammlung der am Vorhaben involvierten gesellschaftlichen Akteure, wie dem Leiter der Pariser Verkehrsbetriebe, dem Industriekapitän, dem Präsidenten der Ile de France etc. Allesamt waren sich die Akteure da-

rüber einig, dass Paris ein solches innovatives Verkehrssystem benötigte – hinsichtlich der Frage jedoch, wie dieses gestaltet werden sollte, herrschte ein niemals offen thematisierter Dissens. Der kommunistische Verkehrspolitiker wollte es tunlichst vermeiden, mit einem fahrerlosen System die Gewerkschaften zu verärgern; der technokratische Bürgermeister war vom Ehrgeiz getrieben, sich mit einem technologischen Prestigeprojekt ein Denkmal setzen; und der Industriekapitän war daran interessiert, mit einem bereits entwickelten Verkehrssystem ein zweites Mal Profit zu machen. Die Aufgabe der Ingenieure lag in den fünfzehn Jahren Entwicklungszeit darin, die verschiedenen Ideen, Interessen und Visionen der Akteure davon, was technisch machbar, effizient, politisch opportun und nutzerfreundlich gewesen wäre, in ein einziges technisches Artefakt – »Aramis« – zu integrieren (Latour 1998b: 59). Der aufgrund der widerstreitenden Interessen unausführbare Auftrag, eine Einigung zwischen den Repräsentanten aus Politik und Ökonomie herbeizuführen, wurde nach Ansicht von Latour – gewollt oder ungewollt – den vermeintlich unpolitischen Ingenieur/-innen übertragen, die damit überfordert waren. »Technologie ist nicht (bzw. nicht immer) deshalb kompliziert, weil Ingenieure Komplikationen lieben,« kommentiert Latour das Scheitern von »Aramis«, »sondern aufgrund der Anforderungen an Technik, die Widersprüche ihres Umfeldes zu integrieren« (1998a: 160). Die Idee der Akteur-Netzwerk-Theorie, die Rolle der technischen Objekte bei der Bildung von Innovationsnetzwerken zu berücksichtigen, ergänzen traditionelle Ansätze der Netzwerkforschung, die sich auf die Beziehungen zwischen den personalen bzw. organisierten Akteuren beschränkte. Innerhalb von Netzwerken können Objekte die Funktion übernehmen, das im Innovationsverlauf entstandene Wissen zu fixieren und als kollektiv geteilte Bezugswirklichkeit alle weiteren Entwicklungsschritte zu integrieren. In diesem Sinne kann von einem gesellschaftlich-technologischen Netzwerk gesprochen werden.

2. MIKROSTRUKTUR DER INNOVATION: PRAKTIKGEMEINSCHAFTEN (»COMMUNITIES OF PRACTICE«)

Die Makroperspektive eröffnete uns unter anderem Einblicke in die Beziehungsstruktur zwischen Organisationen, die am Innovationsgeschehen beteiligt sind. Man konnte auf Netzwerke von globalem, nationalem und regionalem Maßstab blicken. Wie jedoch arbeiten die direkt an einer Innovation involvierten Teilnehmer/-innen zusammen? Wie werden die Praktiken, die zu einer Innovation führen, verknüpft? Steht ein einzelner genialer Erfinderwissenschaftler, dem eine ganze Abteilung zuarbeitet, im Mittelpunkt? Kann die Entwicklung einer Innovation in einem hierarchisch geführten, arbeitsteiligen Unternehmen organisiert sein? Ich bin der Ansicht, dass die theoretischen Einsichten, die sich am Begriff der Praktikgemeinschaft (*Community of Practice*) kondensieren, geeignet sind, den Antworten auf diese Fragen näher zu kommen.

In diesem Abschnitt möchte ich mich zum einen von der zuvor bereits kritisierten Vorstellung absetzen, ein einzelner, auf sich gestellter Akteur sei der Ursprung der Innovation, und zum anderen von der Idee, die Organisation (das Unternehmen) mit ihrer hierarchischen und funktional arbeitsteiligen Ordnungsbildung sei der entscheidende »locus of innovation«, enthalte also diejenige strukturelle Bedingung, welche die Hervorbringung von Innovationen plausibel macht. Damit will ich nicht zum Ausdruck bringen, in der individuellen Persönlichkeit läge nicht ein ausschlaggebender Faktor für das Innovationsgeschehen. Doch das Potenzial des Einzelnen wird nicht nur durch die Wissenskommunikation in der *Community* ermöglicht, sondern darüber hinaus kann sich ein solches Potenzial nur dann entfalten, wenn es das Individuum versteht, die ihm entsprechende *Community* auszuwählen und in derselben wirkungsvoll zu kooperieren. In der Innovationsforschung wird die *Community of Practice* gegenüber der Einzelorganisation als diejenige gesellschaftlich-technologische Struktur favorisiert, die für am geeignetsten erachtet wird, jenes Wissen zu produzieren, auf dem heute hauptsächlich Innovationen beruhen. Organisationen sind darauf spezialisiert,

greifbare Ressourcen wie Geld, Material und Personal zu kalkulieren und effizient einzusetzen. Bei der Kapitalform des Wissens stößt die klassische hierarchische Organisationsform an ihre Grenzen, weil die Produktion von Wissen nur begrenzt auf hierarchische Anweisung und in arbeitsteiliger Struktur erfolgt. Praktikgemeinschaften substituieren keineswegs die Funktion von Organisationen. Jedoch sind Organisationen darauf angewiesen, *Communities* in ihre Organisationsverläufe zu integrieren (Brown/Duguid 1991, 1998; Nonaka 1991, 1994; Sawhney/Prandelli 2000), um sich der Ressource Wissen zu bedienen.

In diesem Kapitel möchte ich zuerst die wesentlichen Merkmale der Praktikgemeinschaft und deren Rolle im Innovationsprozess bestimmen. Danach führe ich aus, weshalb diese gesellschaftliche Form geeignet ist, Innovationswissen zu kreieren und stelle die Mechanismen solcher Lernvorgänge dar.

2.1 Pfadabhängigkeit und Pfadkreation

Vor dem Hintergrund einer unübersichtlichen Diskussion, in der die Grenzen zwischen Organisationssoziologie und Managementliteratur durchlässig geworden sind, ist es unerlässlich, eine Begriffspräzisierung vorzunehmen. Man wird eine Praktikgemeinschaft kaum in einem offiziellen Unternehmensorganigramm finden, denn ihr wesentliches Kennzeichen ist ihr informeller Charakter. Im Vergleich zur elementaren Gruppe, die sich auf Grundlage von gemeinsam geteilten Werten, Normen und Emotionen (dem Wir-Gefühl) konstituiert (Schäfers 1994), ist eine *Community of Practice* – wie der Name bereits signalisiert – durch eine von allen Teilnehmenden betriebene Praktik integriert. Unter Praktik versteht man jene von den Gruppenmitgliedern als selbstverständlich und sinnvoll erlebte Aktivität, die auf gemeinsamer Initiative, wechselseitigem Engagement und einem gemeinsamen Repertoire von Handlungsstilen beruht (Wenger 1998: 73f.). Praktikgemeinschaften sind prinzipiell überall da anzutreffen, wo Individuen selbstorganisiert für einen gewissen Zeitraum einer gemeinsamen Tätigkeit nachgehen. Von Interesse für die Innovationssoziologie sind allerdings speziell diejenigen

Gruppen, in denen dasjenige Wissen gelernt und produziert wird, welches zu Innovationen führt (vgl. hierzu das Porträt einer solchen Gemeinschaft in Braun-Thürmann 2002c). Diese Form von Lernen findet – so die Generalthese sämtlicher Beiträge dieser Diskussion – nicht in den offiziell organisierten Projekttreffen oder dafür zuständigen Abteilungen, sondern in Abteilungs-, ja manchmal Organisationsgrenzen überschreitenden *Communities of Practice* statt (Brown/Duguid 1991).

Der Begriff der Praktikgemeinschaft gewinnt Kontur, wenn man ihn von der Sozialform des Projektteams abgrenzt (Henschel 2001: 50). Während ein Projektteam zur Erfüllung einer spezifischen Aufgabe unter Zeit- und Kostenrestriktionen eingesetzt wird, arbeitet eine Praktikgemeinschaft unter wenig konkretisierten Zielvorgaben. Im Vordergrund steht der Austausch von Wissen und Ideen auf Grundlage der praktischen Erfahrungen mit einem konkreten Gegenstand. Daher ist auch die Mitgliedschaft in einer *Community of Practice* nicht von finanziellen Gegenleistungen, sondern mehr durch den Wunsch nach Anerkennung in der Gruppe motiviert. Die Mitglieder von Projektteams werden in der Regel von Projektleitern und vom Management ausgewählt. Dieses legt auch die Verantwortlichkeiten, das Projektziel und die Bearbeitungszeit fest. Ist die Projektzeit abgelaufen und das Projektziel erreicht, löst sich das Team auf. Die Dauer der Mitgliedschaft in einer Praktikgemeinschaft hängt hingegen im Wesentlichen vom Interesse an der Zusammenarbeit der Mitglieder ab. Bei allem Willen zur begrifflichen Klarheit sollte man nicht in der Diskussion Praktikgemeinschaft und Projektteam gegeneinander ausspielen, sondern vielmehr anerkennen, dass beide Sozialformen in einer Organisation komplementär aufeinander abgestimmt sein können. Während ein Projektteam unter den Bedingungen von kalkulierte[m] Zweck-Mittel-Einsatz und hierarchischer Weisung Ergebnisse zu produzieren hat, ermöglicht eine *Community of Practice* als informelles Pendant das Lernen, das unter den Restriktionen von projektförmiger Arbeit nicht möglich ist. Abschließend sei angemerkt, dass die Abgrenzung von Projektteam und Praktikgemeinschaft eine idealtypische Theoriekonstruktion darstellt. In der betrieblichen Praxis sind Versuche zu beobachten, das eine mit dem anderen zu kombinieren.

Noch Jahrzehnte bevor »Community of Practice« zum Modewort der Managementliteratur wurde, wies der Technikhistoriker Edward Constant (1990) darauf hin, inwiefern die Praktikgemeinschaft – er nennt es »Community of Practitioners« bzw. »Technological Community« – als zentraler Ort innovativer Praktiken zu gelten hat. Constant zeigt in seiner empirischen Studie zur Entwicklung des Turbojets (Constant 1980), dass Ingenieurshandeln auf ähnliche Weise wie in der Wissenschaft in Gemeinschaften (*Communities*) organisiert ist. Wie wissenschaftliche Praktiken, so werden auch ingenieurtechnische von einem gesellschaftlich ausgehandelten und sanktionierten Set aus Normen und Werten geleitet (Constant 1984: 32). Eine solche Gruppe ist nicht unbedingt in ein und derselben Organisation lokalisiert. Es ist sogar häufiger der Fall, dass eine technologische Praktikgruppe über eine überschaubare Anzahl von Unternehmen verteilt ist und die Teilnehmer/-innen sich daher mit einer Mischung von Kollegialität und Konkurrenz beobachten. Die Zugehörigkeit zu einer technologischen Gemeinschaft erwerben sich die Mitglieder zum einen durch ähnliche Ausbildungswege und zum anderen durch gemeinsame Erfahrungen in der Praxis. Die Analogie zwischen wissenschaftlicher und technologischer Gemeinschaft endet bei der Frage, wie die jeweilige Gemeinschaft eingebettet ist. Während für erstere die wissenschaftliche Fachdisziplin die Relevanz der Arbeit bestimmt, zeichnet sich die letztere dadurch aus, dass gerade bei radikalen Innovationen jener wissenschaftlich disziplinäre Rahmen fehlt, da die Leistung einer technologischen Gemeinschaft darin liegt, Wissensinhalte und Praktiken unterschiedlicher Disziplinen erfolgreich zu verschmelzen. So zeigt Constant in seiner Studie zur Entwicklung des Turbojet-Antriebs, dass das für die Technologie benötigte Wissen aus den Fachgebieten der Aerodynamik, des Motorenbaus, der Verbrennungstechnik, der Materialwissenschaft etc. stammte und zu einer funktionsfähigen Technik kombiniert wurde. Was einen Teilnehmer einer technologischen Praktikgemeinschaft ausmacht, ist demnach nicht seine disziplinäre Ausrichtung, sondern seine Bereitschaft, den spezifischen Traditionen seiner *Community* zu folgen (Constant 1990: 224).

Trotz ihrer Autonomie hinsichtlich dessen, wie sie die dele-

gierten Aufgaben durch Forschungs-, Experimentier- und Entwicklungspraktiken lösen, sind Praktikergemeinschaften auf zweifache Weise von anderen Institutionen abhängig. *Zum einen* steht eine Praktikergemeinschaft mit angrenzenden oder teilweise überlappenden *Communities* in Beziehung (Lave/Wenger 1991: 98). Jedes Mitglied einer innovativen Praktikergemeinschaft gehört wiederum einer weiteren wissenschaftlichen oder anderen Praktikergemeinschaft an. Wer den Turbojet-Antrieb entwickelte, partizipierte ebenfalls an der *Community* seiner jeweiligen wissenschaftlichen Heimatdisziplin, auch wenn diese nicht mehr den Referenzrahmen für die Erfolgskriterien der Arbeit bildete. *Zum anderen* ist eine Praktikergemeinschaft selbst dann, wenn sie sich über die Grenzen von Organisationen erstreckt, auf diese angewiesen, weil Organisationen die von der Gemeinschaft benötigte Infrastruktur und die Ressourcen zur Verfügung stellen. Denn um eine Innovation letztlich zur Anwendung zu bringen, muss diese in einen Funktionszusammenhang aus Materialbeschaffung, Produktion, Vertrieb, Service etc. eingebettet werden (Constant 1990: 235). Auf all diese Funktionen muss eine Praktikergemeinschaft zurückgreifen können, damit letztlich deren Entwicklungsarbeit umgesetzt werden kann.

Mit der *technologischen Praktikergemeinschaft* ist nicht nur die soziale Form identifiziert, die Innovationen hervorbringt, sondern es lässt sich damit auch der Wechsel von inkrementellen Weiterentwicklungen hin zu radikalen Innovationen nachzeichnen. Wie bereits in Kapitel III verdeutlicht, sind »technologische Gruppe« und »technologisches Paradigma« zwei Seiten derselben Medaille. So wie das Paradigma die Gruppe definiert, so identifiziert sich die Gruppe mit dem Paradigma. Dieses gibt die Muster für die Problemwahrnehmung und -lösung vor. Sie bestimmt, was als Stand der Technik zu gelten hat und wie dieser zu testen ist. Eine technologische Praktikergemeinschaft folgt nicht dem Weg, der in einer Retrospektive als »Fortschritt« identifiziert werden kann, sondern jenem Pfad, der mit dem Paradigma festgelegt ist (vgl. Kap. III/3.2, S. 50ff.). Die technologische Gemeinschaft, welche beispielsweise die Weiterentwicklung des Propellerantriebs von Flugzeugen vorangetrieben hat, ist nicht diejenige gewesen, die den Düsenantrieb hervorbrachte. Solche Pfadkreationen

(Garud/Karnøe 2001a), die von Zeit zu Zeit erfolgen, werden in der Regel von Praktikgruppen erschaffen, die vom herrschenden technologischen Paradigma abweichen. Eine radikale Innovation ist in der Regel mit dem Aufsteigen einer neuen Praktikgruppe verbunden, die neben die etablierte tritt. Letztere kann den Vorteil für sich reklamieren, bewährte Lösungen als Resultat einer länger zurückreichenden Fortschrittsgeschichte anzubieten.

Jede Praktikgemeinschaft, die in einem Entwicklungsprojekt involviert ist, steht in einem Spannungsfeld. Einerseits verlangen solche Projekte, dass die Teilnehmer/-innen die von der *Community* festgelegten Grenzen überschreiten, andererseits ist es gerade die eigene Gemeinschaft, die all diejenigen Routinen, Kenntnisse und Artefakte bereitstellt, mit denen man bislang Fortschritte erzielte. Aus der Perspektive der/des teilnehmenden Ingenieurs/-in lautet die Frage, wie sie/er die Balance zwischen der Neigung, sich in der Gemeinschaft zu verankern, in der er sich bereits ausgezeichnet hat, und der Herausforderung, mit den vorgefundenen Routinen, Vorstellungen und Artefakten zu brechen, um neue Wege zu gehen, findet (Van Looy et al. 2001: 331). In der Regel wird der oder die Einzelne der ›Trägheit‹ der eigenen Praktikgemeinschaft folgen, gleichzeitig jedoch auf die Suche nach solchen Partnern gehen, die jenseits der eigenen Gemeinschaft ähnlich abweichende Ideen verfolgen wie er oder sie selbst (ebd.: 349).

2.2 Lernen

Im vorigen Abschnitt bestimmte ich die wesentlichen Merkmale und die Struktur von Praktikgemeinschaften und wies auf deren ambivalente Rolle im Innovationsprozess hin. In der Phase von Pfadabhängigkeit ist sie dank eines Sets von Wissen, Erfahrungen, Konzepten und Artefakten Bedingung für inkrementelle Weiterentwicklungen, in der Phase von Pfadkreation leisten sie die Integration der Diversität unterschiedlicher Wissensfacetten, die eine innovative *Community* von anderen übernimmt (vgl. hierzu die Studie in Braun-Thürmann 2002b: 91ff.). Doch weshalb leistet gerade die *Community of Practice* diese wichtigen

Funktionen der inkrementellen Entwicklung auf der einen Seite und der Wissensintegration auf der anderen? Um diese Frage zu beantworten, ist es notwendig, im Folgenden einige Bemerkungen zum gesellschaftlichen Umgang mit Wissen einzuflechten. Jegliches Wissen – auch wissenschaftliches Wissen – enthält eine explizite und eine implizite Komponente. *Explizites Wissen* kann verbal expliziert werden – daher der Name. Es besteht aus nachvollziehbaren Aussagen und Zahlen. Es kann gespeichert, gesammelt und weitergereicht werden in Form von Aufsätzen, Formeln, Manuals, Tabellen etc. Unter fachkundigen Mitarbeitenden kann diese Form des Wissens leicht von Ort zu Ort transportiert werden. *Implizites Wissen* dagegen ist jener Wissensanteil, der sich für Experten »von selbst versteht«. Implizites Wissen ist in den Forschungs- und Entwicklungsroutinen eingelagert und von denjenigen, die über es verfügen, selbst schwer zu explizieren, da es in gewissen Handgriffen verkörpert ist. Wenn die Teilnehmenden in interaktiv abgestimmten Beziehungen kooperieren, dann ist es möglich, implizites Wissen zu teilen und weiterzureichen. Die Praktikgemeinschaft stellt hierfür einen gemeinsamen zeitlichen, sachlichen, sozialen und räumlichen Kontext zur Verfügung, in dem diese Form des Wissens in der entsprechenden Situation eingesetzt werden kann (Lave/Wenger 1991). Die *Community of Practice* lernt, indem sie fortlaufend implizites und explizites Wissen umwandelt.

Vier Formen der Umwandlung sind zu unterscheiden (Nonaka 1991, 1994): *Erstens* die Weitergabe von implizitem Wissen des einen Teilnehmers auf einen zweiten in einer Art Meister-Schüler-Verhältnis. Dieser Prozess der Sozialisation erfolgt in direkter Interaktion unter körperlich anwesenden Teilnehmenden. Lernen erfolgt durch Nachahmung, Beobachtung, Unterweisungen etc. und geschieht am Ort der Praxis und nicht in einer künstlichen Unterrichtsumgebung. Bereits bei der Sozialisation kann neues Wissen entstehen, da der Lernende das neu erworbene implizite mit seinem bisherigen Wissensvorrat vernetzt. *Zweitens* die Umwandlung von implizitem zu explizitem Wissen: Diese verlangt von den Teilnehmenden, ihr implizites Wissen zum Ausdruck zu bringen, entweder zu visualisieren oder verbal zu artikulieren. Zur Externalisierung gehört auch die Dokumentation der

Entwicklungsschritte. Dabei gilt es, implizites Wissen so zu übersetzen, dass es von anderen in der Praktikgruppe verstanden werden kann. Eine solche Übersetzung setzt wiederum ein bestimmtes Wissen in der *Community of Practice* voraus. Sie muss über Methoden verfügen, die jeweils individuell hervorgebrachten Ideen und Konzepte in Worte, Bilder, Erzählungen, Analogien usw. zu übertragen. Ferner müssen die Mitglieder über kommunikative Kompetenzen verfügen, durch Formen des aktiven Zuhörens und Mitdenkens andere Teilnehmer/-innen zu unterstützen, das eigene Wissen in der Gruppe zu entfalten. Es verlangt von den Teilnehmenden ebenso, vorübergehend Vieldeutigkeit von Aussagen und auch Redundanz der Inhalte auszuhalten. *Drittens* die Kombination von explizitem Wissen: Hierbei geht es um eine Zusammenstellung und Organisation von Inhalten. Durch Praktiken des Sortierens, Hinzufügens, Kontrastierens oder Klassifizierens kann neues Wissen entstehen. Dokumente, wie Pläne, Zeichnungen, Diagramme, Photographien, Datenreihen etc. sind wichtige Hilfsmittel bei diesen Neukombinationen. *Viertens* die Umwandlung von explizitem zu implizitem Wissen: Bei dieser Internalisierung wird das Erlernte durch dessen ständige Verwendung zur unhinterfragten Routine. Findet das in Gesprächen aufgenommene und in Diskussionen kombinierte Wissen wiederholt Anwendung, wird es für die Teilnehmer/-innen zur zweiten Natur.

Die hier dargestellten Formen des Lernens haben wenig mit der Vorstellung zu tun, Lernen sei ein individueller, rein kognitiver Prozess, der in einer künstlichen Umgebung (Schule, Universität etc.) stattfindet, abgesondert von allen übrigen Aktivitäten. Das Lernen in der *Community of Practice* integriert individuell-kognitives mit kommunikativ-gesellschaftlichem Lernen. Die Lerngeschichte des Einzelnen wird durch kollektive Erfahrungen mit der gemeinsamen verwoben. Daher fußt die Lernmotivation nicht nur auf dem Ehrgeiz des Einzelnen. Motivierend wirkt der Wunsch, der Praktikgemeinschaft anzugehören und in dieser anerkannt zu werden, das wechselseitige Engagement und die Möglichkeit, eine professionelle Identität auszubilden (Wenger 1998). Wie bereits erwähnt, entfaltet sich die Wirkung von Wissen (im Vergleich zur Information) kontextgebunden. Aufgrund dieser

»Klebrigkeit« (*stickyness*) an spezifische Personen, Dinge und Situationen ist Wissen nicht umstandslos zu ex- oder importieren. Unglücklicherweise erweist es sich gerade dann als flüchtig, wenn man es nicht wünscht (Brown/Duguid 1998). Es verliert an Wert, wenn es nicht mehr exklusiv verwendet werden kann, sondern auch dem Konkurrenten zur Verfügung steht. Eine *Community of Practice* geht oftmals über die Grenzen der Organisation hinaus. Dies ist für eine Organisation von Vorteil: Auf diese Weise wird Wissen von außen mobilisiert. Der Nachteil liegt auf der Hand: Auf demselben Weg, wie es in die Organisation hineingekommen ist, kann es die Organisation wieder verlassen.

Eine besondere Rolle beim Lernprozess von Praktikgemeinschaften spielen *Objekte* (Geräte, Automaten, Maschinen, Prototypen, Zeichnungen etc.) (Fujimura 1992; Henderson 1991; Mitetinnen 1998). Diese übernehmen unterschiedliche soziale Funktionen für die Gemeinschaft (Knorr-Cetina 1999: 84): Sie strukturieren *erstens* die Praktiken. Im Objekt sind die Probleme genauso repräsentiert wie die Möglichkeiten, die Arbeit unter den Teilnehmenden zu koordinieren, indem bspw. das Objekt in Module zerlegt und so arbeitsteilig weiterentwickelt werden kann. *Zweitens* speichern sie die Entwicklungsfortschritte der Gruppe. Neben der Schrift in Form von etwa Aufzeichnungen oder Protokollen dient das Objekt selbst als Speichermedium des entwickelten Wissens. *Drittens* orientieren Objekte die Praktik, indem sie die Entwicklungslinien zukünftiger Aufgaben vorgeben. Insbesondere Demonstrationsobjekte (z.B. humanoide Roboter, Nanomotoren u.Ä.) repräsentieren das Leitbild einer *Community of Practice* und können von dieser genutzt werden, um von außerhalb Ressourcen zu mobilisieren.

3. ZWISCHENRESÜMEE

Wenn wir Netzwerke und Praktikgemeinschaften beobachten, dann sollten wir diese nicht nur als nicht-intentional in der Gesellschaft entstandene Phänomene, sondern auch als Strukturen betrachten, die durch politisches (Netzwerk) sowie mikropolitisch (Praktikgemeinschaft) Handeln hervorgebracht wurden.

Nachdem die Sozialwissenschaften Netzwerke und *Communities of Practice* als die für Innovationen geeigneten Sozialstrukturen thematisiert haben, griff die Politik und das Management diese Erkenntnisse auf. Die Politik entdeckte die Förderung von »Innovationsnetzwerken« als wissenschafts- und technologiepolitisches Steuerungsinstrument und das Management die *Communities of Practice* im eigenen Betrieb. Sowohl bei Innovationsnetzwerken als auch bei Praktikgemeinschaften handelt es sich insofern um ein Reflexivwerden von Sozialwissenschaft, als die Begriffe, welche die Sozialwissenschaften zur Beschreibung ihrer gesellschaftlichen Felder prägte, von diesen selbst verwendet werden. Aus der sozialwissenschaftlichen Beschreibung der innovativen Sozialstrukturen ist eine Problemlösungsformel in der Politik und im Management geworden. In der Diskussion um Netzwerke und Praktikgemeinschaften ist unverkennbar die Tendenz zu entdecken, beide Begriffe positiv zu konnotieren. Jedoch: Auch wenn Netzwerke und Praktikgemeinschaften als die für die moderne Gesellschaft typischen Sozialstrukturen der Hervorbringung von Innovationen betrachtet werden, so können genau die Strukturen, die einst Bedingung für innovativen Wandel waren, zur Ursache für Fehlentwicklungen werden. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn ehemals erfolgreiche Netzwerke und Praktikgemeinschaften zu einem Wert an sich geraten und dann für die Akteure zu einem Mittel werden, sich gegen Veränderungen abzusichern (vgl. die Studie zum Ruhrgebiet in Grabher 1993).

V. Perspektiven: Gesellschaft und Innovation im Wandel

Zu Beginn dieser Einführung habe ich darauf aufmerksam gemacht, wie unerlässlich die Beobachtung von Innovationen ist, um den gesellschaftlichen Wandel in der fortgeschrittenen Moderne zu verstehen. Hierin sehe ich *eine* wichtige Perspektive, die eine Soziologie der Innovation verfolgen kann. Eine *zweite* öffnet sich durch die Wahrnehmung der Reflexivität des Phänomens Innovation. Innovationen verändern nicht nur die Gesellschaft, sondern der gesellschaftliche Wandel wirkt sich dahingehend aus, dass die dargestellten Innovationsprozesse und -strukturen selbst einer Veränderung unterworfen sind. Die in Kapitel IV/2 vorgestellten Strukturen (Netzwerke und Praktikgemeinschaften) können als typische Formen begriffen werden, in denen in einer Gesellschaft der fortgeschrittenen Moderne vornehmlich Innovationen entstehen können. Die Transformation der Innovationstätigkeit in der Gesellschaft möchte ich – damit auch das Buch bilanzierend – in seinen räumlichen und zeitlichen Aspekten diskutieren.

Die Veränderung der gesellschaftlichen Raumordnung beeinflusste, wie Innovationen entstehen und sich verbreiten und – umgekehrt – kommunikationstechnologische Innovationen ermöglichten, Territorien zu überwinden, Organisationen (wie Universitäten, Unternehmen etc.) weltweit zu vernetzen. Daher ist von einem regen Wechselspiel der Veränderung der Raumordnung und innovativen Entwicklungen auszugehen. Die Lokalität von Innovationen wurde lange Zeit als eine Frage der Standortfaktoren gefasst. Als günstig für die Entstehung der technologischen Felder der historischen Schlüsselindustrien erwies sich die räumliche Nähe von Rohstoffquellen (z.B. Kohle und Eisen-erz), von Verkehrsanbindungen, von Aufnahme-räumen für den Bevölkerungszuwachs etc. Als Beispiele gelten die Industriedistrikte der Stahlindustrie oder die Ballungsräume einer auf Massenproduktion ausgelegten Ökonomie. Solche Standortfaktoren büßen ihre Relevanz ein, wenn Wirtschaftsweisen in den Vordergrund treten, die wesentlich weniger auf Rohstofflieferungen und Arbeitskräfte angewiesen sind, als wir dies von den klassischen

Industrien kennen. Davon jedenfalls gehen die Gesellschaftstheorien aus, die den Übergang von einer produktionsorientierten Industriegesellschaft zu einer postindustriellen Wissensgesellschaft diagnostizieren (Bell 1973; Stehr 1994; Knorr-Cetina 2000; Willke 2001). Aufgrund der rasanten Entwicklung, Verbilligung und Verbreitung der elektronischen Kommunikation und der damit verbundenen Praxis, Wissen in Form von Softwareprogrammen, Konstruktionszeichnungen, Expertisen etc. weltweit zu generieren, wird es möglich, dass Personen, die körperlich nicht wechselseitig füreinander zugänglich sind, an einem gemeinsamen Projekt oder Produkt zusammenarbeiten (Knorr-Cetina 2002). Fernkommunikation und -kooperation sind neben der Liberalisierung der Märkte, der Herausbildung von globalen Finanzmärkten, dem Anstieg der grenzüberschreitenden Direktinvestitionen in den 1980er Jahren etc. Argument genug, weshalb Innovationen vor dem Hintergrund der Globalisierung zu betrachten sind. Die Globalisierung als das sukzessive Voranschreiten der Nationalstaaten in Richtung globale kommunikative Vernetzung und wechselseitige Abhängigkeit (Dürschmidt 2002: 12) schlägt sich bei Innovationen auf verschiedenen Ebenen nieder:

Auf der *Mikroebene des alltagspraktischen Handelns* werden technische, wissenschaftliche oder künstlerische Entwicklungsarbeiten in virtuellen Teams koordiniert. Auf der *Mesoebene von Organisationen* haben sich *Transnational Corporations* (TNC) (Sklair 1995) herausgebildet, die als weltweite Unternehmen regional vorherrschende Kompetenzen (Software aus Bangalore, Design aus Kalifornien etc.) und regional unterschiedliche Arbeitskosten nutzen, um so eine globale Arbeitsteilung zu erreichen. Auf der *Makroebene der Nationen* verlieren Nationalstaaten ihre politische Durchsetzungsmacht, wenn rechtliche Regulierungen (z.B. das Verbot von bestimmten gentechnischen Verfahren) durch transnational agierende Unternehmen und durch die Mobilität des Humankapitals unterlaufen werden können (Altwater/Mahnkopf 1999). Der Nationalstaat und nationale Märkte bilden keineswegs den alleinigen Referenzrahmen für innovationspolitische und -ökonomische Entscheidungen. Weitgehend globalisiert erweist sich ferner auch der Konsum in der Hinsicht, dass der westliche Lebensstil – bei allen regionalen Einfärbungen – mit seinen Kon-

summustern und Wertigkeiten nach wie vor nichts an seiner Anziehungskraft verloren hat. Die Angleichung des Massengeschmacks – und westlichen Lebensstils – bereitet den Boden, dass Innovationen im Konsumgüterbereich (z.B. Unterhaltungselektronik oder Kommunikationstechnologien) nahezu zeitgleich weltweit vertrieben, verkauft und konsumiert werden (Cragg/Thrift 2000) – ein Umstand, der nicht zuletzt durch TNCs wie »Sony« oder »Microsoft« mitgeprägt wird. Eindimensional wäre es jedoch, die Globalisierung des Innovationsprozesses in der Weise zu betrachten, dass die Bedeutung des lokalen Raums nivelliert würde zugunsten eines deterritorialisierten globalen Systems von Kommunikationen und Austauschbeziehungen. Mit dem Prozess der Globalisierung kommt es nicht zum Verschwinden von Lokalität, sondern zu deren Neubestimmung durch die eben erwähnten Globalisierungsprozesse. Es kommt zu einer Wechselwirkung von lokalen und globalen sozialen Prozessen, die Robertson (1995) mit dem Begriff der *Glokalität* zu fassen versucht. Während einerseits die Entwicklung von Innovationen in globaler Arbeitsteilung vorangetrieben werden kann, so habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass gleichzeitig Netzwerkbeziehungen in Gestalt von regionalen Innovationssystemen die Voraussetzung für Innovativität sein können (vgl. Kap. IV/1).

Die Entwicklung der modernen Gesellschaft bringt eine *Beschleunigung* fast sämtlicher Arbeits- und Lebensbereiche mit sich. Gesteigert wird die Geschwindigkeit der Kommunikationsübertragung, des Verkehrs, der Produktion etc. Es ist daher nicht erstaunlich, dass auch die Entwicklung von neuen Produkten und Dienstleistungen einer Beschleunigung unterworfen ist. Der *Produktlebenszyklus* (also die Phase von der Produktidee über die -entwicklung und serielle Fertigung bis zur Kundenakzeptanz und schließlich bis zum Verschwinden des Produktes vom Markt) hat sich den letzten Jahren immens verkürzt. Die Tendenz ist steigend. In der Automobilindustrie beispielsweise sind Produktlebenszyklen bekanntlich von zehn auf sieben bis fünf Jahre geschrumpft. Eine Ursache für die Verkürzung von Produktzyklen und damit deren raschere Abfolge ist der hohe Anteil von Forschung bei der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen. Die unternehmerische Faustregel: »je forschungsintensiver

ein Produkt, desto kürzer der Produktzyklus«, bewahrheitet sich bei vielen technischen Artefakten.

Die Veränderung der Zeitordnung drückt sich jedoch nicht nur in der Beschleunigung aus. In der fortgeschrittenen Moderne hat sich ein *Rhythmuswechsel* dahingehend vollzogen, dass Innovationen den Takt des wirtschaftlichen und auch des politischen Handelns bestimmen (Rammert 2000b: 178). Das war nicht immer so. Bis in die Nachkriegszeit war es für Unternehmen möglich, von einem neuen Produkt jahrelang gut zu leben. Es gab keine Notwendigkeit, ein bewährtes Produkt vom Markt zu nehmen, solange dessen Herstellung Gewinne abwarf. Solche Phasen des Festhaltens am Bestehenden sind – wenn sie überhaupt zugelassen werden – kurz geworden. Eine Innovation löst die andere ab. Ein Produkt oder eine Dienstleistung veraltet nicht, um es dann durch eine Innovation zu ersetzen, sondern das Neue wird erzeugt, um den Prozess des Veraltens in Gang zu halten. Eine Handy-Generation währt selten länger als neun Monate, bis eine neue folgt. Diese unterscheidet sich nicht nur durch Form und Farbe, sondern zeichnet sich darüber hinaus durch technische Neuerungen aus. Nicht etwaige Unzulänglichkeiten, Schwachstellen oder Leistungsgrenzen eines Produkts motivieren zur Innovation, vielmehr wird die Innovation selbst ein leitendes Motiv für einen Teil des wirtschaftlichen, politischen, wissenschaftlichen und künstlerischen Handelns. Neben dem Phänomen der Beschleunigung und des Rhythmuswechsels möchte ich abschließend das Phänomen der *Polytemporalität* erwähnen. Durch die Verbreitung von Systemtechnologien sind Einzelinnovationen an die Weiterentwicklung derjenigen Technologien gekoppelt, in deren Wechselwirkung die Einzelinnovation steht. Eine Einzelinnovation trifft auf ein dynamisches und keineswegs zeitlich invariables Umfeld. Nahezu jede Einzelinnovation beansprucht – was die Forschung-, Entwicklungs- und Nutzerakzeptanz anbetrifft – eine spezifische Eigenzeit. Stehen die Innovationen in einem funktionalen Wechselverhältnis – wie z.B. Computer-Hardware und -Software –, so treffen unterschiedliche zeitliche Entwicklungszeiträume aufeinander. Wir haben es daher mit einer Gleichzeitigkeit von Innovationen zu tun, die insofern prekär wird, als sie die Akteure zur Abstimmung zwingt. Dabei handelt

es nicht nur um den Zwang zur Synchronisation von unmittelbar an einem Projekt beteiligten Akteuren, es geht vielmehr um eine Koordination von Innovationsprozessen, die für die einzelne Organisation nicht mehr zu überblicken, geschweige denn zu kontrollieren sind. Allein diese Problematik ist schon Grund genug, die Soziologie der Innovationen fortzuführen.

- Ahuja, Gautam (2000): »Collaboration networks, structural holes, and innovation. A longitudinal study«. In: *Administrative Science Quarterly* 45, S. 425-455.
- Akrich, Madeleine (1992): »The De-Description of Technical Objects«. In: Bijker/Law (Hg.) 1992, S. 205-224.
- Altwater, Elmar/Mahnkopf, Birgit (1999): *Grenzen der Globalisierung: Ökonomie, Ökologie und Politik in der Weltgesellschaft* (4. Aufl.). Münster: Westfälisches Dampfboot.
- Arthur, Brian (1988): »Competing technologies: an overview«. In: Dosi et al. (Hg.), S. 590-607.
- Arthur, Brian (1989): »Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events«. In: *Economic Journal* 99, S. 116-131.
- Asdonk, Jupp/Bredeweg, Udo/Kowol, Uli (1991): »Innovation als rekursiver Prozess. Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik«. In: *Zeitschrift für Soziologie* 20, S. 290-304.
- Barnekow, Sven (2004): *Mind the cultural gap – die alltagsweltliche Verortung technischer Innovationen*. Berlin: Institut für Soziologie der Technischen Universität Berlin (unveröffentlichte Diplomarbeit).
- Beck, Ulrich (1999): »Modell Bürgerarbeit«. In: ders. (Hg.): *Schöne neue Arbeitswelt. Vision: Weltbürgergesellschaft*, Frankfurt/M.; New York: Campus, S. 7-189.
- Beise, Marian/Rennings, Klaus (2003): *Lead Markets of Environmental Innovations*. Mannheim: ZEW Discussion Paper 03-01.
- Bell, Daniel (1973): *The coming of post-industrial society. A venture in social forecasting*. New York: Basic Books.
- Bijker, Wiebe E./Law, John (1992): *Shaping technology/building society. Studies in sociotechnical change*. Cambridge (Mass.); London: MIT Press.
- Bijker, Wiebe/Hughes, Thomas Parke/Pinch, Trevor (1990 [1987]): *The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology*. Cambridge (Mass.): MIT Press.

- Blau, Peter (1978): »Parameter sozialer Strukturen«. In: ders. (Hg.): *Theorien sozialer Strukturen*, Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 203-233.
- Braun-Thürmann, Holger (2002a): »Künstliche Interaktion«. In: Thomas Christaller/Josef Wehner (Hg.): *Autonome Maschinen*, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, S. 221-243.
- Braun-Thürmann, Holger (2002b): *Künstliche Interaktion. Wie Technik zur Teilnehmerin sozialer Wirklichkeit wird*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Braun-Thürmann, Holger (2002c): »Über die praktische Herstellung der Handlungsträgerschaft von Technik«. In: Werner Rammert/Ingo Schulz-Schaeffer (Hg.): *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*, Frankfurt/M.: Campus, S. 161-188.
- Brown, John S./Duguid, Paul (1991): »Organisational Learning and Communities of Practice: Towards a unified view of working, learning, and innovation«. In: *Organisation Science* 2, S. 40-57.
- Brown, John S./Duguid, Paul (1998): »Organizing Knowledge«. In: *California Management Review* 40, S. 90-111.
- Bush, Vannevar (1998 [1945]): *Science – The Endless Frontier. Reprint Edition*. North Stratford: Ayer.
- Callon, Michel (1989): »Society in the making: the study of technology as a tool for sociological analysis«. In: Bijker et al. (Hg.) 1989, S. 84-103.
- Callon, Michel (1991): »Techno-economic networks and irreversibility«. In: John Law (Hg.): *A sociology of monsters: Essays on power, technology and domination*, London: Routledge, S. 132-161.
- Callon, Michel (1994): »Is science a public good?« In: *Science, Technology, & Human Values* 19, S. 395-424.
- Callon, Michel (1998): *The laws of the market*. Oxford: Blackwell.
- Castilla, Emilio/Hwang, Hokyung/Granovetter, Ellen/Granovetter, Mark (2000): »Social Networks in Silicon Valley«. In: Chong-Moon Lee et al. (Hg.): *The Silicon Valley Edge. A habitat for innovation and entrepreneurship*, Stanford: Stanford University Press, S. 218-247.

- Clarke, Norman/Juma, Calestous (1988): »Evolutionary theories in economic thought«. In: Dosi et al. (Hg.) 1988, S. 197-218.
- Constant, Edward (1980): *The Origins of the Turbojet Revolution*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Constant, Edward (1984): »Communities and hierarchies: Structure in the practice of science and technology«. In: Rachel Laudan (Hg.): *The nature of technological knowledge*, Dordrecht: Reidel, S. 27-46.
- Constant, Edward (1990): »The Social Locus of Technological Practice: Community, System, or Organization?« In: Bijker et al. (Hg.) 1990, S. 223-242.
- Cooke, Philip/Uranga, Mikel Gomez/Etxebarria, Goio (1998): »Regional systems of innovation: an evolutionary perspective«. In: *Environment and Planning* 30, S. 1563-1584.
- Cooper, Robert (1983): »A process model for industrial new product development«. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* 30, S. 2-11.
- Crang, Mike/Thrift, Nigel J. (2000): *Thinking space*. London; New York: Routledge.
- David, Paul (1985): »Clio and the economics of QWERTY«. In: *Economic History* 75, S. 227-232.
- Degele, Nina (2002): *Einführung in die Techniksoziologie*. München: UTB.
- Dolata, Ulrich (2004): *Unfassbare Technologien, internationale Innovationsverläufe und ausdifferenzierte Politikregime*. Bremen: Artec-Paper Nr. 110.
- Dosi, Giovanni (1982): »Technological paradigms and technological trajectories«. In: *Research Policy* 11, S. 147-162.
- Dosi, Giovanni (1984): *Technical change and industrial transformation*. London: Macmillan.
- Dosi, Giovanni (1988a): »The nature of innovative process«. In: ders. et al. (Hg.) 1988, S. 221-238.
- Dosi, Giovanni (1988b): »Sources, procedures, and microeconomic effects«. In: *Journal of Economic Literature* 26, S. 1120-1171.
- Dosi, Giovanni/Freemann, Christopher/Nelson, Richard/Silverberg, Gerald/Soete, Luc (Hg.) (1988): *Technical change and economic theory*. London; New York: Pinter.

- Du Gay, Paul/Hall, Stuart/Janes, Linda/Mackay, Hugh/Negus, Keith (1997): *Doing Cultural Studies: The Story of the Sony Walkman*. London; Thousand Oaks: Sage.
- Dürschmidt, Jörg (2002): *Globalisierung*. Bielefeld: transcript Verlag.
- Elliot, John (1980): »Marx and Schumpeter on Capitalism's Creative Destruction: A comparative Restatement«. In: *Quarterly Journal of Economics* 8, S. 45-68.
- Ellrich, Lutz/Funken, Christiane/Meister, Martin (2002): »Kulturen des Misstrauens. Bausteine zu einer Soziologie strategischer Netzwerke«. In: *Sociologica internationalis* 7, S. 23-66.
- Enquete-Kommission des Bundestages: Schutz des Menschen und der Umwelt (1998): *Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Schlussbericht der Enquete-Kommission*. Bonn: Deutscher Bundestag.
- Etzkowitz, Henry (2003): »Research Groups as »quasi-firms«: the invention of the entrepreneurial university«. In: *Research Policy* 32, S. 109-121.
- Ewald, Francois (1993): *Der Vorsorgestaat*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Fleck, James (2002): *The structure of technological evolutions: Linear models, configurations, and systems of development*. Stockholm: Paper presented to Nobel Symposium on »Science and Industry in the 20th Century« in Stockholm 21-23 November 2002.
- Fligstein, Neil (1996): »Markets as politics: A political-cultural approach to market institutions«. In: *American Sociological Review* 61, S. 656-673.
- Franke, Nikolaus/von Hippel, Eric (2002): »Satisfying Heterogeneous User Needs via Innovation Toolkits: The Case of Apache Security Software«. *MIT Sloan School of Management Working Papers*, Cambridge (Mass.).
- Freeman, Christopher (1991): »Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues«. In: *Research Policy* 20, S. 499-514.
- Freeman, Christopher (1995): »The »National System of Innovation« in historical perspective«. In: *Cambridge Journal of Economics* 19, S. 5-24.
- Fröbel, Friedrich (1852): »Brief Fröbels über die Funktion des Kindergartens«. In: Albert Reble (Hg.): *Friedrich Fröbel. Kleine*

- pädagogische Schriften*, Bad Heilbrunn: Klinkhardt 1965, S. 115-132. Auch in Auszügen in URL: <http://www.kindergartenpaedagogik.de/959.html> [20.10.2004].
- Fujimura, Joan H. (1992): »Crafting Science: standardized packages, boundary objects, and ›translation‹«. In: Andrew Pickering (Hg.): *Science as practice and culture*, Chicago: University of Chicago Press, S. 168-214.
- Garud, Raghu/Karnøe, Peter (2001a): »Path Creation as Process of Mindful Deviation«. In: dies. (Hg.) 2001b, S. 1-40.
- Garud, Raghu/Karnøe, Peter (Hg.) (2001b): *Path Dependence and Creation*. Mahwah (NJ); London: Lawrence Erlbaum.
- Garud, Raghu/Karnøe, Peter (2003): »Bricolage versus breakthrough: distributed and embedded agency in technology entrepreneurship«. In: *Research Policy* 32, S. 277-300.
- Geels, Frank (2002a): »Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study«. In: *Research Policy* 31, S. 1257-1274.
- Geels, Frank (2002b): »Towards Sociotechnical Scenarios and Reflexive Anticipation: Using Patterns and Regularities in Technology Dynamics«. In: Robin Williams/Knut Sørensen (Hg.): *Shaping Technology, Guiding Policy: Concepts, Spaces and Tools*, Cheltenham: Elgar, S. 355-381.
- Gibbons, Michael/Limoges, Camille/Nowotny, Helga/Schwartzman, Simon/Scott, Peter/Trow, Martin (1994): *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: Sage.
- Gillwald, Katrin (2000): *Konzepte sozialer Innovationen*. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin, Discussion Paper.
- Gold, Bela (1980): »On the adoption of technological innovations in industry: Superficial models and complex decision processes«. In: *Omega* 8, S. 505-516.
- Grabher, Gernot (1993): »The weakness of strong ties: the lock-in of regional development in the Ruhr area«. In: ders. (Hg.): *The embedded firm. On the socioeconomics of industrial networks*, London; New York: Routledge, S. 255-277.
- Haagedorn, John/Schakenraad, Jos (1992): »Leading companies and networks of strategic alliances in information technologies«. In: *Research Policy* 21, S. 163-190.

- Hage, Jerald/Hollingsworth, Rogers (2000): »A Strategy for the Analysis of Idea Innovation Networks and Institutions«. In: *Organization Studies* 21, S. 971-1004.
- Heidenreich, Martin (2000): »Regionale Netzwerke in der globalen Wissensgesellschaft«. In: Johannes Weyer (Hg.): *Soziale Netzwerke*, München: Oldenbourg, S. 87-110.
- Henderson, Kathryn (1991): »Flexible Sketches and Inflexible Data Bases. Visual Communication, Conscription Devices, and Boundary Objects in Design Engineering«. In: *Science, Technology, & Human Values* 16, S. 448-473.
- Hennart, Jean-François (1988): »A transaction cost theory of equity joint ventures«. In: *Strategic Management Journal* 9, S. 361-374.
- Henschel, Alexander (2001): *Communities of Practice*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Hughes, Thomas Parke (1976): »The development phase of technological change«. In: *Technology and Culture* 17, S. 423-431.
- Hughes, Thomas Parke (1987): »The evolution of Large Technological Systems«. In: Bijker et al. (Hg.) 1987, S. 51-82.
- Iansiti, Marco/MacCormack, Alan (1997): »Developing products on internet time«. In: *Harvard Business Review* 9/10, S. 108-117.
- Imai, Kenichi/Itami, Hiroyuki (1984): »Interpenetration of Organization and Market«. In: *International Journal of Industrial Organization* 2, S. 285-310.
- Jansen, Dorothea (2003): *Einführung in die Netzwerkanalyse* (2. Aufl.). Opladen: Leske + Budrich.
- Jørgensen, Ulrik/Sørensen, Ole Henning (1999): »Arenas of Development – A Space Populated by Actor-worlds, Artefacts, and Surprises«. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 11, S. 409-429.
- Karnøe, Peter (1999): »When Low-tech Becomes High-tech: The Social Construction of Technological Learning Processes in the Danish and the American Wind Turbine Industry«. In: ders./Peer Hull Kristensen/Poul Houman Andersen (Hg.): *Mobilizing Resources and Generating Competencies*, Copenhagen: Copenhagen Business School Press, S. 139-185.

- Keck, Otto (1980): »Government policy and technical choice in the West German reactor programme«. In: *Research Policy* 17, S. 302-356.
- Kemp, René/Rip, Arie/Schot, Johan (2001): »Constructing Transition Paths Through the Management of Niches«. In: Garud/Karnøe (Hg.) 2001b, S. 269-299.
- Kline, Stephen/Rosenberg, Nathan (1986): »An Overview of Innovation«. In: Ralph Laudan/Nathan Rosenberg (Hg.): *The Positive Sum Strategy*, Washington, D.C.: National Academy Press, S. 275-305.
- Knorr-Cetina, Karin (1995): »Laboratory Studies. The Cultural Approach to the Study of Science«. In: Sheila Jasanoff/Gerald Markle/James Petersen/Trevor Pinch (Hg.): *Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks: Sage, S. 140-166.
- Knorr-Cetina, Karin (1999): *Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge*, Harvard: Harvard University Press.
- Knorr-Cetina, Karin (2000): »Die Wissensgesellschaft«. In: Armin Pongs (Hg.): *In welcher Gesellschaft leben wir eigentlich? Gesellschaftskonzepte im Vergleich*, München: Dilemma, S. 149-170.
- Knorr-Cetina, Karin (2002): »Global Microstructures: The Virtual Societies of Financial Markets«. In: *American Journal of Sociology* 107, S. 905-950.
- Kowol, Uli/Krohn, Wolfgang (1995): »Innovationsnetzwerke. Ein Modell der Technikgenese«. In: Werner Rammert (Hg.): *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch* 8, Frankfurt/M.: Campus, S. 77-105.
- Kowol, Uli/Krohn, Wolfgang (2000): »Innovation und Vernetzung«. In: Johannes Weyer (Hg.): *Soziale Netzwerke*, München: Oldenbourg, S. 135-160.
- Krohn, Wolfgang/Rammert, Werner (1993): »Technologieentwicklung: Autonomer Prozess und industrielle Strategie«. In: Werner Rammert (Hg.) 1993d, S. 65-92.
- Krücken, Georg (2004): *Soziologie der Innovation*. Bielefeld: Habilitationvortrag (28.01.2004), Fakultät für Soziologie der Universität Bielefeld.
- Kuhn, Thomas (1976): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.

- Latour, Bruno (1983): »Give Me a Laboratory and I will Raise the World«. In: Karin Knorr-Cetina/Michael Mulkay (Hg.): *Science observed: Perspectives on the Social Study of Science*, London, Thousand Oaks: Sage, S. 141-170.
- Latour, Bruno (1987): *Science in action: how to follow scientists and engineers through society*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Latour, Bruno (1996): *Aramis, or, The love of technology*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Latour, Bruno (1998a): »Aramis – oder die Liebe zur Technik«. In: Werner Fricke (Hg.): *Innovation in Technik, Wissenschaft und Gesellschaft*, Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung, S. 147-182.
- Latour, Bruno (1998b): »Über technische Vermittlung. Philosophie, Soziologie, Genealogie«. In: Werner Rammert (Hg.): *Technik und Sozialtheorie*, Frankfurt/M.: Campus, S. 29-82.
- Lave, Jean/Wenger, Etienne (1991): *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leydesdorff, Loet/Etzkowitz, Henry (2001): »A Triple Helix of University-Industry-Government Relations: »Mode 2« and the Globalization of »National« Systems of Innovation«. In: The Danish Institute for Studies in Research and Research Policy (Hg.): *Science under Pressure*, Aarhus: The Danish Institute for Studies in Research and Research Policy, S. 7-36.
- Luhmann, Niklas (1980): »Die Ausdifferenzierung von Erkenntnisgewinn – Zur Genese von Wissenschaft«. In: Volker Meja/Nico Stehr (Hg.): *Wissenssoziologie. Sonderheft 22 der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 102-139.
- Luhmann, Niklas (1982): *The differentiation of society*, New York: Columbia University Press.
- Luhmann, Niklas (Hg.) (1985): *Soziale Differenzierung. Zur Geschichte einer Idee*, Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, Niklas (1996): *Die Realität der Massenmedien* (2., erw. Aufl.), Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Lundvall, Bengt-Åke (1992): »Introduction«. In: ders. (Hg.): *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, London: Pinter, S. 1-19.

- Lundvall, Bengt-Åke/Johnson, Björn/Andersen, Esben Sloth/Dalum, Bent (2002): »National systems of production, innovation and competence building«. In: *Research Policy* 31, S. 213-231.
- Maidique, Modesto/Zirger, Billie Jo (1985): »The new product learning cycle«. In: *Research Policy* 14, S. 299-313.
- Maillat, Dennis (1995): »Territorial dynamic, innovative milieus and regional policy«. In: *Entrepreneurship & Regional Development* 7, S. 157-165.
- Marx, Karl (1932 [1872]): *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie (nach der zweiten Auflage von 1872)*. Berlin: Kiepenheuer.
- Mensch, Gerhard (1972): »Basisinnovationen und Verbesserungsinnovationen«. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 42, S. 291-297.
- Mensch, Gerhard (1975): *Das technologische Patt. Innovationen überwinden die Depression*. Frankfurt/M.: Umschau.
- Metcalf, J. Stanley (Hg.) (1988): *The diffusion of innovations: an interpretative survey*. London: Pinter.
- Mitettinen, Reijo (1998): »Object Construction on Cellulose-Degrading«. In: *Social Studies of Science* 28, S. 423-463.
- Mowery, David (1995): »The Practice of Technology Policy«. In: Paul Stoneman (Hg.): *Technological Innovations – Economic Aspects*, Oxford: Blackwell, S. 513-549.
- Mowery, David/Rosenberg, Nathan (1979): »The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies«. In: *Research Policy* 8, S. 102-153.
- Nelson, Richard R./Winter, Sidney G. (1977): »In search of a useful theory of innovation«. In: *Research Policy* 6, S. 36-76.
- Nonaka, Ikujiro (1991): »The Knowledge-Creating Company«. In: *Harvard Business Review* 69, S. 96-104.
- Nonaka, Ikujiro (1994): »A Dynamic Theory of Organisational Knowledge«. In: *Organisation Science* 5, S. 14-37.
- Nooteboom, Bart (2000): »Institutions and Forms of Coordination in Innovation Systems«. In: *Organization Studies* 21, S. 915-939.
- Nowotny, Helga/Scott, Peter/Gibbons, Michael (2001): *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Cambridge (UK): Polity Press.

- Ogburn, William (1923): *Social change. With respect to culture and original nature*. London: Allen & Unwind.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (1997): *Oslo manual: proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*. Paris; Washington, D.C.: Organisation for Economic Co-operation and Development/OECD Washington Center distributor.
- Ortmann, Günther/Sydow, Jörg (1999): »Grenzmanagement in Unternehmensnetzwerken: Theoretische Zugänge«. In: *Der Betriebswirt* 59, S. 205-220.
- Palmberg, Christopher/Leppälhahti, Ari/Lemola, Tarmo/Toivanen, Hannes (1999): *Towards a better understanding of innovation and industrial renewal in Finland – a new perspective*. Espoo: VTT, Group of Technology Studies.
- Picot, Arnold (1982): »Transaktionskostenansatz in der Organisationstheorie«. In: *Die Betriebswirtschaft* 42, S. 267-284.
- Polsby, Nelson (1984): *Political Innovation in America*. Yale: New Haven.
- Porter, Michael E. (1990): *The competitive advantage of nations*. New York: Free Press.
- Porter, Michael E. (1999): »Unternehmen können von regionaler Vernetzung profitieren«. In: *Harvard Business Manager* 3, S. 52-63.
- Powell, Walter (1990): »Neither market nor hierarchy: Network forms of organization«. In: *Research in Organizational Behavior* 12, S. 295-336.
- Powell, Walter/Koput, Kenneth/Bowie, James/Smith-Doerr, Laurel (2002): »The spatial clustering of science and capital: Accounting for bio-tech firm-venture capital relationships«. In: *Regional Studies* 36, S. 291-305.
- Rammert, Werner (1993a): »Der Anteil der Kultur an der Genese einer Technik«. In: ders. (Hg.) 1993d, S. 230-238.
- Rammert, Werner (1993b): »Konturen der Techniksoziologie. Begriffe, Entwicklungen und Forschungsfelder einer neuen soziologischen Teildisziplin«. In: ders. (Hg.) 1993d, S. 9-27.
- Rammert, Werner (1993c): »New rules of sociological method: rethinking technology studies«. In: *British Journal of Sociology* 48, S. 171-191.

- Rammert, Werner (Hg.) (1993d): *Technik aus soziologischer Perspektive*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Rammert, Werner (1997): »Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt«. In: *Soziale Welt* 48, S. 397-416.
- Rammert, Werner (1998): »Technikvergessenheit der Soziologie? Eine Erinnerung als Einleitung«. In: ders. (Hg.): *Technik und Sozialtheorie*, Frankfurt/M.: Campus, S. 9-28.
- Rammert, Werner (2000a): »Auf dem Weg zu einer post-schumpeterianischen Innovationsweise. Institutionelle Differenzierung, reflexive Modernisierung und interaktive Vernetzung im Bereich der Technikentwicklung«. In: ders. (Hg.): *Technik aus soziologischer Perspektive 2. Kultur – Innovation – Virtualität*, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, S. 157-173.
- Rammert, Werner (2000b): »Wer ist der Motor der technischen Entwicklung heute? Von der innovativen Persönlichkeit zum Innovationsnetzwerk«. In: ders. (Hg.): *Technik aus soziologischer Perspektive 2. Kultur – Innovation – Virtualität*, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, S. 174-189.
- Rammert, Werner (2002): »The Cultural Shaping of Technologies and the Politics of Technodiversity«. In: Knut Sørensen/Robin Williams (Hg.): *Shaping Technology, Guiding Policy. Concepts, Spaces and Tools*, Cheltenham: Elgar, S. 173-194.
- Rip, Arie/Schot, Johan (2002): »Identifying Loci for Influencing the Dynamics of Technological Development«. In: Knut Sørensen/Robin Williams (Hg.): *Shaping Technology, Guiding Policy: Concepts, Spaces and Tools*, Cheltenham: Elgar, S. 155-172.
- Ritzer, George (1996 [1993]): *The McDonaldization of society. An investigation into the changing character of contemporary social life* (2., durchges. Aufl.). Thousand Oaks: Pine Forge Press.
- Robertson, Roland (1995): »Glocalization: Time-Space and Homogeneity-Heterogeneity«. In: Mike Featherstone/Scott Lash/Roland Robertson (Hg.): *Global Modernities*, London: Sage, S. 15-30.
- Rogers, Everett M. (2003 [1962]): *Diffusion of innovations* (5. Aufl.). New York: Free Press.

- Rogers, Everett M./Shoemaker, F. Floyd (1971): *Communication of innovations. A cross-cultural approach* (2. Aufl.). New York: Free Press.
- Rupp, Joachim (1999): »Gestaltung und Kopplung – Dimensionen im Innovationsprozess«. In: *Zeitschrift für Soziologie* 28, S. 365-378.
- Sahal, Devendra (1985): »Technological Guideposts and innovation avenues«. In: *Research Policy* 14, S. 61-82.
- Saviotti, Paolo/Metcalf, Stanley J. (1991): »Present Development and Trends in Evolutionary Economics«. In: dies. (Hg.): *Evolutionary Theories of Economic and Technological Change: Present State and Future Prospects*, London: Harwood, S. 1-30.
- Sawhney, Mohanbir/Prandelli, Emanuela (2000): »Communities of Creation«. In: *California Management Review* 42, S. 24-64.
- Saxenian, AnnaLee (2000 [1994]): *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128* (8. Aufl.). Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Schäfers, Bernhard (1994): »Entwicklung und Grundlegung der Gruppensoziologie«. In: ders. (Hg.): *Einführung in die Gruppensoziologie: Geschichte, Theorien, Analysen*, Heidelberg: UTB, S. 19-36.
- Schmookler, Jacob (1966): *Invention and Economic Growth*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Schot, Johan/Rip, Arie (1996): »The Past and Future of Constructive Technology Assessment«. In: *Technological Forecasting and Social Change* 54, S. 251-268.
- Schulze, Gerhard (1992): *Die Erlebnisgesellschaft: Kultursoziologie der Gegenwart*. Frankfurt/M.; New York: Campus.
- Schumpeter, Joseph Alois (1961): *Konjunkturzyklen. Eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses*, 2 Bde., Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Schumpeter, Joseph Alois (1964 [1911]): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung* (6. Aufl.). Berlin: Duncker & Humblot.
- Schumpeter, Joseph Alois (1972 [1942]): *Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie*. München: UTB.
- Schumpeter, Joseph Alois (1991): »Comments on a plan for the study of entrepreneurship«. In: Richard Swedberg (Hg.): *Jo-*

- seph A. Schumpeter. *The Economics and Sociology of Capitalism*, Princeton (NJ): Princeton University Press, S. 406-428.
- Senker, Jacqueline/Faulkner, Wendy (1996): »Networks, tacit knowledge and innovation«. In: Rod Coombs et al. (Hg.): *Technological Collaboration. The Dynamics of Cooperation in Industrial Innovation*, Cheltenham: Elgar, S. 76-97.
- Simon, Herbert (1955): »A behavioral model of rational choice«. In: *Quarterly Journal of Economics* 69, S. 99-118.
- Simon, Herbert (1997): *Models on bounded rationality*. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Sklair, Leslie (1995): *Sociology of the Global System* (2. Aufl.). London: Harvester Wheatsheaf.
- Smelser, Neil J. (1986): »The Ogburn Vision Fifty Years later«. In: ders./Dean Gerstein (Hg.): *Behavioral and Social Sciences: Fifty Years of Discovery*, Washington, D.C.: National Academic Press, S. 21-35.
- Smith, Adam (1993 [1776]): *Der Wohlstand der Nationen. Eine Untersuchung seiner Natur und seiner Ursachen*. München: Deutscher Taschenbuchverlag.
- Stehr, Nico (1994): *Arbeit, Eigentum und Wissen. Zur Theorie von Wissensgesellschaften*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Steward, Fred/Convay, Steve (1996): »Informal networks in the origination of successful innovations«. In: Rod Coombs et al. (Hg.): *Technological collaboration. The dynamics of cooperation in industrial innovation*, Cheltenham: Elgar, S. 201-221.
- Storper, Michael (1997): *The regional world. Territorial development in a global economy*. New York: Guilford Press.
- Sydow, Jörg (1992): *Strategische Netzwerke*. Wiesbaden: Gabler.
- Takeuchi, Hirotaka/Nonaka, Ikujiro (1986): »The new new product development game«. In: *Harvard Business Review* 1/2, S. 2-10.
- Thomke, Stefan/von Hippel, Eric (2002): »Kunden zu Erfindern machen«. In: *Harvard Business Manager* 5, S. 51-60.
- Tushman, Michael L./Anderson, Philip (1986): »Technological discontinuities and organizational environments«. In: *Administrative Science Quarterly* 31, S. 439-465.
- Tushman, Michael L./Rosenkopf, Lori (1992): »Organizational determinants of technological change: toward a sociology of

- technological evolution«. In: *Research in Organizational Behavior* 14, S. 311-347.
- Urban, Glen/von Hippel, Eric (1988): »Lead user analyses for the development of new industrial products«. In: *Management Science* 34, S. 569-582.
- van de Poel, Ibo (2003): »The transformation of technological regimes«. In: *Research Policy* 32, S. 49-68.
- Van de Ven, Andrew/Polley, Douglas/Garud, Raghu/Venkataraman, Sankaran (1999): *The Innovation Journey*. Oxford: Oxford University Press.
- Van Looy, Bart/Debackere, Koenraad/Bouwen, Rene (2001): »Innovation as a Community-Spanning Process: Looking for Interaction Strategies to Handle Path Dependency«. In: Garud/Karnøe (Hg.) 2001b, S. 329-353.
- Verworn, Birgit/Herstatt, Cornelius (2000): *Modelle des Innovationsmanagement*. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitspapier.
- Volti, Rudi (1995): *Society and technological change* (3. Aufl.). New York: St. Martin's Press.
- von Hippel, Eric (1976): »The dominant role of users in the scientific instrument innovation process«. In: *Research Policy* 5, S. 212-239.
- von Müller, Achatz (2004): »Der Atem der Geschichte. Warum Innovation nicht Reform ist. Ein Rückblick«. In: *Die Zeit* 11.
- Walsh, Vivien (1984): »Invention and innovation in the chemical industry: Demand-pull or discovery-push«. In: *Research Policy* 13, S. 211-234.
- Wenger, Etienne (1998): *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Weyer, Johannes (1997): »Vernetzte Innovation – innovative Netzwerke. Airbus, Personal Computer, Transrapid«. In: Werner Rammert (Hg.): *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch* 9, Frankfurt/M.: Campus, S. 125-152.
- Weyer, Johannes (2000): »Zum Stand der Netzwerkforschung in den Sozialwissenschaften«. In: ders. (Hg.): *Soziale Netzwerke*, München: Oldenbourg, S. 1-34.

- White, Harrison (1981): »Where do markets come from?« In: *American Journal of Sociology* 87, S. 517-547.
- White, William F. (1982): »Social inventions for solving human problems«. In: *American Sociological Review* 47, S. 1-13.
- Williamson, Oliver (1975): *Markets and hierarchies: Analysis and antitrust implications*. New York: Free Press.
- Willke, Helmut (1992): *Ironie des Staates. Grundlinien einer Staatstheorie polyzentrischer Gesellschaften*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Willke, Helmut (1998): »Organisierte Wissensarbeit«. In: *Zeitschrift für Soziologie* 27, S. 161-177.
- Willke, Helmut (2001): *Atopia. Studien zur atopischen Gesellschaft*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Windeler, Arnold (2001): *Unternehmensnetzwerke*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Winner, Langdon (1980): »Do artifacts have politics«. In: *Daedalus* 109, S. 121-136.
- Woolgar, Steve (1991): »Configuring the user: the case of usability trials«. In: John Law (Hg.): *A Sociology of Monsters: Essays on Power, Technology and Domination*, London: Routledge, S. 58-99.
- Zapf, Wolfgang (1989): »Über soziale Innovationen«. In: *Soziale Welt* 40, S. 170-183.

Einsichten. Themen der Soziologie

Wulf D. Hund
Rassismusanalyse

Juli 2005, ca. 200 Seiten,
kart., ca. 15,80 €,
ISBN: 3-89942-310-0

Holger Braun-Thürmann
Innovation

März 2005, 114 Seiten,
kart., 11,50 €,
ISBN: 3-89942-291-0

Raimund Hasse,
Georg Krücken
Neo-Institutionalismus

(2. komplett überarbeitete Aufl.)
März 2005, 136 Seiten,
kart., 13,50 €,
ISBN: 3-933127-28-9

Robert Gugutzer
Soziologie des Körpers

2004, 218 Seiten,
kart., 14,80 €,
ISBN: 3-89942-244-9

Rolf Eickelpasch,
Claudia Rademacher
Identität

2004, 138 Seiten,
kart., 12,00 €,
ISBN: 3-89942-242-2

Frank Eckardt
Soziologie der Stadt

2004, 132 Seiten,
kart., 12,00 €,
ISBN: 3-89942-145-0

Gabriele Abels,
Alfons Bora
**Demokratische
Technikbewertung**

2004, 142 Seiten,
kart., 12,80 €,
ISBN: 3-89942-188-4

Rainer Schützeichel
Historische Soziologie

2004, 142 Seiten,
kart., 12,80 €,
ISBN: 3-89942-190-6

Stefan Kühl
**Arbeits- und Industrie-
soziologie**

2004, 182 Seiten,
kart., 13,80 €,
ISBN: 3-89942-189-2

Hannelore Bublitz
Diskurs

2003, 122 Seiten,
kart., 11,50 €,
ISBN: 3-89942-128-0

Ansgar Thiel
Soziale Konflikte

2003, 102 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-21-1

Peter Weingart
Wissenschaftssoziologie

2003, 172 Seiten,
kart., 13,80 €,
ISBN: 3-933127-37-8

Beate Kraus,
Gunter Gebauer
Habitus

2002, 94 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-17-3

Thomas Kurtz
Berufssoziologie

2002, 92 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-50-5

**Leseproben und weitere Informationen finden Sie unter:
www.transcript-verlag.de**

Einsichten. Themen der Soziologie

Stefanie Eifler
Kriminalsoziologie

2002, 108 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-62-9

Jörg Dürrschmidt
Globalisierung

2002, 132 Seiten,
kart., 12,00 €,
ISBN: 3-933127-10-6

Paul B. Hill
Rational-Choice-Theorie

2002, 92 Seiten,
kart., 9,50 €,
ISBN: 3-933127-30-0

Martin Endreß
Vertrauen

2002, 110 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-78-5

transcript Verlag (Hg.)
**CD-ROM Einsichten –
Vielsichten**

Lesewege und Interviews
zu Themen der Soziologie

2001, 150 Seiten,
CD, 2,50 €,
ISBN: 3-933127-79-3

Gunnar Stollberg
Medizinsoziologie

2001, 100 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-26-2

Ludger Pries
Internationale Migration

2001, 84 Seiten,
kart., 9,50 €,
ISBN: 3-933127-27-0

Urs Stäheli
**Poststrukturalistische
Soziologien**

2000, 88 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-11-4

Theresa Wobbe
Weltgesellschaft

2000, 100 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-13-0

Volkhard Krech
Religionssoziologie

1999, 100 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-07-6

Uwe Schimank,
Ute Volkmann
**Gesellschaftliche
Differenzierung**

1999, 60 Seiten,
kart., 9,00 €,
ISBN: 3-933127-06-8

Sabine Maasen
Wissenssoziologie

1999, 94 Seiten,
kart., 10,50 €,
ISBN: 3-933127-08-4

**Leseproben und weitere Informationen finden Sie unter:
www.transcript-verlag.de**