

Jürgens, Ulrich; Sablowski, Thomas

**Book**

## Sektorale Innovationsprozesse und die Diskussion über deutsche Innovationsschwächen

edition der Hans-Böckler-Stiftung, No. 204

**Provided in Cooperation with:**

The Hans Böckler Foundation

*Suggested Citation:* Jürgens, Ulrich; Sablowski, Thomas (2008) : Sektorale Innovationsprozesse und die Diskussion über deutsche Innovationsschwächen, edition der Hans-Böckler-Stiftung, No. 204, ISBN 978-3-86593-084-2, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/181686>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

Ulrich Jürgens | Thomas Sablowski

**Sektorale Innovations-  
prozesse und die  
Diskussion über  
deutsche Innovations-  
schwächen**

Ulrich Jürgens

Thomas Sablowski

**Sektorale Innovationsprozesse und die Diskussion  
über deutsche Innovationsschwächen**



Ulrich Jürgens  
Thomas Sablowski

**Sektorale Innovationsprozesse  
und die Diskussion über  
deutsche Innovations-  
schwächen**



edition der Hans-Böckler-Stiftung 204

Ulrich Jürgens ist Leiter der Forschungsgruppe »Wissen, Produktionssysteme und Arbeit« am WZB und außerplanmäßiger Professor am Fachbereich »Politik- und Sozialwissenschaften« an der Freien Universität Berlin. Seine Forschungsinteressen zielen auf Wissensprozesse in globalen Wertschöpfungsketten, Innovationsprozesse und Systeme der Produktion und Innovation, Fragen der Corporate Governance sowie der industriellen Beziehungen.

Thomas Sablowski ist Politikwissenschaftler und vertritt gegenwärtig die Professur für Internationale Politische Ökonomie an der Universität Marburg. Schwerpunkt seiner Arbeit ist die Untersuchung der Internationalisierung des Kapitals und der Veränderungen von Industriestrukturen und Formen der »Corporate Governance«.

© Copyright 2008 by Hans-Böckler-Stiftung  
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf  
Produktion: Setzkasten GmbH, Düsseldorf  
Printed in Germany 2008  
ISBN: 978-3-86593-084-2  
Bestellnummer: 13204

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere die des öffentlichen Vortrages, der Rundfunksendung, der Fernsehausstrahlung, der fotomechanischen Wiedergabe, auch einzelner Teile.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>9</b>
1.1 Das Problem	9
1.2 Zur Kritik des »varieties of capitalism«-Ansatzes und des Konzepts nationaler Innovationssysteme	11
1.3 Gegenstand, Methodik und Aufbau der vorliegenden Studie	15
<b>2. Innovation in der Pharmaindustrie</b>	<b>19</b>
2.1 Problemaufriss	19
2.1.1 Was sind Innovationen in der Pharmaindustrie?	19
2.1.2 Die Problematik von Innovationsindikatoren und das Produktivitätsparadox der Pharmaindustrie	20
2.1.3 Je innovativer, desto wettbewerbsfähiger?	21
2.1.4 Probleme der »deutschen« Pharmaunternehmen oder des »Standortes Deutschland«?	22
2.2 Von den Anfängen der Pharmaindustrie zum Ende des »goldenen Zeitalters«	23
2.2.1 Das frühe Stadium der Pharmaindustrie	24
2.2.2 Die Pharmaindustrie im »goldenen Zeitalter«	25
2.2.3 Die Entwicklung der medizinischen Forschung: Finanzierung und Organisation	28
2.2.4 Die Regulation der Arzneimittelzulassung	29
2.2.5 Nachfragewachstum und Regulation des Gesundheitssystems	30
2.3 Die Ära der Molekularbiologie und der »Kostendämpfung«	32
2.3.1 Die molekularbiologische Revolution	32
2.3.2 Beziehungen zwischen Universitäten und Industrie, Aneignungsbedingungen und Venture Capital in den USA	43
2.3.3 Vertikale Desintegration	45
2.3.4 Von der »Blockbuster«-Strategie zu individuell maßgeschneiderten Medikamenten?	46
2.3.5 Veränderungen der Arzneimittelzulassung	48
2.3.6 »Kostendämpfung« im Gesundheitswesen – Veränderungen in der Regulation der Nachfrage	51
2.3.7 Fusionen und Übernahmen	54

2.3.8 Erhöhter Kosten-, Zeit- und Risikodruck im Innovationsprozess	56
2.4 Niedergang der deutschen bzw. europäischen Pharmaindustrie?	58
2.4.1 Vergleich der FuE-Intensität, der Patentaktivität und des FuE-Outputs	59
2.4.2 Die Internationalisierung der FuE in der Pharmaindustrie	61
2.4.3 Der Strategie- und Strukturwandel der deutschen Großunternehmen in der chemisch-pharmazeutischen Industrie	65
2.5 Resümee	68
<b>3. Innovation im Telekommunikationssektor</b>	<b>71</b>
3.1 Die Entwicklung von Datenkommunikation und Internet	71
3.2 Die Entwicklung des zellularen Mobilfunks	83
3.2.1 Die erste Generation des zellularen Mobilfunks	83
3.2.2 Die zweite Generation des Mobilfunks (GSM)	86
3.2.3 Die dritte Generation des Mobilfunks (UMTS/WLAN)	93
3.3 Resümee	99
<b>4. Innovation in der Automobilindustrie</b>	<b>103</b>
4.1 Innovation in der Automobilindustrie – ein historischer Überblick	104
4.1.1 Produktinnovationen	104
4.1.2 Innovation der Produktionssysteme	106
4.1.3 Zulieferbeziehungen und Innovation	111
4.2 Innovationsrevolution in der Automobilindustrie und das deutsche Produktions- und Innovationssystem	117
4.2.1 Innovationsrevolution in der Automobilindustrie?	117
4.2.2 Aufbrechen des Produktivitätsdilemmas durch radikale Innovationen?	120
4.3 Die Innovationsdynamik in der deutschen Automobilindustrie	125
4.3.1 Anhaltspunkte für einen Erfolgslauf	125
4.3.2 Innovationsdynamiken am deutschen Standort – ein exemplarischer Blick auf die Innovationsfelder »Antriebssysteme« und »X-by-wire«	130
4.4 Resümee	136

<b>5. Schlussfolgerungen</b>	<b>139</b>
<b>6. Literatur</b>	<b>141</b>
<b>Selbstdarstellung der Hans-Böckler-Stiftung</b>	<b>155</b>



# 1. Einleitung

## 1.1 Das Problem

In der deutschen »Standortdebatte«, die den Globalisierungsprozess begleitet und mit jeder konjunkturellen Krise verstärkt aufflammt, gelten Innovationen vielfach als Schlüssel zur Sicherung von Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung. Arbeitsplätze könnten in Deutschland als »Hochlohnland« nur erhalten werden, wenn Vorsprünge vor der Konkurrenz durch Innovation gewonnen werden, proklamierte etwa die Bundesregierung Schröder (Schröder 2004: 11; Steinmeier 2004: 23). Ihr zufolge soll Deutschland innerhalb der EU eine führende Rolle einnehmen, auf den Gebieten der Hochtechnologie dauerhaft an der Weltspitze positioniert werden und besser als die Wettbewerber auf den Märkten der Welt sein. Gleichzeitig werden Deutschland in der öffentlichen Diskussion jedoch häufig mehr oder weniger pauschal Innovationsschwächen zugeschrieben. So kommt eine Unternehmensbefragung im Auftrag des DIHK (2005) zu dem Ergebnis, dass zunehmend auch hoch qualifizierte Forschungs- und Entwicklungsarbeit an attraktivere Standorte verlagert werde, weil die Löhne hierzulande zu hoch seien und Fachkräftemangel herrsche. Die Rolle des Staates in den Innovationsprozessen wird negativ gesehen, Politik und Institutionen gelten als verkrustet (vgl. z.B. Sinn 2004).

Betrachtet man die gesamtwirtschaftlichen Daten, so kann in Deutschland nicht von mangelnder Wettbewerbsfähigkeit gesprochen werden. Deutschland ist bekanntlich »Exportweltmeister«, erzielt hohe Außenhandelsüberschüsse und hat im internationalen Vergleich immer noch eine hohe Quote von Beschäftigten, die in der Industrie tätig sind. Andererseits stellt sich die Situation bei einer nach Branchen differenzierten Betrachtung recht unterschiedlich dar. So konnte z.B. in der Automobilindustrie in der zweiten Hälfte der 90er Jahre die Beschäftigung sogar gesteigert werden, während in anderen Industrien der Beschäftigungsabbau über den Konjunkturzyklus hinweg anhielt.

In der Standortdebatte wird die These vertreten, dass die Unterschiede in der Entwicklung der einzelnen Branchen keineswegs zufällig sind. Deutschland weise gerade auf dem Feld der »Spitzentechnologie« oder der »radikalen« Innovationen Schwächen auf und seine Stärken lägen demgegenüber auf dem Feld der – weniger forschungsintensiven und weniger wachstumsträchtigen – »hochwertigen Technologie« und der »inkrementellen« Innovationen. Als Bereiche »hochwerti-

ger Technologie« und inkrementeller Innovation, in denen Deutschland stark ist, gelten dabei vor allem die Automobilindustrie, der Maschinenbau oder die chemische Industrie, während als Bereiche der Spitzentechnologie und der radikalen Innovation, in denen eher die USA stark sind, typischerweise die Mikroelektronik und Informationstechnik oder die Biotechnologie angeführt werden.

Folgt man den Analysen über die »varieties of capitalism« (Hall/Soskice 2001), so ist die technologische Spezialisierung der Länder kein Zufall, sondern resultiert aus den komparativen Vor- und Nachteilen ihrer Institutionensysteme. Hall und Soskice unterscheiden dabei zwischen »liberalen Marktwirtschaften«, für die die USA stellvertretend stehen, und »koordinierten Marktwirtschaften«, für die Deutschland steht, und betonen die Bedeutung der Komplementarität zwischen verschiedenen nationalen Institutionen in den Arbeitsbeziehungen, der Bildung und Ausbildung, der Finanzierung und anderen Bereichen. Eine Spezialisierung auf Hochtechnologiebereiche bzw. eine Förderung radikaler Innovationen in Deutschland würde demnach, wenn sie überhaupt möglich sind, einen weit reichenden Umbau des Institutionensystems erfordern, der in Richtung einer Anpassung an das angelsächsische Modell »liberaler Marktwirtschaft« verlaufen müsste.

Nun könnte man die institutionellen Reformen der vergangenen Jahre in Deutschland, d.h. die Versuche, die Rolle des Kapitalmarktes und des Risikokapitals bei der Finanzierung zu stärken, den Arbeitsmarkt zu »flexibilisieren«, das Niveau der staatlichen sozialen Sicherung zu senken und die private Vorsorge aufzuwerten, genau in diesem Sinne interpretieren. Sind institutionelle Komplementaritäten so wichtig, wie von Hall und Soskice betont, so ist es plausibel, dass Veränderungen in einem Bereich Veränderungen in anderen Bereichen des nationalen Institutionensystems nach sich ziehen (ebd. 63f). Andererseits sprechen institutionelle Komplementaritäten und Pfadabhängigkeiten auch dafür, dass radikale Veränderungen des nationalen Institutionensystems überhaupt schwer durchsetzbar sind, zumal das Risiko besteht, dass in einem solchen Reformprozess genau jene komparativen Vorteile zerstört werden, die auf dem alten institutionellen Gefüge beruhten. Die konkreten Analysen der Autoren, die mit dem Konzept der *varieties of capitalism* arbeiten, laufen denn auch oft eher darauf hinaus, die Persistenz der Unterschiede zwischen den nationalen Kapitalismen und die Kontinuitäten trotz andauernder Veränderungsprozesse zu betonen (vgl. z.B. Vitols 2004; Casper/Soskice 2004).

## 1.2 Zur Kritik des »varieties of capitalism«-Ansatzes und des Konzepts nationaler Innovationssysteme

Eine grundsätzlichere Frage ist jedoch, ob die Kategorien des »varieties of capitalism«-Ansatzes überhaupt geeignet sind, Formen der Produktion und Regulation sowie ihre Veränderungen adäquat zu konzeptualisieren. So einfach und bestehend die Homologie von Hightech-Branchen, radikaler Innovation und liberaler Marktwirtschaft auf der einen Seite, inkrementeller Innovation und koordinierter Marktwirtschaft auf der anderen Seite erscheint, so problematisch ist sie auch.

Schon die Unterscheidung von inkrementeller und radikaler Innovation, die freilich in der Innovationstheorie allgemein gängig ist, wirft, so wie sie im Rahmen des »varieties of capitalism«-Ansatzes verwendet wird, Probleme auf. Normalerweise wird in der Innovationstheorie – und ähnlich auch bei Hall und Soskice (2001: 38f.) – unter radikaler Innovation die Einführung ganz neuer Produkte oder Produktionsprozesse verstanden, unter inkrementeller Innovation dagegen die Weiterentwicklung und Optimierung existierender Produkte und Prozesse. Bei Hall und Soskice (2001) bleibt unklar, anhand welcher Kriterien radikal und inkrementell innovative Branchen empirisch unterschieden werden. In den Berichten des BMBF zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands werden die Branchen anhand ihrer FuE-Intensität eingeteilt: Zur Spitzentechnik werden Güter gezählt, bei denen der FuE-Anteil am Umsatz über 8,5 % liegt, zur höherwertigen Technik Güter, deren FuE-Anteil zwischen 3,5 und 8,5 % liegt (BMBF 1997: 3). Die Einteilung ist letztlich in doppelter Weise willkürlich: Nicht nur wegen der Grenzziehungen bezüglich der FuE-Quoten, sondern auch wegen der in der Statistik zugrunde gelegten Brancheneinteilungen bzw. Branchenaggregationen.

Wie auch immer die Unterscheidung von radikalen und inkrementellen Innovationen empirisch zu operationalisieren ist: Sie impliziert, dass der überwiegende Teil aller Innovationen in jeder Volkswirtschaft inkrementell ist und dass eine Branche nicht per se durch radikale Innovationen gekennzeichnet sein kann. Mit der Produkt- bzw. Technologielebenszyklustheorie müsste man davon ausgehen, dass eine neu entstehende Branche eher durch radikale Innovationen, eine »reife«

Branche dagegen eher durch inkrementelle Innovationen gekennzeichnet ist.<sup>1</sup> So wäre die Erfindung und Diffusion von Transistoren, integrierten Schaltkreisen und Mikroprozessoren in den 1950er bis 1970er Jahren zwar radikal innovativ gewesen, die Weiterentwicklung der Halbleitertechnik in den 1980er und 1990er Jahren wäre aber – ungeachtet der kurzen Produktlebenszyklen und des hohen Entwicklungsaufwandes für jede neue Chipgeneration – eher durch ein relativ stabiles Muster inkrementeller Innovationen (fortlaufende Miniaturisierung und Erhöhung der Integrationsdichte elektronischer Schaltungen) gekennzeichnet, das z.B. durch »Moore's law« beschrieben wurde (vgl. Wittke 2003).

Bezeichnenderweise thematisieren die Autoren des »varieties of capitalism«-Ansatzes Veränderungen von Branchen im Laufe ihres Lebenszyklus gar nicht – sie wären mit ihrem Konzept auch schwer zu fassen. Würde man den »varieties of capitalism«-Ansatz mit dem Produkt- und Technologielebenszykluskonzept verbinden, so würde sich die These aufdrängen, dass neu entstehende Branchen vor allem in »liberalen Marktwirtschaften« angesiedelt sind, aber im weiteren Verlauf ihrer Entwicklung tendenziell in »koordinierte Marktwirtschaften« abwandern.

Auch die Unterscheidung der beiden Idealtypen »liberale Marktwirtschaft« und »koordinierte Marktwirtschaft« und die Zuordnung der Länder zu diesen Typen ist problematisch. Die beiden Typen beruhen auf einer Reduktion aller denkbaren Unterschiede auf eine eindimensionale Skala<sup>2</sup>. Dabei steht die Koordination des Handelns zwischen Unternehmen und anderen Akteuren im Zentrum. In liberalen Marktwirtschaften erfolge diese Koordination vorwiegend marktförmig, in koordinierten Marktwirtschaften stärker durch nicht marktförmige Beziehungen (Hall/Soskice 2001: 8). Die Typenbildung bezieht sich explizit nur auf OECD-Länder, wobei die USA, Großbritannien, Australien, Kanada, Neuseeland und Irland als liberale Marktwirtschaften und Deutschland, Japan, die Schweiz, die

- 1 Das Technologielebenszyklusmodell wurde in den 1970er Jahren von Utterback und Abernathy im Rahmen einer Untersuchung der Automobilindustrie entwickelt und beschreibt die Häufigkeit von Produkt- und Prozessinnovationen in Abhängigkeit vom Lebenszyklus einer Branche. Demnach sind Produktinnovationen in der frühen Phase (der Entstehungsphase oder »fließenden Phase«) des Lebenszyklus häufig, während die Anzahl der Prozessinnovationen gering ist. Die Produktinnovationen sind dann im weiteren Verlauf der Entwicklung stark rückläufig, während die Prozessinnovationen während der Wachstumsphase (oder »transitorischen Phase«) zunehmen und irgendwann einen Höhepunkt erreichen, um dann in der »spezifischen Phase« bzw. Reifephase ebenfalls abzunehmen (vgl. Utterback/Abernathy 1990).
- 2 Vgl. für eine alternative Herangehensweise, die stärker den Charakteristika der unterschiedlichen sozialen Verhältnisse Rechnung trägt, die sich in nationalen Produktions- und Innovationssystemen institutionell verdichten, Amable (2000, 2003).

Niederlande, Belgien, Schweden, Norwegen, Dänemark, Finnland und Österreich als koordinierte Marktwirtschaften klassifiziert werden. Die Klassifizierung von Frankreich, Italien, Spanien, Portugal, Griechenland und der Türkei bleibt offen, Luxemburg und Island werden wegen ihrer geringen Größe ausgeschlossen und ebenso Mexiko, weil es den Autoren noch als Entwicklungsland gilt (ebd.: 20f.). Im Grunde beruht die gesamte Konzeptualisierung sehr stark auf einem Vergleich von Deutschland und den USA bzw. Großbritannien. Die USA sind jedoch gerade unter Innovationsgesichtspunkten innerhalb der Gruppe der »liberalen Marktwirtschaften« ein Sonderfall, wie Zachary Taylor (2004) gezeigt hat. Hall und Soskice (2001: 41ff.) vergleichen im Grunde nur die Patentspezialisierung Deutschlands und der USA und gründen darauf ihre These, dass liberale Marktwirtschaften eher radikale Innovationen begünstigen und koordinierte Marktwirtschaften inkrementelle Innovationen. Wenn man jedoch wie Zachary Taylor (2004) die Patentaktivitäten der liberalen Marktwirtschaften ohne die USA mit denen der koordinierten Marktwirtschaften vergleicht, gelangt man je nach betrachteter Variable zu dem Ergebnis, dass die Ländereinteilung wenig aussagekräftig ist oder dass die koordinierten Marktwirtschaften sogar eher radikale Innovationen begünstigen als die liberalen.

Doch auch wenn man sich auf den Vergleich von Deutschland mit den USA oder mit Großbritannien beschränkt, ist die Zuordnung von Innovations- bzw. Branchentypen zu den jeweiligen Institutionensystemen nicht unproblematisch. Im Grunde wird dies auch von Casper und Soskice in einer neueren Arbeit konzediert, in der sie feststellen, dass es auch Hightech-Aktivitäten in Deutschland oder auch Schweden gäbe, die nach der ursprünglichen Formulierung des »varieties of capitalism«-Konzepts dort nicht zu erwarten wären (Casper/Soskice 2004). Casper und Soskice versuchen ihren Ansatz aber zu verteidigen, indem sie die Zuordnungseinheiten kleiner zuschneiden. So argumentieren sie, dass sich zwar in Deutschland Biotechnologieunternehmen entwickelt haben, dass diese sich aber vorzugsweise auf bestimmte Plattformtechnologien spezialisieren und nicht auf die Entwicklung neuer therapeutischer Ansätze, was sie wiederum als Bestätigung ihres Konzepts interpretieren. Mit anderen Worten: Wenn auch die Spezialisierungsmuster auf der Branchenebene nicht so eindeutig sind, so kann man immer noch kleinere Branchensegmente finden, die einem bestimmten institutionellen Länderprofil eindeutig zuordenbar sind. Dies mag durchaus so sein – nur nehmen sich die diagnostizierten Defizite der koordinierten Marktwirtschaften im Hightech-Bereich dann plötzlich bei weitem nicht mehr so gravierend aus.

Bei näherer Analyse der Innovationsprozesse in einzelnen Branchen kann im übrigen keine Rede davon sein kann, dass die Koordination von Akteuren in den USA im wesentlichen marktförmig erfolgt, während in Deutschland und anderen »koordinierten Marktwirtschaften« andere Koordinationsmechanismen jenseits des Marktes mehr Bedeutung hätten. Markt und Staat, aber auch andere Koordinationsmechanismen wie Gewerkschaften und andere Verbände, Netzwerke, Cluster usw. haben grundsätzlich in allen hoch entwickelten kapitalistischen Ländern Bedeutung, die sich im Einzelnen dann freilich sehr stark unterscheidet, wobei auch branchenspezifische Verhältnisse eine große Rolle spielen. Ohne die amerikanische Rüstungspolitik, ohne die massiven staatlichen Förderprogramme wie Sematech usw. wäre z.B. die heutige Position der USA im Halbleiterbereich und in anderen Hightech-Bereichen nicht zu erklären (vgl. z.B. zur Entwicklung der Mikroelektronik in den USA: Halfmann 1984: 50ff., 167ff.; zur Entwicklung des Silicon Valley: Lüthje 2001: 81ff.; Leslie 2000; Gibbons 2000).

Die Betrachtung *nationaler* Innovationssysteme ist noch aus einem anderen Grund problematisch (und dies gilt nicht nur für den »varieties of capitalism«-Ansatz, sondern auch für andere Analysen nationaler Innovationssysteme): Wer sagt uns, dass Innovationsprozesse sich überhaupt innerhalb des Rahmens *eines* Nationalstaats abspielen? Im Zeitalter der Globalisierung kann dies weniger den je vorausgesetzt werden. Innovationssysteme müssen nicht unbedingt national sein, es ist ein Fehler, die Analyseeinheiten vorab so festzulegen. Die geographischen Grenzen eines Innovationssystems<sup>3</sup> müssen selbst endogen bestimmt werden (vgl. Nelson 1993; 517; Breschi/Malerba 1997: 131). Im »varieties of capitalism«-Ansatz sind nationale Institutionensysteme gleichsam die unabhängige Variable, während die Lokalisierung von Branchen, von Forschungs- und Produktionsprozessen die abhängige Variable ist. Es könnte jedoch auch umgekehrt sein: Eine bestimmte Konfiguration industrieller Akteure bringt ihr gemäße Institutionen

- 3 Eine andere Frage ist, inwieweit es Sinn macht, von Innovationssystemen zu sprechen. Trotz der Vielzahl theoretischer und empirischer Analysen, die mit dem Begriff operieren, bleibt oftmals unklar, was ein Innovationssystem ausmacht, wo seine Grenzen verlaufen und inwieweit das Ganze des Systems mehr ist als die Summe seiner Teile. Der Systembegriff hat in diesem Kontext bisher eher als Sammlungswerkzeug fungiert, das verschiedene Analysefelder verbindet, eine gemeinsame Sprache bereitstellt und Brücken für verschiedene empirische Fallstudien und Analysen schafft. Er hat weniger als Auswahlwerkzeug fungiert, das es ermöglichen würde, bestimmte Systemtypen auf der Basis ausgewählter Prinzipien zu unterscheiden (vgl. Montobbio o.J.: 3). Wie Montobbio feststellt, gibt es keine fertige Theorie der Innovationssysteme: »It is an approach moving its first steps away from its infancy« (ebd.: 5).

hervor. Zumindest sollte man von einer Wechselwirkung zwischen der Lokalisierung ökonomischer Aktivitäten und ihrer institutionellen Regulation ausgehen.

Die gravierenden Umbrüche, die sich im Zuge des New Economy-Booms und der nachfolgenden Krise ergeben haben, deuten darauf hin, dass es notwendig ist, den Verlauf *sektoraler* Innovationsprozesse genauer zu analysieren. Zum Beispiel haben sich die Finanzierungsmöglichkeiten für die verschiedenen Branchen der »New Economy« und der »Old Economy« in verschiedenen Phasen des vergangenen Jahrzehnts sehr unterschiedlich dargestellt – ganz unabhängig von nationalspezifischen Faktoren. Das gleiche gilt für die Wirkungsweise von Anreizsystemen wie z.B. Aktienoptionsplänen (vgl. Feng u.a. 2001; Froud u.a. 2002; Carpenter u.a. 2003; Sablowski 2003; Zeller 2003). Es ist eigenartig, wie wenig solche dynamischen Prozesse in der Literatur über Innovationssysteme bisher zur Kenntnis genommen werden.

Anknüpfungspunkte für die Analyse von Innovationsprozessen in verschiedenen Branchen können die neueren Arbeiten über sektorale Innovationssysteme (Breschi/Malerba 1997; Edquist 2003; Malerba 2004) bieten, die die Besonderheiten und die historische Entwicklung einzelner Branchen stärker in den Blick nehmen. Sie stellen insbesondere auf die technologischen Entwicklungspotentiale, den Charakter der Wissensbasis und die Aneignungsbedingungen für Gewinne, die aus Innovationen resultieren, ab. Angesichts der offenkundigen Unterschiede zwischen Branchen hinsichtlich ihrer Technologien, Industriestrukturen und Produktmärkte spricht in der Tat vieles dafür, die Sektorperspektive im Innovationsdiskurs zu verstärken.

### **1.3 Gegenstand, Methodik und Aufbau der vorliegenden Studie**

In diesem Sinne befassen wir uns im Folgenden mit den sektorspezifischen Innovationsdynamiken der Pharmaindustrie, der Telekommunikationsindustrie und der Automobilindustrie, um Anhaltspunkte für spezifische deutsche Innovationsstärken oder -schwächen zu ermitteln. Alle drei Branchen sind seit den 1980er Jahren durch einen verschärften internationalen Wettbewerb und durch gravierende Umbrüche der Produktionsprozesse gekennzeichnet.

Die Pharmaindustrie wurde ausgewählt, weil sich die Position deutscher Unternehmen hier wohl so drastisch verändert hat wie in kaum einer anderen Branche. Deutschland galt einst als »Apotheke der Welt«, doch führende deutsche

Großunternehmen sind gegenüber den wichtigsten ausländischen Konkurrenten unbestreitbar zurückgefallen.

Mit der Telekommunikationsindustrie wurde ein weiterer Bereich der »Spitzentechnik« ausgewählt, der seit einiger Zeit durch radikale technologische Innovationen (Digitalisierung, Übergang zu auf dem Internet Protocol (IP) basierenden Netzen, Verschmelzung von Sprach- und Datenkommunikation, Mobilkommunikation) geprägt ist. Der Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien ist gleichzeitig besonders wichtig, weil es sich hier um Querschnittstechnologien handelt, die auch für die Innovationsprozesse in anderen Branchen von Bedeutung sind. Auch für die Telekommunikationsindustrie gilt, dass deutsche Unternehmen früher durchaus eine starke Position hatten. Sie haben die Anpassung an veränderte Weltmarktbedingungen im Zuge der Deregulierung und Liberalisierung der nationalen Telekommunikationssektoren jedoch weniger gut bewältigt.

Mit der Automobilindustrie wurde schließlich ein Bereich ausgewählt, in dem Deutschland überdurchschnittlich wettbewerbsfähig ist. Die Automobilindustrie ist nahezu der einzige Industriebereich, in dem während des Booms in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre ein deutlicher Beschäftigungszuwachs zu verzeichnen war. In den meisten anderen Industriebereichen hielt der Beschäftigungsabbau, der mit der Krise Anfang der 1990er Jahre einsetzte, über den Konjunkturzyklus hinweg an. Die Automobilindustrie wird gemeinhin zu dem Bereich »hochwertiger Technik« gezählt, in dem inkrementelle Innovationen besondere Bedeutung haben. Allerdings hat es in der Automobilindustrie in der Vergangenheit immer wieder positionale Verschiebungen zwischen den Herstellern verschiedener Länder gegeben. Gleichzeitig zeichnet sich die Automobilindustrie in den letzten Jahren durch ein verstärktes Innovationsgeschehen aus, das die Frage aufwirft, inwieweit die herkömmliche Charakterisierung der Automobilindustrie als »reife« Branche mit nur mehr »inkrementeller Innovation« haltbar ist.

Auf den ersten Blick scheinen die Entwicklungen in den ausgewählten Branchen den »varieties of capitalism«-Ansatz zu bestätigen, der Deutschland Schwächen im Hochtechnologiebereich bescheinigt. Allerdings erklärt der Ansatz nicht, warum deutsche Unternehmen früher in der Pharma- und Telekommunikationsindustrie stark waren bzw. warum es zu solchen gravierenden Veränderungen gekommen ist. Dieser Wandel kann durch den Verweis auf die institutionellen Besonderheiten *nationaler* Innovations- und Produktionssysteme alleine nicht erklärt werden, da diese sich kaum so radikal geändert haben. Veränderungen in der je spezifischen *sektoralen* Regulation spielen demgegenüber dabei, so unsere

Vermutung, eine wichtige Rolle. Es ist notwendig, die Analyse nationaler Innovations- und Produktionssysteme mit einer branchenspezifischen Analyse der Veränderung von Innovations- und Produktionsprozessen im globalen Maßstab zu verbinden.

Zu klären ist also die Frage, wodurch die Innovations- und Produktionsprozesse in einzelnen Branchen bestimmt werden und wie sie sich historisch verändert haben. Wir nehmen an, dass sich daraus neue Anhaltspunkte für die Beantwortung der Frage ergeben, warum der »Standort Deutschland« in bestimmten Bereichen (z.B. in der Automobilindustrie) eine überdurchschnittliche internationale Wettbewerbsfähigkeit und eine vergleichsweise günstige Beschäftigungsentwicklung aufweist, in anderen Bereichen (z.B. der Informations- und Kommunikationstechnik) jedoch relativ schlecht dasteht.

Methodisch ist die vorliegende Untersuchung als Literaturstudie angelegt. Dabei wurden zum einen Arbeiten ausgewählt, die sich explizit auf sektorale Innovationssysteme bzw. auf Innovationsprozesse in den untersuchten Branchen beziehen. Zum anderen wurde auch branchenspezifische Literatur herangezogen, die sich nur implizit mit Innovationsprozessen beschäftigt.

Die Reichweite dieser Studie ist dabei aus zwei Gründen eingeschränkt. Erstens hat sich bei der Analyse der Literatur gezeigt, dass die Theorie sektoraler Innovationssysteme noch relativ unentwickelt ist. Es mangelt insbesondere an branchenvergleichenden Arbeiten, die notwendig wären, um übergreifende Kategorien für die Analyse von sektoralen Innovationsprozessen zu entwickeln. Die Mehrzahl der verfügbaren Studien beschäftigen sich jeweils mit einem einzigen Sektor und dann auch nicht mit dem Innovationsprozess in seiner Gesamtheit, sondern mit spezifischen Aspekten oder Typen von Innovation. So bleiben die Analysen stark den Besonderheiten der einzelnen Branchen verhaftet, deren Dynamik zum Teil von ganz unterschiedlichen Faktoren bestimmt wird. Die vorliegende Studie kann diesen Mangel nicht beheben, sondern reproduziert ihn notwendigerweise. Die folgende Darstellung der Innovationsprozesse in den einzelnen Branchen kann weder den Anspruch erheben, diese in all ihren Aspekten auszuleuchten, noch folgt sie branchenübergreifend einer einheitlichen analytischen Struktur. Es bleibt zukünftigen Untersuchungen vorbehalten, die Gesichtspunkte, die sich aus der Analyse einzelner Branchen ergeben haben, in einer vergleichenden Theorie sektoraler Innovationsprozesse zu synthetisieren.

Zweitens leidet die Untersuchung der Position der deutschen Industrie in den sektoralen Innovationsprozessen darunter, dass die verfügbare Literatur sich oft

auf Daten bezieht, die bereits veraltet sind. Denn es hat sich gezeigt, dass Arbeiten zu einzelnen Branchen, die oft nur wenige Jahre auseinander liegen, zu durchaus unterschiedlichen Ergebnissen kommen, wenn es um Innovationsschwächen der deutschen Industrie geht. Die relativen Positionen der einzelnen Länder, die üblicherweise durch Indikatoren wie FuE-Beschäftigte, FuE-Ausgaben, Patente etc. gemessen werden, können sich binnen weniger Jahre erheblich verschieben. Notwendig wären also einerseits aktuelle Daten und andererseits längere Zeitreihen; die – ohnehin recht spärlichen – neueren Untersuchungen beziehen sich oft nur auf wenige Untersuchungsjahre und reichen nur bis Ende oder gar Mitte der 1990er Jahre. Gerade in Anbetracht der extremen Umbrüche des letzten Jahrzehnts – zu erinnern ist an den außergewöhnlichen »New Economy«-Boom, den nachfolgenden Börsencrash und die damit einher gehende Konjunkturkrise – ist dies ein gravierender Mangel. Die Methodik der Literaturstudie bedingt, dass auch dieses Problem hier reproduziert wird. Insofern sind Aussagen über deutsche Innovationsschwächen in einzelnen Sektoren mit der gebotenen Vorsicht zu betrachten.

## 2. Innovation in der Pharmaindustrie

*»Pharmaceutical innovation is like gambling at roulette,  
only the stakes are higher.«  
(Gassmann u.a. 2004: v)*

### 2.1 Problemaufriss

#### 2.1.1 Was sind Innovationen in der Pharmaindustrie?

Wird über Innovationsprobleme diskutiert, so stellt sich zunächst die Frage, was unter Innovationen zu verstehen ist. Gerade in der Pharmaindustrie zeigt sich, dass das Verständnis von Innovation sehr stark von der Interessenlage der an der Diskussion beteiligten Akteure abhängt. Gilt jede Neuerung, die der Kapitalverwertung der Pharmaunternehmen dient, als Innovation – oder gelten z.B. nur neue pharmazeutische Wirkstoffe, die tatsächlich eine signifikante therapeutische Verbesserung (erhöhte Wirksamkeit oder weniger Nebenwirkungen) darstellen, als Innovationen? Vertreter der Pharmaindustrie und der Krankenkassen oder Patientenorganisationen haben diesbezüglich konträre Sichtweisen.

Nicht alle neu zugelassenen Arzneimittel sind gleichermaßen innovativ, auch wenn sie amtlicherseits als wirksam und unbedenklich gelten. In verschiedenen Studien wurden die in Deutschland neu zugelassenen Arzneimittel anhand pharmakologischer und klinischer Daten entsprechend ihres Innovationsgrades klassifiziert. Fricke (2000: 86) etwa unterscheidet vier Gruppen von Medikamenten:

- A.) Innovative Struktur bzw. neuartiges Wirkprinzip mit therapeutischer Relevanz
- B.) Verbesserung pharmakodynamischer oder pharmakokinetischer Eigenschaften bereits bekannter Wirkprinzipien
- C.) Analogpräparat mit keinen oder nur marginalen Unterschieden zu bereits eingeführten Präparaten
- D.) Eingeschränkter therapeutischer Wert bzw. nicht ausreichend gesichertes Therapieprinzip

Demnach sind von den zwischen 1978 und 1999 neu zugelassenen Arzneimitteln 23,3 % der Gruppe A zuzuordnen, 26,3 % der Gruppe B, 48,4 % der Gruppe C und 2,0 % der Gruppe D (ebd.: 90). Mit anderen Worten: Nur etwa die Hälfte der

neu auf den Markt gekommenen Arzneimittel ist auch tatsächlich innovativ im Sinne eines erhöhten therapeutischen Nutzens.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt Greb (2000: 22f.), der in seiner Untersuchung der Innovationsaktivität bei Hoechst, Bayer, BASF und Schering anhand einer Auswertung der Geschäftsberichte von 1984 bis 1997 im Pharmabereich 273 Innovationen erfasste, wobei es sich fast ausschließlich um Produktinnovationen handelte: »Allerdings handelt es sich nur bei wenigen der 273 gezählten Innovationen um grundlegend neue Produkte. Gerade im klassisch-chemisch dominierten Pharmabereich gewinnt die Produktpflege, wie z.B. in Form der Entwicklung neuer Darreichungsformen bereits bekannter Medikamente, an Bedeutung« (ebd.: 23).

## **2.1.2 Die Problematik von Innovationsindikatoren und das Produktivitätsparadox der Pharmaindustrie**

Das Beispiel der Pharmaindustrie zeigt auch in anderer Hinsicht, wie problematisch die in den Diskussionen über den Innovationsstandort Deutschland – etwa in der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands – verwendeten Indikatoren für Innovation sind. Gemeinhin gelten etwa die FuE-Ausgaben als Indikator für die Innovativität auf der Input-Seite des Innovationsprozesses, während die Patentaktivität als Innovationsindikator auf der Output-Seite gilt. Hinsichtlich der FuE-Intensität (gemessen als FuE-Ausgaben im Verhältnis zum Umsatz) lag die Pharmaindustrie im Vergleich zu anderen Branchen in den 1990er Jahren ohne Zweifel weltweit an der Spitze.<sup>4</sup> Allerdings kann die bloße Betrachtung der FuE-Intensität oder auch der Patentaktivität zu Fehleinschätzungen hinsichtlich des Innovationsgeschehens und der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen oder Standorten führen. Fabrice van Ex und Wim Meeusen

- 4 Die FuE-Intensität bewegte sich bei reinen Pharmaunternehmen zwischen 10 und 18 %. (Bei Schering lag die FuE-Intensität bei 18 %, bei Pfizer und Novo Nordisk bei 16 %. Glaxo Wellcome und Roche lagen zwischen 14 und 16 %, Novartis lag bei 10 %.) Zum Vergleich: In der Halbleiter-, Computer- oder Telekommunikationsausrüstungsindustrie (d.h. bei Unternehmen wie NEC, Nokia, Siemens, Alcatel, Fujitsu, Hitachi) bewegte sich die FuE-Intensität in der Regel zwischen 8 und 10 %. Andere Elektronikunternehmen wie Matsushita, Bosch, Xerox, Philips, Sharp, Sony oder IBM wiesen FuE-Intensitäten zwischen 6 und 7 % auf. Bei integrierten Chemieunternehmen reichte die FuE-Intensität von unter 3 % bei DuPont über 4 % bei Dow, zwischen 4 und 5 % bei BASF, 5 % bei Akzo Nobel, 6 % bei Hoechst bis zu über 7 % bei Bayer und über 9 % bei Rhone-Poulenc. In der Autoindustrie lag die FuE-Intensität zwischen 3 % bei Chrysler und um die 4 % bei BMW, VW oder Ford, um 5 % bei Toyota, GM oder Volvo. Lediglich bei Daimler-Benz lag die FuE-Intensität über 8 %, wobei hier die damalige Diversifikation des Konzerns im Bereich der Luft- und Raumfahrtindustrie zu berücksichtigen ist (vgl. Gassmann u.a. 2004: 99).

(2000) konnten in ihrer Untersuchung der Innovationsaktivität von 15 führenden Pharmaherstellern keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Patentaktivität und dem Umsatz von Pharmaunternehmen feststellen (ebd.: 10). Die Patentaktivität hängt ihrer Ansicht nach eher mit dem Input der FuE als mit dem Output des Innovationsprozesses zusammen.

Tatsächlich fällt die Patentaktivität ja in der Regel in die Phase der angewandten Forschung – nach der Grundlagenforschung, aber vor der eigentlichen Produktentwicklung, d.h. sie bezieht sich auf Entdeckungen, aus denen einmal Produkte werden könnten, aber nicht werden müssen. Betrachtet man den Gesamtprozess der Forschung und Entwicklung in der Pharmaindustrie, so findet die Patentaktivität in einer relativ frühen Phase statt. Oft scheitert die Entwicklung neuer Medikamente jedoch in den späten Phasen der klinischen Entwicklung. Insofern sagt die Patentaktivität noch nichts über den tatsächlichen Erfolg der Medikamentenentwicklung aus. Relevanter sind die tatsächlich neu eingeführten pharmazeutischen Wirkstoffe, als *new molecular entities* (NME) oder auch *new chemical entities* (NCE) bezeichnet. Betrachtet man den Zusammenhang von FuE-Aufwand, Patentaktivität und Einführung neuer Wirkstoffe, so zeigt sich in der Pharmaindustrie ein spezifisches Produktivitätsparadox: Während der FuE-Aufwand in den letzten Jahrzehnten erheblich angestiegen ist, ist der Output an neuen Wirkstoffen gesunken (vgl. Tabelle 1). Man könnte insofern von einer allgemeinen Innovationsschwäche in der Pharmaindustrie sprechen. Das Problem der rückläufigen Produktivität der pharmazeutischen FuE wird in vielen Beiträgen konstatiert.

**Tabelle 1: Anzahl registrierter NMEs 1961-1998**

	USA	EU (15)	Japan
1961-1970	202	506	80
1971-1980	154	400	74
1981-1990	142	241	129
1991-1998	107	143	91

Quelle: Van Ex/Meeusen (2000: 12)

### **2.1.3 Je innovativer, desto wettbewerbsfähiger?**

Die Pharmaindustrie besteht aus verschiedenen Segmenten. Im Hinblick auf die Produktinnovationen lassen sich die Hersteller patentgeschützter Medikamente

von den Generikaherstellern unterscheiden. Als die eigentlich innovativen Unternehmen werden in der Öffentlichkeit die großen Hersteller patentgeschützter Medikamente angesehen. Die Wettbewerbsfähigkeit ergibt sich jedoch auch bei ihnen nicht unmittelbar aus der Innovativität. Ohne Zweifel beruht die hohe Rendite der forschenden Arzneimittelhersteller auf der erfolgreichen Entwicklung und Vermarktung patentgeschützter Medikamente. Für die forschenden Arzneimittelhersteller geht es freilich nicht darum, möglichst innovativ zu sein (obgleich sie sich öffentlich gerne so darstellen), sondern mit begrenzten Mitteln ein Maximum an patentgeschützten Medikamenten zu verkaufen. Zu diesem Zwecke ist es für sie oftmals rationaler, Analogpräparate oder Imitationen bereits existierender erfolgreicher Medikamente zu entwickeln, als nach ganz neuen Therapieansätzen und Medikamenten zu suchen. So erklärt sich, dass ein großer Teil der patentgeschützten Medikamente eben keine grundlegend neuen therapeutischen Möglichkeiten und Wirkprinzipien beinhaltet (s.o.). Julie Froud u.a. (1998) haben in ihrer Analyse der britischen Pharmaindustrie außerdem darauf hingewiesen, dass die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Unternehmen eher von ihren Marketinganstrengungen als von ihrer Innovativität abhängt. Zwischen der Anzahl der Pharmavertreter, die ein Unternehmen ins Rennen schicken kann, und dem erzielten Umsatz scheint ein direkter Zusammenhang zu bestehen (EIU 1994: 18f.). Dies ist auch eine wesentliche Triebkraft für die »Megafusionen« in der Branche.

#### **2.1.4 Probleme der »deutschen« Pharmaunternehmen oder des »Standortes Deutschland«?**

Es wird vielfach beklagt, dass Deutschland heute nicht mehr die »Apotheke der Welt« sei. Hinter der Diagnose des relativen Niedergangs der deutschen Pharmaindustrie können sich jedoch ganz unterschiedliche Probleme verbergen. Zu unterscheiden ist bei der Analyse jeder Branche zwischen einer Innovationsschwäche oder einer mangelnden Wettbewerbsfähigkeit eines nationalen Standortes einerseits und »seiner« Unternehmen andererseits. Beides muß keineswegs zusammenfallen. In einer Ära der forcierten Internationalisierung der Produktion kann die Schwäche eines nationalen Standorts sogar Resultat der Stärke seiner Unternehmen sein, die es verstehen, die sich ihnen bietenden ökonomischen Chancen global zu nutzen. Positionale Veränderungen in der Hierarchie der Standorte können Ergebnis der Internationalisierungsstrategien von transnationalen Konzernen sein. Es stellt sich also zum einen die Frage, welche Kriterien deren Standortwahl beeinflussen. Zum anderen ist zu fragen, inwiefern der mögliche relative Nieder-

gang eines Standortes mit einem Niedergang der einheimischen Unternehmen einhergeht. Selbst wenn dies der Fall ist, stellt sich die Frage, welche Faktoren kausal dafür verantwortlich sind. Sind es eher »Standortfaktoren«, d.h. die sozialen und politischen Verhältnisse, in die die Unternehmen am Standort eingebettet sind, oder sind es strategische Entscheidungen oder Strukturveränderungen der Unternehmen selbst, die zu diesem Niedergang führen? Oder wie hängen beide Seiten miteinander zusammen?

Im Folgenden werden wir zunächst anhand der Literatur die historische Entwicklung des Innovationssystems der Pharmaindustrie und seine zentralen Momente skizzieren, bevor wir noch einmal auf die Frage zurückkommen, warum Deutschland nicht mehr die »Apotheke der Welt« ist. Als wesentliche Triebkräfte der Veränderung des Innovationssystems in der Pharmaindustrie gelten:

- die molekularbiologische »Revolution« und das Aufkommen der Gentechnologie;
- die Regulierung der »geistigen Eigentumsrechte« und speziell des Patentschutzes;
- die Regulierung der Arzneimittelzulassung;
- die staatlichen Bemühungen zur »Kostendämpfung« im Gesundheitswesen, die die Struktur der Nachfrage in den wichtigsten Märkten stark beeinflusst haben;
- die zunehmende Offenheit nationaler Märkte und die Verschärfung der internationalen Konkurrenz (vgl. McKelvey/Orsenigo 2001: 1).

Bevor wir auf diese Faktoren näher eingehen, zunächst ein Überblick über die historische Entwicklung.

## **2.2 Von den Anfängen der Pharmaindustrie zum Ende des ›goldenen Zeitalters‹**

McKelvey und Orsenigo (2001: 6) unterscheiden drei Perioden in der Entwicklung der Pharmaindustrie: Die erste Periode umfasst etwa den Zeitraum von 1850 bis 1945, die zweite die Zeit von 1945 bis zu den frühen 1980er Jahren und die dritte die Zeit seit den frühen 1980er Jahren.

### 2.2.1 Das frühe Stadium der Pharmaindustrie

In der ersten Periode war die Entwicklung der Pharmaindustrie eng mit derjenigen der chemischen Industrie, konkret mit der Produktion synthetischer Farbstoffe, verbunden. Die ersten chemisch synthetisierten Medikamente wurden von schweizerischen und deutschen Chemieunternehmen wie Ciba, Sandoz, Bayer und Hoechst zumeist auf der Basis synthetischer Farbstoffe entwickelt. Bis zum Ende des Ersten Weltkriegs entfielen auf deutsche Unternehmen etwa 80 % der weltweiten Pharmaproduktion. Während die pharmazeutischen Aktivitäten bei den großen deutschen und schweizerischen Unternehmen in ein zunehmend breiteres Spektrum chemischer Produktion integriert waren, wurden in den USA und in Großbritannien spezialisierte Pharmaunternehmen wie Wyeth, Eli Lilly, Pfizer, Warner-Lambert und Burroughs-Wellcome gegründet (McKelvey/Orsenigo 2001: 6).

In dieser frühen Phase war die Pharmaindustrie noch nicht so eng wie heute mit der formalen Wissenschaft verbunden. Die FuE-Aktivitäten waren im Vergleich zu heute sehr beschränkt. Die meisten Medikamente basierten entweder auf existierenden organischen Chemikalien oder auf Naturstoffen wie Kräutern, und ihre Wirksamkeit und Verträglichkeit wurde kaum systematisch getestet. Erst ab den 1930er Jahren, als die Sulfonamide entdeckt wurden, engagierten sich Pharmaunternehmen stärker in der Forschung. Gleichwohl gehörten schon damals die Universitäten und der Staat zum Innovationssystem der Pharmaindustrie, denn zum einen wurden in den Universitäten das chemische Basiswissen produziert und die Chemiker ausgebildet, die dann die Innovationen in den Unternehmen hervorbrachten, zum anderen schuf der Staat mit den Patentgesetzen den Rahmen und die Anreize für die Verwertung von Innovationen (ebd.: 6f.). Gleichzeitig entstanden durch Lizenzabkommen unterschiedliche Arten von Pharmaunternehmen. Schon damals gab es eine Gruppe von Unternehmen, die vor allem auf die Entdeckung neuer Medikamente und die Nutzung der »first mover advantages« abzielten (dazu gehörten die bereits genannten deutschen und schweizerischen Unternehmen und einige US-amerikanische Unternehmen wie Merck und Pfizer), und eine Gruppe von Unternehmen, die eher auf die Imitation bzw. Weiterentwicklung bereits existierender Produkte setzten (dazu gehörten Bristol-Myers, Warner-Lambert, Plough, American Home Products und die meisten Unternehmen in Frankreich, Italien, Spanien und Japan) (ebd.: 7).

### **2.2.2 Die Pharmaindustrie im »goldenen Zeitalter«**

Die Periode von 1945 bis Anfang der 1980er Jahre kann als das goldene Zeitalter der Pharmaindustrie bezeichnet werden. Während des Zweiten Weltkrieges unternahmen die britische und die US-amerikanische Regierung zusammen mit den Unternehmen massive Anstrengungen im Bereich der Forschung und der Rationalisierung der Produktion. Die Vermarktung des Penicillin markiert einen Wendepunkt in der Entwicklung der Pharmaindustrie. Im Zuge der Entwicklung des Penicillins wurden technische Erfahrung und organisatorische Fähigkeiten gewonnen, vor allem aber zeigte sich, dass die Pharmaproduktion hoch profitabel sein konnte, so dass massive Investitionen in die Forschung und Entwicklung gerechtfertigt erschienen. Unternehmen begannen, große interne FuE-Kapazitäten aufzubauen. Wichtig war auch, dass die öffentliche Unterstützung der Forschung nach dem Krieg im Vergleich zurzeit vor dem Krieg eine ungeahnte Höhe erreichte. Schließlich entstanden mit der Entwicklung des Wohlfahrtsstaates und der nationalen Gesundheitssysteme große, organisierte, staatlich regulierte Märkte für pharmazeutische Produkte (ebd. 7).

Auch in dieser Periode blieben die deutschen und schweizerischen Unternehmen die innovativsten und dominierten die Pharmaindustrie. Trotz des Einzugs der deutschen Patente nach dem Zweiten Weltkrieg erreichten die IG Farben-Nachfolger schnell wieder ihre führende Stellung. Gleichzeitig stießen jedoch eine Reihe von US-amerikanischen Unternehmen in die Spitzengruppe der Pharmaindustrie vor (ebd.: 8).

Zweistellige Eigenkapitalrenditen und Wachstumsraten bei den Gewinnen waren in dieser Periode die Regel für die meisten Pharmaunternehmen. Die Pharmaindustrie gehörte zu den profitabelsten Branchen in den USA und in Europa. Eine Reihe von Faktoren trugen dazu bei. Vor allem war es bis zur Entdeckung des Penicillins kaum möglich, überhaupt Krankheiten durch Medikamente zu heilen. In fast allen therapeutischen Gebieten bewegten sich die Pharmaunternehmen auf einem neuen und offenen Terrain, d.h. es gab viele Ziele, die sie verfolgen konnten. Angesichts dieser Situation entwickelten die Unternehmen einen Forschungsansatz, den McKelvey und Orsenigo (2001: 8) als »random screening« bezeichnen. Die Pharmaunternehmen legten riesige »Bibliotheken« mit natürlichen und chemisch synthetisierten Stoffen an und testeten diese im Reagenzglas und in Tierversuchen auf ihre therapeutische Aktivität hin. In der Regel mussten Tausende von Stoffen getestet werden, bevor die Forscher eine viel versprechende Substanz fanden. Der Zufall spielte in diesem Forschungsverfahren eine zentrale Rolle, da

die Wirkungsweise der meisten Medikamente im Grunde unbekannt war. So kam es nicht selten vor, dass die Forscher ein Medikament für eine andere Anwendung fanden, als sie eigentlich suchten. Da es nicht leicht war, neue Stoffe chemisch zu synthetisieren, konzentrierten sich die Forscher oft auf die Synthese von Varianten von Stoffen, die bereits viel versprechende Resultate in Tests erbracht hatten, aber nicht optimal als Medikament geeignet waren. Die Intuition der Chemiker im Hinblick auf die Verbindung zwischen einer chemischen Struktur und ihrem therapeutischen Effekt spielte keine unbedeutende Rolle, und ihr Wissen war noch wenig kodifiziert, so dass die Kenntnisse einzelner Chemiker genauso bedeutend waren wie das systematische wissenschaftliche Wissen (ebd.: 9).

Eine Reihe wichtiger Medikamentenklassen wurde auf diese Weise entdeckt, so die wichtigen Diuretika, die gängigsten Psychopharmaka und eine Reihe wirksamer Antibiotika. Mehrere hundert neue Wirkstoffe (new chemical entities – NCEs) wurden in den 1950er und 60er Jahren eingeführt. Gleichwohl war der Forschungsprozess relativ ineffektiv. Nur einer von 5.000 neu getesteten Stoffen erreichte in der Regel den Markt. Die wenigen Dutzend jährlich neu eingeführten Wirkstoffe konzentrierten sich auf einige schnell wachsende therapeutische Gebiete. Profitabel war der Prozess dennoch, weil die einmal eingeführten Medikamente in der Regel extrem hohe Wachstumsraten versprachen (ebd.: 9). Schon damals dominierten einige wenige »Blockbuster« das Produktspektrum aller großen Pharmaunternehmen (Matraves 1999: 180).

Die Richtung der Forschungsanstrengungen wurde stark von den Verwertungsmöglichkeiten der Pharmaunternehmen geprägt (McKelvey/Orsenigo 2001: 10). Historisch war die Pharmaindustrie eine der wenigen Branchen, in denen Patente einen effektiven Schutz vor Imitationen gewährleisteten. Der Anreiz, bei den ersten Innovatoren zu sein, war also sehr stark. Die Umgehung des Patentschutzes durch Abwandlung von Wirkstoffmolekülen war nicht leicht, da schon geringe Veränderungen eines Stoffs seine pharmakologischen Eigenschaften drastisch ändern konnten. Die Chance, in der gleichen therapeutischen Klasse einen anderen Wirkstoff mit den gleichen therapeutischen Eigenschaften zu finden, war nicht unbedingt groß. Zweiter zu sein, konnte insofern bedeuten, Verlierer zu sein (ebd.: 10).

Reichweite und Wirksamkeit des Patentschutzes variierten allerdings sehr stark historisch und nach Ländern. Die USA gewährten einen relativ starken Patentschutz. In einer Reihe von europäischen Ländern, darunter Deutschland, und in Japan konnten jedoch lange Zeit nur Prozesstechnologien patentiert werden.

Frankreich führte Produktpatente 1960 ein, Deutschland 1968, Japan 1976, die Schweiz 1977, Italien und Schweden 1978. In einigen Ländern führte die Abwesenheit eines Patentschutzes für Produkte dazu, dass die Unternehmen ihre Innovationsanstrengungen nicht auf die Entwicklung neuer Produkte, sondern eher auf die Etablierung neuer Produktionsprozesse für existierende Wirkstoffe richteten. In Deutschland und in der Schweiz stellte sich dieser negative Effekt jedoch nicht ein (ebd.). Allgemein sind McKelvey und Orsenigo der Ansicht, dass Patente Verwertungsvorteile für innovative Unternehmen bedeuten, dass sie jedoch Innovationen nur dort fördern, wo auch die entsprechenden Fähigkeiten vorhanden sind. Die Aneignungsmöglichkeiten seien dort wichtig, wo Innovationen stattfinden, um ein bestimmtes Niveau an Innovationsaktivitäten aufrechtzuerhalten. Sie seien jedoch dort unbedeutend, wo ohnehin keine Innovationen stattfinden (ebd.: 10).

Der Forschungsprozess des »random screening« war im Laufe der Zeit durchaus hoch organisiert. Die Unternehmen entwickelten spezifische Fähigkeiten und akkumulierten Informationen, die als Eintrittsbarrieren wirkten. Die *Spillover*-Effekte des Wissens zwischen den Unternehmen waren relativ gering. Lernprozesse und Kompetenzentwicklung fanden primär innerhalb der Unternehmen statt (ebd.: 11).

Die Entwicklung neuer Wirkstoffe stellte auch in der Phase nach dem Zweiten Weltkrieg nur einen Teil der Innovationsaktivitäten dar. Innovationsanstrengungen richteten sich auch auf Neuentwicklungen um bereits existierende Wirkstoffe herum, auf Analogpräparate, auf die Einführung neuer Wirkstoffkombinationen und neuer Darreichungsformen, denn auch hier handelte es sich um wichtige Verwertungsmöglichkeiten. Für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen waren »inkrementelle« Innovationen ebenso bedeutsam wie »radikale« Innovationen. Entscheidend für die Konkurrenzfähigkeit – und wirksam als Eintrittsbarrieren – waren im übrigen nicht nur die Kompetenzen im Forschungsprozess, sondern auch bei der Durchführung klinischer Studien, im Arzneimittelzulassungsprozess, im Marketing und in der Distribution (ebd.: 11f.).

Die Industriestruktur war bis Mitte der 70er Jahre relativ stabil, nur wenige Unternehmen kamen neu hinzu, vor allem kaum im »innovativen Kern« der Branche, der sich im wesentlichen aus den großen deutschen, schweizerischen und einigen britischen und US-amerikanischen Unternehmen zusammensetzte. Gleichzeitig waren die Märkte stark fragmentiert (ebd.: 12).

Bereits in dieser zweiten Phase setzte ein Internationalisierungsprozess ein. Das hohe Gewicht der *sunk costs* in FuE sowie Marketing trieb die Suche nach neuen Märkten voran. Die lokale Produktion war darüber hinaus oft notwendig, um Handelsschranken zu umgehen. Die größten, FuE-intensivsten Unternehmen waren auch diejenigen, die die Internationalisierung am stärksten vorantrieben (ebd.: 12).

McKelvey und Orsenigo heben drei Faktoren hervor, die für die Nachkriegsentwicklung und für den Übergang von der zweiten zur dritten Phase in der Geschichte der Pharmaindustrie wesentlich waren: Erstens die Entwicklung der medizinischen Forschung, zweitens die Veränderungen in der Regulierung des Arzneimittelmarktes und drittens das Wachstum der Arzneimittelnachfrage durch den Ausbau kollektiver Gesundheitsdienste. Die unterschiedliche Position der verschiedenen Länder in Bezug auf diese drei Faktoren erklärt dann aus ihrer Sicht auch im wesentlichen die Unterschiede zwischen der Entwicklung der Pharmaindustrie in den kontinentaleuropäischen Ländern und in den angelsächsischen Ländern (ebd.: 13).

### **2.2.3 Die Entwicklung der medizinischen Forschung: Finanzierung und Organisation**

Die USA erlangten bereits in der zweiten Phase der Entwicklung der Pharmaindustrie ihre bis heute anhaltende Spitzenposition in der wissenschaftlichen Forschung. Während vor dem Zweiten Weltkrieg US-Amerikaner am Beginn ihrer wissenschaftlichen Karriere nach Europa reisten, um sich dort zu spezialisieren und Zugang zu der fortgeschrittensten Wissenschaft zu erlangen, änderte sich die Situation mit dem Krieg grundlegend. Aufgrund von Faschismus und Krieg waren viele europäische Wissenschaftler in die USA emigriert. Was die biomedizinische Forschung anbelangt, so hatten sich ebenfalls während des Krieges intensive Beziehungen zwischen den Universitäten und den Unternehmen herausgebildet. Entscheidend dafür waren der Ausbau der staatlichen Finanzierung medizinischer Forschung und erhöhte Anforderungen für die Zulassung von Medikamenten. Die Unternehmen waren auf systematische klinische Tests neuer Medikamente angewiesen, die normalerweise innerhalb des Wissenschaftssystems stattfanden. Mit den engen Verbindungen zwischen der universitären Grundlagenforschung und der angewandten Forschung in den Unternehmen entwickelte sich das biologische Verständnis von Krankheiten, Medikamenten und Therapien (ebd.: 13).

Ogleich die staatlich geförderte medizinische Forschung auch in Europa nach dem Zweiten Weltkrieg sehr stark expandierte, erreichte sie doch nicht den gleichen Umfang wie in den USA. Alleine aufgrund der schieren großenmäßigen Überlegenheit der US-amerikanischen Forschung setzte ein Kreislauf ein, der zu einer zunehmenden Konzentration von Forschungsressourcen und Wissen in den USA führte. Hinzu kommen Unterschiede in der institutionellen Struktur der wissenschaftlichen Forschung und ihrer Finanzierung. In den USA konzentrierte sich die Finanzierung der Forschung, die vor allem über die »National Institutes of Health« (NIH) erfolgt, von vornherein auf wenige »Centers of excellence«, während die Forschungsförderung in Europa viel stärker fragmentiert ist und gerade in kleineren Ländern oft nicht die notwendige kritische Masse erreicht. Gleichzeitig ist das US-amerikanische Wissenschaftssystem jedoch genügend diversifiziert, um einen Wettbewerb unterschiedlicher wissenschaftlicher Ansätze zuzulassen. Dies unterscheidet es wiederum von manchen stärker zentralisierten europäischen Wissenschaftssystemen (McKelvey/Orsenigo 2001: 13ff.). McKelvey und Orsenigo heben auch hervor, dass die US-amerikanische medizinische Forschung überwiegend an den Universitätskliniken stattfindet und einerseits streng wissenschaftlich orientiert ist, andererseits aber eng mit der medizinischen Praxis und mit der Lehre verbunden ist. In vielen europäischen Ländern hätten Ärzte in den Kliniken kaum Zeit für Forschung, ihre Zeit werde weitgehend von der Patientenbetreuung absorbiert. Schon die Ausbildung der Ärzte sei weniger auf die Forschung als auf die Anwendung medizinischer Erkenntnisse orientiert. Die medizinische Forschung finde eher an speziellen Forschungszentren statt. Deren Abkopplung von der medizinischen Praxis und von der Lehre mache sich jedoch negativ bemerkbar. Unter anderem begünstige das US-amerikanische System die rasche Diffusion wissenschaftlicher Erkenntnisse stärker (ebd.: 15f.).

#### **2.2.4 Die Regulation der Arzneimittelzulassung**

Seit den frühen 1960er Jahren haben die meisten Länder die Arzneimittelzulassung zunehmend stringenter reguliert. Die frühzeitigste strikte Regulierung erfolgte jedoch in den USA mit dem *Kefauver-Harris Amendment Act* 1962 und in Großbritannien mit dem *Medicine Act* 1971. In Deutschland, vor allem aber in Ländern wie Frankreich, Italien und Japan waren die Anforderungen im Zulassungsverfahren historisch weitaus geringer (ebd.: 17).

Mit den *Kefauver-Harris Amendments* wurde in den USA der Nachweis der Wirksamkeit eines Medikaments zur Voraussetzung für seine Zulassung gemacht.

Die Unternehmen mussten fortan adäquate und sorgsam kontrollierte Tests nachweisen. Die Food and Drug Administration (FDA) entwickelte sich parallel dazu von einem bloßen Evaluator der Forschungsergebnisse am Ende des FuE-Prozesses zu einem aktiven Teilnehmer im Prozess selbst (ebd.: 17).

Die strengere Regulierung der Zulassungsverfahren führte dazu, dass die Unternehmen größere Ressourcen in den Entwicklungsprozess investieren mussten. Die FuE-Kosten stiegen steil an, auch die Entwicklungszeiten für neue Medikamente verlängerten sich. Die Anzahl der eingeführten neuen Wirkstoffe nahm insgesamt ab, und vor allem in den USA entwickelte sich zunächst ein Rückstand bei der Einführung neuer Medikamente. Die neuen Restriktionen führten jedoch dazu, dass auf längere Sicht die wirklich innovativen Unternehmensstrategien begünstigt wurden. Die Barrieren für Imitationen wurden erhöht.

Die Regulierung des Zulassungsverfahrens in Großbritannien ähnelte weitgehend derjenigen in den USA. Auch in Großbritannien kam es zu einem ansteigenden Wettbewerbsdruck, zu einem Rückgang der Zahl der neu eingeführten Medikamente und zur Vernichtung insbesondere von kleineren Unternehmen und lokalen Produkten. Die stärksten Unternehmen konzentrierten sich auf die Entwicklung von globalen Produkten. Die striktere Regulierung der Arzneimittelzulassung bewirkte auch, dass die Verbindungen zwischen Unternehmen und Universitätskliniken bzw. *Medical Schools* im Hinblick auf die Durchführung wissenschaftlicher Studien weiter gestärkt wurden.

In Kontinentaleuropa waren die Regulierungen, wie bereits erwähnt, weniger stringent. Kleinere Firmen, die sich auf die Vermarktung von Produkten für den jeweiligen Binnenmarkt konzentrierten, wurden stärker geschützt und konnten leichter überleben (ebd.: 18).

### **2.2.5 Nachfragewachstum und Regulation des Gesundheitssystems**

Mit dem Ausbau des Wohlfahrtsstaates stieg die Nachfrage nach Medikamenten stark an. Allerdings differierte diese Entwicklung in Abhängigkeit von den institutionellen Regulationsformen der verschiedenen Länder.

Die USA waren praktisch das einzige hoch entwickelte kapitalistische Land, in dem kein nationaler Gesundheitsdienst und keine universelle Krankenversicherung geschaffen wurden. Gleichwohl trugen die Größe des Binnenmarktes und die hohen Preise, deren Realisierung in den USA möglich war, zu einem starken Wachstum bei. Die fragmentierte Struktur des Gesundheitswesens in den USA und

die niedrige Verhandlungsmacht der Abnehmer von Medikamenten führten dazu, dass die Pharmaunternehmen eine hohe Rendite realisieren konnten. Im Gegensatz zu den meisten europäischen Ländern (mit der Ausnahme Deutschlands und der Niederlande) und Japan wurden die Arzneimittelpreise in den USA nicht durch Intervention der Regierung reguliert. Bis Mitte der 1980er Jahre wurden die Medikamente überwiegend direkt an Ärzte vermarktet, die durch ihre Verschreibungen die Nachfrage im Wesentlichen beeinflussten. Die Patienten als Konsumenten hatten dagegen praktisch kaum Einfluss. Da die Krankenversicherungsunternehmen die Kosten für Arzneimittelverschreibungen in der Regel nicht abdeckten, übten sie auch keinen Druck auf die Preise aus. (1960 wurden nur 4 % der Arzneimittelausgaben in den USA durch Dritte finanziert.) Diese Konstellation erlaubte den Pharmaunternehmen, die Arzneimittelpreise weitgehend selbst zu bestimmen und hohe Gewinne zu realisieren (ebd.: 18f.).

In den meisten europäischen Ländern und in Japan unterlagen die Arzneimittelpreise aus verschiedenen Gründen einer direkten oder indirekten Kontrolle. McKelvey und Orsenigo sehen einen Grund dafür in der stärkeren Durchsetzung des Gleichheitsgedankens: Jeder sollte Zugang zu den notwendigen Medikamenten, auch zu teuren neuen haben. Weitere Argumente für die Kontrolle der Preise bezogen sich auf die geringe Nachfragerelastizität bei Medikamenten und auf die Informationsasymmetrien im Arzneimittelmarkt. Gesundheit hat für die Menschen einen sehr hohen Stellenwert, gleichzeitig sind sie in der Regel nicht in der Lage, die Qualität von Medikamenten zu beurteilen. McKelvey und Orsenigo sind der Ansicht, dass selbst Ärzte, die de facto die Nachfrage über ihre Verschreibungen steuern, die Eigenschaften von Medikamenten, insbesondere von neuen Medikamenten, im Detail oft nicht kennen können. Dies führe dazu, dass Pharmaunternehmen höhere Preise durchsetzen könnten. Preiskontrollen wurden somit als notwendig gerechtfertigt, um der monopolistischen Preissetzungsmacht der Arzneimittelhersteller etwas entgegenzusetzen (ebd.: 19). In Deutschland allerdings gab es keine Preiskontrollen. Erst mit dem Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Wachstumsraten und der Verschärfung von Verteilungskonflikten seit den 1970er Jahren wurde die Kostendämpfung im Gesundheitswesen und damit auch die Kontrolle der Arzneimittelpreise auf die Agenda gesetzt.

McKelvey und Orsenigo betonen, dass die Innovativität der Unternehmen nicht direkt aus einzelnen Charakteristika der institutionellen Regulierung abgeleitet werden kann. So sei keineswegs klar, dass Preiskontrollen oder ein schwacher Patentschutz sich negativ auf die Anreize und die Fähigkeit zur Innovation aus-

wirkten. Preiskontrollen hätten in den verschiedenen Ländern recht unterschiedliche Auswirkungen gehabt (ebd.: 22).

## **2.3 Die Ära der Molekularbiologie und der »Kostendämpfung«**

### **2.3.1 Die molekularbiologische Revolution**

Folgt man Briken und Kurz, so war die industrielle Wissensproduktion in der Pharmaindustrie in der Vergangenheit »durch eine strikte, konsekutive Arbeitsteilung zwischen Forschung und Entwicklung«, »eine harte Form der hierarchischen Steuerung«, die Wissensinhalte der »analytischen Chemie« und das »Prinzip der Einzelsubstanzsynthese« bestimmt (Briken/Kurz 2005: 67). Zentrale Akteure waren Chemiker, Großunternehmen der exklusive Ort ihrer Tätigkeit. Doch mit der Molekularbiologie entwickelte sich eine neue Wissensbasis und ein neuer Modus der Wissensproduktion in der Pharmaindustrie. Die Fortschritte in Physiologie, Pharmakologie, Enzymologie und Zellbiologie seit Mitte der 70er Jahre verdankten sich überwiegend der öffentlich finanzierten Forschung (McKelvey/Orsenigo 2001: 23). Mit ihnen schien es möglich, die Wirkungsweise von bestimmten Medikamenten und die biochemischen und molekularen Funktionsweisen von vielen Krankheiten zu verstehen.

Das neue Wissen wirkte sich jedoch nicht unmittelbar auf die Strategien und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen aus, oder anders gesagt: Das öffentlich generierte Wissen wurde in den Unternehmen unterschiedlich aufgenommen. Es scheint, dass Unternehmen, die von den öffentlichen Forschungszentren weiter entfernt waren oder die mit den früheren Techniken der Arzneimittelentwicklung besonders erfolgreich gewesen waren, vergleichsweise langsam bei der Aufnahme des neuen Wissens und der neuen Technologien waren (ebd.: 24; vgl. Gambardella 1995). Großunternehmen in den USA, in Großbritannien und in der Schweiz gehörten zu den Pionieren bei der Nutzung des neuen Wissens. Auch Unternehmen in Skandinavien waren dabei relativ schnell. Unternehmen in anderen kontinental-europäischen Ländern und in Japan hinkten demgegenüber hinterher (McKelvey/Orsenigo 2001: 24).

Die neuen Technologien haben zu zwei unterschiedlichen Strategien oder Regimen pharmazeutischer FuE geführt: Das eine Regime basiert auf biologischen Hypothesen und Molekülen, die sich auf spezifische Anwendungsfelder beziehen (spezialisierte Technologien), das andere Regime basiert auf allgemein

verwendbaren neuen Suchwerkzeugen, die auf dem Gesetz der großen Zahl basieren (»transversale« oder Plattformtechnologien) (Orsenigo/Pammolli/ Riccaboni 2001: 488).

Im Folgenden sollen zunächst kurz einige der zentralen neuen Wissensgebiete und Technologien skizziert werden.

## **Genomik**

Die Genomik zielt auf die Identifizierung von Genen, die in Krankheiten involviert sind, indem die Genome von Individuen mit und ohne Krankheit verglichen werden. Der Genomik wurde das Potential zugeschrieben, sowohl die Medizin als auch die Pharmaindustrie zu revolutionieren. Laut Pfeiffer (2000) gab es bisher etwa 500 Arzneimittelziele (drug targets), von der Genomik erhofft man sich die Identifizierung von 3.000 bis 10.000 neuen. Die Gentechnik hat zwar die Entdeckung neuer Arzneimittelziele beschleunigt, doch ist die funktionale Genomik keineswegs eine ausgereifte Technologie. Die Bestimmung der biologischen Funktionen von Zielmolekülen und die Übersetzung des gentechnischen Wissens in Medikamente bereiten nach wie vor Probleme. Mit gentechnischen Methoden werden zwar viele potentielle Ziele generiert, doch deren Validierung erweist sich als Engpass bei der Medikamentenentwicklung. Ein weiterer Engpass besteht in der strukturellen Komplexität und Diversität der zu untersuchenden Substanzen. Gassmann u.a. (2004: 64) resümieren: »The use of genomics beyond target generation has generated great interest, but there is no clear picture yet as to how to best utilize genetics for value creation.«

## **Pharmakogenomik**

Die Pharmakogenomik untersucht, wie die Gene eines Individuums die Reaktion des Körpers auf Medikamente beeinflussen. Die Pharmakogenomik zielt damit auf die Produktion individuell abgestimmter Medikamente oder Dosierungen. Die Auswahl der »richtigen« Medikamente und Dosierungen ist gegenwärtig ein Prozess des *trial and error*. Verträgt ein Patient ein Medikament oder eine Dosierung nicht oder erweist sich das Medikament als unwirksam, so probiert der zuständige Arzt ein anderes Medikament aus oder ändert die Dosierung. Die Pharmakogenomik zielt darauf, dieses erfahrungsgeleitete Vorgehen durch ein stärker theoriegeleitetes Vorgehen abzulösen. Freilich ist bekannt, dass auch Umwelt, Ernährung, Alter, Lebensstil und Gesundheit die Reaktionen einer Person auf Medikamente beeinflussen, gleichwohl wird im Verständnis der »genetischen Ausstattung« eines

Individuums der Schlüssel zur Produktion personalisierter Medikamente mit höherer Wirksamkeit und Sicherheit gesehen (ebd.: 66). Die Pharmakogenomik steht noch weitgehend am Anfang.

### **Proteomik**

Der Begriff Proteom bezieht sich auf alle Proteine, die durch ein Genom gebildet werden. Das Human Genome Project hat ca. 30.000 menschliche Gene identifiziert, die sich in ca. 300.000 bis 1 Million Proteine übersetzen, wenn man auch die auftretenden Modifikationen berücksichtigt. Während ein Genom weitgehend stabil bleibt, verändern sich die Proteine in jeder besonderen Zelle dramatisch, da je nach ihren Umweltbedingungen Gene gleichsam aktiviert und deaktiviert werden. Die meisten Medikamente beeinflussen Proteine oder Proteinrezeptoren. Eine primäre Herausforderung der Proteomik besteht daher darin, Unterschiede im Proteinmuster einer kranken und einer gesunden Person zu identifizieren, zu vergleichen und für die Krankheit verantwortliche Proteine zu identifizieren und zu isolieren.

Die Proteomik zielt also darauf, alle genetischen Produkte in einer Zelle oder in einem Organismus zu beschreiben. Sie schließt die Identifizierung, Quantifizierung und Bestimmung der Lokalisierung von Proteinen ein, ebenso die Bestimmung ihrer Modifikationen, Interaktionen, Aktivitäten und Funktionen. Man geht davon aus, dass durch die Proteomik neue Krankheitsmarker und Arzneimittelziele identifiziert werden können, die das Design von Medikamenten für die Prävention, Diagnose und Behandlung von Krankheiten ermöglichen. Die Proteomik steht aber noch nahezu am Anfang. Es ist viel schwieriger, mit Proteinen zu arbeiten als mit DNA oder RNA. Proteine haben sekundäre und tertiäre Strukturen, die in die Analyse einbezogen werden müssen. Proteine können durch die Tätigkeit von Enzymen, durch Hitze, Licht oder andere physische Kräfte denaturiert werden. Einige Proteine sind schwer löslich und können daher nur schwierig analysiert werden. (Gassmann u.a. 2004: 62f.)

### **Molekular design**

Die basale Funktionsweise der meisten Medikamente ist bekannt: Sie beeinflussen Proteine, die eine Krankheit auslösen oder beeinflussen. Das Wirkstoffmolekül verbindet sich mit dem Zielprotein gewissermaßen wie ein Schlüssel mit einem Schloss und induziert oder blockiert die normale Funktion des Zielproteins. Das Molekular design – auch »rationales Design« von Medi-

kamenten genannt – zielt nun darauf, neue Wirkstoffe durch die Analyse der Struktur von Proteinen zu entdecken. Zunächst wird ein Zielprotein ermittelt, das durch das Medikament beeinflusst werden soll. Dann wird die Struktur dieses Proteins analysiert. Auf der Basis dieser Ergebnisse wird versucht, einen Wirkstoff gezielt zu modellieren und zu synthetisieren, der das Protein in der gewünschten Weise beeinflusst. Das »rationale Wirkstoffdesign« steht im Gegensatz zu dem Prozess des *trial and error*, der auch noch für heute gängige Technologien wie *High-throughput-screening* (Hochdurchsatzscreening) oder kombinatorische Chemie (s.u.) maßgeblich ist. Letztere zielen darauf, neue Wirkstoffe zu ermitteln, indem aus einer möglichst großen Menge von Substanzen die irrelevanten, die nicht die gewünschte biologische Aktivität aufweisen, ausgeschieden werden. Der Forschungsprozess bleibt dabei gewissermaßen eine Suche nach »der Stecknadel im Heuhaufen«, nur dass die neuen Technologien den Analyseprozess erheblich beschleunigt haben. Das theoriegeleitete Molekulardesign könnte jedoch den Screening-Prozess weitgehend überflüssig machen oder zumindest verkürzen.

Zielmoleküle werden durch Röntgenstrukturanalyse in Verbindung mit gentechnischen Verfahren ermittelt, gereinigt, modifiziert und analysiert. Hochgeschwindigkeitscomputer mit avancierter Software sind notwendig, um die Struktur, Dynamik und Energetik von Molekülen zu simulieren. Nachdem die dreidimensionale atomare Architektur eines Zielproteins und seine funktional kritischen Regionen ermittelt worden sind, wird versucht, ein Wirkstoffmolekül zu entwerfen, das sich mit dem Zielprotein in der gewünschten Weise verbinden könnte. Hier kommen wiederum spezialisierte Computer- und Graphikprogramme ins Spiel. Die meist versprechenden Wirkstoffkandidaten werden dann auf chemischem Wege synthetisiert. Wie in der herkömmlichen Pharmaforschung werden dann die neu synthetisierten Wirkstoffe durch Biochemiker daraufhin untersucht, ob sie die intendierte Wirkung auf das Zielprotein ausüben. Durch Röntgenstrukturanalyse wird dann erneut die Struktur des Zielproteins – nun in Verbindung mit dem Wirkstoffmolekül – bestimmt. In einem iterativen Prozess von Design, Simulation, Synthese, Strukturanalyse und neuem Design wird der Wirkstoff optimiert. In diesem Prozess überträgt die Pharmaindustrie Regeln, die aus dem Maschinenbau bekannt sind, auf die weitaus komplexere Welt der Moleküle (ebd. 67f.). Das »rationale Wirkstoffdesign« oder Molekulardesign ist offenbar heute noch nicht so weit entwickelt, dass schon auf die herkömmlichen Verfahren des *trial and error* – inklusive des Hochdurchsatzscreening – verzichtet

werden könnte. Die gegenwärtige biomedizinische Forschung stellt sich somit als ein Nebeneinander recht unterschiedlicher Verfahren dar.

### **Hochdurchsatzscreening**

Das Hochdurchsatzscreening hat sich in den 1990er Jahren zu einem wesentlichen Werkzeug der Leitstrukturgenerierung entwickelt. Es erlaubt, eine große Anzahl von Substanzen automatisch auf ihre biologische Aktivität hin zu testen. Es umfasst miniaturisierte Paletten mit zu testenden Substanzen, einen Roboter, der den Test durchführt, biologische Testverfahren, die für automatisierte Abläufe konfiguriert wurden, und ein System der Datenverarbeitung. Nach einem Bericht von 1997 ist es durch das Hochdurchsatzscreening gelungen, den jährlichen Durchsatz einer typischen Arbeitsgruppe im Bereich der Leitstrukturgenerierung von 75.000 Substanzen, die im Hinblick auf 20 Ziele getestet werden, auf über 1 Million Substanzen, die auf über 100 Ziele hin getestet werden, zu erhöhen (Houston/Banks 1997). Nach einem Bericht von Reuters im Jahr 2002 war bereits das vollautomatische simultane Screening von mehr als 100.000 Substanzen täglich möglich (Gassmann u.a. 2004: 59). Das Hochdurchsatzscreening oder Ultrahochdurchsatzscreening steigert zwar die Quantität der testbaren Substanzen enorm, hat jedoch keinen Einfluss auf ihre Qualität. Es bleibt nach wie vor das Problem bestehen, dass die richtigen Substanzen in dem Pool aller verfügbaren Substanzen enthalten sein müssen (vgl. ebd.).

### **Kombinatorische Chemie**

Die kombinatorische Chemie wurde durch die Entwicklung des Hochdurchsatzscreening angestoßen. Mit den traditionellen chemischen Syntheseverfahren konnten nicht in der gleichen Geschwindigkeit neue Substanzen produziert werden, wie sie durch das Hochdurchsatzscreening getestet werden konnten. Die Syntheseverfahren erwiesen sich damit als Engpass im Forschungsprozess. Es wurde klar, dass die Pharmaunternehmen ihre gesamten Stoffbibliotheken nun in relativ kurzer Zeit testen können. Die Nachfrage nach testbaren Substanzen wurde durch die neuen Screeningverfahren enorm gesteigert. Die kombinatorische Chemie ist nun ein Syntheseverfahren, das die gleichzeitige Herstellung einer großen Zahl von Stoffen durch die systemische und repetitive Verbindung eines Sets von verschiedenen Bausteinen variierender Strukturen ermöglicht.

Die kombinatorische Chemie hat die experimentellen Zeitzyklen nach einem Bericht von Booz Allen & Hamilton (1997) um das achthundertfache verkürzt

und die Kosten im Vergleich zu traditionellen Syntheseverfahren um das sechshundertfache gesenkt (vgl. Gassmann u.a. 2004: 60). Nach einem Bericht von Reuters (2002) entfielen auf das Hochdurchsatzscreening und die Kombinatorische Chemie mehr als die Hälfte aller Ausgaben für neue Technologien der Wirkstoffentdeckung in der Pharmaindustrie (vgl. Gassmann u.a. 2004: 59). Inzwischen können beide Technologien wohl als Standardverfahren in der Pharmaforschung gelten. Da sie jedoch noch relativ neuen Datums sind und die durchschnittlichen Entwicklungszeiten für neue Medikamente länger als zehn Jahre dauern, bleibt abzuwarten, ob diese Technologien zu einer deutlichen Steigerung der Produktivität, d.h. des Outputs an neuen Medikamenten führen (vgl. ebd.: 60).

### **Bioinformatik**

Mit den neuen Technologien in der Pharmaforschung wächst der Bedarf an Datenverarbeitung enorm an. Ein einzelnes pharmazeutisches Labor kann leicht mehr als 100 GB Daten pro Tag generieren (ebd.: 61). Deren Verarbeitung und Verwaltung erfordert avancierte Informationstechnologien. Das Datenhandling steigt auch durch die zunehmenden externen Kooperationen von Pharmaunternehmen stark an. Das Wissensmanagement wird zur zentralen Aufgabe. Da ein Pharmaunternehmen nur einen kleinen Bruchteil des benötigten Wissens intern generieren kann, kommt es zunehmend auf die Aneignung von extern generiertem Wissen an. Die Informationstechnologie spielt inzwischen in allen Bereichen der FuE eine zentrale Rolle.

Mit dem Aufkommen der neuen Technologien war auch der Aufstieg neuer Unternehmen verbunden. Ähnlich wie in der informations- und kommunikationstechnischen Industrie wurde die Entwicklung neuer Technologien nicht von den etablierten Großunternehmen (*incumbents*), sondern von jungen *Start-up*-Unternehmen vorangetrieben. Zum ersten Mal in der Nachkriegszeit gab es in der Pharmaindustrie wieder eine Welle von Markteintritten. Die erste neue Biotechnologiefirma, Genentech, wurde 1976 von Herbert Boyer, einem der Wissenschaftler, die die rekombinante DNA-Technik entwickelt hatten, und Robert Swanson, einem *Venture Capitalist*, gegründet. Genentech lieferte das Modell für die meisten anderen neuen Firmen. Es handelte sich primär um universitäre *Spin-offs*, die durch die Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und professionellen Managern, unterstützt von Venture Capital, entstanden. Die Funktion dieser neuen Biotechnologieunternehmen bestand darin, das in den Universitäten geschaffene

Grundlagenwissen zu mobilisieren und in potentiell kommerziell erfolgreiche Techniken und Produkte zu verwandeln (McKelvey/Orsenigo 2001: 27).

Es ist eine interessante Frage, warum der Wissenstransfer von den Universitäten nicht direkt zwischen den Universitäten und den pharmazeutischen Großunternehmen erfolgte, sondern durch die Schaffung von neuen Biotechnologieunternehmen. Rückblickend erweist sich die Arbeitsteilung zwischen Universitäten, neuen Biotechnologieunternehmen und etablierten Pharmaunternehmen als funktional. Allianzen mit kleinen Gentechnikunternehmen und mit Hochschulen sind inzwischen gängige Strategien für die großen Pharmaunternehmen, um ihre intern verfügbaren Kompetenzen zu ergänzen und mit ihren begrenzten Mitteln einen größeren Hebeleffekt zu erzielen. Die Pharmaindustrie ist eine stark wissenschaftsbasierte Industrie, und das wissenschaftliche Wissen in den relevanten Bereichen verändert sich rasant. Kein Unternehmen ist in der Lage, das notwendige Wissen alleine intern zu generieren oder vorzuhalten.

Alleine im Jahr 1999 wurde über 381 Allianzen von Pharmaunternehmen auf dem Feld der Gentechnik berichtet. Die Investmentbank Lehman Brothers hat geschätzt, dass jährliche Investitionen von mindestens 100 Mio. Dollar notwendig sind, um überhaupt im Feld der Gentechnik zu partizipieren. Um an dem aggressiven Wettbewerb in neu entstehenden Technologiefeldern teilzunehmen, wären jährliche Investitionen bis zu 300 Mio. Dollar notwendig. Geht man davon aus, dass etwa 25 % des Budgets eines integrierten Pharmaunternehmens für FuE auf die frühen Stufen des Forschungsprozesses entfallen, so würden aggressive Investitionen in neue Technologien mehr als 75 % des Forschungsbudgets großer Unternehmen wie Roche oder Schering-Plough verbrauchen und immerhin 30 % des Forschungsbudgets der größten Unternehmen wie GlaxoSmithKline oder Pfizer (Gassmann u.a. 2004:65). Da der *return on investment* im Feld der Gentechnik außerordentlich unsicher ist, bietet es sich für die großen Pharmaunternehmen an, die frühen Stufen des Entdeckungsprozesses spezialisierten Gentechnikunternehmen zu überlassen, deren Erkenntnisse bzw. Produkte sie dann im Erfolgsfall vermarkten. Das Investitionsrisiko wird von *Venture-Capital*-Unternehmen übernommen, die über ein breites Portfolio von Unternehmensbeteiligungen verfügen, so dass sie auch dann noch hohe Profite erzielen können, wenn nur ein Bruchteil der von ihnen finanzierten *Start-up*-Unternehmen erfolgreich ist. Die *Venture Capital*-Unternehmen agieren dabei als Kapitalsammelstellen für eine Vielzahl von institutionellen Anlegern, die jeweils nur einen kleinen Betrag des gesamten von ihnen

verwalteten Kapitals in diese hochriskanten Geschäfte investieren. Es handelt sich also um einen vielstufigen und hoch vergesellschafteten Investitionsprozess.

Die neuen Biotechnologieunternehmen waren einerseits sehr stark durch ihren universitären Hintergrund, andererseits durch die finanziellen Zwänge des *Venture Capital*-Zyklus bestimmt. Angesichts der hohen »cash burn rate«, der Abhängigkeit von sukzessiven Finanzierungsrunden und dem Ziel des Börsengangs war der Forschungsstil dieser Unternehmen vor allem auf die schnelle Patentierung von Erkenntnissen – als vorzeigbarer »Meilenstein« und Zwischenschritt zu einer erfolgreichen Kommerzialisierung des Wissens – ausgerichtet. Das Management des »geistigen Eigentums« war für diese jungen Unternehmen noch weitaus wichtiger als für die etablierten Großunternehmen. Die Gründungen neuer Biotech-Unternehmen stiegen um 1980 stark an. Ihre Zahl blieb dann in der Folgezeit auf einem hohen Niveau, schwankte allerdings mit der Entwicklung des Aktienmarktes und mit der Entwicklung sukzessiver neuer Technologien.

Einflüsse auf die etablierten Unternehmen der Pharmaindustrie machten sich erst mit jahrelanger Verzögerung bemerkbar. Das lag nicht zuletzt daran, dass die gentechnologische Entwicklung von Medikamenten sich als weitaus schwieriger erwies als erwartet und dass viele Projekte bzw. Unternehmen kommerziell nicht erfolgreich waren. Das erste gentechnische Produkt, Humaninsulin, wurde 1982 zugelassen. Zwischen 1982 und 1996 wurden ganze 16 gentechnische Medikamente auf dem US-Markt zugelassen. Drei Produkte waren große kommerzielle Erfolge: Insulin (Genentech und Eli Lilly), tPA (Genentech, 1987) und Erythropoietin (Amgen und Ortho, 1989). Die ersten gentechnisch hergestellten Produkte waren Proteine, deren Funktionen ausreichend bekannt waren (Insulin, Wachstumshormone). Die Anwendung der gentechnischen Methoden auf andere Proteine erwies sich jedoch als weitaus schwieriger (und teurer), vor allem weil in Bezug auf die Wirkungsweise spezifischer Proteine in Bezug auf bestimmte Krankheiten immer noch das nötige Grundlagenwissen fehlt.<sup>5</sup> In Anbetracht einer rückläufigen Produktivität der herkömmlichen Methoden der Pharmaforschung haben die führenden Pharmaunternehmen gleichwohl in erheblichem Umfang in

5 Es gibt berechtigte prinzipielle wissenschaftliche Zweifel, ob der reduktionistische Ansatz der modernen Biomedizin (d.h. die Konzentration auf molekulare Prozesse und vor allem die Orientierung auf die genetische Ableitung von zellulären Prozessen) überhaupt dazu geeignet ist, eine kausale Erklärung und Therapierbarkeit von vielen chronischen Krankheiten zu ermöglichen (vgl. Newman 2003; Köchy 2003; Koutroufinis 2003). Soziale und ökologische Krankheitsursachen werden dabei jedenfalls ausgeblendet – ihre Berücksichtigung würde auch zu einer ganz anderen Art der Medizin führen, die nicht mit den Interessen der Pharmaindustrie vereinbar ist.

neue Technologien und Wissensgebiete investiert. 1991 befanden sich über 100 gentechnische Medikamente in der klinischen Entwicklung und 21 im Zulassungsverfahren bei der FDA. Etwa ein Drittel aller Medikamente in der klinischen Entwicklung waren gentechnische Medikamente. Gentechnische Medikamente und Impfstoffe erreichten einen Umsatz von 2 Mrd. US-Dollar (McKelvey/Orsenigo 2001: 28; vgl. Grabowski/Vernon 1994). Die ersten gentechnisch hergestellten Pharmazeutika deutscher Unternehmen wie das *Betaseron* gegen Multiple Sklerose von Schering und das Blutgerinnungsmittel *Kogenate* von Bayer kamen erst ab Mitte der 1990er Jahre auf den Markt, wobei diese Innovationen laut Greb (2000: 23) ausschließlich aus den US-amerikanischen FuE-Einheiten dieser Unternehmen stammten.

Den meisten neuen Biotech-Unternehmen gelang es nicht, sich zu voll integrierten Pharmaunternehmen zu entwickeln, und oftmals strebten sie dies auch gar nicht an. Die neuen Biotech-Unternehmen besaßen in der Regel nicht die notwendigen Kompetenzen und Ressourcen, die für die klinische Untersuchung neuer Medikamente und für ihre Vermarktung notwendig sind. Denn es ist eine Sache, aus dem Wissenschaftsbereich heraus ein Unternehmen zu gründen und dafür das notwendige Risikokapital zu mobilisieren. Eine ganz andere Sache aber ist es, eine schlagkräftige Marketingorganisation mit der notwendigen kritischen Masse von Tausenden oder Zehntausenden von Mitarbeitern aufzubauen, um für die Medikamente im direkten Kontakt mit Ärzten, Apothekern und Krankenhäusern zu werben. Hier bestehen hohe Eintrittsbarrieren. Daher spezialisierten sich gerade Biotech-Unternehmen der jüngeren Generation oft von vornherein auf Forschungsdienstleistungen bzw. die Zulieferung von Hightech-Zwischenprodukten für pharmazeutische Großunternehmen. Viele setzten auf die Kooperation mit etablierten Großunternehmen bei der Produktion und Vermarktung neuer Medikamente, oder sie setzten gar darauf, von etablierten Großunternehmen aufgekauft zu werden. Selbst im Hinblick auf die vorklinische Forschung fehlte den neuen Biotech-Unternehmen oft die Kompetenz für die Entwicklung neuer Wirkstoffe, da sie oft auf ganz spezifische Forschungsansätze und -bereiche spezialisiert waren, während die erfolgreiche Entwicklung neuer Medikamente gerade auf der Integration sehr unterschiedlicher Perspektiven und Disziplinen beruht. Es ist allerdings auch nicht völlig ausgeschlossen, dass erfolgreiche neue Gentechnikunternehmen sich zu integrierten Pharmaunternehmen weiterentwickeln. Die Konkurrenzsituation zwischen herkömmlichen Pharmaunternehmen und neuen Gentechnikunternehmen ist von hoher Unsi-

cherheit gekennzeichnet (vgl. McKelvey/Orsenigo 2001: 28f.; Gassmann u.a. 2004: 65).

Mit der molekularbiologischen »Revolution« stieg die Abhängigkeit der Pharmaunternehmen von der öffentlich finanzierten Forschung noch. Kein Unternehmen ist in der Lage, das notwendige Wissen in den neuen Forschungsfeldern alleine intern zu generieren und weiterzuentwickeln. Kooperationen zwischen etablierten Pharmaunternehmen, neuen Biotech-Unternehmen und universitärer Forschung erwiesen sich zunehmend als notwendig. Dabei waren die etablierten Pharmaunternehmen allerdings darauf angewiesen, in gewissem Umfang interne Kompetenzen zu entwickeln und vorzuhalten, um sich die Ergebnisse der öffentlich finanzierten Forschung und das Wissen der neuen Biotech-Unternehmen aneignen zu können (Absorptionsfähigkeit), um überhaupt den Zugang zur *scientific community* zu bekommen und um die verschiedenen und sehr speziellen neuen Ansätze nach Maßgabe ihrer eigenen Ziele integrieren zu können. Zu diesem Zweck mussten die etablierten Pharmaunternehmen selbst hochrangiges Forschungspersonal aus den neuen Wissensbereichen anwerben und ihr Personal in den anerkannten wissenschaftlichen Fachzeitschriften publizieren lassen (McKelvey/Orsenigo 2001: 30). Die Herausbildung netzwerkartiger Kooperation zwischen etablierten Großunternehmen, *Start-up*-Unternehmen und öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen wurde zu einem bestimmenden Merkmal des sektoralen Innovationssystems. Die abstrakte und kodifizierte Natur des wissenschaftlichen Wissens, das den pharmazeutischen Innovationsprozess wesentlich bestimmt, macht es in Verbindung mit der Durchsetzung von Eigentumsrechten an jenem Wissen möglich, den Innovationsprozess in verschiedene vertikale Stufen zu zerteilen und unternehmensübergreifend zu organisieren (ebd.: 32; vgl. Arora/Gambardella 1994). Die vollständige Externalisierung von FuE ist gleichwohl nicht realisierbar. Die Kosten für den Wissenstransfer sind nach wie vor substanzial, und der Prozess der Arzneimittelentwicklung verlangt die Integration unterschiedlicher Disziplinen, Techniken, Prozeduren und Routinen, die nicht in jedem Fall teilbar und kodifiziert sind. Außerdem sind die entstehenden Netzwerke in der Regel restriktiv und hierarchisch (McKelvey/Orsenigo 2001: 33). Letztlich blieben die fokalen Großunternehmen der Pharmaindustrie die dominierenden Akteure in den neu entstehenden Netzwerken und bewiesen eine bemerkenswerte Fähigkeit zur Absorption neuen Wissens und neuer Technologien.

Die Anwendung molekularbiologischer Kenntnisse befindet sich immer noch in einem relativ frühen Stadium und stößt allenthalben auf Grenzen des Erklär-

baren. »Die Trajektorien der Wissenschaftsentwicklung sind noch nicht klar und die Realität etwas weniger sensationell, als es die vollständige Kartierung des menschlichen Genoms vielleicht vermuten lässt. Denn damit steht man erst am Beginn eines tieferen Verständnisses von Krankheiten, mit der Gensequenz allein lassen sich die Regulationsmuster in einer Zelle, die Interaktion von Genen und Proteinen nicht erklären. Weder ist es den Unternehmen bisher in größerem Umfang gelungen, neue Produkte etwa gegen Krebs- oder Herz-, Kreislauferkrankungen in den Markt zu bringen. Noch verhilft der molekularbiologische Ansatz zu schnellen Produktivitätseffekten. Im Gegenteil: Zu verzeichnen sind weiterhin steigende Aufwände und Kosten in der Pharmaindustrie. (...) Das viel beklagte Innovationsdefizit der Pharmaindustrie, das heißt, die geringe Ausbringungsrate an innovativen Medikamenten, wird nicht schnell zu überwinden sein.« (Briken/Kurz 2005: 68) Mit der Entwicklung der Genomik ist das Problem des Nicht-Wissens eher noch deutlicher geworden: »Beide Akteure, Biotech-Unternehmen wie Big Pharma stehen vor dem grundlegenden Problem, dass dem Modus der Wissensproduktion die quantitative wie qualitative Zunahme von ‚Nichtwissen‘ inhärent ist.« (Briken/Kurz 2005: 73)

Es stellt sich darüber hinaus die Frage, ob die Zwänge des Kapitalmarkts es überhaupt erlauben, dass das notwendige molekularbiologische Grundlagenwissen in dem erforderlichen Maße weiterentwickelt wird. Aus der Sicht der Pharmaunternehmen ist »nicht jedes neue Wissen, sondern Wissen gefragt, das für die spezifischen Produktlinien der Großunternehmen relevant ist und einen gewissen Reifegrad aufweist« (ebd.: 69). Dies hat spezifische Folgen für das Verhältnis der großen Pharmaunternehmen und der kleinen Biotech-Unternehmen, auf die das den neuen Forschungsansätzen innewohnende Risiko zu einem großen Teil abgewälzt wird. »Die Biotech-Unternehmen haben sich den Anforderungen ihrer Kunden zu unterwerfen und nicht umgekehrt. (...) Big Pharma agiert als fokale Unternehmung, die den Markt, die Produkte und die zu ihrer Erzeugung heranzuziehenden Technologien und Strategien definiert.« (Ebd.) Der Wachstumsprozess der *Start-up*-Unternehmen ist »durch eine starke Abhängigkeit von den kurzfristig ausgerichteten Renditeerwartungen der Finanziers und Kooperationspartner gekennzeichnet. Dies hat erhebliche Konsequenzen für die Arbeitssituation und Arbeitsinhalte in der Forschung, denn für sie werden ökonomische wie auch wissenschaftliche Kriterien und Nützlichkeitsvorstellungen maßgeblich, die von außen definiert sind. Zum Taktgeber im Forschungsprozess wird der nächste Termin mit einer VC-Gesellschaft oder der Projektmeilenstein

mit Big Pharma. Die Anforderungen, die der Normalbetrieb der Forschungsarbeit stellt, bleiben unberücksichtigt, zumindest aber werden sie schwer kalkulier- und planbar« (ebd.: 73). Die Befunde von Briken und Kurz zeigen, »dass damit für die Beschäftigten in den Biotechs die Spannungen zwischen wissenschaftlichen Verhaltensnormen und wirtschaftlicher Orientierung erheblich steigen. Denn zunehmend müssen die Beschäftigten Einschränkungen in punkto Selbständigkeit und eigenverantwortlichem Handeln hinnehmen. Und auch eigene Ansprüche an die gute wissenschaftliche Praxis fallen nicht selten dem Evaluationsdruck der Finanziere zum Opfer. Sowohl in der Belastungs- wie in der Leistungsdimension bilanzieren die Befragten ihre Arbeitssituation denn auch eher negativ. Als Konsequenz wechseln viele in die Industrie oder zurück an die Universität – die hohen Fluktuationsraten in den Biotech-Start-ups gerade in den ersten zwei Jahren nach Unternehmensgründung belegen dies eindrücklich.« (Ebd.)

### **2.3.2 Beziehungen zwischen Universitäten und Industrie, Aneignungsbedingungen und Venture Capital in den USA**

Die Entwicklung der Biotechnologieindustrie in den USA gilt – neben der Entwicklung der InfoCom-Industrie – als Paradebeispiel für den spezifischen Charakter des US-amerikanischen Innovationssystems (bzw. in der »Varieties of capitalism«-Theorie: des Innovationssystems »liberaler Marktwirtschaften«), zumindest im Hightech-Sektor. Dabei ist der Zusammenhang von Universitäten, Venture Capital und der institutionellen Regelung der Eigentumsrechte zentral. Die Schlüsselrolle des wissenschaftlichen Wissens für technologische Innovationen manifestiert sich dabei in einer ungeheuren Intensivierung der Beziehungen zwischen Industrie und Universitäten und in der direkten Einbeziehung der akademischen Institutionen in kommerzielle Aktivitäten (McKelvey/Orsenigo 2001: 38). Dabei ist dies in den USA keine ganz neue Entwicklung. Wie Nelson und Rosenberg (1994) neben anderen gezeigt haben, spielten die Bedürfnisse der Industrie schon bei der Entwicklung des US-amerikanischen Wissenschaftssystems eine bedeutende Rolle. Patentaktivitäten und die Förderung von kommerziellen *Spin-offs* seitens der Universitäten lassen sich bis an den Beginn des 20. Jahrhunderts zurückverfolgen. Allerdings wurden die Bemühungen um die Kommerzialisierung der Forschung seit Mitte der 1970er Jahre erheblich verstärkt. Patent- und Lizenzaktivitäten nahmen stark zu. Die Zahl der Universitäten, die *Offices for Technology Management* etabliert hatten, stieg von 25 im Jahr 1980 auf 200 im Jahr 1990 (McKelvey/Orsenigo 2001: 38). Von Universitäten wurde zunehmend

erwartet, als Maschinen des Wirtschaftswachstums zu fungieren. Laut McKelvey und Orsenigo (2001: 39) haben einige Charakteristika des US-amerikanischen Hochschulsystems diese Funktion begünstigt. So hätten in den USA (und in Großbritannien) die Fachbereiche schon seit langem eine stärkere Rolle gespielt als in den feudal strukturierten, um einzelne Lehrstühle bzw. Ordinarien zentrierten kontinentaleuropäischen Universitäten. Interdisziplinäre Orientierungen konnten sich in den Fachbereichen leichter durchsetzen als in den klassischen Fakultäten. Darüber hinaus sei durch die scharfe Trennung zwischen *undergraduate*- und *post-graduate*-Ebene eine stärkere Integration von Forschung und Lehre erreicht worden. Graduierte Studenten werden in der Regel innerhalb der Fachbereiche in Forschungsteams integriert. Unternehmerische Fähigkeiten werden dadurch ausgebildet, dass Post-Docs eigene Forschungsmittel in einer hoch kompetitiven Umgebung akquirieren können und müssen, wobei die Leistung auf der Basis der bisherigen Forschungs- und Publikationstätigkeit und im Hinblick auf die Fähigkeit, eine unabhängige Forschungsagenda zu entwickeln, beurteilt wird.

Die engere Kopplung zwischen wissenschaftlichen und unternehmerischen Aktivitäten geht einher mit der Tendenz zur Etablierung und Durchsetzung intellektueller Eigentumsrechte. Diese war und ist eine wesentliche Voraussetzung für die Vielzahl der Unternehmensgründungen in den Hightech-Bereichen in den USA. Intellektuelle Eigentumsrechte waren gerade im Biotech-Bereich keineswegs von Anfang an klar geregelt. Die Gentechnik bewegte sich an der Grenze von Grundlagenforschung und angewandter Forschung, fand größtenteils in Universitäten statt und war öffentlich finanziert. Die Patentierbarkeit der Forschungsergebnisse war heftig umstritten. Zum einen gab es eine wachsende Spannung zwischen der für die wissenschaftliche Anerkennung bisher üblichen raschen Publikation von Forschungsergebnissen und ihrer Patentierung. Zum anderen war umstritten, ob Lebewesen patentiert werden könnten, bzw. welche Ansprüche durch ein solches Patent gedeckt werden könnten. 1980 wurde in den USA ein Gesetz erlassen (der *Bayh-Dole-Act*), das die sich entwickelnde Patent- und Lizenzpraxis des akademisch-industriellen Komplexes sanktionierte. Parallel zum *Bayh-Dole-Act* wurde diese Praxis auch durch eine Reihe von Gerichts- und Kongressentscheidungen gestützt. 1980 entschied der *Supreme Court* in einem Verfahren zugunsten der Patentierung von gentechnisch veränderten Lebewesen. Nach und nach wurde so ein System zunehmend starker Eigentumsrechte geschaffen. Damit entwickelte sich der Anreiz für die Wissenschaftler, ihre Erkenntnisse zu kommerzialisieren (McKelvey/Orsenigo 2001: 39f.).

Ein weiteres Element, das für das entstehende Innovationssystem der Biotechnologie wesentlich war, war das *Venture Capital*. Die Institution des *Venture Capital* lässt sich in den USA mindestens bis in die 1920er Jahre zurückverfolgen. Die *Venture Capitalists* versorgten die zukünftigen akademischen Unternehmer nicht nur mit Kapital, sondern auch mit Management-Know-how.

Die wesentlichen Institutionen des sektoralen Innovationssystems sind also zusammen genommen: a) das öffentliche und private Forschungssystem mit Universitäten, Forschungsinstituten, den NIH und anderen Geldgebern, den neuen Biotech-Unternehmen und den großen Pharmaunternehmen, b) das Finanzsystem mit den *Venture Capital*-Unternehmen und der Börse, c) das Rechtssystem mit dem Patentamt, den Gerichten und den Patentanwälten.

Das System ist sowohl dezentralisiert und fragmentiert als auch integriert. Für die Integration der verschiedenen Forschungsstränge und Akteure spielen z.B. die NIH eine zentrale Rolle (ebd.: 41f.). Die verschiedenen Elemente des Systems erfüllen komplementäre Funktionen, gleichzeitig gibt es jedoch Widersprüche zwischen ihnen, die zu einer ständigen Veränderung drängen.

### **2.3.3 Vertikale Desintegration**

Die Kooperationen zwischen neuen Biotechnologieunternehmen und etablierten Pharmaunternehmen verweisen auf eine allgemeinere Entwicklungstendenz: In der Pharmaindustrie zeichnet sich ähnlich wie in anderen Branchen eine vertikale Desintegration der Wertschöpfungskette bzw. eine stärkere vertikale Spezialisierung der Unternehmen im Produktentwicklungs- und Produktionsprozess ab. Nach einer Studie von Arthur D. Little und Solvias (2002) werden von den Pharmaunternehmen generell nur die Leitstrukturgenerierung und -optimierung, das Projektmanagement sowie das Marketing als Kernkompetenzen angesehen, die zu 100 % *in-house* vorgenommen werden müssen. Damit ergibt sich ein sehr großes *Outsourcing*-Potential in der Wertschöpfungskette der Pharmaindustrie. Allerdings wird das *Outsourcing* angesichts der Komplexität des Entwicklungsprozesses in der Pharmaindustrie auch kontrovers diskutiert. Viele Pharmaunternehmen arbeiten bereits mit zahlreichen Partnern zusammen, um ihre begrenzten Ressourcen möglichst effizient einzusetzen, um sich extern generiertes Wissen anzueignen und um die Entwicklungszeiten zu verkürzen. Partnerschaften bestehen nicht nur zu Gentechnikunternehmen und anderen Unternehmen, die über bestimmte Plattformtechnologien verfügen, sondern zu einer Vielzahl von Kontraktdienstleistern. Unter diesem Begriff lassen sich Kontraktforschungsdienstlei-

ster, Kontraktfertigungsunternehmen, Standortbetreiberunternehmen und andere Dienstleister zusammenfassen (Gassmann u.a. 2004: 87).

Nach einer Studie von Lehman Brothers (1999) hat sich gezeigt, dass spezialisierte Kontraktforschungsunternehmen klinische Studien bis zu 30 % schneller durchführen können als durchschnittliche große Pharmaunternehmen. 1999 gaben Pharmaunternehmen etwa 25 % ihres FuE-Budgets für die Dienste von Kontraktforschungsunternehmen aus. Es wird erwartet, dass diese Zahl auf 40 % steigt (Lehman Brothers 1999; Gassmann u.a. 2004: 87). Es gibt etwa 1000 Kontraktforschungsunternehmen in den USA, in Europa und Asien. Viele kleine Unternehmen sind nur auf lokaler oder regionaler Ebene tätig. Der Markt für externe Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen in der Pharmaindustrie hatte 2001 ein Volumen von 9,3 Mrd. US-Dollar. Es wird erwartet, dass diese Zahl bis 2010 auf 36 Mrd. US-Dollar ansteigt. Dies entspräche einem jährlichen Wachstum von 16,3 % gegenüber einem erwarteten Wachstum der gesamten FuE-Ausgaben in der Pharmaindustrie von jährlich 9,6 %. Der größte Teil des *Outsourcing*-Aufwands betrifft die vorklinische Entwicklung, die klinischen Studien und die Fertigungsaspekte im Prozess der Arzneimittelentwicklung (Reuters 2003; Gassmann u.a. 2004: 87f.).<sup>6</sup>

### **2.3.4 Von der »Blockbuster«-Strategie zu individuell maßgeschneiderten Medikamenten?**

Die großen Pharmaunternehmen setzen hauptsächlich auf die Vermarktung von so genannten »Blockbustern«, d.h. Medikamenten, die sehr hohe Umsätze (über 1 Mrd. Dollar pro Jahr) erwirtschaften. Nach Angaben von Reuters entfiel auf 58 »Blockbuster«-Medikamente im Jahr 2002 ein Umsatz von 120 Mrd. US-Dollar, dies entsprach etwa einem Drittel des globalen Pharmamarktvolumens (Gassmann u.a. 2004: 5). Laut Reiß u.a. (1997: 12) erwirtschafteten 5 der 10 größten Pharmaunternehmen 30-75 % ihres Umsatzes mit nur drei Produkten. Nur 30 % der Medikamente generieren Umsätze, die zur Amortisierung der FuE-Kosten führen. Die 20 % der Medikamente mit den höchsten Gewinnen generieren 70 % aller Gewinne (Gassmann u.a. 2004: 75).

Die Fokussierung auf »Blockbuster« bedeutet, dass viele Pharmaunternehmen ihre FuE-Anstrengungen auf eine geringere Anzahl von Indikationsgebieten und Medikamenten konzentrieren. Die Anzahl der konkurrierenden Unternehmen pro

6 Die großen Pharmaunternehmen agieren zum Teil selbst als Venture Capitalists, um Netzwerke von Kleinunternehmen aufzubauen, auf die sie sich dann stützen können.

Indikationsgebiet wird so eingeschränkt. Aus gesundheitspolitischer und volkswirtschaftlicher Sicht ist dies problematisch. »Blockbuster«-Strategien sind aber auch für die einzelnen Unternehmen sehr riskant, da die gesamte Entwicklung eines Unternehmens von wenigen Medikamenten abhängig ist. Läuft der Patentschutz für einen oder mehrere »Blockbuster« aus, so kann der Umsatz stark einbrechen. Dies ist auch der Grund, warum sich die Spitzenpositionen im Ranking der Pharmaunternehmen nach ihren Umsätzen häufig ändern.

Eine Analyse von Reuters im Jahr 2002 ergab beispielsweise, dass 15 von den 44 Blockbustern des Jahres 2000 ihren Patentschutz bis Ende 2002 verlieren würden. Ein Umsatz von 30 Mrd. Dollar wurde damit der Generika-Konkurrenz ausgesetzt. Während der Umsatz mit Blockbustern bei Sanofi-Synthélabo beispielsweise im Jahr 2002 gegenüber dem Vorjahr um mehr als 30 % anstieg, sank der von Bayer um fast 30 % ab. Das erwartete Wachstum des Blockbuster-Marktes wird nicht ausreichen, um das zweistellige Umsatzwachstum der Vergangenheit aufrechtzuerhalten, wie es die Investoren verlangen (vgl. Gassmann u.a. 2004: 5ff.).

Die 58 Blockbuster des Jahres 2002 wurden von 22 Unternehmen verkauft. Diese Spitzengruppe von Pharmaunternehmen ist insgesamt relativ konstant, auch wenn sich die Spitzenpositionen innerhalb dieser Gruppe häufiger ändern. 50 % des Umsatzes im »Blockbuster«-Markt des Jahres 2002 entfielen auf nur vier Unternehmen, die ihren Stammsitz allesamt in den USA haben. Das erfolgreichste Unternehmen war Pfizer mit einem Umsatzanteil von 18 %. Es folgten Merck und GlaxoSmithKline mit je 12 %, Johnson & Johnson mit 8 %, AstraZeneca mit 6 %, Aventis mit 5 %, Wyeth, Eli Lilly und Shering-Plough mit je 4 %, Bristol-Myers Squibb, Novartis, TAP, Amgen und Pharmacia mit je 3 %, Roche, Sanofi-Synthélabo, Novo Nordisk und Purdue mit je 2 % sowie Bayer, Forest, Abbott und Biogen mit 1 % (ebd.: 6). Die meisten dieser Unternehmen verfügen nur über ein bis zwei Blockbuster.

US-amerikanische Unternehmen steigerten ihren Anteil an dem weltweiten Umsatz mit den 50 umsatzstärksten Wirkstoffen von 41,5 % in den Jahren 1985-1989 auf 69,1 % in den Jahren 1995-1999. Auch britische, schweizerische und französische Unternehmen konnten ihre diesbezüglichen Marktanteile steigern. Demgegenüber sank der Anteil deutscher Unternehmen im gleichen Zeitraum von 11,7 % auf 3,3 %. Noch eklatanter ist der Bedeutungsverlust japanischer Unternehmen, deren Anteil von 37,3 % auf 3,9 % sank (Gaisser u.a. 2005: 74).

Die zentralen Therapiegebiete des Blockbuster-Marktes sind heute Herz-Kreislauf und Zentrales Nervensystem mit Anteilen am Gesamtumsatz von

27 % bzw. 21 %. Drei der fünf Top-Blockbuster im Bereich Herz-Kreislauf sind Medikamente gegen erhöhte Blutfettwerte: Lipitor von Pfizer, Zocor von Merck und Pravachol von Bristol-Myers Squibb (ebd.: 8).

Nicht bei allen Unternehmen ist der Umsatz in gleichem Maße von Blockbustern abhängig. Bei Biogen oder TAP entfielen im Jahr 2000 ca. 90 % des Umsatzes auf Blockbuster, bei Pfizer ca. 80 %, bei Forest und Merck ca. 70 %. Bei Aventis waren es ca. 35 %, bei Novartis und Bayer nur ca. 30 %, bei Abbott unter 15 % (ebd.: 8).

Die Blockbuster-Strategie wird von Unternehmensberatern und Analysten zunehmend kritisch gesehen, es wird bezweifelt, dass sich damit in Zukunft noch die hohen Wachstumsraten der Vergangenheit erzielen lassen. Das extreme Gegenteil dieser Strategie wäre die Strategie, möglichst maßgeschneiderte Medikamente für kleine Patientengruppen oder gar einzelne Individuen zu produzieren. Genau diese Entwicklung zielgenauerer, maßgeschneiderter Medikamente, die einen erhöhten therapeutischen Nutzen für die jeweilige Zielgruppe bzw. das Individuum haben, erhofft sich die Pharmaindustrie von der Genomik. Gassmann u.a. (2004: 64) scheinen davon auszugehen, dass sich auch mit für einzelne Zielgruppen maßgeschneiderten Medikamenten Skaleneffekte erzielen lassen: »Genomics is the pharmaceutical answer to mass customization: Realizing economies of scale with individualized drugs.« Die griffige Formel verdeckt allerdings das Spannungsverhältnis, das zwischen der denkbaren und möglicherweise notwendigen Individualisierung der Krankheitstherapie und den Anforderungen an profitable Geschäftsmodelle in der Pharmaindustrie besteht. Dies deuten freilich auch Gassmann u.a. an: »While genomic technologies allow for a better understanding of drug target function in genomic population subsets, or even individuals, it raises great commercial and financial concerns.« (Ebd.) Die Lösung des Problems sehen sie im notwendigen Übergang von »high-volume/high-value«- bzw. »Blockbuster«-Medikamenten zu »small-volume/higher-value«- bzw. individualisierten Medikamenten. Dies ist freilich nur eine andere Formulierung des Problems.

### **2.3.5 Veränderungen der Arzneimittelzulassung**

Die striktere Regulierung der Arzneimittelzulassung in den 1960er und 1970er Jahren im Hinblick auf den erforderlichen Nachweis der Wirksamkeit und Verträglichkeit von Medikamenten wurde oben bereits erwähnt. Sie wurde aus Gründen des Verbraucherschutzes – z.B. aufgrund der Erfahrungen mit der Contergan-Katastrophe – notwendig. Oft zeigt sich die Unwirksamkeit oder Unverträglichkeit

von neuen Wirkstoffen aber erst in den späten Stadien des Entwicklungsprozesses während der klinischen Untersuchungen. Das Risiko, dass Entwicklungsprojekte im späten Stadium noch scheitern, ist also sehr hoch. McKelvey und Orsenigo (2001) vertreten in diesem Zusammenhang die These, dass die frühere Einführung einer strengeren Regulierung in den USA die Innovativität der dortigen Arzneimittelhersteller gefördert habe und ihnen letztlich – ungeachtet der härteren Konkurrenzbedingungen und der schärferen Auslese – im internationalen Maßstab Wettbewerbsvorteile gebracht habe. Es ist schwer auszumachen, in welchem Maße die Steigerung der FuE-Intensität und die Verlängerung der Entwicklungszeiten für neue Medikamente auf strengere Anforderungen in den Zulassungsverfahren zurückgeht und inwieweit sie durch eine Erschöpfung der traditionellen Forschungsmethoden und andere Faktoren bedingt ist.

Tatsache ist jedenfalls, dass sich der Anteil der FuE-Ausgaben am Umsatz im Branchendurchschnitt von 11,4 % im Jahr 1970 auf 18,5 % im Jahr 2001 erhöht hat. Die Zahl neu eingeführter *new molecular entities* (NME) ist dabei insgesamt gesunken oder bestenfalls gleich geblieben (Gassmann u.a. 2004: 2; s.o.). Der FuE-Aufwand für ein neues Medikament stieg von durchschnittlich 277 Mio. US-Dollar im Jahr 1991 auf 947 Mio. US-Dollar im Jahr 2001 (ebd.). 1976 hatte der Aufwand noch bei 54 Mio. US-Dollar gelegen, 1987 bei 231 Mio. (ebd.: 3). Die »Trefferquote« beim Screening von Stoffen, d.h. die Wahrscheinlichkeit, einen neuen oder besseren Wirkstoff mit zugleich weniger Nebenwirkungen zu finden, lag im Jahr 2000 bei 1:10.000 (Greb 2000: 31). Die durchschnittlichen Entwicklungszeiten für ein neues Medikament sind von 3 Jahren Anfang der 1960er Jahre über 6-8 Jahre im Jahr 1975 auf gegenwärtig 12-13 Jahre gestiegen, während die effektive Patentnutzungsdauer (von der Einführung eines Medikaments bis zum Auslaufen des Patents gleichzeitig von über 17 Jahren auf gegenwärtig 7-8 Jahre gesunken ist – mit weiter sinkender Tendenz (Gassmann u.a. 2004: 76; Greb 2000: 31). Die Verlängerung der Entwicklungszeiten bedeutet für die Pharmaunternehmen eine abnehmende Patentnutzungsdauer, da sie die jeweiligen Stoffe schon in einem relativ frühen Stadium des FuE-Prozesses patentieren lassen müssen.

Stimmt die These von McKelvey und Orsenigo, dass die striktere Regelung der Zulassungsverfahren letztlich eine schärfere Auslese zugunsten der wirklich innovativen Unternehmen mit sich gebracht hat, so könnte eine Lockerung der Anforderungen in den Zulassungsverfahren nicht nur für die Verbraucher fatal sein, sondern sich auch negativ auf die Innovativität der Branche auswirken. In diesem Zusammenhang ist der Wettbewerb zwischen den verschiedenen Arznei-

mittelzulassungsbehörden in der EU, der sich mit der europäischen Integration entwickelt hat, durchaus kritisch zu sehen. In der EG wurde 1975 eine Prozedur für die gegenseitige Anerkennung von Arzneimittelzulassungen eingeführt. 1995 wurde eine Regelung verabschiedet, die vorsieht, dass jedes in einem EU-Land neu zugelassene Medikament automatisch auch in den anderen EU-Ländern zugelassen wird. Gleichzeitig wurde ein zentrales Zulassungsverfahren auf der EU-Ebene – parallel zu den weiter bestehenden nationalen Zulassungsverfahren – etabliert, für das die *European Medicines Evaluation Agency* (EMA) in London zuständig ist. Der EMA fehlt im Gegensatz zur FDA allerdings die Durchsetzungsmacht, die auf der nationalen Ebene bzw. bei der EU-Kommission verbleibt. Die EMA hat eher eine koordinierende Funktion und greift auf die Wissensbestände der nationalen Apparate zurück. Im Prinzip wurde durch diese neuen Regelungen auf der EU-Ebene eine Regimekonkurrenz sowohl zwischen den nationalen Zulassungsbehörden als auch zwischen den nationalen Zulassungsbehörden und der EMA installiert, so dass sich die Pharmaunternehmen nun aussuchen können, welche Behörde ihren Interessen am ehesten entgegenkommt (McKelvey/Orsenigo 2001: 45f.). Die forschenden Pharmaunternehmen haben natürlich das Interesse, ihre Patentschutzdauer zu verlängern – und insofern auch das Interesse an einer Verkürzung der Zulassungsverfahren und an einer Lockerung der Anforderungen.

Dass die Zulassungsbehörden nicht frei vom Druck der Unternehmen agieren, zeigte z.B. ein Korruptionsskandal 1988/89, in den die FDA verwickelt war und dem eine öffentliche Debatte über die Rolle der Zulassungsbehörde folgte. Der Chef der FDA wird vom Präsidenten ernannt, wobei seit 1989 die Zustimmung des Senats erforderlich ist (McKelvey/Orsenigo 2001: 46). Seit November 2002 ist Mark B. McClellan der neue Chef der FDA. Er verfolgt das Ziel, die Arzneimittelentwicklung und die Zulassungsverfahren zu beschleunigen, um die Kosten zu senken. Dabei soll auch explizit ein höheres Risiko für Patienten in Kauf genommen werden, indem z.B. bestimmte notwendige Tests im Hinblick auf Nebenwirkungen usw. auf die Phase *nach* der Zulassung verschoben werden. Die Zulassungsstandards werden offenbar gelockert. Inzwischen wurde bereits Iressa, ein Krebsmedikament zugelassen, das nur bei 10 % der Patienten gewirkt hatte. Ebenso wurde Fabrazyme zugelassen, ein Medikament, das die FDA zuvor zweimal abgelehnt hatte (vgl. Carey 2003: 35f.).

Der Druck der Pharmaindustrie hinsichtlich einer Verkürzung der Arzneimittelzulassungsverfahren scheint auch in Deutschland wirksam zu werden. Am 15.3.2004 wurde der Präsident des für die Arzneimittelkontrolle zuständigen

Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM), Prof. Harald Schweim, zwangsversetzt. Als Vorlage für die Abberufung diente ein Gutachten einer vom Gesundheitsministerium eingesetzten Kommission »Organisationsstrukturen und Verfahrensabläufe des BfArM«. Laut Kommissionsbericht muss die Behörde zum Dienstleister der Pharmaindustrie werden. Die Arzneimittelzulassung wird als Wettbewerbs- und Standortfaktor gesehen, das BfArM selbst als ein Wettbewerber neben anderen Zulassungsbehörden. Der Kommissionsbericht verweist auf die kürzeren Zulassungszeiten bei der FDA. Allerdings wurden diese offenbar durch weniger Arzneimittelsicherheit erkauft, denn seither mussten vermehrt bereits zugelassene Mittel wieder vom Markt genommen oder in ihrer Anwendung drastisch beschränkt werden. Interessenorganisationen der Verbraucher, deren Schutz das BfArM dienen sollte, waren in der Kommission nicht vertreten. Überhaupt spielt die Qualität der Zulassungsentscheidungen in dem Kommissionsbericht keine Rolle, es geht lediglich um die Verkürzung der Zulassungsverfahren. Dabei wurde vor allem auf die Meinungen der »Task Force zur Stärkung des Standorts für die pharmazeutische Industrie« zurückgegriffen, in der Vertreter der Pharmaindustrie, der Verwaltung und der IG BCE beraten, wie die Wettbewerbsbedingungen im Sinne der in Deutschland tätigen Pharmaunternehmen verbessert werden können (vgl. Task Force 2004). Der Kommissionsbericht empfiehlt, die Aufgaben des BfArM zwei anderen Instituten, dem Paul-Ehrlich-Institut (PEI) und dem Deutschen Institut für medizinische Information und Statistik (DIMDI) zu übertragen. Deren Chefs saßen in der Kommission. Schweim wollte sich der Ministerin offenbar nicht fügen (Gefahr für Arzneimittelsicherheit. Schmidt setzt Präsidenten der Zulassungsbehörde ab. In: Pharma-Brief, Rundbrief der BUKO Pharma-Kampagne, Nr. 2-3, März-April 2004: 1-2).

### **2.3.6 »Kostendämpfung« im Gesundheitswesen – Veränderungen in der Regulation der Nachfrage**

Die Bemühungen um eine »Kostendämpfung« im Gesundheitswesen seit den 1970er Jahren haben die Innovationsprozesse in der Pharmaindustrie stark beeinflusst. Die Kostensenkungsbemühungen nahmen entsprechend der unterschiedlichen Struktur des jeweiligen nationalen Gesundheitswesens sehr unterschiedliche Formen an.

In den USA wurde über Preiskontrollen seit Ende der 1950er Jahre diskutiert, staatliche Regelungen konnten jedoch nicht durchgesetzt werden. Ein funktionales Äquivalent zu den Preiskontrollen in vielen europäischen Ländern

entwickelte sich allerdings mit der Entstehung der überwiegend privaten *Health Management Organizations* (HMOs), *Preferred Providers Organizations* (PPOs) und *Pharmaceutical Benefit Management*-Unternehmen (PBMs), die unter dem Oberbegriff *Managed-Care*-Organisationen zusammengefasst werden. Sie treten auf der Nachfrageseite den Pharmaunternehmen gegenüber und üben Druck auf die Arzneimittelpreise aus. Auch die stärkere Nutzung von Generika in den USA ist nicht zuletzt auf sie zurückzuführen (McKelvey/Orsenigo 2001: 49). Mit dem Waxman-Hatch-Act wurden 1984 die Sicherheitskontrollbestimmungen für Generika abgesenkt, und es wurde Apothekern erlaubt, Generika anstelle von ärztlich verschriebenen Markenprodukten zu verkaufen. Die Verbreitung von *Managed Care*-Organisationen hat als Gegenreaktion auf Seiten der Pharmaindustrie Prozesse der vertikalen Integration angestoßen, d.h. Pharmaunternehmen haben PBMs gekauft. Merck kaufte 1993 Medco Containment (allerdings wurde das Unternehmen kürzlich wieder abgestoßen), SmithKline kaufte 1994 Diversified Pharmaceutical Services (ebd.: 50).

Deutschland war laut McKelvey und Orsenigo (2001: 48) das Land mit den höchsten Arzneimittelpreisen in Europa, zugleich aber auch das erste Land, in dem die Substitution von Markenmedikamenten durch Generika politisch gefördert wurde, so dass Generika hier inzwischen vergleichsweise weit verbreitet sind. In Deutschland wurde auf verschiedene Weise versucht, die Arzneimittelausgaben zu senken, doch kein Weg wurde konsequent verfolgt. Dies hängt an dem starken Einfluss der Pharmaindustrie und vor allem der Hersteller patentgeschützter Medikamente auf die jeweiligen Regierungen. Macmillan und Turner attestierten der deutschen Regierung schon 1987 in dieser Hinsicht »Immobilismus«. Auch die Ablösung der christdemokratisch-liberalen Regierung durch eine rot-grüne hat daran nicht viel geändert. Im EU-Vergleich blieben die Arzneimittelpreise in Deutschland höher als in den Ländern, die an Preiskontrollen festhielten (vgl. Jacobzone 2000).

Während die »Gesundheitsreformen« der 1990er Jahre einerseits dazu führten, dass im Rahmen der GKV Festbetragsregelungen für die Erstattung von Arzneimittelkosten erlassen wurden, wurden andererseits patentgeschützte Medikamente von diesen Festbetragsregelungen ausgenommen. Die Hersteller patentgeschützter Medikamente konnten erfolgreich ihre Argumentation durchsetzen, dass Eingriffe in die Preisbildung bei patentgeschützten Medikamenten Innovationen behindern würden. Mit der neuesten »Gesundheitsreform« von 2003 ist nun jedoch eine weitere Spezifizierung der Innovativität von Medikamenten im Sinne der oben

erwähnten Unterscheidungen vorgesehen. Demnach sollen künftig nur noch neue Medikamente, die tatsächlich einen therapeutischen Fortschritt bedeuten, von den Festbetragsregelungen ausgenommen werden. Analogpräparate werden demnach der Festbetragsregelung unterliegen. Nicht mehr jedes patentgeschützte Medikament gilt dann automatisch als innovatives Medikament. Derartige Regulierungen wirken sich unmittelbar auf den Pharmamarkt aus. Das Beispiel zeigt nachdrücklich, wie problematisch und umstritten der Innovationsbegriff ist.

Durch den politischen Druck zur Kostendämpfung im Gesundheitswesen ist innerhalb der Pharmaindustrie ein Interessensgegensatz zwischen den großen Pharmaunternehmen, die ihre Gewinne hauptsächlich mit patentgeschützten Arzneimitteln erzielen, und der Masse der kleineren und mittleren (teilweise aber auch großen) Pharmaunternehmen, die nicht über patentgeschützte Medikamente verfügen, hervorgetreten. Der Anteil der Generika am gesamten Arzneimittelmarkt wächst aufgrund der Kostendämpfungsmaßnahmen, aber auch aufgrund der Ausdehnung des Handels mit nicht verschreibungspflichtigen Medikamenten (*Over the Counter*-Markt, abgekürzt OTC-Markt). Auf Generika entfallen inzwischen etwa 50 % des gesamten Arzneimittelumsatzes (Gassmann u.a. 2004: 16). Jedoch ist dieses Geschäft weniger profitabel. Allein der Umsatz von Pfizer mit verschreibungspflichtigen Medikamenten war im Jahr 2001 mit 26,3 Mrd. US-Dollar nach Angaben von Standard & Poor's fast fünfmal so groß wie der Umsatz der elf größten Generikahersteller zusammengenommen (ebd.: 16; Saftlas 2001).

In Deutschland hat der Interessensgegensatz zwischen den Herstellern patentgeschützter Medikamente und den Generikaherstellern seinen Ausdruck nicht zuletzt in der Neugründung des Verbandes forschender Arzneimittelhersteller (VFA) 1993 gefunden. In ihm sind 44 Unternehmen (überwiegend die großen Pharmakonzerne sowie einige kleinere Gentechnikunternehmen) organisiert, auf die etwa zwei Drittel des gesamten Pharmaumsatzes und 73 % der Beschäftigten der Pharmaindustrie in Deutschland entfallen. Der VFA vertritt vorwiegend die Interessen der Hersteller patentgeschützter Medikamente. Demgegenüber sind im Bundesverband der pharmazeutischen Industrie (BPI) über 500 Unternehmen organisiert, wobei hier der Einfluss von kleinen und mittleren Unternehmen sowie Generikaherstellern stärker ist.

Die Auswirkungen der Kostendämpfungsbemühungen auf die Arzneimittelpreise und auf die Innovativität von Pharmaunternehmen sind umstritten. In globaler Sicht deutet jedoch insgesamt wenig darauf hin, dass die Kostendämpfungsbemühungen die Profitabilität und damit die Investitionskapazität von Phar-

maunternahmen bisher wesentlich beeinträchtigt hätten. Allerdings ist die effektive Arzneimittelnachfrage in den USA schneller angewachsen als in Europa, was durchaus Konsequenzen für die regionalen Industrien hat (vgl. McKelvey/Orsenigo 2001: 51f.). Ungeachtet des allgemeinen Kostensenkungsdrucks liegen die Preise für verschreibungspflichtige Medikamente in den meisten europäischen Ländern 30-50 % unter den Preisen in den USA (Gassmann u.a. 2004: 16). Zusammen mit der Einwohnerzahl und den Konsummustern ergibt sich daraus, dass die USA der weitaus größte Pharmamarkt der Welt sind. Wenn es einen »lead market«<sup>7</sup> in der Pharmaindustrie gibt, so sind es schon aus diesem Grund die USA.

### 2.3.7 Fusionen und Übernahmen

Seit den frühen 1980er Jahren ist die Entwicklung der Pharmaindustrie durch eine Welle von Fusionen und Übernahmen gekennzeichnet, die auf allen Ebenen – d.h. zwischen den neuen Biotech-Firmen, zwischen den großen Pharmafirmen sowie zwischen den etablierten Unternehmen und den *Start-ups* stattfinden. Dafür gibt es unterschiedliche Gründe. Erstens implizieren die steigenden Kosten für FuE und Marketing, dass größere Märkte notwendig sind, um eine Kostendeckung zu erlangen. Die hohen Kosten für die Einführung neuer Medikamente können nur von sehr großen Unternehmen getragen werden. Zweitens erfolgen Fusionen und Übernahmen mit dem Ziel, die eigenen FuE-Kompetenzen oder das eigene Produktportfolio zu ergänzen und *economies of scope* auszunutzen. Drittens werden Fusionen und Übernahmen durch eine nachlassende Wettbewerbsfähigkeit, eine Erschöpfung der Produktpipeline und das Auslaufen wichtiger Patente angestoßen. Viertens zielen Fusionen und Übernahmen auf die Eliminierung von Wettbewerbern. Fünftens erfolgen sie in vertikaler Richtung *downstream*, d.h. Distributionsunternehmen werden übernommen. Sechstens übernehmen Großunternehmen Generikaproduzenten, um Konkurrenz für ihre Markenprodukte auszuschalten oder um eine Strategie der Marktsegmentierung zu verfolgen, indem sie sowohl

7 Zum Konzept des *lead market* vgl. Beise 2004. Das Konzept geht auf das Konzept des *lead user*, des führenden Kunden oder Anwenders, zurück, das von Hippel (1988) in die innovationstheoretische Diskussion eingeführt hat. Demnach sind innovative Unternehmen gezwungen eng mit den führenden Kunden zusammenzuarbeiten, da diese Kunden früher auf Marktveränderungen reagieren oder diese selbst vorantreiben. Das Konzept spiegelt in gewisser Weise das stärkere Gewicht der Marktökonomie gegenüber der Produktionsökonomie wider, seitdem der Fordismus in die Krise geraten ist. *Lead users* in der Pharmaindustrie wären z.B. die international führenden Universitätskliniken in den USA (vgl. Greb 2000: 72).

teure Markenprodukte als auch billige Nachahmerprodukte anbieten (McKelvey/Orsenigo 2001: 35f.).

**Tabelle 2: Entwicklung des Konzentrationsgrades in der Pharmaindustrie**

	1983	1988	1992	1995
Umsatz in Mrd. US\$	86,7	156,6	229,9	250,0
Anteil der 10 führenden Unternehmen in %	23,0	22,4	25,4	31,0
Anteil der 20 führenden Unternehmen in %	36,6	37,7	41,6	49,6

Quelle: Matraves (1998: 28)

Trotz der Vielzahl der Fusionen und Übernahmen gilt die Pharmaindustrie im Vergleich zu anderen Branchen immer noch als eher wenig konzentriert. Die bloße Betrachtung der Marktanteile führender Pharmaunternehmen am gesamten Pharmamarkt trägt jedoch. Der Konzentrationsgrad liegt bei einzelnen Produkten bzw. Indikationsgebieten erheblich höher. Hier spielt auch der Patentschutz, durch den temporäre Monopole geschaffen bzw. abgesichert werden, eine zentrale Rolle.

Monopole bei einzelnen Produkten oder Indikationsgebieten sind freilich in der Regel nicht von Dauer. Dies hängt nicht nur mit der zeitlichen Begrenzung des Patentschutzes und der zunehmenden Generikakonkurrenz nach seinem Auslaufen zusammen, sondern auch mit den Umgehungsstrategien von Konkurrenten, die darauf zielen, ähnliche oder geringfügig verbesserte Medikamente auf den Markt zu bringen. Die Konkurrenzverhältnisse bei den einzelnen Indikationsgebieten sind typischerweise durch kleine Oligopole gekennzeichnet (vgl. Greb 2000: 31f.).

Die Fusionen und Übernahmen der letzten Jahrzehnte haben dazu geführt, dass die Mehrzahl der größten Pharmaunternehmen aus den USA stammt (vgl. Tabelle 3).

Fusionen und Übernahmen sind für den Innovationsprozess zum einen insofern relevant, als sie in der Regel zu einer Relokalisierung von FuE führen. Zum anderen sind die Auswirkungen der Megafusionen auf die Produktivität interessant. Gruppiert man die 10 führenden Unternehmen in solche, die an Megafusionen beteiligt waren bzw. aus ihnen hervorgingen (Pfizer, GlaxoSmithKline, Bristol-Myers Squibb, Aventis, Novartis, Pharmacia), und solche, die nicht beteiligt waren (Merck, Johnson & Johnson, Eli Lilly, Roche), so zeigt sich, dass die fusionierenden oder fusionierten Unternehmen zwischen 1995 und 2002 im Durchschnitt 2,8 % ihres weltweiten Marktanteils im Bereich verschreibungs-

pflichtiger Medikamente verloren haben, während die nicht fusionierenden bzw. fusionierten Unternehmen 10 % Marktanteil gewonnen haben. Die fusionierten Unternehmen wiesen in den drei Jahren nach der Fusion zumeist auch eine geringere Produktivität in FuE auf, sie produzierten weniger NCEs als in den drei Jahren vor der Fusion (Gassmann u.a. 2004: 12).

**Tabelle 3: Die größten Pharmaunternehmen der Welt im Jahr 2001**

Rang	Unternehmen	Land	Umsatz mit verschreibungs-pflichtigen Medikamenten zu Herstellerpreisen in Mrd. US\$	Marktanteil
1	Pfizer	USA	26,3	7,5
2	GlaxoSmithKline	UK	24,6	7,0
3	Merck	USA	18,6	5,3
4	AstraZeneca	UK	16,1	4,6
5	Johnson&Johnson	USA	15,6	4,4
6	Bristol-Myers Squibb	USA	15,0	4,3
7	Novartis	CH	14,1	4,0
8	Aventis	F	12,2	3,5
9	Pharmacia	USA	11,9	3,4
10	Abbott	USA	10,8	3,1
11	American Home Products	USA	10,7	3,1
12	Eli Lilly	USA	10,2	2,9
13	Roche	CH	9,7	2,8
14	Schering Plough	USA	8,3	2,4
15	Takeda	J	6,3	1,8

Quelle: Gassmann u.a. (2004: 11)

### **2.3.8 Erhöhter Kosten-, Zeit- und Risikodruck im Innovationsprozess**

Constanze Kurz kommt auf der Basis einer empirischen Untersuchung in der pharmazeutischen Industrie zu dem Ergebnis, dass die Innovationsprozesse einem erhöhten Kosten-, Zeit- und Risikodruck unterliegen (vgl. Kurz 2002: 607f.).

Mit dem Trend zur Einführung marktförmiger, dezentraler Steuerungsprinzipien, zur Abflachung der Hierarchien und zur Projektorganisation sei verbunden, dass »alle Prozesse und Projektgruppen in bislang nicht gekannter Härte mit Fragen der Kostenökonomie von Innovationen, mit marktlich orientierten Effizienz- und Effektivitätszielen konfrontiert« seien (ebd.). »Der Forschungs- und Produktentwicklungsprozess ist auf allen Stufen der Wertschöpfung (Forschung, Entwicklung, Produktion, Vertrieb) von der kurz getakteten und systematischen Prüfung der Einhaltung von Zeitvorgaben, Qualitätskriterien, Kosten und qualitativen Entwicklungszielen (Effizienz und Effektivität) bestimmt. Das bedeutet, dass für jedes Projekt die erforderlichen Ressourcen fixiert sind (Wie viel Man-Power wird bis zu welchem Meilenstein in den Entwicklungsprozess gesteckt?) und der Zeithorizont definiert wird (Wann soll das Projekt ‚gelauncht‘ werden?). Vor allem aber ist mit dem Produkt- bereits der Marktentwurf vorzulegen. Von daher zählt sowohl für die Entscheidung, ein neues Produkt in die Entwicklung zu geben, als auch für die Bestimmung von Projektprioritäten (Wird das Projekt gekillt oder weitergeführt?) nicht allein der Nachweis der ‚technischen‘ Neuheit, sondern der der Marktauglichkeit. (...) Marktfaktoren und darin eingebettet der Faktor Zeit sind zu einer zentralen Strukturierungsgröße des Forschungs-, Entwicklungs- wie des Arbeitsprozesses insgesamt geworden. In diesem Zusammenhang hat der Einfluss von Controlling- und Marketingabteilungen auf das ‚Was‘ der Innovationen erheblich zugenommen. (...) Und gewachsen ist schließlich auch die Konkurrenz zwischen den Projektgruppen um die Zuteilung von Ressourcen. Hierin wird nicht nur ein Bruch mit der bisherigen Praxis, sondern auch ein grundlegendes Problem der Steuerung von Innovationsprozessen sichtbar: Zum einen versuchen die Unternehmen auf Basis marktbezogener Maßstäbe, die Realisierung einer Innovation zeitgenauer, kostengünstiger und kundenfreundlicher zu erreichen. Stehen diese Aktivitäten für die Überzeugung, dass Innovationen durch systematischere Aktivitäten förderbar sind, steht zum anderen außer Frage, dass Innovationen auf Zufällen und Glück beruhen und sich in Umgebungen ereignen, »die eher durch Forschungsfreiheit als durch Planung und Zwang charakterisiert sind« (Kurz 2002: 608).

Die auf Öffnung der starren funktionalen und fachlichen Grenzen, Selbstorganisation und erweiterte Entscheidungsbefugnisse der Projektgruppen hin angelegte Projektorganisation stößt also nach wie vor auf eine vertikale, hierarchische Entscheidungsstruktur, deren *modus operandi* sich lediglich geändert hat. »In einem internen Benchmarking werden die Kriterien für Projektstarts festgelegt, und hier

müssen sich die Einzelprojekte bewähren. Um auf Projektebene die effizientesten und erfolgversprechendsten Ansätze so früh wie möglich herauszufiltern, sind die Gruppen in ein kurzgetaktetes und systematisches Monitoring und Tracking von Zeitvorgaben, Qualitätskriterien und Kosten eingebettet. Die Anbindung an die unternehmensinterne Kostenökonomie ist damit wesentlich direkter als in der alten Organisationsform.« (Briken/Kurz 2005: 72)

Es könnte sein, dass Unternehmen wie Hoechst die Ökonomisierung des Forschungsprozesses überzogen haben (s.u.). Grebs Fallstudie zur Entwicklung eines neuen Kontrastmittels für die Magnetresonanztomographie bei Schering zeigt, dass das innovative Produkt vielleicht nie entwickelt worden wäre, wenn das Management ernsthaft eine strikte Quantifizierung der Markterwartungen zu Grunde gelegt hätte und nicht bereit gewesen wäre, ein hohes Risiko einzugehen. Der Erfolg von Schering im Bereich der Röntgenkontrastmittel verweist auf ganz andere Faktoren erfolgreicher Innovationsprozesse, die durchaus im Widerspruch zu dem controlling- und marketingbestimmten Projektmanagement stehen: Die Bedeutung historisch erworbener Kompetenzen und Kooperationsbeziehungen sowie die Bedeutung der möglichst vollständigen Abdeckung einer Marktnische – ungeachtet eines »reifen« oder phasenweise schrumpfenden Marktes (vgl. Greb 2000: 133-143).

## **2.4 Niedergang der deutschen bzw. europäischen Pharmaindustrie?**

Es besteht weithin Konsens in der Diagnose, dass die europäische Pharmaindustrie gegenüber der US-amerikanischen seit den 1980er Jahren an Wettbewerbsfähigkeit verloren hat. Gelegentlich wird dies darauf zurückgeführt, dass sich die Biotechnologie in Europa nicht in der gleichen Weise bzw. nur verspätet entwickeln konnte. Das unterschiedliche Markt- bzw. Nachfragewachstum, das mit der unterschiedlichen Regulation in den jeweiligen Regionen zusammenhängt, dürfte jedoch mindestens ebenso bedeutsam sein (s.o.). Die Situation in Europa ist gleichzeitig differenziert zu betrachten, die Pharmaindustrie in Großbritannien, Frankreich, Schweden, Dänemark und Irland hat sich positiv entwickelt, während die deutsche und italienische Pharmaindustrie an Wettbewerbsfähigkeit verloren haben. Dabei kommen ganz unterschiedliche Faktoren zum Tragen, in Irland etwa eine Gesetzgebung, die auf die Anziehung von ausländischen Unternehmen durch

günstige Investitionsbedingungen, niedrige Steuern und eine geringe Regulierung ausgerichtet ist, in Frankreich eine Politik der Förderung von »National Champions«, die weitgehend über staatliche (Forschungs-)Ressourcen verfügen können (vgl. McKelvey/Orsenigo 2001: 52, 59).

Die absolute Größe des US-amerikanischen Forschungssystems und seine größere Integration im Vergleich zu den national fragmentierten europäischen Systemen stellen einen entscheidenden Vorteil der Pharmastandorts USA dar. Die Bildung von *Start-up*-Unternehmen korreliert stark mit der Stärke von Universitäten und Forschungsinstituten in den einschlägigen Disziplinen (vgl. Zucker/Darby/Brewer 1997). Nicht zuletzt aus diesem Grunde haben die großen europäischen Pharmaunternehmen zunehmend ihre eigene FuE in die USA verlagert.

Im Hinblick auf die Frage des Niedergangs der deutschen bzw. europäischen Pharmaindustrie werden im Folgenden zunächst die Verteilung der Patentaktivität nach Ländern, die FuE-Intensität und der FuE-Output pharmazeutischer Großunternehmen aus verschiedenen Ländern verglichen. Dann wird die Internationalisierung der FuE bzw. die Standortwahl dieser Unternehmen näher beleuchtet. Schließlich wird der Strategie- und Strukturwandel der deutschen pharmazeutischen Großunternehmen thematisiert.

### **2.4.1 Vergleich der FuE-Intensität, der Patentaktivität und des FuE-Outputs**

Vergleicht man die Innovationsaktivitäten der Pharmaindustrien verschiedener Länder, so fällt zunächst auf, dass der Anteil der Beschäftigten in Forschung und Entwicklung in Deutschland vergleichsweise gering ist. In den Jahren 1998/99 arbeiteten in Großbritannien 35 % der Beschäftigten der Pharmaindustrie in der FuE, in Schweden 32 %, in den Niederlanden und in den USA jeweils 27 %, während es in Deutschland bei den VFA-Mitgliedsunternehmen nur 19 % waren (Boston Consulting Group 2001: 14).

Die pharmazeutischen FuE-Ausgaben wuchsen gemessen in Kaufkraftparitäten von 1980 bis 1997 in den USA und in Großbritannien pro Jahr um durchschnittlich 12 %, in Japan und Frankreich um 10 %, in Deutschland dagegen nur um 6 % (Gaisser u.a. 2005, 119). Von 1998 bis 2001 wuchsen die pharmazeutischen FuE-Ausgaben in den USA um 11,8 %, bei den VFA-Mitgliedsunternehmen in Deutschland dagegen nur um 8,7 %, d.h. der Abstand zu den USA vergrößerte sich weiter (Gaisser u.a. 2005: 120).

Reger u.a. (1999) haben die Verteilung der Patentaktivität in der Pharmaindustrie nach Ländern anhand der Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt (EPA) für die Zeiträume 1983-86, 1987-90 und 1991-94 untersucht. 47 % aller Patentanmeldungen beim EPA kamen im Zeitraum 1991-94 aus den USA (Erfindersadresse, d.h. einschließlich der Patentanmeldungen US-amerikanischer Tochtergesellschaften nichtamerikanischer Konzerne), gefolgt von Japan mit 12 % und Deutschland mit 9 %. Aus der EU kamen insgesamt lediglich ein Drittel der Patentanmeldungen. Auch das relative Gewicht der Erfindungen im Pharmabereich in den USA war deutlich überproportional, und zwar konstant über die verschiedenen Untersuchungszeiträume (d.h. zwischen 1983 und 1994). Die USA konnten in diesem Zeitraum ihre Spezialisierung im Pharmabereich wahren, obwohl andere Länder, insbesondere Großbritannien und Kanada, deutlich aufgeholt haben. Die Patentaktivitäten der EU-Länder im Pharmabereich waren unterdurchschnittlich, wobei der Spezialisierungsindex für Deutschland noch negativer als im EU-Durchschnitt war und sich im Laufe der Zeit weiter verschlechtert hatte (ebd.: 15ff.).

In der Untersuchung der Patentaktivitäten der Jahre 1993 bis 2001 von Gaisser u.a. (2005: 51ff.) stellt sich die Position Deutschlands allerdings weniger negativ dar. In diesem Zeitraum wies das pharmazeutische Patentaufkommen in Deutschland höhere Wachstumsraten als in den USA, in Japan, Großbritannien, Frankreich und Schweden auf. Bezieht man die Patentaktivität allerdings auf die Einwohnerzahl, so ist die Entwicklung in Deutschland weniger günstig als in kleineren Ländern wie Belgien oder den Niederlanden (ebd.: 58).

In mehreren Ländern war im Jahr 2001 gegenüber den Vorjahren eine rückläufige Patentaktivität zu verzeichnen, was vermutlich mit dem Börsencrash, der einsetzenden Konjunkturkrise und den veränderten Finanzierungsbedingungen der Unternehmen, insbesondere mit dem Einbruch der *Venture Capital*-Finanzierung zu tun hat.<sup>8</sup> In den USA war dieser Rückgang der Patentaktivität am stärksten ausgeprägt.

Interessanterweise hat die Bedeutung Europas in den letzten Jahren wieder zugenommen, wenn man die Anzahl der Substanzen in der präklinischen Testphase vergleicht (Gaisser u.a. 2005: 65): Hier stieg der Anteil Europas von 42 % im Jahr 1999 auf 60 % im Jahr 2003. Im Gegensatz zu der Zunahme von Substanzen in

8 Gaisser u.a. (2005) stellen diesen Zusammenhang bei ihrer Diskussion der Ursachen der rückläufigen Patentaktivität nicht her (vgl. ebd.: 56). Vgl. dazu aber Analyse der Innovationsbedingungen in einem finanzdominierten Akkumulationsregime von Christian Zeller (2003).

der präklinischen Entwicklung stagniert allerdings die Anzahl der Medikamente in der klinischen Entwicklung ebenso wie die Zahl der zugelassenen Medikamente (ebd.: 66). Andere Untersuchungen kommen auf der Grundlage einer anderen Datenbasis zu dem Ergebnis, dass die absolute Übermacht der USA nicht nur bei den Produkten in der klinischen Entwicklung, sondern auch in der vorklinischen Entwicklung weiter besteht (ebd.: 67).

Nicht nur die Entwicklung, auch die Ersteinführung neuer pharmazeutischer Wirkstoffe erfolgte in den 1990er Jahren zunehmend in den USA. Während die Anzahl der in der EU und in Japan entwickelten neuen Wirkstoffe zwischen 1988 und 2002 rückläufig war, nahm sie in den USA zu (Gaisser u.a. 2005: 64). Der Anteil Deutschlands an neu entwickelten Wirkstoffen schwankte in den 1990er Jahren zwischen 4,7 % und 12,5 % (ebd.: 65), der Anteil an der Ersteinführung neuer Wirkstoffe schwankte zwischen 2,1 % und 14,9 % (ebd.: 72). Eine klare Entwicklungstendenz ist hier nicht auszumachen.

#### **2.4.2 Die Internationalisierung der FuE in der Pharmaindustrie**

Der Internationalisierungsgrad der FuE variiert nicht nur nach Ländern, sondern auch nach Technologiefeldern bzw. Branchen. Je nach der verwendeten Einteilung der Technologiefelder und Branchen und nach der empirischen Untersuchungsbasis ergeben sich dabei unterschiedliche Rangfolgen der Internationalisierung. Der Internationalisierungsgrad der FuE (gemessen als prozentualer Anteil der ausländischen FuE-Ausgaben an den gesamten FuE-Ausgaben eines Unternehmens) variiert aber auch innerhalb der jeweiligen Branchen stark (stärker als die FuE-Intensität; vgl. Gassmann u.a. 2004: 99). Eine frühzeitige und starke Internationalisierung der FuE zeigt sich vor allem bei Konzernen aus kleinen westeuropäischen Ländern wie der Schweiz, den Niederlanden, Belgien oder Schweden, die sich angesichts ihrer beschränkten Heimatmärkte auch in anderen Bereichen schon früh und stark internationalisierten. Auch große grenzüberschreitende Fusionen haben zu hohen Internationalisierungsgraden bei der FuE geführt. Japanische Firmen weisen in der FuE im Vergleich zu den Unternehmen der anderen Triade-Regionen die geringste Internationalisierung auf (Reger u.a. 1999: 3; Gassmann u.a. 2004: 98).

Ansonsten sind Haupttriebkkräfte der Internationalisierung von FuE die Aneignung von wissenschaftlich-technischen Kompetenzen und die Suche nach qualifiziertem wissenschaftlich-technischem Personal, sofern diese eher an anderen ausländischen Standorten vorhanden sind. In der Pharmaindustrie zählt z.B. sehr

stark die Nähe zu weltweit führenden Spitzenuniversitäten bzw. FuE-Clustern, wie sie sich vor allem in New Jersey, in der Region um Boston und in Kalifornien gebildet haben. Ferner ist die Nähe zu Märkten bzw. Kunden entscheidend. In den USA fällt beides zusammen: Der größte Pharmamarkt und das größte wissenschaftliche Potential. 35 % aller FuE-Ausgaben ausländischer Unternehmen in den USA entfallen auf den Pharmabereich. Umgekehrt entfallen nur 21 % der FuE-Aufwendungen US-amerikanischer Unternehmen im Ausland auf die Pharmabranche (Reger u.a. 1999: 34). Effiziente Übergabeprozesse zwischen verschiedenen Funktionsbereichen der Unternehmen werden durch die räumliche Nähe erleichtert. Direkte Kostenvorteile, insbesondere die häufig öffentlich thematisierten Lohnkosten beeinflussen die Internationalisierung der FuE bisher kaum. Bedeutendere Faktoren sind die gesellschaftliche Akzeptanz neuer Technologien, verfügbare Testpersonen für klinische Studien<sup>9</sup> oder die zügige Arbeit von Arzneimittelzulassungsbehörden (vgl. Gassmann u.a. 2004: 100).

Die gegenwärtige Phase der Internationalisierung der FuE ist, wie Regier u.a. (1999: 2) feststellen, gleichzeitig mit einer starken Konzentration der FuE-Standorte verbunden: »Die führenden FuE-treibenden internationalen Unternehmen verfolgen die Strategie, mit FuE dort präsent zu sein, wo in ihrem Produktsegment bzw. Technologiefeld die weltweit besten Bedingungen für Innovation und Wissensgenerierung erfüllt sind. Die Technologien, die einen hohen Einfluss auf Markterfolg und Differenzierung gegenüber Konkurrenten sowie eine breite potentielle Anwendung in vielen Produkten des Konzerns besitzen, wurden in der Vergangenheit vorzugsweise am Stammsitz und in der Nähe des *Headquarters* gehalten. Obwohl viele internationalen Unternehmen noch immer diese Strategie verfolgen, zeigt eine Studie in 21 multinationalen Firmen, dass Umdenkungsprozesse im Gange sind (vgl. Gerybadze et al. 1997): Die zunehmende Internationalisierung von Forschung und Produktentwicklung wird mit einer selektiven Auswahl von wenigen FuE-Standorten und der Konzentration der Innovationsaktivitäten auf wenige Spitzenzentren verbunden. Innerhalb der Unternehmen erfolgt eine Festlegung auf möglichst nur ein weltweites Kompetenzzentrum pro Produktgruppe oder Technologiefeld. Die anhaltende Internationalisierung ist folglich gleichzeitig mit einer Fokussierung und strategischen Schwerpunktsetzung

9 Die Zahl der durchschnittlich notwendigen Testpersonen in der klinischen Entwicklung ist von 1.500 in den späten 1970er Jahren auf 4.500 Mitte der 1990er Jahre angestiegen. Die Zahl der Testpersonen hängt stark von der konkreten Krankheit und den notwendigen Tests ab (vgl. Gassmann u.a. 2004: 3).

der Technologiegenerierung verbunden. Oft siedeln mehrere Unternehmen ihre Kompetenzzentren in derselben Region an, die etwa durch führende Forschung oder dynamische Märkte bereits die Aufmerksamkeit von Wissenschaftlern und Top-Managern auf sich gezogen hat. Vor dem Hintergrund der Herausbildung dieser regionalen Agglomerationszentren dürfte der Wettbewerb zwischen den regionalen bzw. nationalen Innovationszentren daher zunehmen.«

In einer Analyse der Patentanmeldungen von jeweils 16 multinationalen Unternehmen in den Bereichen Pharmazie, Halbleitertechnik und Telekommunikationstechnik beim EPA für die Zeiträume 1983-86, 1987-90 und 1991-94 kommen Reger u.a. (1999) zu dem Ergebnis, dass die Internationalisierung von FuE in der Pharmazie vergleichsweise am weitesten fortgeschritten ist (ebd.: 37-42). Die Boston Consulting Group identifizierte in ihrer Studie (2001: 22) weltweit insgesamt 130 Forschungsstätten der 30 umsatzstärksten globalen Pharmaunternehmen des Jahres 2000. Von diesen befanden sich 52 in den USA, 16 in Großbritannien und nur 10 in Deutschland.

Greb (2000) stellt in seiner Untersuchung der Entwicklung der FuE von Hoechst, Bayer, BASF und Schering von 1984 bis 1997 fest, dass es mit zunehmender Internationalisierung der Unternehmen in der chemisch-pharmazeutischen Industrie auch zu einer Internationalisierung von FuE und zu einer Zunahme global verteilter Kompetenzzentren kommt, während jedoch die höchste Produktivität bei einer weitgehend zentral organisierten FuE erreicht werde. Das Gewicht der FuE verlagert sich von der Zentrale zu den marktnahen Geschäftsbereichen. Sie ist nicht mehr so sehr angebotsgetrieben als vielmehr nachfragegetrieben. Die Mittel für die zentrale Forschung stagnieren. Die Finanzierung der verbliebenen Zentralforschung erfolgt über eine Konzernumlage oder über Aufträge der Geschäftsbereiche. Kompetenzzentren werden dort angesiedelt, wo die zentralen Wissensquellen zu finden sind, d.h. für den Pharmabereich vor allem an der Ost- und Westküste der USA. Wenn die These stimmt, dass eine zentralisierte FuE höhere Produktivität hervorbringt, so heißt dies auch, dass europäische Unternehmen den US-amerikanischen Unternehmen unter den gegebenen Bedingungen strukturell unterlegen sind, da für letztere die zentralen Wissensquellen an ihren Heimatstandorten zu finden sind und nur sie eine zentralisierte FuE haben können.

»Die zunehmende globale Ausrichtung der Unternehmen und der verschärfte internationale Wettbewerb führen dazu, daß sich die Unternehmen der Chemischen Industrie in Europa und speziell in Deutschland auf ihre Kernbereiche und auf FuE-intensive Produkte mit einer hohen Wertschöpfung (Trend zur

Spezialisierung) konzentrieren. Diese Fokussierungsstrategien führen (...) zu Veränderungen in der Unternehmensorganisation und somit auch in der Organisation von FuE. Die Strategie der Konzentration auf Kernbereiche kommt organisatorisch in der Bildung sogenannter Business Units oder selbständiger Tochterunternehmen zum Ausdruck, die dazu führen, daß die Geschäftsbereiche innerhalb eines Konzerns unternehmerische Verantwortung übernehmen. Daraus scheint sich ein Widerspruch zu ergeben: Viele FuE-Einheiten werden anscheinend zunehmend dezentral geführt, während der globale Wettbewerb es erforderlich zu machen scheint, FuE-Einheiten immer stärker in ein strategisches, konzernübergreifendes Technologiemanagement einzubinden.« (Greb 2000: 1f.)

Greb vertritt die Hypothese, dass die Zentralforschung im Stammland des Unternehmens an Bedeutung verliert, während an ihre Stelle spezialisierte Kompetenzzentren treten, die jeweils für eine Produktgruppe oder ein Technologiefeld zuständig sind. »Obwohl diese Kompetenzzentren das gesamte Know-How eines Unternehmens in einem bestimmten Technologiefeld bündeln, ist nicht zu erwarten, daß sie ohne Einbindung in das unternehmensinterne FuE-System in der Lage sind, komplexe Innovationsprojekte, wie z.B. die Entwicklung neuer Medikamente, erfolgreich durchzuführen. Dazu dürften die heutigen Innovationen zu komplex sein.« (Greb 2000: 4) Die notwendige Zusammenarbeit von verschiedenen global verteilten FuE-Einheiten erfolge nun über Projekte und gesteuert durch das entsprechende Projektmanagement. Dabei führten die Projektstrukturen zu einer schwächeren organisatorischen Anbindung der ausländischen FuE-Einheiten an die Konzernmutter (ebd.).

Insgesamt kommt Greb (2000: 69ff.) zu dem Ergebnis, dass die europäischen Pharmaunternehmen vor allem in den USA neue FuE-Kapazitäten aufgebaut haben. Dies hat unterschiedliche Gründe (Größe des US-Marktes, hegemoniale Bedeutung der Arzneimittelzulassungsbehörde FDA, Abwesenheit von direkten Preiskontrollen, bereits existierende regionale Innovationscluster in den Regionen Boston, New Jersey und San Francisco, Existenz eines klaren rechtlichen Rahmens für die Entwicklung der Gentechnik bzw. eine der Gentechnik gegenüber weniger kritische Öffentlichkeit, Quantität und Qualität der Forschung). Die FuE-Niederlassungen europäischer Unternehmen in Japan dienen demgegenüber in erster Linie der Beobachtung der Entwicklungstrends in Japan bezüglich Forschung, Marktentwicklung und Regulierung. Es handelt sich eher um kleinere Einheiten, die oft auch nicht an spezifischen Indikationen arbeiten, sondern eher

allgemeinen Charakter haben (vgl. ebd.: 69, 74f.). »Die Unternehmen konzentrieren ihre FuE-Einheiten auf wenige Länder, die je nach Sparte entweder führend im Hinblick auf die Wissensgenerierung, die Lead-Kunden oder das Marktpotential sind« (ebd.: 76).

Inzwischen wird zwar in Deutschland versucht, Biotechnologiecluster nach dem Vorbild der USA gezielt zu fördern, doch es zeigt sich, dass die deutschen »Biotech-Regionen« nicht mit den Clustern in Massachusetts, New Jersey und Kalifornien mithalten können. Die deutschen Großunternehmen haben ihre eigenen FuE-Netze längst transatlantisch ausgerichtet (vgl. auch Zeller 2001). Im Übrigen ergeben sich die neuen Standortstrukturen hauptsächlich im Zuge von Fusionen und Übernahmen, und hier waren die deutschen Unternehmen der schwächere Part – es genügt, Boehringer Mannheim, Hoechst und Knoll zu erwähnen, die allesamt in die Hände ausländischer Eigentümer geraten sind.

#### **2.4.3 Der Strategie- und Strukturwandel der deutschen Großunternehmen in der chemisch-pharmazeutischen Industrie**

Obwohl die Produktivität der FuE stagniert, sind die weltweiten Umsätze der Pharmaindustrie von den 1970er Jahren bis 2002 jahresdurchschnittlich um 11,1 % gewachsen (Gassmann u.a. 2004: 5). Gleichzeitig erzielte die Branche überdurchschnittlich hohe Gewinne und stieg damit in der Gunst der Investoren. Aus dem Erfolg resultierte jedoch auch der Druck, auch in Zukunft einen entsprechenden *Shareholder Value* zu liefern. »As success raises stakeholders' expectations for further success, pharmaceutical companies are forced primarily by investors and management to at least maintain this growth rate for the foreseeable future. The winners in the pharmaceutical industry even have to exceed these growth expectations in order to deliver above-average returns to their shareholders.« (Ebd. 5)

In dem Maße, in dem US-amerikanische Unternehmen sich an die Spitze der Branchenentwicklung setzten, verstärkte sich der Anpassungs- und Restrukturierungsdruck bei den deutschen und europäischen chemisch-pharmazeutischen Großunternehmen. Aus der Sicht der Branchenbeobachter gingen eine stärkere Spezialisierung der US-amerikanischen Unternehmen auf den Pharma- oder *Life-Sciences*-Bereich, die Führung bei der Entwicklung und Umsetzung der Gentechnik und die Generierung eines überdurchschnittlich hohen *Shareholder Value* Hand in Hand. Infolgedessen war in den 1990er Jahren auch in Europa eine Aufspaltung traditioneller vertikal und horizontal integrierter Chemiekonzerne zu beobachten.

Dabei fand zunächst eine Konzentration auf die *Life Sciences* (Pharma + Agrochemie) einerseits und die Spezialchemie andererseits statt (vgl. Becker/Sablowski 1998; Becker 2001: 96ff.).

Als erstes europäisches Unternehmen gliederte die britische ICI 1993 die *Life-Sciences*-Sparten aus und brachte sie in das Unternehmen Zeneca, zunächst eine 100 %ige Tochter, ein. 1994 brachten Hoechst und Schering ihre Pflanzenschutzaktivitäten in das Joint Venture Hoechst Schering AgrEvo GmbH ein, damals mit einem Umsatz von 3 Mrd. DM und ca. 8000 Beschäftigten das weltweit größte Pflanzenschutzunternehmen nach Ciba Geigy. Schering hat sich auch von weiteren Chemie-Aktivitäten (Naturstoffchemie, Industriechemie, Galvanotechnik) getrennt und bezeichnet sich seit 1994 (wieder) als reines Pharmaunternehmen. Es folgte im Dezember 1996 die Fusion von Sandoz und Ciba Geigy zu Novartis. Novartis konzentrierte sich auf die *Life Sciences*-Sparten, während aus den Spezialchemie-Sparten der beiden fusionierenden Unternehmen später die Unternehmen Clariant und Ciba Spezialchemie wurden. 1997 wurde die Hoechst AG zu einer strategischen Managementholding umgebaut. Als Ziel wurde die Trennung von allen Chemie-Aktivitäten jenseits der *Life Sciences* bis 2000 formuliert. Die Fokussierung auf die *Life Sciences* wurde schließlich im Rahmen der Fusion von Hoechst und Rhône-Polenc zu Aventis, die 1999 eingeleitet wurde, abgeschlossen (vgl. Becker/Sablowski 1998; Becker 2001; zur Entwicklung von Hoechst vgl. ausführlich: Menz u.a. 1999).

Auch innerhalb der *Life Sciences*-Bereiche kam es zu einer stärkeren Konzentration auf Kernkompetenzen. Die erwarteten, auf der Gentechnologie basierenden Synergien zwischen dem Pharmabereich und der Agrochemie stellten sich nicht ein, so dass viele Unternehmen von dem *Life Sciences*-Konzept abrückten und sich entweder auf den Pharmabereich oder auf die Agrochemie spezialisierten.

Im Einzelnen lassen sich durchaus unterschiedliche Strategien bei der Restrukturierung der deutschen chemisch-pharmazeutischen Großunternehmen feststellen (vgl. Becker 2001; Kädtler 1999). Doch weder die radikale Fokussierung auf den Pharmabereich im Fall der Hoechst AG, die mit dem Streben nach Größenvorteilen und der forcierten Internationalisierung durch die Übernahme von bzw. Fusion mit anderen Großunternehmen verbunden war, noch die Strategie der Bayer AG, die an einer diversifizierten Konzernstruktur festhielt, konnten verhindern, dass diese beiden ehemals weltweit führenden Unternehmen im Ranking der globalen Pharmaunternehmen weiter zurückfielen. Durch die Fusion von Hoechst und Rhône-Poulenc, die Ansiedlung der Konzernzentrale von Aventis in Straßburg und

schließlich die Übernahme von Aventis durch Sanofi-Synthélabo hat die Hoechst AG als eigenständiges Unternehmen aufgehört zu existieren und ist nun zu einem untergeordneten Teil eines französischen Unternehmens geworden. Bayer ist hin und her gerissen zwischen gegensätzlichen strategischen Konzepten und durch Misserfolge und Skandale (Lipobay u.a.) schwer gebeutelt. Das Unternehmen hat im Pharmabereich glücklos die *Blockbuster*-Strategien führender angelsächsischer Pharmaunternehmen imitiert.

Zwei weitere große, diversifizierte Chemiekonzerne – BASF und Degussa – haben ihre früheren Expansionspläne im Pharmabereich aufgegeben und ihre Pharmatöchter Knoll und Asta Medica abgestoßen. Hintergrund war die Einschätzung, dass diese Pharmatöchter zu klein waren, um auf Dauer als forschende Pharmaunternehmen eigenständig existieren zu können. Gleichzeitig waren die Konzernmütter nicht bereit oder nicht in der Lage, angesichts der exorbitant hohen Aktienkurse gerade auch im Pharmabereich in den späten 1990er Jahren größere Pharmaunternehmen aufzukaufen. Im Falle der Degussa kam noch dazu, dass das Unternehmen im Laufe weniger Jahre mehrere Eigentümerwechsel durchmachte und insgesamt ein Spielball bei der strategischen Neuausrichtung ihrer Haupteigentümer – zunächst der Henkel AG und eines Konsortiums von Finanzunternehmen, dann der VEBA AG dann – nach der Fusion von VEBA und VIAG – der E.ON AG und schließlich der Ruhrkohle AG bzw. der Evonik AG – war (vgl. Becker 2001). Ein weiteres großes Pharma- und Diagnostikaunternehmen, Boehringer Mannheim, wurde von seinen Eigentümerfamilien, die das Interesse an der unternehmerischen Tätigkeit verloren hatten und »Kasse machen« wollten, an die schweizerische Roche AG verkauft.

Zu untersuchen wäre, inwieweit diese Eigentümerwechsel, Übernahmen und Fusionen jeweils mit Beschäftigungsabbau, rückläufiger Produktivität und einer Auflösung von Forschungs- und Produktionsstrukturen verbunden waren. Es ist keine abwegige, aber eine bisher nicht näher untersuchte Hypothese, dass die weit reichende und nicht zuletzt am Shareholder Value orientierte Umstrukturierung der deutschen chemisch-pharmazeutischen Großunternehmen gerade die Innovationsprobleme weiter verstärkte, auf die sie vermeintlich reagierte. Der Druck der Finanzmärkte, Eigentümerwechsel und die nicht enden wollenden Umstrukturierungen haben mit Sicherheit mehr Unruhe in die Unternehmen gebracht und das Personal möglicherweise von den eigentlichen Aufgaben abgehalten.

Es gibt jedoch auch Gegenbeispiele: Boehringer Ingelheim und Merck etwa haben ihre Selbständigkeit bewahrt, sich nicht an größeren Fusionen

beteiligt, auf Kontinuität gesetzt und sind damit außerordentlich erfolgreich. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass Boehringer Ingelheim und Merck noch fest in den Händen ihrer Eigentümerfamilien sind. Bei den Eigentümerfamilien und der Unternehmensleitung von Boehringer Ingelheim etwa wird der Druck der Finanzmärkte sehr negativ gesehen und auf die eigene Unabhängigkeit großer Wert gelegt. Die Notwendigkeit zu externem Wachstum durch Fusionen wird bestritten, ebenso die Notwendigkeit, sich auf wenige Indikationsgebiete und Blockbuster zu konzentrieren. Dies wirft die Frage auf, wie entscheidend die *economies of scale* sind bzw. wo die notwendigen Mindestgrößen in FuE sowie Marketing tatsächlich liegen. Das Unternehmen konzentriert sich auch nicht nur auf Forschung, Entwicklung und Marketing, sondern nutzt auch seine Produktionskompetenz und bietet anderen Unternehmen freie Produktionskapazitäten als Kontraktfertiger an. All dies trägt zu der Stabilität des Unternehmens bei (vgl. Wirtschaftswoche, 21.8.2003: 36-39).

Derweil haben auch die lange Zeit so erfolgreichen und überaus profitablen US-amerikanischen Pharmaunternehmen zunehmend mit auslaufenden Patenten für ihre Hauptumsatzträger und einem Mangel an neuen Medikamenten zu kämpfen. Die Blockbuster-Strategie, die die Entwicklung der letzten Jahre geprägt hat, wird zunehmend kritisch gesehen. Die Umsätze mit verschreibungspflichtigen Medikamenten wachsen zwar weiter, doch nicht mehr ganz so stark. Aber schon ein leichter Rückgang der Wachstumsrate – selbst wenn diese weiterhin zweistellig ist – stellt aus der Sicht der Finanzinvestoren eine negative Nachricht dar (vgl. Barrett 2003). Es könnte durchaus sein, dass es in der Branche demnächst zu erheblichen Turbulenzen kommt und dass sich die Wettbewerbsfähigkeit und Innovativität der verschiedenen Unternehmen und Standorte dann wieder ganz anders darstellt.

## 2.5 Resümee

Bei der Analyse der Innovationsprozesse in der Pharmaindustrie muss unterschieden werden zwischen allgemeinen Innovationsproblemen (dem »Produktivitätsparadox der Pharmaindustrie) sowie zwischen Problemen der Innovativität und Wettbewerbsfähigkeit einzelner Unternehmen oder Standorte. Dabei kann die Schwäche eines Standortes durchaus auch Resultat der Stärke »seiner« Unter-

nehmen im Globalisierungsprozess, d.h. ihrer forcierten Internationalisierung sein.

Von Interessenvertretern der Pharmaindustrie werden ihre Wettbewerbs- und Innovationsprobleme einerseits auf die vermeintliche »Überregulierung« des deutschen Pharmamarktes (Kostendämpfung im Gesundheitswesen, Preiskontrollen, Anforderungen in Arzneimittelzulassungsverfahren) und andererseits auf die mangelnde staatliche Förderung der medizinischen und pharmazeutischen Forschung zurückgeführt.

Tatsächlich kann der deutsche Pharmamarkt nicht mit dem der USA mithalten – sowohl was die Anzahl der Konsumenten anbelangt als auch wegen der Preisgestaltung für Medikamente, die sich aus der Regulierung ergibt. Der alleinige Hinweis auf die Regulierung lenkt jedoch davon ab, inwieweit die Unternehmen selbst für ihr Zurückfallen in der Konkurrenz verantwortlich sind. Die Frage ist auch, ob eine Regulierung des Gesundheitswesens wie in den USA gesellschaftlich wünschenswert ist. Immerhin ist das Gesundheitswesen der USA eines der teuersten und zugleich sozial ungerechtesten weltweit.

Eine andere weit verbreitete Erklärung macht den stärkeren Widerstand gegen die Gentechnologie in Deutschland für das Zurückfallen des Pharmastandorts Deutschland verantwortlich. Tatsächlich mögen die Widerstände in der deutschen Öffentlichkeit gegen die Gentechnologie in der Vergangenheit ein Grund dafür gewesen sein, dass die Pharmakonzerne derartige Aktivitäten lieber in anderen Ländern angesiedelt haben. Freilich wird auch konzediert, dass der Widerstand gegen die Gentechnik heute zumindest im Bereich der »roten« Gentechnik kaum noch eine Rolle für Standortentscheidungen spielt. Vor allem aber kann der Verweis auf die Rolle der Gentechnik die Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit alleine nicht erklären, weil es sich dabei allenfalls um einen Faktor unter anderen handelt. Die Regulierung der Arzneimittelzulassung und Arzneimittelnachfrage, das Niveau der öffentlich finanzierten Forschung, staatliche Industriepolitik, Managementstrategien und Managementfehler spielen hier ebenso eine Rolle.

Die Veränderung der Wettbewerbsposition der deutschen Pharmaindustrie ist insgesamt noch unzulänglich untersucht. Zu analysieren wäre unter anderem auch, inwieweit nicht gerade der Versuch, die Entwicklung in den USA im Hinblick auf die *Shareholder Value*-Orientierung, die Spezialisierung auf eng gefasste Kernkompetenzen und Kerngeschäfte sowie die Fokussierung auf die Gentechnik zu imitieren, das Zurückfallen bestimmter Großunternehmen der deutschen

chemischen und pharmazeutischen Industrie in der Konkurrenz verursacht oder beschleunigt hat.

### **3. Innovation im Telekommunikationssektor**

Obgleich es zahlreiche Arbeiten über die Entwicklung des Telekommunikationssektors gibt, mangelt es doch an Gesamtdarstellungen der sektoralen Innovationsprozesse. Bei den verfügbaren Studien stehen meist einzelne Aspekte oder einzelne Akteursgruppen im Zentrum. So geht es z.B. bei Esser u.a. (1997) vor allem um die sich mit der Deregulierung wandelnde Rolle des Staates in Deutschland, Frankreich, Großbritannien und der EU, bei Naschold u.a. (2000) um Produktentwicklungsverbände der Ausrüstungshersteller und bei Fransman (2002) um die Netzbetreiber. Ziegler (1999) beleuchtet in einem deutsch-französischen Vergleich die staatliche Technologiepolitik und die Rolle der unterschiedlichen Berufsordnungen. Carpenter u.a. (2003) konzentrieren sich auf den Einfluss der Börse auf die Innovationsprozesse im Bereich der optischen Vernetzung und analysieren insbesondere die Entwicklung von Cisco Systems, Nortel, Lucent und Alcatel. Bei Edquist (2003), der Arbeiten versammelt, die dem Anspruch nach das sektorale Innovationssystem des Internets und des Mobilfunks darstellen, stehen Standardisierungsprozesse im Vordergrund, überdies werden in der Darstellung die schwedischen Akteure übergewichtet. Ein weiteres Problem ergibt sich aus den raschen technologischen und wirtschaftlichen Umbrüchen im Telekommunikationssektor und der zeitversetzten Reflexion neuer Entwicklungen in der Wissenschaft. Einige der in den letzten Jahren erschienenen wissenschaftlichen Arbeiten zum Telekommunikationssektor rekurrieren auf dessen Entwicklungsstand vor dem Platzen der Börsenblase oder gar vor dem *New Economy*-Boom der späten 1990er Jahre und wirken aus heutiger Sicht zum Teil erheblich veraltet.

#### **3.1 Die Entwicklung von Datenkommunikation und Internet**

Die Entwicklung des Telekommunikationssektors ist seit den 1980er Jahren durch die zunehmende Verschmelzung von Sprachkommunikation und Datenkommunikation auf der Basis der Digitalisierung gekennzeichnet. Sprache, Texte, Bilder, Musik, Videos werden zunehmend über die gleichen Netze übertragen. Mit dieser Verschmelzung von Sprach- und Datenkommunikation rückten IT-Branche und Telekommunikationsbranche zusammen (vgl. Naschold 2000). Es entstand eine InfoCom-Industrie, in der klassische Telekommunikationsausrüster mit neueren

Unternehmen aus dem IT-Bereich wie Cisco Systems konkurrieren. Neben der Digitalisierung als technischer Voraussetzung war die Deregulierung des Telekommunikationssektors die zweite wesentliche Bedingung dafür, dass die Konkurrenzverhältnisse in Bewegung geraten sind (vgl. Esser u.a. 1997; Naschold u.a. 2000; Edquist 2003; Jürgens/Sablowski 2004). Die nationalen Monopole der fordistischen Ära, in denen zumeist ein nationaler Netzbetreiber mit seinen »Hoflieferanten« verbunden war, wurden durch die zunehmende Konkurrenz aufgebrochen. Im Folgenden werden die Konvergenz von Sprach- und Datenkommunikation im Festnetzbereich und die damit verbundene Neuformierung der Konkurrenzverhältnisse näher dargestellt.

Das Festnetz besteht – vereinfacht dargestellt – aus Endgeräten (Telefone, Faxgeräte, Computer), die mit Kabeln verbunden sind. Zwischen den Endgeräten befinden sich Vermittlungsstellen (*Switches*) und Geräte zur Signalverstärkung. Die Vermittlungsanlagen dienen dazu, Anrufer zu identifizieren, die Verbindung herzustellen und während der Kommunikation aufrechtzuerhalten, die Verbindung zu unterbrechen, wenn die Teilnehmer auflegen, und Kontrollfunktionen wie die Gebührenabrechnung vorzunehmen. Die Vermittlungsanlagen haben sich – auch wertmäßig gesehen – zunehmend zum Herzstück des Telefonnetzes entwickelt. Kupferkabel sind in den vergangenen Jahren zunehmend durch Glasfaserkabel ersetzt worden, zumindest was den im Telekommunikationsjargon als *backbone* (»Rückgrat«) bezeichneten »Kern« (*core*) der Netze zwischen den *Switches* anbelangt. Der »Rand« (*edge*) der Netze, d.h. die auch als *last (dirty) mile* bezeichnete Verbindung zwischen der Vermittlungsstelle und den Teilnehmern des Netzes besteht freilich zumeist noch aus einem Kupferkabel, das einen geringeren Datendurchsatz als ein Glasfaserkabel erlaubt. Der Anteil an Glasfaserverbindungen und die Übertragungskapazitäten variieren von Land zu Land. Die Glasfasertechnik setzt ihrerseits die Digitalisierung der Telekommunikation voraus und integriert Optik, digitale Elektronik und Halbleitertechnologie.

Bei der traditionellen Sprachtelefonie wurde über die Vermittlungsstellen eine Verbindung zwischen den Gesprächsteilnehmern hergestellt, wobei eine bestimmte Leitung für die Dauer des Gesprächs für dieses reserviert war (*circuit switching*). Der technologische Fortschritt bezog sich vor allem auf die Vermittlungstechnik. In den ersten Vermittlungsstellen des frühen Telefonnetzes wurden die Kabelverbindungen zwischen den Gesprächsteilnehmern von Hand durch entsprechende Steckverbindungen hergestellt. In den 1920er Jahren wurde diese Handarbeit

durch die Einführung halbautomatischer, elektromechanischer Vermittlungsstellen wegrationalisiert. Seit den späten 1970er Jahren wurde die Vermittlungstechnik digitalisiert, damit wurde auch die Voraussetzung für die Datenübertragung via Telefonnetz geschaffen. Die Computerisierung der Vermittlungstechnik erforderte neue Kompetenzen, z.B. im Bereich der Softwareentwicklung.

In der BRD wurde das Telefonnetz im Vergleich etwa zu Frankreich relativ spät digitalisiert, obgleich die Telekommunikation auch in der BRD als zentraler Sektor für die Modernisierung der gesamten Volkswirtschaft angesehen wurde. Die sozialdemokratischen Verfechter einer »aktiven Strukturpolitik« hegten bereits in der ersten Hälfte der 1970er Jahre ambitionierte Pläne für den Aufbau eines einheitlichen Netzwerks mit Breitband-Glasfaserkabeln, das neben Telefonsignalen auch Computerdaten und Kabelfernsehen transportieren sollte. Der Bundespost wurde die Rolle einer treibenden Kraft bei der technologischen Modernisierung in der Mikroelektronik, der Datenverarbeitung und der Glasfasertechnik zgedacht. Zur Umsetzung dieses Vorhabens wurde von der Regierung eine »Kommission für den Ausbau des technischen Kommunikationssystems« eingesetzt. Diese Kommission, der neben den Beamten des BMFT und der Bundespost auch akademische Experten, Vertreter der politischen Parteien, der Länder, der Gemeinden, der Industrie, der Arbeitnehmer und der Medien angehörten, votierte jedoch gegen das geplante Breitbandnetz. Interessensgegensätze zwischen den in der Kommission vertretenen Kräften führten letztlich zu einer Blockade. Umstritten war vor allem das Kabelfernsehen. Die Bundespost und verschiedene andere Kommissionsmitglieder lehnten eine Beteiligung privater Unternehmen am Kabelnetz ab. Die Vertreter der regionalen Rundfunkanstalten befürchteten eine Dominanz der Bundesregierung bei der Einführung des Kabelfernsehens. Die Einführung des Breitbandnetzes hätte schließlich auch zur vorzeitigen Entwertung der halbelektronischen Vermittlungssysteme geführt, in deren Entwicklung Siemens und andere Unternehmen gerade viel investiert hatten. Die deutsche Bundespost war aufgrund ihrer Abhängigkeit von ihren »Hoflieferanten« und insbesondere von Siemens nicht in der Lage, einen Zeitplan für die Digitalisierung des Telefonnetzes vorzugeben. Siemens hielt zunächst an den halbelektronischen Vermittlungsanlagen, einer Zwischenstufe zur vollen Computerisierung, fest und begann erst relativ spät, nämlich 1977, mit der Entwicklung eines digitalen Vermittlungssystems. So blieb die Bundesrepublik in den 1970er und 1980er Jahren zunächst hinter ihren Nachbarn zurück. Allerdings konnte Siemens seinen Rückstand bei der Digitalisierung später wieder wettmachen und seine Rolle als einer der international

führenden Lieferanten für Vermittlungsanlagen konsolidieren (vgl. Ziegler 1999: 60ff., 107ff.).

An der leitungsgebundenen Vermittlung (*circuit switching*), d.h. der Reservierung einer Leitung für einen bestimmten Kommunikationsvorgang zwischen zwei Teilnehmern, änderte der Wandel der Vermittlungstechnik von der manuellen über die halbautomatisch-elektromechanische zur digitalen elektronischen Vermittlung zunächst nichts. Die digitale Vermittlungstechnik hatte allerdings insofern radikale Folgen, als sie einen neuen Wachstums- und Konzentrationsprozess in der Ausrüstungsindustrie in Gang setzte und die Anforderungen an die Stufenleiter der Produktion (*economies of scale*) erhöhte. Denn die Entwicklungskosten für neue Vermittlungsanlagen stiegen mit der Computerisierung stark an, gleichzeitig verkürzte sich ihre Lebensdauer durch die rasche technologische Weiterentwicklung. Waren ältere Generationen von Vermittlungsanlagen oft dreißig oder vierzig Jahre lang genutzt worden, so sank die Lebensdauer nun auf zehn bis fünfzehn Jahre. Während dieser Zeit waren freilich in der Regel noch Software-Updates oder der Austausch von Modulen notwendig. Die Zahl der Telekommunikationsausrüster reduzierte sich durch den Konzentrations- und Zentralisationsprozess seit Mitte der 80er Jahre deutlich. Die gestiegenen Anforderungen hinsichtlich der *economies of scale* waren auch eine wesentliche Triebkraft für die verschärfte Weltmarkt Konkurrenz in der Telekommunikationsindustrie. Inzwischen hat sich ein globales Oligopol mit weniger als zehn bedeutenden Systemherstellern herausgebildet (vgl. Ziegler 1999: 75; vgl. Dalum/Villumsen 2003: 41ff.).

Die fordistische Ära war, wie angedeutet, durch enge Beziehungen zwischen den nationalen Fernmeldemonopolisten (in Europa die Postbehörden, in den USA der staatlich lizenzierte private Monopolist AT&T) und ihren »Hoflieferanten« gekennzeichnet. Dabei bevorzugten die nationalen Behörden in der Regel Ausrüstungshersteller aus dem eigenen Land.<sup>10</sup> In Ländern, die nicht über eigene Ausrüstungshersteller verfügten, versuchten die Netzbetreiber ihre Abhängigkeit

10 Diese nationalen Oligopole waren jedoch in gewisser Weise schon internationalisiert. So hatte ITT schon in den 1920er Jahren einige deutsche Telefon- und Telegraphenunternehmen gekauft und unter dem Namen Standard Elektrizitätsgesellschaft bzw. später Standard Elektrik Lorenz (SEL) zusammengefasst. SEL war der zweitwichtigste Lieferant der Bundespost nach Siemens. Vor dem Zweiten Weltkrieg waren die Deutschen Telephonwerke (später bekannt als DeTeWe), die Modelle des schwedischen Ingenieurs Ericsson angeboten hatten, ein weiterer wesentlicher Konkurrent von Siemens gewesen. DeTeWe war jedoch später finanziell mit Siemens verknüpft. Ende der 1970er Jahre entfiel der Umsatz mit Vermittlungsanlagen in Westdeutschland zu 46 % auf Siemens, zu 30 % auf SEL, zu 14 % auf DeTeWe und zu 10 % auf Telefon und Normalzeit (T&N), eine Tochter der AEG (vgl. Ziegler 1999: 72).

von ausländischen Ausrüstern zu minimieren, indem sie Aufträge an zumindest zwei Unternehmen vergaben. Neue Fernmeldetechnologien wurden gemäß der Spezifikationen der Netzbetreiber entwickelt. Die Standards von Übertragungsprotokollen und Betriebssystemen waren proprietär. Die Kosten für die Entwicklung neuer Vermittlungstechnologien waren hoch. Es gab keinen effektiven Preiswettbewerb zwischen den Ausrüstungsherstellern, die Eintrittsbarrieren waren hoch. Hatte sich ein Netzbetreiber einmal für das System eines Ausrüsters entschieden, so waren damit bedeutende *Lock-in*-Effekte verbunden, zumal die Netze in der Regel inkrementell weiterentwickelt und nicht komplett neu aufgebaut wurden. Für die Ausrüstungshersteller ergaben sich durch die *Lock-in*-Effekte und die inkrementelle Weiterentwicklung der Vermittlungstechnologie bedeutende Umsätze. So wurde in den 1990er Jahren geschätzt, dass AT&T 30-40 % seines Umsatzes im Bereich der Vermittlungstechnik mit Software-Upgrades für früher gelieferte Switches verdiente (Dalum/Villumsen 2003: 44).

In den letzten Jahren hat sich die Situation jedoch deutlich geändert. Zunächst ist durch die Internationalisierung und die Nutzung von Computertechnologien seitens der Großunternehmen die Nachfrage nach Datenübertragungsmöglichkeiten stark angewachsen. Damit wurde der Telekommunikationssektor zunehmend attraktiv als Anlagesphäre für Kapital. Staatliche Politik hat darauf mit der Deregulierung der nationalen Telefonnetze reagiert und den Netz- und Dienstewettbewerb ermöglicht. Der zunehmende Wettbewerb zwischen den Netzbetreibern hat dazu geführt, dass sie einen stärkeren Preisdruck auf die Ausrüstungshersteller ausgeübt haben und auf der Interoperabilität von Netzwerkkomponenten verschiedener Hersteller bestanden haben. Dadurch wurde eine Bewegung hin zu offenen

Standards induziert.<sup>11</sup> Mit der Integration von Daten- und Sprachkommunikation wurde schließlich auch die technologische Grundlage der Telekommunikationsnetze umgewälzt. Insbesondere wurde durch die Entwicklung des Internet die traditionelle Vermittlungstechnik in der Telekommunikation herausgefordert (ebd.: 44f.).

Die Anfänge des Internet gehen auf den Kalten Krieg zurück. Das US-amerikanische Verteidigungsministerium finanzierte in den 1960er Jahren über die *Department of Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) Forschun-

- 11 Die Deregulierung und Liberalisierung im Telekommunikationssektor war ein langwieriger und in den einzelnen Ländern ungleichzeitig verlaufender Prozess. In der BRD zeichneten sich erste Veränderungen im Zusammenspiel von Bundespost und Ausrüstungsherstellern bereits Ende der 70er Jahre mit der Digitalisierung der Vermittlungstechnik ab, als die Bundespost von der so genannten Einheitstechnik abrückte und das Postministerium ankündigte, Aufträge für ein vollelektronisches Vermittlungssystem öffentlich auszuschreiben (Ziegler 1999: 110). In der Ära der »Einheitstechnik« hatte die Bundespost auf einheitliche technische Lösungen gesetzt und die Unternehmen, die sie entwickelten (d.h. an erster Stelle Siemens, an zweiter Stelle SEL), gedrängt, ihre Entwicklungen offen zu legen und ihr Wissen den Konkurrenten innerhalb des Oligopols der »Hoflieferanten« zur Verfügung zu stellen. Die Umsatzanteile der vier Lieferanten waren vorab festgelegt worden. In den 1980er Jahren ging die Bundespost dazu über, unterschiedliche Technologien verschiedener Hersteller zu kombinieren. Die Vorgaben der Bundespost verloren für die einzelnen Hersteller an Bedeutung, sie konnten sich stärker an den internationalen Marktentwicklungen ausrichten und ihr Wissen für sich behalten. Allerdings existierten die alten nationalen Oligopolstrukturen auf informeller Basis zunächst weiter. Siemens und SEL blieben – auch nach der Übernahme von SEL durch Alcatel – die wichtigsten Lieferanten der Post (ebd.: 111f.).

1987 legte eine von der Bundesregierung eingesetzte Expertenkommission unter Vorsitz des Ökonomen Eberhard Witte Vorschläge zur Deregulierung der Telekommunikation vor. Das Monopol bei der Sprachübertragung wurde noch anerkannt, doch es wurde die Einführung des Wettbewerbs bei anderen Diensten und bei den Endgeräten gefordert. 1989 wurde der Weg für die Aufteilung der Post in Telekom, »gelbe Post« und Postbank geebnet. Schließlich wurde die Privatisierung der Telekom – begünstigt auch durch gleichzeitige Veränderungen auf der EU-Ebene – vorangetrieben. Da das Staatsmonopol der Telefondienste im Grundgesetz festgelegt war, war eine Zweidrittelmehrheit im Bundestag notwendig um dies zu ändern. Die SPD stimmte der Umwandlung der Telekom in eine Aktiengesellschaft 1994 zu, die Voraussetzung für die 1996 erfolgte Teilprivatisierung war (ebd.: 112f.).

Da die Deutsche Bundespost ihren »Hoflieferanten« bereits weitgehend die Technologieentwicklung überlassen hatte, brachte die Deregulierung für die Ausrüster in Deutschland weniger radikale Veränderungen mit sich als etwa in Frankreich, wo der Staat die Technologieentwicklung wesentlich stärker gelenkt hatte. Alcatel versuchte den Verlust der engen Verbindung zu staatlichen Forschungslaboratorien durch Akquisitionen im Ausland zu kompensieren, die dem Unternehmen Zugang zu neuen FuE-Kapazitäten verschaffen sollten (ebd.: 116). Siemens war nie so stark von staatlicher FuE abhängig gewesen und stand daher weniger unter Anpassungsdruck. Die Bundespost finanzierte nur etwa 10 % der FuE in der Telekommunikation, wobei etwa die Hälfte davon auf ihre internen Aktivitäten entfiel. Die Schwäche der Deutschen Telekom bei der Entwicklung neuer Technologien und Produkte ging laut Ziegler (1999: 114) so weit, dass sie selbst beim Abschluss grenzüberschreitender Allianzen und Fusionen zunehmend den Mustern folgte, die ihre Ausrüstungslieferanten vorgegeben hatten.

gen, die sich damit beschäftigten, wie Computer vernetzt werden konnten und wie ihre Kommunikation auch dann gewährleistet werden konnte, wenn einzelne Netzwerkverbindungen ausfielen. Dies führte zur Entwicklung des ARPANET, des Vorläufers des Internet. 1973 entwickelten DARPA-Ingenieure das Datenkommunikationsprotokoll TCP (*transmission control protocol*), das die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Computernetzen ermöglichte. Es wurde später geteilt und in TCP/IP (*transmission control protocol/Internet protocol*) umbenannt. 1979 gründeten DARPA und die *National Science Foundation* das *Internet Configuration Control Board* (ICCB), das sich um die Standardisierung eines auf dem TCP/IP beruhenden nationalen *backbone* von Computernetzen kümmern sollte. Als das ARPANET 1983 auf das TCP/IP umgestellt wurde, wurde das ICCB reorganisiert und in *Internet Activities Board* (IAB) umbenannt. Das IAB organisierte zwei Untergruppen, die *Internet Engineering Task Force* (IETF), die sich um die Netzwerkarchitektur und die Standardisierungsprozesse kümmert, und die *Internet Research Task Force* (IRTF), die sich auf längerfristige Forschungen zur Entwicklung des Netzes konzentriert. Die IETF ist keine formale Standardisierungsorganisation wie die *International Telecommunications Union* (ITU), an der alle Länder teilnehmen. Die Aktivitäten des IETF beruhen auf informellen Arbeitsgruppen, die von mächtigen Akteuren wie den US-amerikanischen Netzbetreibern und den Ausrüstungsherstellern dominiert werden (ebd.: 45f.).

Das Internet beruht im Gegensatz zu den traditionellen Telefonnetzen auf der Paketvermittlung von Daten (*packet switching*), d.h. für die Übertragung von Daten wird nicht für die Dauer des Übertragungsvorgangs eine bestimmte Leitung reserviert, sondern die Daten werden in einzelne Datenpakete zerlegt, die auf unterschiedlichen Wegen vom Sender zum Empfänger gelangen können. Dabei kommt es nicht darauf an, dass die Datenpakete zeitlich in der richtigen Reihenfolge beim Empfänger ankommen, sie müssen nur am Ende wieder richtig zusammengesetzt werden. Der Datenverkehr wird über so genannte *Router* gesteuert. Der Vorteil der Paketvermittlung von Daten gegenüber der Leitungsvermittlung (*circuit switching*) liegt unter anderem darin, dass bestehende Netzkapazitäten besser genutzt werden können. Bei der traditionellen Leitungsvermittlung ist eine Leitung nämlich so lange blockiert, wie die Verbindung zwischen zwei Teilnehmern besteht, auch wenn aktuell gar keine Daten übertragen werden. Bei der Paketvermittlung können dagegen Datenpakete verschiedener Sender über die gleichen Leitungen übertragen werden. Router bestimmen jeweils die günstigste Route für jedes Datenpaket in Abhängigkeit

von den verfügbaren Leitungen und der Dichte des Datenverkehrs. Allerdings kann es zu Problemen kommen, wenn sich Datenpakete stauen, auch erfordert die Identifikation der einzelnen Datenpakete und ihrer Zielbestimmung bei der Übertragung eine gewisse Zeit. Der leitungsvermittelte Datenverkehr gilt demgegenüber als zuverlässiger und vorhersehbarer, der Datendurchsatz ist schneller. In der Regel fällt es den Teilnehmern aber nicht auf, ob sie paketvermittelt oder leitungsvermittelt kommunizieren.

Neben dem Internet Protocol (IP) gibt es noch ein zweites wichtiges Protokoll für die Datenübertragung im Festnetz, das oftmals als konkurrierende Technologie angesehen wird: der *asynchronous transfer mode* (ATM). Laut Dalum und Villumsen (2003: 47) wäre es jedoch ein Missverständnis, von einer Konkurrenz zwischen ATM und IP auszugehen. Beide Protokolle würden eher komplementär verwendet. ATM ist ein typisches Produkt des »traditionellen«, durch die ITU vermittelten Standardisierungsprozesses. Das Ziel der Entwicklung von ATM war es, die integrierte Übertragung von Sprache, Daten und Video über ein einziges Netzwerk zu ermöglichen. Dabei sollten die Vorteile der Leitungsvermittlung (wie schneller Datendurchsatz) und die Flexibilität der Paketvermittlung kombiniert werden. Dabei sollte ATM zunächst primär im *backbone* der Datenfernübertragung, in *wide area networks* (WAN) angewendet werden. Die zunehmende Konvergenz zwischen den eher durch Unternehmen aus dem IT-Bereich geprägten Technologien für *local area networks* (LAN) und den Technologien für WAN bzw. »öffentliche« Telekommunikationsnetze hat jedoch dazu geführt, dass an dem 1991 von Nortel, Sprint, Adaptive und Cisco gegründeten ATM-Forum sowohl traditionelle Telekommunikationsausrüster und Netzbetreiber als auch Newcomer beteiligt sind. Inzwischen gehören dem ATM-Forum alle wesentlichen Akteure der Branche an. Ziel des Forums war es, die Interoperabilität zwischen öffentlichen und privaten Netzen zu gewährleisten und die Entwicklung von ATM-Ausrüstungen auch für private Netze zu ermöglichen. Der Datenverkehr im Festnetz wird heute im Wesentlichen durch die Kombination von IP und ATM geprägt. Die großen Ausrüstungshersteller versuchen dementsprechend, beide Technologien abzudecken (ebd.: 46f.).

Während US-amerikanische Unternehmen den Standardisierungsprozess im IP-Bereich eindeutig dominiert haben, haben europäische Unternehmen in den traditionellen Standardisierungsprozessen der Telekommunikation eine stärkere Rolle gespielt. Insgesamt ist festzustellen, dass *De-facto*-Standards, die durch Foren und Konsortien privater Unternehmen durchgesetzt werden, gegenüber den

*De-jure*-Standards, die durch intergouvernementale Organisationen wie die ITU erlassen werden, an Bedeutung gewinnen (ebd.: 48). Dies gilt nicht nur für die Entwicklung im Bereich des Festnetzes, sondern auch für die des Mobilfunks, die im nächsten Abschnitt dargestellt wird.

Da die Dynamik im Festnetz im wesentlichen von der Datenkommunikation und der Entwicklung des Internets und damit von den US-amerikanischen IT-Unternehmen ausging, waren die traditionellen Telekommunikationsausrüster gezwungen, sich neue Kompetenzen in diesem Feld anzueignen, wenn sie im Wettbewerb weiterhin bestehen wollten. Dabei verschärfte sich die Konkurrenz zwischen den traditionellen Telekommunikationsausrüstern nicht nur durch die Deregulierung der nationalen Telekommunikationssektoren und das Aufbrechen der eingespielten »Hoflieferantenbeziehungen«, sondern die alten Unternehmen bekamen auch Konkurrenz durch neue Unternehmen aus dem Bereich der Datenkommunikation, die nun selbst versuchten, in das Geschäft mit den großen Netzbetreibern einzudringen. Vor allem Cisco Systems erwies sich als ernsthafter Konkurrent für die traditionellen Telekommunikationsausrüster, da Cisco im Bereich der Internetausrüstung und speziell der Router praktisch ein Monopol erlangt hatte. Cisco verfolgte außerdem die Strategie, sich durch die Übernahme von *Start-up*-Unternehmen, die vor allem im Silicon Valley angesiedelt waren, rasch neue Kompetenzen, neue Produktlinien und die notwendigen qualifizierten Arbeitskräfte anzueignen. Cisco hatte sich dadurch binnen weniger Jahre zu einem Großunternehmen mit einer enormen Kapitalkraft entwickelt und war im März 2000, auf dem Höhepunkt des *New Economy*-Booms, das Unternehmen mit der höchsten Marktkapitalisierung der Welt (vgl. Jürgens/ Sablowski 2004; Carpenter u.a. 2003: 967ff., 978ff.).

In Anbetracht der raschen technologischen Umbrüche setzten die US-amerikanischen und europäischen Telekommunikationsausrüster, dem Beispiel von Cisco folgend, sehr stark auf die Aneignung der notwendigen Kompetenzen durch die Übernahme von zumeist US-amerikanischen Unternehmen aus dem Bereich der Datenkommunikation. Am akquisitionsfreudigsten erwiesen sich die nordamerikanischen Unternehmen, gefolgt von den britischen und skandinavischen. Siemens partizipierte dagegen erst relativ spät und nur in geringerem Umfang an der Übernahmewelle (vgl. Tabelle 4 sowie Dalum/Villumsen 2003: 53ff.). Die japanischen Hersteller verfolgten weiterhin eher die Strategie des internen Kompetenzaufbaus und beteiligten sich kaum an der Welle von Übernahmen in den 1990er Jahren.

**Tabelle 4: Akquisitionen großer nordamerikanischer und europäischer Telekommunikationsausrüster, 1995-2000**

	Cisco	Lucent	Nortel	Ericsson	Nokia	Alcatel	Siemens	Marconi
1995	4							
1996	7	1						
1997	6	3	1	1				
1998	9	11	3	2		3		
1999	18	14	5	8	6	3	3	5
2000	22	9	8	1	3	2	2	7
total	66	38	17	12	9	8	5	12

Quelle: Dalum/Villumsen (2003: 54)

Die Entwicklung des Internet hat in den späten 1990er Jahren einen gewaltigen spekulativen Boom an der Börse ausgelöst, der dann ab dem Frühjahr 2000 in sich zusammengebrochen ist, als deutlich wurde, dass die Erwartungen hinsichtlich einer *New Economy* weit überzogen waren und dass viele der Internet-Firmen über keine tragfähigen Geschäftsmodelle verfügten (vgl. Feng u.a. 2001). Da die Entwicklung vieler Unternehmen der InfoCom-Industrie eng mit dem Kapitalmarkt verbunden war, gingen sowohl von dem Boom als auch von dem anschließenden Crash bedeutende Wirkungen auf die Innovationspotentiale und -prozesse in den Unternehmen aus (vgl. Carpenter u.a. 2003; Sablowski 2003).

Zunächst wurde die externe Aneignung von Kompetenzen via Akquisition von Unternehmen durch den Börsenboom sehr stark gefördert, da die hohen Aktienkurse insgesamt zu einem für Fusionen und Übernahmen günstigen Klima führten und die Unternehmen ihre eigenen Aktien als Akquisitionswährung einsetzen konnten. Dies war wiederum auch notwendig, weil die exorbitanten Preise für viele Unternehmen in »cash« gar nicht bezahlbar gewesen wären. Deutlich wird dies z.B. in der Auflistung der Zahlen der Unternehmensübernahmen in der Tabelle oben, aus der hervorgeht, dass die Zahl der Unternehmensübernahmen mit steigenden Aktienkursen zunahm. Auf dem Höhepunkt des Börsenbooms erreichte auch die Akquisitionstätigkeit ihren Höhepunkt. Mit dem Platzen der spekulativen Blase an den Börsen ebte die Welle von Übernahmen abrupt ab.

Die Entwicklung an der Börse beeinflusste nicht nur den Zentralisationsprozess des Kapitals, sondern auch das Gründungsgeschehen in der InfoCom-Indu-

strie, den Fluss von Risikokapital und generell die Finanzierungsmöglichkeiten der Unternehmen im InfoCom-Sektor. Darüber hinaus wurden während des Booms kapitalmarktorientierte Anreizsysteme wie Aktienoptionsprogramme auf breiter Front eingeführt und gerade in den *Start-up*-Unternehmen als wichtige Form der Entlohnung und Personalbindung eingesetzt. Freilich gerieten diese Anreizsysteme dann mit dem Börsencrash auch in die Krise.

Die alten Telekommunikationsausrüster gerieten durch das rapide Wachstum der Marktkapitalisierung der neuen Unternehmen während des Booms erheblich unter Druck, für einen entsprechenden Anstieg ihrer eigenen Aktienkurse zu sorgen. Dies galt insbesondere für ein Konglomerat wie Siemens, das mit einem *conglomerate discount* seitens der Investoren dafür bestraft wurde, dass es sich nicht radikal auf die Wachstumsfelder der *New Economy* fokussierte. Siemens reagierte darauf 1998 mit dem 10-Punkte-Programm, das eine stringentere Umsetzung des *Shareholder Value*-Gedankens, ein strikteres Portfoliomanagement und eine Reihe von Desinvestitionen vorsah. Unter anderem stieg Siemens aus dem als besonders zyklisch und kapitalintensiv geltenden Halbleitergeschäft und aus einer Reihe weiterer Geschäfte (passive Bauelemente, Kabel etc.) aus (vgl. Sablowski 2003: 211ff.). Die Umsetzung des *Shareholder Value*-Konzepts bei Siemens wird unterschiedlich beurteilt. Börsch (2004) etwa spielt die Veränderungen eher herunter und sieht in der Entwicklung von Siemens lediglich eine inkrementelle Anpassung des deutschen Modells der *Corporate Governance*, das seines Erachtens noch intakt ist. Er macht vor allem geltend, dass Siemens sich nicht radikal auf die gewinnträchtigsten Geschäftsfelder konzentriert habe und dass die Nichterreichung der geforderten Zielrenditen im Allgemeinen keine Desinvestitionen nach sich gezogen habe.

Tatsächlich blieb die diversifizierte Struktur des Elektrotechnik- und Elektronik Konzerns weitgehend erhalten, was in der Krise der InfoCom-Industrie durchaus Vorteile für Siemens mit sich brachte, da die Existenzgefährdung nicht so stark erschien wie bei einigen stärker fokussierten Konkurrenten wie Lucent, Nortel oder Marconi. Gleichwohl haben die Einführung des *Shareholder-Value*-Konzepts und die Krise seit dem Jahr 2000 zu einem umfangreichen Arbeitsplatzabbau und zu einem Druck auf die Beschäftigten geführt, der durchaus die innovative Substanz des Unternehmens gefährden könnte. In der Informations- und Kommunikationstechnik konnte das ursprünglich angestrebte Ziel von Siemens, möglichst als Komplettanbieter in allen Bereichen aufzutreten, nicht mehr weiter verfolgt werden, vielmehr kam es zu einer immer stärkeren Aushöhlung. So wurde mit

dem Rückzug aus der Routerproduktion die absolute Überlegenheit von Cisco in diesem Bereich de facto anerkannt. Im Mai 2002 verkaufte Siemens die US-amerikanische Tochter Unisphere Networks, die erst kurz vorher durch einige kleinere Akquisitionen zusammengeschmiedet worden war, an Juniper Networks, den nach Cisco zweitgrößten Routerproduzenten, und erhielt im Gegenzug eine knapp 10 %ige Beteiligung an Juniper. Siemens wollte sich nunmehr nur noch in Bereichen engagieren, in denen die Marktführerschaft erreichbar erscheint. Gleichzeitig sollte die Produktentwicklung unter dem Titel *Develop to Cost* (DTC) nunmehr nicht mehr so sehr an dem technisch Machbaren, sondern stärker an der tatsächlichen Nachfrage orientiert werden. Dies spiegelte den Einbruch der Nachfrage wider, die während der Ära des staatlichen Netzmonopols und während des Booms der 1990er Jahre so unproblematisch erschien. Nun sollten zunächst die Bedürfnisse und die Zahlungsbereitschaft der Netzbetreiber ermittelt werden und auf dieser Basis Produkte oder Dienstleistungen entwickelt werden. In der Krise bestand das Bedürfnis der Netzbetreiber vor allem darin, die Anlageinvestitionen und die Betriebskosten zu minimieren. Im Gegensatz zur Boomphase, die durch den Markteintritt neuer Netzbetreiber und den Aufbau ganzer Netze auf der Basis der neuesten Technologien gekennzeichnet war, war die Krisenphase dadurch geprägt, dass die Netzbetreiber allenfalls an solchen Produkten interessiert waren, die es ihnen ermöglichten, auf der Basis ihrer bestehenden und zum Teil bereits abgeschriebenen Netze bzw. auf der Basis möglichst geringer Investitionen veränderte Kundenbedürfnisse abzudecken und zusätzliche Umsätze zu generieren (vgl. Sablowski 2003: 214f.).

Inzwischen hat Siemens seine Krisenbewältigungsstrategie radikalisiert und sich weitgehend aus dem Geschäftsfeld der Telekommunikation zurückgezogen. Von dem ehemaligen Herzstück des Konzerns ist nicht viel übrig geblieben. Noch Ende 2004 war der Bereich *Communications* (COM) der größte Einzelbereich der Siemens AG gewesen. Mittlerweile existiert er nicht mehr. 2005 wurde die Handyproduktion an das taiwanesisches Unternehmen BenQ verkauft, das die Produktion an den deutschen Standorten im folgenden Jahr einstellte. Im Jahr 2007 brachte Siemens das Geschäft mit Mobil- und Festnetzen für Netzbetreiber in ein Gemeinschaftsunternehmen mit Nokia ein. Die strategische Führung dieses Unternehmens, *Nokia Siemens Networks*, liegt bei Nokia, Siemens betrachtet die Beteiligung lediglich als eine Finanzbeteiligung. Im Zusammenhang mit diesen Eigentümerwechseln gingen Tausende von Arbeitsplätzen verloren. Siemens ist nicht das einzige Unternehmen, das durch den krisenvermittelten Konzentrations-

und Zentralisierungsprozess als selbständiges Unternehmen aus dem globalen Oligopol der Telekommunikationsausrüster ausgeschieden ist. Lucent fusionierte im Jahr 2006 mit Alcatel, Marconi wurde von Ericsson übernommen.

Insgesamt zeichnet sich eine stärkere Spezialisierung innerhalb des globalen Oligopols der Telekommunikationsausrüster ab. Die Ausdifferenzierung und Spezialisierung liegt nahe, da sich die Wettbewerbsbedingungen und Anforderungen in verschiedenen Bereichen rapide weiter verändern. So sind z.B. Handys inzwischen Güter des Massenkonsums mit immer kürzeren Produktlebenszyklen, Aspekte der Mode und des Marketings spielen eine große Rolle – all dies unterscheidet die Handyproduktion grundlegend von der Produktion von Gütern der Netzinfrastruktur. Gleichzeitig dringt eine Reihe von kapitalkräftigen Großunternehmen neu in diesen Markt ein, die Marktanteile verschieben sich erheblich.

## **3.2 Die Entwicklung des zellularen Mobilfunks**

### **3.2.1 Die erste Generation des zellularen Mobilfunks**

Im Gegensatz zur Entwicklung des IT- und Internetsektors gilt die Entwicklung des zellularen Mobilfunks eher als europäische und vor allem als schwedisch-finnische Erfolgsgeschichte. Wenngleich sich die Nutzung des Mobiltelefons wie die des Internet erst in den 90er Jahren zu einem Massenphänomen entwickelte, reichen die Ursprünge der skandinavischen Überlegenheit im Mobilfunk doch bis in die 70er Jahre, d.h. bis in die Anfänge des – damals noch analogen – zellularen Mobilfunks zurück.

Die ersten – analogen – Mobilfunksysteme, die zwischen den 1950er Jahren und Mitte der 1970er Jahre entwickelt wurden, stießen auf das Problem der begrenzten Verfügbarkeit von Übertragungsfrequenzen. Dieses Problem wurde durch die Entwicklung der zellularen Mobilfunktechnik entschärft. Dabei wird der geographische Raum, in dem das Mobilfunknetz installiert wird, in einander leicht überlappende Zellen aufgeteilt, für die jeweils eine Basisstation zur Verfügung steht, die die Funksignale sendet und empfängt. Die drahtlose Übertragung in der Zelle wird mit der Übertragung via Festnetz zwischen den Zellen verbunden. Eine Datenbank verfolgt die Bewegungen der Teilnehmer im Netzgebiet und ermöglicht die Überleitung von einer Zelle in eine benachbarte Zelle, ohne dass die Verbindung zum Netz abreißt. Die Aufteilung des Netzes in Zellen und einige grundlegende alternative Netzzugangstechniken, die im Laufe der Zeit entwickelt

wurden, wie *Frequency Division Multiple Access* (FDMA), *Time Division Multiple Access* (TDMA) und *Code Division Multiple Access* (CDMA), erlauben die gleichzeitige Kommunikation einer Vielzahl von Teilnehmern trotz beschränkter Übertragungsfrequenzen (vgl. Glimstedt 2001: 52f.).

Im Januar 1970 wurde der *Nordic mobile telephony standard* für die 450 MHz-Bandbreite (NMT 450) als einer der ersten Standards für die moderne zellulare Mobiltelefonie spezifiziert. Der Standard wurde von einer Arbeitsgruppe der öffentlichen Telefonnetzbetreiber Finnlands, Norwegens, Dänemarks und Schwedens entwickelt, wobei Schweden die Führungsrolle hatte. 1971 wurden etwa 40 nationale und internationale Ausrüstungsunternehmen zusammengeführt, die als Zulieferer für das Mobilfunknetz in Frage kamen. Ihnen wurden die vorläufigen Spezifikationen mitgeteilt, die dann in der Gruppe weiter diskutiert und zwischen 1975 und 1978 endgültig ausgearbeitet wurden. 1977-78 begann die Implementierung des Projekts mit internationalen Ausschreibungen für die Lieferung der verschiedenen Teile der Netzinfrastruktur. NMT 450 war so konzipiert, dass im Prinzip Komponenten von verschiedenen Herstellern kombiniert werden konnten. Ericsson gewann den Auftrag zur Lieferung der Switches für die ersten Mobilfunknetze von Schweden, Norwegen, Dänemark und Finnland. Zuerst implementiert wurde NMT 450 jedoch im August 1980 in Saudi Arabien, wo Ericsson ebenfalls einen wichtigen Auftrag gewonnen hatte. Es folgte im Oktober 1980 die Implementierung in Schweden und 1981 in Dänemark, Finnland und Norwegen (Edquist 2003a: 21).

NMT 450 war weitaus erfolgreicher als zunächst erwartet. Während zunächst mit 50.000 Teilnehmern im Jahr 1990 gerechnet wurde, lag die tatsächliche Teilnehmerzahl im Jahr 1992 bei etwa 250.000. Da die hohen Teilnehmerzahlen mit der vorhandenen Technik auf dem 450-MHz-Band nicht bewältigt werden konnten, wurde bereits 1986 der Standard NMT 900 für das 900 MHz-Band entwickelt.

Die nordischen Länder wiesen schon vor der Liberalisierung der nationalen Telekommunikationsnetze aufgrund der hohen Servicequalität und der niedrigen Tarife die höchste Dichte an Mobilfunkteilnehmern auf. 1992 lag die Marktdurchdringung in dem zu dieser Zeit noch staatlichen Telekommunikationssektor Schwedens bei 7 %, während sie in dem bereits liberalisierten Telekommunikationsmarkt Großbritanniens 1990 bei 2 % lag. Die Tarife waren in Schweden weitaus niedriger als in Großbritannien. Niedrige Preise, rasches Marktwachstum und *economies of scale* auf Seiten der Netzausrüster gingen Hand in Hand (ebd.: 22). Schon kurz nach der Einführung des NMT-Standards 1981 gab es in Skandi-

navien 330.000 Mobilfunknutzer, während etwa in Deutschland nur etwa 17.000 Teilnehmer das 1986 eingeführte C-Netz nutzten (Funk/Methe 2001: 596).

NMT 450 war nicht der einzige Mobiltelefoniestandard, der in den 1970er Jahren entwickelt wurde. Es gab nicht weniger als acht Mobilfunkstandards, die zwischen 1979 und 1985 eingeführt wurden. Neben den skandinavischen Ländern waren vor allem die USA und Japan die Vorreiter. So entwickelten Illinois Bell Telephone, die Bell Labs und Motorola bereits 1970 das *advanced mobile phone systeme* (AMPS), das aber erst 1983, d.h. zwei Jahre nach NMT 450, implementiert wurde. Verzögerungen ergaben sich durch Streitigkeiten bezüglich des AT&T-Monopols, dessen Kritiker mit dem Aufbau von Mobilfunknetzen eine weitere Stärkung von AT&T befürchteten, Streitigkeiten bezüglich der Verteilung der Funkfrequenzen für militärische und zivile Zwecke sowie durch eine komplizierte Prozedur der Lizenzvergabe. 1982, als das AT&T-Monopol noch intakt war, hatte sich die US-Regierung für einen einheitlichen Mobilfunkstandard entschieden. Nach der Aufspaltung von AT&T ergaben sich dann regionale Duopole im Mobilfunk, der AMPS-Standard wurde geöffnet und der Verkauf von Endgeräten wurde liberalisiert. Sowohl NMT 450 als auch AMPS waren international erfolgreich. Die Entscheidung der US-Regierung für AMPS als einheitlichen Mobilfunkstandard hat dazu beigetragen, dass Kanada, Korea, Hong Kong und Großbritannien bald AMPS in originärer oder modifizierter Form übernahmen. Bis Ende 1993 hatten 36 Länder NMT 450 übernommen. AMPS wurde in einer noch größeren Zahl von Ländern – auch mit einer insgesamt größeren Zahl von Mobilfunkteilnehmern – eingeführt. Allerdings erreichte die Teilnehmerdichte in keinem Land das gleiche hohe Niveau wie in den skandinavischen Ländern (Edquist 2003a: 23; Funk/Methe 2001: 598; Glimstedt 53f.).

Die Regierungen in Japan, Deutschland, Frankreich und Italien verfolgten bei der Einführung des Mobilfunks einen anderen Ansatz als die Regierungen der USA und der skandinavischen Länder. Obgleich die japanischen und kontinentaleuropäischen Regierungen sehr daran interessiert waren, die Wettbewerbsfähigkeit ihrer jeweiligen nationalen Ausrüstungshersteller zu fördern, erwies es sich als eher kontraproduktiv, dass sie sich beim Aufbau der Mobilfunknetze der ersten Generation für geschlossene Standards entschieden hatten. Entscheidend war aber vor allem, dass die Preise für die Mobiltelefonie in diesen Ländern relativ hoch waren, so dass nur geringe Teilnehmerzahlen erreicht werden konnten. Oftmals wird dies darauf zurückgeführt, dass die Telekommunikationssektoren in diesen Ländern noch staatlich organisiert waren und dass sich keine Konkur-

renz entwickeln konnte. Die Liberalisierung spielt jedoch nur eine untergeordnete Rolle, wie der skandinavische Fall zeigt. Auch in Skandinavien war der Telekommunikationssektor noch nicht liberalisiert, dennoch konnten durch eine zielgerichtete Politik hohe Skaleneffekte in der Produktion von Ausrüstungsgütern, niedrige Preise und eine hohe Verbreitung der Mobiltelefonie erreicht werden. Gewiss waren die skandinavischen Ausrüstungshersteller aufgrund der kleinen Binnenmärkte ihrer Länder stärker auf die internationale Expansion angewiesen und von daher vielleicht kooperativer orientiert. Man könnte aber auch sagen, dass es ein Übermaß an Konkurrenz zwischen den kontinentaleuropäischen Ausrüstungsherstellern war, das ihren globalen Erfolg verhindert hat. Anfang der 80er Jahre entwickelten Alcatel, Siemens, Matra, Philips und Thomson jeweils ihre eigenen Mobilfunksysteme. Die Regierungen bemühten sich, einen Kompromiss herzustellen, um zu einem einheitlichen europäischen Standard zu gelangen, was jedoch scheiterte. 1984/85 erlaubten die französische und die deutsche Regierung ihren »nationalen Champions«, ihre jeweiligen proprietären Systeme zu installieren. Die französische Regierung unterstützte eine nicht-zellulare Mobilfunktechnik, während in Deutschland das so genannte C-Netz aufgebaut wurde. Zu diesem Zeitpunkt hatten sich jedoch NMT und AMPS als internationale Standards des Mobilfunks der ersten Generation schon durchgesetzt. Ende 1984 gab es bereits über 150.000 NMT-Teilnehmer in Skandinavien und 170.000 AMPS-Teilnehmer in den USA, Zahlen, die weder in Frankreich noch in Deutschland bis Ende der 80er Jahre erreicht wurden (vgl. Funk/Methe 2001: 599; Glimstedt 2001: 54).

### **3.2.2 Die zweite Generation des Mobilfunks (GSM)**

Die Initiative zur Entwicklung eines Standards für den digitalen Mobilfunk, des *Global System for Mobile Telecommunications* (GSM) ging in Europa zunächst von der *Conference of European Post and Telecommunications* (CEPT – ein Verband europäischer Telekommunikationsorganisationen), deutschen und französischen Unternehmen und der Europäischen Kommission aus. Die CEPT reservierte bereits 1978 Frequenzen für den digitalen Mobilfunk und organisierte das erste Treffen zur Entwicklung von GSM 1982. Der digitale Mobilfunk sollte die Sprachqualität und die mögliche Teilnehmerdichte erhöhen, die Ankopplung zusätzlicher Daten- und Telematikdienste und neue Schutzvorrichtungen gegen Missbrauch der Teilnahmegeräte durch Authentifikation und gegen Abhören durch Verschlüsselung ermöglichen. Für die deutschen und französischen Unternehmen

ging es darum, sich durch eine rechtzeitige Initiative bei der Standardisierung des digitalen Mobilfunks die Wettbewerbsvorteile zu sichern, die ihnen bei der Einführung des analogen Mobilfunks entgangen waren. Zu berücksichtigen ist auch, dass sich mehr und mehr auch im Telekommunikationssektor neoliberale Orientierungen durchsetzten, die auf eine Deregulierung der nationalen Netzmonopole und der engen Beziehungen zwischen den Netzbetreibern und ihren »Hoflieferanten« abzielten, um die engen Grenzen der nationalen Märkte zu überschreiten. In diesem Kontext gewannen die Bemühungen um eine europäische Integration auch erneut an Dynamik. Nachdem für den analogen Mobilfunk kein einheitlicher EG-Standard zustande gekommen war, war GSM von Beginn an als paneuropäischer Standard intendiert. Im Juni 1987 beschloss der Europäische Ministerrat die Implementierung von GSM, und im September des gleichen Jahres unterzeichneten die Netzbetreiber von 13 Ländern ein *Memorandum of Understanding*, das die Einführung von GSM 1991 vorsah (vgl. Funk/Methe 2001: 600). Tatsächlich beteiligten sich dann bei der Einführung von GSM 1992 15 Länder, und 1996 war GSM bereits in 103 Ländern wirksam. Damit konnten die Mobilfunknetze über Länder und Kontinente hinweg integriert werden (Edquist 2003a: 23). Wie bei der Einführung des *Nordic mobile telephony standard* (NMT) spielten öffentliche Institutionen auch bei der Einführung von GSM eine zentrale Rolle. Nachdem die ersten Beratungen in dem formellen organisatorischen Rahmen der CEPT stattgefunden hatten, übernahm nach und nach das *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) die Führung bei der Entwicklung des Standards. Das ETSI ist eine Agentur der EU, die Repräsentanten der Regierungen, der Netzbetreiber und der Netzausrüster umfasst. Die Telekommunikationsausrüster und öffentliche Forschungseinrichtungen nahmen an der Entwicklung von GSM aktiv teil. Dies reflektierte bereits die Tatsache, dass die (ehemaligen) öffentlichen Telekommunikationsmonopolisten nicht länger das Monopol des Wissens und der Expertise in diesem Feld hatten (ebd.: 24).

Der ehemalige schwedische Netzmonopolist Televerket (die spätere Telia) war zusammen mit anderen skandinavischen Netzbetreibern und Netzausrüstern wie Ericsson und Nokia bei der Implementierung von GSM sehr aktiv, zusammen formten sie eine skandinavische Allianz. In Konkurrenz zu einem französisch-deutschen Konzept, an dem Siemens, Alcatel, die Deutsche Bundespost und France Télécom beteiligt waren, setzte sich das Konzept der skandinavischen Allianz für den Standard durch, 13 von 15 Mitgliedern der CEPT (d.h. alle Staaten außer der BRD und Frankreich) votierten für ihn. Insofern kann man retrospektiv sagen,

dass GSM sich auf der Basis von NMT entwickelte. ETSI übernahm GSM gegen den Willen Deutschlands und Frankreichs, doch die beiden Länder waren schließlich durch das EU-Recht auch gezwungen, den GSM-Standard zu implementieren. Ericsson produzierte nicht nur Ausrüstungen für die drei wesentlichen internationalen Mobilfunkstandards, das Unternehmen übernahm auch – in Zusammenarbeit mit Televerket/Telia – eine technologische Führungsrolle bei der Entwicklung und Implementierung des ersten vollständigen GSM-Systems. Dadurch konnte Ericsson seine Führungsrolle bei der Ausrüstung von Mobilfunknetzen weiter konsolidieren. Neben Ericsson profitierte vor allem Nokia von GSM (Edquist 2003a: 24f.; Hommen/Manninen 2003: 91f.).

Das GSM-Konzept der skandinavischen Allianz beruhte freilich zu einem großen Teil auch auf international wohlbekannten Technologien, an denen andere Unternehmen intellektuelle Eigentumsrechte hielten. Motorola hielt 50 % der relevanten Patente und lizenzierte sie selektiv an Nokia und Ericsson (Edquist 2003a: 25). »From the early patenting activity, it is [...] possible to conclude that the most formidable actor in the GSM field was not European but based in the United States. Of all essential technologies in the GSM technology, Motorola held a dominant position with the notable exception of digital switching.« (Glimstedt 2001: 55) Auf AT&T entfielen weitere 16 % der Patente, auf Bull und Philips je 8 %. In Anbetracht dessen stellt sich die Frage, warum z.B. Motorola nicht in der Lage war, in den USA die eigene Mobilfunktechnologie vergleichbar erfolgreich umzusetzen. Motorola verdiente an den Lizenzen für Ericsson und Nokia, lieferte aber selbst keine GSM-Ausrüstungen in relevantem Umfang. Edquist (2003a: 25) vermutet, dass Motorola den GSM-Standard zunächst für ein regionales, nicht sonderlich relevantes Phänomen hielt. Glimstedt (2001: 56) ist der Ansicht, dass Motorola befürchtete, als Lieferant nicht zum Zuge zu kommen, weil die europäischen Regierungen ihre jeweiligen *national champions* vorziehen würden. Daher habe sich Motorola für die Strategie der Lizenzvergabe entschieden. Außerdem sei Motorola daran interessiert gewesen, für das eigene Know-how im Gegenzug von Ericsson oder Siemens Lizenzen für die Vermarktung von deren digitaler Vermittlungstechnologie zu bekommen. Schließlich kam es zu Lizenzabkommen zwischen Motorola einerseits und Ericsson sowie Nokia andererseits. Warum Ericsson und nicht Siemens mit Motorola ins Geschäft kam, bleibt in der Literatur letztlich unklar. Mit seiner Lizenzvergabe beeinflusste Motorola jedenfalls erheblich den Ausgang des Konkurrenzkampfes zwischen der skandinavischen Allianz und der deutsch-französischen Allianz (vgl. Glimstedt 2001: 56f.; Hommen/Manninen 2003: 92).

Obleich die Entwicklung von GSM allgemein als europäische Erfolgsstory gilt, ist es interessant festzustellen, dass sich die französisch-deutsche Allianz hier nicht durchsetzen konnte und dass US-amerikanische Unternehmen durchaus auch von dem schwedisch-finnischen Erfolg profitierten. Überhaupt verläuft der Kampf um Standards schon längst nicht mehr ausschließlich zwischen nationalen oder kontinentalen Blöcken. Die großen Ausrüstungshersteller versuchen zwar, jeweils »eigene« Standards durchzusetzen, aber da globale Standards letztlich nur von größeren unternehmens- und länderübergreifenden Konsortien durchgesetzt werden können, entscheiden sie sich fallweise, welche Koalitionen sie unterstützen. Dabei verlaufen die Grenzen zwischen den Konsortien oder Koalitionen nicht mehr nur entlang der nationalen bzw. kontinentalen Grenzen. Beispielsweise trugen Motorola und Mitsubishi zur Diffusion von NMT bei, Ericsson trug zur Verbreitung von AMPS bei, Motorola und später auch Nortel und Lucent beteiligten sich an der Verbreitung von GSM. Insgesamt kann man sagen, dass die Ausrüster zwar versuchen, eigene Standards durchzusetzen, dass sie jedoch ebenso versuchen, von der Diffusion eines jeden Standards zu profitieren. Die großen Ausrüstungshersteller versuchen in der Regel, Systeme auf der Basis aller relevanten Standards anzubieten (vgl. Funk/Methe 2001: 603f.).

Der Mobilfunk der zweiten Generation beruhte bereits vollständig auf digitaler Technologie, damit war es möglich, Sprach- und Datenübertragung zu integrieren. Die Datenübertragung auf GSM-Basis erlangte vor allem in Form des *short messaging service* (SMS) unvorhergesehene Popularität. GSM ist auch mit HTML kompatibel und ermöglicht insofern den Zugang zum Internet, der in der Form des *wireless applications protocol* (WAP) entwickelt und ab 1998 eingeführt wurde (Edquist 2003a: 25, 28).

Die Einschätzungen im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen der Deregulierung des Telekommunikationssektors und der Durchsetzung von GSM als einheitlichem europäischem Mobilfunkstandard sind durchaus unterschiedlich. Glimstedt (2001: 55, 57ff.) ist der Ansicht, dass die Durchsetzung eines einheitlichen europäischen Standards erst durch die institutionellen Veränderungen im Zuge der Liberalisierung möglich wurde. Laut Edquist wurde GSM dagegen weitgehend noch vor der großen Deregulierungs- und Privatisierungswelle im europäischen Telekommunikationssektor entwickelt und implementiert, d.h. die Liberalisierung spielte seiner Ansicht nach für die Durchsetzung von GSM keine entscheidende Rolle. Die Beziehung sei eher umgekehrt gewesen: GSM wurde

als »Speerspitze« verwendet, um die EU-Strategie der Liberalisierung des Telekommunikationssektors durchzusetzen (Edquist 2003a: 26).

Weder die japanische noch die US-amerikanische Regierung ergriffen die Führung bei der Entwicklung des digitalen Mobilfunks. Als der digitale Mobilfunk in diesen Ländern eingeführt wurde, hatte sich GSM bereits weitgehend als internationaler Standard durchgesetzt (Funk/Methe 2001, 600). In den USA entschied sich eine Standardisierungsagentur, die *Cellular Telephone Industry Association* (CTIA), 1990 für das *digital advanced mobile phone system* (D-AMPS), das kompatibel mit dem analogen AMPS der ersten Mobilfunkgeneration war. Die Kompatibilität sollte den graduellen Übergang zwischen den beiden Generationen erleichtern. Gerade dadurch wurde der Übergang jedoch verzögert, weil zunächst keine neuen Lizenzen für den digitalen Mobilfunk vergeben wurden und die Betreiber der analogen Mobilfunknetze die digitale Technik zunächst nur ergänzend zur Kapazitätserweiterung ihrer analogen Mobilnetze verwendeten. D-AMPS wurde von Ausrüstungsherstellern wie Northern Telecom, aber auch Ericsson, sowie von einigen großen Mobilfunknetzbetreibern wie AT&T unterstützt.

Die US-amerikanische Regulierungsbehörde für den Telekommunikationssektor, die *Federal Communications Commission* (FCC), entschied, dass es keinen einheitlichen Mobilfunkstandard für die USA als Ganzes geben sollte, sondern dass sich die einzelnen Mobilfunkbetreiber nach eigenem Gutdünken für ein System entscheiden sollten. Die FCC wollte offenbar den Wettbewerb sowohl zwischen Standards als auch zwischen Netzbetreibern sichern. Die Überbetonung von Marktmechanismen erwies sich jedoch als kontraproduktiv. In Europa gab es keinen Wettbewerb der Standards, nur einen Wettbewerb der Netzbetreiber (Edquist 2003a: 26f.).

In dieser Situation entwickelte sich später ein anderer digitaler De-facto-Standard, *code division multiple access* (CDMA), der dem D-AMPS technisch überlegen war und der von einer größeren Anzahl von Mobilfunknetzbetreibern

übernommen wurde<sup>12</sup>. Allerdings wurde CDMA von jedem Betreiber in anderer Weise implementiert. Die verschiedenen digitalen Mobilfunkstandards waren auch nicht direkt miteinander kompatibel, sie waren dies nur durch die Nutzung von analogen Kanälen. Dies war die »Rückwärtskompatibilität«, auf der die FCC insistiert hatte. Die mangelhafte Kompatibilität der verschiedenen Standards war sicher ein Grund dafür, dass die Diffusion der Mobilkommunikation in den USA sich relativ langsam vollzog. 1997 lag die Durchdringung mit Mobiltelefonen in den USA bei 20 %, in Skandinavien dagegen bei 40-50 %. Außerdem basierten in den USA noch 60 % der Mobiltelefone auf dem analogen Standard der ersten Generation, während sie in Europa fast ausschließlich auf dem GSM-Standard beruhten. Die Rückwärtskompatibilität in den USA könnte auch ein Grund dafür gewesen sein, dass der Übergang zum digitalen Standard der zweiten Generation nicht unbedingt für notwendig gehalten wurde. Ein weiterer Grund für die unterschiedliche Diffusionsgeschwindigkeit liegt in den unterschiedlichen Tarifstrukturen der Länder. Auch Probleme des *Roaming*<sup>13</sup> und der Abrechnung wurden in den USA später gelöst. Die beiden wesentlichen US-amerikanischen digitalen Mobilfunkstandards verbreiteten sich international nur begrenzt und wurden nie zu einer ernsthaften Konkurrenz für GSM (ebd.: 26).

- 12 Die CDMA-Technologie der zweiten Mobilfunkgeneration (aufgrund der Ausdifferenzierung von CDMA in der dritten Mobilfunkgeneration auch als CDMA-1 oder CDMAOne bezeichnet) wurde 1989 zunächst als proprietärer Standard von dem US-amerikanischen Mobilfunkausrüster Qualcomm entwickelt und 1994 als US-amerikanischer Standard anerkannt, da er von einer Reihe von Netzbetreibern wie AT&T und PacTel sowie Ausrüstungsherstellern wie Motorola anerkannt wurde. Die Diffusion von CDMA wurde durch die Patent- und Lizenzpolitik von Qualcomm gebremst. Zunächst vergab Qualcomm Lizenzen für seine Technologie zu relativ günstigen Preisen, doch als einige Ausrüstungshersteller Lizenzen gekauft hatten, hob Qualcomm die Preise für die Nutzung der eigenen Patente erheblich an. Vor allem für die zentralen Chips der mobilen Endgeräte verlangte Qualcomm derart hohe Patentgebühren, dass das Unternehmen durch sein Joint Venture mit Sony den US-Markt für CDMA-Mobiltelefone bis 1998 zu nahezu 100 % kontrollieren konnte. Dabei war der Preis für diese Mobiltelefone dreimal so hoch wie der Preis für Mobiltelefone auf der Basis anderer digitaler Technologien. Dies hielt eine Reihe von Netzbetreibern und Ausrüstern davon ab, sich an der Technologie zu beteiligen. Gleichwohl gewann CDMA auch außerhalb der USA, vor allem in einigen asiatischen Märkten starken Einfluss, namentlich in Hongkong und Südkorea. Samsung entwickelte sich mit dem Wachstum des südkoreanischen CDMA-Marktes zu einem wichtigen Handy- und Infrastrukturhersteller. Qualcomm und die US-amerikanische Regierung gewannen auch die chinesische Regierung dafür, CDMA zu akzeptieren – sehr zum Ärger von Ericsson, denn Ericsson hatte den CDMA-Standard ursprünglich abgelehnt und hatte 1999 einen Anteil von 40 % am chinesischen Mobilfunkinfrastrukturmarkt (Hommen 2003: 141f.; vgl. Garrard 1998: 315ff.; Funk/Methe 2001: 601; Funk 2002: 83, 210).
- 13 Als *Roaming* bezeichnet man die Möglichkeit, einen Teilnehmer im Gesamtnetz (d.h. z.B. auch länderübergreifend) zu lokalisieren.

Umgekehrt gingen die wichtigsten US-amerikanischen Netzbetreiber, angefangen mit *AT&T wireless* im Jahr 2001 zu GSM über. Der Grund war, dass GSM schon davor einen globalen Marktanteil von 60 % hatte und damit aufgrund der Skaleneffekte niedrigere Preise offeriert werden konnten. Auch wurde angenommen, dass der Übergang zur dritten Generation des Mobilfunks dann leichter möglich wäre. So wurde GSM zum weltweiten Mobilfunkstandard. Gleichzeitig wurde dadurch die Position von Ericsson und Nokia im Mobilfunkausrüstungsmarkt gestärkt (ebd.: 26f.).

Japan hatte seinen eigenen Mobilfunkstandard, *Pacific digital cellular* (PDC), der inkompatibel mit allen anderen Standards war und sich niemals außerhalb von Japan verbreitete. Umgekehrt blieb der japanische Markt für die anderen auswärtigen Standards geschlossen (ebd.: 27).

GSM war so konzipiert, dass es trotz eines einheitlichen Standards die Verwendung unterschiedlicher Systemkomponenten mit im Detail unterschiedlichen Technologien ermöglichte. Die Kompatibilität der Komponenten und die Einheitlichkeit des Systems wurden durch die Spezifizierung von Schnittstellen gewährleistet. Dadurch wurde es möglich, Teile verschiedener Hersteller zu kombinieren. Aus der Sicht der Netzbetreiber hatte dies den Vorteil, die Abhängigkeit von einzelnen Ausrüstungsherstellern zu vermindern. Für die Ausrüstungshersteller ermöglichte dies die Bildung von Konsortien, die arbeitsteilig Teile des Gesamtsystems entwickeln konnten. Nur wenige Hersteller verfügten über die Kompetenzen zur Entwicklung eines Gesamtsystems. Durch die Bildung von Konsortien trachteten verschiedene Hersteller darüber hinaus danach, sich den Eintritt in auswärtige Märkte zu erleichtern bzw. abzusichern, indem sie sich mit »nationalen« Unternehmen der Hauptmärkte verbündeten. Karin Hirschfeld (2000) beschreibt in einer Fallstudie die Entwicklung eines solchen GSM-Entwicklungskonsortiums zwischen Alcatel, Nokia und einer AEG-Tochter, die damals zum Daimler-Benz-Konzern gehörte.<sup>14</sup> Hirschfeld beschreibt sehr schön den Opportunismus der Unternehmen sowie die verschiedenen Kooperationsprobleme, die sich aus ihrer Konkurrenz, ihren unterschiedlichen Strategien und Unternehmenskulturen sowie aus Vertragslücken, der hohen Unsicherheit und der Dynamik des Umfeldes ergaben. Das 1987 gegründete Konsortium wurde 1990 auf Drängen Nokias vorzeitig aufgelöst. Nokia erwies sich als weitaus flexibler und schneller bei der Nutzung neuer Chancen, die sich

14 Hirschfeld anonymisiert die Unternehmen, doch ist ihre Identität nicht schwer zu erschließen.

durch den Markteintritt neuer Netzbetreiber im Zuge der Liberalisierung ergaben und sah das Konsortium zunehmend als »Klotz am Bein«.

Der Fall offenbart die Schwäche der beteiligten deutschen Unternehmen – der SEL AG als deutscher Tochtergesellschaft von Alcatel und der AEG-Tochter. Die AEG-Tochter hatte aufgrund ihrer sehr speziellen, begrenzten Kompetenzen von vornherein einen kleineren Teil an der Entwicklungsarbeit übernommen und auf eine strikte Begrenzung des eigenen Engagements geachtet. Für den Daimler-Benz-Konzern, zu dem die AEG zu dieser Zeit gehörte, zählte die Telekommunikation nicht zum Kerngeschäft, zumal es sich auch innerhalb der AEG um einen kleinen Bereich handelte. Der Mutterkonzern entschied sich schon vor der Auflösung des Konsortiums für einen vorzeitigen Ausstieg. Die SEL AG hatte im Gegensatz zur AEG umfangreiche technologische Kompetenzen auf dem Gebiet der Telekommunikation und auch ein großes Interesse an dem Geschäft. Sie war im Grunde nach Siemens der zweitwichtigste »Hoflieferant« der Deutschen Bundespost und der einzige ernstzunehmende deutsche Konkurrent von Siemens im Telekommunikationsbereich gewesen. Das Problem der SEL AG bestand jedoch darin, dass ihr früherer Eigentümer ITT das Unternehmen 1987 an Alcatel verkauft hatte. Während die SEL AG im Rahmen des ITT-Konzerns relativ selbständig agieren konnte und eine technologische Führungsrolle bei der Entwicklung digitaler Vermittlungstechnik für den Weltmarkt innerhalb des Konzerns gehabt hatte, wurde sie nach der Übernahme durch Alcatel radikal zurückgestutzt. Bis 1994 verlor das nunmehr unter dem Namen Alcatel SEL firmierende Unternehmen etwa die Hälfte seiner Standorte. Die Tätigkeit des GSM-Entwicklungskonsortiums fiel also gerade in eine Zeit sehr starker Konflikte zwischen SEL und ihrer neuen Eigentümerin. Letztlich führte der mit der Liberalisierung im Telekommunikationssektor einhergehende Konzentrations- und Zentralisationsprozess dazu, dass Siemens als einziges selbständiges deutsches Unternehmen in der globalen Spitzengruppe der Telekommunikationsausrüster übrig blieb.<sup>15</sup>

### **3.2.3 Die dritte Generation des Mobilfunks (UMTS/WLAN)**

Das ETSI bestimmte das *universal mobile telecommunications system* (UMTS) im Januar 1998 zum europäischen Standard für die dritte Generation des Mobilfunks (Edquist 2003a: 27; Hommen 2003: 130). Die Triebkraft für die Entwicklung

15 Siemens war innerhalb des kleinen Oligopols deutscher Telekommunikationsausrüster freilich schon seit langem das mit großem Abstand führende, dominante Unternehmen gewesen (vgl. Ziegler 1999: 84-90).

des Standards waren die Konvergenz von Informations- und Kommunikationstechnologien und die Aussicht, auf dieser Basis Wachstum mit einem breiteren Spektrum von Anwendungen in der mobilen Telekommunikation zu realisieren (Hommen 2003: 130).

Die Entwicklung von UMTS geht auf Beratungen in der ITU über die Zukunft des öffentlichen Mobilfunks zurück, die 1985 begannen. In den frühen 90er Jahren schritt die Entwicklung von UMTS nur langsam voran, denn GSM und andere Systeme der zweiten Generation waren gerade eingeführt worden, und der Markt für den Mobilfunk der zweiten Generation war bei weitem noch nicht saturiert. Die meisten Mobilfunknetzbetreiber waren damit beschäftigt, überhaupt Kunden zu gewinnen, und nicht damit, den Umsatz pro Kunde zu maximieren. Daher schenkten sie UMTS keine große Aufmerksamkeit. 1996 jedoch stellte die Europäische Kommission Rahmenbedingungen für die Entwicklung von UMTS auf. Bis dahin war immer noch unklar gewesen, was die technische Basis von UMTS sein würde. 1997 kündigte NTT DoCoMo an, gemeinsam mit Ericsson und Nokia W-CDMA (*wireless code division multiple access*) als technische Basis für die dritte Generation des Mobilfunks innerhalb der von der ITU gesetzten Rahmenbedingungen des *international mobile telephone standard* (IMT-2000) entwickeln zu wollen. Die Ankündigung von NTT DoCoMo hatte großes Gewicht, da 60 % aller Mobilfunkverträge in Japan über das Unternehmen liefen und sich eine Reihe von anderen asiatischen Mobilfunkbetreibern an NTT DoCoMo orientierten. 1998 akzeptierte das ETSI die europäisch-japanische W-CDMA-Technologie als technische Grundlage des UMTS. Gleichzeitig wurde beschlossen, UMTS kommerziell 2002 einzuführen (Hommen 2003: 130, 140; Funk 2002: 80ff.). In Deutschland wurden die UMTS-Lizenzen im Sommer 2000 versteigert. Das Interesse im Bieterwettbewerb war sehr groß, es wurden sehr hohe Preise erzielt.

Allerdings fiel die UMTS-Einführung mit einer Krise des InfoCom-Sektors und mit einer allgemeinen Konjunkturkrise zusammen, so dass der tatsächliche Markterfolg von UMTS immer noch schwer abzuschätzen ist. Die Mobilfunknetzbetreiber haben sich zudem für den Erwerb von UMTS-Lizenzen stark verschuldet, so dass ihre Investitionskapazität und -bereitschaft eingeschränkt wurde, was die Diffusion von UMTS verzögern dürfte. Allerdings hat UMTS gleichwohl gute Aussichten, zu einem globalen Mobilfunkstandard zu werden, da Japan und die EU sich für den Standard entschieden haben, während die USA weiterhin darauf setzen, dass die Marktkräfte über den Standard entscheiden sollen. UMTS wird also von vornherein einen größeren Markt haben als konkurrierende US-amerika-

nische Standards. Überdies wurde die W-CDMA-Technologie von den stärksten Akteuren des Mobilfunksektors, nämlich NTT DoCoMo, Ericsson und Nokia, vorangetrieben (Hommen 2003: 130f.).

Als konkurrierende Standards zu UMTS bzw. W-CDMA sind vor allem die in den USA entwickelten De-facto-Standards CDMA2000 und UWC-136 relevant. CDMA2000 ist eine Weiterentwicklung des US-amerikanischen CDMA-Standards der zweiten Mobilfunkgeneration, der gelegentlich auch als CDMA-1 oder CDMAOne bezeichnet wird. CDMA2000 wurde von Qualcomm, Lucent, Motorola und Northern Telecom entwickelt, nachdem NTT DoCoMo 1997 seine Allianz mit Ericsson und Nokia zur Entwicklung von W-CDMA angekündigt hatte. In Japan kündigten die neuen Mobilfunknetzbetreiber DDI und IDO 1998 an, dass sie CDMA2000 anstelle von W-CDMA unterstützen würden. Sie befürchteten, dass die W-CDMA-Ausrüster auf jeden Fall ihren Konkurrenten NTT DoCoMo bevorzugt beliefern würden und dass NTT DoCoMo bezüglich W-CDMA ein größeres implizites Wissen und damit Konkurrenzvorteile hätte. Die japanischen Behörden akzeptierten in der Folge sowohl CDMA2000 als auch W-CDMA als Mobilfunkstandards der dritten Generation. Die Rückwärtskompatibilität von CDMA2000 zu CDMA-1 sichert ersterem gute Aussichten in allen Märkten, in denen letzterer von Bedeutung ist (Hommen 2003: 141f.).

Der Kampf zwischen W-CDMA/UMTS und CDMA2000 wird auch über die Formierung internationaler Standardisierungskonsortien ausgetragen. Das ETSI initiierte im Dezember 1998 das Third Generation Partnership Project (3GPP), um andere Standardisierungsgremien des Telekommunikationssektors – z.B. ARIB und TTC aus Japan, die *Telecommunications Technology Association* (TTA) aus Südkorea oder TI, das Komitee für Telekommunikationsstandards des *American National Standards Institute*) – zusammen zu bringen und UMTS international zu fördern. Das 3GPP soll weitere Spezifikationen für die Implementierung von UMTS erarbeiten. Eine der ersten Initiativen des 3GPP war die Gründung der *UMTS Intellectual Property Rights Association* (UIPA), die mögliche Interessenkonflikte zwischen Ausrüstern und Netzbetreibern regulieren soll und Lizenzen für die Nutzung von UMTS-Patenten verwalten soll. 1999 wurde ein ähnliches Forum für die Implementierung von CDMA2000 gegründet, das Third Generation Partnership Project Two (3GPP2), an dem unter anderem die US-amerikanische *Telecommunications Industry Association* (TIA), die *China wireless telecommunications standards group* (CWTS) und wiederum Japans ARIB und TTC und die südkoreanische TTA beteiligt sind (Hommen 2003: 142, 148).

UWC-136, der Standard des 1996 gegründeten *Universal Wireless Communications Consortium* (UWCC), erschien zunächst als dritter konkurrierender Mobilfunkstandard der dritten Generation neben W-CDMA und CDMA2000. Inzwischen hat sich allerdings offenbar eine Allianz zwischen UWC-136 und W-CDMA herausgebildet. UWC-136 basiert auf einer Weiterentwicklung der TDMA-Technologie, die auch die Grundlage für den ersten digitalen Mobilfunkstandard in den USA, D-AMPS, war. Da GSM auf der gleichen TDMA-Technologie beruhte wie UWC-136 und da z.B. Ericsson an der Erarbeitung beider Standards beteiligt war, kam es zu einer Konvergenz der Interessen der Proponenten der beiden Standards. Im Frühjahr 2002 wurde das UWCC mit der Begründung, es habe seine Aufgaben erfüllt, aufgelöst. Die Mitglieder des Konsortiums schlossen sich dem 3GPP-Konsortium an, das gleichzeitig eine neue Unterorganisation für den amerikanischen Markt (3G Americas) bildete. In 3G Americas sind nun also sowohl TDMA- und GSM-Netzbetreiber als auch Ausrüster zusammengeschlossen. Die Organisation unterstützt gleichzeitig den Übergang zum W-CDMA/UMTS-Standard (Hommen 2003: 143f.).

Während Ericsson und Nokia zusammen mit NTT DoCoMo die Führungsrolle bei der Entwicklung von W-CDMA übernahmen und die nordamerikanischen Ausrüster Motorola, Qualcomm, Northern Telecom und Lucent mit CDMA2000 eine Gegeninitiative starteten, die aber im Vergleich zu W-CDMA/UMTS keine vergleichbar große Unterstützung erhielt, reagierten die anderen europäischen Ausrüster wie Siemens, Alcatel, Bosch und Matra relativ langsam auf diese Standardisierungsbemühungen im Bereich der dritten Generation des Mobilfunks. Bis 1997 waren sie davon ausgegangen, dass eine weiterentwickelte GSM-Version die technische Basis für UMTS sein würde. GSM basiert aber auf der TDMA-Technologie, und im Gegensatz zu Ericsson und Nokia mangelte es den anderen europäischen Herstellern an Kompetenzen im Feld der CDMA-Technologie. Die Initiative von Ericsson und Nokia, zusammen mit NTT DoCoMo W-CDMA als Standard zu entwickeln, kann also auch als gegen ihre europäischen Konkurrenten gerichteter Schachzug interpretiert werden. Wie Ericsson und Nokia hatten jedoch die anderen europäischen Hersteller Einfluss auf die EU und damit eine Trumpfkarte, denn die EU wollte sich Ende 1997 für einen einheitlichen Standard als technische Grundlage für UMTS entscheiden. So kam es zu einem Kompromiss: W-CDMA sollte die Grundlage für UMTS bilden, aber TD-CDMA, eine Hybridvariante von TDMA und CDMA, sollte in den Standard inkorporiert werden. Interessanterweise unterstützten Motorola, Lucent und Northern Telecom den

TD-CDMA-Vorschlag zusammen mit den europäischen Herstellern. Funk und Methe (2001: 606) sehen darin einen Ausdruck der geringen Verhandlungsmacht der nordamerikanischen Hersteller in dem Standardisierungsprozess für die dritte Mobilfunkgeneration.

Die Rückwärtskompatibilität von UMTS im Hinblick auf GSM ist gegeben (dies war eine früh vereinbarte Bedingung des ETSI), andererseits unterscheidet sich UMTS von GSM (wie andere Systeme der dritten Generation von Systemen der zweiten Generation des Mobilfunks generell) in folgender Hinsicht:

1. UMTS ist ein »breitbandiges« System, das größere Übertragungsraten ermöglicht,
2. es integriert in höherem Maße als GSM Möglichkeiten der Sprach- und Datenkommunikation,
3. es integriert stärker Festnetze und Mobilnetze,
4. es ist von vornherein als globales System ausgelegt und mit anderen Systemen der dritten Generation kompatibel (gemäß Anforderungen der ITU, die in dem *international mobile telephone standard – IMT 2000 –* niedergelegt sind),
5. es ermöglicht ein nahtloses globales *Roaming* und insgesamt mehr Funktionalitäten (vgl. ebd.: 131ff.).

Allerdings zeichnen sich auch bestimmte Schwächen von UMTS und anderen Systemen der dritten Mobilfunkgeneration ab, die heute schon darauf hindeuten, dass ein vierte Generation des Mobilfunks notwendig wäre, um die entsprechenden Funktionsmängel zu beheben. Insbesondere sind die Datenübertragungsraten bei UMTS trotz des »Breitbandcharakters« nicht mit den im Festnetz möglichen Datenübertragungsraten vergleichbar. Die mobile Internetnutzung bleibt dadurch eingeschränkt. *Video streaming* wird mit UMTS kaum möglich sein. Unabhängig von der Problematik der Übertragungsraten stellt sich die Frage, welche spezifischen Inhalte bzw. Funktionen mit kleinen Endgeräten wie Handys auf UMTS-Basis transportiert werden sollen. Trotz größerer Displays bei den UMTS-Handys wäre es unrealistisch anzunehmen, dass das Internet mit dem Handy genauso genutzt werden könnte wie mit einem PC. Es fehlt aber an spezifischen Inhalten und Funktionen für UMTS-Handys. Telefonieren und SMS nutzen kann man auch mit GSM-Handys. Mit dem Problem der fehlenden Inhalte und Funktionen für UMTS-Handys hängt das Problem zusammen, dass die Aufteilung der Gewinne zwischen den Netzbetreibern bzw. Netzzugangsvermittlern einerseits und den Inhalteanbietern andererseits weitgehend ungeklärt ist. In Europa fallen die Gewinne bisher hauptsächlich bei den Netzbetreibern und Netzzugangsvermittlern an. Wie

zentral dieses Problem ist, zeigt der Erfolg von i-mode in Japan, der auch darauf zurückzuführen ist, dass NTT DoCoMo eine Vielzahl von Inhaltenanbietern für die Kooperation gewonnen hat und ihnen ein attraktives Modell der Umsatzbeteiligung anbietet. Allerdings hängt der Erfolg von i-mode in Japan vermutlich auch mit anderen Faktoren zusammen, die nicht ohne weiteres übertragbar sind. Z.B. nutzten in Japan bisher im Vergleich zu anderen hoch industrialisierten Ländern relativ wenige Haushalte das Internet per Festnetz. Der Substitutionseffekt bzw. die funktionale Äquivalenz könnte hier eine gewisse Rolle spielen. Auch Faktoren der Lebensweise und Kultur sind sicherlich für die Mobilfunknutzung relevant (z.B. die Frage, wie viele Menschen in Ballungsräumen wie viel Zeit im öffentlichen Nahverkehr verbringen). Selbst wenn die Mobilfunkanbieter neue Funktionalitäten und Inhalte entwickeln, bleibt die Frage, ob die Konsumenten bereit und in der Lage sind, dafür auch entsprechend zu zahlen. Hier liegen gegenwärtig die größten Hindernisse für die Verbreitung des Mobilfunks der dritten Generation (vgl. Edquist 2003a: 31f.).

Der Übergang zur dritten Mobilfunkgeneration wird auch dadurch verzögert, dass es auf der Basis der zweiten Mobilfunkgeneration zu Weiterentwicklungen und Funktionserweiterungen gekommen ist (»2,5 G«), so dass die neuen Möglichkeiten der dritten Generation nicht mehr sehr revolutionär erscheinen. So wurde durch die Entwicklung des *wireless application protocol* (WAP) 1998 die Kompatibilität mit dem HTML-Format und damit die Möglichkeit des mobilen Zugriffs auf WWW-Dateien ermöglicht. Der WAP-Dienst war im Jahr 2001 in vielen Ländern verbreitet, die Nutzerzahlen waren allerdings bis Anfang 2002 noch gering (Edquist 2003a: 28). Eine andere Zwischenlösung ergab sich mit dem *general packet radio service* (GPRS). Mit dem GPRS wurde die Paketvermittlung von Daten auf Basis des Internet Protocol (IP) mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 115 Kbit/s in die Mobilfunknetze eingeführt, gleichzeitig wurde die Abrechnung nicht nach Verbindungszeit, sondern nach übertragener Datenmenge ermöglicht. Viele GSM-Netzbetreiber führten GPRS im Jahr 2001 ein (ebd.). Auch der I-Mode-Dienst von NTT DoCoMo ist eine Zwischenlösung, die eine erhebliche Funktionserweiterung auf der Basis der zweiten Generation des Mobilfunks erlaubt (ebd.: 28f.). Die neueste Entwicklung auf GSM-Basis ist die EDGE-Technologie (»enhanced data rates for GSM evolution«, die noch einmal höhere Übertragungsraten bis zu 348 Kbit/s ermöglicht und damit bereits recht nahe an Systeme der dritten Generation herankommt (Hommen 2003: 138).

Die möglicherweise größte Verzögerung ergibt sich für die Durchsetzung von UMTS und anderen Systemen der dritten Generation jedoch durch das Aufkommen lokaler Mobilfunknetze (*wireless local area networks* – WLAN). Auch in diesem Bereich gab es verschiedene konkurrierende Standards, jedoch ist der Gewinner der US-amerikanische Standard IEEE 802.11, der unter anderem von Cisco stark unterstützt wird. WLAN ermöglicht wesentlich höhere Datenübertragungsraten als UMTS und damit einen vollwertigen drahtlosen Internetzugang. WLANs sind naturgemäß nicht flächendeckend, doch breiten sie sich gegenwärtig rasch aus (vgl. Edquist 2003a: 30f.; Dalum/Villumsen 2003: 49ff.).

### **3.3 Resümee**

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Innovationsprozesse im Telekommunikationssektor ähnlich wie in der Pharmaindustrie teils durch Start-up-Unternehmen, teils durch ein Oligopol etablierter Großunternehmen vorangetrieben werden, wobei die Arbeitsteilung und die Aneignung von Innovationsgewinnen innerhalb der Innovationscluster weitgehend durch die Dominanz der Großunternehmen bestimmt wird. Die Innovationskonkurrenz zwischen den Unternehmen wird maßgeblich über konkurrierende technische Standards ausgeglichen. In den Standardisierungsprozessen gewinnen offene Standards gegenüber proprietären Standards und De-facto-Standards, die von privaten Konsortien durchgesetzt werden, gegenüber staatlichen De-jure-Standards zunehmend an Bedeutung. Allerdings zeigt der Vergleich der Entwicklungen im Internet- bzw. Festnetzbereich und im Mobilfunkbereich, dass nicht jede »radikale« Innovation im Hightech-Sektor die marktförmige Regulierung bzw. das US-amerikanische Institutionensystem zur Voraussetzung hat. Deutsche Unternehmen haben die mit der Deregulierung des Telekommunikationssektors verbundenen Umbrüche weniger gut bewältigt und haben weder in dem von US-amerikanischen Unternehmen bestimmten Bereich der Datenkommunikation noch in dem eher von skandinavischen Unternehmen bestimmten Bereich der Mobilkommunikation eine führende Rolle spielen können. Dies ist jedoch nur durch den konkreten Verlauf des Konkurrenzkampfes und nicht alleine durch ihre institutionelle Einbettung erklärbar.

In der Telekommunikationsindustrie zeigen sich ähnlich wie in der Pharmaindustrie Grenzen privatwirtschaftlicher Innovativität, die mit den begrenzten

Investitionsmöglichkeiten der Unternehmen und den Rentabilitätsanforderungen in der *Shareholder-Value*-Ökonomie zu tun haben. Die heutigen technischen Möglichkeiten der Telekommunikation können nicht realisiert werden, weil sie Investitionen voraussetzen, die unter dem Gesichtspunkt der Profitmaximierung kein privatwirtschaftliches Unternehmen leisten kann und will. Vergleichsweise billig ist noch der Aufbau neuer Infrastrukturen für den Mobilfunk. Aber auch in diesem Bereich zeigt die skandinavische Entwicklung, dass die Vorstellung, über den freien Wettbewerb in einem privatisierten Telekommunikationsmarkt wären technologische Innovationen am besten zu realisieren, nicht unbedingt zutrifft. Die heutige Stärke der skandinavischen Unternehmen im Mobilfunk hängt nicht zuletzt mit dem früheren Staatsinterventionismus dieser Länder zusammen.

Im Festnetzbereich sind die Grenzen der privatwirtschaftlichen Investitionstätigkeit noch offensichtlicher. Deutschland verfügt über eine vergleichsweise gute Infrastruktur im Festnetzbereich, doch wurde diese Infrastruktur, die jetzt privatwirtschaftlich vermarktet wird, von einem Staatsapparat errichtet und aus Steuermitteln finanziert. Seit der Privatisierung der Telekommunikationsinfrastrukturen stagniert die Weiterentwicklung des Festnetzes in der Fläche, zumindest im Bereich der »letzten Meile«. Gerade dies ist aber entscheidend, weil dadurch neue Breitbandanwendungen für die Masse der Bevölkerung nicht realisiert werden können. Dies ist auch ein wesentlicher Grund für das Ende des *New-Economy*-Booms und den Zusammenbruch der Internetspekulation. Seitdem hilft man sich mit Zwischenlösungen, die ohne großen Investitionsaufwand zu realisieren sind (DSL etc.), aber weit hinter den eigentlichen technischen Möglichkeiten zurückbleiben. Die Zurückhaltung bei den Investitionen seitens der Netzbetreiber ist auch durch die Unsicherheit bedingt, die mit der anhaltenden Innovationsdynamik in der Telekommunikation einhergeht. So werden die bisherigen Geschäftsmodelle der Netzbetreiber etwa durch die Verbreitung des Telefonierens via Internet (*voice over IP*) grundlegend in Frage gestellt. Eine Beschleunigung des Ausbaus breitbandiger Netze im Bereich der »letzten Meile« und der Konvergenz von Sprachtelefonie, Datenübertragung und Fernsehen wäre wahrscheinlich nur zu erreichen, wenn der Infrastrukturaufbau aus öffentlichen Mitteln finanziert werden würde.

Es spricht einiges dafür, dass Telekommunikationsnetze im Grunde »natürliche Monopole« oder »öffentliche Güter« sind. Denn der Wettbewerb im Bereich der Telekommunikationsdienstleistungen kann offenbar nur durch permanente Eingriffe der Regulierungsbehörden aufrechterhalten werden. Neuere Untersuchungen, die die Effekte der Deregulierung und Privatisierung der Telekommuni-

kationsinfrastrukturen kritisch bilanzieren, sind uns nicht bekannt. So bleibt unklar und strittig, ob sie Innovationen eher begünstigt oder behindert haben, inwieweit sie per Saldo zu einem Abbau oder Aufbau von Beschäftigung geführt haben oder wie die Nutzung der größeren Vielfalt an Telekommunikationsdienstleistungen sozial verteilt ist. Klar ist allerdings, dass die technologische Entwicklung einer öffentlichen Kontrolle weiter entzogen wurde.



## 4. Innovation in der Automobilindustrie

Charakteristisch für das Innovationsgeschehen in der Automobilindustrie ist die hier sehr stark ausgeprägte Wechselwirkung zwischen Produkt-, Prozess- und organisatorischen Innovationen. In der Geschichte der Industrie dominiert phasenweise die eine oder die andere dieser Innovationsarten, zugleich stehen sie jederzeit in einer engen Wechselwirkung, teils im Sinne notwendiger technikbedingter Komplementarität (bestimmte Produktinnovationen sind ohne darauf bezogene prozesstechnische Innovationen nicht möglich) oder ökonomischer Komplementarität (Mehrkosten durch produkttechnische Innovationen können durch organisatorische Innovationen kompensiert werden), teils stehen sie im Konkurrenzverhältnis zueinander (die Erzielung von Qualitäts- oder Effizienzgewinnen entweder durch prozesstechnische oder durch organisatorische Innovationen), teils im Sinne locker gekoppelter und über weitere Stufen vermittelter Anschlusssequenzen (Zusammenhänge zwischen arbeitsorganisatorischen Innovationen und produkttechnischen Innovationen, die sich durch Einführung von Modulkonzepten ergeben u.ä.).

Neben diesen Innovationsarten spielen soziale und regulatorische Innovationen eine wesentliche Rolle. Diese reichen von Innovationen auf dem Gebiet der Arbeitsbeziehungen und der Tarifpolitik bis hin zu staatlichen und überstaatlichen Regulierungen bezogen auf Emission, Kraftstoffverbrauch, Sicherheit und Nutzungsformen von Automobilen.

Wir beginnen mit einem kurzen historischen Überblick über Innovationsdynamiken in der Automobilindustrie. Die Darstellung skizziert in knappen Zügen Entwicklungen im Bereich der Produkt- und Prozessinnovationen (Abschnitt 4.1). Am Fall der Automobilindustrie wird besonders deutlich, dass beide Innovationsarten eng mit Innovationen im institutionellen und sozialen Kontext zusammenhängen. Im Anschluss diskutieren wir die Ursachen der Anfang des neuen Jahrzehnts zu beobachtenden starken Intensivierung des Innovationsgeschehens. Steht die Automobilindustrie vor oder in einer Innovationsrevolution? Diskutiert wird diese Frage vor dem Hintergrund des von Abernathy (1978) analysierten Produktivitätsdilemmas von Innovationen (Abschnitt 4.2). Im letzten Abschnitt wird näher auf die Entwicklung der deutschen Automobilindustrie eingegangen. Die Darstellung zeigt Erfolgsfaktoren, aber auch Grenzen und Gefährdungen dieser deutschen Entwicklung (Abschnitt 4.3).

## 4.1 Innovation in der Automobilindustrie – ein historischer Überblick

Charles Fine und Daniel M. G. Raff (2001) vertreten in ihrem Überblickstext über Innovation in der Automobilindustrie die These, dass es im Grunde in der gesamten Geschichte der Branche nur drei wirklich radikale Innovationen gegeben hat: Die erste ist die Erfindung des Automobils selbst, d.h. die Idee, bei Kutschen die Zugkraft der Pferde durch einen Motor zu ersetzen. Die zweite ist die Entwicklung des fordistischen Produktionssystems und die dritte die Entwicklung des toyotistischen Produktionssystems. Gleichwohl erwähnen sie in ihrem Artikel auch eine Vielzahl weiterer Innovationen.

### 4.1.1 Produktinnovationen

Eine wichtige Triebkraft für Produkt- und Designinnovationen in der Autoindustrie sehen Fine und Raff in dem Widerspruch zwischen der Notwendigkeit, die *economies of scale* zu vergrößern, und der Notwendigkeit, aus Marketinggründen häufige Modellwechsel bzw. *face liftings* vorzunehmen und hohe Variantenzahlen zu produzieren. Dieser Widerspruch ist nicht neu. Er bestimmt die aktuellen Plattformkonzepte, lässt sich aber bis zu den unterschiedlichen Strategien von Ford und GM (unter Sloan) in den ersten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts zurückverfolgen.

Eine herstellerübergreifende Standardisierung von Fahrzeugteilen hat sich aufgrund der proprietären Produktdesigns der einzelnen Markenhersteller bis heute kaum durchsetzen können. Gleichwohl wurde innerhalb der einzelnen Konzerne versucht, die Produktdifferenzierung mit der Standardisierung von Teilen zu verbinden. Schon Alfred Sloan hatte als Vorstandsvorsitzender von GM die verschiedenen Divisionen des Konzerns dazu gebracht, gleiche Teile zu verwenden und so die Produktdifferenzierung mit der Nutzung größerer *economies of scale* zu verbinden (Sloan 1964: 155-158). Diese Tradition wird von den meisten Automobilherstellern aktuell mit Plattformkonzepten und der Modularisierung von Fahrzeugen weitergeführt.

Lange Zeit wurde die Automobilindustrie von den US-amerikanischen Herstellern Ford und GM beherrscht. Die Dominanz von Ford begann mit der Einführung der standardisierten Massenproduktion ab ca. 1910, die von GM ab den späten 1920er Jahren, und sie währte mindestens bis Ende der 1960er Jahre. Die Überlegenheit von Ford resultierte vor allem aus den Skaleneffekten und der Vielzahl von

Montagewerken im internationalen Maßstab, weniger aus Produktinnovationen. Das Modell T wurde fast zwanzig Jahre, von 1908 bis 1927 gefertigt. GM konzentrierte sich stärker als Ford auf Produktinnovationen und führte z.B. in den späten 1930er Jahren das Automatikgetriebe ein. Nach dem zweiten Weltkrieg schien die Ära radikaler Produkt- und Prozessinnovationen in der Automobilindustrie vorbei zu sein. Die nationalen Oligopole konsolidierten sich, der große *shake-out* von Herstellern war weitgehend abgeschlossen. Die Konkurrenz der Unternehmen verlagerte sich schwerpunktmäßig auf das Marketing.

Die unterschiedlichen Gegebenheiten auf den nationalen Märkten einschließlich der politischen Rahmenbedingungen führten allerdings dazu, dass die Hersteller in den verschiedenen Ländern durchaus unterschiedliche Innovationsmuster entwickelten und unterschiedliche Marktsegmente besetzten. So kam es in Deutschland zu einer Konzentration auf Hochleistungsautomobile, sportliche Autos und Luxuswagen auf der einen Seite und Kleinwagen auf der anderen Seite (vgl. hierzu Boch 2001). Hier bestehen Wechselwirkungen mit der Enge in den alten Städten, dem Rückstand gegenüber den USA bei der nachholenden Entwicklung fordistischer Konsumnormen bzw. bei den Reallohnsteigerungen, aber auch mit der weitgehenden Verhinderung von Geschwindigkeitsbegrenzungen auf den Autobahnen. Auch die Benzinpreispolitik erwies sich als wichtig: In den USA war der Treibstoff zunächst billiger und das Preisniveau wurde auch später durch die staatliche Innen- und Außenpolitik niedrig gehalten. In Europa wurde Benzin höher besteuert als in den USA, woraus die Notwendigkeit von Innovationen im Antriebssystem resultierte, um den Benzinverbrauch und damit die Nutzungskosten der Autos tolerabel zu halten. Auch die unterschiedlichen Sicherheits-, Emissions- und Kraftstoffverbrauchsregulierungen in den unterschiedlichen Ländern begünstigten jeweils bestimmte Innovationen. Wichtige Innovationen, die in Deutschland entwickelt wurden, waren z.B. der PKW-Dieselmotor, die elektronische Kraftstoffeinspritzung oder das Antiblockiersystem.

Japanische Hersteller traten bei den Produktinnovationen lange Zeit nicht hervor, ihre Stärke lag vielmehr darin, relativ standardisierte Produkte zu vergleichsweise günstigen Preisen anzubieten. Allerdings haben japanische Hersteller in den letzten Jahren auch in bestimmten Bereichen der Produktinnovation eine Führungsrolle übernommen, insbesondere beim Angebot von Hybridantrieben, die Verbrennungs- und Elektromotor kombinieren.

#### 4.1.2 Innovation der Produktionssysteme

Eine radikale prozessbezogene Innovation war die Einführung des Systems der Massenproduktion durch Ford. Henry Ford hatte ein einfaches, undifferenziertes, billiges und leicht zu reparierendes Auto vor Augen, ein Fahrzeug für den Massenmarkt. Um dieses Produktkonzept umzusetzen, bedurfte es vor allem einer Standardisierung der Produktion.

»[T]he way to make automobiles is to make one automobile like another, to make them all alike, to make them come through the factory just alike, like one pin is like another when it comes from the pin factory and one match is like another when it comes from the match factory.« (Ford 1922: 59)

Die Standardisierung der Produktion von Automobilen setzte die Verwendung standardisierter Teile voraus, die mit maschinellen Produktionsmethoden hergestellt wurden. Der dafür nötige Aufwand an Anlagekapital konnte nur durch Realisierung großer Skaleneffekte amortisiert werden. Standardisierung und Skaleneffekte der Produktion bedingten sich gegenseitig. Mit den Skaleneffekten sanken die Stückkosten, so dass die Preise gesenkt und höhere Verkaufszahlen erreicht werden konnten. Die Senkung der Stückkosten ermöglichte sowohl den Zuwachs von Marktanteilen als auch steigende Profite. Ford konnte seine Umsatzrendite ab 1911 binnen weniger Jahre von 17 auf 31 % steigern (vgl. Williams u.a. 1994: 98).

Die Standardisierung der Produktion ermöglichte die Ersetzung hoch qualifizierter Mechaniker (Handwerker) durch angelernte Arbeiter, die an einzelnen Maschinen oder entlang einer Montagelinie arbeiteten. Die neuartige Intensivierung und Dequalifizierung der Arbeit zwang Ford, überdurchschnittlich hohe Löhne zu zahlen, um Arbeiter an sich binden zu können (die berühmten »*five dollar a day*«), zumindest solange sich die neuen Produktionsmethoden noch nicht verallgemeinert hatten. Gleichzeitig konnte Ford es sich durch die erzielten Produktivitätsfortschritte auch erlauben, relativ hohe Löhne zu zahlen und trotzdem steigende Profite zu erzielen.

In den 1910er und 1920er Jahren war Ford schlechthin *das* Paradigma für moderne industrielle Produktion. Viele Unternehmer versuchten die Produktionsmethoden Fords zu kopieren, doch in der europäischen Automobilindustrie gelang es kaum einem, vergleichbare finanzielle Erfolge zu erzielen – trotz Handelsschranken und trotz der Bindung lokaler Konsumenten an einheimische Produzenten.

Zwischen den Weltkriegen wurden die ersten automatischen Transfermaschinen in der Motorenproduktion eingesetzt. Sie erlaubten die Durchführung einer

Sequenz von Bearbeitungsschritten an einem Werkstück, wobei dieses jeweils automatisch von einem Maschinenteil bzw. Bearbeitungsschritt zum nächsten bewegt und neu ausgerichtet wurde. Die automatischen Transfermaschinen setzten sich jedoch erst nach dem Zweiten Weltkrieg großflächig durch. Da sie teuer waren, wurden sie nicht zufällig zuerst in den USA, dem damals größten Markt der Welt eingeführt. Da diese Maschinen und das Design der Werkstücke starr aneinander gekoppelt waren, war die Produktion im Hinblick auf die Einführung von Produktvarianten und Modellwechsel weitgehend inflexibel. Skaleneffekte wurden damit noch wichtiger, Stillstandszeiten und Kapazitätsauslastung entwickelten sich zu zentralen Problemen. Die Flexibilität der Maschinerie konnte erst durch die Entwicklung numerisch gesteuerter, programmierbarer Werkzeugmaschinen und Roboter wieder gesteigert werden.

Die Verletzbarkeit des fordistischen Produktionssystems resultierte nicht nur aus dem Widerspruch zwischen den Anforderungen an *economies of scale* und der zunehmenden Sättigung der Massenmärkte, sondern auch aus den Grenzen der Produktivitätssteigerungen, die sich aus der tayloristischen Arbeitsorganisation ergaben. Letztere implizierte, dass das Produktionswissen der Arbeiter nicht genutzt wurde, um Produktivitätssteigerungen zu erzielen. Produktivitätssteigerungen wurden vor allem durch die zunehmende Mechanisierung des Arbeitsprozesses erzielt, charakteristisch war auch die damit einher gehende Intensivierung der Arbeit. Intensivierung und Monotonie der Arbeit führten zu Unzufriedenheit und Absentismus und wirkten sich somit als Schranken der Produktivitätssteigerung aus. Die Konkurrenz innerhalb der nationalen Oligopole der Autohersteller basierte weniger auf der Nutzung unterschiedlicher Technologien als auf der Differenzierung über Marketing und Werbung. Es war oft leichter, über Marketing steigende Profite zu erzielen als über grundlegende Veränderungen der Produktionsorganisation.

Nachdem die fordistische Produktionsorganisation Ende der 1960er/Anfang der 1970er Jahre in die Krise geriet, wurde verstärkt nach Alternativen gesucht. Auf eine größere Arbeitszufriedenheit und die stärkere Mobilisierung des Produktionswissens der Arbeiter für Produktivitätssteigerungen zielten bestimmte Veränderungen der Arbeitsorganisation (job enrichment, job enlargement, Verlängerung der Taktzeiten bis hin zur vollständigen Abkehr von der Fließbandproduktion), die bei Volvo in Kalmar und Uddevalla am weitesten entwickelt wurden. Diese radikalen Lösungen setzten sich jedoch nicht allgemein durch, sie hatten nicht einmal bei Volvo selbst Bestand, die Werke in Kalmar und Uddevalla wurden aus komplexen Gründen, die hier nicht erörtert werden können (vgl. Sandberg 1995)

– inzwischen geschlossen. In Deutschland wurde eine breite Diskussion über die Abkehr vom Taylorismus und neue Produktionskonzepte zunächst im Rahmen der Programme zur »Humanisierung der Arbeit« geführt. 1984 vertraten Horst Kern und Michael Schumann prononciert die These, dass sich in Deutschland neue Produktionskonzepte durchsetzen würden, die ihrer Ansicht nach in der Tendenz zu einer Aufhebung der (tayloristischen) Arbeitsteilung und einer Reprofessionalisierung der Produktionsarbeit führten. Die Reichweite dieser Veränderungen des Arbeitsprozesses blieb jedoch in der industriesoziologischen und arbeitspolitischen Diskussion umstritten (vgl. z.B. Malsch/Seltz 1988).

Sorge und Streeck (1988) bezeichneten die Produktionsform in der deutschen Automobilindustrie (bzw. die dominierende Produktionsform in Deutschland insgesamt) als »diversifizierte Qualitätsproduktion«. Laut Streeck (1991: 25) handelt es sich dabei um eine Produktionsform, die überlegene Wettbewerbsfähigkeit auf den Weltmärkten durch die intelligente Anwendung der Informationstechnologie, ein diversifiziertes Produktspektrum<sup>16</sup> und Marketingstrategien jenseits der Preiskonkurrenz erreicht und die auf dem Einsatz hoch qualifizierter Arbeitskräfte sowie einer flexiblen, nicht-tayloristischen Arbeitsorganisation beruht. Starke Gewerkschaften und hohe Löhne waren demnach mit überlegener Wettbewerbsfähigkeit nicht nur kompatibel, sondern schienen geradezu eine institutionelle Voraussetzung für den Erfolg der deutschen Automobilindustrie in den 1980er Jahren zu sein. Unzweifelhaft schnitten jedenfalls Länder wie Deutschland und Schweden zu dieser Zeit in der Weltmarktkonkurrenz besser ab als Länder wie die USA oder Großbritannien, in denen die Unternehmen stärker auf Kostensenkung als auf hochqualifizierte Arbeitskräfte setzten. Den letztgenannten gelang es offenbar weniger, die Beschäftigten für Produktivitätssteigerungen zu mobilisieren und den Anforderungen einer stärker automatisierten und zugleich zunehmend flexiblen Produktion angesichts einer schwankenden und in hohem Maße diversifizierten Nachfrage gerecht zu werden (Jürgens 2004: 415). Aber auch andere Faktoren wie die Wechselkursentwicklung spielten hier eine wesentliche Rolle.

16 Jürgens (2004: 414f.) bestreitet, dass die deutschen Automobilhersteller ihre Produktpalette bis Mitte der 1980er Jahre stark diversifiziert hätten. Vorherrschend sei vielmehr nach wie vor die großvolumige Produktion mit einer relativ geringen Variantenzahl gewesen. Nicht nur VW habe mit dem Golf mehr als 70 % seines Umsatzes gemacht, auch die anderen Hersteller hätten ihre typischen »Brot und Butter«-Modelle gehabt, auf denen ihre Profite hauptsächlich beruhten. Die Diversifizierung der Produktpalette sei bei den Luxusherstellern etwas stärker gewesen als bei den Massenherstellern, doch resultierten daraus keine wesentlichen Unterschiede ihrer Produktionsmuster. Insgesamt setzten die Hersteller freilich darauf, ihre Produkte qualitativ aufzuwerten und zu höheren Preisen zu verkaufen.

So bewirkte der in der ersten Hälfte der 1980er Jahre sehr hohe Dollarkurs, dass die relativ teuren Produkte der deutschen Hersteller im Dollarraum preislich noch konkurrenzfähig waren.

Spätestens Ende der 1980er Jahre zeigte sich allerdings, dass die japanischen Automobilhersteller vor allem durch organisatorische Innovationen des Prozessablaufs Konzepte entwickelt hatten, die nicht nur den angelsächsischen, sondern auch den deutschen und anderen kontinentaleuropäischen Herstellern überlegen waren. Einerseits stieß bei Letzteren die Automatisierung an Grenzen, das von den deutschen Herstellern verfolgte Konzept des *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) erwies sich als Irrweg. Andererseits hatten im Gefolge der Ölschocks die kleineren, verbrauchsärmeren und kostengünstigeren Autos der japanischen Hersteller vor allem in den USA, aber auch in Europa an Attraktivität gewonnen. Es zeigte sich überdies, dass die Qualität der japanischen Fahrzeuge höher war. Protektionistische Handelspolitiken konnten der Überlegenheit der japanischen Hersteller wenig entgegensetzen, da diese dazu übergingen, in den USA und in Europa eigene Produktionsstätten (transplants) aufzubauen.

In der US-amerikanischen und europäischen Rezeption gewann vor allem das Toyota-Produktionssystem an Bedeutung, das von Womack, Jones und Roos 1990 als »schlanke Produktion« verallgemeinert und popularisiert wurde. Das Toyota-Produktionssystem (TPS) zielte vor allem auf die kontinuierliche Verbesserung von Produktivität und Qualität durch Einbeziehung des Wissens der Arbeiter sowie auf die Minimierung des zirkulierenden Kapitals durch Abbau der Lager und Puffer. Im Gegensatz zu den Experimenten bei Volvo wurde am Fließband festgehalten. Anders als im fordistischen Produktionssystem war das primäre Managementziel jedoch nicht allein der kontinuierliche Produktionsfluss, sondern die Vermeidung von Qualitätsmängeln und die sofortige Behebung von Problemen im Produktionsprozess. Durch diesen Problemlösungsansatz wurde letztlich auch die Kontinuität des Produktionsflusses verbessert und der der fordistischen Produktion innewohnende Widerspruch zwischen Produktivitätssteigerung und Qualität aufgehoben. Die Einbeziehung der direkten Produktionsarbeiter in die Qualitätssicherung war weitaus kostengünstiger als die auch in Deutschland gängige umfangreiche Beschäftigung von Personal für separate Qualitätskontrollen und Nacharbeiten.

Für die erfolgreiche Mobilisierung des Produktionswissens der Arbeiter war ausschlaggebend, dass Toyota für die Kernbelegschaft eine weitgehende Beschäftigungssicherheit realisierte – im Gegensatz zur US-amerikanischen Tradition des *hire*

*and fire*. Wären Produktivitätssteigerungen vorrangig in Form von Personalabbau realisiert worden und nicht in Form von Produktionsausweitungen und der Eroberung wachsender Marktanteile, so hätte Toyota die Arbeiter wohl kaum für die Beteiligung an den kontinuierlichen Verbesserungsprozessen gewinnen können.

Im Zuge der Krise in der ersten Hälfte der 1990er Jahre wurde *lean production* auch zum dominanten Leitkonzept der Reorganisationsanstrengungen der deutschen Hersteller. Die Gewerkschaften und andere Reformer setzten in diesem Prozess stark auf die Betonung von Gruppenarbeit. Laut Jürgens (2004: 416) verlief die Umsetzung der Gruppenarbeitskonzepte bei den einzelnen Herstellern sehr unterschiedlich, und insgesamt erfolgte die Einführung der Gruppenarbeit in der deutschen Automobilindustrie im Verhältnis zu anderen Ländern relativ spät und mit wenig Dynamik. Die Einführung der *lean production* war überdies mit einer tendenziellen Abkehr von der bis dahin vorherrschenden Orientierung auf die Rekrutierung von Facharbeitern verbunden. (ebd.: 417).

In Bezug auf die Umsetzung von Lean-Production-/Toyota-Produktionssystem-Konzepten lassen sich zwei Wellen feststellen, die erste zu Beginn der 1990er Jahre und die zweite etwa ab 2003. Während die erste Welle arbeitsorganisatorischer Konzepte noch stark von dem Bestreben geprägt war, eigenständig hybride Lösungen zu entwickeln, ist die zweite klar auf die Übernahme der »reinen TPS-Lehre« ausgerichtet. Konzepte innovativer Arbeitspolitik, wie sie von Seiten des SOFI in unterschiedlichen Branchen in der Bundesrepublik aufgefunden wurden (vgl. Schumann u.a. 1994; Kuhlmann u.a. 2004; Kuhlmann 2004) geraten zunehmend in die Defensive, auch wenn, wie die Evaluierung des Auto-5000-Projektes bei Volkswagen nachweisen konnte, mit diesen Konzepten erhebliche wirtschaftliche Vorteile verbunden waren (vgl. Schumann u.a. 2005; Schumann u.a. 2006). Diese Tendenz gilt nicht nur für Deutschland, sondern lässt sich weltweit in der Automobilindustrie feststellen. Dies gilt auch für die Bereiche der Lkw- und Busproduktion innerhalb der Volvo-Gruppe, in denen man noch bis Mitte dieses Jahrzehnts an den Konzepten des Volvoismus über »gute Arbeit« festgehalten hatte.<sup>17</sup>

Der gemeinsame Nenner arbeitsorganisatorischer Innovationen in jüngster Zeit ist die Standardisierung. Die Auswirkung arbeitsorganisatorischer Standardisierung auf andere Formen der Innovation ist umstritten. Zum einen bedeutet

17 S. das von Terry Wallace herausgegebene Sonderheft des International Journal of Operations & Production Management mit dem Titel »The End of the End of Good Work? Work Organization or Lean Production in the Volvo Organization« (2004).

sie die Reduktion lokaler Varianz bei der Lösung von Produktionsproblemen und die Verringerung persönlicher Entwicklungs- und Qualifizierungsmöglichkeiten in der Produktion, was durch kurzzeitige Aktivierung für KVP-Aktivitäten nur begrenzt ausgeglichen werden kann; auf der anderen Seite steht die Formalisierung und damit raschere Übertragbarkeit von bisher lokalen und oft nicht explizierten Problemlösungen in andere Werke.<sup>18</sup>

### 4.1.3 Zulieferbeziehungen und Innovation

Ein wichtiger Aspekt der Veränderung der Produktionssysteme unter Innovationsgesichtspunkten betrifft die Zulieferbeziehungen. Auch hier erwies sich das Toyota-Produktionssystem in der Krise des Fordismus als wegweisend. Toyota hatte seit den 1950er Jahren mangels Kapitalkraft auf den hohen Grad an vertikaler Integration verzichtet, der für die US-amerikanischen Autohersteller in der fordistischen Ära typisch war, und baute stattdessen langfristige Zulieferbeziehungen auf, die ganz überwiegend durch Kapitalbeteiligungen abgesichert wurden (so genanntes vertikales *Keiretsu*). Auf dieser Basis konnten eine enge Kooperation mit den Zulieferern in der Entwicklung von Produkten und Produktionsprozessen und bei den ständigen Qualitätsverbesserungen erreicht werden. Hatte nicht zuletzt das Problem mangelnder Qualität und Liefersicherheit die US-amerikanischen Hersteller einst dazu bewogen, die vertikale Integration zu steigern, so zeigte Toyota, dass im Rahmen der langfristigen Kooperation mit Zulieferern und der *Just-in-time*-Produktion ein höherer Grad an Qualität, eine vergleichbare Liefersicherheit und ein effizienterer Kapitaleinsatz gewährleistet werden konnte.

In den USA hatten sich die Einkäufer in der fordistischen Ära vor allem auf die Minimierung der Stückkosten bei den Zulieferungen konzentriert. Die Entwicklung und Konstruktion der Teile wurde zunehmend von den Endherstellern durchgeführt. Die Zulieferer bekamen zunehmend kurzfristige Verträge. Für die meisten Teile gab es eine größere Zahl möglicher Zulieferer. Konflikte wurden eher durch den Wechsel von Zulieferern als durch Diskussionen und wechselseitige Anpassung ausgetragen. Angesichts dieses Typs von Zulieferbeziehungen sollte es sich dann in den 1980er Jahren für die US-amerikanischen Markenhersteller als schwierig erweisen, das Zuliefermodell von Toyota zu übernehmen.

In den USA hatte zuerst Chrysler mit dem Konzept des *Extended Enterprise* versucht, die Zulieferbeziehungen zu verändern und den Zulieferern mehr Verant-

18 S. zu einer entsprechenden Kontroverse über die Vor- und Nachteile des Volvo- bzw. Toyota-Produktionssystems zwischen Paul Adler, Robert Cole und Christian Berggren in: Sandberg 1995.

wortung zu übertragen und längerfristige Beziehungen aufzubauen, um die eigene Krise in den Griff zu bekommen. Chrysler war bei den Verhandlungen mit den Zulieferern gegenüber den größeren Konkurrenten GM und Ford im Nachteil und musste den Zulieferern bessere Konditionen anbieten. Das Unternehmen bot seinen Zulieferern an, alle Kosteneinsparungen und Renten zu teilen, und verstärkte das *Outsourcing*. Die Fahrzeugdesigns wurden stärker modularisiert. Chrysler konnte dadurch seine Fixkosten reduzieren und sich auf die Bereiche konzentrieren, in denen das Unternehmen tatsächlich stark war, bzw. die Kompetenzen der Zulieferer nutzen, um eigene Schwächen auszugleichen, während die Zulieferer mehr Umsatz machen, bessere Gewinnmargen erzielen und zusätzliche Kompetenzen aufbauen konnten. Da Chrysler gleichzeitig sehr erfolgreich Minivans und Jeeps vermarktete, hatte das Unternehmen genug Spielraum, um den Übergang zu einem neuen Geschäftsmodell zu riskieren. Tatsächlich gewann Chrysler in den USA in den 1990er Jahren durch seine innovativen Produktkonzepte (die wiederum durch staatliche Regulierung stark gefördert wurden) Marktanteile und entwickelte sich zu dem profitabelsten der »big three« (Fine/Raff 2001: 15f., 32).

General Motors entwickelte sich in die entgegengesetzte Richtung, indem der Einkaufschef Ignacio Lopez Anfang der 1990er Jahre den Preissenkungsdruck auf die Zulieferer enorm verstärkte. GM berichtete zwar über jährliche Einsparungen von über 4 Mrd. Dollar aufgrund dieser Anstrengungen, verlor jedoch gegenüber Ford und insbesondere gegenüber Chrysler an Marktanteilen in den USA und war in den 1990er Jahren der am wenigsten profitable Hersteller der »big three«. Ende der 1990er Jahre lockerte GM den Druck auf die Zulieferer wieder etwas. Ford nahm während der ganzen 1990er Jahre hinsichtlich des Verhältnisses zu den Zulieferern sowie hinsichtlich der Entwicklung von Marktanteil in den USA und Profitabilität und eine mittlere Position zwischen GM und Chrysler ein. Ironischerweise hat Daimler-Benz nach der Übernahme von Chrysler das *Extended-Enterprise*-Modell und das für seine Entwicklung verantwortliche Management-Team abgewickelt (ebd.: 16, 32). Um die erneute Krise von Chrysler Ende der 1990er Jahre zu überwinden, wurde wiederum der Preisdruck gegenüber den Zulieferern verstärkt. Mitte der 2000er versuchte DaimlerChrysler, in den USA wieder stärker am *Extended-Enterprise*-Modell orientierte Beziehungen mit seinen Zulieferern zu entwickeln.

Obwohl der Preisdruck in den Zulieferbeziehungen natürlich auch in Deutschland besteht, werden die Zulieferer anders als in den USA zumindest von den Premiumherstellern stärker als Innovationspartner gesehen.

Die Krise in den 90er Jahren förderte den Übergang. Die Strukturierung der Zuliefererindustrie nach dem Tier- oder Pyramidenmodell – wobei die Reduktion der Anzahl der direkt an die OEMs liefernden Unternehmen dem japanischen Beispiel folgte – bildete sich nun auch in Europa heraus: Die Zielsetzung, die Anzahl der Direktzulieferer zu reduzieren, verband sich hier mit der Überlegung, sie mit der Fertigung und letztlich auch Entwicklung von Modulen und Systemen zu betrauen. Die Definition der Module<sup>19</sup> vor dem Hintergrund vielfältiger Erfordernisse (vgl. Takeishi/Fujimoto 2001) und die Abstimmung der verschiedenen Anforderungen und Standpunkte hinsichtlich Design, Herstellung, Logistik und After-sales-Dienstleistungen<sup>20</sup> bedurfte einer enormen Ingenieursleistung sowohl auf Seiten der OEMs als auch auf Seiten der Zulieferanten, die in dieses Geschäft einsteigen wollten.

Die europäischen Automobilproduzenten waren die Ersten, die sich diesen Herausforderungen stellten und Zuliefererfirmen aufforderten, sich an der Entwicklung modularer Konzepte zu beteiligen.

Jürgens (2004: 419) betont, dass die deutschen Automobilhersteller eine besonders aktive Rolle beim *Outsourcing* und bei der Modularisierung der Fahrzeugproduktion spielten. Der Grad der vertikalen Integration der Endhersteller sank von 1988 bis 1998 von etwa 35 % auf etwa 25 %. Die Entwicklung und Produktion immer größerer Fahrzeugmodule (z.B. Cockpit, *Front-end* usw.) wurde Systemzulieferern überlassen. Die entstehenden Produktentwicklungs- und Produktionsnetze ermöglichten es den Markenherstellern, die Produktentwicklungszeiten zu verkürzen und die Produktvielfalt erheblich zu steigern.

Gleichzeitig wurden interne Bereiche der Endhersteller in Konkurrenz zu externen Zulieferern gesetzt, d.h. sie mussten sich bei der Konzernzentrale um Produktionsaufträge bewerben. Damit wurden die Arbeitsplätze der Beschäftigten bei den Endherstellern deutlich unsicherer (ebd.). Die gezielte Stärkung der Konkurrenz in den Zulieferbeziehungen steht dabei in einem widersprüchlichen Verhältnis zu der gleichzeitig notwendigen Kooperation bei Produktentwicklung und Produktion zwischen Endherstellern und Zulieferern sowie zu der ebenso

19 Der Begriff »Modul« ist nicht klar definiert und wird daher von Zulieferanten in einem sehr weitläufigen Sinn gebraucht. Es gibt keine feste Definition von Modulen, Systemen, Kernkompetenzen und strategischen Kompetenzen (vgl. die Definitionen von Toyota in Chanaron 2001: 230 f.).

20 Aus diesem Grund betonen Sako und Fixson die Notwendigkeit eines Kompromisses zwischen den verschiedenen Akteuren: »Modularisierung‘ bezeichnet in Wirklichkeit ein ganzes Bündel von Produktmerkmalen, und verschiedene Produktionseinheiten/-abnehmer (constituencies) messen ihnen ein unterschiedliches Gewicht zu« (Sako/Fixson 2001, S. 8; eigene Übersetzung).

notwendigen Kooperation innerhalb der Belegschaften. Die sozialen Beziehungen in der Produktion lassen sich jedenfalls, auch was die deutsche Automobilindustrie anbelangt, immer weniger einfach als »kontinuierlich und kooperativ« (vgl. Soskice 1999: 213) bezeichnen.

Parallel zu dieser Entwicklung findet eine Spezialisierung von Unternehmen auf spezifische Funktionen in der Wertschöpfungskette statt. Während früher die OEMs die »Pyramide« von den Grundbestandteilen und Basistechnologien über die Komponenten, Systeme und Module bis hin zur gesamten Integration und Montage direkt oder indirekt dominierten, finden wir jetzt eine Gruppe von Firmen, die sich auf spezifische Teile und Technologien spezialisiert (z.B. Kolbenschmidt-Pierburg, Mahle, GKN, ArvinMéritor). Eine andere Gruppe spezialisiert sich auf Systeme und Module (z.B. Visteon, Lear, Johnson Controls, Bosch). Eine dritte Gruppe spezialisiert sich auf die Gesamtintegration mit der Fähigkeit, wie die OEMs den Gesamtumfang der Montage von Automobilen auszuführen (z.B. Magna, Valmet, Karmann, Ricardo, Bertone etc.). Diese Firmen sind (mehr oder weniger) ebenfalls in der Lage, ganze Autos zu entwickeln und Prototypen zu bauen, und bieten damit im Prinzip die Möglichkeit für die OEMs, ihre Fertigung selbst – entsprechend dem Modell der Elektronikindustrie – völlig outzusourcen. (Im Gegensatz zu Japan, wo diese *contract assemblers* traditionell einen erheblichen Teil der Automobilproduktion übernehmen, ist dies in Europa bisher nur im Falle einzelner Nischenfahrzeuge realisiert worden.) Der Prozess der Spezialisierung ist gegenwärtig noch in vollem Gange und verlagert das Gewicht, das die verschiedenen Akteure in der Wertschöpfungskette einnehmen.

Die neuen Strukturen der Arbeitsteilung erforderten neue Formen der Kooperation. Angesichts der Fragmentierung und Spezialisierung der Akteure stellt sich nun verstärkt das Problem, die Kooperation der wertschöpfenden Akteure sicherstellen zu müssen. Drei Tendenzen, die jeweils mit spezifischen Konfigurationen von Produkt-, Prozess- und organisatorischen Innovationen einhergehen, sollen kurz benannt werden:

### **(1) Die Gründung zulieferintegrierter Montagestandorte**

Ansätze zu modularen, zulieferintegrierten Montagewerken gibt es in drei verschiedenen Varianten: 1. *Zuliefererparks*, in denen Zulieferfirmen kleinere Umfänge produzieren, um dann die Teile Just-in-Sequence an das Montagewerk zu liefern, 2. *OEM-Zulieferer-Kondominia*, in denen die Zulieferer unter dem Dach des OEM produzieren und 3. *Konsortial-Verfahren*, wie am Beispiel des Volks-

wagen Lkw-Werks in Resende (Brasilien) oder auch im Falle des Smart-Werks in Hambach (Frankreich), in denen die Zulieferer nicht nur Module produzieren, sondern auch für bestimmte Abschnitte der Montage selbst verantwortlich sind. Obwohl es im Hinblick auf Zuliefererintegration nicht das umfassendste ist, hat sich das Zuliefererparkmodell am weitesten verbreitet.

Die Kernelemente dieses Zuliefererpark-Konzepts sind:

- Investitionen und Planungen werden von einem externen Investor durchgeführt;
- Gebäudestrukturen werden nach den Bedürfnissen der Zulieferer entworfen;
- Gebäude werden von den Zulieferern geleast, die Vertragsdauer stimmt mit der Laufzeit des Zulieferervertrags überein;
- Pay-on-production-Prinzip: Die OEMs zahlen für die Leistung der Zulieferer erst jeweils nach Einbau der Teile in das in der Regel schon verkaufte Fahrzeug und gehen damit selbst keine Zahlungsrisiken ein.

## **(2) Die Nutzung externer Produktentwicklungsfirmen**

Die »Modelloffensive« der europäischen Automobilhersteller in den neunziger Jahren – mit einer Vervielfachung von Nischenfahrzeugtypen – konnte von den OEMs nicht allein bewerkstelligt werden. Parallel zur Auslagerung von Produktions- und in wachsendem Umfang auch Produktionsentwicklungsaufgaben an Zuliefererbetriebe stützten sich die OEMs immer häufiger auf unabhängige Ingenieursdienstleistungsfirmen.

Diese Engineering-Service-Firmen sind in der Regel nicht an einen bestimmten Kunden gebunden, sondern arbeiten für unterschiedliche Automobilhersteller, Zulieferer oder auch andere Ingenieursdienstleister.

In den neunziger Jahren stieg der Anteil an externer FuE bei den Automobilherstellern auf 10 % bis 20 %. Für die Zukunft wird ein weiteres Anwachsen des Anteils von Ingenieursdienstleistern am gesamten FuE-Aufwand der Automobilindustrie erwartet (Rentmeister 2002, S. 10). Dabei wird die Rolle der Zulieferer als Kunden externer FuE-Dienstleistungen immer wichtiger. Ohne diese Firmen würden die Automobilzulieferer die ihnen übertragenen Aufgaben der Prozess- und zunehmend auch Produktentwicklung nicht bewältigen können. Den Ingenieursunternehmen kam auch eine Schlüsselfunktion bei der Entwicklung von Modulen für die Zulieferer zu (vgl. Blöcker 2001; Rentmeister 1999, 2002).

Ingenieursdienstleister spielen daher eine immer bedeutendere Rolle im Netzwerk der an der Produktentwicklung beteiligten Akteure. Aufgrund des Anziehens

der Time-to-market-Erfordernisse und der Notwendigkeit, Kompetenzlücken der Zuliefererfirmen zu schließen, werden die Ingenieursdienstleistungsbetriebe oft zu Drittpartnern bei der Zusammenarbeit von Zulieferern und OEMs in der Produktentwicklung (vgl. Volpato 2002).

### **(3) Die Bildung von Netzwerken und »Clustern«**

Die Entwicklung von Netzwerken zwischen kleinen und mittleren Unternehmen wurde durch etliche Faktoren im europäischen Kontext begünstigt:

- die Existenz von traditionellen automobilbezogenen »industrial districts« in verschiedenen Regionen Europas (z.B. um Turin, Stuttgart usw.);
- die industriepolitischen Strategien staatlicher Akteure auf unterschiedlichen Ebenen (europäisch, national, regional);
- die Strategie der OEMs, eine Abhängigkeit von »Mega-Zulieferern« zu vermeiden.

An diese Strukturen und Strategien konnte die europäische Politik der Netzwerkförderung anknüpfen. Der Netzwerkansatz, der in den vergangenen Jahren in vielen europäischen Regionen verfolgt wird, beruht konzeptionell auf Michael Porters »theory of clusters« (vgl. Porter 1998).

Die Auswirkungen der Fragmentierung und der zunehmenden Konkurrenz entlang der Wertschöpfungsketten hinsichtlich der Innovationspotentiale sind ambivalent. Einerseits konnten die Markenhersteller nicht nur ihre Kosten und die *time to market* reduzieren, sondern auch die Produktvielfalt steigern. Andererseits ist fraglich, ob die Übertragung von Kompetenzen an externe Firmen (ein Weg, den beispielsweise Toyota explizit nicht beschritten hat) nicht zu hohe Risiken birgt (Jürgens 2004: 18).

Für Skepsis besteht durchaus Anlass. Die Kommunikation und Kooperation über organisatorische Schnittstellen hinweg stellt eine große Herausforderung dar. Eigene Untersuchungen zeigen, dass z. B. deutsche Unternehmen erhebliche Probleme bei der fach- und unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit in Prozessketten der Produktentstehung haben (Jürgens 2000). Dies wird durch eine neuere Untersuchung über »Automobilentwicklung in Deutschland – wie sicher in die Zukunft?« (Bullinger et al. 2003) bestätigt. In dieser Studie wird ein erhebliches Verbesserungspotential im Bereich der Produktentstehungsprozesse festgestellt. Als Bereiche mit den größten Schwächen und Problemen werden Themenkomplexe des Projektmanagements, der Entwicklungsprozesse sowie der Kooperation und Kommunikation ausgemacht: »In der unternehmensübergrei-

fenden Automobilentwicklung könnte vieles deutlich besser laufen, Wunsch und Wirklichkeit klaffen oft stark auseinander.« (ebd., S. 17)

Die deutsche Automobilindustrie hat im Vergleich zu anderen europäischen Ländern in Europa den Prozess des Outsourcing und der Neustrukturierung in den 90er Jahren in besonderem Maße forciert und vorangetrieben. Im gleichen Zeitraum kam es zu einer starken Verlangsamung der Produktivitätsentwicklung, die insbesondere im Vergleich zu der Entwicklung in Frankreich drastisch deutlich wird. Nach Untersuchungen des McKinsey Global Institute erhöhte sich die Arbeitsproduktivität in der französischen Automobilindustrie im Zeitraum von 1996 bis 1999 um jährlich knapp 15 %, gegenüber jährlichen 1,5 % in Deutschland (McKinsey Global Institute 2002). Die Autoren des Berichts führen diese Differenz zu einem erheblichen Grad auf das im Vergleich zu Frankreich stärker forcierte Outsourcing der deutschen Hersteller zurück. Dabei habe man offenbar den Koordinationsbedarf unterschätzt, der sich mit den neuen Strukturen ergab. Auf diesen verstärkten Koordinationsbedarf führen die Autoren zurück, dass in Deutschland nicht in dem Maße Personal abgebaut werden konnte, wie es der Reduktion der Fertigungstiefe entsprach.« (ebd., S. 13) Diese erhöhten Koordinationskosten führen, so die Berechnungen des McKinsey Global Institute, zu einem Verlust von 3,5 % möglicher Produktivitätssteigerung p. a., vergleicht man die französische Entwicklung. Sie erklären gut ein Viertel der gesamten Produktivitätsdifferenz (ebd., S. 11).

Hohe Koordinationskosten gehen einher mit einem hohen Konfliktniveau. Im Verband der Automobilindustrie ist im Hinblick darauf schon mehrfach der Versuch unternommen, durch Leitlinien oder Grundsätze die Probleme in den Hersteller-Zulieferbeziehungen zu regeln, zuletzt mit den »Grundsätzen zur Partnerschaft zwischen den Automobilherstellern und ihren Zulieferern« (VDA 2001).

## **4.2 Innovationsrevolution in der Automobilindustrie und das deutsche Produktions- und Innovationssystem**

### **4.2.1 Innovationsrevolution in der Automobilindustrie?**

Am Anfang des 21. Jahrhunderts sprechen viele Anzeichen dafür, dass die Automobilindustrie ihren schon klassisch gewordenen inkrementellen Wachstumspfad verlassen könnte. Die Innovationsintensität in dem Sektor nimmt deutlich zu. »Die Automobilindustrie steht... vor einer Innovationsrevolution...«, so die Autoren

der Studie »Hawk 2015« (McKinsey & Co./Institut für Produktionsmanagement an der Universität Darmstadt 2003: 69).

Eine HypoVereinsbank/Mercer-Studie aus dem Jahr 2001 ist auf Produktinnovationen und Einsatzzeitpunkte mit der Zeitperspektive bis zum Jahr 2010 ausgerichtet. Untersucht wurden Innovationen bei 42 Fahrzeugmodulen, 50 Fertigungsverfahren und 20 Werkstoffgruppen. Angesichts der hier festgestellten Dynamiken sehen die Autoren die Automobilindustrie als »Schrittmacherbranche der Zukunft« (HypoVereinsbank/Mercer Management Consulting 2001).

Die gestiegenen Ansprüche der Kunden im Hinblick auf Sicherheit, Komfort wie auch Individualisierung, aber ebenso der Kosten- und Wettbewerbsdruck haben der Automobilindustrie verstärkte Innovationsanstrengungen abverlangt. Als gemeinsames Kennzeichen der gegenwärtigen und für die Zukunft erwarteten Produktinnovationen gilt, dass sie weitgehend auf dem Einsatz von Elektronik beruhen werden: »Elektrik, Elektronik und Software werden Mechanik und Hydraulik im Fahrzeug zurückdrängen und damit zur Schlüsseltechnologie im Fahrzeugbau aufsteigen.« (Ebd.: 3) Als vordringliche Aufgabe wird die Verknüpfung und Integration der Vielzahl von Elektronikkomponenten und Fahrzeugsystemen gesehen, die Softwareentwicklung zur entscheidenden Kompetenz im Fahrzeugbau macht.

Für die Automobilhersteller werden die technologischen Veränderungen zu strukturellen Veränderungen führen – erwartet wird, dass bis 2010 von den 15 größten Fahrzeugherstellern nur sechs bis zehn übrig bleiben werden, die diesen Sprung bewältigen können. Dramatischer werden die strukturellen Veränderungen bei den Zulieferern ausfallen: Von den 5.500 Zulieferunternehmen werden 3.500 im Markt überleben, und die 20 größten Automobilzulieferer werden die Hälfte des Zuliefervolumens (bislang 27 %) auf sich vereinen (ebd.: 3). Ein besonders hohes Wachstum werden die Entwicklungsspezialisten verzeichnen, während Zulieferer konventioneller Technologien unter den Druck des technologischen Wandels geraten werden (ebd.: 5).

Die »HAWK 2015«-Studie von McKinsey und dem Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) der Technischen Universität Darmstadt kommt im Hinblick auf die Innovationsdynamik in der Automobiltechnologie zu ähnlichen Ergebnissen wie die HypoVereinsbank/Mercer-Studie. Angesichts unterschiedlicher Kundenorientierungen und Prioritätensetzungen der Hersteller haben die Autoren verschiedene Innovations-Roadmaps für Europa, Japan und Nordamerika zusammengestellt. Diese spezifizieren die

Einsatzzeitpunkte neuer Technologien bis zum Jahr 2015, die Perspektive geht jedoch noch darüber hinaus. Einige dieser neuen Technologien führen zur Veränderung der Wertschöpfungsarchitektur, erfordern völlig neuartige Kompetenzen in den Unternehmen und erlauben unter Umständen auch den Eintritt neuer Unternehmen in die Branche.

Die *Innovations-Roadmaps* sind unterteilt in die vier Segmente Ausstattung, Antrieb, Fahrwerk und Karosserie. Alle diese Segmente, so heben die Autoren hervor, sind in hohem Maße von den Entwicklungen der Elektrik/Elektronik beeinflusst. Im Vergleich der *Innovations-Roadmaps* für Europa, Japan und Nordamerika werden allerdings die unterschiedlichen Kundenorientierungen und Nutzungsbedingungen deutlich. So stellt der japanische Käufer höhere Anforderungen an die Funktionalität neuer Technologien, während der nordamerikanische Käufer eher preisorientiert entscheidet und in den USA vor allem gesetzliche Vorgaben wie Emissionsreduzierung und Sicherheitsbestimmungen zu beachten sein werden. Bei der Gegenüberstellung dieser regionalen Märkte wird davon ausgegangen, dass viele Neuerungen in Nordamerika drei bis fünf Jahre später als in Europa eingeführt werden. Eine Rolle spielt in diesem Zusammenhang auch, dass die nordamerikanischen Automobilhersteller die Zulieferer nicht als Innovationspartner verstehen (ebd.: 20ff.).

Als Auslöser oder Triebkraft für Veränderungen wird in erster Linie der Kundenwunsch nach größerer Sicherheit und höherem Komfort gewertet. Allerdings: »Der Kunde will bessere Autos, ist aber nicht bereit, für diese mehr zu bezahlen. Der daraus resultierende Kostendruck erweist sich für die Fahrzeughersteller in Verbindung mit dem Innovationsdruck als Produktivitätszange. Die Automobilindustrie steht daher vor einer Innovationsrevolution mit fundamentalen Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette.« (McKinsey & Company/PTW 2003: 69)

Die Möglichkeiten, die die Elektronik bietet, verleihen – so die Autoren dieser Studie – den anstehenden Produktinnovationen auch einen völlig anderen Charakter verglichen mit früheren technologischen Veränderungen: »Die Innovationen der nächsten Jahre unterscheiden sich fundamental von den Neuerungen vergangener Jahre: Bisher wurden lediglich vorhandene Module und Prozesse immer weiter optimiert – die kommenden Innovationen dagegen revolutionieren ganze Systeme. Sie führen zum Wegfall vieler mechanischer Komponenten, ... ihre Entwicklung erfordert völlig andere Kompetenzen ... die Entwickler an der Schnittstelle von Elektronik und Feinmechanik müssen Experten im neuen Fachgebiet Mechatronik sein. Künftige Entwickler benötigen umfassende Programmierkenntnisse, um

maßgeschneiderte Software zur Fahrzeugsteuerung und zur Individualisierung des Fahrverhaltens schreiben zu können.« (Ebd.: 42f.)

Die Bedeutung der Elektronik für das Fahrzeug der Zukunft wird am Beispiel der *X-by-wire*-Technologien verdeutlicht: »Steer-by-Wire ist für zukünftige Technologien über das Jahr 2030 hinaus von grundsätzlicher Bedeutung. Doch nur wenn der Bordcomputer vollständig in der Lage ist, die Lenkkontrolle über das Fahrzeug ohne oder sogar gegen den Willen des Fahrers auszuüben, werden intelligente, auf Radar- und Lasersysteme gestützte Ausweichmanöver möglich. Zusammen mit ausgereiften Bilderkennungssystemen und Brake-by-Wire, einer elektromechanischen Bremse, sowie mit gekoppelter Motorsteuerung wird ab dem Jahr 2030 das vollständig autonome Fahren in der Breite tatsächlich möglich.« (Ebd.: 41)

Mit Blick auf die besondere Innovationsdynamik in der deutschen Automobilindustrie erklärte der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft anlässlich der Präsentation der Untersuchung »FAST 2015«: »Nach einer harten Phase der Restrukturierung haben sich die deutschen Automobilbauer mit einer beispiellosen Innovations-Offensive wieder an die Weltspitze gesetzt. Der Automobilbau ist Deutschlands bedeutendster ‚lead market‘. ... Die europäische Automobil- und Zulieferindustrie hat gute Aussichten, die führende Position im Weltmarkt auszubauen, ... wenn die Unternehmen ihre konsequente Innovationsstrategie beibehalten.« (Automobil-Produktion, April 2004, Beilage: 9)

#### **4.2.2 Aufbrechen des Produktivitätsdilemmas durch radikale Innovationen?<sup>21</sup>**

William J. Abernathy (1978) stellte in seiner Studie über die Innovationsentwicklung in der Automobilindustrie für die US-amerikanische Automobilindustrie ab den 1960er Jahren einen deutlichen Rückgang der Innovationsaktivität fest: »Früher wurde radikaler technologischer Fortschritt durch den heftigen Wettbewerb zwischen einer Vielzahl von Unternehmen angespornt, die ganz unterschiedliche Fahrzeugkonzepte wie z.B. den Stanley-Dampfapparat oder das elektrische Auto von Pope ins Rennen schickten. Im Zuge der Entwicklung machten radikale Innovationen solchen Innovationen, die auf Standardisierung und auf Effizienzerhöhung und den Einsatz der Methoden der Massenproduktion abzielten, Platz.« (Abernathy 1978: 3; eigene Übersetzung, dies gilt auch für die folgenden Zitate.)

21 Vgl. zum Folgenden Jürgens/Meißner (2005, S. 36ff)

Anknüpfend an diese Beobachtung entwickelte Abernathy ein Modell des Produktlebenszyklus, das er anhand der Entwicklung der Motorentechnologie mit einer Fallstudie unterlegte. Grundlage des Entwicklungsmodells ist ein Lebenszyklus, der die Zeitspanne vom »Beginn bis zur Reife« des Produkts umfasst: »Im Zeitverlauf entwickeln sich sowohl das Produkt als auch der Herstellungsprozess weiter, die Kosten fallen, aber Veränderungsprozesse werden weniger fluide. Zwar lässt sich in den Produktionsprozessen, die zunehmend auf Effizienz hin angelegt werden, eine höhere Produktivität erzielen. Aber die Produktionsprozesse erfahren zugleich eine Mechanisierung und sind weniger auf qualifizierte Beschäftigte angewiesen; die Abhängigkeit von spezialisierter Ausrüstung wächst. Vielleicht noch bedeutsamer ist, dass sich der Charakter technologischer Innovationen und die Voraussetzungen für sie mit diesen strukturellen Veränderungen des Produktionsprozesses wandeln. Innovation wird immer mehr inkrementell. Größere Innovationen, die das Potenzial haben, das Produkt grundlegend umzugestalten oder die Produktivität stark zu erhöhen, kommen nun häufig von außerhalb, sei es der Unternehmen oder der Branche. Allgemein kann man sagen, dass erzielte Produktivitätsgewinne mit Verlusten in der Innovationsfähigkeit einhergehen ...« (Abernathy 1978: 4).

Die Konzentration auf Produktivitätsverbesserungen führt zur Schwächung der Innovationsdynamik und der innovativen Fähigkeiten – ebendies verursacht das Produktivitätsdilemma, das Abernathy beschreibt. Er sieht die Entwicklung des Produktzyklus jedoch nicht als unabänderlich an: »Die Analyse des technologischen Wandels innerhalb der Automobilindustrie legt die Einschätzung nahe, dass sich die Entwicklungsrichtung ändern oder umkehren lässt. (...) Durch Programme, die auf langfristigen technologischen Fortschritt setzen, könnten die Faktoren, die auf Rationalisierung abzielen und die den Reifeprozess von Industrien befördern, kompensiert werden.« (Ebd.: 8) Und mit Blick auf die Einführung staatlicher Programme zur Reduktion des Kraftstoffverbrauchs in den USA (CAFE) fügt Abernathy hinzu: »Die jüngsten Erfahrungen der Industrie mit massiven staatlichen Regulierungen verdeutlichen ..., dass diese Form der Intervention den größten direkten Einfluss auf Innovation gehabt hat.« (Ebd.: 8)

Utterback (1994) hat die Überlegungen zum Produktlebenszyklus weitergeführt und ein Phasenmodell für Innovationen entwickelt, aufgegliedert in »fluid phase«, »transitional phase« und »specific phase«.

1. In der »fluid phase« als der ersten Stufe nehmen Produktinnovationen in rascher Folge zu. Die Zahl der Produkte und der produzierenden Unternehmen

steigt deutlich an. Am Ende dieser Phase bildet sich ein dominantes Design heraus. Darin verbinden sich die Elemente Nützlichkeit, Standardisierung und Marktdominanz. Mit der Durchsetzung endet der Wettbewerb konkurrierender Produkte.

2. In der »transitional phase« löst das nun etablierte Produkt eine Reihe von Prozessinnovationen aus. Die Anzahl der Marktteilnehmer nimmt schnell ab, und die Markteintrittskosten steigen deutlich an.
3. Mit der »specific phase« endet der Produktzyklus. Jede Veränderung sowohl am Produkt als auch im Herstellungsprozess schlägt äußerst kostenintensiv zu Buche. Der Wettbewerb wird durch die Relation von Qualität und Kosten bestimmt. Die Unterschiede zwischen konkurrierenden Produkten sind oft geringer als ihre Gemeinsamkeiten (ebd.: 92ff.).

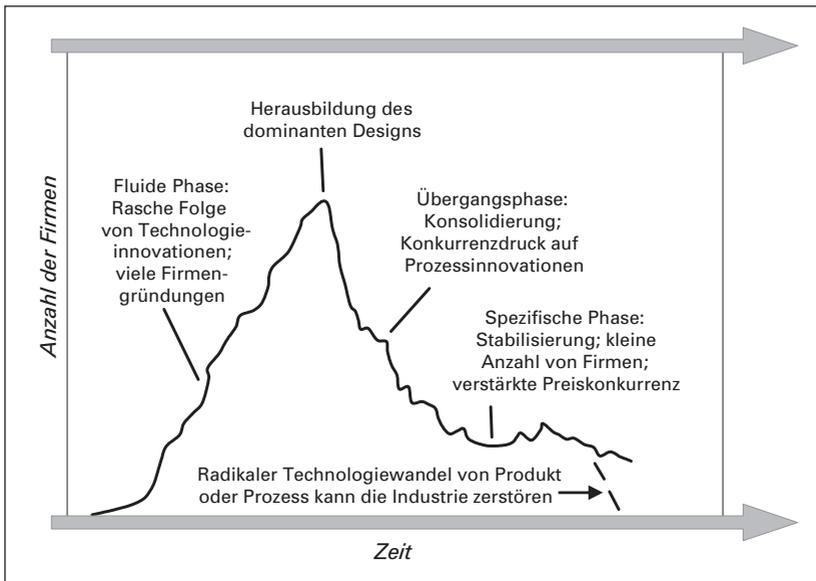
Mit dem Aufkommen eines »dominant design«<sup>22</sup> verändern sich also die Innovationsmuster. Die etablierten Player greifen nun zunehmend auf defensive Innovationsstrategien zurück und können dabei ihre zumeist beträchtlichen finanziellen Ressourcen zur Geltung bringen. Abbildung 1 verdeutlicht diese Entwicklungsdynamik und die damit verbundenen Chancen und Risiken für die Unternehmen in der betreffenden Industrie. Die Darstellung zeigt die Entwicklung der Anzahl von Firmen in dem durch die Technologieinnovation gebildeten neuen Industriesegment. In der fluiden Phase wächst die Zahl der Firmen rasch an, eine Entwicklung, die mit der Herausbildung des dominanten Designs ihren Höhepunkt findet. An die Stelle der Konkurrenz der Technologieinnovationen tritt die Kostenkonkurrenz, die Anzahl Firmen nimmt durch Konkurse und Konsolidierung ab, bis es – in der spezifischen Phase – zu einer Stabilisierung einer kleinen Anzahl von Firmen kommt, die vornehmlich über Preise miteinander konkurrieren. Radikaler Technologiewandel von Produkt oder Prozess wird in dieser Phase eher von außen kommen und kann die Industrie mit ihren bisherigen Akteursstrukturen zerstören.

Gemäß der Theorie des Produktlebenszyklus ist nach dem Erreichen der »specific phase« ein Aufbrechen des Innovationsmusters nur durch externe Akteure zu erwarten. Das kann, wie Christensen in »The Innovator's Dilemma« beschreibt, durch die Entwicklung von »disruptive technologies« geschehen (Christensen 1997; vgl. auch Christensen/Raynor 2003). Dieser Begriff wird von Christensen

22 Das bekannteste Beispiel eines »dominant design« ist die Schreibmaschinenarchitektur QWERTY (Buhr/Buchholz 1999). Vgl. auch die Untersuchungen von Canzler und Knie zur Herausbildung eines dominanten Automobilleitbildes (Canzler/Knie 1994).

in einer spezifischen Bedeutung verwandt und abgegrenzt gegenüber »sustaining technologies«, d.h. solchen, die auf der Weiterführung der bisherigen Technologiepfade beruhen.<sup>23</sup> »Was all die weiterführenden Technologien gemeinsam haben ist, dass sie die Leistungsfähigkeit etablierter Produkte verbessern, und zwar entlang der Merkmale, die der Großteil der Kunden in wichtigen Märkten in der Vergangenheit bevorzugt hat. Die meisten technologischen Fortschritte in einer gegebenen Industrie haben weiterführenden Charakter.« (Christensen 1997: XV)

**Abbildung 1: Wandel der Innovationsdynamik im Produktlebenszyklus**



Quelle: Murman et al. (2002: 60)

Die Weiterführung des bisherigen Technologiepfades kann inkrementell oder durchaus auch durch radikale Innovationen erfolgen: »Einige weiterführende Technologien können in ihrem Charakter diskontinuierlich oder radikal sein, während andere inkrementeller Natur sind.« (Ebd.) Es geht um etwas anderes: »Im Allgemeinen erreichen disruptive Technologien nicht die Leistungsfähigkeit etablierter Produkte in Hauptmärkten. Aber sie offerieren andere Leistungsmerkmale, die einige Nischenkunden (und generell neue Kundenkreise) positiv bewerten.

<sup>23</sup> Der Begriff »sustaining technologies« hat also nichts mit Nachhaltigkeit im ökologischen Sinne zu tun. Als Übersetzung haben wir daher den Begriff »weiterführende Technologien« verwendet.

Produkte, die auf disruptiven Technologien basieren, sind typischerweise billiger, einfacher, kleiner und häufig besser zu gebrauchen.« (Ebd.) Ein Beispiel: »Kleine geländegängige Motorräder, die auf den nordamerikanischen und europäischen Märkten durch Honda, Kawasaki und Yamaha eingeführt wurden, waren disruptive Technologien gegenüber den hochmotorisierten Straßenmotorrädern, die von Harley-Davidson und BMW hergestellt wurden.« (Ebd.)

Der Automobilindustrie ist es in den letzten Jahrzehnten erstaunlich gut gelungen, solche auf einfachere und billigere Produkte abzielenden Disruptionsstrategien abzuwehren. Wesentlich dazu beigetragen haben die in den vergangenen Jahren zunehmend verschärften Regulierungen in den Bereichen Sicherheit, Kraftstoffverbrauch und Emissionen. Diese Regulierungen wiederum spielen für den gegenwärtigen Innovationsschub eine zentrale Rolle.

Wenn nicht disruptiv im Sinne von Christensen, erscheinen einige Innovationen doch als radikal im Sinne der Unterscheidung zwischen inkrementell und radikal, wie sie von Teece (1986) eingeführt wurde. Ihm zufolge kann man radikale Innovationen nur definieren, indem man sie in Beziehung zu bestimmten Organisationen setzt. Eine Innovation ist für ein Unternehmen dann radikal, wenn es Mitarbeiter mit anderen Fähigkeiten, anderem Know-how usw. einstellen muss, um die Neuerung herbeizuführen.<sup>24</sup> Eine grundlegende Umstellung der Wissens- und Qualifikationsbasis ist in der Tat in vielen Fällen in der derzeitigen automobilen Innovationsdynamik erforderlich. Nicht bloß einzelne Komponenten des Produkts werden verändert, sondern die Produktarchitektur steht vor radikalen Veränderungen; dies erfordert neue fachliche Kompetenzen der Entwicklung sowie neue Fertigungsverfahren und Zulieferwege.

Im Hinblick auf diese radikalen Innovationen erscheint es – folgt man der »varieties of capitalism«-Theorie –, als eher unwahrscheinlich, dass Deutschland hierbei eine führende Rolle einnehmen könnte: »Die deutsche Technologiepolitik ist nicht darauf orientiert«, so stellt David Soskice (1997) fest, »radikale Innovationen in neu zu entwickelnden Technologien zu fördern. Sie versucht (teilweise), die Ergebnisse solcher radikalen Innovationen in ein Paket zu schnüren, das deutschen Unternehmen den ‚Import‘ ermöglicht ... Dadurch kommt es nahezu unvermeidlich zu einer zeitlichen Differenz zwischen Innovationen in neu entstehenden Technologien und ihrer Aufnahme in das deutsche Industriesystem. (...)

24 Ähnlich bestimmen Hauschildt und Schlaak (2001: 164) den Innovationsgrad eines neuen Produkts als »ein Maß für die Gesamtheit aller Veränderungen, die in einem Unternehmen durch die Hervorbringung und Vermarktung der Produktinnovation ausgelöst werden«.

Erst wenn neu entstehende Technologien absehbar von Relevanz sind, d.h. wenn die Unsicherheit weitgehend abgebaut ist, lohnt es sich für ... Wissenschaftler, ernsthaft daran zu arbeiten.« (Ebd.: 345)

Die These, dass die Besonderheiten des nationalen Innovationssystems der Bundesrepublik Deutschland den Typus inkrementeller Innovationen begünstigen, radikale Innovationen demgegenüber eher behindern und verlangsamen, hat in der breiten Diskussion über die Ursachen der geringen Wachstumsdynamik der deutschen Wirtschaft Niederschlag gefunden – so etwa in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung herausgegebenen Gutachten zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands aus dem Jahr 1999 (BMBF 1999).

Die im folgenden Abschnitt dargestellte Entwicklung scheint dieser These allerdings zu widersprechen.

### **4.3 Die Innovationsdynamik in der deutschen Automobilindustrie**

#### **4.3.1 Anhaltspunkte für einen Erfolgslauf**

Seit Mitte der 1990er lässt sich in der Automobilindustrie ein Innovationsschub beobachten, der vornehmlich von produkttechnischen Innovationen ausgelöst wird und bei dem die deutsche Automobilindustrie eine führende Rolle spielt (Jürgens und Meißner 2005).<sup>25</sup> Vergleichende Aussagen mit Entwicklungen anderer Länder sind aufgrund des spärlichen Datenmaterials nur begrenzt möglich.

In Deutschland wurden die FuE-Ausgaben im Wirtschaftszweig »Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen« im Zeitraum 1995 bis 2001 von 6.757 Mio. Euro massiv um 115 % auf 14.383 Mio. Euro erhöht. Im übrigen verarbeitenden Gewerbe (ohne Kfz-Industrie) wurde in dieser Periode nur eine Steigerungsrate von 20 % erzielt. Der Anteil der Kfz-Industrie an den gesamten FuE-Aufwendungen des verarbeitenden Gewerbes stieg in diesen Jahren von 24 % auf 36 % an. Dabei sind die automobilbezogenen Innovationen in den verschiedenen Vorleistungsindustrien noch nicht berücksichtigt. Der Automobilbau wies im Zeitraum 1995 bis 2001 weit größere Zuwachsraten beim FuE-Aufwand auf als Branchen wie etwa die chemische Industrie, der Maschinenbau, die Metallherzeugung und -bearbeitung oder auch die Herstellung von Büromaschinen

25 Die folgende Darstellung enthält einzelne Passagen aus Jürgens/Meißner 2005.

und Datenverarbeitungsgeräten (vgl. Marquardt/Wudtke 2004: 132). Diese Entwicklung verdeutlicht nachdrücklich den hohen Stellenwert des Automobilssektors für die gesamte bundesrepublikanische Industrieforschungslandschaft und den Innovationsstandort Deutschland. Allerdings scheint die Innovationsdynamik in der Automobilindustrie um das Jahr 2003 herum abzubrechen – die FuE-Aufwendungen stagnieren seither auf dem damals erreichten Niveau.

Die gesamten FuE-Ausgaben lassen sich in interne und externe Aufwendungen unterteilen. Interne Aufwendungen beziehen sich rein auf die FuE-Ausgaben innerhalb der Unternehmen. Externe Aufwendungen betreffen Aufträge an Dritte und Forschungskooperationen. Der Anteil der unternehmensintern getätigten FuE-Aufwendungen an den FuE-Gesamtaufwendungen in der Kfz-Industrie sank von 1995 bis 2001 von 84,7 % auf 74,1 % (im verarbeitenden Gewerbe ohne die Kfz-Industrie von 91,5 % auf 87,4 %). 52 % des Zuwachses an FuE-Aufwendungen der Automobilindustrie im Betrachtungszeitraum entfielen auf Externe (Marquardt/Wudtke 2004: 132). Dieser Trend zur Auslagerung und zur arbeitsteiligen FuE ist im Automobilbau besonders stark ausgeprägt. Der Wirtschaftszweig weist im verarbeitenden Gewerbe mit großem Abstand den höchsten Anteil an externen FuE-Aufwendungen auf.<sup>26</sup>

Unter den Ursachen für diesen Wandel spielt vor allem die Verkürzung von Entwicklungszeiten, die *time to market*, bei gleichzeitiger Erhöhung der Anzahl unterschiedlicher Fahrzeugtypen und -modelle im Produktangebot der Automobilhersteller eine Rolle. Durch die Nutzung von externen Dienstleistern und Kooperationen lassen sich Engpässe bei hoch qualifiziertem Personal umgehen und Fixkosten im eigenen Unternehmen vermeiden (BMBF 2003: 50ff.). Mit Blick auf diese Entwicklung könnte man mutmaßen, dass der Automobilbau parallel zur Reduzierung des Anteils seiner internen FuE-Aufwendungen auch eigenes Personal abgebaut hat. Das Gegenteil ist jedoch der Fall. Sowohl innerhalb der Automobilindustrie als auch im verarbeitenden Gewerbe insgesamt ist der Anteil des FuE-Personals, wenn auch in unterschiedlichem Maße, gestiegen. Im Zeitraum von 1995 bis 2002 hat die Automobilindustrie ihren Personalbestand im FuE-Bereich um fast 50 % auf knapp 77.000 Beschäftigte massiv aufgestockt (vgl. Marquardt/Wudtke 2004: 132). Im verarbeitenden Gewerbe insgesamt hat sich der

26 In den übrigen Wirtschaftszweigen des verarbeitenden Gewerbes liegt die Quote der internen FuE-Aufwendungen durchweg höher. Während sie sich bei den Herstellern von Büromaschinen, DV-Geräten etc. (1995: 91 %, 2003: 90,7 %) und im Maschinenbau (1995: 92 %, 2003: 90,7 %) kaum verändert hat, ist sie in der chemischen Industrie (1995: 90,7 %, 2003: 80,1 %) und in den Unternehmen der Metallherzeugung und -bearbeitung (1995: 90,2 %, 2003: 83,9 %) sinkend.

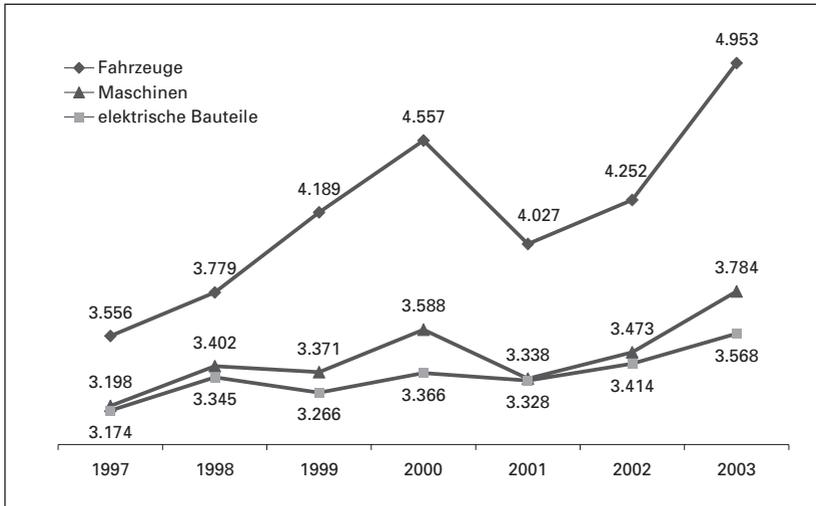
Personalbestand in diesem Bereich demgegenüber nur leicht erhöht. Der Anteil des Fahrzeugbaues am gesamten FuE-Personal des verarbeitenden Gewerbes stieg so von etwas über einem Viertel auf fast ein Drittel an.

Auch in den Innovationsreports des ZEW zeigt sich die im Vergleich zur verarbeitenden Industrie insgesamt herausragende Rolle der Automobilindustrie. Das ZEW veröffentlicht in dieser Reihe allerdings nur Daten für den Fahrzeugbau insgesamt, d.h. neben der »Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen« (Wirtschaftszweig 34) wird hier auch der »sonstige Fahrzeugbau« (Wirtschaftszweig 35) einbezogen, der u.a. den Schiffbau, Schienenfahrzeugbau sowie den Luft- und Raumfahrzeugbau umfasst. Die Automobilindustrie ist mit einem Umsatzanteil von 90 % jedoch der dominante Wirtschaftszweig im Fahrzeugbau. Die Daten belegen die ausgeprägte Innovationsaktivität im Fahrzeugbau in Relation zum gesamten verarbeitenden Gewerbe. Mit 22,4 Mrd. Euro entfallen 33 % aller Innovationsaufwendungen des verarbeitenden Gewerbes auf diesen Bereich. Nach dem Bereich Instrumente<sup>27</sup> ist der Fahrzeugbau die Branche mit der höchsten Innovationsintensität (ZEW 2004: 3).

Einen weiteren Anhaltspunkt für eine erhöhte Innovationsdynamik im Automobilbau bieten die Entwicklungen im Bereich der Patente. Die OECD beziffert den Zuwachs der Patentanmeldungen in den USA, Japan und Europa zwischen 1992 und 2002 mit über 40 %. Als Gründe werden u.a. die fortschreitende internationale Vernetzung und stärkere Wirtschaftsnähe von Forschung und Entwicklung sowie die zunehmende Globalisierung und Diversifizierung von Anbietern und Absatzmärkten genannt (OECD 2004: 5ff.). Ein erheblicher Teil dieser vermehrten Patentanmeldungen geht auf das Konto der Automobilindustrie. Dies verweist auf eine grundlegende Neuorientierung, denn in der Vergangenheit war das Interesse der technologieorientierten Unternehmen in dieser Industrie an der Patentierung ihrer Entwicklungen gering. Eine Patentierung wurde aufgrund ihrer Informationsfunktion für die Wettbewerber in vielen Fällen eher als nachteilig angesehen. Offensichtlich spielt die strategische Wettbewerbsfunktion von Patenten inzwischen eine bedeutsame Rolle.

27 Der Bereich Instrumente umfasst die Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie die Optik.

**Abbildung 2: Patentanmeldungen beim Deutschen Patentamt in den drei größten Produktklassifikationsbereichen (IPC)**

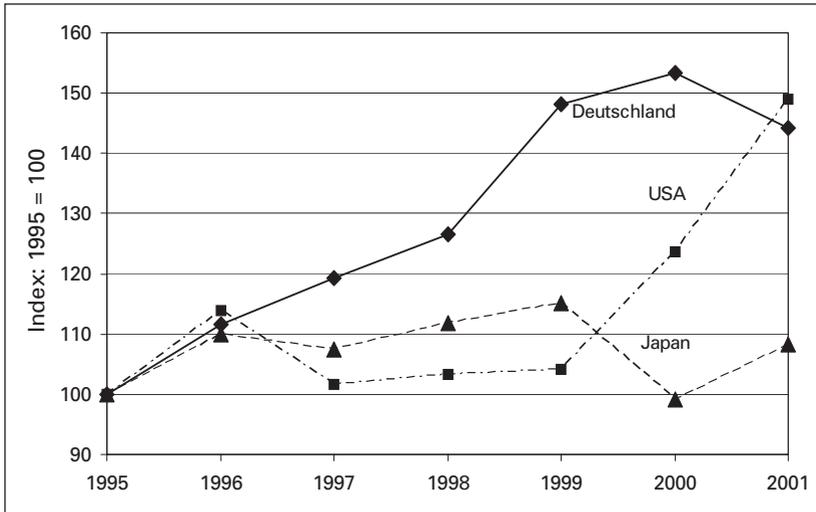


Quelle: Deutsches Patent- und Markenamt (DPMA): Jahresbericht 2004

Abbildung 2 veranschaulicht, wie stark sich der Fahrzeugbau (der Automobilbau ist hier wiederum nicht der einzige, aber der wichtigste Produktbereich) in puncto Patentaktivitäten von den übrigen Produktbereichen in Deutschland abhebt. Mit einer Steigerungsrate von knapp 40 % im Vergleich von 1997 und 2003, bezogen auf die jährlichen Anmeldungen, liegt der Produktbereich Fahrzeuge mit 4.953 Patentanmeldungen im Jahr 2003 unangefochten an der Spitze der deutschen Patentstatistik.

Besonders interessant stellen sich die Patentaktivitäten – nun allein auf die Automobilindustrie bezogen – bei einem Vergleich Deutschlands, der USA und Japans dar. Abbildung 3 zeigt, dass Deutschland Ende der 1990er Jahre im Bereich Kraftfahrzeugtechnik deutlich höhere Zuwachsraten bei Patenten zu verzeichnen hatte als die USA und Japan. Zwischen 2000 und 2001 scheint dieser Trend allerdings abzubrechen. Nach 1999 setzte in den USA ein rasanter Aufholprozess ein. Erst im Zuge der weiteren Entwicklung wird sich zeigen, inwieweit es sich hier um eine nachhaltige Veränderungen des Patentierverhaltens handelt.

**Abbildung 3: Index Patentanmeldungen für Kfz-Technik inländischer Unternehmen bei ihrem jeweiligen nationalen Patentamt: USA, Japan, Deutschland**



Anmerkung: Um unterschiedliche nationalspezifische Bewertungstraditionen der Patentämter auszublenken, wurden die jährlichen Patentanmeldungen inländischer Unternehmen an ihrem jeweiligen nationalen Patentamt abgebildet. Die Daten wurden zum Basisjahr 1995 indiziert.  
Quelle: Deutsches Patent- und Markenamt (DPMA): Jahresbericht (2001)

Nach Angaben des Verbands der Automobilindustrie (VDA) stammte bereits im Jahre 1996 jede dritte Patentanmeldung (31,4 %) im Fahrzeugbau weltweit von einem deutschen Unternehmen. Der Großteil dieser Patente, so der VDA, bezieht sich auf Innovationen im Motorenbereich und in der Antriebstechnik. Diese Neuentwicklungen zielen vor allem auf Emissionsminderungen und Kraftstoffeffizienz (VDA 2004). Darüber hinaus kommt fast jede zweite Patentanmeldung beim Europäischen Patentamt im Automobilbau von deutschen Herstellern (BMWi/BMBF 2002: 5). Zusammenfassend unterstreichen alle Indikatoren die große Bedeutung der Automobilindustrie für das Innovationsgeschehen in Deutschland. Diese besondere Rolle tritt auch im internationalen Vergleich hervor. Die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung haben im Vergleich zum verarbeitenden Gewerbe überproportional zugenommen, auch ist der Anteil des FuE-Personals stark gewachsen, was sowohl die unternehmensinternen als auch die externen FuE-Aktivitäten betrifft. Für die Erfassung dieser Innovationsdynamik besitzen die existierenden statistischen Erfassungssysteme allerdings nur einen begrenzten

Aussagewert. Die Mehrzahl der Daten ist nur mit großer zeitlicher Verzögerung verfügbar und für internationale Vergleiche fehlt es weitgehend an einer Datengrundlage.

Betrachtet man die Beschäftigungsentwicklung in der Automobilindustrie so ergibt sich ein Bild großer Stabilität. Seit über 30 Jahren bewegt sich das Niveau der Beschäftigung in diesem Wirtschaftszweig fast auf gleicher Höhe – der kurze Einbruch Anfang der 1990er konnte in den Folgejahren schon bald wieder ausgeglichen werden. Die Automobilindustrie erwies sich über den genannten Zeitraum hinweg damit als eine der verlässlichsten Beschäftigungssäulen der deutschen Wirtschaft. Dieser Anschein von Stabilität täuscht jedoch, denn er überdeckt einen in jüngster Zeit sehr rasch verlaufenden und drastischen Prozess des Strukturwandels. Die Beschäftigungsgewichte verschieben sich zwischen Automobilherstellern und -zulieferern; sie verschieben sich zwischen den Qualifikationsgruppen, und das Verhältnis von Inlands- und Auslandsbeschäftigung ändert sich.

In besonderem Maße wächst die automobilbezogene Beschäftigung in den Vorleistungsbereichen des Industrie- wie Dienstleistungssektors. Doch besteht hier eine große Grauzone, da die eingesetzten statistischen Erfassungsmethoden das Ausmaß der Automobilbeschäftigung nur unzureichend erfassen. So lässt sich das Gesamtvolumen der in die Entwicklung und Produktion von Automobilen einbezogenen Beschäftigung nur als Grobschätzung bestimmen. Durch Verfeinerung der Berichterstattung auf der Ebene der Wirtschaftssparten, also durch Aufschlüsselung der großen Wirtschaftszweige, ließe sich eine wesentliche Verbesserung des Informationsstandes erzielen.

### **4.3.2 Innovationsdynamiken am deutschen Standort – ein exemplarischer Blick auf die Innovationsfelder »Antriebssysteme« und »X-by-wire«**

#### **Innovationsfeld Antriebssysteme**

Um das Jahr 2000 herum konnte es kaum einen Zweifel geben, dass die Ablösung des traditionellen Verbrennungsmotors durch die Brennstoffzellentechnologie unmittelbar bevorstehen musste. DaimlerChrysler hatte als erster Automobilhersteller die Einführung eines Serien-Pkws mit Brennstoffzellenantrieb für das Jahr 2004 angekündigt. Diese Ankündigung hat eine weit umfassendere Innovationsdynamik verstärkt, die aufgrund einer zunehmend strengeren »Regulierungskulisse« bei

den Kraftstoffverbrauchs- und Emissionswerten seit den 1990er Jahren in den Triadeländern sichtbar ist.

Als Niederschlag dieser Entwicklung beobachten wir heute einen Innovationswettbewerb bei den Antriebssystemen, der wie folgt zu charakterisieren ist: Das Ziel ist letztlich die Einführung des Brennstoffzellenantriebs auf der Basis von Wasserstoff, der aus erneuerbaren Quellen gewonnen wird. Diese Zielsetzung wird im Prinzip von allen Akteuren geteilt. Die größten Anstrengungen werden bisher aber noch im Bereich der »inkrementellen« Verbesserungen der Diesel- und Ottoverbrennungsmotoren unternommen. An zweiter Stelle folgen Hybridfahrzeuge mit einer Kombination aus Elektro- und Verbrennungsmotorenantrieb. Danach kommt mit weitem Abstand die eigentliche Brennstoffzellentechnologie in unterschiedlichen Varianten. Und unter »ferner liefen« finden sich schließlich Anstrengungen um Antriebskonzepte wie Elektromotoren, Gasturbinen, der Wankelmotor u.a.

Angesichts hoher Ungewissheiten hinsichtlich zukünftiger Regulierungen und der Erfolgsbedingungen unterschiedlicher Technologiepfade stehen die Hersteller damit vor schwierigen Entscheidungen. Kennzeichnend für die deutsche Automobilindustrie ist eine Verengung der Aktivitäten auf die Weiterentwicklung von Verbrennungsmotoren, d.h. auf die Diesels-technologie und den Ottomotor. Demgegenüber spielt die Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie, entgegen den Ankündigungen zu Beginn des neuen Jahrhunderts, in Deutschland eine immer geringere Rolle. Die Hybridtechnologie – die Verbindung von Verbrennungsmotor und Elektroantrieb, die insbesondere in Japan als Brückentechnologie zu Brennstoffzellenfahrzeugen gilt – wurde in Deutschland lange links liegen gelassen.

Insbesondere bei der Diesels-technologie wurde durch Entwicklung von Systemen der Direkteinspritzung seit der zweiten Hälfte der 1990er Jahre ein äußerst dynamisch wachsendes Produktsegment geschaffen, vom dem die deutsche Automobilindustrie in besonderem Maße profitiert hat. Diese im Zeitverlauf bis Mitte der 2000er zunehmende Fokussierung auf Verbrennungsmotoren in Deutschland ging einher mit einer teils durchaus emotional vorgetragenen Ablehnung von Hybridantrieben als Kombination von Verbrennungs- und Elektromotoren, wie sie von den japanischen Herstellern zuerst auf den Markt gebracht wurden, und von einem allmählichen Nachlassen der Bemühungen im Bereich von Brennstoffzellenantrieben. Hinzu kam, dass die deutschen Hersteller trotz ihrer Fokussierung auf den Dieselantrieb bei der Entwicklung von Partikelfiltern hinter der Konkur-

renz zurückblieben und die Ersteinführung französischen Herstellern überlassen blieb.

Die Weichenstellungen, die von den deutschen Herstellern in den beiden genannten Fällen der Hybrid- und der Dieselfiltertechnologien vorgenommen wurden, hatten weit reichende Folgen. Zum einen – ganz handfest – gingen den deutschen Herstellern hierdurch erhebliche Absatzpotenziale beim Verkauf von Dieselfahrzeugen, vor allem zugunsten französischer Hersteller, verloren; zum anderen verlor die deutsche Automobilindustrie durch diese Weichenstellung ihr Image als Technologieführer im Bereich umweltschonender Fahrzeuge.

Was sind die Ursachen für diese Fehlentwicklungen bzw. folgenreicheren Weichenstellungen? Sowohl im Falle der Hybridantriebe wie der Dieselfiltertechnologie war man sich auf Seiten der deutschen Unternehmen einig, dass es sich um minderwertige Technologien handelt im Vergleich zu den überlegenen Lösungen, in deren Besitz man sich sah. So wurde der Hybridantrieb mit Verweis auf das zusätzliche Gewicht durch ein zweites elektrisches Antriebssystem und deutlich größere Batterien für ökologisch sinnlos erklärt. Die zum damaligen Zeitpunkt notwendige Beimischung von einem Additiv beim Tanken von Diesel wurde im Fall des Partikelfilters als Fehlerquelle bei der Gewährleistung sauberer Dieselantriebe kritisiert, da zu befürchten sei, dass hier der vergessliche Mensch eine Fehlerquelle darstelle.

Es wäre aber verfehlt, das Bemühen der Ingenieure um beste Lösungen zu kritisieren. Das Problem scheint demgegenüber eher im Bereich des Innovationsmanagements und dessen (Un-)Fähigkeit zum flexiblen Antworten auf Markttrends und innovative Konzepte von Konkurrenten zu liegen.

Am Beispiel der beiden Technologien lässt sich zeigen, wie problematisch das zugrunde liegende Innovationsparadigma ist. Die verächtlichen Reaktionen deutscher Hersteller gegenüber dem Rußfiltersystem von Peugeot und dem Hybridfahrzeug von Toyota bringen die Technologie-Push-Denkweise deutlich zum Ausdruck. In beiden Fällen ziehen die deutschen Hersteller die Taube auf dem Dach, die bessere technologische Lösung, dem Spatz in der Hand vor und verpassen damit ein Gelegenheitsfenster, das für Image wie Umsatz enorm bedeutungsvoll ist. Zum Beleg genügt es, sich die gegenwärtigen Umsatzsteigerungen bei Toyota und Peugeot in diesen Produktbereichen anzusehen.

Staatliche Regulierung hat für Richtung, Timing und Intensität des Innovationsgeschehens bei den Antriebssystemen eine ganz wesentliche Bedeutung. Sie wird in den Triadeländern nach wie vor nicht zuletzt stark zum Schutz der

heimischen Industrien eingesetzt. Sie hat maßgeblich zur Erhöhung der Wertschöpfung pro Automobil beigetragen. Das bedeutet wiederum einen Anstieg der Kostpreise mit Auswirkungen auf die Wettbewerbssituation. Unter Beschäftigungsgesichtspunkten ist dies eine Gratwanderung: Einerseits werden gerade durch Regulierungen für FuE und Fertigung hoch qualifizierte Tätigkeitsbereiche/Arbeitsplätze geschaffen und gesichert, andererseits besteht die Gefahr, dass die Preissteigerungen sich negativ auf die Nachfrage auswirken. Riskant für die Hersteller ist, in Erwartung von Regulierungen die entsprechende Technologieentwicklung voranzutreiben, dann aber für die geschaffenen Funktionalitäten keine Akzeptanz zu finden. Dem von den Herstellern oft beschworenen Risiko, dass europäische Automobile durch staatliche Auflagen zu teuer würden, ist entgegenzuhalten, dass gerade die Anhebung der Standards im Bereich Sicherheit und Emissionen auf den Produktmärkten der Triade Entwicklungsspielräume für Billigautomobilkonzepte und damit für die Produktion an Niedriglohnstandorten geschmälert hat.

Die Bedeutung des regulatorischen Umfeldes und politisch-gesellschaftlicher Akteure außerhalb des Automobilsektors wird noch deutlicher, wenn man die Entwicklung des Brennstoffzellenantriebs betrachtet. Die entscheidende Voraussetzung für die Durchsetzung der Brennstoffzellentechnologie wird in der Bereitstellung einer Infrastruktur für Wasserstoffgewinnung, -bevorratung und -betankung und in der Durchsetzung der entsprechenden Standards zur Sicherheit u.a. liegen. Dies ist eine Aufgabe, die bei Weitem die Möglichkeiten der Automobilindustrie überschreitet und die (supra-)staatlicher Koordination und Weichenstellung bedarf.

Eine Besonderheit in diesem Technologiefeld ist, dass die FuE-Aktivitäten in starkem Maße durch die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und staatlichen Instituten sowie in Form von Allianzen vorangetrieben werden. Vergewenwärtigt man sich, dass allein GM mit 300 Zulieferern (darunter viele Unternehmen, die traditionell keine Automobilzulieferer waren) kooperiert, um die Brennstoffzellentechnologie voranzubringen, dann zeigen sich der hohe Grad der Vernetzung und die Dezentralisierung dieser Technologieentwicklung. Insgesamt ergibt sich für Deutschland in der Brennstoffzellen-Technologieentwicklung das Bild einer aus nur wenigen tausend Spezialisten bestehenden *Community*, die auf eine Vielzahl von Unternehmen und Instituten verstreut ist. Damit erfasst die Brennstoffzellen-Innovationsdynamik einen großen Kreis von Akteuren, macht aber nur einen marginalen Teil ihrer Geschäftsaktivitäten aus.

Ein weiteres Kennzeichen dieses Technologiefeldes ist, dass die automobilbezogene Brennstoffzellenentwicklung Teil einer übergreifenden Innovationsdynamik in diesem Felde darstellt, die sehr unterschiedliche Anwendungsbereiche und Nutzergruppen umfasst – zum einen die kleinen Brennstoffzellen als Zusatzaggregate für die Stromversorgung im Automobil, zum anderen und in viel stärkerem Maße Brennstoffzellen in der stationären Anwendung zur alternativen Stromversorgung in Häusern (oder auch U-Booten) und absehbar in einer Kleinstversion als Alternative zur Stromversorgung von tragbaren Computern. Die Entwicklung dürfte denn auch für einige Zeit eher von anderen, nicht-automobilen Anwendern und Nutzungsformen der Brennstoffzellen-Technologie bestimmt werden.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Brennstoffzelle haben schließlich die Erfolge bei der Optimierung im Bereich der konventionellen Verbrennungsmotoren und hier nicht zuletzt neue Entwicklungen im Bereich der Kraftstoffe. Diese Kraftstoffe auf Basis von Erdgassyntheseverfahren und zunehmend auch auf regenerativer Basis (*Syn Fuels* und *Sun Fuels*) bieten erweiterte Möglichkeiten der Leistungssteigerung und der Emissionsreduzierung. Zugleich kann durch sie der Zeitpunkt der Erschöpfung der fossilen Brennstoffvorräte hinausgeschoben werden, und es entsteht ein weites Zeitfenster, sodass es sich lohnt, »Zwischenlösungen« zu finden. Die Frage, inwieweit durch neue Kraftstoffe der Abschied von den fossilen Brennstoffen hinausgezögert werden kann, ist für die gegenwärtige Schwerpunktsetzung deutscher Unternehmen in der Antriebsfrage und für den Planungszeitraum bei der Brennstoffzellenentwicklung ganz offensichtlich eine entscheidende Erwägung. Tatsache ist jedenfalls, dass die Automobilhersteller den Einsatzzeitpunkt der Brennstoffzelle in ihren Planungen in den letzten Jahren weit in die Zukunft verschoben haben.

### **Innovationsfeld X-by-wire**

Die Entwicklungen auf diesem Gebiet in den letzten Jahren knüpfen wesentlich an die Erfolgsgeschichte des Antiblockiersystems (ABS) an, dessen Ursprünge bis in die 1960er Jahre zurückgehen. Mit dieser ersten »Elektronisierung« eines Bremssystems wurden vormals rein mechanisch-hydraulische Funktionen ersetzt bzw. ergänzt. Das elektronische Stabilisierungsprogramm (ESP) bildete eine Weiterentwicklung, die gerade erst in das Oberklassensegment eingeführt worden war, als der so genannte Elchtest bei der Mercedes-A-Klasse zur Folge hatte, dass diese Technologie viel rascher als erwartet Eingang in die Massenmarktsegmente fand. Um die Jahrhundertwende wiesen viele Anzeichen darauf hin, dass es neben

einer Verkürzung der Innovationszyklen auch zu einer Veränderung des bisherigen inkrementellen Diffusionsmusters – von den Oberklassefahrzeugen stufenweise bis hin zu den Kleinwagen – kommt.

Die Realisierung von so genannten *X-by-wire*-Konzepten für Brems- und Lenksysteme stand in dem von Jürgens und Meißner (2005) untersuchten Zeitraum noch in einer frühen Phase. Es dominierten Übergangslösungen – Brückenkonzepte – im Sinne elektrohydraulischer bzw. elektromechanischer Lösungen, und es dominierte eine komponentenspezifische Betrachtungsweise. Der eigentliche – im Wesentlichen noch bevorstehende – Sprung liegt in der Verknüpfung der Systeme sowie in der Verbindung mit den Assistenzsystemen an der Schnittstelle Mensch – Maschine.

Die Dynamik im Innovationsfeld *X-by-wire* entfaltet sich größtenteils in Vorleistungsbranchen – im Bereich der Sensorik, der Entwicklung von Bussystemen, der Bordnetz- und Batterieentwicklung usw. Dabei handelt es sich einestheils um Vorleistungsstufen, die insbesondere qualifizierte Angestellentätigkeiten umfassen – mit neuen Qualifikationsbedarfen wie Werkstoffwissenschaften, Messtechnik, Nachrichtentechnik und als neuer Schlüsselqualifikation die Softwareentwicklung –, andertheils aber auch einfache Tätigkeiten einschließen. Letzteres gilt vor allem in der Bordnetzherstellung, die mittlerweile ganz überwiegend in Niedriglohnländern verlagert worden ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die hochfliegenden Erwartungen am Anfang der 2000er, was die Einsatzzeitpunkte und die Wachstumsdynamik der neuen Produkttechnologien anbelangt, zu einem erheblichen Grad enttäuscht wurden. Die Einführung wurde zeitlich hinausgeschoben und im Innovationsgrad reduziert (inkrementalisiert). Eine Ursache hierfür waren Erfahrungen, die zwischenzeitlich gemacht wurden – im Hinblick auf Technologiebeherrschung, Akzeptanz seitens der Kunden und Veränderungen der Rahmenbedingungen. Betrachtet man den Verlauf seit den 1990er Jahren, so zeigen sich Phasen unerwarteter Beschleunigung (etwa als Folge des Elchtestes die rasche Marktdurchdringung des ESP; ein anderes Beispiel ist die sprunghafte Durchsetzung von Servolenkungen), aber auch Verzögerungsphasen, Rückschritte und Richtungsänderungen. Insgesamt ist der Innovationsverlauf sehr viel unberechenbarer geworden.

## 4.4 Resümee

Die deutsche Automobilindustrie, so lässt sich zusammenfassend feststellen, hat sich in der gegenwärtigen Umbruchphase als außerordentlich innovationsstark erwiesen. Sie spielt sowohl bei der Integration neuer Basistechnologien wie bei der Neustrukturierung der Industrieorganisation eine führende Rolle. Die Spezialisierungsstruktur auf Oberklassenfahrzeuge mit technologischem Führungsanspruch begründet die Rolle Deutschlands als *lead market* für die internationale Automobilindustrie. Staatliche Regulierung – zunehmend in der Form internationaler Ökologie- und Sicherheitsstandards – hat wesentlich zur Intensivierung des Innovationsgeschehens beigetragen. Gerade das Beispiel der Automobilindustrie zeigt aber auch, dass erfolgreiche Innovationen nicht nur die Intensivierung von Forschung und Entwicklung, sondern auch die Beherrschung von Kostenwettbewerbs- und Qualitätsanforderungen in den Prozessketten sowie Kundenakzeptanz für die neuen Funktionalitäten zur Voraussetzung haben.

Insbesondere bei diversen Komfortfunktionen erwies es sich darüber hinaus als schwierig, den Kunden vom Nutzen der zusätzlich bereitgestellten elektronischen Funktionen zu überzeugen. Viele Kunden sind nicht bereit, den Mehrpreis für diese Ausstattung zu akzeptieren. Hinzu kommen Schwierigkeiten mit der »Bedienung« der entsprechenden Funktionen durch den Fahrer. Das stärkere Augenmerk auf preisgünstige Fahrzeuge ohne Technik-Schnickschnack könnte vor dem Hintergrund allgemeiner sozioökonomischer Entwicklungen auf tiefer liegende Veränderungen im Käuferverhalten verweisen. Dies wiederum würde auf längere Sicht Deutschlands Rolle als *lead market* für technologisch ambitionierte Fahrzeugkonzepte gefährden, die bisher ein wesentlicher Einflussfaktor für die Innovationsdynamik im deutschen Automobilbau ist (vgl. BMWi 2002).

Probleme bei der Beherrschung von Prozessketten: Die große Anzahl elektronikbedingter Pannen verweist auf offensichtliche Probleme bei der Kontrolle möglicher Fehlerursachen im Produktentstehungs- bzw. Wertschöpfungsprozess. Dies wirft Fragen der Organisation des Wertschöpfungsprozesses und der Systeme der Qualitätssicherung auf. Ist die Fragmentierung der Wertschöpfungsketten zu weit gegangen? Wird aufgrund des Kosten- und *Time-to-market*-Drucks seitens der Hersteller zu wenig Zeit und Geld für Entwicklung und Erprobung aufgewandt?

Der Leitbegriff für das neue Innovationsparadigma ist der wahrgenommene Kundennutzen. So kritisiert Kurek aus der Binnenperspektive (er ist selbst Geschäftsführer eines internationalen Unternehmens für Entwicklungsdienstleistungen

gen in der Automobilindustrie) das *Overengineering* und die Technikfixierung deutscher Automobilhersteller und betont:

»Die wahren Kundenbedürfnisse zu erkennen, die richtige Qualität zu entwickeln und zu produzieren, ist insbesondere in gesättigten Märkten zu einem Knock-out-Kriterium geworden. Eine zunehmende Verlagerung von Entwicklungs- und Fertigungsumfängen vom Automobilhersteller hin zu den Zulieferern birgt die Gefahr in sich, dass Lösungen und Funktionsumfänge zu technischen Inhalten des Endprodukts werden, die der Endkunde nicht als wesentlichen Mehrwert bei seiner Kaufentscheidung wahrnimmt. Differenzierungsstrategien von Automobilherstellern und Zulieferern sind nur dann zielführend, wenn die Funktionalität und das Fahrerleben auch tatsächlich optimiert werden – und das zu einem attraktiven Preis. Automobilhersteller und Zulieferer dürfen sich deshalb nicht dazu verleiten lassen, Neuerungen, Komponenten und Funktionen in das Auto zu integrieren, die der Kunde nicht als echten Mehrwert („add-on value“) honoriert, für den er zu zahlen bereit ist.« (Kurek 2004: 82)

Für nachhaltige Strategien kann die Kundenbeurteilung aber nicht das letzte Wort sein. Angesichts der ökologischen und sozialen Folgewirkungen des Automobilismus sowie im Kontext weltpolitischer Konflikte um Öl sind es vor allem staatliche und überstaatliche Regulierungen, denen eine zentrale Führungsrolle bei dem Innovationsgeschehen zukommt und zukommen sollte.



## 5. Schlussfolgerungen

In sektoraler Perspektive zeigt sich eine große Varianz spezifischer Faktoren, die Innovationsprozesse beeinflussen. Wir fassen unsere Schlussfolgerungen in sechs Punkten zusammen.

1. Die Performance des »Innovationsstandorts Deutschland« im Hightech-Bereich ist gemischt. In der Pharmaindustrie und in der Telekommunikationsindustrie ist ein relativer Niedergang zu verzeichnen, der jedoch differenziert zu betrachten ist und sehr unterschiedliche Gründe hat, die nicht unter einfache Erklärungsschemata subsumiert werden können.
2. Die deutsche Innovationsdebatte ist sehr auf *Technologieförderung* fixiert und blendet Fragen der sozialen und ökologischen Qualität von Innovationen und ihrer Diffusion weitgehend aus. Diese Formierung des Innovationsdiskurses stellt selbst eine zentrale Innovationsschwäche dar. Viele Innovationen sind erst durch die Kritik sozialer Bewegungen und darauf reagierende soziale und ökologische Regulierungen angestoßen worden.
3. Die staatliche Regulierung der Angebots- und Nachfragebedingungen ist – wenn auch in unterschiedlicher Weise – für Innovationsprozesse in allen Branchen und Ländern relevant, auch in den angeblich überwiegend von marktförmiger Koordination bestimmten »liberalen Marktwirtschaften« wie den USA.
4. Transnationale Unternehmen organisieren ihre Innovationsaktivitäten im globalen Maßstab. Um Innovationsprozesse zu begreifen, muss folglich auch die internationale Arbeitsteilung in den Blick genommen werden. Nationale Innovationssysteme können nicht als abgeschlossene und isolierte Einheiten betrachtet und miteinander verglichen werden. Sie interagieren miteinander und bedingen sich in ihren Stärken und Schwächen gegenseitig.
5. Deutlich zu relativieren ist die Bedeutung der Inventionsphase, auf die der Innovationsdiskurs mit der Betonung von Forschung und Entwicklung, Kreativität etc. immer noch stark fixiert ist. Eine wesentliche Rolle spielen Wissensarchitekturen, Standardisierungsprozesse, Kapitalmarktbeziehungen, neue Geschäftsmodelle und spezifische Aneignungsbedingungen.
6. Die Innovationsbedingungen in den einzelnen Branchen und Ländern haben sich auch historisch sehr stark verändert. Die Entwicklung von Branchen folgt dabei nicht immer dem einfachen Muster des Übergangs von radikalen zu in-

krementellen Innovationen im Zuge ihrer »Reifung«, wie die Beschleunigung des technologischen Wandels in den drei untersuchten Industrien, die bereits eine lange Geschichte und relativ stabile Phasen inkrementeller Innovation hinter sich haben, zeigt.

Die Durchsicht der Literatur über die sektoralen Innovationsprozesse hat ergeben, dass der Forschungsstand sehr heterogen ist. Die Gesichtspunkte, mit denen sich die Autoren jeweils beschäftigen, sind zumeist sehr unterschiedlich und erfassen nur Teilaspekte der jeweiligen Branchenentwicklung. Erst recht fehlt es an branchenübergreifenden, systematisch vergleichenden Untersuchungen. Ohne diese hängt eine Theorie sektoraler Innovationsprozesse jedoch in der Luft. Insoweit besteht hier weiterer Forschungsbedarf.

Es fehlt nicht nur an wissenschaftlicher Forschung, es fehlt überhaupt ein kontinuierliches gesellschaftliches Monitoring der sektoralen Innovationsprozesse. Diese sind einer umfassenden öffentlichen Diskussion und Kontrolle weitgehend entzogen. Sinnvoll wäre beispielsweise die Einrichtung sektoraler Monitoring-systeme. Das Monitoring sollte nicht nur sporadisch oder in Krisensituationen erfolgen, wie dies z.B. bei der 2003 eingerichteten »Task Force zur Verbesserung der Standortbedingungen und der Innovationsmöglichkeiten der pharmazeutischen Industrie in Deutschland« der Fall ist. Auch die Beteiligung gesellschaftlicher Interessengruppen müsste aus demokratischen Gründen breiter angelegt sein als bei dieser »Task Force«. Denn die sektoralen Entwicklungen betreffen nicht nur die Akteure der jeweiligen Branche, sondern die ganze Gesellschaft.

## 6. Literatur

- Abernathy, William J. (1978): *The Productivity Dilemma*, Baltimore MD.
- Adler, Paul/Cole, Robert (1995): *Designed for learning: a tale of two auto plants*, in Sandberg, Åke (Ed.), *Enriching Production*, Aldershot.
- Amable, Bruno (2000): *Institutional complementarity and diversity of social systems of innovation and production*, in: *Review of International Political Economy*, Vol. 7, No. 4, Winter, S. 645-687.
- Amable, Bruno (2003): *The Diversity of Modern Capitalism*, Oxford.
- Arora, Ashish/Gambardella, Alfonso (1994): *The Changing Technology of Technical Change: General and Abstract Knowledge and the Division of Innovative Labor*, in: *Research Policy*, Vol. 23, No. 5, S. 523-532.
- Arthur D. Little/Solvias (2002): *External Synthesis Services for Research and Development in the Pharmaceutical Industry. Market Study*, June 2002.
- Barrett, Amy (2003): *Big pharma needs a new prescription for growth*, in: *Business Week*, 30.6.2003, S. 44.
- Becker, Steffen (2001): *Einfluss und Grenzen des Shareholder Value. Strategie- und Strukturwandel deutscher Großunternehmen der chemischen und pharmazeutischen Industrie*. Frankfurt am Main u.a.
- Becker, Steffen/Sablowski, Thomas (1998): *Konzentration und industrielle Organisation. Das Beispiel der Chemie- und Pharmaindustrie*, in: *Prokla* 113, 28. Jg., Nr. 4, S. 619-642.
- Berggren, Christian (1995): *The fate of the branch plants – performance versus power*, in Sandberg, A. (Hg.), *Enriching Production*, Aldershot.
- Blöcker, Antje (2001): *Reorganisationsmuster von Forschung und Entwicklung in der Automobilindustrie am Beispiel von BMW, Mercedes-Benz und Volkswagen. Ein Beitrag zum Wandel von Innovationssystemen*, Aachen.
- BMBF (Hg.) (1997): *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Aktualisierung und Erweiterung 1996*. Bonn.
- BMBF (Hg.) (1999): *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Zusammenfassender Endbericht 1998*, Bonn.
- BMBF (Hg.) (2003): *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2002. – Studien zum deutschen Innovationssystem*, Bonn
- BMWi (Hg.) (2002): *Die innovative Gesellschaft. Nachfrage für die Lead-Märkte von morgen. Reader zur Begleitung der Tagung vom 19.4.2002*.
- BMWi/BMBF (Hg.) (2002): *Innovationspolitik. Mehr Dynamik für zukunftsfähige Arbeitsplätze*. Berlin.
- Boch, Rudolf (Hg.) (2001): *Geschichte und Zukunft der deutschen Automobilindustrie. Tagung im Rahmen der »Chemnitzer Begegnungen« 2000*, Stuttgart.

- Booz Allen & Hamilton (1997): *In Vivo, Making Combinatory Chemistry Pay*, Booz Allen & Hamilton Report, New York.
- Börsch, Alexander (2004): Globalisation, Shareholder Value, Restructuring: The (Non-)Transformation of Siemens, in: *New Political Economy*, Vol. 9, No. 3, S. 365-387.
- Boston Consulting Group (2001): *A Revolution in R&D – How Genomics and Genetics are Transforming the Biopharmaceutical Industry*, BCG Report, Boston MA.
- Breschi, Stefano/Malerba, Franco (1997): Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries, in: Charles Edquist (Hg.), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, London, S. 130-156.
- Briken, Kendra/Kurz, Constanze (2003): Neue Formen der Nutzung und Steuerung wissenschaftlicher Arbeit(skraft) in der Pharma- und Biotechindustrie, in: *SOFI-Mitteilungen* Nr. 31, S. 67-74.
- Buhr, Regina/Buchholz, Boris (1999): Mit QWERTY ins 21. Jahrhundert? Die Tastatur im Spannungsfeld zwischen Technikherstellung, Anwendung und Geschlechterverhältnis, in: Ritter, Martina (Hg.), *Bits and Bytes vom Apfel der Erkenntnis*, Münster.
- Bullinger, Hans-Jörg/Kiss-Preußinger, Elke/Spath, Dieter (Hg.) (2003): *Automobilenwicklung in Deutschland – wie sicher in die Zukunft? Chancen, Potenziale und Handlungsempfehlungen für 30 % mehr Effizienz*, Stuttgart.
- Canzler, Weert/Knie, Andreas (1994): *Das Ende des Automobils. Fakten und Trends zum Umbau der Autogesellschaft*, Heidelberg.
- Carey, John (2003): McClellan's friendlier speedier FDA. It's streamlining drug approvals – and winning industry favor, in: *Business Week*, 16.6.2003, S. 35f.
- Carpenter, Marie/Lazonick, William/O'Sullivan, Mary (2003): The stock market and innovative capability in the New Economy: the optical networking industry, in: *Industrial and Corporate Change*, Vol. 12, Nr. 5, S. 963-1034.
- Casper, Steven/Soskice, David (2004): Sectoral systems of innovation and varieties of capitalism: explaining the development of high-technology entrepreneurship in Europe, in: Malerba, Franco (Hg.), *Sectoral Systems of Innovation. Concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe*. Cambridge, S. 348-387.
- Chanaron, Jean-Jacques (2001): *Implementing Technological and Organizational Innovations and Management of Core Competencies. Lessons from the Automotive Industry*, in: *International Journal of Automotive Technology and Management*, Vol. 1, No. 1, S. 128-144.
- Christensen, Clayton M. (1997): *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Boston, Mass.
- Christensen, Clayton M./Raynor, Michael E. (2003): *The Innovator's Solution*, Boston.
- Dalum, Bent/Villumsen, Gert (2003): *Fixed Data Communications: Challenges for Europe*, in: Edquist, Charles ebenda S. 40-70.
- Deutsches Patent- und Markenamt (2001): *Jahresbericht 2001*, München.

- Deutsches Patent- und Markenamt (2004): Jahresbericht 2004, München.
- DIHK (Hg.) (2005): FuE-Verlagerung: Innovationsstandort Deutschland auf dem Prüfstand. Berlin.
- Economist Intelligence Unit (EIU) (1994): *The Pharmaceuticals Industry in 2000: Reinventing the Pharmaceutical Company*, London.
- Edquist, Charles (2003a): *The Fixed Internet and Mobile Telecommunications Sectoral System of Innovation: Equipment, Access and Content*, in: Edquist 2003, ebenda S. 1-39.
- Edquist, Charles (Hg.) (2003): *The Internet and Mobile Telecommunications System of Innovation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Esser, Josef/Lüthje, Boy/Noppe, Ronald (Hg.) (1997): *Europäische Telekommunikation im Zeitalter der Deregulierung. Infrastruktur im Umbruch*, Münster.
- Feng, Hengyi/Froud, Julie/Johal, Sukhdev/Haslam, Colin/Williams, Karel (2001): *A new business model? The capital market and the New Economy*. In: *Economy and Society*, Vol. 30, No. 4, S. 467-503.
- Fine, Charles H./Raff, Daniel M.G. (2001): *Innovation and Economic Performance in the Automobile Industry Over the Long Twentieth Century*. Council of Foreign Relations Project on Innovation and Economic Performance, Industry Studies Section. Manuskript, Version vom 2.8.2001.
- Ford, Henry (1922): *My Life and Work*. Garden City, NY.
- Fransmann, Martin (2002): *Telecoms in the Internet Age. From Boom to Bust to ...? Oxford*.
- Fricke, Uwe (2000): *Arzneimittelinnovationen – Neue Wirkstoffe: 1978-1999*, in: Jürgen Klauber, Helmut Schröder, Gisbert W. Selke (Hg.), *Innovation im Arzneimittelmarkt*. Berlin/Heidelberg, S. 85-97.
- Froud, Julie/Haslam, Colin/Johal, Sukhdev/Williams, Karel/Willis, Robert (1998): *British pharmaceuticals: a cautionary tale*, in: *Economy and Society*, Vol. 27, Nr. 4, S. 554-584.
- Froud, Julie/Johal, Sukhdev/Williams, Karel (2002): *New Agendas for Auto Research: Financialisation, Motoring and Present Day Capitalism*, in: *Competition & Change*, Vol. 6, Nr. 1, S. 1-11.
- Funk, Jeffrey L. (2002): *Global Competition Between and Within Standards: The Case of Mobile Phones*. Basingstoke, Hampshire/New York.
- Funk, Jeffrey L./Methe, David T. (2001): *Market- and committee-based mechanisms in the creation and diffusion of global industry standards: the case of mobile communication*, in: *Research Policy*, Vol. 30, S. 589-610.
- Gaisser, Sibylle/Nusser, Michael/Reiß, Thomas (2005): *Stärkung des Pharma- Innovationsstandortes Deutschland. Abschlussbericht im Rahmen des Forschungsvorhabens »Stärkung des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland« der Hans-Böckler-Stiftung Projekt Nr. 2003-502-1*. Karlsruhe.

- Gambardella, Alfonso (1995): Science and innovation. The US pharmaceutical industry during the 1980s, Cambridge.
- Garrard, G.A. (1998): Cellular Communications: Worldwide Market Development, Boston.
- Gassmann, Oliver/Reepmeyer, Gerrit/von Zedtwitz, Maximilian (2004): Leading Pharmaceutical Innovation. Trends and Drivers for Growth in the Pharmaceutical Industry, Heidelberg.
- Gefahr für Arzneimittelsicherheit. Schmidt setzt Präsidenten der Zulassungsbehörde ab, in: Pharma-Brief, Rundbrief der BUKO Pharma-Kampagne, Nr. 2-3, März-April 2004, S. 1-2.
- Gerybadze, Alexander/Meyer-Krahmer, Frieder/Reger, Guido (1997): Globales Management von Forschung und Innovation, Stuttgart.
- Gibbons, James F. (2000) : The Role of Stanford University. A Dean's Reflections, in: Lee, Chong-Moon, Miller, William/Hancock, Margwerite (Hg.), The Silicon Valley Edge. A Habitat for Innovation and Entrepreneurship, Stanford.
- Glimstedt, Henrik (2001): Competitive Dynamics of Technological Standardization: The Case of Third Generation Cellular Communications, in: Industry and Innovation, Vol. 8, April, No. 1, S. 49-78.
- Grabowski, Henry/Vernon, John (1994): Innovation and structural change in pharmaceuticals and biotechnology, in: Industrial and Corporate Change, Vol. 3, Nr. 2, S. 435-449.
- Greb, Robert (2000): Zentralisierung in der globalen Unternehmung. Die Organisation unternehmensinterner FuE in der chemischen Industrie, Wiesbaden.
- Halfmann, Jost (1984): Die Entstehung der Mikroelektronik. Zur Produktion technischen Fortschritts. Frankfurt/New York.
- Hall, Peter A./Soskice, David (Hg.) (2001): Varieties of Capitalism. The Institutional Foundations of Comparative Advantage, Oxford.
- Hautschildt, Jürgen/Schlaak, Thomas M. (2001): Zur Messung der Innovationsgrade neuartiger Produkte, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 71 Jg., S. 161-182.
- Hirschfeld, Karin (2000): Auf verschlungenen Pfaden zum High-Tech-Produkt: Das Digitalfunkkonsortium – eine strategische Allianz und ihre Folgen, in: Naschold, Frieder u.a., S. 232-288.
- Hommen, Leif (2003): The Universal Mobile Telecommunications System (UMTS): Third Generation, in: Edquist, Charles ebenda, S. 129-161.
- Hommen, Leif/Manninen, Esa (2003): The Global System for Mobile Telecommunications (GSM): Second Generation, in: Edquist, S. 71-128.
- Houston, John G./Banks, Martin (1997): The Chemical-Biological Interface: Developments in Automated and Miniaturised Screening Technology, in: Current Opinion in Biotechnology, Vol. 8, S. 734-740.

- HypoVereinsbank/Mercer Management Consulting (2001): *Automobiltechnologie 2010. Technologische Entwicklungen im Automobil und ihre Konsequenzen für Hersteller, Zulieferer und Ausrüster*, München.
- Jacobzone, S. (2000): *Pharmaceutical Policies in OECD Countries: Reconciling Social and Industrial Goals*, OECD Labour Market and Social Policy Occasional Papers Nr. 40, Paris.
- Jürgens, Ulrich (Hg.) (2000): *New Product Development and Production Networks. Global Industrial Experience*, Berlin.
- Jürgens, Ulrich (2004): *An Elusive Model – Diversified Quality Production and the Transformation of the German Automobile Industry*, in: *Competition & Change*, Vol. 8, No. 4, S. 411-423.
- Jürgens, Ulrich/Meißner, Heinz-Rudolf (2005): *Arbeiten am Auto der Zukunft. Produktinnovation und Perspektiven für die Beschäftigten*, Berlin.
- Jürgens, Ulrich/Sablowski, Thomas (2004): *A New Model of Industrial Governance? WinTelism in the InfoCom Industry*, in: Faust, Michael/Voskamp, Ulrich/Wittke, Volker (Hg.), *European Industrial Restructuring in a Global Economy. Fragmentation and Relocation of Value Chains*, Göttingen: SOFI Berichte, S. 221-240.
- Kadtler, Jürgen (1999): *Am Netz oder im Netz? Zu neuen Unternehmenskonfigurationen in der chemischen Industrie*. SOFI-Mitteilungen, 27, S. 23-30.
- Kern, Horst/Schumann, Michael (1984): *Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion*, München.
- Köchy, Kristian (2003): *Vom Genom zum Proteom. Kündigt sich ein Paradigmenwechsel an?* In: *Gen-ethischer Informationsdienst, GID Spezial Nr. 4: Vom Genom zum Proteom*, Berlin, S. 13-20.
- Koutroufinis, Spyridon (2003): *Sind Organismen dynamische Systeme? Grenzen der Computersimulation*, in: *Gen-ethischer Informationsdienst, GID Spezial Nr. 4: Vom Genom zum Proteom*, Dezember 2003, Berlin, S. 21-29.
- Kuhlmann, Martin (2004): *Modellwechsel? Die Entwicklung betrieblicher Arbeits- und Sozialstrukturen in der deutschen Automobilindustrie*. Berlin.
- Kuhlmann, Martin/Sperling, Hans Joachim/Balzert, Sonja (2004): *Konzepte innovativer Arbeitspolitik. Good-Practice-Beispiele aus dem Maschinenbau, der Automobil-, Elektro- und Chemischen Industrie*, Berlin.
- Kurek, Rainer (2004): *Erfolgsstrategien für Automobilzulieferer. Wirksames Management in einem dynamischen Umfeld*, Berlin u.a.
- Kurz, Constanze (2002): *Innovation und Kompetenzen im Wandel industrieller Organisationsstrukturen*, in: *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 4/2002*, S. 601-615.
- Lehman Brothers (1999): *Pharmaceutical Outsourcing Digest*, 3 December 1999.

- Leslie, Stuart W. (2000): The Biggest »Angel« of Them All: The Military and the Making of Silicon Valley, in: Kenney, Martin (Hg.), *Understanding Silicon Valley. The Anatomy of an Entrepreneurial Region*, Stanford, S. 48-67.
- Lüthje, Boy (2001): *Standort Silicon Valley. Ökonomie und Politik der vernetzten Massenproduktion*, Frankfurt/New York.
- MacMillan, Keith/Turner, Jan (1987): The Cost-Containment Issue: A Study of Government-Industry Relations in the Pharmaceutical Sectors in the United Kingdom and West Germany, in: Wilks, Stephan/Wright, Maurice (Hg.), *Comparative Government-Industry relations*, Oxford.
- Malerba, Franco (2004): *Sectoral Systems of Innovation. Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*, Cambridge.
- Malsch, Thomas/Seltz, Rüdiger (1988): *Die neuen Produktionskonzepte auf dem Prüfstand. Beiträge zur Entwicklung der Industriearbeit*, Berlin.
- Marquardt, Rüdiger/Wudtke, Joachim (2004): Die aktuelle Entwicklung der FuE-Aktivitäten des Wirtschaftssektors. In: Harald Legler/Christoph Grenzmann (Hg.), *Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen. Materialien zur Wissenschaftsstatistik*, Heft 13, Essen: Stifterverband für die deutsche Wissenschaft, S. 131-142.
- Matraves, Catherine (1998): *Market Structure, R&D and Advertising in the Pharmaceutical Industry*, WZB-Discussion Paper FS IV 98-17, Berlin.
- Matraves, Catherine (1999): *Market Structure, R&D and Advertising in the Pharmaceutical Industry*, in: *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 48, Nr. 2, S. 169-194.
- McKelvey, Maureen/Orsenigo, Luigi (2001): *Pharmaceuticals as a Sectoral Innovation System*, Working Paper ESSY (European Sectoral Systems of Innovation), Chalmers University/ University of Brescia.
- McKinsey & Company/Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (2003): *HAWK 2015. Wissensbasierte Veränderungen der automobilen Wertschöpfungskette. VDA-Reihe Materialien zur Automobilindustrie Nr. 30*, Frankfurt a. M.
- McKinsey Global Institute (2002): *Reaching Higher Productivity Growth in France and Germany, Sector Case: Automotive*. <http://www.mckinsey.com/knowledge/mgi>.
- Menz, Wolfgang/Becker, Steffen/Sablowski, Thomas (1999): *Shareholder Value gegen Belegschaftsinteressen. Der Weg der Hoechst AG zum »Life-Sciences«-Konzern*, Hamburg.
- Mercer Management Consulting/Fraunhofer-Gesellschaft (2004): *Future Automotive Industry Structure (FAST) 2015 – Die neue Arbeitsteilung in der Automobilindustrie. VDA-Materialien zur Automobilindustrie 32*, München.
- Montobbio, Fabio (o.J.): *National Innovation Systems. A Critical Survey*, ESSY Working Paper Nr. 2, Mailand: CESPRI, Bocconi-Universität.

- Murman, Earll M./Allen, Tom/Cutcher-Gershenfeld, Joel (2002): *Lean Enterprise Value: Insights from MIT's Lean Aerospace Initiative*, London.
- Naschold, Frieder/Dörrenbächer, Christoph/Meissner, Heinz-Rudolf/Renneke, Leo (2000): *Kooperieren über Grenzen. Evolutionsprozesse globaler Produktentwicklungsverbände in der InfoCom-Industrie*, Heidelberg.
- Nelson, Richard R. (1993): *National Innovation Systems*, New York/Oxford.
- Nelson, Richard R./Rosenberg, Nathan (1994): *American Universities and Technical Advance in Industry*, in: *Research Policy*, Vol. 23, S. 323-348.
- Newman, Stuart A. (2003): *Untergang und Aufstieg der Systembiologie. Kehrt das Denken in biologischen Systemen zurück?* In: *Gen-ethischer Informationsdienst, GID Spezial Nr. 4: Vom Genom zum Proteom*, Berlin, S. 3-12.
- OECD (2004): *Patents and Innovations. Trends and Policy Challenges*, Paris.
- Orsenigo, Luigi/Pammolli, F./Riccaboni, Massimo (2001): *Technological change and network dynamics. Lessons from the pharmaceutical industry*, in: *Research Policy*, Vol. 30, S. 485-508.
- Pfeiffer, P. (2000): *Sicherung von FuE-Kompetenz in multinationalen Pharmaunternehmen*, Dissertation an der Universität St. Gallen, Dissertationsnr. 2362.
- Porter, Michael E. (1998): *Clusters and the New Economics of Competition*, in: *Harvard Business Review*, December, S. 77-90.
- Reger, Guido/Beise, Marian/Belitz, Heike (1999): *Innovationsstandorte multinationaler Unternehmen. Internationalisierung technologischer Kompetenzen in der Pharmazie, Halbleiter- und Telekommunikationstechnik*, Heidelberg.
- Reiß, Thomas/Hüsing, Bärbel/Hinze, Sybille (1997): *Indikatoren zur Bewertung von FuE-Strategien in der pharmazeutischen Industrie*. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Düsseldorf.
- Rentmeister, Bernd (1999): *Wissensintensive Dienstleistungen in der Automobilentwicklung*, Working Paper SFB 403 AB-99-27, Institut für Wirtschafts- und Sozialgeografie, Johann-Wolfgang-Goethe Universität, Frankfurt/Main.
- Rentmeister, Bernd (2002): *Einbindung und standörtliche Organisation von Ingenieurdienstleistern in der Automobilentwicklung*, Institut für Wirtschafts- und Sozialgeografie IWSG Working Papers 12-2002, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt/Main.
- Reuters (2002): *Pharmaceutical Innovation – An analysis of leading companies and strategies*. Reuters Business Insight, Healthcare.
- Reuters (2003): *Pharmaceutical R&D Outsourcing Strategies – An analysis of market drivers and resistors to 2010*. Reuters Business Insight, Healthcare.
- Sablowski, Thomas (2003): *Kapitalmarktorientierte Unternehmensführung und neue Branchenstrukturen: Das Beispiel der InfoCom-Industrie*, in: Klaus Dörre/Bernd Röttger (Hg.), *Das neue Marktregime. Konturen eines nachfordistischen Produktionsmodells*, Hamburg, S.206-226.

- Saftlas, Herman (2001): *Industry Surveys, Healthcare: Pharmaceuticals*. Standard & Poor's: New York, 27.12.2001, S. 32.
- Sandberg, Åke (1995): *Enriching Production. Perspectives of Volvo's Uddevalla Plant as an Alternative to Lean Production*. Aldershot etc.
- Schröder, Gerhard (2004): Vorwort. In: Frank-Walter Steinmeier/Matthias Machnig (Hg.), *Made in Germany '21*. Hamburg, S. 9-12.
- Schumann, Michael/Baethge-Kinsky, Volker/Kuhlmann, Martin/Kurz, Constanze/Neumann, Uwe (1994): *Trendreport Rationalisierung. Automobilindustrie, Werkzeugmaschinenbau, Chemische Industrie*, Berlin.
- Schumann, Michael/Kuhlmann, Martin/Sanders, Frauke/Sperling, Hans Joachim (2005): *AUTO 5000 – eine Kampfansage an veraltete Fabrikgestaltung*, in: *SOFI-Mitteilungen* Nr. 32, S. 23-46, Göttingen.
- Schumann, Michael/Kuhlmann, Martin/Sanders, Frauke/Sperling, Hans Joachim (2006): *Vom Risiko – zum Vorzeigeprojekt: Auto 5000 bei Volkswagen*, in: *WSI-Mitteilungen*, 59. Jg., H. 6, S. 299-306.
- Sinn, Hans-Werner (2004): *Ist Deutschland noch zu retten?* München.
- Sloan, Alfred P. (1964): *My Years with General Motors*. Garden City, NY.
- Sako, Mari/Fixson, Sebastian (2001): *Modularity in Product Architecture: Will Auto Industry Follow the Computer Industry?* Paper presented at the fall meeting 2001 of the International Motor Vehicle Program (IMVP), Cambridge.
- Sorge, Arndt/Streeck, Wolfgang (1988): *Industrial relations and technical change: the case for an extended perspective*. In: Richard Hyman/Wolfgang Streeck (Hg.), *New Technology and Industrial Relations*, Oxford/New York, S. 19-47.
- Soskice, David (1997), *Technologiepolitik, Innovation und nationale Institutionengefüge in Deutschland*, in: Naschold, Frieder/Soskice, David/Hancké, Bob/Jürgens, Ulrich (Hg.): *Ökonomische Leistungsfähigkeit und institutionelle Innovation*. Berlin, S. 319-348.
- Soskice, David (1999): *Globalisierung und institutionelle Divergenz: Die USA und Deutschland im Vergleich*, in: *Geschichte und Gesellschaft*, 25. Jg., S. 201-225.
- Springer, Roland (1999): *Rückkehr zum Taylorismus? Arbeitspolitik in der Automobilindustrie am Scheideweg*, Frankfurt am Main/New York.
- Steinmeier, Frank-Walter (2004): *Aufbruch in Deutschland*. In: Frank-Walter Steinmeier/Matthias Machnig (Hg.), *Made in Germany '21*. Hamburg, S. 15-26.
- Streeck, Wolfgang (1991): *On institutional conditions of diversified quality production*, in: Egon Matzner/Wolfgang Streeck (Hg.), *Beyond Keynesianism. The Socio-Economics of Production and Full Employment*, Aldershot, S. 21-61.
- Takeishi, Akira/Fujimoto, Takairo (2001): *Modularization in the Auto Industry: Inter-linked Multiple Hierarchies of Product, Production, and Supplier Systems*, Center for International Research on the Japanese Economy, CIRJE Discussion Paper, Faculty of Economics, University of Tokyo.

- Task Force (2004): Bericht und Aktionsplan der Task Force zur Verbesserung der Standortbedingungen und der Innovationsmöglichkeiten der pharmazeutischen Industrie in Deutschland, Berlin.
- Teece, David J.: (1986) Profiting from Technological Innovation, in: *Research Policy*, Vol. 15, No. 6, S. 285–305.
- Utterback, James M./Abernathy, William J. (1990): A Dynamic Model of Process and Product Innovation, in: Freeman, Charles (Hg.), *The Economics of Innovation*, Aldershot, S. 425ff.
- Utterback, James M. (1994): *Mastering the Dynamics of Innovation*, Boston.
- Van Ex, Fabrice/Meeusen, Wim (2000): Regulatory Registration Data for Pharmaceutical Products as an Alternative for a Patent-based Indicator. Centre for the Economic Study of Innovation and Technology, University of Antwerp (RUCA), CESIT Discussion Paper No. 2000/02.
- VDA (2001): *Gemeinsam zum Erfolg. Grundsätze zur Partnerschaft zwischen den Automobilherstellern und ihren Zulieferern*. Frankfurt am Main.
- VDA (2004): *Abteilung Verkehr. Innovationen, Investitionen, Incentives*. URL [www.vda.de/de/vda/intern/organisation/abteilungen/verkehr\\_02.html](http://www.vda.de/de/vda/intern/organisation/abteilungen/verkehr_02.html), Zugriff 13.5.2004.
- Vitols, Sigurt (2004): *Changes in Germany's Bank-Based Financial System: A Varieties of Capitalism Perspective*, WZB Discussion Paper, SP II 2004-03, Berlin.
- Volpato, Giuseppe (2002): *The OEM-FTS Relationship*, CoCKEAS working paper presented at the Tenth Gerpisa International Colloquium, June 6-8, Paris.
- Von Hippel, E. (1988): *The Sources of Innovation*, Oxford/New York.
- Wallace, Terry, Guest Editor (2004): *The End of the End of Good Work? Work Organization or Lean Production in the Volvo Organization*, in: *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24, No. 8.
- Williams, Karel/Haslam, Colin/Johal, Sukhdev/Williams, John (1994): *Cars. Analysis, History, Cases*. Providence, Rhode Island.
- Wittke, Volker (2003): *Innovationsmodelle und nationale Kapitalismen: Zur Frage der Pfadabhängigkeit industrieller Restrukturierung am Beispiel der Mikroelektronik*. Habilitationsschrift. Göttingen.
- Womack, James P./Jones, Daniel T./Roos, Daniel (1990): *The Machine that Changed the World*, New York.
- Zachary Taylor, Mark (2004): *Empirical Evidence Against Varieties of Capitalism's Theory of Technological Innovation*. In: *International Organization* 58, Summer, S. 601-631.
- Zeller, Christian (2003): *Innovationssysteme in einem finanzdominierten Akkumulationsregime – Befunde und Thesen*, in: *Geographische Zeitschrift*, 91. Jg., Heft 3+4, S. 133-155.
- ZEW (2004): *Innovationsreport: Fahrzeugbau*, Mannheim.

- Ziegler, J. Nicholas (1999): Technologiepolitik. Innovationsstrategien in Deutschland und Frankreich, Frankfurt/New York.
- Zucker, Lynn F./Darby, Michael R./Brewer, Marilyn (1997): Intellectual Human Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprises. In: American Economic Review, Vol. 88, No. 1, S. 290-306.

**edition** der Hans-Böckler-Stiftung  
Bisher erschienene Reihentitel ab Band 155

	Bestellnr.	ISBN	Preis / €
Klaus Maack • Jesco Kreft • Eckhard Voss Zukunft der Milchwirtschaft	13155	3-86593-032-8	18,00
Susanne König • Mette Rehling Mitarbeitergespräche	13156	3-86593-033-6	12,00
Herbert Klemisch • Philip Potter (Hrsg.) Instrumente nachhaltigen Wirtschaftens in der Unternehmenspraxis	13157	3-86593-034-4	19,00
Peter Martin Mobile Büroarbeit	13158	3-86593-035-2	12,00
Björn Rohde-Liebenau Whistleblowing	13159	3-86593-036-0	10,00
Jürgen Enders Promovieren als Prozess – Die Förderung von Promovierenden durch die Hans-Böckler-Stiftung	13160	3-86593-037-9	12,00
Thomas Blanke Vorrats-SE ohne Arbeitnehmerbeteiligung	13161	3-86593-038-7	12,00
Oliver Schöller Mobilität im Wettbewerb	13162	3-86593-039-5	12,00
Gertrud Hovestadt • Nicole Keßler • Otto Pompe Peter Stegelmann Internationale Bildungsanbieter auf dem deutschen Markt	13163	3-86593-040-9	12,00
Marita Körner Flexicurity in atypischen Arbeitsverhältnissen	13164	3-86593-041-7	10,00
Birgit Soete Biotechnologie in Vergleich – Wo steht Deutschland?	13165	3-86593-044-1	19,00
Heinz Putzhammer (Hrsg.) Wege zu nachhaltigem Wachstum, Beschäftigung und Stabilität	13166	3-86593-045-X	10,00
Frank Havighorst Personalkennzahlen	13167	3-86593-046-8	10,00
Thomas Fritz • Kai Mosebach • Werner Raza Christoph Scherrer GATS-Dienstleistungsliberalisierung	13168	3-86593-047-6	15,00
Wolfgang Irrek • Stefan Thomas Der EnergieSparFonds für Deutschland	13169	3-86593-048-4	16,00

	Bestellnr.	ISBN	Preis / €
Thomas Blanke Erweiterung der Beteiligungsrechte SE-Betriebsrats durch Vereinbarung	13170	3-86593-049-2	10,00
Reiner Tramp Der Jahresabschluss der Holding. Betriebswirtschaftliche Handlungshilfen	13171	3-86593-050-6	12,00
Wolfram Bremeier • Hans Brinckmann • Werner Killian Public Governance kommunaler Unternehmen	13173	978-3-86593-052-1	24,00
Ingo Kübler Stabsmitarbeiter und Referenten betrieblicher Interessenvertretungen	13174	3-86593-053-0	10,00
Gertrud Kühnlein Einstiegsqualifizierung für Jugendliche (EQJ)	13175	3-86593-054-9	10,00
Peter Liepmann • Oliver Bonkamp • Britta Martina Gohs Kooperation und Netzwerke in ausgewählten Branchen der Region Ostwestfalen-Lippe	13176	978-3-86593-055-2	29,00
Henry Schäfer • Oliver Kuhnle Die bilanzielle Behandlung von Zweckgesellschaften u. ihre Bedeutung im Rahmen der Corporate Governance	13177	978-3-86593-056-9	15,00
Daniel Tech Flexicurity und beschäftigtenorientierte Unternehmensstrategien im Betrieb	13178	978-3-86593-057-6	15,00
Juri Hälker • Claudius Vellay (Hg.) Union Renewal – Gewerkschaften in Veränderung 2. erweiterte Auflage	13179	978-3-86593-058-3	19,00
Michael Guth • Susanne Jakobs • Petra Kodré • Claudia Mühlenfeld • Roman Noetzel Erfolgsdeterminanten für eine sozialintegrative regionale Innovationspolitik	13180	978-3-86593-059-0	15,00
Jürgen Kühling Gewerkschaftsvertreter im Aufsichtsrat	13181	978-3-86593-060-6	10,00
Denkfabrik Frankfurt a.M. in Zusammenarbeit mit EWR Consulting Früherkennung und struktureller Wandel	13182	978-3-86593-061-3	25,00
Ronald Schettkat Lohnspreizung: Mythen und Fakten	13183	978-3-86593-062-0	10,00
Judith Beile • Max Klein • Klaus Maack Zukunft der Fleischwirtschaft	13186	978-3-86593-066-8	15,00
Jochen Diekmann • Uwe Leprich • Hans-Joachim Ziesing Regulierung der Stromnetze in Deutschland	13187	978-3-86593-067-5	18,00

	Bestellnr.	ISBN	Preis / €
Andreas Ebert • Ernst Kistler • Falko Trischler Ausrangiert - Arbeitsmarktprobleme Älterer in den Regionen	13189	978-3-86593-069-9	25,00
Lionel Fulton (Hg.) The forgotten Resource: Corporate Governance an Employee Board-Level Representation. The Situation in France, the Netherlands, Sweden and the UK.	13190	978-3-86593-070-5	18,00
Klaus Löbke Bauzulieferindustrien in Deutschland – Struktur, Standortbedingungen und Entwicklungsperspektiven bis 2020	13191	978-3-86593-071-2	20,00
Christine Leisten Das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz – Leitfaden für Betriebsräte	13192	978-3-86593-072-9	15,00
Elisabeth Botsch • Christiane Lindecke • Alexandra Wagner Familienfreundlicher Betrieb	13193	978-3-86593-073-6	15,00
Elke Ahlers • Fikret Öz • Astrid Ziegler Standortverlagerungen in Deutschland – einige empirische und politische Befunde	13194	978-3-86593-074-3	12,00
Otto Jacobi • Maria Jepsen • Berndt Keller Manfred Weiss (Hg.) Social Embedding and the Integration of Markets. An Opportunity for Transnational Trade Union Action or an Impossible Task?	13195	978-3-86593-075-0	20,00
Michael Nusser • Birgit Soete • Sven Wydra (Hg.) Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigungspotenziale der Biotechnologie in Deutschland	13197	978-3-86593-077-4	30,00
Thorsten Sellhorn Pensionsverpflichtungen in der Rechnungslegung Betriebswirtschaftliche Handlungshilfen	13198	978-3-86593-078-1	15,00
Henry Schäfer • Oliver Kuhnle Die Bilanzierung originärer Finanzinstrumente im Jahresabschluss nach HGB und IFRS	13199	978-3-86593-079-8	15,00
Hartmut Kühle Die deutsche Heeresindustrie in Europa	13200	978-3-86593-080-4	18,00
Karin Schulze Buschhoff unter Mitarbeit von Claudia Schmidt Neue Selbstständige im europäischen Vergleich	13201	978-3-86593-081-1	20,00
Lorenz Jarass • Gustav M. Obermair Steuerliche Aspekte von Private-Equity- und Hedge-Fonds unter Berücksichtigung der Unternehmenssteuerreform 2008	13202	978-3-86593-082-8	15,00

	Bestellnr.	ISBN	Preis / €
Hans-Joachim Voth Transparenz und Fairness auf einem einheitlichen europäischen Kapitalmarkt	13203	978-3-86593-083-5	12,00
Stefan Stracke • Erko Martins • Birgit K. Peters Friedemann W. Nerdinger Mitarbeiterbeteiligung und Investivlohn	13205	978-3-86593-085-9	18,00
Claudia Schippmann Betriebliche Mitbestimmungskulturen in Großbritannien, Spanien, Schweden, Frankreich und Ungarn	13206	978-3-86593-085-6	18,00
Bettina Graue Aufgaben, Grenzen und Perspektiven des Gender-Gedankens im Betriebsverfassungsgesetz	13207	978-3-86593-087-3	12,00
Herbert Bassarak Aufgaben und Konzepte der Schulsozialarbeit/Jugendsozialarbeit an Schulen im neuen sozial- und bildungspolitischen Rahmen	13208	978-3-86593-089-7	29,00
Hermann Groß Betriebs- und Arbeitszeitmanagement in tarifgebundenen und nicht tarifgebundenen Betrieben	13210	978-3-86593-091-0	10,00
Thorsten Ludwig, Jochen Tholen Schiffbau in Europa	13211	978-3-86593-092-1	30,00
Stephan Ricken Verbriefung von Krediten und Forderungen in Deutschland	13213	978-3-86593-094-1	16,00
Judith Aust, Volker Baethge-Kinsky, Till Müller-Schoell, Alexandra Wagner (Hrsg.) Über Hartz hinaus	13214	978-3-86593-096-5	25,00
Hans-Joachim Voth Transparency and Fairness in The European Capital Market	13217	978-3-86593-099-6	12,00
Klaus Maack, Judith Beile, Stefan Schott, Eckhard Voß Zukunft der Süßwarenindustrie	13218	978-3-86593-100-9	15,00

Ihre Bestellungen senden Sie bitte unter Angabe der Bestellnummern an den Setzkasten oder unter Angabe der ISBN an Ihre Buchhandlung. Ausführliche Informationen zu den einzelnen Bänden können Sie dem aktuellen Gesamtverzeichnis der Buchreihe **edition** entnehmen.

Setzkasten GmbH  
Kreuzbergstraße 56  
40489 Düsseldorf  
Telefax 0211-408 00 90 40  
E-Mail [mail@setzkasten.de](mailto:mail@setzkasten.de)

## **Hans-Böckler-Stiftung**

Die Hans-Böckler-Stiftung ist das Mitbestimmungs-, Forschungs- und Studienförderungswerk des Deutschen Gewerkschaftsbundes. Gegründet wurde sie 1977 aus der Stiftung Mitbestimmung und der Hans-Böckler-Gesellschaft. Die Stiftung wirbt für Mitbestimmung als Gestaltungsprinzip einer demokratischen Gesellschaft und setzt sich dafür ein, die Möglichkeiten der Mitbestimmung zu erweitern.

## **Mitbestimmungsförderung und -beratung**

Die Stiftung informiert und berät Mitglieder von Betriebs- und Personalräten sowie Vertreterinnen und Vertreter von Beschäftigten in Aufsichtsräten. Diese können sich mit Fragen zu Wirtschaft und Recht, Personal- und Sozialwesen oder Aus- und Weiterbildung an die Stiftung wenden. Die Expertinnen und Experten beraten auch, wenn es um neue Techniken oder den betrieblichen Arbeits- und Umweltschutz geht.

## **Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut (WSI)**

Das Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Institut (WSI) in der Hans-Böckler-Stiftung forscht zu Themen, die für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer von Bedeutung sind. Globalisierung, Beschäftigung und institutioneller Wandel, Arbeit, Verteilung und soziale Sicherung sowie Arbeitsbeziehungen und Tarifpolitik sind die Schwerpunkte. Das WSI-Tarifarchiv bietet umfangreiche Dokumentationen und fundierte Auswertungen zu allen Aspekten der Tarifpolitik.

## **Institut für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK)**

Das Ziel des Instituts für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK) in der Hans-Böckler-Stiftung ist es, gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge zu erforschen und für die wirtschaftspolitische Beratung einzusetzen. Daneben stellt das IMK auf der Basis seiner Forschungs- und Beratungsarbeiten regelmäßig Konjunkturprognosen vor.

## **Forschungsförderung**

Die Stiftung vergibt Forschungsaufträge zu Mitbestimmung, Strukturpolitik, Arbeitsgesellschaft, Öffentlicher Sektor und Sozialstaat. Im Mittelpunkt stehen Themen, die für Beschäftigte von Interesse sind.

## **Studienförderung**

Als zweitgrößtes Studienförderungswerk der Bundesrepublik trägt die Stiftung dazu bei, soziale Ungleichheit im Bildungswesen zu überwinden. Sie fördert gewerkschaftlich und gesellschaftspolitisch engagierte Studierende und Promovierende mit Stipendien, Bildungsangeboten und der Vermittlung von Praktika. Insbesondere unterstützt sie Absolventinnen und Absolventen des zweiten Bildungsweges.

## **Öffentlichkeitsarbeit**

Mit dem 14tägig erscheinenden Infodienst »Böckler Impuls« begleitet die Stiftung die aktuellen politischen Debatten in den Themenfeldern Arbeit, Wirtschaft und Soziales. Das Magazin »Mitbestimmung« und die »WSI-Mitteilungen« informieren monatlich über Themen aus Arbeitswelt und Wissenschaft. Mit der Homepage [www.boeckler.de](http://www.boeckler.de) bietet die Stiftung einen schnellen Zugang zu ihren Veranstaltungen, Publikationen, Beratungsangeboten und Forschungsergebnissen.

Hans-Böckler-Stiftung  
Hans-Böckler-Straße 39  
40476 Düsseldorf  
Telefax: 02 11/77 78-225  
[www.boeckler.de](http://www.boeckler.de)

**Hans Böckler  
Stiftung** 

Fakten für eine faire Arbeitswelt.





In der „Standortdebatte“ werden Deutschland oft pauschal Innovationsschwächen zugeschrieben. In der Diskussion über Spielarten des Kapitalismus wird die Auffassung vertreten, „liberale Marktwirtschaften“ wie die USA begünstigten eher radikale Innovationen als „koordinierte Marktwirtschaften“ wie Deutschland. Eine genauere Analyse sektoraler Innovationsprozesse in der Pharmaindustrie, der Telekommunikationsindustrie und der Automobilindustrie zeigt allerdings, dass die Wirklichkeit komplizierter ist: Die Gegenüberstellung von „radikalen“ und „inkrementellen“ Innovationen ist ebenso problematisch wie ihre Identifizierung mit bestimmten Branchen und Institutionensystemen. Nationale Innovationssysteme sind keine abgeschlossenen Einheiten, sondern bedingen sich in ihren Stärken und Schwächen gegenseitig. Staatliche Regulierung spielt überall eine zentrale Rolle für Innovationsprozesse, wenn auch in unterschiedlicher Weise. Eine historische Analyse ist unabdingbar, um Veränderungen der Innovationsbedingungen zu begreifen. In der deutschen Pharmaindustrie und Telekommunikationsindustrie ist ein relativer Niedergang zu verzeichnen, der jedoch sehr unterschiedliche Gründe hat, die sich nicht unter ein einfaches Erklärungsschema subsumieren lassen. Die deutsche Innovationsdebatte ist noch zu sehr auf Technologieförderung fixiert und blendet Fragen der sozialen und ökologischen Qualität von Innovationen und ihrer Diffusion weitgehend aus.



9 783865 930842

ISBN 978-3-86593-084-2  
€ 15,00