

---

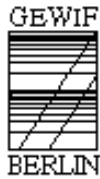
**Wissenschaftsforschung**  
**Jahrbuch 1996/97**

Herausgegeben von Siegfried Greif, Hubert Laitko und Heinrich Parthey



---

Gesellschaft für  
Wissenschaftsforschung



Siegfried Greif, Hubert Laitko  
Heinrich Parthey (Hrsg.)

**Wissenschaftsforschung**

Jahrbuch 1996/97

Mit Beiträgen von:

*Siegfried Greif • Christoph Grenzmann*

*Claudia Herrmann • Gunter Kayser*

*Karlheinz Lüdtke • Werner Meske*

*Heinrich Parthey • Roland Wagner-Döbler*

*Manfred Wölfling • Regine Zott*

Wissenschaftsforschung  
Jahrbuch **1997**

---

**Deutsche Nationalbibliothek  
Wissenschaftsforschung  
Jahrbuch 1996-97/**

Siegfried Greif; Hubert Laitko; Heinrich  
Parthey (Hrsg.). Berlin: Gesellschaft für  
Wissenschaftsforschung 2010.  
ISBN: 978-3-934682-54-2

2. Auflage 2010  
Gesellschaft für Wissenschaftsforschung  
c/o Institut für Bibliotheks- und  
Informationswissenschaft  
der Humboldt-Universität zu Berlin  
Unter den Linden 6, D-10099 Berlin  
<http://www.wissenschaftsforschung.de>  
Redaktionsschluss: 15. September 2010  
This is an Open Access e-book licensed  
under the Creative Commons Licence BY  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	7
<i>Heinrich Parthey</i>	
Wissenschaft und Innovation . . . . .	9
<i>Karlheinz Lüdtke</i>	
Entstehung und Entwicklung wissenschaftlich-technischer Neuerungen in soziologischer Sicht. . . . .	33
<i>Roland Wagner-Döbler</i>	
Innovationsebben und Innovationsfluten. Kondratieff-Zyklen aus der Perspektive der Wissenschaftsforschung . . . . .	65
<i>Regine Zott</i>	
Die Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige: das Beispiel chemische Industrie – das Beispiel Schering . . . . .	77
<i>Siegfried Greif</i>	
Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen . . . . .	97
<i>Christoph Grenzmann</i>	
Forschungsstatistische Analysen unter besonderer Berücksichtigung der neuen Bundesländer . . . . .	137
<i>Werner Meske</i>	
Die neue ostdeutsche Forschungslandschaft – Besonderheiten und Konsequenzen für die Wirtschaft der neuen Länder . . . . .	161

*Gunter Kayser*

Struktur und Entwicklung der Unternehmensgrößen in Deutschland . . . . . 189

*Manfred Wölfling*

Forschung, Produktivität und Betriebsgröße im Ost-West-Vergleich . . . . . 203

*Claudia Herrmann*

Existenzgründungen aus Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen . . . . . 219

Die Autorinnen und Autoren . . . . . 229

Publikationen der Mitglieder in den Jahren 1994–1996 . . . . . 230

Namensregister . . . . . 249

## Vorwort

Seit längerer Zeit werden Konzepte entworfen, Instrumentarien entwickelt und Maßnahmen ergriffen, deren Ziel es ist, die Strukturen einer Wissenschaftslandschaft zu gestalten, in denen die Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse in universitären und außeruniversitärer Forschungsstätten mit der materiellen Potenz und Tatkraft innovativer Wirtschaft zusammengeführt werden kann.

Untersuchungen über diesen grundlegenden Vorgang neuerer Wissenschaftsentwicklung sind ein wichtiges Anliegen von Wissenschaftsforschung. Die Gesellschaft für Wissenschaftsforschung hat sich dieser Fragestellungen angenommen und sie im Rahmen ihrer Jahrestagungen 1996 und 1997 unter dem Thema „Wissenschaft – Innovation – Unternehmertum“ analysiert und diskutiert. Dabei ist es gelungen, theoretische Überlegungen mit historischen und aktuellen Fakten zu verbinden. Die Ergebnisse werden hiermit – in Fortführung der Publikationsreihe – als Jahrbuch 1996/97 der Gesellschaft für Wissenschaftsforschung dem interessierten Leser vorgestellt.

München und Berlin, im Juli 1998

*Siegfried Greif    Hubert Laitko    Heinrich Parthey*





---

HEINRICH PARTHEY

## Wissenschaft und Innovation

Wissenschaft ist ihrer Natur nach auf Neues aus. Dabei entsteht das Neue zuerst in Form von Problemen und dann im Verlauf ihrer Bearbeitung in Form von Entdeckungen und Erfindungen, die als neuartige Problemlösungen dazu beitragen, Bedürfnisse von Bürgern und Gesellschaft besser zu befriedigen und damit auch neue zu wecken. Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)<sup>1</sup>, aber auch die Europäische Kommission<sup>2</sup> verwenden in letzter Zeit Erkenntnisse über Wissenschaft und Innovation, die die Bedeutung von Wissen für Wachstum in der Wirtschaft und Herausbildung neuer Beschäftigung hervorheben. Unsere Überlegungen schließen sich dem an und versuchen auf die Notwendigkeit hinzuweisen, Innovationen auf dem Weltmarkt so zu verwerthen, daß die zunehmenden regionalen Aufwendungen für das Zustandekommen der neuen Technik, darunter vor allem die wachsenden Aufwendungen für Wissenschaft, gerechtfertigt werden.

Ohne diese Möglichkeit zur globalen Erstattung regionaler Wissenschaftsaufwendungen müßte man Autoren folgen, die „in bezug auf die Verfügbarkeit von Ressourcen für die wissenschaftliche Arbeit eine Situation voraussehen, in der sich nichts mehr bewegt.“<sup>3</sup> Auf der Grundlage eines allgemeinen Verständnisses der Wissenschaft als methodisches Problemlösen erörtern wir im folgenden Merkmale der Forschungssituation und des Publikationsverhaltens von Wissenschaftlern in Phasen der Wissensgewinnung. Ausgehend von der Finanzierung der Wissenschaft im Deutschland der 80er und 90er Jahre des 20. Jahrhunderts stellen wir in einem zweiten Teil Überlegungen darüber an, inwieweit mit einem Begriff von Innovation als erstmalige unternehmerische Nutzung von Erfindungen auch Möglichkeiten einer Rechtfertigung der einer Innovation vorausgehenden Aufwendungen, dar-

1 OECD: Technology, Productivity and Job Creation (1996).

2 Europäische Kommission: Grünbuch zur Innovation (Bulletin der Europäischen Union, Beilage 5/95. Brüssel-Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften 1996.

3 Rescher, N.: Wissenschaftlicher Fortschritt. Eine Studie über die Ökonomie der Forschung. Berlin-New York: Walther de Gruyter 1982. S. 76.

unter Finanzierung der Wissenschaftsentwicklung eines Landes, verbunden sind. In diesem Sinne werden abschließend Patentaktivitäten 1992/94 und Export-Import-Relationen 1995 bei forschungsintensiven Gütern in Deutschland betrachtet.

### *1. Wissenschaft als methodisches Problemlösen*

Der Wandel im wissenschaftlichen Erkennen ist durch Probleme bedingt, die wiederum einen bestimmten Wissensstand voraussetzen. Jedes Problem ist ein Wissen über Situationen in der Tätigkeit, in denen das verfügbare Wissen nicht genügt, Ziele erreichen zu können, und deshalb entsprechend zu erweitern ist. Im engeren Sinne wird die Kenntnis eines derartigen Wissensmangels nur dann Problem genannt, wenn das fehlende Wissen nirgends verfügbar ist, sondern neu gewonnen werden muß. Ein Problem liegt dann vor, wenn für ein System von Aussagen und Fragen über bzw. nach Bedingungen der Zielerreichung kein Algorithmus bekannt ist, durch den der festgestellte Wissensmangel in einer endlichen Zahl von Schritten beseitigt werden kann. Ist ein Algorithmus bekannt, liegt eine Aufgabe vor.

In Abhängigkeit davon, ob Wissensgewinn für ein wissenschaftliches Aussagensystem, von dem man bei Problemen ausgeht, angestrebt wird oder nicht, unterscheiden sich Probleme in wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche. Im wissenschaftlichen Problem sind die Fragen durch das vorhandene Wissen begründet, aber nicht beantwortbar. Ein Problem löst sich in dem Maße auf, wie neues Wissen die ein Problem repräsentierenden Fragen beantwortet. Auch in neueren Lehrbüchern der Wissenschaftstheorie<sup>4</sup> wird der Grundbegriff „Problem“ nach wie vor stiefmütterlich behandelt. Im Unterschied dazu ist das Problem bereits bei antiken Philosophen wie Plato<sup>5</sup> und Aristoteles<sup>6</sup> ein wichtiger Begriff, wo er ein Wissen über ein Nichtwissen bezeichnet. Nach Aristoteles müssen erst alle Schwierigkeiten im Problem in Betracht gezogen werden, weil man sonst nicht weiß, was man sucht und ob das Gesuchte jeweils schon gefunden wurde oder nicht. Aristoteles entwickelte dafür eigens eine Lehre von den Schwierigkeiten, eine Aporetik. In der neueren Philosophie haben sich unter anderen Descartes, Leibniz und Kant mit Problemtheorie beschäftigt. Descartes forderte wie Aristoteles, ein Problem selbst vollkommen einzusehen, wengleich man seine Lösung noch nicht weiß; vor allem muß man sich hüten, nicht mehr oder nichts Bestimmteres, als gegeben ist,

4 Vgl. u. a.: Balzer, W.: Die Wissenschaft und ihre Methoden. Grundsätze der Wissenschaftstheorie. Ein Lehrbuch. Freiburg/München: Verlag Karl Alber 1997. S. 20 – 23.

5 Plato: Dialog Politikos. 291 St. Leipzig 1914, S. 81.

6 Aristoteles: Metaphysik. 982 b 17; 995 a 24 – 995 b 4. Berlin 1960. S. 21, 54.

vorauszusetzen.<sup>7</sup> Leibniz zufolge sind technisches Erfinden und Gewinnen neuer Erkenntnisse analoge Seiten einer *ars inveniendi*; dem kombinierenden Teil, der die Probleme ausfindig macht und den Plan zu ihrer Lösung entwirft, folgt der analytische Teil, der die Lösung bringt.<sup>8</sup> Unter einem Problem versteht Leibniz „die Fragen, die einen Teil des Satzes unausgefüllt lassen“.<sup>9</sup> Für Kant sind „Probleme demonstrable, einer Weisung bedürftige Sätze, oder solche, die eine Handlung aussagen, deren Art der Ausführung nicht unmittelbar gewiß ist. Zum Problem gehört erstens die Quästition, die das enthält, was geleistet werden soll, zweitens die Resolution, die die Art und Weise enthält, wie das zu Leistende könne ausgeführt werden, und drittens die Demonstration, daß, wenn ich so werde verfahren haben, das Geforderte geschehen werde“.<sup>10</sup>

In unserem Jahrhundert sind verschiedene Ansätze einer Problemtheorie vorgestellt worden. Waren es bis in die fünfziger Jahre unter anderem Untersuchungen zum Problembewußtsein (vgl. N. Hartmann 1921<sup>11</sup>; Wein 1937<sup>12</sup>) und Analysen der Strukturformen der Probleme (vgl. Hartkopf 1958<sup>13</sup>), so häufen sich seit den sechziger Jahren Arbeiten zu Struktur und Funktion des Problems in der Wissenschaft (vgl. Sharikow 1965<sup>14</sup>; Bunge 1967<sup>15</sup>; Parthey 1968<sup>16</sup>; Popper 1972<sup>17</sup>; Laudan 1977<sup>18</sup>; Weiß 1979<sup>19</sup>; Nickles 1981<sup>20</sup>; Kleiner 1985<sup>21</sup>), in denen For-

- 7 Descartes, R.: Regeln zur Ausrichtung der Erkenntniskraft. Berlin: Akademie-Verlag 1972.
- 8 Leibniz, G. W.: *Dissertatio de arte combinatoria*. – In: Leibniz, G. W.: *Sämtliche Schriften und Briefe*. Sechste Reihe: Philosophische Schriften. Erster Band 1663 – 1672. Berlin 1972. S. 163 – 230.; Leibniz, G. W.: *De arte inveniendi (1675(?))*. – In: Leibniz, G. W.: *Sämtliche Schriften und Briefe*. Sechste Reihe: Philosophische Schriften. Dritter Band 1672 – 1676. Berlin 1980. S. 428 – 432.
- 9 Leibniz, G. W.: *Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand*. Zweiter Band. Frankfurt am Main 1961. S. 255.
- 10 Kant, I.: *Logik*. Ein Handbuch zu Vorlesungen. – In: Kant, I.: *Gesammelte Schriften*. Band 9. Berlin-Leipzig 1923. S. 112.
- 11 Hartmann, N.: *Grundzüge einer Metaphysik der Erkenntnis*. Berlin-Leipzig 1921. S. 70 – 72.
- 12 Wein, H.: *Untersuchungen über das Problembewußtsein*. Berlin 1937.
- 13 Hartkopf, W.: *Die Strukturformen der Probleme*. Berlin 1958.
- 14 Sharikow, J. S.: *Naucnaja problema*. – In: *Logika naucnogo issledovanija*. *Otvetstvennye redaktori: P. W. Kopnin / M. P. Popowitsch*. Moskva 1965. S. 19 – 44. Deutsch: Sharikov J. S.: *Das wissenschaftliche Problem*. – In: *Logik der wissenschaftlichen Forschung*. Hrsg. v. P. W. Kopnin u. M. W. Popowitsch. Berlin 1969. S. 31 – 63.
- 15 Bunge, M.: *Scientific Research*. Vol. I: *The Search for System*. Berlin-Heidelberg-New York 1967.
- 16 Parthey, H.: *Das Problem als erkenntnistheoretische Kategorie*. – In: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin)*. Sonderheft 1968, S. 162 – 170.
- 17 Popper, K. R.: *Objective Knowledge*. Oxford 1972.
- 18 Laudan, L.: *Progress and Its Problems. Toward a Theory of Scientific Growth*. Berkeley-Los Angeles-London 1977.

schung zunehmend als Erkennen von Problemsituationen und Bearbeiten sowie Lösen von Problemen methodologisch modelliert wird. Unserer Auffassung nach ist das Problem ein ideelles Gebilde, das ein objektives Korrelat hat, das vom Problem selbst zu unterscheiden ist: die Problemsituation in der Tätigkeit ist ein objektiver Umstand, der so beschaffen ist, daß ein gesellschaftlich erreichtes Wissen in der angegebenen Weise nicht ausreicht, einer von der Praxis hervorgebrachten Anforderung zu genügen. Jede Problemsituation existiert unabhängig von dem ihr entsprechenden Problem, dieses aber nicht unabhängig von jener. Für Kant besteht der Erkenntnisfortschritt im wesentlichen in einem Fortschreiten von Problemen zu tieferen Problemen, denn „wir mögen es anfangen, wie wir wollen, eine jede nach Erfahrungsgrundsätzen gegebene Antwort immer eine neue Frage gebiert, die ebensowohl beantwortet sein will.“<sup>22</sup>

Bei einem wissenschaftlichen Erkenntnisproblem liegen die Problemformulierungen in einem solchen Reifegrad vor, daß einerseits alle Bezüge auf das bisher vorhandene Wissen nachweisbar nicht ausreichen, um ein wissenschaftliches Erkenntnisziel zu erreichen, und daß andererseits der Problemformulierung ein methodisches Vorgehen zur Gewinnung des fehlenden Wissens zugeordnet werden kann. In jedem Fall erfordert die Lösung eines Problems die Gewinnung von Wissen, und zwar so lange, bis die im Problem enthaltenen Fragen beantwortet sind, damit sich die für das gestellte Problem charakteristische Verbindung von Fragen und Aussagen auflöst.

Lösen von Erkenntnisproblemen in der Forschung besteht in der Gewinnung von neuem Wissen, das die im ursprünglichen Problem enthaltenen Fragen beantwortet und die ihm eigene Verbindung von Fragen und Aussagen auflöst: Mit dem neuen Wissen ist das ursprüngliche Erkenntnisproblem nicht mehr vorhanden.

## *2. Merkmale von Forschungssituationen*

Nach den vorgestellten wissenschaftstheoretischen Überlegungen sind Probleme eine notwendige, aber keine notwendige und hinreichende Handlungsbedingung

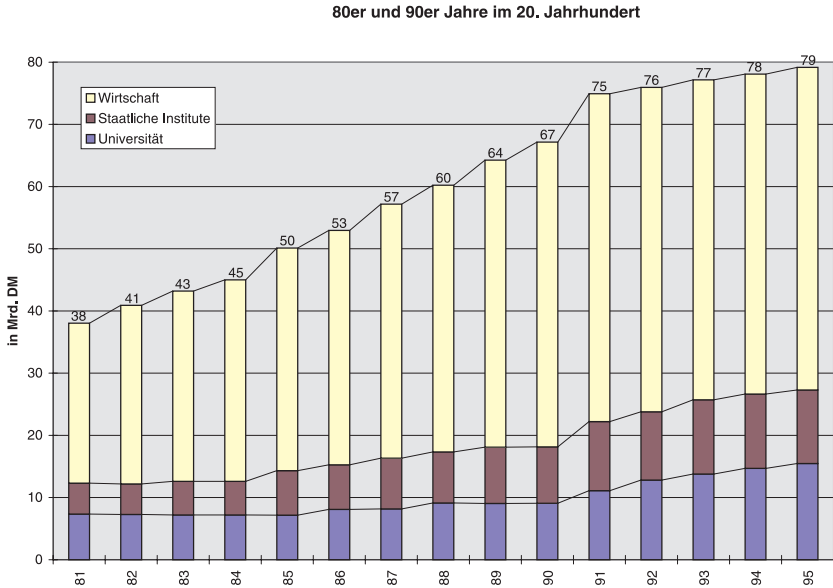
- 19 Weiß, R.: Die Leistungsfähigkeit kritisch-rationalistisch geleiteter Wissenschaft. Wissenschaft als Problemlösung und Problemproduktion. Freiburg 1979.
- 20 Nickles, Th.: What is a Problem that we may solve it? – In: Synthese (Dordrecht-Boston). 47(1981)3. S. 85 – 118.
- 21 Kleiner, S. A.: Interrogatives, Problems and Scientific Inquiry. – In: Synthese (Dordrecht-Boston). 62(1985)3. S. 365 – 428.
- 22 Kant, I.: Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können. Leipzig 1920. S. 123.

für Forscher. Dasselbe gilt auch für Methoden. Problem und Methode können im Zusammenhang betrachtet zur Auswahl eines Problems als „denkbar zu bearbeitendes“ führen und zwar in Abhängigkeit vom Vorhandensein einer dem Problem angemessenen Methode. Wenn aber keine tatsächliche Verfügbarkeit an Wissen und/oder Gerät gegeben ist, die zur methodischen Bearbeitung der gestellten Probleme erforderlich ist und die in der Regel erst über die Bedeutsamkeit für Erkenntnis und Gesellschaft realisiert werden kann, dann liegen zwar Problem und Methode, aber keine Situation vor, in der Wissenschaftler tatsächlich forschen können. Wissenschaftler befinden sich in einer Forschungssituation erst dann, wenn sie ihr eigenes Wissen über die theoretischen und methodischen Bereiche, zu denen das gestellte Problem Bezug hat, so weit erweitern können, daß ihnen eine eigene methodische Neuentwicklung und forschungstechnische Neuerung zur Problembearbeitung möglich ist. Zu den notwendigen und hinreichenden Bedingungen für Forschungssituationen gehört der Komplex der Handlungsbedingungen sowohl von Problem und Methode als auch von Bedeutsamkeit und Verfügbarkeit. Davon ausgehend lassen sich mindestens vier Merkmale von Forschungssituationen unterscheiden: erstens die Problemfelder der Forschung; zweitens die Methodenentwicklung zur Bearbeitung von Forschungsproblemen; drittens die Verfügbarkeit an wissens- und forschungstechnischen Voraussetzungen zur methodischen Problembearbeitung; viertens die Bedeutsamkeit der Problembearbeitung für den weiteren Erkenntnisfortschritt und für die Gesellschaft.

Unter Forschungssituationen werden nun solche Zusammenhänge zwischen Problemfeldern (Merkmal 1) und Methodengefüge (Merkmal 2) in der Forschung verstanden, die es den Wissenschaftlern gestatten, die Problemfelder mittels tatsächlicher Verfügbarkeit an Wissen und Forschungstechnik (Merkmal 3) methodisch zu bearbeiten, worüber letztlich die Problemrelevanz (Merkmal 4) entscheidet. In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß W. Stegmüller in seinen letzten Arbeiten den Versuch unternimmt, in Auseinandersetzung mit Th. S. Kuhn<sup>23</sup> dessen Begriff der normalen Wissenschaft mit Hilfe des Begriffs des Verfügens über eine Theorie zu präzisieren.<sup>24</sup> Der von uns verwendete Begriff der Verfügbarkeit an wissens- und gerätemäßigen Voraussetzungen zur Problembear-

23 Th. S. Kuhn stellt in den Mittelpunkt seiner Wissenschaftsauffassung die „Gemeinschaft von Fachleuten“ und die wechselvolle Annahme und Durchsetzung von Problemlösungsmethoden für eine Gemeinschaft von Fachleuten, sogenannten Paradigmata. Normale Wissenschaft ist dabei für Th. S. Kuhn eine Wissenschaft, die nach einem Paradigma betrieben wird, das sich in einer Gemeinschaft von Fachleuten durchgesetzt hat (Vgl. Kuhn, Th. S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1969).

24 Stegmüller, W.: Rationale Rekonstruktion von Wissenschaft und ihrem Wandel. Stuttgart 1979.



**Abbildung 1:** Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung in Deutschland durch Universitäten, staatliche Institute und Wirtschaft.

*Quelle:* Bundesbericht Forschung 1996, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie

beitung ist wesentlich umfassender als der des Verfügens über Theorien, schließt er doch auch die praktische Machbarkeit in der Forschung ein.“<sup>25</sup> Sollen Forschungssituationen mit einem neuartigen Zusammenhang zwischen Problem und Methode herbeigeführt werden, dann können sich von den denkbaren Forschungsmöglichkeiten auch nur die realisieren, für die von der Gesellschaft die entsprechenden Forschungsmittel und -kräfte zur Verfügung gestellt werden. Die Entscheidungen darüber sind aber von der aufgezeigten Problemrelevanz abhängig. Deshalb reguliert Problemrelevanz, d. h. die Bewertung von Problemen nach dem Beitrag ihrer möglichen Lösung zum Erkenntnisfortschritt und zur Lösung von

25 Parthey, H.: Problemsituation und Forschungssituation in der Entwicklung der Wissenschaft. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 28(1981)2, S. 172 – 182.

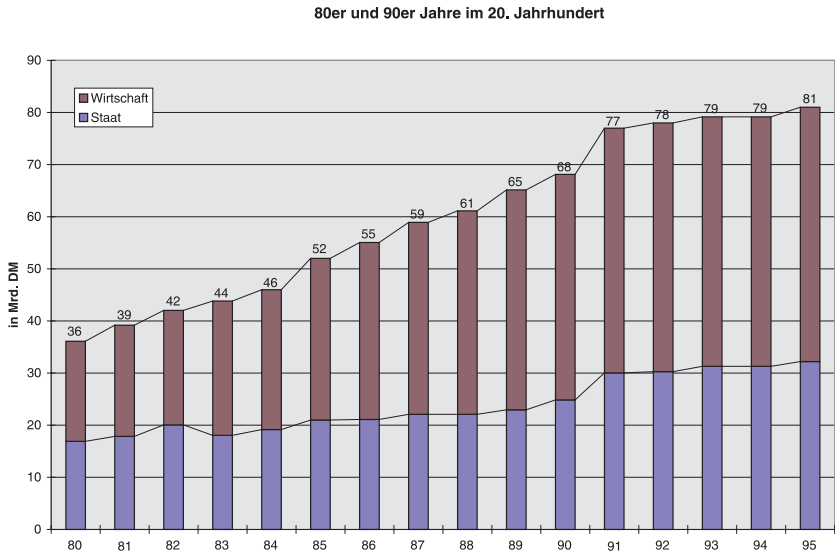
gesellschaftlichen Praxisproblemen, letztlich die Verfügbarkeit an Wissen und Forschungstechnik. Welche Dimensionen die Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung in Deutschland nach durchzuführenden Sektoren in den 80er und 90er Jahren des 20. Jahrhunderts angenommen hat kann *Abbildung 1* entnommen werden.

Der aus *Abbildung 1* ersichtliche hohe Anteil der Durchführung von Wissenschaft – weit über die Hälfte aller Forschung und Entwicklung – in der Wirtschaft ist Ausdruck einer rasanten Entwicklung forschungsabhängiger Industrie. So mehrten sich mit dem Entstehen wissenschaftsbasierter Industrie, wie der chemischen Industrie und der Elektroindustrie im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts, die Gründungen von wissenschaftlichen Einrichtungen auch außerhalb der Universitäten, zum Beispiel großen chemischen und physikalischen Forschungslaboratorien, die die chemische Industrie und die Elektroindustrie aufbauten, und staatlichen Laboratorien für die physikalische Forschung, die zur Verbesserung der wissenschaftlichen Grundlagen der Präzisionsmessung und Materialprüfung beitragen sollten.<sup>26</sup> Ein Beispiel für letzteres ist die 1887 in Berlin gegründete Physikalisch-Technische Reichsanstalt, die Bestrebungen zur Gründung einer analogen Chemisch-Technischen Reichsanstalt auslöste. Getragen von Entwicklungsbedürfnissen sowohl der Wissenschaft selbst als auch der Wirtschaft und des Staates, erfolgte in Berlin die Gründung nicht nur eines weiteren, sondern gleich mehrerer lehrunabhängiger Forschungsinstitute im Rahmen der mehr als drei Jahrzehnte (1911 – 1945) existierenden Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, des Vorläufers der Max-Planck-Gesellschaft.

*Abbildung 2* zeigt die Finanzierung der Wissenschaft in Deutschland durch Staat und Wirtschaft in den 80er und 90er Jahren des 20. Jahrhunderts.

Zum Verständnis der heutigen Wissenschaftsentwicklung gehören Faktoren, die eine Erstattung der enormen finanziellen Aufwendungen für Wissenschaft gewährleisten, vor allem für die Wirtschaft, die diese nicht aus dem staatlichen Steueraufkommen entnehmen kann. Damit wird die Frage aufgeworfen, inwieweit Innovationen als erstmalige unternehmerische Nutzung von Erfindungen auf dem Weltmarkt einen Preis erzielen, der die mitunter enormen Forschungsaufwendungen vor der Fertigung innovativer Güter rechtfertigt. Bevor wir dieser Frage nachgehen, möchten wir das Publikationsverhalten von Wissenschaftlern, für die das Motiv mehr die Neugier beim Forschen als der Nutzen der Forschung war, betrachten.

26 Siehe auch in diesem Jahrbuch den Beitrag von Regine Zott: „Die Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige: das Beispiel der chemischen Industrie – das Beispiel Schering“.



**Abbildung 2:** Finanzierung der Wissenschaft in Deutschland durch Staat und Wirtschaft

*Quelle:* Bundesbericht Forschung 1996, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hg.).

### *3. Publikationsverhalten von Wissenschaftlern in Phasen der Wissensproduktion*

Viele Entwicklungen in der Technologie, die heute von großem Nutzen sind, lassen sich zurückverfolgen zu wissenschaftlichen Arbeiten, für die das Motiv die Neugier beim Forschen war. In jedem Fall erfordert die Lösung eines Problems – wie bereits eingangs charakterisiert – die Gewinnung von Wissen, und zwar so lange, bis die im Problem enthaltenen Fragen beantwortet sind, damit sich die für das gestellte Problem charakteristische Verbindung von Fragen und Aussagen auflöst.

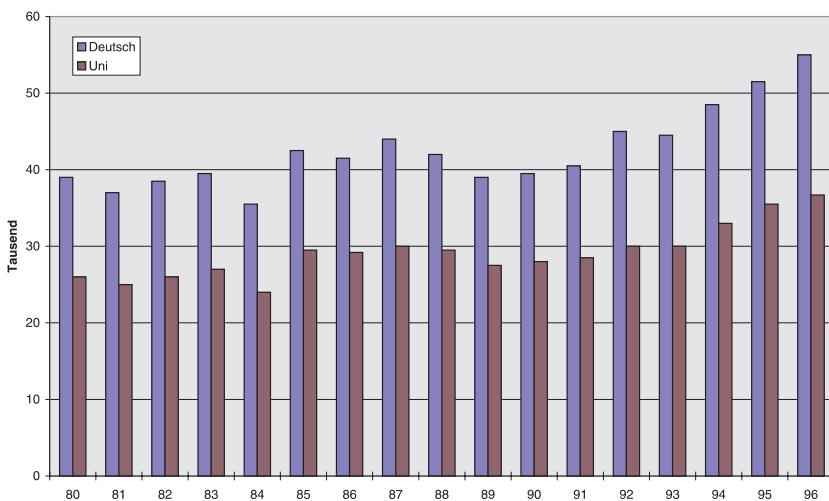
Weiterführende Problematisierung führt zu neuen Fragen und zu einem entsprechend neuen methodischen Vorgehen zu ihrer Bearbeitung, und auf diese Weise kann sich Forschung in ganz unvorhergesehene Richtungen bewegen. Häufig sind es die am meisten unvorhersagbaren und überraschendsten Ergebnisse, die zu den aufregendsten Fortschritten wissenschaftlichen Erkennens und in deren



Folge oft auch zu neuen technischen Entwicklungen geführt haben. In dem Maße, wie die Problemlösungsfähigkeit einer Gesellschaft vom allgemeinen Niveau ihrer wissenschaftlichen Entwicklung abhängig ist, können aber auch der Auftrag zur qualifizierten Ausbildung des späteren wissenschaftlichen Nachwuchses durch die Universitäten ebenso wie die Forschungsbeiträge der Universitäten in der gesamten Breite und Vielfalt des Spektrums der Wissenschaft von keiner anderen Institution übernommen werden. Daß dem so ist, kommt unter anderem auch in dem hohen Anteil der Artikel mit einer Adresse von Universitäten unter den deutschen Beiträgen im Science Citations Index (SCI), Philadelphia, zum Ausdruck, wie *Abbildung 3* eindrucksvoll zeigt. Der hohe Anteil von Publikationen aus Universitäten auf Gebieten des SCI läßt die Frage stellen, ob und inwieweit Publikationen zwischen Dissertation und Habilitation das Bild der deutschen Wissenschaft im SCI im besonderem Maße prägen.

Damit ist ein interessantes Thema für bibliometrische Untersuchungen aufgeworfen, die mit einer bereits begonnenen Analyse von Stadien der Wissensproduktion nach Raten der Publikation und Zitation der in ihnen gewonnenen Ergebnisse verbunden werden können<sup>27</sup>, deren Ausführung und Ergebnisse aber unter einem

80er und 90er Jahre im 20. Jahrhundert



**Abbildung 3:** Publikationen mit deutschen Adressen im Science Citation Index und davon aus Universitäten

anderen Thema vorzustellen wären. So möchten wir hier auch nur die Grundannahmen und die Methodik einer solchen Untersuchung im Anschluß an unsere eingangs erwähnten Überlegungen zur Forschungssituation als Entwicklungsform der Wissenschaft darstellen.

Von allgemeinem Interesse für das Verständnis der Entwicklung von Forschungssituationen, deren Merkmale wir bereits oben erörtert haben, ist die Dynamik methodischer und forschungstechnischer Neuerungen in ihrer Auswirkung auf den Wissenszuwachs. So erhöht sich die Verfügbarkeit an wissens- und gerätetmäßigen Voraussetzungen in dem Maße tendenziell, wie die Problemlösung vorankommt, erreicht also ihren höchsten Grad, wenn sie für das bestimmte Problem nicht mehr erforderlich ist. Die Methodenentwicklung hat im gleichen Prozeß offensichtlich dann einen Höhepunkt, wenn ihr Niveau als angemessen und als ausreichend für die Problemlösung angesehen werden kann. Dieser Höhepunkt der Methodenentwicklung – der vor dem Höhepunkt der Verfügbarkeit liegt – ist offensichtlich ein Wendepunkt im Zyklus wissenschaftlichen Arbeitens einer Forschergruppe, denn es wird in der Gruppe eingeschätzt, daß mit Hilfe der neuentwickelten Methodiken das zur Auflösung des gestellten Problems erforderliche Wissen gewonnen werden kann.

Wir haben nun in Bezug auf diese Voraussetzungen ein Phasenmodell der wissenschaftlichen Arbeit in Forschergruppen<sup>28</sup> entwickelt und unseren Untersuchungen zugrundegelegt:

*erstens*, die Anfangs- oder Einlaufphase der Methodenentwicklung zur Bearbeitung des gestellten Problems;

*zweitens*, die Phase, in der sich die Wohlformuliertheit des Problems auf einem Niveau der Methodenentwicklung einstellt, das als ausreichend für die Problemlösung eingeschätzt wird;

und schließlich *drittens* die Auslaufphase, in der keine neuen Methodiken und Forschungstechniken zur Bearbeitung des gestellten Problems entwickelt werden, sondern in der mit den bereits entwickelten das gestellte und nun auch wohlformulierte Problem bis zu seiner Auflösung bearbeitet wird.

27 Vgl. Parthey, H.: Stadien der Wissensproduktion in Forschungsinstituten nach Raten der Publikation und Zitation der in ihnen gewonnenen Ergebnisse. – In: Deutscher Dokumentartag 1996. Die digitale Dokumentation. Universität Heidelberg, 24.-26. September 1996, Proceedings. Hrsg. v. W. Neubauer/Frankfurt am Main: Deutsche Gesellschaft für Dokumentation 1996. S. 137 – 146.

28 Parthey, H.: Analyse von Forschergruppen. – In: Soziologie und Soziologen im Übergang. Beiträge zur Transformation der außeruniversitären soziologischen Forschung in Ostdeutschland. Hrsg. v. H. Bertram. Opladen: Leske + Budrich 1997. S. 543 – 559.

Dieses Phasenmodell bezieht sich auf einen Grundzyklus des Problemlösens in der wissenschaftlichen Arbeit von Forschergruppen, in dem sich auch das Publikationsverhalten von Wissenschaftlern verändert.

In der Phase der beginnenden Methodenentwicklung zur Problembearbeitung vollzieht sich ein Übergang von einem Stadium A relativ geringer Publikation der Forscher, die das gestellte Problem angenommen haben, aber sofort relativ hoher Beachtung (Zitation) im internationalen Kontext, zu einem Stadium B gleichermaßen relativ hoher Publikation und Zitation. In der ständigen Einschätzung darüber, inwieweit Methodenentwicklung zur Auflösung des gestellten Problems ausreicht (das heißt mit dem erreichten methodischen und gerätemäßigen Niveau, das zur Problemlösung erforderliche Wissen gewonnen werden kann), stellt sich eine ausgeglichene Phase des Publikationsverhaltens ein, und zwar stets relativ hohe Publikation, aber einmal hoher und einmal niedriger Zitation, d.h. ein Übergang vom genannten Stadium B zu einem Stadium C relativ hoher Publikation, aber bereits relativ geringer Zitation. In der Auslaufphase des Grundzyklus, in der kaum noch Methoden neu entwickelt werden, sondern in der mit den bereits entwickelten Methoden das gestellte und nun auch wohlformulierte Problem bis zu seiner Auflösung bearbeitet wird, dominiert ein Übergang von genanntem Stadium C zu einem Stadium D sowohl relativ geringer Publikation als auch relativ geringer Zitation. In diesem Stadium kann es dramatisch werden, wenn einzelne Forscher einer Gruppe sich neuen Problemen zuwenden und bisherige Kooperationsstrukturen zerfallen, bevor die Möglichkeiten der bisherigen Problembearbeitung ausgeschöpft wurden. Trifft andererseits ein ungebührliches Verharren in der Auslaufphase zu, dann treten zwangsläufig Unterlassungen im Aufgreifen neuer fruchtbarer Problemstellungen auf.

In Untersuchungen dieser Art muß ein der Fragestellung angemessenes Bezugssystem für relativ hohe und relativ geringe Anzahl von Publikationen angegeben werden. Unserer Meinung nach kann dafür die funktionale Abhängigkeit der Anzahl von Autoren mit einer bestimmten Publikationsrate von der Publikationsrate selbst verwendet werden, denn sie führt anhand der jährlich bekannten Institutsbibliographien zu einem objektiven Maß für die Unterscheidung von zwei Gruppen von Autoren eines beliebigen Forschungsinstituts: Beide Gruppen erreichen jeweils die Hälfte der Publikationen aus dem jeweiligen Institut, die eine mit hohen und die andere mit niedrigen Publikationsraten. So können Autoren einer Forschungseinrichtung danach unterschieden werden, ob sie zu der größeren Autorengruppe ( $n_P$  bzw.  $n_Z$ ) gehören, die etwa die Hälfte aller Institutspublikationen bzw. die Hälfte aller dafür in den folgenden drei Jahren international erhaltenen Zitationen mit vergleichsweise niedrigen Raten erreichte, oder ob sie

zu der kleineren Autorengruppe (hP bzw. hZ) gehören, der dies mit vergleichsweise hohen Raten gelang.

Wie bereits gesagt, können vier Stadien der Autorschaft nach Publikations- und Zitationsraten unterschieden werden<sup>29</sup>:

*erstens*, ein Stadium A der Autorschaft mit niedrigen Publikationsraten, aber sofort hohen Zitationsraten (symbolisiert: nP/hZ);

*zweitens*, ein Stadium B der Autorschaft mit hohen Raten sowohl bei Publikation als auch in Zitation (symbolisiert: hP/hZ);

*drittens*, ein Stadium C der Autorschaft mit hoher Publikations-, aber bereits niedriger Zitationsrate (symbolisiert: hP/nZ);

schließlich *viertens* ein Stadium D der Autorschaft mit niedriger Rate sowohl bei Publikation als auch in Zitation (symbolisiert: nP/nZ).

*Abbildung 4* verdeutlicht die Bestimmung der genannten vier Stadien der Autorschaft von Wissenschaftlern.

	hohe Zitation (hZ)	niedrige Zitation (nZ)
hohe Publikation (hP)	hohe Publikation und hohe Zitation (nP/hZ: Stadium B)	hohe Publikation und niedrige Zitation (hP/nZ: Stadium C)
niedrige Publikation (nP)	niedrige Publikation und hohe Zitation (nP/hZ: Stadium A)	niedrige Publikation und niedrige Zitation (nP/nZ: Stadium D)

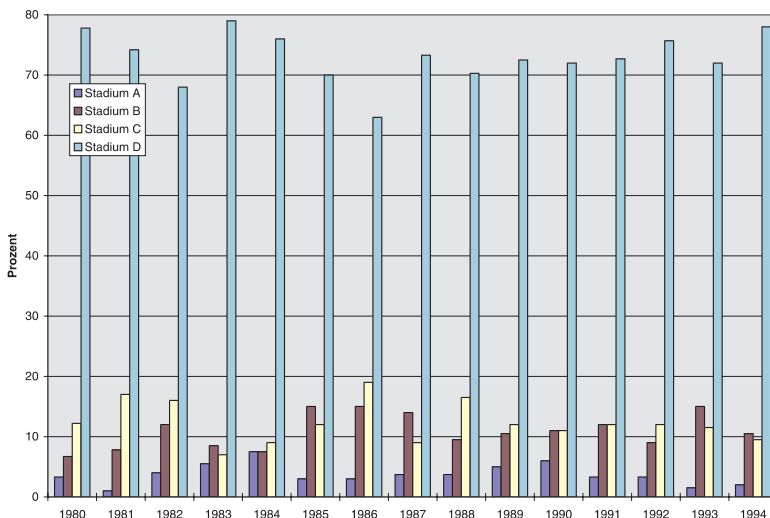
**Abbildung 4:** Stadien der Autorschaft von Wissenschaftlern in Phasen der Wissensproduktion

(nach Raten der Publikation und Zitation der in ihnen gewonnenen Ergebnisse)

Eine nach diesen Gesichtspunkten beispielhaft durchgeführte Analyse ergab für Autoren des Fritz-Haber-Instituts der Max-Planck-Gesellschaft in den Jahren 1980 bis 1994 die in *Abbildung 5* erkennbare Verteilung.

Nun kann die jährliche Verteilung von Autoren nach Stadien der Wissensproduktion eines jeden nach diesem Verfahren untersuchten Instituts hinterfragt werden,

29 Parthey, H.: Entdeckung, Erfindung und Innovation. In: Parthey, H. (Hrsg.): Das Neue. Seine Entstehung und Aufnahme in Natur und Gesellschaft. Berlin: Akademie-Verlag 1990, S. 144.



**Abbildung 5:** Verteilung der Autoren des Fritz-Haber-Instituts nach Stadien A, B, C, D  
 (A: niedrige Publikation (nP) & hohe Zitation (hZ), B: hP & hZ, C: hP & nZ, D: nP & nZ)

ob und inwieweit im Jahr der Promotion bzw. bereits ein Jahr vor und/oder ein Jahr nach der Promotion das für neue Wissensproduktion charakteristische Stadium A auftritt. Im untersuchten Fall waren jährlich im Stadium A etwa ein bis zwei der jährlich etwa drei bis zwanzig Promovierten (unter den jährlich etwa zwei bis zehn Autoren mit dem Stadium A). Ob das ein allgemeiner Trend ist, kann nur nach einer umfassenden Untersuchung des Publikationsverhaltens von Wissenschaftlern zwischen Promotion und Habilitation gesagt werden. Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, vor allem der Weg, besonders ausgewiesenen jungen Wissenschaftlern Plätze und Mittel zur Ausstattung kleiner Arbeitsgruppen zur Verfügung zu stellen, orientiert sich von der Sache her an Autoren, die mit neuer Wissensproduktion beginnen, auch ausgewiesen durch entsprechende Publikationen und entsprechende Beachtung in der internationalen Gemeinschaft der Wissenschaftler.

#### 4. *Innovation als erstmalige unternehmerische Nutzung von Erfindungen*

Im Unterschied zum Erkenntnisproblem ist das technische Entwurfsproblem durch Erfindungen lösbar, die eine Veränderung von Naturerscheinungen als Struktur entwerfen, damit zur beabsichtigten Funktion auch eine funktionserfüllende Struktur geschaffen wird. Dabei werden technische Gebilde zuerst entworfen und danach zur beabsichtigten Zielstellung als funktionserfüllende Struktur gestaltet und schließlich, wenn möglich, ökonomisch als Innovation verwertet.

In diesem Zusammenhang kommt der Bezeichnung „Innovation“ eine Bedeutung zu, die von der umgangssprachlich üblichen verschieden ist. So findet sich in einem Bulletin der Europäischen Union des Jahres 1995 der Hinweis darauf, daß es sich nach der von der OECD im Frascati-Handbuch vorgeschlagenen Definition um die Umsetzung einer Idee in neue oder verbesserte käufliche Produkte oder Dienstleistungen, in operationale Verfahren in Industrie oder Handel oder in eine neue Form sozialer Dienstleistungen handelt.<sup>30</sup> Dazu heißt es weiter: „Hier ist der Prozeß gemeint. Wenn hingegen mit „Innovation“ gemeint ist, daß sich neue oder verbesserte Produkte, Geräte oder Dienstleistungen auf dem Markt durchsetzen, ist das Schwergewicht auf das Ergebnis des Prozesses gelegt. Das kann zu Verwirrung führen: Wenn von Innovationsdiffusion die Rede ist, meint man den Prozeß, also die Methoden und Verfahren, die Innovationen ermöglichen oder aber die Ergebnisse, also neue Produkte? Das ist ein beträchtlicher Unterschied.“<sup>31</sup>

Das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, versteht unter Innovation: „...alle technisch neuen oder verbesserten Produkte und Verfahren und deren Einführung in den Markt, bzw. in die Produktion, die überwiegend auf Forschung und Entwicklung zurückführbar sind.“<sup>32</sup>

Wissenschaftlich haben den Begriff „Innovation“ zuerst Botaniker in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts verwendet, und zwar zur Beschreibung der überaus weit verbreiteten Erscheinung, daß die vegetative Fähigkeit von älteren auf neuere Teile der Pflanze übergeht.<sup>33</sup> In analoger Weise haben Ökonomen beginnend mit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die wirtschaftliche Erscheinung mit

30 Grünbuch zur Innovation. Beilage 5/95 zum Bulletin der Europäischen Union. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften 1996. S. 12.

31 ebenda.

32 Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Bonn, August 1993, S. 13.

33 Denffer, D. v. / Ziegler, H. / Ehrendorfer, F. / Bresinky, A.: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Begründet von E. Strasburger, F. Noll, H. Schenk und A. F. W. Schimper. Jena 1896. 32. Auflage Jena 1983., S. 148.

Innovation bezeichnet, bei der die ökonomische Effektivität von alter auf neue Technik beziehungsweise von älteren Produkten und Verfahren auf neuere übergeht.<sup>34</sup> Dabei wird davon ausgegangen, daß neue Produktionsverfahren und neue Produkte auf dem Markt die Waren derart verwohlfeilern, daß, wenn sie auf finanzierbare Bedürfnisse treffen, die Waren unter Umständen über ihren Fertigungskosten verkauft werden können. Dasselbe Verhältnis kann stattfinden gegenüber dem Land, wohin Waren gesandt und woraus Waren bezogen werden: daß dieses Land mehr Fertigungsarbeit in natura gibt, als es erhält, und daß es doch hierbei die Ware wohlfeiler erhält, als es sie selber produzieren könnte. In einer wissenschaftsbasierten Industrie heißt das folgendes: Neuer Technik kann nur dann die Eigenschaft der Innovation zukommen, wenn mittels ihrer Wohlfeilheit auf dem Weltmarkt Preise in einer solchen Höhe realisiert werden können, daß die mitunter enormen forschungsseitigen Vorleistungen für die Fertigung neuer Technik denjenigen zurückerstattet werden, die sie weltweit als erste aufgewendet haben.

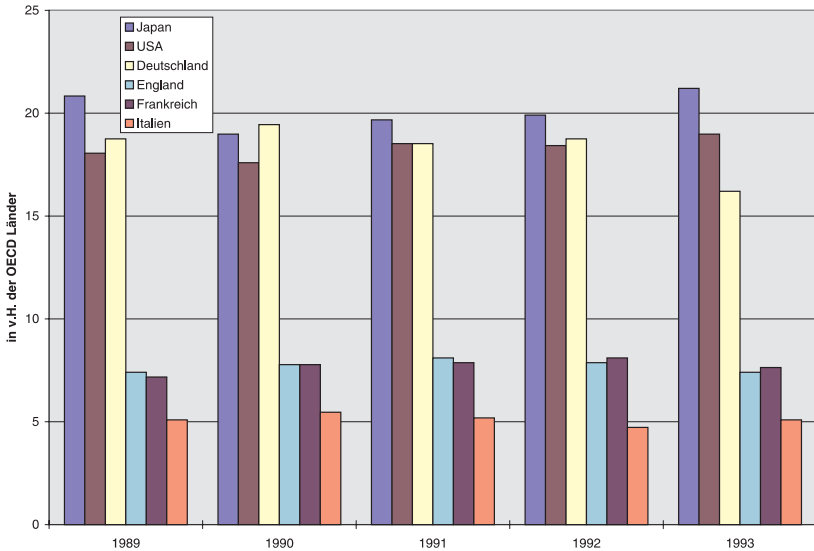
Im Unterschied zu Entdeckungen, die zu neuem Wissen führen, und Erfindungen, die neue Technik entwerfen, sollte unter Innovation nur die neue Technik verstanden werden, die, am Markt erstmalig eingeführt, einen über die Fertigungsaufwendungen hinausgehenden Extragewinn mindestens in einer solchen Höhe realisieren läßt, die die vor der Fertigung liegenden Aufwendungen für das Zustandekommen der neuen Technik rechtfertigt, darunter vor allem die wachsenden Aufwendungen für die Forschung.

Noch im 19. Jahrhundert hatten Erfindungen einen eher lockeren Bezug zur Wissenschaft. Mit der Elektrotechnik wurde im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts aber bereits deutlich: Bedeutende technische Erfindungen entstehen auf der Grundlage wissenschaftlicher Entdeckungen, und forschungsintensive Industrien müssen im genannten Sinne innovativ sein.

## *5. Innovation und Erstattung von Wissenschaftsaufwendungen*

In allen Ländern – und vor allem in ihrem forschungsintensiven Bereich – läßt sich seit langem eine Tendenz zur Globalisierung feststellen, die vermehrt in einer Internationalisierung der Produktion und in immer noch steigenden Export- und

34 Vgl.: Marx, K.: *Le Capital*. Paris 1872 bis 1875. – In: Marx, K. / Engels, F.: Gesamtausgabe (MEGA), Band II/7 Text. Berlin 1989. S. 543; Schumpeter, J. A.: *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und Konjunkturzyklus*. Leipzig 1912. Zweite Auflage 1926. Neuauflage: Berlin 1952; Freeman, Ch.: *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth 1974.



**Abbildung 6:** Welthandelsanteile von OECD-Ländern bei forschungsintensiven Gütern

*Quelle:* Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hg.), Bonn 1996.

Importquoten in Erscheinung tritt. In Deutschland beträgt die Exportquote des forschungsintensiven Sektors im Schnitt 42 von Hundert (im folgenden mit vH angekürzt), der Beitrag der Importe zur Deckung der Inlandsnachfrage nach forschungsintensiven Gütern liegt bei 32 vH. Die entsprechenden Werte bei Gütern außerhalb des forschungsintensiven Sektors liegen bei 18 vH für die Exportquote und bei 21 vH für die Importquote.<sup>35</sup>

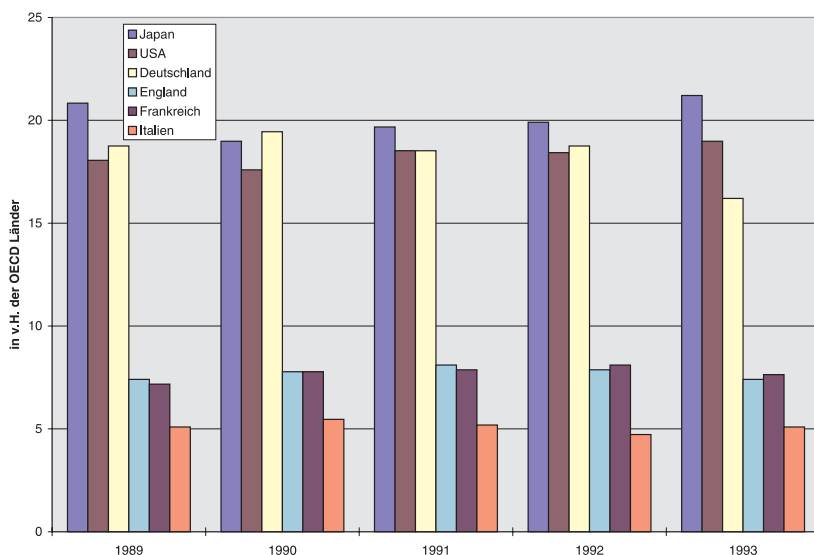
Die Welthandelsanteile der OECD-Länder bei forschungsintensiven Gütern weisen für Deutschland, wie *Abbildung 6* zeigt, einen hohen, in den Jahren 1989 bis 1993 allerdings rückläufigen Anteil aus. Der forschungsintensive Sektor der Industrie umfaßt Güter mit einem Forschungs- und Entwicklungsanteil am Umsatz von über 3,5 vH. Nun ist es sinnvoll, den forschungsintensiven Sektor der Industrie in zwei Bereiche nach der Höhe der Forschungs- und Entwicklungsintensität zu

35 Siehe: Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Aktualisierung und Erweiterung 1996. Bonn: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie 1996, S. 7.



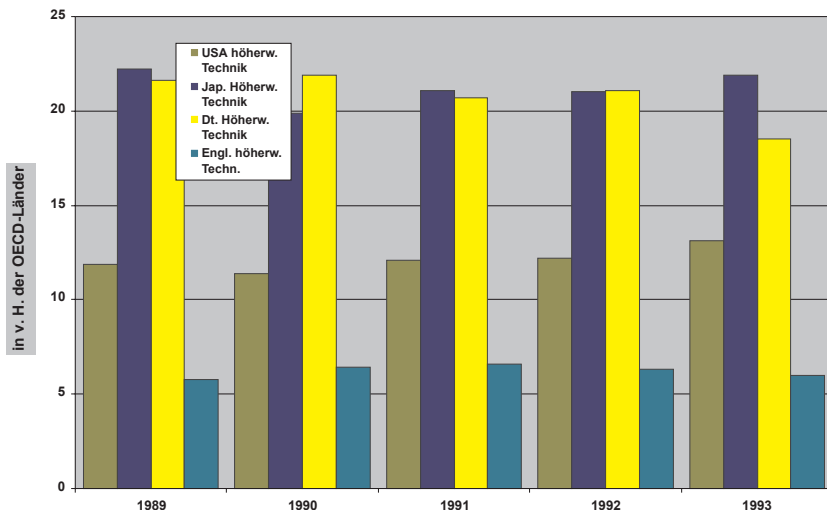
unterscheiden, und zwar in Spitzentechnik, d.h. Güter mit einem Forschungs- und Entwicklungsanteil am Umsatz von über 8,5 vH., und höherwertige Technik, d.h. Güter mit einem Forschungs- und Entwicklungsanteil am Umsatz zwischen 3,5 bis 8,5 vH. Die Unterscheidung der Welthandelsanteile nach Spitzen- und höherwertiger Technik gibt Aufschluß darüber, inwieweit ein Land sich in Bereichen engagiert, in denen eine enorm aufwendige Forschung und Entwicklung betrieben wird, oder in Bereichen, in denen – gemessen an der Breitenwirkung – zwar ein überdurchschnittlicher, jedoch deutlich geringerer Aufwand an Forschung und Entwicklung investiert wird.

Nach dieser Unterscheidung hat Deutschland im Welthandelsanteil eine im Vergleich mit den USA viel schwächere Ausprägung bei Spitzentechnologien wie *Abbildung 7* zeigt: 12 bis 15 vH. der Welthandelsanteile von OECD-Ländern bei Spitzentechnik stammen aus Deutschland, dagegen aus den USA 26 bis 28 vH. Deutschland verdankt seine relativ robuste Stellung im internationalen Wettbewerb vor allem dem Bereich der höherwertigen Technik, wie *Abbildung 7* erkennen läßt. Die nach wie vor sichtbare deutsche Stärke im internationalen Handel, die sich in deutlichen positiven Zuwachsraten der Handelsbilanzen zeigt, beruht nach



**Abbildung 7:** Welthandelsanteile von OECD-Ländern bei Spitzentechnik

*Quelle:* Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hg.), Bonn



**Abbildung 8:** Welthandelsanteile von OECD-Ländern bei höherwertiger Technik

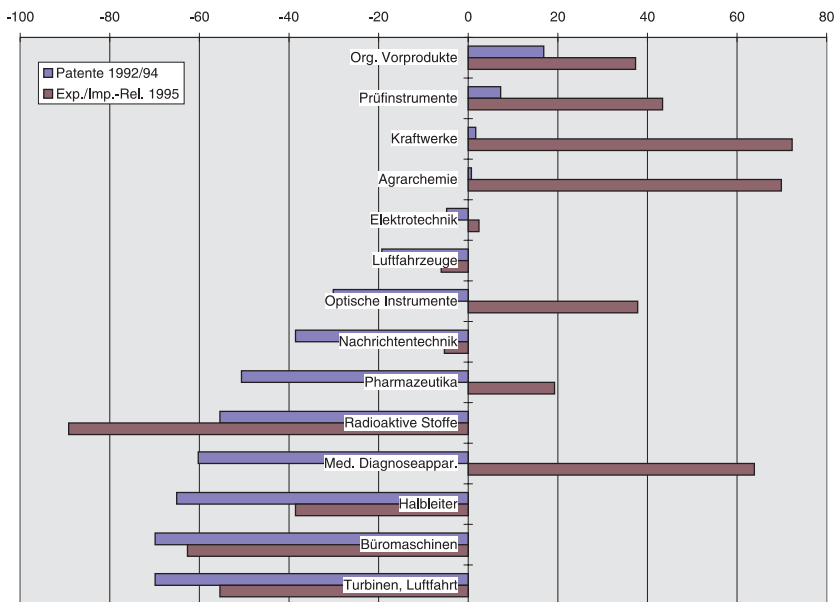
*Quelle:* Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hg.), Bonn

Vergleich der beiden *Abbildungen 7* und *8* jedoch immer weniger auf Spitzentechnologie, sondern eher auf ausgereifter gängiger Technik. Jedoch erst die für Spitzentechnik auf dem Weltmarkt erzielbaren Extragewinne rechtfertigen ökonomisch umfassend die heute mitunter enormen forschungsseitigen Vorleistungen.

## 6. Patentaktivität und Export-Import-Relation

Betrachtungen über die Wissenschaftsentwicklung, wonach mit den auf dem Weltmarkt erzielten Extrapreisen sich auch die einer Innovation vorausgehenden Aufwendungen rechtfertigen, darunter auch die Aufwendungen für die regionale Entwicklung der Wissenschaft, können mit dem Konzept des „Revealed Comparative Advantage“ (RCA) vertieft werden<sup>36</sup>: Der RCA gibt an, inwieweit die

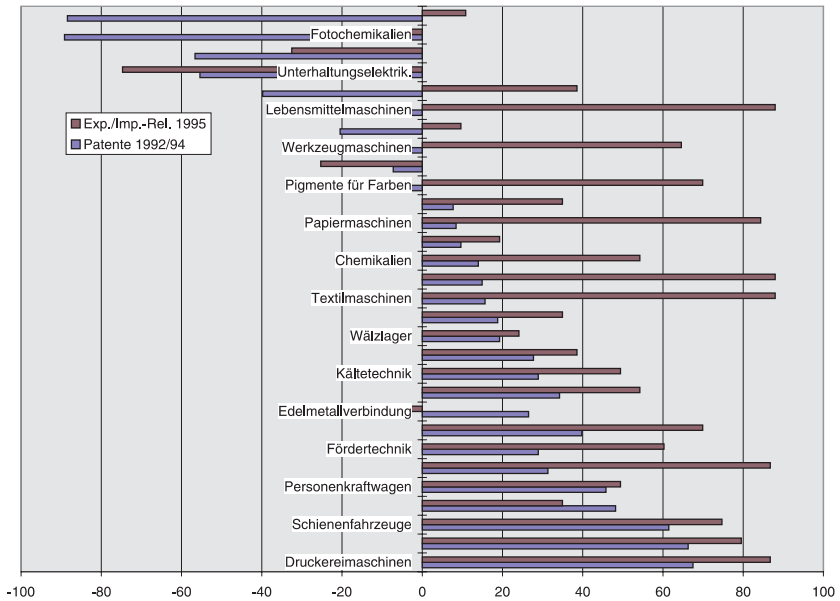
36 Dankenswerter Weise entstand als allgemein zugängliches Material des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie unter Federführung von Harald Legler, Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover, auf dieser Grundlage eine Studie „Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands“, Bonn 1996, mit einer „Aktualisierung und Erweiterung 1996“, Hannover/Berlin/Karlsruhe/Mannheim, Dezember 1996, vorgelegt unter derselben Federführung durch das Niedersächsische Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover,



**Abbildung 9:** Patentaktivitäten 1992/94 und Export-Import-Relation 1995 bei Spitzentechnik in Deutschland

*Quelle:* Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hg.), Bonn 1996.

Export-Import-Relation bei einer bestimmten Produktgruppe von der Außenhandelsposition bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt abweicht. Stimmt die Ausfuhr-Einfuhr-Relation der betrachteten Warengruppe mit der bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt überein, so nimmt der RCA den Wert Null an. Positive Vorzeichen weisen auf komparative Vorteile hin, also auf eine starke internationale Wettbewerbsposition der betrachteten Warengruppe im betrachteten Land. Es kann angenommen werden, daß dieser Zweig als besonders wettbewerbsfähig einzustufen ist, weil ausländische Konkurrenten im Inland relativ gesehen nicht in



**Abbildung 10:** Patentaktivitäten 1992/94 und Export-Import-Relationen 1995 bei höherwertiger Technik aus Deutschland

*Quelle:* Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hg.), Bonn

dem Maße Fuß fassen konnten, wie es dieser Branche ihrerseits im Ausland gelungen ist.

*Abbildungen 9 und 10* lassen fragen, in welchem Maße die Ausfuhr-Einfuhr-Relation für das Jahr 1995 von der Patentaktivität der Jahre 1992/94 abhängt, und zwar wiederum nach oben genannten Kriterien unterschieden zwischen Spitzentechnik und höherwertiger Technik. Dabei nimmt die Patentaktivität positive Werte an, wenn das betrachtete Land einen größeren Patentanteil auf einem bestimmten Teilgebiet plazierte als alle übrigen Länder im Durchschnitt. Erstaunlicherweise ist Deutschlands Weltmarktergebnis auch in den Bereichen der Spitzentechnik relativ robust, in denen die Erfindertätigkeit (nach Angaben des Europäischen Patentamtes) nachgelassen hat, so Pharmazeutika, insbesondere bei pharmakologischen Wirkstoffen. *Abbildung 10* läßt ähnliches selbst für höherwertige Technik erken-

nen: etwa in Teilbereichen des Maschinenbaus (Lebensmittel-, spannabhebende Maschinen).

Die in den *Abbildungen 9* und *10* vorgestellten Beziehungen zwischen Patentaktivitäten 1992/93 und der Export-Import-Relation 1995 weisen daraufhin, daß neue Technologiefelder in Deutschland nicht schnell genug aufgegriffen werden und daß die Gefahr besteht, den Anschluß an neue Technologien zu verlieren. Damit wäre die Chance vertan, die forschungsseitigen Aufwendungen für Spitzentechnik durch Extragewinne für Innovationen über den Weltmarkt zurückerstattet zu erhalten. Vertan wäre auch die Chance für neue Arbeitsplätze und mehr Beschäftigung als bei höherwertiger Technik.<sup>37</sup> Vertan wäre auch die Chance, daß Deutschland das bleibt, was es seit Entstehung wissenschaftsbasierter Industrien ist, ein Hochlohnland.<sup>38</sup>

37 Vgl. den Beitrag von Siegfried Greif „Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen“ in diesem Jahrbuch.

38 Frühwald, W. / Lepenies, W. / Lüst, R. / Markl, H. / Simon, D.: Priorität für die Zukunft. – In: MPG-Spiegel (München). 1/97 (27. März 1997), S. 22 (Nachdruck siehe im Anhang zu diesem Beitrag).

---

## *Dokumentenanhang*

### **Priorität für die Zukunft**

(ein Aufruf, erschienen in verschiedenen Tageszeitungen; Nachdruck aus MPG-Spiegel [München]. 1/97 [27. März 1997], S. 22).

1. Die Bundesrepublik Deutschland ist in Gefahr, entscheidende Zukunftschancen zu verspielen. Die Schaffung neuen Wissens, dessen intelligente Nutzung und schnelle Anwendung werden in der modernen Industriegesellschaft immer wichtiger. Zur Zukunftssicherung wäre es zum gegenwärtigen Zeitpunkt notwendig, die Investitionen in Ausbildung und Forschung deutlich zu erhöhen. Stattdessen werden sie unter dem Diktat einer alle anderen Politikfelder dominierenden Fiskalpolitik weiter verringert. Weder die Globalisierung der Wirtschaft und der damit zunehmende Kostendruck noch die Anpassungsprozesse, die die europäische Einigung erfordert, rechtfertigen es, die Bildungs- und Forschungsinvestitionen zu reduzieren. Im Gegenteil – die gegenwärtige Krise kann nur durch mehr Investitionen in Intelligenz und Einfallsreichtum, die wichtigsten Ressourcen unseres Landes, bewältigt werden. Einseitige Schuldzuweisungen greifen nicht: Derzeit gehen in Deutschland Staat und Wirtschaft Arm in Arm in die falsche Richtung. Schnelle Umkehr tut not. Wir müssen in Politik und Wirtschaft andere Prioritäten – Prioritäten für unsere Zukunft – setzen.
2. Die Arbeitsgesellschaft befindet sich weltweit in einem Wandlungsprozeß, dessen Folgen kaum überschaubar sind. Im Bereich der herkömmlichen Erwerbsarbeit nimmt die strukturelle Arbeitslosigkeit zu, doch entstehen zugleich neue Arbeitsfelder, und der Bedarf an neuartigen Produkten und Dienstleistungen für die Bewältigung komplexer Probleme wächst schnell. In der Ausbildung und flexiblen Weiterbildung der hierfür notwendigen Arbeitskräfte liegen die Zukunftsaufgaben und die Chancen für die Institutionen der Lehre und Forschung – und damit für die ganze Gesellschaft. Im Wettbewerb auf innovativen Arbeitsfeldern, die allein neue, zukunftssichere Arbeitsplätze versprechen, wird sich Deutschland behaupten müssen, das ein Hochlohnland ist und bleiben wird.

3. Um den weltweiten Wettbewerb der Ideen und Innovationen zu bestehen, braucht die Bundesrepublik erstklassige Universitäten. Ihre leistungsbezogene Reform, die eine höhere Differenzierung der einzelnen Hochschulen möglich macht, ist überfällig. Nur so kann auch die Breitenausbildung entscheidend verbessert werden. Zugleich müssen unsere Universitäten durch die entsprechende Gestaltung der Studiengänge und eine Veränderung ihrer Organisationsstruktur wieder international konkurrenz- und anschlussfähig werden.
4. In der Reform der Universitäten und des Bildungs- und Ausbildungssystems liegt eine besondere Herausforderung für die einzelnen Bundesländer. Sie sollten die Chance unseres föderalen Systems weit mehr als bisher nutzen und in einen Wettbewerb zur Schaffung der besten Schulen und Hochschulen eintreten. Erweist sich das Hochschulrahmengesetz dabei als hinderlich, so sollte es ersatzlos abgeschafft werden: besser kein Hochschulrahmengesetz als ein Gesetz, das Innovation und Wettbewerb behindert! Nicht aus Kostengründen, sondern um die Qualität der guten und sehr guten Bildungs- und Forschungseinrichtungen noch zu verbessern, dürfen die Schließung mittelmäßiger Institutionen und die Aufgabe unproduktiver Standorte kein Tabu sein.
5. Eine Politik, die Ausbildung und Forschung keine Priorität einräumt, verspielt die Wettbewerbsfähigkeit unseres Landes. Sie nimmt der Jugend das Vertrauen in die Zukunft und den Mut zum vorausschauenden Handeln. Hier muß die Politik umsteuern. Sie muß zugleich bürokratische Hemmnisse abbauen, die in der Bundesrepublik das Entstehen einer zeitgemäßen Dienstleistungsmentalität verhindern sowie den Mut zu Eigenverantwortung und Risiko hemmen. Auch kann die Bereitschaft, wenigstens einen Teil der hohen privaten Vermögen in die Bewältigung gesamtgesellschaftlicher Zukunftsaufgaben zu investieren, nur wachsen, wenn der Gesetzgeber, vor allem im Stiftungs- und Steuerrecht, dafür die Rahmenbedingungen schafft.
6. In Ausbildung und Forschung liegen unsere entscheidenden Zukunftschancen. In der Bundesrepublik Deutschland aber sind die Ausgaben für Forschung und Entwicklung in weniger als einem Jahrzehnt um mehr als ein Viertel auf 2,2 Prozent des Bruttoinlandsprodukts gesunken. Nur der Versuch, diesen Anteil wieder an die Dreiprozentmarke anzunähern, würde Deutschland einen vorderen Platz unter den OECD-Ländern sichern. Gerade in Krisenzeiten wie heute, die schmerzhaft Veränderungen und notwendige Einschränkungen verlangen, ist in der Bildungs-, Forschungs- und Wissenschaftspolitik antizyklisches Handeln notwendig.

Die Prioritäten für die Zukunft richtig zu setzen, sind alle gesellschaftlichen Gruppen aufgefordert. Die Politiker aller Parteien wollen wir lediglich beim Wort nehmen: Sie sollen tun, was sie sagen.

*Wolfgang Frühwald*

Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bonn

*Wolf Lepenies*

Rektor des Wissenschaftskollegs zu Berlin

*Reimar Lüst*

Präsident der Alexander von Humboldt-  
Stiftung, Bonn

*Hubert Markl*

Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München

*Dieter Simon*

Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie der  
Wissenschaften, Berlin



---

KARLHEINZ LÜDTKE

## **Entstehung und Entwicklung wissenschaftlich-technischer Neuerungen in soziologischer Sicht.**

### *Einleitung: Zum Zusammenhang von Innovationsprozeß und Netz- werkbildung*

Sowohl Entwicklung als auch Anwendung von Innovationen spielen sich immer mehr in netzwerkförmigen Kooperationen ab (in strategischen Allianzen, Entwicklungsgemeinschaften, arbeitsteiligen Partnerschaften, Verbundprojekten), in die Akteure aus verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen – aus Betrieben, die mitunter verschiedenen Branchen angehören, aus Forschungsinstituten, aus staatlichen Behörden – einbezogen sind. Ob neue wissenschaftlich-technische Lösungen über erste Ansätze hinausgelangen und sich durchsetzen, hängt weitgehend davon ab, daß solche Kooperationsgefüge zustande kommen, Kooperationsgefüge, die Anlaß zu Fragen geben, wie sie sich denn koordinieren und organisieren lassen, wenn sie überkommene institutionelle und Branchenabgrenzungen überschneiden und wenn es in ihnen keine dominierenden Akteure gibt, wie sich Studien zu diesem Gegenstand entnehmen läßt.<sup>1</sup> Es ist überdies zu fragen, wie solche Netzwerke überhaupt entstehen, deren Existenz sich keiner Instanz verdankt, die sie erst in einem Gründungsakt ins Leben gerufen hätte.

Von Interesse sind in diesem Zusammenhang Ergebnisse, die aus Netzwerkanalysen von Prozessen gewonnen wurden, in denen sich neue Ideen, Techniken, Produkte, Gerüchte und Informationen ausbreiten: Die Diffusion von Innovationen ist ein interaktives Phänomen und realisiert sich in einem verhältnismäßig

1 Vgl. T.P.Hughes: The Seamless Web: Technology, Science, etcetera, etcetera. In: Social Studies of Science (London et al.). 16(1986). 281–292; C. Freeman: Introduction. In: G.Dosi et al.(Hg.), Technical Change and Economic Theory. London 1986; M.Dierkes/ U.Hoffmann : New Technology at the Outset. Social Forces in the Shaping of Technological Innovations. Frankfurt a.M. – New York 1992.

schwach geordneten Geflecht von Beziehungen außerhalb und zwischen verschiedenen Gruppen. Schwach strukturierte Beziehungen zeichnen sich dadurch aus, daß zum einen die Art der auszutauschenden Information nicht ex ante determiniert und zum anderen die Unsicherheit über den Informationsstand des Kommunikationspartners sehr hoch ist, was wechselseitige Suggestibilität und Lernoffenheit zu deren Reduktion stimuliert. Stark strukturierte Beziehungen, wie sie innerhalb festgefügtter Gruppen („dichter“ Netzwerke) bestehen, engen zum einen die Art der austauschbaren Informationen ein, vermindern zum anderen aber die Unsicherheit über den Informationsstand des Kommunikationspartners. Es bestehen also Mechanismen, die das Eindringen neuer Ideen gerade behindern. Die in ihnen bestehenden „starken“ Beziehungen, deren Struktur jeden Akteur mit allen anderen Akteuren verbindet, ermöglichen zwar eine rasche und wirksame Kommunikation, doch Abweichungen vom Tradierten werden ausreguliert. Neues verbreitet sich gerade in einer offenen Sozialstruktur, über Beziehungen, die Brücken zwischen verschiedenen Gruppen schlagen und Individuen mit verschiedenen Neigungen und Interessen zusammenbringen.<sup>2</sup> So ergibt sich, daß bei einem ausgereiften Strukturniveau des Beziehungsgeflechtes, auf dem sich die Interaktionen der beteiligten Personen bereits von einer Instanz nach Maßgabe festgeschriebener Normen und Regeln koordinieren und organisieren lassen und es möglich ist, das Handeln der Akteure strategisch auf Innovationen zu orientieren, der Erneuerungsprozeß schon bis zu einem gewissen Punkt gediehen sein muß, daß er bereits eine Phase durchlaufen haben muß, in der sich die Beziehungen zwischen den Akteuren erst herausgebildet und entfaltet hatten, so daß es dann nur noch um die Ausreifung einer schon zumindest als Prototyp bestehenden wissenschaftlich-technischen Neuerung gehen kann.<sup>3</sup>

- 2 Vgl. M.Schenk: Soziale Netzwerke und Kommunikation. Tübingen 1984. S.280, 295 f., 298 f.; B.Bievert/K.Monse/K.Reimers: Steuerungsprozesse der Technikentwicklung in schwach institutionalisierten Kontexten – Entwicklungs-, Anwendungs- und Nutzungsentscheidungen zum Einsatz der Informations- und Kommunikationstechniken an der ‚Kundenschnittstelle‘. In: H.Kubicek/P.Seeger (Hg.), Perspektive Techniksteuerung. Interdisziplinäre Sichtweisen eines Schlüsselproblems entwickelter Industriegesellschaften. Berlin: Edition Sigma, 193–210, S. 204f.
- 3 Daß, wie Weltz und Ortman angeben, ein verhältnismäßig hoher Anteil von Entwicklungsvorhaben aus einem Prozeß hervorgeht, den man im Amerikanischen „bootlegging“ nennt, ist deshalb gar nicht überraschend. Damit ist gemeint, daß Entwicklungsprojekte oftmals durch subversive Initiativen und informelle Aktivitäten eingeleitet würden, unter Umgehung betrieblicher Regelungen. Ihnen würde man in der Regel bei Eigenentwicklungen in Anwenderunternehmen begegnen. Bootlegging schafft Freiräume und entzieht Entwicklungsprozesse bürokratischen Verkrustungen und hierarchischen Restriktionen. F.Weltz/ R.G.Ortman: Das Softwareprojekt. Projektmanagement in der Praxis. Frankfurt a.M. – New York 1992. S.26.

Solche Fragestellungen wären allerdings überflüssig, wenn Soziales bzw. Organisatorisches nur einer Rahmenbedingung für einen ansonsten autonom ablaufenden Vorgang der Entwicklung wissenschaftlich-technischer Neuerungen gleichkäme. Bei strategischen Orientierungen und organisatorischen Anstrengungen würde man einfach technischen „Sachzwängen“ folgen. Die Eigenart besagter Netzwerke entzieht sich aber einem solchen Verständnis, wonach Soziales und Technisches von vornherein als voneinander unabhängige Phänomenbereiche zu sehen wären.<sup>4</sup> Auch die Vorstellung, daß Technologien auf vielfältige Art an soziale Strukturen rückgebunden seien, wird ihr nicht gerecht. Das Verständnis, daß Technologien von Anfang an einem von sozialen Strukturen getrennten Bereich angehörten, bleibt ja mit einer solchen Vorstellung erhalten.<sup>5</sup> Charakteristisch für Prozesse der Entwicklung grundlegender wissenschaftlich-technischer Neuerungen – hier ist nicht von Innovationen die Rede, die bestehende Techniken nur verbessern – ist ja gerade, daß sie soziale, institutionelle, strukturelle Veränderungen zum Ergebnis haben, unter deren Voraussetzung erst sinnvoll nach angemessenen Organisations-

4 Diesem Verständnis entgegengesetzt, wird hier der Auffassung gefolgt, daß in der Entwicklung wissenschaftlich-technischer Lösungen selbst bestimmt wird, wo die Trennlinie zwischen „Technischem“ und „Sozialem“ verläuft. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang ein Aufsatz von Law und Woolgar, in dem von einer ethnografischen Studie zur Entwicklung von Software-Systemen die Rede ist. Die Autoren beschreiben, „how the distinction between social and technical is maintained, under what circumstances it does and does not work, and for whom the distinction is made.“ J.Law/St.Woolgar: Managing the Social-Technical Divide: Some aspects of the discursive structure of information systems development. In: P.Quintas (Hg.), Social Dimensions of Systems Engineering, People, Processes, Policies and Software Development. New York et al. 1993. S.36. Dem Leser wird nahegebracht, daß die Präsentation des Technischen als Soziales oder die des Technischen als etwas vom Sozialen Getrennten davon abhängig ist, an welche Adressatengruppe die Darbietung gerichtet ist. Die „relevance of the social for the technical will depend crucially on the particular audience being addressed, and on the occasion of the address. More specifically, the claim that the technical involves the social implicates particular sets of social relationships between audience and speaker, it is tantamount to a claim about the social distance between different communities ... the social-technical divide is a means of defining, displaying and reaffirming the social relationships which make up that community. In other words, references to and uses of 'technical' provide a discursive structuring of the community ...“ (ebenda, 37 f.).

5 Weder dürfe „die technische Seite zugunsten der sozialen Seite ... , noch die soziale zugunsten der technischen“ vernachlässigt werden. „Nur beide gemeinsam können optimiert werden, d.h. die sozialen und technischen Teilbereiche müssen sinnvoll miteinander verknüpft sein. Daraus folgt, daß z.B. eine reine Optimierung der Computerstruktur nicht sinnvoll ist, solange die Konsequenzen auf die soziale Struktur nicht mitbedacht werden“, so M.Frese/ F. C.Brodbeck: Computer in Büro und Verwaltung. Psychologisches Wissen für die Praxis. Berlin et al. 1989. S.13). Hier werden ganz deutlich Technisches und Soziales als voneinander getrennte Phänomenbereiche eingeführt, um dann Wechselwirkungen zwischen beiden „Teilbereichen“ nachzugehen.

formen und Managementstilen gefragt werden kann, Veränderungen, aus denen erst Anhaltspunkte für strategische Orientierungen hervorgehen.

Einen Weg, der vom Technikdeterminismus – „the single most influential theory of the relationship between technology and society“, so MacKenzie und Wajcman<sup>6</sup> – wegführt, auf dem man zu tieferen Einsichten in Prozesse der Entwicklung und Anwendung wissenschaftlich-technischer Neuerungen gelangt, läßt sich ausmachen, wenn man dem *sozialkonstruktivistischen Ansatz* der Technikforschung folgt, dessen Grundüberzeugungen Rammert so charakterisiert: Was als technisches Problem betrachtet und was als technische Lösung akzeptiert werde, sei von sozialen Definitions- und Aushandlungsprozessen abhängig. Außer dieser interpretativen Flexibilität gebe es auch eine konstruktive Variabilität: Es bestünden verschiedene technische Entwürfe nebeneinander. Welcher Entwurf sich später durchsetze, sei nicht anhand technologischer Parameter erklärbar. Vielmehr verwandelten erst die Auseinandersetzungen und Koalitionen zwischen den beteiligten Akteuren um Auswahl und Auslegung dieser Parameter eine Technik in eine gesellschaftlich erfolgreiche Technik. Erst wenn es gelinge, ausreichend Akteure aus Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Politik in ein Netzwerk für ein bestimmtes technisches Projekt einzubeziehen, könne die Debatte um die technischen Alternativen abgeschlossen werden. Und eine Technik bleibe nur solange stabil, wie sie nicht durch relevante Akteure erneut infrage gestellt werde.<sup>7</sup>

Wir interessieren uns im folgenden vor allem für die oben angedeuteten frühen Stadien in der Entwicklung von Innovationen, wobei das Hauptaugenmerk der Frage gilt, wie es zu Beziehungen zwischen grundlagenorientierter Wissenschaft und der Industrieforschung kommt, aus deren Entwicklung bzw. Strukturierung neue wissenschaftlich-technische Lösungen hervorgehen.

### *1. Zum Entwicklungszusammenhang zwischen wissenschaftlichem und technisch-technologischem Wissen*

In einem 1976 erschienenen Text vertreten Böhme et al. die Auffassung, daß ab Mitte des 19. Jahrhunderts die Brücken zwischen dem Erwerb technisch-technologischen und dem des wissenschaftlichen Wissens „strategisch geschlagen“ wür-

6 D. MacKenzie/ J. Wajcman : The Social Shaping of Technology. Milton Keynes 1985. S.4.

7 W. Rammert : Aus dem Editorial: „Konstruktion und Evolution von Technik“ (Tagungsberichte auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Wissenschafts- und Technikforschung 1991). In: Jahrbuch „Technik und Gesellschaft“ (Frankfurt a.M.). 7(1994). S.15; vgl. auch H. Mackay/ G. Gillespie : Extending the Social Shaping of Technology Approach: Ideology and Appropriation. In: Social Studies of Science (London et al.). 22(1992). S.686.

den. „Diese Phase ... hat zunehmende Bedeutung gewonnen unter der Wissenschaftspolitik und Forschungsplanung ... Wissenschaften werden nach Zwecken gesteuert und Technologien nach Theorien geplant“.<sup>8</sup> Hier stellt sich das Problem, daß, wenn nach Theorien geplante Technologien die Zwecke zur Steuerung der Theorienentwicklung liefern, kein Anfangspunkt erkennbar ist, wo strategische Arbeit primär anzusetzen hätte: An der Förderung der Theorieentwicklung zur Einflußnahme auf Technologieentwicklung oder umgekehrt? Mit der Vorstellung einer Abfolgebeziehung von der Technik- zur Wissenschaftsentwicklung und einer solchen von der Wissenschafts- zur Technikentwicklung gerät man in einen unabgrenzbaren Regreß. Der Punkt, von dem man zur Erklärung von Neuerungsprozessen ausgeht, könne, so Weingart, unter dieser Voraussetzung nur willkürlich gewählt werden – eine Idee, ein Verfahren oder etwas anderes.<sup>9</sup> Folglich kann von einer Beziehung der Abfolge zwischen beiden Prozessen, die die Richtung der strategischen Anstrengungen festlegte, nicht ausgegangen werden.

Weiter unten wird gezeigt, daß die Entwicklung wissenschaftlichen und die technisch-technologischen Wissens – u.a. wegen differenter Strukturierung wissenschaftlicher und technisch-technologischer communities und je spezifischer Orientierungsstandards – zunächst getrennt voneinander verlaufen, um dann in Innovationsprozessen in einem mitunter konfliktreichen sozialen Prozeß „ineinanderzulaufen“. Was ermöglicht nun die Anknüpfung von Beziehungen zwischen den verschiedenen Akteursgruppen, wenn davon ausgegangen werden muß, daß die verschiedenen Gruppen je spezifischen Interessen nachgehen und mit je spezifischen Problemlagen (Wissenschaftler mit wissenschaftlichen, Vertreter der Industrie mit produktionstechnischen, -technologischen Problemen) konfrontiert sind? Um die Gräben zu überbrücken, sind auf beiden Seiten Pfeiler in bestimmter Lage zueinander nötig, will sagen: Die Gründe, die Akteure aus verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen zusammengeführt haben, müssen schon im Vorfeld der Netzwerkbildung entstanden sein. Der Netzwerkbildung muß ein Prozeß vorausgegangen sein, der dazu führte, daß „Zwecke“ für die Entwicklung einer Theorie und Theorien für die Entwicklung einer Technologie Relevanz gewonnen haben.

8 G.Böhme/W.van den Daele/W.Krohn : Die Verwissenschaftlichung von Technik, in: Wissenschaftsforschung. Science Studies (Bielefeld). (1976)7 . S.59 (Universität Bielefeld. Vorträge zur Tagung: Zum Verhältnis von Wissenschaft und Technik. Erkenntnisziele und Erzeugnisregeln akademischen und technischen Wissens).

9 Vgl. P.Weingart: Das Verhältnis von Wissenschaft und Technik im Wandel ihrer Institutionen. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie (Opladen). (1975)18 . S.393 f. (Sonderheft Wissenschaftssoziologie).

Wir wenden uns nun der Frage nach den Prozessen zu, die Gründe dafür hervorgebracht haben, daß sich die Akteure verschiedener Bereiche auch tatsächlich in Netzwerke einbeziehen lassen, nach Prozessen, die dazu führten, daß Vertreter der Wissenschaft (Grundlagenforschung) auf der einen und Vertreter von Technik und Technologie auf der anderen Seite schon im Vorfeld strategischer Leitlinien auf eine Zusammenarbeit miteinander angewiesen, also wechselseitig aufeinander orientiert, daß Akteure beider Seiten an Beziehungen zueinander interessiert sind, so daß auch anzunehmen ist, daß sie bereits von sich aus – ohne Vorgaben oder Leitlinien irgendeiner Instanz abzuwarten – informelle Beziehungen angebahnt haben, um für beide Seiten akzeptable wissenschaftlich-technische Lösungen „auszuhandeln“. Daß eine Kooperation von Vertretern beider Seiten erfolgreich sein kann, können ja zunächst nur die Akteure vermuten, bevor eine Strategien bildende und durchsetzende Instanz dies voraussehen kann.

Von „Aushandlungsprozessen“ zu reden, ist insofern recht treffend, als damit ausgedrückt wird, daß in einem Netzwerk typischerweise die Beziehungen zwischen den Akteursgruppen von keiner Seite dominiert werden. Keine Gruppe kann als Instanz auftreten, die funktionale Anforderungen zur Strukturierung der Entwicklungsrichtung geltend machen könnte. Nach Maßgabe des traditionellen linearen Modells, in dem wissenschaftliche Erkenntnis, Innovation und Verbreitung als nacheinander folgende Stufen betrachtet werden, so daß technisch-technologisches Wissen nichts weiter als angewandtes wissenschaftliches Wissen wäre<sup>10</sup>, müßte angenommen werden, daß von den Anwendern als dem letzten Glied in der Kette die Resultate der Wissenschaft einfach übernommen würden. Im Verständnis der Technik- und Technologieentwicklung als eines sozialen Prozesses – was ja die Konsequenz einschließt, daß der Wandel der Struktur der sozialen Beziehungen zwischen den Akteuren die Genese der jeweiligen innovativen wissenschaftlich-technischen Lösung ausmacht – sind jedoch die Bedürfnisse, die Erfahrungen der Anwender und Nutzer von Erfindungen konstitutiv für die Formung und Ausprägung der Innovation.<sup>11</sup> Sie passen sich nicht einfach wissenschaftlich-technischen Neuerungen an, sondern sie bestimmen mit, woran sie sich dann anpassen. Das heißt, daß die Innovationen mit den gegebenen Produktionsausrüstungen vereinbar sein müssen und Stabilität bzw. Kontinuität der Produktion nicht in Frage stellen dürfen. Daß die im Kontext der Anwendung wirksamen Faktoren auch in der Entwicklung der Technologie zur Wirkung

10 Vgl. W.E. Bijker: Sociohistorical Technology Studies. In: Sh. Jasanoff et al. (Hg.), *Handbook of Science and Technology Studies*. Thousand Oaks – London – New Delhi 1994. S. 240.

11 Vgl. H. Mackay/ G. Gillespie, a.a.O., S. 694 ff.; G.L. Downey/ J.C. Lucena: *Engineering Studies*. In: Sh. Jasanoff et al., a.a.O., S. 169 ff.

kommen, läßt es nicht zu, Innovations- und Diffusionsprozeß als separate Vorgänge zu verstehen.<sup>12</sup> Aber auch umgekehrt besteht keine Folgebeziehung: Wissenschaftler geben im Zusammenwirken mit potentiellen Anwendern ihre wissenschaftlichen Anliegen nicht auf, indem sie sich Anwenderbedürfnissen einfach unterordnen würden. Die Lösung der Probleme, die sich ihnen bei der Anwendung ihrer Entdeckungen und (experimentiertechnischen) Erfindungen stellen, sind für sie primär als Herausforderung für die Lösung wissenschaftlicher Grundlagenprobleme von Interesse. Wir wollen dies an einigen Beispielen verdeutlichen.

## 2. Fallbeispiele zu Innovationsprozessen

### *Zur Geschichte von Generator und Elektromotor*

Die Faradayschen experimentiertechnischen Neuerungen sollten allein dazu dienen, den Zusammenhang zwischen Magnetismus und Elektrizität aufzudecken.<sup>13</sup> Faraday hatte dabei gar nicht im Auge, daß seine Neuerungen als Vorlagen für die Konstruktion von Elektromotor und Generator dienen könnten. Er verwandte zum einen einen Rotationsapparat zur kontinuierlichen Stromerzeugung, zum anderen ein Gerät zum Nachweis der Rotation eines Stromleiters um einen Magneten.<sup>14</sup> Diese Techniken erhielten aber erst später die Bedeutung eines Vorfahren des Generators bzw. die eines Elektromotors.

Von besonderem Interesse ist im Rahmen unseres Themas der Umstand, daß die Faradayschen Erfindungen bereits zu einem Zeitpunkt von Praktikern, Ingenieuren und Technikern aufgegriffen wurden, als allgemein anerkannte Theorien zum Verständnis der ihrer Funktionsweise zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten noch gar nicht verfügbar waren. Die Entdeckung der elektromagnetischen Induktion begann bereits eine praktische Rolle zu spielen, als das theoretische Konzept,

12 ...through the process of building a configuration equal to coping with local exigencies certain local contingencies may literally be reified – i.e., translated into artefactual form, and crystallized as a distinct technological component from out of a fluid mixture of social, organizational and other technological and non-technological contingencies“. J.Fleck : Configurations: Crystallising Contingency. Edinburgh 1992. S.24 (Edinburgh PICT Working Paper No.40).

13 Vgl. E.Sittauer : James Watt, in: Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner. Bd. 53. Leipzig 1981. S.85. Faraday selbst verspürte, so Bernal, „wenig Neigung, sich der praktischen Anwendung seiner Entdeckung zu widmen. Das lag nicht etwa daran, daß er weltfremd gewesen wäre. Er wußte aus eigener Erfahrung genug über Wirtschaft und Staat, um die Zeit und die Mühe ermessen zu können, die es ihn gekostet hätte, irgendeine seiner Ideen so weit zu entwickeln, daß sie gewinnbringend angewandt werden konnte.“ J.D.Bernal: Die Wissenschaft in der Geschichte. Berlin 1961. S.436.

14 Vgl. M.Faraday: Experimentaluntersuchungen über Elektrizität, in: Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr.81 (Hg.: A. J. v. Oettingen). Leipzig 1920. S.40.

das Faraday mit den Ergebnissen seiner Versuche verknüpft hatte (seine „Kraftlinienidee“<sup>15</sup>), noch gar keine weitgehende Akzeptanz fand<sup>16</sup> und es noch eine konträre Auffassung zu diesem Verständnis der Erscheinung gab, die vor allem von Weber repräsentierte Theorie der „Fernwirkung“.<sup>17</sup> 1855 begann Maxwell Arbeiten, die den Faradayschen Vorstellungen eine mathematische Form geben sollten. Ihm gelang es, die elektrodynamischen Erscheinungen in wenigen Differentialgleichungen zu erfassen. Aber auch in dieser Form setzte sich das Konzept (die „Feldtheorie“) nicht sogleich durch. Maxwell konnte nur wenige Anhänger für dieses Modell gewinnen. Es bestand eine ernsthafte Gegnerschaft<sup>18</sup>, die auch von engen Freunden Maxwells geteilt wurde, beispielsweise von den Physikern Thomson (dem späteren Lord Kelvin) und Stokes.<sup>19</sup>

Die Faradayschen experimentiertechnischen Erfindungen wurden also von einzelnen an praktischen Belangen Interessierten zu einer Zeit als Vorlage für die Konstruktion einer neuen Technik verwendet, der magnetelektrischen Maschine, als die Elektrophysik noch gar nicht in der Lage war, die Richtung der weiteren Entwicklung der Maschine theoretisch zu orientieren.<sup>20</sup> Die Auseinandersetzung

- 15 Mit der Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch ein sich veränderndes Magnetfeld hatte Faraday die Idee verbunden, daß sich durch jedes magnetische Feld von Pol zu Pol sogenannte „Kraftlinien“ spannten. Die Kraft zwischen dem Südpol eines Magneten und dem Nordpol eines anderen wirke nicht wie eine Fernkraft durch den Raum hin, sondern sie wandere längs der Linien von einem Magneten zum nächsten Teilchen des Zwischenmediums, von da zum darauffolgenden, schließlich vom letzten Zwischenteilchen bis zum anderen Magneten. Die Anziehungs- oder Abstoßungskraft längs dieser Linien bewirke, daß das Zwischenmedium unter magnetischem Druck oder Zug (eben unter einer Spannkraft) stehe.
- 16 Diese „Faradays Zeitgenossen höchst unsympathische ... Kraftlinienidee“, so Helmholtz, blieb bis etwa 1850 nahezu unbeachtet. H.v.Helmholtz: Vorträge und Reden. Bd II. Braunschweig 1903 (zit nach: W.Schütz: Michael Faraday. In: Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner. Bd.5 (Hg.: D.Goetz et al.). Leipzig 1982. S.53). Sie sei, wie Kusnezov feststellt, „durchaus keine eindeutige und positive physikalische Konzeption“, kein „konkretes physikalisches Schema der Magnetkräfte...“ gewesen. B. G. Kusnezov: Einstein. Leben – Tod – Unsterblichkeit (in deutscher Sprache herausgegeben von E.Fuchs). Berlin 1979. S.342.
- 17 Der „Kraftlinientheorie“ stand seinerzeit die Theorie der „Fernwirkung“ gegenüber. Diesem Konzept zufolge sollten die elektrischen Erscheinungen durch unmittelbare und augenblickliche, eines Zwischenmediums nicht bedürftige Wirkung über die Entfernung erklärt werden können. Einer der wichtigen Vertreter dieser Auffassung war W.Weber. Ihm war die Entdeckung gelungen, daß sich die Elektrizität mit derselben Geschwindigkeit längs eines Drahtes fortpflanzt wie das Licht durch den „Äther“.
- 18 Vgl. E.Larsen: Cavendish Laboratory. London 1962. S.141 (Hinweis aus: V. P.Karcev: Die Eröffnung des Cavendish-Laboratoriums und die ersten Jahre der physikalischen Cavendish-Schule. In: S. R.Mikulinskij et al. (Hg.), Wissenschaftliche Schulen, Bd.2. Berlin 1979. S.25).
- 19 Hinweis aus: V. P.Karcev, a.a.O., S. 21.
- 20 Clausius zufolge war die magnetelektrische Maschine wie einst die Dampfmaschine der theore-



gen, die in dieser Disziplin zwischen den Proponenten der Faraday-Maxwellschen (Feld- bzw. Nahwirkungs-) und der Fernwirkungstheorie geführt wurden, dauerten bis in die 80er Jahre des 19. Jahrhunderts an. Daß sich letztlich die erstgenannte Theorie durchsetzte, läßt sich nicht so verstehen, daß sie von vornherein und in ihrer originären Form richtig und die konkurrierende Theorie falsch gewesen wäre. Wie Karcev darlegt, wurde seinerzeit keine einzige Tatsache ermittelt, die allein die Feldtheorie bestätigt und sich nicht in den Rahmen der mit ihr konkurrierenden Theorie eingepaßt hätte.<sup>21</sup> In beiden Konzeptionen gab es aber auch eine Reihe von Ausdrücken zu allein behaupteten, noch nicht beobachteten Phänomenen, in der Maxwellschen Theorie beispielsweise den „Strahlungsdruck“, die „elektromagnetischen Wellen“ usw. Um in der Auseinandersetzung erfolgreich zu sein, konnte es deshalb zunächst nur um die empirische Belegung hypothetisch angenommener Erscheinungen gehen. Maxwell beispielsweise beauftragte damit einige seiner Schüler (W. N. Shaw, G. Chrystal u. a.), wobei die in Angriff genommenen Arbeiten nicht mehr allein wissenschaftsintern aufgekommene, sondern auch technische Probleme betrafen.<sup>22</sup>

Arbeiten zur Geschichte der Elektrotechnik vermitteln die Einsicht, daß sich die Faradayschen experimentiertechnischen Erfindungen deshalb als Modell zur Entwicklung neuer Techniken eigneten, weil es gelang, sie mit einer ganzen Anzahl praxisdienlicher technischer Lösungen zu verbinden, die aus weitgehend voneinander unabhängigen, teilweise parallel verlaufenden Entwicklungen hervorgegangen waren.<sup>23</sup> Erst dadurch ließen sich die Faradayschen Erfindungen praxiswirksam machen, beispielsweise für die Galvanisierung, für die elektrolytische Abschei-

tischen Behandlung vorausgeeilt. R. Clausius: Zur Theorie der dynamoelektrischen Maschinen. In: Annalen der Physik und Chemie (Göttingen). Neue Folge (1983) 20. S. 353. Die Dampfmaschine war bereits vor der Entwicklung der Wärmetheorie praxiswirksam geworden.

21 V. P. Karcev, a. a. O., S. 21; vgl. auch J. D. Bernal, a. a. O., S. 436.

22 Beispielsweise Arbeiten zur Festlegung des Eichmaßes für den elektrischen Widerstand, wonach die Industrie verlangte; andere Arbeiten betrafen Schiffsmodelle, meteorologische Fragestellungen u. a. m. (vgl. V. P. Karcev, a. a. O., S. 25 ff.).

23 Vgl. R. Sroczyński: Zur psychologischen Abneigung gegenüber neuen wissenschaftlichen Theorien – dargestellt am Beispiel Magnetismus und Elektrizität. In: Philosophische und historische Fragen der technischen Wissenschaften. Vorträge im Rahmen der Festwoche zur 150-Jahr-Feier der TU Dresden. Bd. IV. Dresden 1978; G. S. Gudoznik: Wissenschaftlich-technischer Fortschritt. Wesen, grundlegende Tendenzen. Berlin 1974. S. 84 f.; W. Schreier: Zur Vorgeschichte und Herausbildung der wissenschaftlichen Elektrotechnik. In: Rostocker Wissenschaftshistorische Manuskripte (Rostock). (1978) 2; H. Kant: Zu einigen Aktivitäten von Physikern im Berliner Elektrotechnischen Verein 1880 und 1890. In: Kolloquien. Schriftenreihe des Instituts für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR (Berlin). (1981) 22. S. 59–64 (Manuskriptdruck).

dung von Metallen und schließlich für den Antrieb von Werkzeugmaschinen. Dabei können für das Interesse von Konstrukteuren, Technikern oder Ingenieuren an der Entwicklung von Prototypen der neuen Technik ökonomische Kriterien nicht sogleich von ausschlaggebender Bedeutung gewesen sein: Der durch Anwendung der elektromagnetischen Induktion produzierte Strom hatte zunächst eine geringere praktische Bedeutung als die des Batteriestroms. Erst die von Pixii, einem Konstrukteur für physikalische Geräte, gebaute kleine elektromagnetische Maschine ließ auf eine Umkehrung dieses Leistungsverhältnisses hoffen. Er fand eine Lösung, um die ständige Stromrichtungsänderung zu beseitigen, worauf es praktisch ankam: Bogenlampen brennen am hellsten bei Gleichstrom. Für Kraftzwecke kam ebenfalls nur ein Gleichstrommotor in Frage.<sup>24</sup>

In den gerätetechnischen Erfindungen Faradays war also nicht schon ein neues Effektivitätspotential vorgeprägt, das man nun zielstrebig durch weitere Vervollkommnung dieser Erfindungen aktualisiert hätte. So wie sie beschaffen waren, waren sie hinreichend geeignet, wissenschaftliche Erkenntnisansprüche zu untermauern. Dazu war es nicht erforderlich gewesen, sich noch weitere technische Lösungen (zum Beispiel Ringankerkonstruktion und magnetische Magazine) auszudenken, von denen aber eine wirtschaftliche Anwendung der Innovation abhängig war. Ein neues Effektivitätspotential entstand erst in dem Umfange, wie es gelang, solche Konstruktionen wie den Ringanker, den Elektromagneten u.a.m. mit den Faradayschen Erfindungen zu verknüpfen.<sup>25</sup> Daß das geschah, war aber nicht in den experimentiertechnischen Neuerungen selbst begründet. Daß sie später eine die Produktionsbedingungen revolutionierende Rolle spielten, war nicht ursächlich mit der originären Bedeutung dieser verknüpft. Ausschlaggebend

24 Erst ab 1887, als die Dreiphasenstrom-Schaltung erfunden worden war, ließ sich auch der Wechselstrom für motorische Aufgaben verwerten.

25 Die ersten Versuche, den durch den Dauermagneten erzeugten Fluß auszubeuten, waren dadurch in ihrem Erfolg eingeschränkt, daß Kohlestahl mit niedrigen magnetischen Werten verwandt wurde. So blieb die Motorleistung verhältnismäßig gering. Erst als Stöhrer 1844 die magnetischen Magazine entwickelte (Gruppen von drei, vier Magneten und vergrößerte Spulenzahl), ließ sich der Generator zur Stromerzeugung für Bogenlampen verwenden. Allerdings konnte mit dieser Lösung noch kein wirtschaftlich verwendbarer Elektromotor konstruiert werden, der mit der Dampfmaschine hätte erfolgreich konkurrieren können. Die Lage veränderte sich, als anstelle von Dauermagneten Elektromagnete verwandt wurden. Grundlagen dafür waren von Sturgeon und Brewster geschaffen und 1831 von Moll und Henry unabhängig voneinander weiter vorangetrieben worden. Wichtig waren auch die Ringankerkonstruktion (wodurch das Prinzip der Pendelbewegung des Leiters im Magnetfeld durch das Rotationsprinzip abgelöst werden konnte), die Transformatoren zur Erzeugung von Wechsel- oder Drehstrom (Gleichstrom wird durch den Widerstand der Leitungswege sehr geschwächt) sowie Generatoren mit Selbsterregung, so daß Elektromagneten nicht mehr von einer gesonderten Stromquelle abhängig waren.

waren dafür vielmehr Entwicklungen in der Produktion, Entwicklungen, die Bedürfnisse nach Erneuerungen von Produktionsbedingungen erzeugten, vor allem das Bedürfnis nach einem Mittel zur effektiveren Übertragung von Kraft auf Arbeitsmaschinen, als dies mittels Dampfmaschine und Transmissionsmechanismus möglich war. Dieses System war mit der weiteren Vervollkommnung der Fließproduktion und dem daraus erwachsenen Erfordernis, auch die Hilfsoperationen zu mechanisieren (zum Beispiel Werkzeugeinstellung), zu einem Hemmnis geworden.

Der Bedarf nach effektiveren Antriebssystemen war nicht im Wissen um die Möglichkeit der Entwicklung produktiv verwendbarer Elektromotoren entstanden, zumal außer den Faradayschen Erfindungen ja noch andere Möglichkeiten denkbar waren (Dampfturbinen und Verbrennungsmotoren). Er war allein in Veränderungen des Produktionsprozesses begründet, die zur gegebenen Form des Maschinensystems in Widerspruch gerieten. Daß sich auch mit Hilfe der besten Dampfmaschine nicht mehr als ein Zehntel der in der Kohle enthaltenen Wärmemenge verwerten ließ, wurde fühlbar, als mit der Ausführung weiterer Operationen bzw. der Zergliederung der Operationen im Produktionsprozeß die Anforderungen an das Antriebssystem stiegen. Akut wurde dieses Problem in kleineren Betrieben. Die Dampfmaschine benötigte nämlich um so mehr Brennstoff pro PS-Stunde, je kleiner sie war. So konnten die großen Dampfmaschinen der Großindustrie billiger arbeiten als ihre kleinen Schwestern in den kleineren Unternehmen. Von daher entstanden Bedürfnisse nach kleineren stationären Energiequellen.

Wie das Beispiel zeigt, wurde der Innovationsprozeß nicht durch systematische Anwendung wissenschaftlicher Theorien eingeleitet. Die Herstellung der Prototypen war noch weitgehend vom Erfahrungsschatz der Ingenieure und Techniker bestimmt. Ebenso war für die Elektrophysik die Entwicklung der Elektrotechnik nicht sogleich von großem Interesse gewesen. Erst in den 70er Jahren des verflorenen Jahrhunderts kam es dazu, daß sich Elektrophysiker mit elektrotechnischen und Elektrotechniker mit elektrophysikalischen Fragestellungen befaßten: So betrieb der Physiker Frölich, der bei Siemens und Halske angestellt war, zur Ausarbeitung einer „Theorie der Dynamomaschinen“ Untersuchungen auf der Grundlage der Fernwirkungselektrodynamik und der magnetischen Potentialtheorie. Diese Untersuchungen wurden dann von Clausius erweitert. Es stellte sich aber heraus, daß auf dieser Basis keine Vorausberechnungen möglich waren. Die Lage veränderte sich, als sich Physiker und Techniker fanden, die sich an den Maxwell'schen Annahmen orientierten (Rowland und Bosanquet, Siemens und Kapp). Die von ihnen entwickelten Ansätze waren aber noch unzureichend. Hopkinson, einem Physiker, gelang schließlich der Durchbruch, weil er die Feldtheorie „nicht

formal auf elektrotechnische Probleme anwandte, sondern dafür zielgerichtet aufbereitete“.<sup>26</sup>

Die Physiker wandten sich dieser Aufgabe zu einer Zeit zu, als in der Industrie mit der Konstruktion und dem Bau immer größerer Maschinen ein Punkt erreicht war, von dem aus die Anwendung der Physik unumgänglich wurde. Man war nur in der Lage, die Betriebsfähigkeit einzelner Maschinen zu erklären. Der Bau magnetelektrischer Maschinen war noch weitgehend empirisch (wie oben dargelegt, der Theorieentwicklung vorausseilend) begründet. Schrittmacher in der Entwicklung der Elektrotechnik waren vor allem Mechaniker, Techniker und Maschinenbauer und nur vereinzelt Physiker gewesen. So läßt sich denken, daß mit dem Bau größerer Maschinen die Verwurzelung der Maschinenkonstruktion im empirischen Können von Vertretern genannter Professionen eine Fessel für die weitere Entwicklung der Innovation und für deren Verbreitung wurde, wodurch ja auch erst Widerstände gegen den Einsatz des Elektromotors seitens der Industrie überwunden werden konnten.<sup>27</sup> Es bedurfte allgemeiner Konstruktionsregeln, um die Abhängigkeit der Konstruktion vom individuellen Geschick und dem stillschweigenden Wissen der Konstrukteure und Maschinenbauer zu verringern, die einer Normierung des Anwendungskontextes im Wege war. Unter dem Druck dieser Situation müssen solche Techniker und Ingenieure begünstigt worden sein, die im Unterschied zu anderen an Grundlagenkenntnissen der Physik interessiert waren und es vermochten, aufkommende technisch-technologische Probleme (wie beispielsweise das Problem der magnetischen Durchflutung in Generator und Elektromotor, das sich im überkommenen Rahmen nicht bewältigen ließ) in Fragestellungen der Elektrophysik abzubilden. Weil nun aber der Elektrophysik nicht umstandslos eine Lösung technisch-technologischer Probleme entnommen werden konnte, war es ganz zwingend, daß eine Lösung nur in direktem Kontakt zu Vertretern der Elektrophysik gesucht werden konnte.

26 W.Schreier: Magnetischer Kreis und Dynamokonstruktion – ein Initialproblem zwischen Elektrophysik und Elektrotechnik. In: Kolloquien. Schriftenreihe des Instituts für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR (Berlin). (1981)22 . S.56 (Manuskriptdruck).

27 „Hemmend auf den Einsatz des Elektromotors wirkte sich ... aus, daß die Eigentümer von Maschinenfabriken ... trotz der bestehenden Widersprüche im Fabriksystem eine abwartende Haltung einnahmen, weil die beginnende Elektrifizierung den totalen historisch-moralischen Verschleiß ihrer Anlagen bedeutete und erhebliche Kapitalinvestitionen notwendig waren, um die neuen Formen der elektrifizierten Fertigung einzuführen. Aus diesen Gründen behauptete sich der Transmissionsmechanismus mit Elektroantrieb noch bis in die 20er Jahre des 20. Jahrhunderts hinein.“ E.Mottek/W.Becker/A.Schröter: Wirtschaftsgeschichte Deutschlands. Ein Grundriß. Bd.3. Berlin 1974. S.34.

Was die Physiker anbetrifft, so bot sich ihnen mit der dynamo-elektrischen Maschine ein Bereich an, worin die theoretischen Gegensätze weiter ausgetragen und die Positionen getestet werden konnten. Für die Funktionsweise und die Komplikationen jener Maschinen konnte ja keines der Konzepte, eben weil sie sich unabhängig von der Frühgeschichte dieser Maschine entwickelt hatten, bereits gültige Erklärungen parat haben. Das heißt, ohne einen praktischen Umgang mit ihnen konnte dieser Herausforderung nicht entsprochen werden. Wenn es sich nun aber bei der Technik um eine solche handelt, deren Betriebsfähigkeit und praktische Beherrschung noch gar nicht vom Können derer abtrennbar ist, die sie entwickelt haben und die sie an den Bestimmungsorten montieren, dann sind die Wissenschaftler auf unmittelbare Interaktion mit ihnen angewiesen.

Es liegt in der Logik bisheriger Darlegung, daß die Wissenschaftler vorzugsweise an solchen Partnern interessiert sind, die sich auch für ihre Disziplin interessieren. Daß sich solche Partner finden lassen, steht in einem Zusammenhang damit, daß der Innovationsprozeß bereits bis zu einem Punkt gediehen ist, von dem ab die weitere Entwicklung und Verbreitung der Neuerung – hier geht es um den Übergang von Prototypen zu Standardlösungen – die Anwendung von Theorien erheischt. Dieser Prozeß erzeugt Problemstellungen, die Techniker und Ingenieure veranlassen können, Kontakte zu Wissenschaftlern zu suchen. Mit höherem Anspruch an die Genauigkeit der Abmessungen der Teile und die Betriebssicherheit der Technik genügt auch die Empirie nicht mehr für die Herstellung. Sie läßt keine Massenfertigung dieser Techniken mit genau reproduzierbaren Eigenschaften zu. Die Techniken können in ihren Abmessungen nicht so exakt dimensioniert werden, wie es den besonderen Bedingungen verschiedener möglicher Bestimmungsorte gemäß wäre. Solange dies der Fall ist, kann sich das Neue noch nicht vollends durchsetzen. Eine systematische Anwendung von Theorien, die darauf orientieren, durch Variation bestimmter Einflußgrößen und Stabilisierung anderer optimale Lösungen zu selektieren<sup>28</sup>, wird unumgänglich, weil der Erfolg auf Seiten der Erstanwender nur unter den vor Ort gegebenen besonderen Bedingungen gelingen und deshalb die Neuerung nicht auf andere Betriebe ohne weiteres übertragbar ist. Wenn der Herstellungsvorgang noch nicht als Schema fixiert ist und sich der Anwendungskontext noch nicht normieren läßt, dann ist die Einführung der Neuerung langwierig und waghalsig. Durch immer weiteren Gewinn empirischer Erfahrungen mit Prototypen neuer Techniken ist kaum ein Wissensniveau erreichbar, auf dem alle bei der Anwendung der Innovation aufkommenden Probleme

28 Vgl. G.Böhme/W.van den Daele/W.Krohn: The ‚Scientification‘ of Technology. In: W.Krohn/E. T. Leyton jr./ P.Weingart (Hg.), *The Dynamics of Science and Technology*. Dordrecht – Boston 1978. S.240 f.

prinzipiell lösbar wären. Zu deren Lösung müssen das theoretische Optimum bestimmt und die Faktoren erklärt werden, die ihm entgegenstehen.

Das geschilderte Beispiel macht deutlich, daß das wechselseitige Interesse von Physikern und Technikern an Beziehungen zueinander keinesfalls bedeutete, daß eine der Seiten fachgebietsbestimmte Ziele aufgeben bzw. daß man sich zuvor erst auf ein einheitliches Ziel verständigen mußte. So nahm das physikalische Universitätsinstitut in Berlin seinerzeit viele Anregungen aus der elektrotechnischen Praxis auf, verfuhr dabei aber grundlagenorientiert. Helmholtz' Interesse an Elektrotechnik beispielsweise blieb auf sein Anliegen bezogen, grundsätzliche theoretische und methodische Fragen der Physik zu lösen.<sup>29</sup> Hingegen befragten hervorragende Techniker wie Siemens, der Begründer eines der größten Elektrounternehmen, die Naturwissenschaften vornehmlich zum Zwecke der Lösung technischer Probleme. Er sah seinen unternehmerischen Erfolg in der Nutzung von Möglichkeiten verwurzelt, technische mit wissenschaftlichen Fragestellungen zu verknüpfen. Seine wissenschaftlichen Aufgaben hätten sich, wie er darlegt, aus seiner Berufstätigkeit ergeben, „indem die Ausfüllung wissenschaftlicher Lücken, auf die ich stieß, sich als technisches Bedürfnis erwies.“<sup>30</sup>

Der am Fallbeispiel erörterte Prozeß wurde, wie sich gezeigt hat, nicht erst durch eine übergreifende Zielstellung ermöglicht, der alle potentiellen Akteure verpflichtet gewesen wären, so daß man ein Netzwerk von Beziehungen zwischen ihnen planmäßig hätte organisieren können.<sup>31</sup> Initiativen für eine Institutionalisierung der Zusammenarbeit kamen erst im späten 19. Jahrhundert auf.<sup>32</sup> Diesem Institu-

29 Vgl. F.Herneck: Abenteuer der Erkenntnis. Fünf Naturforscher aus drei Epochen. Berlin 1973. S.107.

30 W.v.Siemens: Antrittsrede in der physikalisch-mathematischen Klasse der Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, in: Wissenschaftliche und technische Arbeiten. Bd.1. Berlin 1889. S.219.

31 Bei der Einführung von Innovationen lassen sich nicht Entscheidungen fällen, in denen alle Zieldivergenzen von vornherein aufgehoben und in denen die verschiedenen Anliegen zu einem einheitlichen Ziel simultan zusammengeführt werden könnten. Vgl. E.Witte: Realtheorie der wirtschaftlichen Entscheidungen. In: Ch. Schneider (Hg.), Forschung in der Bundesrepublik Deutschland. Beispiele, Kritik, Vorschläge. Weinheim 1983. S.236 ff.

32 1879 wurde der Elektrotechnische Verein gegründet, dem nicht nur Techniker, sondern auch Physiker angehörten. Sehr viele Vereinsmitglieder waren zugleich Mitglieder der Physikalischen Gesellschaft. 1883 wurde an der Technischen Hochschule Charlottenburg ein Lehrstuhl für Elektrotechnik eingerichtet. 1884 wurde bei Siemens und Halske ein Industrielabor eingerichtet. Und in diesem Zeitraum erschien erstmalig eine elektrotechnische Zeitschrift. Vgl. H.Kant, a.a.O.; H.Kant/D.Hoffmann: Die Physik in Berlin von der Universitätsgründung bis zur Jahrhundertwende – Insitutionalisierung, Hauptarbeitsgebiete, Wechselwirkungen mit der Industrie. In: Kolloquien. Schriftenreihe des Instituts für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR (Berlin). (1981)24 (Manuskript-

tionalisierungsprozeß war die Entwicklung eines Netzwerkes von zunächst informellen, irregulären Beziehungen vorausgegangen, und man kann sich denken, daß Bedürfnisse nach Institutionalisierung daraus hervorgegangen waren, daß mit Vergrößerung des Netzwerkes eine geordnete Regulation der Zusammenarbeit erforderlich wurde, Konsistenzzwänge und ein Druck auf Dokumentation der Tätigkeiten aufkamen, Gründe, die eine Institutionalisierung nahelegten.

Böhme et al. meinen, daß es eine Besonderheit des 19. Jahrhunderts sei, daß die Beziehungen zwischen Wissenschaftsentwicklung und Wandlungen in der Produktion noch unsystematisch gewesen seien und abhängig von „kontingenten Faktoren ... , wie persönliche Verbindungen zwischen Wissenschaftlern und technischen Praktikern, von technisch-ökonomischen Interessen einzelner Wissenschaftler, von der zufälligen wissenschaftlichen Ausbildung von Technikern.“ Das Unsystematische gelte sowohl für die „Übersetzung wissenschaftlicher Angebote in neue Technologien wie auch für die Nachfrage nach wissenschaftlicher Lösung bestehender technischer Probleme.“<sup>33</sup> Dagegen läßt sich einwenden, daß mit der Annahme einer von vornherein gegebenen systematischen Beziehung zwischen Wissenschaftsentwicklung und Wandlungen in der Produktionstechnik, wodurch sich Prozesse im 20. Jahrhundert auszeichnen sollen, ein Ableitungszusammenhang zwischen beiden Seiten unterstellt werden müßte. Unseren Einwand wollen wir im folgenden mit der Präsentation von Beispielen aus der jüngeren Geschichte untermauern.

### *Ein Blick auf die Geschichte des Halbleiters*

Der Halbleiter wurde bereits zu einer Zeit angewandt, als ein ausgearbeitetes Verständnis der Vorgänge in festen Körpern noch gar nicht vorlag. Eine bis in die atomare Dimension reichende Beherrschung fester Körper wurde erst mit der weiteren Entwicklung der Halbleitertechnik (zum Beispiel für die Verwendung von Halbleiter-Schaltkreisen) erforderlich.<sup>34</sup> Die Halbleiterfertigung wurde anfangs von Ingenieurkunst und empirischen Erfahrungen bestimmt. Noch Ende der 50er Jahre beschrieb Möglich die Halbleiterkonstruktion wie folgt: „Zuweilen erinnern die in der Halbleitertechnik angewandten Methoden an Vorgänge in Alchimistenküchen ... Im Gegensatz zu der noch bestehenden Unsicherheit im theoretisch-wissenschaftlichen Urteil steht die erstaunliche technologische Leistung auf dem Gebiet der Halbleiter ... Während es technisch möglich ist, geradezu an Wunder grenzende Ergebnisse auf dem Gebiet der Halbleiter hervorzubringen, müssen wir

druck).

33 G.Böhme et al.: Die Verwissenschaftlichung von Technik, a.a.O., S.59.

34 Vgl. H.-J. Queisser: Festkörperforschung. In: Chr.Schneider (Hg.), a.a.O., S.577.

häufig mit den Achseln zucken, wenn wir uns wissenschaftlich Rechenschaft geben wollen über die dem fraglichen Phänomen zugrunde liegenden physikalischen Vorgänge.“<sup>35</sup> Der „Transfer des Transistors aus den Labors in die Fabriken“ löste aber einen machtvollen „Impuls für die Halbleiterphysik ...“ aus, so der Physiker Vul auf einer wissenschaftlichen Tagung in Jahre 1968.<sup>36</sup>

Die originären Anliegen der Ingenieure und Techniker orientierten gar nicht auf eine Revolutionierung der Technik, es ging letztlich um die Bewältigung von Problemen, die aus den gegebenen technisch-technologischen Bedingungen resultierten. Die Bell Company, in deren Labors der Transistor geboren wurde, war nicht „prepared to give the new technology a cordial reception ... Bell's own main concern was with cost reduction and not with product innovation“, so E. Braun und MacDonald, und sie fahren fort, daß die Entdeckung von Brattain und Bardeen zunächst auch nur als ein größerer Schritt im schon laufenden Prozeß der Miniaturisierung des Formats der elektronischen Bauelemente gesehen wurde, um dadurch die Zuverlässigkeit der Vakuumröhren zu erhöhen.<sup>37</sup>

Aber auch auf Seiten der Wissenschaftler hatte man ursprünglich gar keine Innovation ins Auge gefaßt. Die Physiker Brattain und Bardeen hatten mit ihrer Entdeckung allein wissenschaftliche Ziele verknüpft und zunächst an einen praktischen Zweck kaum gedacht. Sie zielten nicht darauf ab, die Elektronenröhre in der Industrie zu verdrängen. Sie gehörten einer Gruppe an, die von den Forschungsdirektoren der Laboratorien geschaffen worden war, um Arbeiten zur Entwicklung eines Verständnisses der Grundlagen der Festkörperphysik zu fördern. Bardeen und Brattain befaßten sich mit Fragen dieser physikalischen Teildisziplin, deren Beantwortung u.a. deshalb notwendig geworden war, weil durch eine Versuchsanordnung Shockleys zur Erforschung des Gleichrichtereffektes des wiederentdeckten Spitzendetektors<sup>38</sup> ein Ergebnis hervorgerufen worden war, das

35 F. Möglich, zit. nach K.Böhme/R.Dörge, *Unsere Welt von morgen*. Berlin 1960, S.157 (ohne Titel- und Quellenangabe).

36 B. M.Vul: *Introductory Report to the IX International Conference on the Physics of Semiconductors. Proceedings (Leningrad)*. 1(1968). S.9 (zit. nach H.Kant: *Der Einfluß gesellschaftlicher Bedürfnisse auf Herausbildung und Entwicklung der modernen Halbleiterphysik*, in: *Rostocker Wissenschaftshistorische Manuskripte (Rostock)*. (1978)2. S.42).

37 E.Braun/S.McDonald: *Revolution in miniature*. Cambridge 1978. S.73, 77 (zit. nach: J.Schopman: *The History of Semiconductor Electronics. A Kuhnian Story?* In: *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie (Dordrecht)*. 12(1981)2. S.297 ff.

38 Es hatte ja bereits früher den Kristalldetektor gegeben, der aber Anfang der zwanziger Jahre aus der Rundfunktechnik von der Röhre verdrängt worden war, weil dessen Wirkungsweise im Unterschied zur Röhre nicht hinreichend theoretisch geklärt werden konnte. Deshalb konnten sie auch nicht in großer Stückzahl mit reproduzierbaren Eigenschaften erzeugt werden. Vgl. A.Wuest: *Radio und Technik*. In: *Jahrbuch der angewandten Naturwissenschaften (Freiburg*



nach den Kriterien der vorausgesetzten Theorie (Randschichttheorie von Schottky) nicht erklärt werden konnte. Man behalf sich mit der Hypothese, daß an einem Halbleiter spezifische Oberflächenzustände vorhanden seien. Untersuchungen an der Grenzfläche zwischen Metallspitzen und reinem Germanium, wodurch diese Annahme geprüft werden sollte, führten dann Bardeen und Brattain auf den Transistor (Halbleiterverstärker), wodurch ein Strom durch einen anderen gesteuert werden konnte.<sup>39</sup>

Daß bei der Entwicklung der Halbleiter anfangs auch nur vereinzelte Beziehungen zwischen Leuten mit reziproken Interessen eine Rolle gespielt haben können, läßt sich schon aus dem Umstand herleiten, daß – wie oben dargestellt – die radikale Neuheit des entdeckten Transistors zunächst weder von den Entdeckern noch von der Bell-Company erkannt worden war.<sup>40</sup> Der Transistor war anfangs von der Gemeinschaft der Ingenieure, die an der Vervollkommnung der Vakuumröhre arbeiteten, abgelehnt worden, was ja auch verständlich ist: Die ersten Transistoren waren viel geräuschvoller als die Vakuumröhren, weniger durch Spannungen belastbar, hatten einen begrenzten Frequenzbereich usw. Es war schwierig, Transistoren für spezifische Anforderungen zu konstruieren oder zwei Transistoren zu fertigen, die den gleichen Anforderungen genügten.<sup>41</sup>

### *Zu Prozessen der Software-Entwicklung*

Auch hier besteht zwischen der Entwicklung wissenschaftlichen und der technisch-technologischen Wissens keine Folgebeziehung.<sup>42</sup> Computerwissenschaft bzw.

i.Br.). 33(1927).

39 Vgl. L.Hartmann-Hoddeson: The Entry of Solids into the Bell Telephone Laboratories 1925 – 40. A Case Study of the Industrial Application of Fundamental Science, in: Minerva (London). 12(1980)3. S.428 ff., 434, 439, 442. f; H.Kant, Der Einfluß gesellschaftlicher Bedürfnisse auf Herausbildung und Entwicklung der modernen Halbleiterphysik, a.a.O., S.37–50.

40 Vgl. J.Schopman, a.a.O., S.297.

41 Vgl.E.Braun/S.McDonald, a.a.O., S.57 f.; J.Schopman, a.a.O., S.298.

42 „Das *kritische Ereignis* für die Entstehung eines neuen Typs von Technologie (der Hochtechnologie, wozu wesentlich Informations- und Kommunikationstechnologien gehören – K.L.) war in meinen Augen die wechselseitige Bezugnahme von zwei unterschiedlichen Forschungskulturen und der sie tragenden Gruppen: die Wissenschaftskultur der Quantenphysik und modernen Mathematik auf der einen Seite und die Ingenieurkultur der Nachrichten- und Fernmeldetechnik auf der anderen Seite. Das darf man nicht als sequentielle Beziehung in dem Sinne verstehen, daß die Nachrichtentechniker die mathematischen Theorien einfach anwandten oder daß die nachrichtentechnischen Probleme die Entwicklung der Mathematik bestimmten. Vielmehr handelte es sich dabei um einen reflexiven Bezug auf das, was in der jeweils anderen Forschungskultur vor sich ging. Entsprechend suchten die Akteure den Kontakt mit anderen Personen und Verfahrensweisen ..., immer jedoch dabei die Ziele der eigenen Forschungskultur verfolgend. Aus der immer dichter werdenden Kooperation, wie sie in industriellen und universitären

Informatik einerseits und die Praxis der Softwareentwicklung in der Industrie und anderen Anwendungsbereichen zeigen zunächst separate Entwicklungslinien und bringen getrennt voneinander Bedingungen für wechselseitige Bezugnahmen hervor: Mit „Software engineering“ verbinden sich zwei Interpretationen. Die eine betont die wissenschaftliche und mathematische Basis der Methodologie dieser Technik und die Notwendigkeit, streng formale Verfahrensweisen anzuwenden; die andere akzentuiert software engineering als eine im wesentlichen praktische Aktivität, die auf die Entwicklung besserer Werkzeuge abzielt, mit denen praktische Probleme in der Realität bewältigt werden können. In etlichen Studien zum Inhalt des knowledge engineering wird hervorgehoben, daß engineering nicht einfach Anwendung von Wissenschaft involviere, um Technologien zu entwickeln, vielmehr habe es einen von (grundlagenorientierter) Wissenschaft unabhängigen Inhalt.<sup>43</sup>

Die formalen Methoden der Software-Spezifikation und -Konstruktion entstanden zuerst auf einem Forschungsgebiet der Mathematik und Computerwissenschaft Mitte der 70er Jahre. Diese Forschungsrichtung wurde anfangs u.a. durch Interessen an bestimmten Fragen der Semiotik und dem Potential für formale Programmverifikation vorangetrieben. Die Methoden bestanden aus formalen Spezifikations-, Konstruktions- und Verifikationstechniken, gegründet auf mathematische Theorien wie die Mengenlehre, Prädikatenlogik, Prozeßalgebra und Aussagenlogik. Die wissenschaftliche community interessiert sich vorzugsweise für den Entwicklungsprozeß selbst und nur sekundär für Software-*Produkte*. In deren Verständnis kann ein neues Software-Produkt nur das Resultat der Anwendung streng formaler Methoden auf Basis einer theoretisch begründeten Software-Konstruktion sein<sup>44</sup>, weil dadurch Willkür und Unsicherheit der Konstruktionspraxis eingeschränkt werden würde. Nach diesem Verständnis kommt es also darauf an, den Entwicklungsprozeß so weit wie möglich zu formalisieren. Die Formalisierung soll die Verifikation erleichtern. Hingegen orientieren sich die Entwickler im Anwendungskontext auf das Endprodukt, wie es von den Nutzern gewünscht wird. Ihnen geht es nicht um formale Verifikationsmaßstäbe. Die Spezifikation muß

Laboratorien dann zunehmend organisiert wurde, ging das gemeinsam geteilte Modell technischer Kommunikation und Kontrolle hervor, das eine neue Generation von Technologien begründete.“ W.Rammert: Von der Kinematik zur Informatik: Konzeptuelle Wurzeln der Hochtechnologien im sozialen Kontext. In: W.Rammert (Hg.), Soziologie und künstliche Intelligenz. Produkte und Probleme einer Hochtechnologie. Frankfurt a.M. – New York 1995. S.101.

43 Vgl. G.L.Downey/ J. C.Lucena: Engineering Studies. In: Sh.Jasanoff et al., a.a.O., S.169.

44 Vgl. S.Harding/ G.N.Gilbert: Negotiating the Take-up of Formal Methods. In: P.Quintas (Hg.), a.a.O., S.89 f.

validiert werden im Hinblick auf die sich entwickelnden Bedürfnisse der Klienten, eine Forderung, deren Erfüllung nicht formalisiert werden kann.<sup>45</sup>

Mit Blick auf die Entwicklung von Software-Systemen stellt Quintas fest: „In most situations ... development requires communication between communities with different backgrounds, knowledge, agenda and power. These interactions span the lifetime of systems ... As is widely acknowledged, there is unlimited scope for misinterpretations and misunderstandings in these ‚cross-cultural‘ interactions“.<sup>46</sup> Wie kommt es nun dazu, daß beide Seiten an einer Zusammenarbeit interessiert sind, wenn sie doch ganz verschiedene Anliegen verfolgen, so daß zunächst eher wechselseitige Vorbehalte aufkommen müssen, die in manchen Studien thematisiert werden? Forsythe erläutert in einem Aufsatz, daß die in den von ihr beobachteten, auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz arbeitenden „knowledge engineers“ zwei Kategorien angehörten, den „neats“ und den „scruffies“: Erstere bevorzugten „an approach characterized by formal logic, quantitative methods and the assumption of perfect certainty, whereas ‚scruffies‘ prefer to rely on heuristics, qualitative methods and reasoning with uncertainty ... Some scruffies express rivalry or antagonism towards neats, criticizing the latter as ‚not doing AI‘; neats, in turn, criticize scruffies as ‚inexact‘ and ‚unscientific“.<sup>47</sup> Angesichts der „kulturellen“ Barrieren zwischen beiden Seiten – Wissenschaftler müssen als solche wissenschaftsinternen Maßstäben und Anwender den Produktionszwecken Genüge tun – und angesichts dessen, daß die Gräben in Neuerungsprozessen *nicht primär* durch irgendwelche Kopplungsmechanismen, Ausbildungsprogramme oder vermittelnde Organe überwunden werden können, kann Technologieentwicklung zunächst nur über *einzelne Personen* stattfinden, die sich von der Majorität dadurch unterscheiden, daß sie als Ingenieure, Techniker, Konstrukteure Neigungen zu Methoden und Verfahren etwa der Computerwissenschaft bzw. als Wissenschaftler Neigungen zu praktischen Problemen der Anwender haben und ihnen zur Bewältigung ihrer jeweils spezifischen Fachprobleme auch nachgehen. Bezugnehmend auf Ergebnisse einer Beobachtung von Forschungs- und Entwicklungsgruppen, die an der Realisierung eines von der britischen Regierung gestützten Projektes (des Alvey-Projektes) zur Förderung der Softwareentwicklung arbeiten, stellt Quintas heraus, daß „the gap between Alvey R&D and conventional main-

45 Vgl. S.Easterbrook: Negotiation and the Role of the Requirements Specification. In: P.Quintas (Hg.), a.a.O., S.147, 153.

46 P.Quintas: Introduction – Living the Lifecycle: Social processes in software and systems development. In: P.Quintas (Hg.), a.a.O., S.2.

47 D. A.Forsythe: Engineering knowledge: The Construction of Knowledge in Artificial Intelligence. In: Social Studies of Science (London et al.). 23(1993). S.455.

stream development“ überbrückt worden sei „by Alvey R&D personnel moving across into business areas“. <sup>48</sup> Davon ausgehend lassen sich dann auch Formen des Zusammenwirkens beider Seiten nicht sogleich installieren, unabhängig von kontingenten Faktoren wie persönlichen Verbindungen zwischen Wissenschaftlern und technischen Praktikern.

Fragen wir zunächst, unter welchen Bedingungen Anwender an der formalen Methodik der Wissenschaftler interessiert sein könnten. Auch auf diesem Gebiet werden neue Lösungen bereits im Vorfeld einer theoretischen Begründung dieser aufgegriffen und zu Prototypen entwickelt. Quintas berichtet, daß von Ergebnissen, die dank des oben schon erwähnten Projekts gewonnen werden konnten, seitens der Nutzer zunächst vor allem neben Wissens- und technischen Fortschritten prototypische tools und Sprachen aufgegriffen wurden (während anderen Ergebnissen Widerstand entgegengebracht wurde). <sup>49</sup> Deren Entwicklung war an lokale Anwendungskontexte gebunden, es ging um die Befriedigung von Bedürfnissen einzelner Nutzer bzw. um die Bewältigung einzelner Aufgaben <sup>50</sup>, wofür formale Mechanismen für einen Technologietransfer nicht nötig sind. „There appeared to be no internal ‚gatekeeper‘ function acting as a conduit for technology transfer“. <sup>51</sup> Umgesetzt bzw. von Entwicklern bei Nutzern ausprobiert werden zunächst „early and practical demonstrations of parts of the system ...“, so Friedman. <sup>52</sup>

Wir folgen hier der Vorstellung eines Phasenschemas, wonach neue Technologien oder Produkte zunächst als „Protoform“ bestehen und getestet werden, woraus die Notwendigkeit kommunikativer Beziehungen zwischen Entwicklern und Anwendern resultiert, weil eine Protoform anfällig für Störungen ist und Nutzer im Umgang mit ihr ungeübt sind. <sup>53</sup> Die Entwicklung der Technik findet hier in einem

48 P.Quintas: Social Dimensions of Software Engineering: The experience of the UK Alvey programme. In: P.Quintas (Hg.), a.a.O., S.82. Vgl. auch S.Harding/ G. N.Gilbert, a.a.O., S.104 ff.

49 P.Quintas, a.a.O., S.71.

50 Vgl. D.Randall/J.Hughes/ D.Shapiro: Systems Development – The Fourth Dimension: Perspectives on the social organization of Work. In: P.Quintas (Hg.), a.a.O., S.198.

51 P.Quintas: Social Dimensions of Software Engineering: The experience of the UK Alvey programme, a.a.O., S.78.

52 A. L.Friedman: The Information Technology Field: An historical analysis. In: P.Quintas (Hg.), a.a.O., S.27.

53 „Prototyping involves producing early working versions (prototypes) of the future application system and experimenting with them. Prototyping provides a communication basis for discussions among all the groups involved in the development process, especially between users and developers.“ R.Budde/K.Kautz/K.Kuhlenkamp/H.Züllighoven: Prototyping. An Approach to Evolutionary System Development. Berlin et al. 1991. S.6 f.

Prozeß des interaktiven Lernens statt, wofür es keine etablierten Strukturen gibt. Die Entwicklung und Anwendung von prototypischen Lösungen und Verfahren im Vorfeld der Ausreifung einer sie fundierenden Theorie – die „In House“-Produktion von Software – resultiert aus Tätigkeiten, in die Werkstattwissen, Erfahrungen, Fertigkeiten eingehen, die noch nicht textsprachlich expliziert sind. Konstruktion und Produktion von Computer-Software bleibt eine sehr arbeitsintensive, von individuellen Konstruktionserfahrungen und experimentellen Fähigkeiten bestimmte Aktivität<sup>54</sup>, was auch zu kritischer Bewertung provoziert hat. „Programmers and analysts have automated many people’s jobs but are remarkably reluctant to automate their own“.<sup>55</sup> Durch quantifizierbare Maßstäbe (etwa die Lines of Code) wird nur ein verhältnismäßig kleiner Ausschnitt aus den Entwicklungsarbeiten erfaßt.<sup>56</sup>

Faktoren, die dann eine Annahme und Verbreitung von neuen Technologien bewirken, resultieren aus dem Bedarf nach Standardisierung. Die Entwicklung von Standards (etwa technische Kompatibilitätsstandards, Datenaustauschformate) nötigt die Produzenten von Software auch zur Anwendung formaler Methoden. Das Interesse daran erwächst aus der Notwendigkeit, die Effizienz der Software-Produktion zu erhöhen, um Nutzerinteressen an der Senkung der Software-Kosten zu genügen. Dies führt zu einer Neigung für strukturierte Methoden und formale Verfahren, um die Entwicklung zu kontrollieren<sup>57</sup>, wozu es direkter Kontakte zu Wissenschaftlern bedarf.

Hingegen resultiert das Interesse von Wissenschaftlern an Kontakten zu Praktikern aus dem Anliegen, gleichsam common sense in Expertenwissen zu verwandeln und den Anteil stillschweigenden Wissens an der Entwicklung und Konstruktion neuer wissenschaftlich-technischer Lösungen zu vermindern.<sup>58</sup> Forsythe berichtet auf Basis der oben schon erwähnten Studien zur Arbeit von mit der Schaffung von „Expertensystemen“ befaßten US-amerikanischen Laboratorien, daß die von ihr beobachteten Wissenschaftler „Wissen“ mit formalem oder kodifiziertem Wissen gleichsetzen, das textsprachlich fixiert werden kann und sich zielgerichtet und methodengeleitet erwerben läßt, wobei Wissenserwerb als Prozeß der Extraktion, Organisation und Strukturierung des Wissens für den Gebrauch

54 Vgl. Chr.Schachtner: Geistmaschine. Faszination und Provokation am Computer. Frankfurt a.M. 1993. S.89 ff.

55 J.Martin: An Information Systems Manifesto. Englewood Cliffs/New Jersey 1984, S.19.

56 Vgl. F.Weltz/R. G.Ortmann, a.a.O., S.112.

57 Vgl. A. L.Friedman: Computer Systems Development. History, organization and implementation. London 1989.

58 Vgl. J.Weher: Wissensrepräsentation: Experten und ihre symbolische Reproduktion. In: W.Rammert (Hg.), a.a.O., S.251 ff.

in wissensbasierten Systemen (bzw. Expertensystemen) gilt. Daß Alltagswissen bzw. stillschweigendes Wissen Einfluß auf Wissenssysteme haben, stellt eine Herausforderung dar, der begegnet werden muß, wenn besagtes Wissensverständnis gelten soll. Dieses Wissen in formales Wissen zu verwandeln, ist folglich ein Testfall für dessen Gültigkeit. Weil nun aber bei der Explizierung stillschweigenden Wissens nicht auf formale Prozeduren zurückgegriffen werden kann, ist zur Bergung solchen Wissens, das formal kodifiziert werden soll, direkte Interaktion mit Trägern dieses Wissens erforderlich.<sup>59</sup> Der Software-Entwickler löst mittels Computertechnologie sinnhafte Bedeutungen aus ihrer naturwüchsigen Bindung an Interaktionskontexte von Anwendungsbereichen heraus und transformiert sie in den Ereignishorizont der „Programmwelt“.<sup>60</sup> Die Erfahrung der Verschiedenheit des Computerprogramms vom realen Prozeß stimuliert ein reflexives Verhältnis zum eigenen Tätigkeitsfeld. „Im Prozeß der Formalisierung entsteht ein neuer, reflexiv-distanzierter Blick auf die eingelebten Handlungsweisen. Unhinterfragte Problemlösungen können im experimentellen Umgang analysiert und neue Vorgehensweisen erprobt werden. Die permanenten Korrektur-, Anpassungs- und Übersetzungsarbeiten lassen eine Informationskompetenz entwickeln, mit der die Leistungen und Grenzen des Computers realistischer gesehen werden können“, wie Paul ausführt.<sup>61</sup>

### *3. Wandlungen der Sozialstruktur in Unternehmen, eine Voraussetzung für Innovationen*

Ein techniksoziologisches Konzept, das lediglich die sozialen Folgen neuer Techniken und Technologien thematisiert, stellt die Annahme einer von vornherein gegebenen Trennung zwischen Technischem und Sozialem nicht in Frage. Es stellt nichts der Vorstellung entgegen, daß der Wandel von Techniken und Technologien gleichsam in einem sozialen Vakuum geschähe und sich selbst generierte.<sup>62</sup> Aber dann läßt sich kein Weg aufzeigen, auf dem sich gegebene technische Bedingungen in einer Weise verändern, daß sie an ganz neue wissenschaftlich-technische Lösun-

59 D. A. Forsythe, a.a.O., S.458 f., 461.

60 G. Paul: Softwareproduktion zwischen System- und Benutzererfordernissen, in: Jahrbuch Sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung 1993. Schwerpunkt: Produktionsarbeit. Berlin 1993. S.197 f.

61 Ebenda.

62 Dann müßte auch angenommen werden, „dieser Prozeß habe dann ‚Auswirkungen‘ außerhalb seiner selbst, die man üblicherweise als ‚soziale Folgen‘ (social impacts) thematisiere.“ L. Hack: Vor Vollendung der Tatsachen. Die Rolle von Wissenschaft und Technologie in der dritten Phase der industriellen Revolution. Frankfurt a.M. 1988. S.180.

gen anschlußfähig sind. Es lassen sich, wenn der Determinationszwang des Technischen auf Produktionsprozesse als unausweichlich betrachtet wird, nur Veränderungen in der Art von Modifikationen oder der Ausreifung des Gegebenen denken. Die Sicherung von Produktionsstabilität und -kontinuität, die Notwendigkeit der Verwertung der vorgeschossenen Produktionsbedingungen wären Gründe dafür, daß radikale Veränderungen nicht eintreten, wenn sich nicht schon die gegebenen technischen Bedingungen ändern würden, bevor sie zum Angriffspunkt für Innovationen werden. Zur Erklärung qualitativer Neuerungen muß auf etwas verwiesen werden können, das die Tradierung von Techniken unterbricht und Bedingungen erzeugt, woran neuartige Technik anschließen kann. Es muß zugleich etwas sein, das auch das Produktionswissen verändert, weil aus überkommenem Wissen ein Wissen zur Beherrschung von etwas Neuartigem nicht extrapolierbar ist.

Das, was wir soeben dargelegt haben, nötigt m.E. zu dem Schluß, daß Vorgänge, die dies bewirken – die Veränderungen der überkommenen technischen Bedingungen in einer Weise, daß an sie Innovationen angeschlossen werden können – , keine allein technischen, sondern soziale Vorgänge sind, in die technische Bedingungen „eingelassen“ sind, Vorgänge, die sich m.E. in wesentlichen Punkten in dem Sinne verstehen lassen, den Marx mit „Entwicklung der gesellschaftlichen Produktivkraft der Arbeit“ meint<sup>63</sup>: Sie ist es, die die Produktionsbedingungen revolutioniert. Sie wirkt der Herrschaft der vergangenen Arbeit über die lebendige entgegen: Expansion des Produktionsapparates in einem Unternehmen und arbeitsteilige Spezialisierung der Produzenten, woraus ein Produktivitätszuwachs unter vorgefundenen technischen Bedingungen resultiert, verändern zugleich die gegebenen Bedingungen: Die Techniken müssen den spezifischen Gebrauchsweisen von Spezialisten angepaßt werden, deren Qualifikation sich durch die Arbeitsteilung ebenfalls verändert. Die gesellschaftliche Produktivkraft der Arbeit entbindet sich über den Formenwechsel, den die kooperative Arbeit in ihrer Entfaltung durchläuft.

Marx bezieht sich auf jene Zeit, in der die Arbeitsmaschine aufkam und sich verbreitete. Bedingungen dafür entstanden mit der räumlichen Konzentration von zuvor selbständig produzierenden Handwerkern aus gleich- oder verschiedenartigen Gewerken, die dem Kommando von Manufakturbesitzern unterworfen waren, in deren Person sich der gesellschaftliche Charakter der Produktion allein verkörperte.<sup>64</sup> Mit weiterer Ausdehnung der Produktion und Vertiefung der Arbeitstei-

63 Karl Marx: Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band, in: MEW, 23. Berlin 1962. 4.Abschnitt.

64 Vgl. K.Marx: Zur Kritik der Politischen Ökonomie (Manuskript 1861–1863). In: MEGA. Zweite Abteilung („Das Kapital“ und Vorarbeiten), Bd.3.1. Berlin 1976. S.285/286.

lung ließ sich aber die Produktion immer weniger auf autoritäre Weise steuern, und es entstanden Bedürfnisse nach technisch-gegenständlicher, sachabhängiger Realisation der Steuerungsaufgaben, wobei natürlich die Mittel dazu nicht aus jenen Geräten entwickelt werden konnten, mit denen die Produzenten arbeiteten, aus Handwerksgeräten, die an die veränderten Gebrauchsweisen von arbeitsteilig spezialisierten Produzenten angepaßt worden waren. Es bedurfte ja solcher Techniken, mit denen Funktionen realisiert werden konnten, die nicht von den spezialisierten Teilproduzenten ausgeübt wurden. Vielmehr ging es um Funktionen zur Regelung ihres kooperativen Zusammenhangs in einer Weise, die die persönlichen Abhängigkeitsverhältnisse (die Unterordnung der Produzenten unter die Kommandogewalt von Unternehmern) in sachliche Abhängigkeitsverhältnisse verwandelte und die sozusagen den persönlichen unkodierten gegen einen unpersönlichen, kodierten Nachrichtenaustausch vertauschte. So wurde die vorher allein im Willen der Unternehmer begründete Administration zum technischen Zwang, zur „technologischen Wahrheit“. Dazu bedurfte es Techniken ganz anderer Art, die nicht innerhalb der Grenzen des Produktionsprozesses entwickelt werden konnten.

Auf die „gleichzeitige Anwendung einer größeren Arbeiteranzahl“ bei „gleichbleibender Arbeitsweise“ führt Marx „eine Revolution in den gegenständlichen Bedingungen des Arbeitsprozesses“ zurück.<sup>65</sup> Damit werden Innovationen als soziale Prozesse verständlich, sie verdanken sich nicht einer immanenten Kraft des Technischen.<sup>66</sup> Die „spezifische Maschinerie der Manufakturperiode bleibt der aus vielen Teilarbeitern kombinierte Gesamtarbeiter selbst“<sup>67</sup>, ein Gedanke, der dazu anhält, Technologien als *endogene* Variable zu analysieren. Marx schildert die Entwicklung, in der sich das Erscheinungsbild der gesellschaftlichen Arbeit wandelte, als einen Vorgang, in dem der „kooperative Charakter des Arbeitsprozesses“ zu einer „durch die Natur des Arbeitsmittels selbst diktierte(n) technische(n) Notwendigkeit“ wird.<sup>68</sup>

65 K.Marx: Das Kapital. Erster Band. A.a.O., S.337; vgl. auch S.339.

66 Ebenso läßt sich zeigen, daß die jahrhundertelange Stabilität des Zunftwesens nicht den Handwerksinstrumenten als solchen geschuldet war. Verschuldet hatte dies der Umstand, daß durch die zunftgesetzlich verankerte Beschränkung der zulässigen Gesellenanzahl ein arbeitsteilig gegliederter Gesamtarbeiter nicht entstehen konnte, so auch nicht Teilung der Arbeit und Organisation der Produktion als die Voraussetzungen für die Entstehung der maschinenartigen industriellen Produktion (vgl. G. S.Gudoznik : Wissenschaftlich-technischer Fortschritt. Wesen, grundlegende Tendenzen. Berlin 1974. S.2.

67 K.Marx, a.a.O., S.369.

68 Ebenda, S.407; vgl.auch K.Marx: Grundrisse der Kritik der Politischen Ökonomie. Berlin 1974, S.584. Daß das Marxsche Konzept eine Rolle beim Aufbau des „Social Shaping“-Modells zur Analyse von technisch-technologischen Entwicklungen (J.Fleck, MacKenzie, Wajcman, Noble) gespielt hat, wird u.a. von W.E.Bijker dargestellt. W.E.Bijker: Sociohistorical Technology



In diesem Prozeß war zugleich das Wissen entstanden, das für Entwicklung und Einführung der Arbeitsmaschine notwendig war, ein allgemeines, von Geschick und Erfahrungsgut der Teilproduzenten getrenntes Produktionswissen, dessen Träger jene Personen waren, deren Tätigkeit sich auf die *Einheit* der Produzenten als eines *produktiven Gesamtkörpers* bezog (während das Wissen der Arbeiter im Zuge der Spezialisierung destruiert wurde). Dieses Wissen wurde zunächst vom Unternehmer allein repräsentiert, der sich um die Vermittlung der arbeitsteilig gegliederten Tätigkeiten und deren Kontrolle zur Gewährleistung der Gesamtverrichtung sorgte. Um eine geordnete Bewegung des Gesamtprozesses auch bei weiterer Ausdehnung und arbeitsteiliger Gliederung der Produktion zu gewährleisten, mußten Führungsfunktionen auf Aufsichtspersonen, schließlich auf ingenieurtechnisches Personal übertragen werden, das für den kooperativen Gesamtzusammenhang der Produktion die immer wichtiger werdende Funktion innehatte, die Beziehungen der Produzenten zu den Gegenständen sowie die Arbeitsteilung analytisch zu durchdringen und methodisch auszurichten. Schließlich war eine technische Realisierung der auf den Gesamtprozeß bezogenen Funktionen nötig. Die Anwendung der Werkzeugmaschine war erst möglich gewesen über den Weg der „Analyse – durch Teilung der Arbeit, die die Operationen der Arbeiter schon mehr und mehr in mechanische verwandelt, so daß auf einem gewissen Punkt der Mechanismus an ihre Stelle treten kann“.<sup>69</sup>

Mit den in der Produktion erzeugten Bedingungen war nicht schon festgelegt, welche Inventionen es sein würden, die zur Wirkung gelangten. Und ebensowenig war mit den Inventionen schon der Weg vorgezeichnet, auf dem sie dann zu Innovationen wurden. Wohl hatte es bereits 1598 die von William Lee erfundene Maschine zum Strumpfstricken, die in Italien erfundene Maschine zur Seidengarnherstellung und andere Maschinen gegeben. Aber diese Maschinen bewirkten noch keine industrielle Umwälzung. Es bestand kein ökonomischer Bedarf nach einer breiten Anwendung. In der gegebenen Gestalt waren die Maschinen auch nicht auf weitere Produktionszweige übertragbar.<sup>70</sup> Sie waren gar nicht mit Blickrichtung auf die Konstruktion einer Arbeitsmaschine konstruiert worden, als deren Vorläufer lassen sie sich nur in der Rückschau ausmachen. So war beispielsweise mit dem Bedürfnis nach einer Antriebstechnik für die Werkzeugmaschinen, die sich im weiteren spezialisiert hatten, nicht schon der Weg zur Dampfmaschine hin programmiert. Es wurden verschiedene Erfindungen erprobt, u.a. solche zur Nutzung der Federwirkung und der Wasserkraft. Vielmehr ging von besagten Bedingungen

Studies. In: Sh.Jasanoff (Hg.), a.a.O., S.237, 241.

69 K.Marx: Grundrisse der Kritik der Politischen Ökonomie, a.a.O., S.591.

70 Vgl.G.S.Gudoznik, a.a.O., S.54 f.

ein Selektionsdruck auf einen Pool von Erfindungen aus, die getrennt von dem Prozeß entstanden waren, in dem sie dann wirksam wurden oder hätten wirksam werden können. Unter diesem Druck wurden solche favorisiert, die sich eher als andere so gestalten ließen, daß sie an die gegebenen Produktionsbedingungen angeschlossen werden konnten, an Bedingungen freilich, die mit der Entwicklung der Produktivkraft der Arbeit selbst schon Veränderungen erfahren hatten.

Das Vorhaben, etwa Prozesse der Softwareentwicklung zu untersuchen, muß, wenn man dem oben Dargelegten folgt, Vorgänge auf Seiten von Unternehmen einbeziehen, die die potentiellen Anwender neuer informations- bzw. kommunikationstechnologischer Lösungen sind, Vorgänge, die, über die Anstrengungen von Praktikern vermittelt, konstitutiv für die Entwicklung von Neuerungen sind. Wie sich in einem Unternehmen ganz neue Lösungen einführen lassen, wäre gar nicht erklärbar, wenn der Produktionsprozeß in „alten“ Softwarelösungen vollständig abgebildet wäre. Doch mit Veränderungen in den sozialen Strukturen wandeln sich auch die technischen Bedingungen, sie müssen diesen angepaßt und durch neue technische Komponenten (Prototypen) ergänzt werden, was auch auf Grund der Multifunktionalität, Variabilität und Komplexität der gegebenen Softwarelösungen möglich ist.<sup>71</sup>

Aufschlußreich ist m.E. in diesem Zusammenhang ein von Quintas vorgenommener Vergleich zwischen der konventionellen Software-Produktion und dem software engineering im Rahmen des schon erwähnten Alvey-Programms, der u.a. zu folgenden differentiellen Kennzeichnungen führte: Die traditionelle Praxis zehrt von „instinct and experience“, verwendet kaum formales Wissen, stützt sich nur auf einzelne tools, orientiert auf Neuerungen, die mit den gegebenen Tätigkeitsbedingungen vereinbar sind. Karriereverläufe weisen eine informelle Struktur auf und hängen vom Ausmaß empirischer Erfahrungen ab. Das Prozeß-Management geschieht ad hoc, ist unstrukturiert und wird nicht dokumentiert. Die Bewertung der Qualität ist produktorientiert. Die Arbeitsorganisation setzt persönliche Verantwortung voraus. Hingegen basiert software engineering auf streng formalen Methoden, und die Akteure bedürfen einer kontinuierlichen Ausbildung in formalem Wissen. Es werden strukturierte Methodologien und mathematisch fundierte Methoden angewandt. Innovationen beziehen sich auf die Prozeßtechnologie. Das Prozeß-Management ist formal, strukturiert und ist in Dokumenten festgehalten. Die Arbeitsorganisation begrenzt den Spielraum der Akteure durch Methodologie und Prozeßkontrolle.<sup>72</sup> Die Produktzuverlässigkeit wird gemessen,

71 Vgl.K.Dollhausen/ K. H. Dörning: Die kulturelle Produktion der Technik. In: Zeitschrift für Soziologie (Stuttgart). 25(1996)1. S.40 f., 51.

72 P.Quintas, Social Dimensions of System Engineering, a.a.O., S.80 f..

und die Qualitätsbeurteilung bezieht sich auf den Prozeß, wobei nach der Übereinstimmung mit Standards gefragt wird. M.E. müßte nun gezeigt werden, welche (sozialen) Prozesse es auf Seiten der Unternehmen gewesen sind, die Bedürfnisse nach formalem, strukturiertem und dokumentierbarem Prozeß-Management, nach Meßbarkeit von Produktzuverlässigkeit und Produktivität, nach Limitierung der Spielräume nach Maßgabe von Methodologien und Prozeßkontrolle u.a.m. geweckt und so Interessen an einer Zusammenarbeit mit software engineers gefördert haben. Gemeint sind Prozesse, die zu Rationalisierung und Disziplinierung des Verhaltens von Individuen etwa in einem Produktionsbereich eben wegen dessen Expansion und Strukturierung nötigen, so daß es auch technisch simuliert werden kann.<sup>73</sup>

Informationstechnologie ist im wesentlichen eine Technologie der Koordination und Kontrolle von Arbeitskräften. „Electronic data processing (EDP) seems to be one of the most important tools with which company management institutes policies directly concerning the work process conditioned by complex economic and social factors. In this sense EDP is in fact an organizational technology, and like the organization of labor, has a dual function as a productive force and a control tool for capital“, wie de Benedetti, ein Bankdirektor, ausführt.<sup>74</sup> Edwards zeigt nun am Beispiel britischer Banken, daß der Einsatz von Computern der Strategie eines Organisationswandels entsprach. „Branch banks under the old system were full-service banks under a decentralized corporative system. Branch managers, by virtue of their apprenticeship, were capable (at least in theory) of performing any operation at any level of the branch's hierarchy. Senior managers were thus generalists whose decision making skills and authority were held to result from a broad and deep personal experience ... Computerization ... was introduced largely in order to restructure work.“<sup>75</sup> Auch hier möchten wir annehmen, daß in den Bankunternehmen der Computerisation ein sozialer Prozeß vorausgegangen war, ein Prozeß der Vertiefung arbeitsteiliger Gliederung, der Vergrößerung und Seg-

73 Bezugnehmend auf Turing hebt Heintz hervor, „daß für die Mechanisierung geistiger Prozesse nicht die Technik das Entscheidende ist, sondern das Verhalten des simulierten Menschen. Nur wo Menschen sich mechanisch verhalten, ist ihr Verhalten auch simulierbar.“ So habe eine „Soziologie des Computers“ ... an der Maschinenhaftigkeit des menschlichen Verhaltens anzusetzen – bzw. an den *sozialen Bedingungen*, die dazu führen – und nicht, wie einige Soziologen heute ... meinen, an der Menschenähnlichkeit des Computers.“ B.Heintz: „Papiermaschinen“: Die sozialen Voraussetzungen maschineller Intelligenz. In: W.Rammert (Hg.), a.a.O., S.51, 53 f.

74 F.de Benedetti 1979, zit. in: P.N.Edwards: From „Impact“ to Social Process. Computers in Society and Culture. In: Sh.Jasanoff, a.a.O., S.277.

75 P. N.Edwards, a.a.O., S.277.

mentierung, der sich nicht mehr über den Einfluß von Autoritäten und nach Maßgabe persönlicher Erfahrungen und persönlicher Entschlußkraft regulieren ließ und folglich einen Technologiewandel – vom kooperativen Gesamtkörper, der ja schon Technologie „ist“, zu einer „sachabhängigen“ Technologie in Gestalt der Computerisierung – erforderlich machte.

### *Schluß*

Wir haben uns damit begnügt, eine Vorstellung dazu zu entwickeln, wie es überhaupt zu Beziehungen zwischen Wissenschaftlern einerseits und Technikern und Ingenieuren andererseits ungeachtet dessen kommen kann, daß beide Akteursgruppen je eigene fachgebietsbestimmte Interessen verfolgen. M.E. dürfen die Möglichkeit, die Zusammenarbeit von Akteuren beider Seiten zu organisieren, und ein systematischer Zusammenhang zwischen Wissenschafts- und Technikentwicklung auf einem Gebiet auch bei modernen *Innovations*prozessen nicht einfach vorausgesetzt werden. Vielmehr gilt es, dies als deren Resultat auszuweisen, bevor es den weiteren Vorgang leitet. Die Reziprozität der Interessen hat etwas mit Entwicklungsproblemen des wissenschaftlichen und des technisch-technologischen Gebietes zu tun, deren Bewältigung ein Zusammenwirken erheischt. Und weil im Falle von Innovationsprozessen zunächst nur einzelne Wissenschaftler und Techniker darauf kommen können, die dann die Pioniere der Entwicklungsgeschichte sind, wird das Netzwerk zunächst nur in der Art von „persönlichen Verbindungen“ bestehen.

Abschließend wollen wir wenigstens andeuten, wie dann der Prozeß, nachdem solche Beziehungen erst einmal entstanden sind, weitergeht. Im folgenden soll also mit wenigen Strichen ein Bild davon entworfen werden, wie sich in einem Innovationsprozeß, in dem Wissenschaftler einerseits und Ingenieure, Techniker, Konstrukteure andererseits Beziehungen zueinander eingehen, aus denen dann soziale Gebilde wie Netzwerke und Gruppen erwachsen, zugleich ein neues Wissen herausbildet, wie sich die Entwicklung sozialer Strukturen zur Entwicklung kognitiver (Wissens-) Strukturen verhält: Besteht nur eine äußere Beziehung im Sinne bloßer Parallelität, handelt es sich vielleicht um eine Folgebeziehung, derart, daß bestimmte Akteure erst einmal bestimmte Verkehrsformen etablieren in der *Absicht*, einen organisatorischen Rahmen zu erstellen, innerhalb dessen man sich dann vornimmt, eine neue wissenschaftlich-technische Lösung zu finden? Oder umgekehrt: Ist es so, daß *einzelne* Akteure auf eine neue Lösung stoßen und sich *daraufhin* die Mühe machen, Formen der Zusammenarbeit zu installieren, über die sich die Früchte von zunächst individuellen Anstrengungen verbreiten und weiter ausreifen lassen? Oder läßt sich begründen, daß es einen *inneren* (Entwick-

lungs-) Zusammenhang zwischen Sozialem und Kognitivem gebe, zwischen der Entwicklung von Formen des sozialen Verkehrs und der Entwicklung neuen wissenschaftlich-technischen Wissens, so daß Übergänge etwa von lockeren Netzwerken via Gruppen bzw. Gemeinschaften zu Institutionen und Fachgebieten zugleich als Stadien dessen begreifbar sind, wie sich neue wissenschaftlich-technische Errungenschaften herauskristallisieren und öffentliche Anerkennung finden? Camagni bestimmt ein „innovatives Milieu“ als „the set, or the complex network of mainly informal social relationships on a limited geographical area, often determining a specific external ‚image‘ and a specific internal ‚representation and sense of belonging‘, which enhance the local innovative capability through synergetic and collective learning processes...“.<sup>76</sup> Weil die Entwicklung technisch-technologischen und die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens nicht von vornherein, subjektivorgänglich, zueinander in einem systematischen Zusammenhang stehen, können sich Beziehungen zwischen beiden Bereichen zunächst nur über *Interaktionen von Personen* ergeben, wie das in Innovationsprozessen der Fall ist, über ein Netzwerk von interpersonellen Beziehungen, in denen der Zusammenhang zwischen beiden Wissensbereichen über die Reziprozität der je besonderen Akteursperspektiven angebahnt wird. Eine an einem „interaktiven Modell“ orientierte Beschreibung der Beziehungen zwischen Wissenschaft und Technologie<sup>77</sup> müßte dann m.E. konsequenterweise in der Weise durchgeführt werden, daß die Entwicklung der Formen der Interaktionen, der Regulation der interpersonellen Beziehungen (von vorwiegend informellen, autoregulativ funktionierenden zu formellen, nach externen Interaktionsvoraussetzungen regulierten Beziehungen) als Prozeß entschlüsselbar ist, in dem die Innovation (von der Protoform zur Standardlösung) vorankommt. Daß die Resultate von Entwicklungsprozessen nicht auf die originären Anliegen der Beteiligten zurückführen, sondern vielmehr ein Wissen entsteht, das *neuartig* ist, beziehen wir auf die *Interaktionserfahrungen*, die in der Akteurskonstellation gewonnen werden. Entwicklungsaufgaben sind nicht durch Rückgriff auf nur eigenes Wissen lösbar, sondern immer nur unter Rekurs auf Wissen und Fähigkeiten von Netzwerkpartnern. Der Inhalt besagter Erfahrungen verändert sich natürlich mit dem Wandel der Interaktionsformen, ein Wandel, der eintritt, wenn sich das Netzwerk ausdehnt und strukturiert. Das heißt, ein Wissen, das die Beziehungen zwischen Akteuren reguliert und so die je

76 R. Camagni: Introduction: from the local ‚milieu‘ to innovation through cooperation networks. In: R. Camagni, *Innovation networks: spatial perspectives*. London – New York 1992, S.3.

77 Vgl. R. I. Williams/ D. Edge: *The Social Shaping of Technology: A Review of UK Research Concepts, Findings, Programs and Centres*. In: M. Dierkes/ U. Hoffmann (Hg.), a.a.O.; G.L. Downey/ J.C. Lucena, a.a.O., S.169 f.

spezifischen situativen Kontingenzen, Handlungen und Anliegen der Akteure transzendiert – ein „sekundärer Sinnzusammenhang“<sup>78</sup> –, entsteht mit der Reflexion des kooperativen Zusammenhangs. Denn erst in der sozialen Interaktion, in der die Akteure füreinander als Modelle der Erfahrungsverarbeitung dienen, gewinnt jeder Beteiligte eine Distanz zu den Ergebnissen seines Tuns.

Idealtypisch dargeboten, läßt sich die Frühphase der Bildung eines Netzwerkes als ein schwach geordnetes Gesamt von interdependenten face to face-Beziehungen auffassen, mit denen neues Wissen nur in Gestalt mehrerer Versionen aufkommen kann. Als nächste Entwicklungsphase betrachten wir die Herausbildung einer Interaktionsform in der Art persönlicher Abhängigkeitsverhältnisse: Akteure, wenn sie verhältnismäßig viele Kontakte im Netzwerk unterhalten, fungieren auch besonders häufig als Vermittler von Beziehungen ihrer Partner untereinander und erweisen sich so als Personen mit weithin anerkannter Kompetenz. Ihre Stellung im Netzwerk gestattet ihnen eine intensivere Reflexion des kooperativen Zusammenhangs, als dies ihren Partnern möglich ist. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang die in der organisationssoziologischen Literatur über informelle Netzwerke beschriebene Rolle der sogenannten „bridge-agents“ oder „boundary-spanning individuals“; es handelt sich in der Regel um einflußreiche und sozial hoch anerkannte Dolmetscher bzw. Informationstransferer zwischen zwei verschiedenen Organisationen und Kulturen, aus denen ihre Netzwerkpartner stammen.<sup>79</sup> Harding und Gilbert verweisen auf die damit vergleichbare Rolle von „key agents“ in Prozessen der Software-Entwicklung.<sup>80</sup> Über deren Einfluß wird schon das freie Spiel der Kräfte eingeschränkt. Das Wissen solcher – Knotenpunkte des Netzwerkes bildenden – Akteure, das, indem es als obligatorisches Wissen geltend gemacht wird, die Komplexität der im Netzwerk stattfindenden „Verhandlungen“ und so auch die Vielfalt von Versionen neuen Wissens reduziert, läßt sich schon als potentiell allgemeines Wissen ansehen, nur daß es sich noch nicht von dessen Trägern getrennt hat. Dieses Stadium teilt aber noch mit dem früheren Stadium die Gebundenheit an einen lokalen Kontext; sie ergibt sich daraus, daß es vorherrschend face to face – Beziehungen sind, die unterhalten werden. Wenn die Reproduktion des Beziehungsgeflechtes von der persönlichen Präsenz der Akteure abhängig ist und Autoritätspersonen zur Aufrechterhaltung eines sozial geordneten

78 J. R. Bergmann: Flüchtigkeit und methodische Fixierung sozialer Wirklichkeit. Aufzeichnungen als Daten der interpretativen Soziologie. In: W. Bonß/ H. Hartmann (Hg.), *Entzauberte Wissenschaft. Zur Relativität und Geltung soziologischer Forschung*. In: *Soziale Welt* (Göttingen). 1985, Sonderband 3. S.306.

79 Vgl. G. Paul, a.a.O., S.198.

80 St.Harding/ G. N. Gilbert, a.a.O., S.104 ff.

Zusammenwirkens zugegen sein müssen, müssen mit weiterer Expansion des Netzwerkes, wodurch es zwangsläufig zu Differenzierungen und Segmentierungen des produktiven Gesamtkörpers kommt, Regulationsschwierigkeiten entstehen. Die Zusammenarbeit läßt sich nicht mehr per Zuruf und über persönliche Abmachungen regeln. Überdies ist eine unproblematische Verbreitung des neuen Wissens nicht möglich, solange es noch an Personen gebunden, also mit stillschweigendem Wissen und mit den Interaktionserfahrungen der in einem lokalen Kontext wirkenden Akteure verquickt ist. Unter dem Druck einer solchen Lage kommt es gewissermaßen zu einer „Formalisierung“ der Führungsfunktionen (zu formalisierten Ablaufplänen und Strukturdiagrammen), es verstärkt sich die Tendenz zur Dokumentierung von Wissen, zur Normierung von Handlungsparametern, zur Standardisierung der Vorgehensweisen u.dgl.<sup>81</sup> Die Objektivierung des Zusammenhalts des Netzwerkes streift die persönliche Form soweit ab, daß es sich mit Sachlich-Gegenständlichem verknüpft, so daß auch Fluktuation und Ausfall von Akteuren den Prozeß nicht mehr infrage stellen können. Hierarchische Beziehungen erhalten nun den Charakter technischer Notwendigkeit, bestimmt durch die im vorangegangenen Prozeß entwickelten technischen Mittel (etwa neue Kommunikations- und Informationstechnologien, datentechnische Verknüpfungen). Das heißt, die vorher allein im Einfluß von Autoritäten verankerte Sozialstruktur wird nunmehr zur „technologischen Wahrheit“ (Marx).<sup>82</sup> Und erst dann sind, um auf

- 81 Solange eine neue Technik nur als Prototyp existiert, kann sie sich nur über Personentransfer verbreiten, weil sich die Reproduktion der Innovation noch nicht getrennt vom ingenieurtechnischen Geschick als Schema fixieren läßt. Als ein frühes Beispiel dafür läßt sich der Typ des herumwandernden Mühlenbauers betrachten, der dafür sorgte, daß die Maschinen in den verschiedenen Betrieben funktionstüchtig blieben. Vgl. C.Matschloß: Große Ingenieure. Lebensbeschreibungen aus der Geschichte der Technik. München 1937. S.106. Symptomatisch für die Abhängigkeit der Reproduktion innovativer Technik von der Verfügbarkeit damit vertrauter Personen ist auch der Weg, auf dem in der Anfangszeit der Geschichte der doppelt wirkenden Dampfmaschine versucht wurde, das neue Wissen auszuspionieren oder Leute abzuwerben, die an den Entwicklungsarbeiten und an der Montage der ersten Exemplare der Maschine beteiligt waren. Es gab nur wenige Personen, die den neuen Antriebsmotor am Bestimmungsort montieren und in Gang setzen konnten. Watt mußte oftmals selbst Hand anlegen, um die Maschinen zum Laufen zu bringen (vgl. H. L. Sittauer, a.a.O., S.53, 72-76; H.Zwahr: Proletariat und Bourgeoisie. Köln 1980. S.74.). Ähnliches läßt sich zum Dieselmotor sagen: „Je nach Geschick der beteiligten Ingenieure oder Monteure liefen die Maschinen schlechter oder besser.“ Nach Meinung eines Besitzers dieses Motors wäre es gut gegangen, „wenn man einen Monteur von Augsburg und einen Hochschulprofessor fortwährend zur Hand“ gehabt hätte. E.Diesel: Diesel. Der Mensch, das Werk, das Schicksal. Hamburg 1937. S.345.
- 82 Georg Simmel, der auch der Vergesellschaftung der Arbeitsverhältnisse große Aufmerksamkeit widmete, betrachtete die Trennung zwischen persönlichen und sachlichen Seiten in der Beziehung zwischen Unternehmer und Beschäftigten als einen Schritt, der dem Arbeitnehmer mehr

den in der Einleitung geäußerten Gedanken zurückzukommen, Anhaltspunkte für strategische Orientierungen der Arbeitsprozesse von einer zentralen Instanz aus gegeben.

Freiheit gäbe. Die Lösung der ursprünglich engen Bande zwischen Person und Leitung könne auch befreiend wirken. Hierarchische Beziehungen erhielten dadurch nämlich den Charakter technischer Notwendigkeit, so daß mit einer untergeordneten Position nicht mehr automatisch das Gefühl persönlicher Unterdrückung verbunden sein müsse. „Es kommt darauf an, die Sache und die Person so zu scheiden, daß die Erfordernisse der ersteren, welche Stelle im gesellschaftlichen Produktions- oder Zirkulationsprozesse sie auch der letzteren anweisen, die Individualität, die Freiheit, das innerste Lebensgefühl derselben ganz unberührt lassen.“ G.Simmel: Philosophie des Geldes. Berlin 1977. S.364.



---

ROLAND WAGNER-DÖBLER

## **Innovationsebben und Innovationsfluten. Kondratieff-Zyklen aus der Perspektive der Wissenschaftsforschung**

### *1. Literaturblüte in Depressionen?*

Vor etwas mehr als zwanzig Jahren, im Frühling oder Frühsommer 1976, war ich in der damaligen Bibliotheksschule in Frankfurt am Main ein besonders aufmerksamer Zuhörer. Der Dozent für Buchkunde machte auf ein Kuriosum des Buchwesens aufmerksam – in diesem Tonfall erzählte er es: In Zeiten der wirtschaftlichen Flaute blüht, so der Dozent damals, aus unerklärlichen Gründen die Buchtitelproduktion auf; im Aufschwung hingegen läßt sie aus ebenso unerklärlichen Gründen nach. Heute möchte ich zur Diskussion stellen, in welchen Zusammenhang dieses Phänomen möglicherweise gestellt werden kann, nämlich in den Zusammenhang meines Themas „Innovationsebben und Innovationsfluten – Kondratieff-Zyklen aus der Perspektive der Wissenschaftsforschung“. Ich werde darauf später zurückkommen. Zunächst jedoch ein Hinweis zu den Punkten, die ich ansprechen möchte.

Als erstes will ich über die wirtschaftswissenschaftliche Diskussion langweiliger wirtschaftlicher Fluktuationen berichten, häufig Kondratieff-Zyklen genannt. Als Nicht-Ökonom interessieren mich vor allem diejenigen Aspekte dieser Diskussion, bei denen Wissenschaft und Technologie angesprochen werden. Generell ist mein Eindruck: In bestimmten Strömungen der modernen Wirtschaftswissenschaft spielen Technologie und Wissenschaft eine viel größere Rolle für die Erklärung von wirtschaftlicher Wachstumsdynamik, als dies früher der Fall war. Und dies liegt speziell auch an der Rolle, die Technologie und Wissenschaft bei diesen langweiligen Wirtschaftsschwankungen zufällt – nach Ansicht einer nicht unbeträchtlichen Zahl von Wirtschaftstheoretikern. Ich will versuchen – und dies ist der zweite Punkt -, diese ökonomische Rolle so zu schildern, wie ich sie der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur zu entnehmen vermochte.

Anschließend will ich prüfen, welche Annahmen über die intrinsische Entwicklungsdynamik von Wissenschaft und Technologie in dieser wirtschaftswissenschaftlichen Diskussion gemacht werden, und sie aus der Perspektive der Wissenschaftsforschung, meiner Perspektive, kommentieren. Dies sind die beiden weiteren Punkte meines Referats.

## *2. Langwellige Wirtschaftsschwankungen*

Wirtschaftliche Aktivitäten entwickeln sich nicht gleichmäßig und linear, sondern typischerweise fluktuierend. Jedem ist beispielsweise das Auf und Ab der Aktienkurse geläufig, ebenso geläufig ist uns die – oft als gut oder schlecht bewertete – Wirtschaftskonjunktur. Das Aggregat der Aktivitäten einer Volkswirtschaft bezeichnen Ökonomen als Sozialprodukt, ausgedrückt in Marktpreisen. Schwankungen des jährlichen Sozialprodukts sind seit dem 19. Jahrhundert vor allem Wachstumsschwankungen. Mit anderen Worten: Das Sozialprodukt der Industriestaaten weist einen säkularen Wachstumstrend auf, und Aktivitätsschwankungen können als Schwankungen der prozentualen jährlichen Wachstumsrate des Sozialprodukts ausgedrückt werden.

Ökonomen haben Wachstumsschwankungen des Sozialprodukts, aber auch vieler anderer wirtschaftlicher Größen sozusagen kartographiert und sind auf Schwankungen gestoßen, die besonders häufig vorkommen. Dabei haben sich vier typische Zeitspannen herausgeschält, und die entsprechenden Zyklen sind nach ihren „Entdeckern“ benannt worden: Kitchins weisen eine Dauer von 3 – 6 Jahren auf; Juglars von etwa 11 Jahren; Kuznets von rund 25 Jahren. Der russische Nationalökonom N. Kondratieff schließlich stieß auf Zyklen rund 50jähriger Dauer.

Wenn ich von Zyklen spreche, so ist dies nicht ungefährlich und nicht unmißverständlich. Denn der Begriff besagt üblicherweise, daß die Schwankungen stets wiederkehren und (im Rahmen der Beobachtungsgenauigkeit) gleichbleibende Länge aufweisen. Schwankungen, auf die dies zutrifft, sind in der Physik oder Astronomie oft zu finden, und dort kann man auch Gesetzmäßigkeiten anführen, die theoretisch verankert sind und Wiederkehr und Rhythmik erklären können.

In der Wirtschaftswissenschaft hingegen sind die Zyklen in der Reihenfolge, in der ich sie aufgeführt habe, also geordnet nach ihrer Länge, zunehmend umstritten. Dieser Streit betrifft nicht etwa nur die Ansätze zur Erklärung der Schwankungen, sondern schon sozusagen im „Vorfeld“ die bloße Existenz regelmäßiger Schwankungen – wie gesagt, in zunehmender Reihenfolge meiner Aufzählung. Mit anderen Worten: Die Kondratieff-Zyklen sind am umstrittensten – was allerdings auch nicht verwunderlich ist. Denn will man auch nur die Existenz von Zyklen

solch langer Dauer nachweisen, muß man einen Beobachtungszeitraum beträchtlicher Länge aufweisen können; Kondratieff bezog sich auf Zeiträume in der Größenordnung von 100 bis 150 Jahren, und dies ist natürlich eine absolute Untergrenze für einen Existenzbeweis. Nicht nur Wissenschaftsforscher, sondern auch Ökonomen leiden unter Datenmangel, sobald es um langfristige Entwicklungen geht. Brauchbare Daten in eine Zeitreihe zu bringen, deren Konsistenz und Kontinuität sichergestellt ist, ist eine vertrackte, manchmal geradezu kriminalistische Angelegenheit – man denke nur an Brüche des geographischen Bezugsraums, der Erhebungsweise, des Erfassungsumfangs und ähnliche Probleme.

Ein weitere Hürde beim Nachweis langweiliger Schwankungen ist die statistische Behandlung der Rohgrößen einer Zeitreihe. Von der Bildung gleitender Mittelwerte bis zur Spektralanalyse – keine einzige Methode ist in der einschlägigen Literatur nicht kritischen Hinweisen auf Pferdefüße und Fangstricke ausgesetzt gewesen.

Und schließlich mußten sich insbesondere Proponenten von Kondratieff-Zyklen den Vorwurf gefallen lassen, daß sie keine plausiblen Hypothesen – geschweige denn eine Kausaltheorie – über das Zustandekommen der langweiligen Schwankungen anbieten konnten. Das ist allerdings in meinen Augen keineswegs ein Einwand gegen deskriptive Methoden bei der Untersuchung langweiliger Zyklen, sondern nur der Hinweis auf offene Forschungsfragen.

Die Behauptung von Wirtschaftsaktivitäts-Schwankungen historischer Dimension, für die noch dazu eine gewisse Regelmäßigkeit behauptet wird, hat auf manche Menschen mit eher geringer Affinität zu kritisch-methodischer Vorgehensweise großen Reiz ausgeübt. Und da den Wirtschaftsforschern nach eigener Einschätzung für lange Zeit, bis heute, in der Tat kein durchschlagender Erfolg bei der Suche nach Erklärungen für das Phänomen beschieden war bzw. sich bis heute kein Konsens herausgebildet hat, nachdem also die Situation recht unsicher ist, fühlten sich genug „crankish people“ angezogen, wie sich B. Berry ausdrückte, um Kondratieff-Zyklen und die Beschäftigung damit zeitweise geradezu in Verruf zu bringen.

Mittlerweile vollzieht sich allerdings meinem Eindruck nach eine Trendwende; ich nenne aus der neueren Literatur etwa den von T. Vasko herausgegebenen Sammelband<sup>1</sup> oder die Beiträge von B. Berry oder M. Neumann.<sup>2</sup> Auch neue

1 Tibor Vasko (ed.): The long-wave debate. Selected papers from an IIASA ... intern. meeting on long-term fluctuations in economic growth: their causes and consequences, Weimar, 1985. Berlin (u.a.): Springer 1987. (Mit Beiträgen unter anderem von G. Bruckmann, R. M. Goodwin, T. Kuczynski, Harry Meier, H.-D. Haustein, A. Kleinknecht, C. Freeman, G. Mensch & W. Weidlich & G. Haag.)

Einsichten der Theorie nicht-linearer, dynamischer Systeme und der Wachstumstheorie haben wohl hierzu geführt. Ferner meine ich einen gewissen Minimal-Konsens der Ökonomen erkennen zu können. Er besteht darin, daß kaum noch ein Wirtschaftsforscher das Bestehen langweiliger Schwankungen der Wirtschaftsaktivität bezweifelt. Denn solche Schwankungen hat man mittlerweile wiederholt an den verschiedensten Größen dingfest machen können, keineswegs nur an nominalen Größen, die in Preisen gemessen werden, sondern auch an sogenannten realen Größen – das sind beispielsweise Energieverbrauch, Kohleförderung in Tonnen, Weizenernte in Zentnern usw.

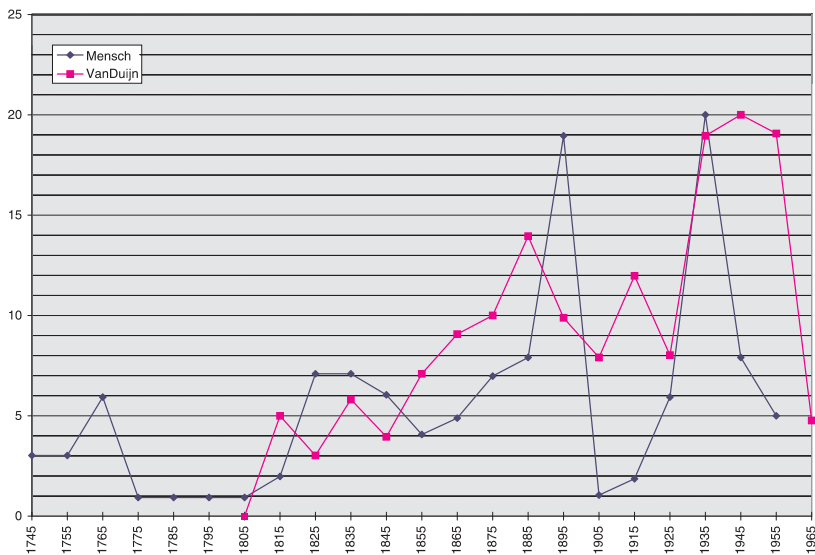
Streit entzündet sich stets jedoch an der Behauptung zyklischer Regelmäßigkeit und bei der Erklärung dieser angeblichen Regelmäßigkeit sowie bei der Erklärung des bloßen Auftretens der Schwankungen. Was die Zyklizität angeht, bietet sich immer noch ein sehr unübersichtliches Bild, und die Ergebnisse sind kaum als kohärent zu bezeichnen. In meinen Augen (und in den Augen vieler Wirtschaftsforscher) ist die Zyklizität aber nur ein untergeordneter Aspekt der Beschäftigung mit langen Wellen; viel wichtiger scheint mir die Herausarbeitung kausaler Mechanismen oder Zusammenhänge zu sein. Die Arbeit, über die ich nun ein paar Worte sage, beschäftigt sich mit solchen Zusammenhängen.

### *3. Die Rolle von Wissenschaft und Technik*

Als der Wirtschaftsforscher Gerhard Mensch im Rahmen einer wirtschaftshistorischen Fragestellung, die zunächst nichts mit ökonomischen Zyklizitäten oder ähnlicher Thematik zu tun hatte, grundlegende technologische Innovationen der letzten 200 Jahre zu ermitteln begann, stieß er auf ein merkwürdiges Phänomen. Diese grundlegenden Innovationen – also im Sinne der Begriffsexplikationen von H. Parthey (siehe den Beitrag „Wissenschaft und Innovation“ in diesem Band) technische Erfindungen, die bis zum Stadium unternehmerischer Realisierung vordringen – diese grundlegenden Erfindungen also waren nicht gleichmäßig über den besagten Zeitraum von 200 Jahren verteilt. Sie traten vielmehr, wie Mensch – der heute in den USA lehrt – griffig formulierte, in Schwärmen auf. Basisinnovationen, wie Mensch grundlegende technologische Neuerungen mit industrieller Realisierung auch nannte, kommen in Clustern. Und diese Cluster von Basisinnovationen treten in Wellen mit einem Abstand von rund 50 Jahren auf. Ich zeige

- 2 Brian J. L. Berry: Long-wave rhythms in economic development and political behavior. Baltimore, London: John Hopkins Univ. Pr. 1991. – Manfred Neumann: Das Buddenbrook-Syndrom und lange Wellen in Wirtschaft und Politik. München: Verl. der Bayer. Akademie der Wissenschaften 1991.

eine Abbildung, die auf den Daten einer graphischen Darstellung in Mensch's Buch „Das technologische Patt. Innovationen überwinden die Depression“ aus dem Jahre 1975 beruht, das 1979 auch in englischer Übersetzung erschien.<sup>3</sup> (Siehe Abb. 1.)



**Abbildung 1:** Häufigkeit von Basisinnovationen in 10-Jahres-Intervallen gemäß graphischer Darstellung bei Mensch (s. Fn. 3). Zum Vergleich wurde die Liste von Basisinnovationen bei van Duijn (s. Fn. 6) ausgewertet. Die Jahreszahlen auf der x-Achse geben das fünfte Jahr eines Intervalls an.

Man sieht die in 10-Jahres-Intervallen zusammengefaßten Basisinnovationen in Wellen auftreten. Diese sind Mensch zufolge eher am *Ende* von Kondratieff-Zyklen zu finden; sie treten also in wirtschaftlichen Depressionen verstärkt auf. Gemäß Mensch sind es nun genau diese Basisinnovationen, die den nächsten wirtschaftlichen Aufschwung einleiten. Im Laufe der Jahre schwindet die ökonomische Wirksamkeit und Attraktivität dieser Basisinnovationen langsam, Stagnationserscheinungen machen sich bemerkbar, die Firmenimperien, die mit den Erfolgen

3 Gerhard Mensch: Das technologische Patt. Innovationen überwinden die Depression. Frankfurt a.M.: Umschau-Verl. 1975. Engl. Ausg.: Stalemate in Technology. Cambridge: Ballinger 1979.

ihrer Basisinnovationen groß geworden sind, taumeln von Krise zu Krise, weil sie am Alten festhalten oder ihre Innovationskraft erlahmt, um mich sehr verkürzt und plakativ auszudrücken. Hier sieht Mensch – ganz ähnlich wie Schumpeter – auch ein „Prinzip abnehmenden Grenznutzens“ wirksam. In dieser Krise ist erneut die Zeit für Basisinnovationen gekommen, die aus dem technologischen, aber eben auch ökonomischen „Patt“ führen, und der Kreislauf beginnt von neuem. Der Prozeß der Krise und der Konkurrenz des Neuen mit dem Alten wurde in einem vielzitierten Wort von Schumpeter als „schöpferische Zerstörung“ bezeichnet.

Es ist klar, daß die Arbeit Mensch in eine fruchtbare Lücke stieß, da sie das Verständnis von Kondratieff-Zyklen zu verbessern versprach.

Der Zusammenhang mit Wissenschaft und Technologie ist nun folgender. Gemäß Mensch wachsen gerade die weitreichendsten und am weitesten führenden Ideen in den „Spinnstuben der Wissenschaft“ heran sowie in den Köpfen eigenwilliger Erfinder. Adam Smith hat dies schon vor 200 Jahren mit folgenden schönen Worten angesprochen: „Many improvements have been made by the ingenuity of the makers of the machines, when to make them became the business of a peculiar trade; and some by that of those who are called philosophers or men of speculation, whose trade it is, not to do any thing, but to observe every thing; and who, upon that account, are often capable of combining together the powers of the most distant and dissimilar objects“ (aus „An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations“, London: Strahan 1776, Vol. 1, S. 12). Ein laufend erneuertes Reservoir von wissenschaftlichen, „philosophischen“ Ideen ist – neben technischen Ideen – wohl mehr denn je der Nährboden von Basisinnovationen, wenngleich natürlich keineswegs der einzige.

Die Thesen Gerhard Mensch sind von vielen Wirtschaftswissenschaftlern innerhalb und außerhalb Deutschlands kontrovers diskutiert worden. Sie haben zu einer Renaissance der Beschäftigung mit den Arbeiten Schumpeters beigetragen, dessen in den 30er Jahren dieses Jahrhunderts entstandene „Theorie der Wirtschaftszyklen“ sich unter anderem auf die Lange-Wellen-Arbeit Kondratieffs stützt.

Ich will zuerst einige methodische Kritikpunkte anführen, die am häufigsten genannt wurden, sodann auf inhaltliche Probleme der Thesen von Mensch eingehen.

Während die Datierung der Kondratieff-Zyklen, wie sie Mensch vorgenommen hat, im wesentlichen kaum beanstandet wurde – eine Vielzahl von Wissenschaftlern kam zu vergleichbaren Datierungen –, stieß seine Liste von Basisinnovationen auf deutliche Kritik.

Obwohl er sich bei seiner Auswahl auf anerkannte Handbücher stützte, empfanden viele Kritiker seine Quellenbasis als zu schmal und zu unausgewogen. Es wurde der Verdacht geäußert, daß dies möglicherweise zu der von Mensch beob-

achteten Ungleichmäßigkeit des Auftretens von Basisinnovationen geführt haben könnte. Ein weiteres Problem bildet die Datierung. Eine nähere Betrachtung führt bei wohl jeder Basisinnovation zu dem Ergebnis, daß es sich nicht um ein punktuelles Ereignis, sondern um einen längeren Prozeß handelt; das Herausgreifen eines bestimmten Jahres als Entstehungsjahr der „Basisinnovation“ ist daher problematisch. Mindestens im selben Maße gilt dies auch für die Erfindungen, auf denen Basisinnovationen beruhen.

Als inhaltliche Kritik wurde vorgebracht, daß das zeitliche Zusammenfallen eines Clusters von Basisinnovationen mit einer Abschwung-Periode eines Kondratieff-Zyklus noch nicht hieße, daß dieser Cluster, wie von Mensch behauptet, von einer Wirtschaftsdepression induziert werde. Ebenso wenig sei es erwiesen, daß ein nachfolgender Kondratieff-Aufschwung tatsächlich von vorangehend beobachteten Basisinnovationen verursacht werde. Generell wurde bemängelt: Bevor man behauptete, daß wirtschaftliche Fluktuationen von Fluktuationen des Basisinnovations-Aufkommens verursacht seien, müsse man nachweisen, daß wissenschaftlich-technische Innovationen in jenem dominanten Ausmaß das Wirtschaftsgeschehen beherrschten, wie es für ihre kausale Rolle in Kondratieff-Zyklen notwendig sei. Hierbei muß man bedenken, daß Kondratieff-Zyklen ja zumindest bereits im 19. Jahrhundert aufgetreten sein sollen, in dessen erster Hälfte die Landwirtschaft und nicht die Industrie am meisten zur Wertschöpfung beitrug.

#### *4. Ökonomische Annahmen über Wissenschaft und Technologie aus der Perspektive der Wissenschaftsforschung*

Als Wissenschaftsforscher gebührt mir keine Stellungnahme zu der von Ökonomen vorgebrachten Kritik an Mensch; ebensowenig bleibt mir hier Zeit, ein Resümee der in der Literatur vorgebrachten Kritikpunkte zu ziehen.

Vielmehr soll hier das Bild von Wissenschaft und Technik im Mittelpunkt stehen, wie es Mensch entworfen hat.

Laut Mensch entwickelt sich das wissenschaftlich-technische Ideenreservoir, von dem ich sprach, gleichmäßig. Gemeint ist nicht die Entwicklung, wie sie aus einer inhaltlichen Perspektive Wissenschaftshistoriker oder Wissenschaftstheoretiker gewöhnlich beschreiben, sondern gemeint sein muß – in der Logik der Analyse von Mensch, *expressis verbis* drückt er sich nicht ganz so klar aus – die schlichte Häufigkeit von Durchbrüchen und von grundlegenden wissenschaftlichen und technischen Ideen, also deren Verteilung in der Zeit. Um die Theorie Mensch's noch einmal zu verdeutlichen: Basisinnovationen schöpfen aus diesem Ideenreservoir immer dann besonders intensiv, wenn das Totlaufen alter industrieller Inno-

vationslinien und der Druck, neue vielversprechende Innovationen in Gang zu setzen, besonders groß sind, also in Wirtschaftsdepressionen. In Aufschwüngen vermindert sich dieser Druck und damit auch das Zurückgreifen auf neue – und immer auch riskante – wissenschaftlich-technische Ideen.

Diese Vorstellung, daß den Spinnstuben der Wissenschaftler und Erfinder ein gleichförmig-konstanter Ideenfluß entspringe, scheint sich unter Ökonomen einer gewissen Beliebtheit zu erfreuen. Auch einer der Pioniere der Analyse nicht-linearer ökonomischer Systeme, R. M. Goodwin, behauptet beispielsweise in seinem „Chaotic Economic Dynamics“ ähnliches<sup>4</sup>.

Behauptungen dieser Art schienen mir sowohl unplausibel als auch hinsichtlich ihrer Beobachtungsgrundlagen fragwürdig zu sein. Natürlich hatte ich bei meinen Zweifeln etwa die Arbeit „Ups and downs in the pulse of science and technology“ von Derek de Solla Price<sup>5</sup> und andere ähnliche Arbeiten im Hinterkopf, und offenkundig sind bei der Klärung dieser Fragen die Methoden der quantitativen Wissenschaftsforschung angesprochen.

Als erstes prüfte ich, ob die grundlegenden Erfindungen, die zu Basisinnovationen führen – ich nenne sie im folgenden *Basisinventionen* -, so gleichmäßig fließen, wie von Mensch behauptet. Für drei Gruppen seiner rund 130 Basisinnovationen hat Mensch die Gleichmäßigkeit nachgewiesen. Seine Abbildungen zeigen, daß die zu einer Welle von Basisinnovationen gehörenden Basisinventionen nur ganz schwach gehäuft auftreten.

Dies trifft jedoch eindeutig nicht mehr zu, wenn man die Verteilung *aller* Basisinventionen der Basisinnovationen von Mensch betrachtet. Zu diesem Zweck habe ich schlicht und einfach die zeitliche Verteilung der *kompletten* Liste von Basisinventionen bei Mensch ermittelt. Eine graphische Darstellung zeigt ähnliche Schwärme wie die zuerst gezeigte Abbildung der Basisinnovationen. Man muß dazu sagen, daß dieses Ergebnis nicht sonderlich überrascht; überrascht hat mich vielmehr, daß Mensch selbst dies nicht unternommen hat, und soweit mir bekannt, es auch niemandem sonst nötig schien, die Mensch-Liste noch einmal einer solchen Nachprüfung zu unterziehen. Es überrascht deshalb nicht, weil genügend Zeitreihen von Patenten darauf hinwiesen, daß die technologische Entwicklung, soweit sie sich in Patenten widerspiegelt, höchst diskontinuierlich verläuft. Sofern nun ein Konnex zwischen grundlegenden Erfindungen auf der einen Seite und etwas leichtfertig Routine-Erfindungen genannten Ergebnissen technischer Kreativität

4 Richard M. Goodwin: Chaotic economic dynamics. Oxford: Clarendon Pr. 1990, S. 42.

5 Derek de Solla Price: Ups and downs in the pulse of science and technology. Sociological Inquiry, Vol. 48 (1978), S. 162–171.



auf der anderen Seite besteht, muß man auch die Diskontinuität von Basisinnovationen erwarten.

Als nächstes versuchte ich zu prüfen, ob die Clusterbildung von Basisinnovationen ein Methoden- oder Erhebungs-Artefakt der Quellen von Mensch darstellt. Ich bin dabei auf zwei nach meiner Einschätzung (und der Einschätzung vieler Ökonomen) besonders vertrauenswürdige und besonders sorgfältig erstellte Listen von Basisinnovationen gestoßen; die eine stammt vom niederländischen Wirtschaftsforscher van Duijn<sup>6</sup>, entstanden Anfang der 80er Jahre, die andere aus der Brockhaus-Enzyklopädie, die allerdings nicht zwischen Entdeckungen, Inventionen und Innovationen trennt. Ich kann an dieser Stelle das Ergebnis nur zusammenfassen: Es bestand in einer weitgehenden Bestätigung Menschens in bezug auf die hier maßgebliche Frage. Basisinnovationen scheinen tatsächlich in Schwärmen aufzutreten. Die vorhin gezeigte Abbildung enthält neben den Mensch-Daten auch die Auswertung der van Duijn-Liste. In Schwärmen treten aber auch, im Gegensatz zur Ansicht Menschens, *Basisinnovationen* auf. Zusätzlich gilt dies aber auch, wie oben schon angedeutet, für die *gesamte technische Entwicklung* – wie gesagt, im Spiegel der Patente. Und zwar hier in dem Sinne, daß um einen säkularen Trend herum (nämlich exponentielles Wachstum) die jährlichen Wachstumsraten nationaler Patenterteilungen beträchtlich schwanken – und zwar nachweislich nicht etwa nur deshalb, weil sich die Patentgesetzgebungen oder Patentgebühren ändern, sondern aus anderen Gründen.

Die Frage ist nun, ob die Wissenschaft für sich betrachtet Bastion der stillen Wasser bleibt. Kommen grundlegende wissenschaftliche Ideen und Errungenschaften in Schwärmen wie Basisinnovationen und -inventionen? Ich habe mich bei der Untersuchung dieser Frage aus einer Reihe verschiedenster Gründe vor allem auf die Mathematik konzentriert. Auch das Ergebnis dieser Untersuchung kann hier nur angedeutet werden. Für grundlegende Errungenschaften der Mathematik – die ich selbstverständlich mit Hilfe autoritativer Quellen ermittelte – gilt nichts anderes als für Basisinnovationen und für Basisinventionen, und zwar gleichgültig, welchen Maßstab man heranzieht: beispielsweise das Erscheinen besonders bedeutender Beiträge, das erstmalige Auftreten neuer Forschungsrichtungen oder fundamentale mathematische Ereignisse wie die Lösung oder das Aufstellen bedeutender mathematischer Probleme, mathematische Entdeckungen usw. Für all dies – dies sagt sich schnell, erfordert aber mühsame Quellenarbeit – gilt nichts anderes als das, was auch für Basisinnovationen und Basisinventionen gilt: Die mathematischen Fundamentale Ereignisse kommen diskontinuierlich, in Schwärmen.<sup>7</sup>

6 J. van Duijn: The long wave in economic life. London (u.a.): Allen & Unwin 1983.

Das gilt aber nicht nur für grundlegende Ereignisse. Ganz in Analogie zum Verlauf der technologischen Entwicklung läßt sich feststellen, daß auch mathematische „Routine-Entdeckungen“, wenn man das Gros der Publikationen analog zu „Routine-Patenten“ so nennen will, diskontinuierliche Wachstumsschübe erleben. Um dies nachweisen zu können, konstruierten wir am Institut für Philosophie der TU München eine Zeitreihe, die – mit wenigen Einschränkungen – auf dem gesamten Publikations-Output der Mathematik von 1800 bis heute beruht, immerhin rund 2 Millionen Artikel und Monographien. Die Konstruktion dieser Zeitreihe begann mit der manuellen Erfassung mehrerer zehntausend bibliographischer Angaben aus dem 19. Jahrhundert und endete mit der Auswertung von CD-ROM-Ausgaben mathematischer Referateblätter.

Die Diskontinuität von Wissenschaft und Technologie *insgesamt*, also nicht der Mathematik, läßt sich in dem hier gemeinten quantitativen Sinne bis weit in die Zeit vor der Industrialisierung zurückverfolgen.

Wirtschaftshistoriker haben allerdings auch Kondratieff-Zyklen-artige Schwankungen der Wirtschaftsaktivität lange vor der Industrialisierung festgestellt. Es ist damit unplausibel, diese Schwankungen als einen „Echo-Effekt“ wissenschaftlich-technischer Fluktuationen oder der Fluktuationen von Basisinnovationen darzustellen – denn vor der Industrialisierung waren Wissenschaft und Technologie kaum von ausreichend großer Bedeutung, um massive ökonomische Fluktuationen zu erzeugen. Diese Feststellung berührt nicht die Beobachtung eines inversen Zusammenspiels als solchem, also das Aufblühen von Innovationen in Wirtschaftsdepressionen und Innovationsrückgang im Wirtschaftsaufschwung.

### *5. Der inverse Zusammenhang*

Bereits Kondratieff und Schumpeter haben vom Anwachsen der Kreativität in Depressionen gesprochen und anders als Mensch wissenschaftlich-technische Kreativität nicht ausgeschlossen. Ich habe deshalb versucht herauszufinden, ob nicht nur Basisinnovationen, sondern auch wissenschaftliche und technologische Leistungen in Zeiten wirtschaftlicher Depressionen zunehmen und in Aufschwüngen wieder zurückgehen, verglichen mit der vorangehenden Periode.

Glücklicherweise stand mir eine quantitative Auswertung des „Darmstädter“ zur Verfügung – ein in Berlin entstandenes Kompendium wissenschaftlicher und technologischer Errungenschaften von der Antike bis zum Ende des 19. Jahrhun-

7 Roland Wagner-Döbler: Wachstumszyklen technisch-wissenschaftlicher Kreativität. Frankfurt/M., New York: Campus-Verl. 1997 (im Ersch.).

dert, mit einem Umfang von 13.000 Einträgen. Erarbeitet von 26 Experten unter der Herausgeberschaft von Ludwig Darmstädter und R(ené) du Bois-Reymond, handelt es sich wohl immer noch um eines der zuverlässigsten Nachschlagewerke in diesem Bereich. Das Ergebnis kann ich folgendermaßen zusammenfassen: *Die Intuitionen und Beobachtungen der Klassiker lassen sich voll und ganz empirisch bestätigen*, wenn man von gewissen, allerdings durchaus folgenschweren Unterschieden zwischen Europa und Amerika absieht. Diese Bestätigung besteht kurz gesagt im Nachweis, daß die durchschnittlichen Wachstumsraten von Erfindungen und Entdeckungen in einer Periode ökonomischer Depression oder Stagnation stärker waren als in Perioden des Aufschwungs.<sup>8</sup> Der Haken an der Sache auch hier: Die Thesen der Klassiker lassen sich bis weit in die Zeit vor der Industrialisierung zurück bestätigen. Und dies könnte, wie schon in einem etwas anderen Zusammenhang angedeutet, die kausale Rolle von Wissenschaft und Technologie, wie sie in der Tradition Schumpeters, im „Neo-Schumpeterianismus“, gesehen wird, in einem anderen Licht erscheinen lassen.

Was bleibt, ist die Richtigkeit der Behauptung eines inversen Verlaufs von Wirtschaftswachstum auf der einen Seite und wissenschaftlicher, technischer und ökonomischer Kreativität auf der anderen Seite.

Genau hier ist womöglich die Wurzel für das von meinem damaligen Dozenten behauptete Anwachsen der Titelproduktion in Wirtschaftsdepressionen zu suchen. Denn zumindest Wissenschaft und Wissenschaftsbildung drücken sich ja seit Jahrhunderten auch in Literaturproduktion aus.

Ich komme zum Schluß meines Überblicks, dessen Kürze und Rohheit Sie mir hoffentlich nachsehen und in dem ich Ihnen nicht etwa einen allgemein akzeptierten Kanon von Einsichten der Wissenschaftsforschung wiedergegeben habe. Vielmehr handelt es sich um neue Forschungsergebnisse, die mit detaillierten, statistisch belegten Argumentationen stehen und fallen. Diese sind der bereits genannten, im Herbst 1997 erscheinenden Monographie zu entnehmen.

8 Siehe Wagner-Döbler, loc. cit. Bei der Periodisierung habe ich mich gestützt auf: Joshua S. Goldstein: Long cycles. Prosperity and war in the modern age. New Haven, London: Yale Univ. Pr. 1988.



---

REGINE ZOTT

# **Die Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige: das Beispiel chemische Industrie – das Beispiel Schering**

## *1. Der Werdegang des Apothekers*

Ernst Christian Friedrich Schering, am 31. 5. 1824 in Prenzlau geboren, wurde Apotheker auf Wunsch der Eltern, bestand aber auf Ausbildung in der renommierten Apeliusschen Apotheke in Berlin (ab 1840), widmete sich hier insbesondere der Darstellung pharmazeutischer Chemikalien, hospitierte später in Apotheken anderer Städte, unter anderem in Aachen (1847), und erweiterte außerdem seinen Kenntnishorizont durch Vorlesungsbesuche in Berlin bei E. Mitscherlich, H. Rose, G. Magnus, H. W. Dove u. a. Er hatte nicht nur sein Examen als Apotheker 1. Klasse mit „Sehr gut“ bestanden, sondern erschloß sich auch den Zugang zu den wichtigsten Vertretern der Chemie in Berlin.

Das war eine bedeutsame Lebensentscheidung. Als Vertreter des sogenannten Bildungsbürgertums, dem viele Gelehrte seiner Zeit entstammten und in der Regel eine umfassende neuhumanistische Gymnasialbildung genossen hatten, neigte er insofern zunächst eher zur „reinen“ Wissenschaft. Seine Ablehnung der Revolutionsforderung von 1848 nach Gewerbefreiheit für Apotheken erklärte er beispielsweise damit, daß dadurch der Apotheker ein „Krämer ohne Wissenschaft“ werde<sup>1</sup>. Da er jedoch einen Berufsstand vertrat, der sowohl den Einsatz von Wissen als auch die Produktion von Arzneimitteln und Chemikalien umfaßte, bewahrte er sich den Blick auf Anwendung und Praxis, zumal er den zunehmenden Trend notwendiger Kontaktnahme von Wissenschaft und Produktion deutlich erkannte.

1 Holländer, Hans: Geschichte der Schering Aktiengesellschaft. Berlin 1955, S. 7.

## 2. *Chemie in Berlin – Rückblick*

Qualität und Tempo dieser Wechselbeziehung waren neu; zu Beginn des 18. und auch des 19. Jahrhunderts sah die Situation allerdings noch trübe aus.

Zwar hatte sich in Preußen bereits seit dem 17. Jahrhundert eine Tendenz zu praktisch-rationalem Denken durchgesetzt. Dies hing einerseits mit dem Übertritt von Kurfürst Johann Sigismund zum Calvinismus im Jahre 1613 und dem Verzicht auf Glaubenszwang zwischen Lutheranern und Calvinisten sowie dem Potsdamer Toleranzedikt von 1685 (Kurfürst Friedrich Wilhelm) zusammen, wodurch die Zuwanderung spezialisierter, hochmotivierter Hugenotten und dementsprechende geistige und gewerbliche Impulse ausgelöst wurden. Andererseits wirkte sich das militärische und wirtschaftliche Erstarken Preußens um die Wende zum 18. Jahrhundert aus, worauf – als äußerliches Zeichen – eine Reihe neuer Bauten und Lehrinstitutionen zurückzuführen waren, so (1710) ein Lazarett, die spätere Charité, (ab 1713) anatomische Vorlesungen (Chr. M. Spener), ein Collegium Medico-Chirurgicum (1724) speziell für Militärärzte, (1725) das Medizinedikt zur Regelung der Ausbildung von Wundärzten und Apothekern (J. Th. Eller, G. E. Stahl), eine Tierarzneischule (1790) u. a. – Zur Förderung von Kanalbauten, von Brücken-, Sakral-, Prunk- und Wohnarchitektur war 1696 die Kunstakademie entstanden, die später (1774) in Beziehung zur Bergakademie und 1799 zur Bauakademie trat, noch später zu den Gewerbeinstituten des 19. Jahrhunderts, woraus schließlich insgesamt die Berliner Technische Hochschule hervorging.

Die Chemie, noch unter dem Patronat von Hüttenwesen, Medizin und Pharmazie, wurde vor allem durch Ärzte und Apotheker betrieben, oft in einer Person. Zu nennen sind u. a. der Apotheker C. Neumann, ab 1721 Mitglied der Gelehrtensozietät, J. H. Pott, seit 1715 Leibarzt des Königs, ebenfalls Apotheker, außerdem mit der Erforschung von Metall, Steinen und Porzellan befaßt, weiterhin J. D. Gohl, zugleich Herausgeber der ersten wissenschaftlich-medizinischen Zeitschrift in Berlin, der „Acta medicorum Berolinensium“, oder F. Hoffmann, nicht zuletzt V. Rose, dessen Apotheke „Zum weißen Schwan“ später als eine der Keimzellen der Berliner Chemie wirkte, u. a.

Wachsende Aufmerksamkeit für Handel und Gewerbe zeigten Heckers Bemühungen um die Gründung einer Realschule (1747) und eines Lehrerseminars sowie die Entdeckung des Zuckergehaltes der Runkelrübe durch A. S. Marggraf (1747) und der Zuckergewinnung durch F. C. Achard in den 80er Jahren. Werden noch Porzellan-, Gold- und Silbermanufakturen, Gewehr- und Pulverfabrik aufgezählt und das Wirken der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin (seit 1773) erwähnt, oft im Zusammengehen mit den Mitgliedern der Sozietät beziehungsweise Akademie der Wissenschaften, so ist das chemisch-naturkundliche und

gewerbliche Areal Berlins grob umrissen, das Betätigungsfeld naturwissenschaftlichen und technisch-gewerblichen Interesses kurz genannt; Physik, Mechanik sowie andere wissenschafts- und gewerbeträchtige Bereiche bleiben hier ausgespart...

Um 1800 war die Situation also noch nicht ermutigend: Physik und Chemie wurden unvollkommen gelehrt, allenfalls in privater Initiative vorgetragen oder in Salons erörtert; geisteswissenschaftliche Intentionen dominierten. Ansätze für Gewerbeentfaltung boten ohne größere Ausmaße die genannten Institutionen, darüber hinaus Tuchmacherei und Baumwollmanufakturen, eine Eisengießerei (ab 1804), ein Ackerbauinstitut (1806)...

Die insbesondere nach dem Tilsiter Frieden (1807) einsetzende Reformpolitik von v. Stein und v. Hardenberg zur Gewerbefreiheit, Aufhebung der Erbuntertänigkeit der Bauern u. a. signalisierte jedoch die wirtschaftlichen und politischen Ansprüche des Bürgertums und belebte das städtische Arbeitsleben. Die Errichtung einer Technischen Deputation (1808), naturkundliche Vortragsangebote, so beispielsweise in den Berliner Salons oder Lesegesellschaften, und natürlich vor allem die Gründung der Berliner Universität im Jahre 1810 regten die geistige Atmosphäre an. Die Universität sollte den Gedanken der Universitas litterarum repräsentieren; Chemiker und Apotheker wie S. F. Hermbstaedt und M. H. Klaproth fanden hier Anerkennung und Anstellung.

Diese Entwicklung ging voran, wenn auch nur schleppend. In der nachnapoleonischen Ära erreichte Deutschland beziehungsweise Preußen um 1815 trotz Kontinentalsperre einen wirtschaftlichen Tiefstand. Dessen mühsame Überwindung erforderte die weitere Stärkung von Handel und Gewerbe und gewerblicher Fortbildung. In Berlin verlangte S. F. Hermbstädt kostenlose technologische Akademien und hielt selbst Vorlesungen für Bleicher und Färber (1823). 1820 erfolgte die Gründung eines Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes, im gleichen Jahre entstanden auch ein chemisch-metallurgisches Laboratorium am Berg- und Hüttenmännischen Lehrinstitut (von 1770) sowie u. a. die Freundliche Fabrik für Dampfmaschinen. Der um das im Jahre 1821 entstandene Gewerbeinstitut (die spätere Gewerbeakademie) hochverdiente P. Chr. W. Beuth übernahm die Technische Deputation, und 1824 entstand die Gewerbeschule K. F. v. Kloeden, an der Chemie, Technologie, Physik u. a. von Persönlichkeiten wie F. Wöhler, G. Magnus oder G. Köhler gelehrt wurden. Höhepunkte naturkundlicher Bildungsimpulse stellten A. v. Humboldts Kosmos-Vorlesungen vom November 1827 bis April 1828 dar. Die Anzahl der Klein- und Mittelbetriebe stieg; so entstanden 1827 L. Kunheims Holzsäurefabrik, 1837 A. Borsigs Maschinenfabrik und andere Firmen. 1846 wurde an der Bauakademie ein Laboratorium für metallurgische Chemie und Hüttenkunde eingerichtet.

### 3. *Start der Scheringschen Apotheke*

In dieser Phase allmählichen industriellen Aufschwunges, im Jahre 1851, erwarb Schering die Schmeißersche Apotheke in der Chausseestraße Nr. 21, ganz in der Nähe der Firmen von A. Borsig, J. F. Wöhlert und L. Schwartzkopff, – und nannte sie hoffnungsvoll Grüne Apotheke. Aus dem Ministerialblatt für innere Verwaltung in Preußen<sup>2</sup> geht hervor, daß früher bei nicht privilegierten Apotheken ein Nachfolger nicht frei bestimmt werden, ein Verkauf nur per Taxpreis durch die Kgl. Regierung erfolgen konnte; seit 1847 aber durften die konzessionierten mit den privilegierten Apotheken konkurrieren. Diesbezügliche Konditionen, die eventuell noch kurze Zeit zuvor den Scheringschen Kauf erschwert haben könnten, waren nicht zu ermitteln.

Der Zeitpunkt seiner gewerblichen Ansiedlung war gut gewählt, gerade konsolidierten sich mehrere kleinere und mittlere Betriebe, deren Zahl und Spezialisierung freilich keine Konkurrenz bewirken konnten. Die wenigen chemischen Fabriken, die keine Apotheken waren, produzierten Schwefelsäure, Soda, Chemikalien für Leder-, Seifen-, Feuerwerks- u. a. Gewerbe. Kunheim hatte 1848 seine Chemische Fabrik gegründet, 1849 entstand in Erkner die Imprägnier- und Teerdestillationsanstalt von J. Rütgers, 1859 wurde die seit 1818 bestehende Kahlbaumsche Spritreinigungs- und Likörfabrik in die „Chemische Fabrik C. A. F. Kahlbaum“ umgewandelt, 1867 gründeten C. A. v. Martius und P. Mendelssohn-Bartholdy in Rummelsburg die „Gesellschaft für Anilinfabrikation“ (eine Vorläuferin von Agfa), weitere Firmen von Interesse waren die für chemischen Apparatebau von S. Elster, E. Gundlach, W. I. Rohrbeck u. a. – Bezeichnenderweise kamen zu dieser Zeit die ersten *Betriebschemiker* noch immer meist aus Apotheken, die akademisch ausgebildeten Chemiker fanden oft nur schwer Zugang zu den Produktionsstätten, sofern er ihnen nicht überhaupt verboten war, – was sich einige Jahre später grundlegend änderte.

Chemieausbildung erfolgte zu Anfang des Jahrhunderts nur in Privatlaboratorien wie dem von H. Rose oder im Akademielaboratorium, das E. A. Mitscherlich nutzte. Das erste modernere Universitätslaboratorium entstand in Berlin erst im Jahre 1869. Bis dahin vollzog sich chemischer Unterricht in der Regel in Apotheken, so daß zwischen diesen und künftiger spezialisierter Chemieausbildung ein Wechselprozeß bestand, indem die Apotheken faktisch den Vorlauf der Ausbildung sicherten<sup>3</sup>. Auch die Anfänge künftiger chemischer Industrie bildeten sich zumeist

2 Ministerialblatt für die gesamte innere Verwaltung in den Kgl. Preußischen Staaten ebenda. 1864, Nr. 8, S. 197.

3 Schütt, Hans-Werner: Von Johann Kunckel zu Eilhard Mitscherlich: Chemie in Berlin bis zur



in den Apotheken heraus, so ging, analog zum Werdegang der Scheringschen Grünen Apotheke, aus der Apotheke „Schwarzer Adler“ in der Friedrichstraße die chemische Fabrik von J. D. Riedel hervor.

#### 4. *Beziehungen zur Wissenschaft und Ausblick auf Firmenentwicklung*

Scherings spezifisches Anliegen bestand außer in der Bereitstellung von Arzneimitteln zunächst vor allem im Reagieren auf die aktuelle Chemieentwicklung – speziell in der Herstellung reiner Substanzen. Diese Zielstellung beweist, daß er seine Kontakte zur Wissenschaft auszubauen gedachte, weil er erkannt hatte, daß die Chemie in eine neue Phase disziplinärer Eigenständigkeit getreten war und zunehmend von Spezialisten, nicht mehr nur durch Apotheker, Ärzte oder Technologen vertreten wurde. 1855 gelang ihm auf der Weltausstellung in Paris der Durchbruch, als er für seine Jodpräparate eine Silbermedaille erhielt. Seit 1854 hatte er mit zeitweilig hohem Erfolg auch Fotochemikalien hergestellt; der Versuch der Produktion von Fotopapier (Albuminpapier) erwies sich jedoch als wenig erfolgversprechend und wurde eingestellt, obwohl das Grundstück Müllerstraße eigentlich dafür gekauft worden war. Immerhin bedeutete diese Ära einen Beitrag zur Entwicklung der Fototechnik.

Insgesamt vom Erfolg seiner chemischen Produktion befriedigt, nahm Schering nunmehr die generelle Umwandlung des Apothekenlabors in eine Fabrikationsstätte für chemische und pharmazeutische Chemikalien vor. Es folgten ein Fabrikbau im Wedding und 1864 die mehrheitliche Verlegung der Fabrikation in die Fennstraße 11/12.

Gleichzeitig wurden die neuartigen Beziehungen zwischen Industrie, Gewerbetreibenden und den Vertretern der Chemie an Universität und Akademie immer deutlicher. Gelehrte fungierten *zum einen* als Berater, so O. N. Witt von der Technischen Hochschule Charlottenburg für viele verschiedene Firmen, und es wurden beispielsweise bei Kahlbaum auf A. W. Hofmanns Anregung hin seit 1872 Präparate für wissenschaftliche Laboratorien hergestellt, allmählich über 1000 Produkte, die „die kahlbaumlose, die schreckliche Zeit“ vergessen machen sollten. (Kahlbaums Firmenprofil war dem Scheringschen ähnlich; nicht umsonst wurden später, im Jahre 1922, beide gemeinsam, sowohl Schering als auch Kahlbaum,

durch die Oberschlesischen Kokswerke mittels Aktienmehrheit aufgekauft, 1927 erfolgte die Fusion beider, von Schering und Kahlbaum, in Adlershof).

Weiterhin – *zum zweiten* – wurden Gelehrte als Gutachter benannt, so hatte Hofmann die von Anwohnern beklagte Umweltgefährdung durch H. Kunheims Fabrik zu beurteilen, und eine behördliche Ablehnung der Patentierung der Alizarinsynthese von C. Graebe und C. T. Liebermann, – 1869 in Baeyers Berliner Laboratorium entwickelt – wurde 1869, noch im gleichen Jahre also, durch Baeyers Gutachten überwunden. *Drittens* konnten Gelehrte als Jurymitglieder mittels der Befürwortung von Ehrendiplomen den Umsatz von Betrieben merklich beeinflussen (in einem Brief an Erlenmeyer beklagte Beilstein diesbezügliche selbstherrliche Entscheidungen Hofmanns 1873 bei der Weltausstellung in Wien).

Ausdruck neuer Beziehungen waren vor allem – *viertens* – polyprofessionelle Vereinigungen, in denen Forscher, Lehrer, Apotheker, Unternehmer aus verschiedenen Institutionen kommunizierten, auch über Budgets oder Investitionen entschieden, somit die chemische Forschung und Produktion beeinflussten. Noch immer galt zwar ein „zweckfreier“ Wissenschaftsbegriff; der inzwischen unübersehbar gewordene Nutzen der Chemie aber berechtigte zu Optimismus. Die Gründung der Chemischen Gesellschaft bekräftigte den Prestigeanspruch. An der Gründungsversammlung nahmen fast alle Berliner Chemiker von Rang sowie namhafte Vertreter der Industrie teil, unter ihnen G. Magnus, C. Rammelsberg, E. Du Bois-Reymond, G. Rose, H. L. Buff, C. Scheibler, H. Wichelhaus, A. Baeyer, A. Mitscherlich, L. Heffter, W. Kühne, A. Oppenheim, F. L. Sonnenschein, E. Schering, Th. Goldschmidt, L. und H. Kunheim, W. Kahlbaum, C. A. v. Martius. Als Vorsitzender, ab 1868 Präsident, fungierte A. W. Hofmann, der die Verbindung zwischen Universität, Chemischer Gesellschaft und Akademie repräsentierte; Ernst Schering indessen wurde Schatzmeister der Gesellschaft (bis 1880).

Unterdessen begann bei Schering schon 1869 die Produktion, der Bau wurde 1872/1873 fertig. Bereits seit 1864 war ein eigenes technisches Laboratorium in Betrieb, dem unter anderem die Ausbildung eigener Betriebschemiker oblag. Scherings weitere Erfolge zeigten sich anhand der Niederlassungen in Amsterdam, Glasgow, Moskau und weiteren Städten bereits ab 1870. Der sorgfältig erfüllte Auftrag zur Versorgung einiger Armeekorps mit Arzneimitteln im Kriege 1870/71 brachte ihm den Roten Adlerorden ein.

Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts setzten sich die Monopolisierung der Wirtschaft und die Verquickung von Wissenschaft und Großproduktion durch.

Der Wegfall der Zollschranken nach der Reichsgründung und die französischen Reparationsleistungen lösten die bis zum Börsenkrach des Jahres 1873 währende sogenannte Gründerzeit aus.

Die danach noch existierenden Firmen expandierten – nicht nur quantitativ und am Umzug in Randgebiete sichtbar (vgl. Spindlersfeld), sondern auch in Gestalt neuartiger Beziehungen mit einer zunehmend internationalisierten Wissenschaft, so in Gestalt von Stiftungen, Forschungsverträgen, Sponsorenschaften usw., mittels der Nutzung des Patentwesens als Mittel des Konkurrenzkampfes, so durch Einsatz von Industriespionage und juristischer Finessen. Hinzu kam die Ausformung neuartiger Steuerungsmechanismen im Verhältnis von Staat, Wissenschaft und Industrie, charakterisiert durch die 1887 entstandene Physikalisch-Technische Reichsanstalt und die später folgenden Bestrebungen für eine Chemisch-Technische Reichsanstalt (zwischen 1905 – 1908 durch E. Fischer, W. Nernst, C. A. Martius und W. Ostwald), noch später durch die Entstehung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft.

Schering folgte den Zeichen der Zeit, als er am 23. 10. 1871 offiziell mitteilte, er sei zu dem Entschluß gedrängt worden, sein Unternehmen in eine Aktiengesellschaft umzuwandeln: Chemische Fabrik auf Actien (vormals E. Schering). Dieses Datum galt seither als Gründungstag (im Jahre 1996 konnte das 125jährige Jubiläum begangen werden). Trotz weiterer Mitwirkung Scherings im Direktorium beziehungsweise Aufsichtsrat war sein Name von da an vor allem ein Omen, gehegt als Zeichen für Solidität und Tradition und patriarchalische Firmenführung: Schering galt als ‚Patron‘. Er verfügte über gute Menschenkenntnis und befürwortete die nach und nach einzuführenden Maßnahmen zur Sicherung einer langjährig werktreuen Stammebelegschaft: Es wurden Wohnsiedlungen errichtet, seit 1871 gab es eine Art von Prämien, eine Betriebskrankenkasse seit 1876, seit 1879 einen Altersversorgungsfonds (staatliche Regelungen zur Altersversorgung wurden erst 1889 eingeführt), gestaffelte Löhne, Betriebsausflüge, ein Geldgeschenk nach 20 Dienstjahren usw., alles Einrichtungen zur Förderung einer spezifischen Betriebsbindung. Die Zahl der Betriebsangehörigen stieg: von 70/80 Mitarbeitern im Jahre 1871 auf 643 im Jahre 1895, auf 900 im Jahre 1910 – im Jahre 1970 hatte das Werk mehr als 8650 Mitarbeiter.

Der Name Scherings blieb dem Werke auch dann noch erhalten, als die Schering AG per Aktienmehrheit andere Firmen vereinnahmte (1922 Spindler) und als sie noch später (1922) ihrerseits aufgekauft wurde.

Die Gründung als Aktiengesellschaft, getragen von Bankier Quistorp, widerspiegelte die übliche Verschmelzung von Bank- und Industriekapital; Banken übernahmen das Dirigat der Produktion. Ab 1872 wurden ständig Schering-Kurse bekanntgegeben.

Wichtigstes Mitglied im Schering AG Aufsichtsrat war Julius Holtz 1836 – 1911), er stammte wie Schering aus Prenzlau, war ebenfalls Apotheker. Außerdem wirkten im Aufsichtsrat noch H. Augustin als Vorsitzender (auch

Apotheker); Reg.-Ass. A. Bühling, Comm. Rat Jüret und Dr. phil. Emil Jacobsen, letzterer ebenfalls Apotheker, vor allem aber Redakteur für chemisch-technische Periodika.

Die 1873 einsetzende Wirtschaftskrise wurde trotz des eher wägenden Leitungsstiles von Schering durch den neuen Betriebsleiter Kempf und den flexiblen Dr. Holtz abgefangen; erhalten blieb ein Spottvers über zeitweilig gesunkene Schering-Aktienkurse. 1876 ließ sich in Philadelphia anlässlich der Weltausstellung der Handel in Richtung USA forcieren (Gründung von Schering & Glatz / New York), in England, Frankreich, Rußland, Japan, China, Australien u. a. Ländern wurden weitere Märkte erschlossen.

Weiterhin hielt Schering die Verbindung zur Wissenschaft, dagegen Holtz die zur Wirtschaft sowie zu Gelehrten und gehörte folgerichtig 1877 zusammen mit C. A. v. Martius (Agfa) zu den Mitbegründern des Vereins zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands. Gelehrte als Mitglieder waren auch hier gern gesehener Nachweis für die Bedeutung der Vereinigung, auch wenn gerade diese Vereinigung sich 1889 im Kultusministerium sehr stark für eine eher praxis- als grundlagenorientierte Ausbildung der Chemiker engagierte – und damit letztlich die Universitäten beeinflussen wollte<sup>4</sup>.

Die Konstellation des Vereins bewies ebenfalls: Es gab ihn jetzt: den *Chemiker*. Das neue Berufsbild enthielt neben Ärzten, Apothekern und chemischen Technikern nunmehr auch den akademischen Chemiker und repräsentierte zusammen mit der bereits erwähnten Gründung der Chemischen Gesellschaft – als einer nationalen Vereinigung – den Höhepunkt chemischer Disziplingenese.

Chemiker wirkten als Hochschullehrer, Industrieforscher, Leiter in Industriebetrieben, Unternehmer, Beamte.

Das Zusammenwirken von Wissenschaftlern und Fabrikanten führte anlässlich des internationalen Patentkongresses in Wien während der Weltausstellung auch zur Gründung des Deutschen Patentschutzvereins im Jahre 1874. Den Vorsitz hatte Siemens, die Chemiker waren durch Hofmann, Wichelhaus, Martius und Scheibler vertreten. Auf das Reichspatentgesetz nahm die Chemische Gesellschaft im Jahre 1877 konkreten Einfluß mittels einer Kommission, der A. W. Hofmann, A. Franck, A. Oppenheim, F. Tiemann und E. Schering angehörten. Diese setzte Forderungen der chemiespezifischen Industrie durch wie: Patentierung der Herstellungsmethode (nicht des Produktes), Einbeziehung von Fachleuten aus dem jeweiligen Industriebereich als Sachverständige beim Patenthof und Veröffentli-

4 Brief des Vereins zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands an das preußische Kultusministerium vom 13. 7. 1889. In: Zentrales Staatsarchiv, Rep 76 Va, Sekt. 1, Tit. VII, No. 44, Vol. 1, Bl. 20 v, 21, 21 v.

chung des Verfahrens im Rahmen des Vorprüfungsverfahrens. Dieser ausdrückliche Verfahrensschutz hatte den Hintergrund, daß die hiesige Chemie neuerdings nicht mehr vor allem die Nachahmung englischer und französischer Patente praktizierte, sondern selbst intensiv und produktiv geworden war: Die relativ geringen Rohstoffressourcen in Preußen beziehungsweise Deutschland hatten die Produktion in bis dahin überschaubarem Ausmaß gehalten. Der Apparatebau und die Chemikalienbereitstellung hatten sich jedoch entwickelt, und auf Grund des Ausbildungseffektes der deutschen Chemikerschulen, insbesondere der von J. v. Liebig geführten, stand nunmehr ein umfangreiches Fachleutepotential zur Verfügung. Die chemische Forschung selbst hatte sich durch Industrieverträge etabliert, und nach Reichseinigung und Gründerära erschien jetzt das Kapitalrisiko kalkulierbar. Chemiker wurden *zum einen* bei Überleitungsprozessen eigener Forschung in die Produktion einbezogen, *zum zweiten* zur Entwicklung mehrerer Produktionsmethoden eines Projektes, um viele Verfahrenspatente zu sichern, *zum dritten* zur Prüfung fremder Patente, um diese gegebenenfalls umgehen, anzweifeln oder analog entwickeln zu können...

Das erste Scheringsche Patent wurde 1879 erteilt und bezog sich auf die Herstellung von ‚Gerbsäure in krystallnadelähnlicher Form‘.

1879 nahm die Schering AG an der allgemeinen Randwanderung der Berliner Industrie teil. Kunheim war nach Niederschöneweide, Kahlbaum nach Adlershof gezogen, seit 1872 war die Firma Jaffé & Darmstädter mit einem Glycol-Destillationsbetrieb in Charlottenburg ansässig. Schering ging ebenfalls nach Charlottenburg und erwarb dort Gelände für eine künftige Ätherproduktion, denn Holtz hatte in Ludwigshafen eine Anlage gekauft, als in Süddeutschland eine hohe Branntweinsteuer die Existenz der dortigen Ätherfabriken bedrohte (die Scheringsche Anlage wurde später, 1918, nach Eberswalde verlagert, unter anderem deshalb, weil ein Ringbahnanschluß in absehbarer Zeit nicht zu erwarten war).

Ernst Schering selbst, nachdem er nach einiger Zeit der Verpachtung seine Grüne Apotheke im Jahre 1881 an den ältesten Sohn übergeben hatte<sup>5</sup>, schied 1882 wegen Krankheit aus dem Vorstand der AG aus, wirkte weiter im Aufsichtsrat mit und starb 1889<sup>6</sup>.

5 1892 errichtete der Sohn Richard einen Neubau, nachdem er 1886 die Apotheke übernommen hatte, führte diese weiter sowie eine „Fabrik chemisch-pharmazeutischer Präparate, Drogen- und Chemikaliengroßhandlung“... Die Familie Ernst Schering zog Mitte der 70er Jahre des 19. Jahrhunderts in eine Villa in der Berliner Straße (heute Nähe Marchstraße).

6 Sitzung vom 13. Januar 1890, Protokoll mit Bericht über die Rede A. W. Hofmanns zum Tode von E. Schering. In: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jg. 23, 1890, S. 1–3. Holtz, J.-F.: Ernst Friedrich Christian Schering. Ebenda, S. 900–904.

Trotz der bereits langjährigen persönlichen Beziehungen Scherings zu Chemikern und zur Chemie wird in den Werkschroniken – zwar unter betontem Hinweis auf die vorangegangenen individuellen Wissenschaftsbeziehungen – das *Jahr 1889* als eigentlicher Beginn der Forschung im Hause angegeben. Dies ist damit zu begründen, daß sich zu diesem Zeitpunkt in Bezug auf das Ausmaß und die räumlichen sowie personellen Voraussetzungen quantitative Veränderungen vollzogen, die hinsichtlich Systematik und Themenbreite einen qualitativen Sprung bewirkten. Nach dem Umzug von Verwaltung und Lager in ein neues Gebäude (das Backsteingebäude ‚Rotes Schloß‘) gab es für das Laboratorium mehr Platz. Es blieb nicht mehr dabei, lediglich auf andernorts erzielte Ergebnisse zu reagieren oder diese weiterzuentwickeln, Forschung wurde nun – unter Leitung von H. Finzelberg, ursprünglich auch Apotheker – in eigener Regie und systematischer als bisher vorgenommen und blieb auch in der folgenden Entwicklung integrierter Bestandteil.

Der weitere Weg der Scheringschen Apotheke zu einem Konzern kann hier nicht weiter verfolgt werden.

### *5. Überblick über die wichtigsten Werkslaboratorien*

Seit 1864 unterhielt, wie erwähnt, der Firmengründer Schering ein eigenes technisches Labor,

seit 1883 gab es ein (noch heute existierendes) analytisches Kontrollaboratorium.

Ab 1889 arbeitete das ebenfalls bereits genannte wissenschaftliche Forschungslaboratorium, pharmazeutisch orientiert unter Albrecht Schmidt (Schüler von Bunsen und Fittig); 1890 kam hier mit dem Gicht- und Rheumamittel Piperazin das erste Schering-Medikament auf den Markt. Im gleichen Jahr begannen auch die ersten Tierversuche.

1894 erfolgte in Charlottenburg der Aufbau der Bakteriologischen Abteilung, die unter Hans Aronson die Herstellung von Diphtherieserum unternahm, ein Vorhaben, das zu guten Ergebnissen führte, jedoch durch Probleme bei der Führung der Abteilung belastet war.

1904 begann die Abteilung Klinische Forschung unter Max Dohrn.

1920 entstand die Abteilung für Pflanzenschutz<sup>7</sup>, Zusammenarbeit erfolgte mit der Biologischen Reichsanstalt.

7 Aus einem Jahrhundert Schering-Forschung. Pharma. Schriftenreihe des Scheringianums. Berlin 1991, S. 62 ff.

1921 entstand eine zusätzliche Medizinisch-Wissenschaftliche Abteilung zur Prüfung von neu auf dem Markt erschienenen Präparaten.

Ab 1924 arbeitete die Photographische Abteilung.

## 6. *Motive, die Forschung auslösten oder forcierten*

Die Fertigung rezeptierter *Medikamente*, ebenso die Herstellung und der Verkauf *reiner Reagenzien* an Chemiker waren für Schering der erste Anlaß für erweiterte Produktion und stellten den Impuls für eigene weitere Recherchen dar.

Hinzu kam die *militärische* Anforderung von Gesamtsortimenten an Arzneien und Desinfektionsmitteln.

*Die Nachfrage nach allgemein chirurgischem* Bedarf wuchs, daher erfolgte u. a. die Herstellung des auf Liebig zurückgehenden Chloroforms seit 1864 (ab 1888 des Chloralhydrats als Hypnotikum und Anästhetikum).

Als *politisch-sozialer Impuls* für die Arzneimittelproduktion wirkte die Einführung der gesetzlichen Krankenversicherung seit 1883.

*Populistische Effekte*, beispielsweise die Nachfrage nach Verjüngungsmitteln, können die Produktion ebenfalls stimulieren; dem bereits genannten Piperazin hing ein solcher Ruf an, es war aber gegen Gicht erfolgreich.

*Systematische Weiterarbeit* an bestimmten Präparaten, z. B. Formaldehyd, brachte neue hervor, führte 1894 zu Urotropin (gegen Infektionen).

*Technischem Bedarf* entsprach die Entwicklung von Fotoplatten aus in heißem Wasser unlöslicher Gelatine.

Das Streben nach *Importunabhängigkeit*, so der Grund für die Kampfer-Ersatzstoff-Forschung seit 1900, führte 1903/ 04 unter Karl Reimarus zur Herstellung des ersten Kunststoffes, dem Zelluloid, dem „Schering-Camphen“.

*Ernteschäden im* Kriegsjahr 1916 durch Pilzerkrankungen des Roggens und durch Krautfäule bei Kartoffeln begründeten u. a. die Schaffung einer Abteilung für Pflanzenschutzmittel ab 1920.

Der *unmittelbare Konkurrenzkampf* war stets Impuls für Forschung und Produktentwicklung: Nach dem Kauf einer Linoleumfabrik in Eberswalde 1921 wurde die Herstellung von Kampfer, Beizen u. a. Industriechemikalien nach dort verlagert, und nach dem Ankauf der Färberei und Wäscherei in Spindlersfelde wurde hier ab 1924 die Photographische Abteilung und ab 1927 in Reichenbach/Lausitz die Tanninfabrikation eingerichtet.

Wichtigste Impulse lieferte jedoch vor allem die internationale *Grundlagenforschung*.

Die Schering AG entwickelte daraus 4 *Profillinien*, in der Chronik des Werkes als Sparten bezeichnet:

- Pharmazeutika
- Pflanzenschutzmittel
- Präparate und Anlagen für die Galvanotechnik (bereits 1884 war eine Patentnahme auf ein „Verfahren zur elektrolytischen Darstellung von übermangansaurigen Salzen aus den manganhaltigen Abfällen der Chlorbereitung“ erfolgt, also bereits 10 Jahre vor der Einführung der Elektrolyse in die Großindustrie. Aus Wirtschaftlichkeitserwägungen war seit 1887 die Arbeit daran nicht weiter betrieben worden).
- Industriechemikalien

Darüberhinaus entwickelten sich zwei spartenunabhängige Bereiche: das Analytische Kontrollaboratorium und der Bereich Physikochemie und Informatik.

## 7. *Forschungen und Entwicklungen – Ausblick und Überblick*

### 7.1. *Humanmedizinische Grundlagenforschung und Präparate*

Zusammengefaßt wären hauptsächlich die in den 20 – 30er Jahren erfolgten Hormonforschungen, insbesondere in Bezug auf Geschlechtsdrüsen und Nebennierenrinde, Medikamente der Sulfonamid- und Langzeitsulfonamidreihe, Impfstoffe sowie Kontrastmittel zur Gallen- und Herzdarstellung zu nennen.

Im einzelnen können von den seither in den Scheringschen Laboratorien entwickelten Pharmazeutika hier auch *nur einige* beispielgebend genannt beziehungsweise in der dem Beitrag nachgestellten Tabelle aufgezählt werden.

Entwickelt wurden Pharmaka zur Behandlung von Gicht und Rheuma, beispielsweise das Atophan, von Harnwegserkrankungen, so das Urotropin (1895), sowie Schmerzmittel wie Veramon.

In den 20–30er Jahren erfolgte im Hause Schering die Profilierung auf noch heute bezeichnende Gebiete der Grundlagen- und entsprechender Arzneimittelforschung :

Seit 1923 begannen auf Anregung von Max Dohrn die Untersuchungen der Hormone der Keimdrüsen und der Nebennierenrinde, hierfür bestanden von Anfang an wissenschaftliche Kontakte zu dem Physiologen Eugen Steinach. Seit 1927 arbeitete Adolf Butenandt im Forschungslaboratorium an der Erforschung von Follikelhormonen, hier wurde ab 1929 reines Follikelhormon kristallisiert, im



Jahre 1932 das Hormon Östradiol isoliert. Die Erforschung von Gestagen, die Reindarstellung des Gelbkörperhormons (Progesteron) im Jahre 1934, die Reindarstellung von Östron bedeuteten weitere Forschungsschwerpunkte dieser Zeit. Seit 1931 isolierte Butenandt auch Androsteron sowie Testosteron. Forschungsarbeit über Hirnanhangdrüsenhormone leisteten Walter Hohlweg und Karl Junkmann.

Im Zusammenhang mit diesen Forschungen wurden Hormonpräparate entwickelt, so bereits im Jahre 1928 das Progynon, wenn auch noch nicht in reiner Form, 1933 das Proluton zur Verhütung von Frühgeburten, 1937 das Testoviron und 1939 das Cortiron. In den 50er Jahren wurden das synthetische Cortison Scheroson (gegen Rheuma) und nach 1952 Depot-Präparate für Langzeitbehandlung mit Sexualhormonen entwickelt.

Forschungsprojekt bei Schering war auch die Entwicklung von Ovulationshemmern: 1961 entstanden das Anovlar, später Neogynon, Eugynon sowie Androgur.

An Sulfonamiden brachte Schering 1938 das Albucid auf den Markt. 1940/41 wurden mehr oder weniger zeitgleich sowohl in den USA als auch bei anderen Pharmafirmen in Deutschland wie beispielsweise bei Bayer Antiinfektionsmedikamente und insbesondere die sehr bald kriegswichtigen Langzeitsulfonamide hervorgebracht.

In Zusammenarbeit mit dem Berliner Arzt Georg Ludwig Zuelzer entstand 1964 Redul (zur Diabetesbehandlung).

Die Entwicklung von Röntgenkontrastmitteln wurde bereits frühzeitig aufgenommen. Bis 1910 waren Bariumsulfat, kolloides Silber, Jodsalze, jodierte Öle verwendet worden, die sich aber als nicht immer verträglich erwiesen. 1930 wurde Uroselectan (später Urografin) als Nierenkontrastmittel eingeführt, es fand auch als Herzkontrastmittel Anwendung, so bei dem nobelpreisgekrönten Herz-Katheter-Versuch von Werner Forssmann. Für die Gallendarstellung konnte seit 1940 Biliselectan, 1959 das Biloptin und insbesondere seit 1953 das Biligradin sowie 1964 das Bilivistan eingesetzt werden.

Die Herstellung von Impfstoffen hatte Tradition: seit 1894 produzierte das Haus Schering Diphtherie-Heilserum; die Arbeit fand später in einer eigenen Bakteriologischen Abteilung ihren Platz.

## *7.2. Phytopathologie:*

Die Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln hatte sich besonders während der Jahre des ersten Weltkrieges als dringend notwendig erwiesen. Seither wurden über 80 Präparate entwickelt:

gegen Unkräuter (Herbizide),

gegen Pilzkrankungen (Fungizide),  
gegen Schadinsekten (Insektizide),  
gegen pflanzenparasitäre Fadenwürmer (Nematizide) und  
gegen Spinnmilben (Akarizide).

Zu nennen sind beispielsweise:

- das Meritol (1925), ein arsenhaltiges Stäubemittel gegen Raupen (in der Forstwirtschaft per Flugzeug eingesetzt),
- das Abavit (1934), eine Naßbeize für Saatgut und
- die Trocken-Universalbeize Abavit-neu (1940),
- an Herbiciden im Jahre 1927 das Raphanid und das Raphatox.
- 1964 beziehungsweise 1968 wurde Betanal gegen schon aufgegangenes Unkraut eingesetzt und Trapex zur Bodenentseuchung gegen Nematoden sowie Fundal gegen Spinnmilben.

### *7.3. Galvanotechnik*

Diese Sparte zur elektrolytischen Oberflächenveredlung von Metallen war nach den Pharmazeutika die zweitälteste bei Schering. Es hatte 1901 mit Salzen zur Abscheidung von Gold, Silber, Kupfer und Zink begonnen, unter Verwendung eines von dem Berliner Chemiker Emil Courant angekauften Patentes (Elektrolyt für Cyankalische Bäder). An Chemikalien sind Trisalyt und das Glanz-Zink-Bad Brillant (1937) zu nennen. 1971 wurde in dieser Abteilung der erste Galvanisierautomat (Computer) aufgestellt. Entwickelt wurden auch Verfahren zum Aufrauhlen von Kunststoffoberflächen für den Galvanisiervorgang.

### *7.4. Industriechemikalien:*

In dieser seit 1957 wieder aufgebauten Abteilung wurde zunächst Kunstharzmörtel für Mosaikrestaurierungen, z. B. Versamid entwickelt, weiterhin entstanden die Epoxidharz-Härter Versaduct für Brückenbau und Trihäsan sowie Versamont für Bergbau und feuchte Baubereiche. Seit den 50er Jahren erfolgte per Lizenz auch Polyäthylenforschung und -herstellung, daher auch die Herstellung von Polyvinylchlorid (PVC) für die Verpackung von Lebensmitteln.

## *8. Gründe für wissenschaftsbezogenen Erfolg*

Das Renommee der Firma leitete sich aus der Wechselwirkung mehrerer Faktoren ab:

Einerseits waren der Markterfolg und das Wachstum des Hauses, gewonnen durch Zusammenarbeit mit der Wissenschaft, unübersehbar, – und andererseits

stieg auch der „Marktwert“ von Forschung – eben durch den Markterfolg des Hauses

In bedeutendem Maße wuchs das Ansehen der Schering AG durch die zunehmende internationale Anerkennung ihrer wissenschaftlichen Mitarbeiter oder durch die Zusammenarbeit mit anerkannten Forschern, vor allem mit jenen, die Nobelpreisträger waren oder wurden oder als Berater wirkten (obwohl es keine bei Schering unmittelbar angestellte Nobelpreisträger gegeben hat); genannt sei C. D. Harries, anfangs Assistent bei A. W. Hofmann, dann bei E. Fischer, der für Schering arbeitete, bevor er als Professor nach Kiel ging. Er entwickelte den Buna-Synthesekautschuk.

Zusammenarbeit hat es mit folgenden (nachmaligen) Nobelpreisträgern gegeben: Adolf Butenandt, Hormonforschung, Nobelpreis für Chemie 1939; Otto Warburg, Biochemie der Zelle, Nobelpreis für Medizin 1931; Karl Ziegler, Kontakte bei der Industrie-Chemikalienforschung, Nobelpreis für Chemie 1963; Hans Krebs, Berater bei der Diabetesforschung, Nobelpreis für Medizin 1953; Max Perutz, Berater der biochemischen Arbeitsgruppe, Nobelpreis für Chemie 1962 ...

## 9. *Ambivalenzen*

Wie in jeder Institution, bei der Forschung, Anwendungsentwicklung und Produktion untrennbar eng miteinander verbunden sind, mußten sich zwangsläufig auch in der Geschichte der Schering AG Ambivalenzen herausstellen:

Sozialpolitische Widersprüche finden sich in der unmittelbaren Firmengeschichte naturgemäß, obwohl man stets um den patriarchalischen Schutzschild der Tradition bemüht war.

Staatliche kriegsvorbereitende Maßnahmen wirkten auch bei Schering als wissenschaftsregulierendes Agens, so für die Arzneimittelproduktion allgemein und während des ersten Weltkrieges für das Abfüllen von Gasmasken und die Weiterentwicklung von Gasmasken-Filtern<sup>8</sup>. Indirekt traten Ambivalenzen in den 20er Jahren bei der Mitarbeit an Schädlingsbekämpfungsmitteln zutage, deren Entwicklung an die Biologische Reichsanstalt delegiert und dort von Fritz Haber betreut wurde (weil dies in seinem Institut wegen der Kontrolle durch die Aliierten nicht ohne weiteres möglich<sup>9</sup> war) und deren Weg zu späterem Mißbrauch ein eigenes Kapitel darstellt.

8 Stoltzenberg, Dietrich: Fritz Haber. Chemiker, Nobelpreisträger, Deutscher, Jude. Weinheim 1994, S. 287.

9 Ebenda, S. 465 f.

Ambivalenzen wissenschaftlicher Ergebnisse wurden oft erst in ihrer Praxis-Applikation erkennbar, so beispielsweise bei der Entwicklung von Präparaten für hormonale Geburtenkontrolle. In diesem Zusammenhang sei eine Konsequenz des Nobelpreisträgers Otto Warburg erwähnt, der von 1945 bis 1966 Aufsichtsratsmitglied bei Schering gewesen war: Erst jetzt, teilte er brieflich mit, sei ihm eine Untersuchung bekannt geworden, wonach die Verabreichung von Anovlar über einen längeren Zeitraum hinweg problematisch sein könnte: „...Das Risiko ist zu gross, und der Gewinn ist zu klein... Unter diesen Umständen möchte ich Sie ... bitten, mich bei der nächsten Hauptversammlung ... nicht mehr als Aufsichtsrats-Mitglied vorzuschlagen.“...<sup>10</sup> Obwohl es sich dabei um ein im allgemeinen gut getestetes Medikament handelte, trat doch auch hier die immer wieder aktuelle Möglichkeit von sowohl destruktivem als auch konstruktivem Potential wissenschaftlicher Resultate zutage.

### *10. Berlin und die Chemie um die Jahrhundertwende*

Berlin war zu einem Zentrum von Wissenschaft, Technik und Industrie geworden.

An der Universität existierte seit Hofmanns Amtsantritt ein großes Chemisches Institut, etabliert waren die Technische Hochschule (1879) und die Landwirtschaftliche Hochschule (1881), seit 1887 bestand die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, einige Jahre später begannen – zunächst intern und nach der Jahrhundertwende zielstrebig – auch die Debatten um die Gründung einer analogen Chemisch-Technischen Reichsanstalt. Die Chemie hatte sich als eine eigenständige Wissenschaft institutionalisiert. Ein neuer Typ des Chemikers war entstanden, der nicht nur auf dem Katheder, sondern gleichzeitig im Laboratorium wirkte. Dank Liebig, Wöhler, Bunsen und Mitscherlich gab es viele gut ausgebildete Chemiker. Da sie in Deutschland vor 1870 noch nicht genug chemische Arbeitsplätze vorfanden, holten sie sich ihre Praxiserfahrungen in dieser Zeit oft noch in England, wo es eine – wenngleich vielfach noch recht empirisch orientierte – chemische Industrie gab<sup>11</sup>, denn die technische Ausbildung war in Deutschland

- 10 Brief von Otto Warburg vom 1. 6. 1965 an den Vorstand der Schering A. G. In: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Akademiearchiv, NL Warburg 831, 1141. Diese Briefe werden von Petra Werner in einer laufend erscheinenden Edition des Nachlasses von Otto Warburg ausgewertet.
- 11 Krug, Klaus: Zum Zusammenhang zwischen der Entwicklung der chemischen Industrie und der Herausbildung der chemischen Technologie zur Zeit von C. Schorlemmer. In: Philosophische, historische und wissenschaftshistorische Probleme in Chemie und Technik. Symposium zum 150. Geburtstag von Carl Schorlemmer, September 1984 Merseburg. Kolloquien-Heft Nr. 57 des Instituts für Theorie, Geschichte und Organisation der Akademie der Wissenschaften der

lange vernachlässigt worden. Das nunmehr rasche Aufblühen einer starken Chemieindustrie in Deutschland ist u. a. aus dem gut qualifizierten großen Chemikerpotential zu erklären, das in den Dezennien vor der Jahrhundertwende von Anfang des chemieindustriellen Aufschwunges an zur Verfügung stand.

Um 1900 standen in Berlin vor allem die metallverarbeitende und die elektrotechnische Industrie sowie die Chemie an der Spitze: In und um Berlin war ein Sechstel der gesamten deutschen chemischen Industrie angesiedelt, ca. 900 chemische Klein-, Mittel- und größere Betriebe, es führten die Schering AG und Agfa Berlin. (Weiter in der Reihe folgten: Gasfabriken, Farben-, Textil-, Reinigungs-, Seifen- und Parfümindustrie, medizinische Rohstoffe, Kältemaschinenbau, Photographie).

In den Jahrzehnten vor und nach der Jahrhundertwende wirkten in Berlin Chemiker, Biochemiker und Physikochemiker von Weltrang: Hofmann, Fischer, van't Hoff, Buchner, Liebermann, Witt, Nernst, Butenandt, Warburg u. v. a. Nicht von ungefähr wurden die beiden ersten Einrichtungen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft für die Chemie gegründet: 1912 wurden sowohl das Institut für Chemie als auch das für physikalische Chemie und Elektrochemie eröffnet<sup>12</sup>.

Aber war Berlin ein Chemiezentrum geworden ?

In bezug auf die Elektroindustrie konnte ein Führungsanspruch behauptet werden, sowohl als Wirkungsort großer Physiker als auch als Standort einer von jenen mitgeprägten Industrie.

Man kann von Berlin als einem Zentrum großer Chemiker, einer Stadt chemischer Forschung sprechen, aber auch von Berlin als einer Stadt der Chemie ?

Letzteres muß verneint werden.

Die Entwicklung Berlins zu einem etwaigen Zentrum der Chemieindustrie war in erster Linie urbanspezifisch limitiert.

Auf die Entfaltung einer regelrecht stadtbestimmenden pharmazeutischen oder chemischen Produktion, wie sie in Leuna oder in Leverkusen stattgefunden hat, mag die Rolle Berlins als Hauptstadt begrenzend gewirkt haben: Die Geschwindigkeit des Bevölkerungswachstums, auch die Bedeutung geisteswissenschaftlich bedeutsamer Institutionen sowie die allgemeine umweltspezifische Sonderposition chemischer Produktion selbst bedeuten gewichtige Gründe. Berlin war bereits eine große Stadt, als die chemische Forschung in ihr aufblühte und zweifellos auch

DDR, Berlin 1986, S. 61–95.

12 Die Gründung der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft entsprach monopolistischer Zweckbestimmung der Stiftungskapitalien. 1928 bestanden die Leitungsgremien der Berliner Institute aus 412 Mitgliedern, davon waren 171 Vertreter des Industrie- und Bankkapitals, 140 Vertreter des Staates und 101 Gelehrte.

leistungsstarke Industriebetriebe hervorbrachte, wie das Beispiel Schering beweist, dagegen wurden andere spätere Chemiestandorte erst *durch* die dort jeweils angesiedelte Chemieindustrie zu Städten, insofern sind dort die Konstellationen für eine Stadt- und Industrieentwicklung andere.

Das Wirken des Prenzlauer Apothekers Ernst Schering hat jedenfalls das Stadtprofil Berlins wesentlich mit geprägt<sup>13</sup>.

Sein Erfolgsrezept hatte *erstens* auf Solidität der Ausbildung und Berufsausübung aufgebaut, *zweitens* den Kontakten zur Wissenschaft, um auf dem laufenden zu bleiben und um sich Lieferaufträge zu sichern, *drittens* seinem Engagement in vielfachen Organisationen, denen Apotheker, Chemiker, Vertreter der Industrie und Wissenschaft angehörten.

In der Aktiengesellschaft wurde die Forschung in werkseigenen Laboratorien ausgebaut durch:

- Vertragsforschung an Präparaten,
- eigene Entwicklung von Präparaten und Anwendungsfindung durch Screeningmethoden,
- Bedarfsforschung auf Grund bestimmter Situationen wie Epidemien, Arzneimittelbedarf im Frieden und im Kriege, Probleme der Geburtenkontrolle usw.,
- Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern an anderen Institutionen sowie internationale Kooperation.

Ob auch von einem „Schering-spezifischen“ Beitrag zur chemischen Theorie oder Experimentalforschung oder einer „Schering-Schule“ chemischer Forschung und Anwendung zu sprechen wäre, muß anderen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

## 11. Zusammenfassung

Schering und die Chemie – das ist ein Stück Berlingeschichte, geprägt von territorial-historischen, von wissenschaftlich-technischen, von individuellen und von institutionellen Faktoren.

Dementsprechend sind die Markierungen der Wegstrecke die Entwicklung von Berlin als preußische, später Reichshauptstadt, die disziplinäre Entfaltung von Chemie und Pharmazie, die gewerbliche und technologische Produktionspraxis,

13 Weitere Literatur zur Schering AG: Schering – Chemie für Heute und Morgen, Berlin, ca. 1970.

der finanzpolitische Bankenhintergrund und nicht zuletzt die Persönlichkeit Scherings.

## *12. Übersicht über Scheringprodukte (Auswahl)*

### *Pharmazeutika:*

Medikamente (u. a. UROTROPIN, ATOPHAN, VERAMON)

Keimdrüsenpräparate (Ostradiol, Gestagen, Progesteron, Androsteron, Testosteron), Hirnanhangdrüsen-Hormonpräparate (PROGYNON, TESTOVIRON, PROLUTON, CORTIRON, synthetisches Cortison: SCHEROSON), Ovulationshemmer (ANOVLAR, NEOGYNON, EUGYNON, ANDROGUR),

Sulfonamide (ALBUCID), Langzeitsulfonamide u. a.

### *Röntgenkontrastmittel:*

1930 UROSELECTAN, später UROGRAFIN: Nierenkontraste,

UROSELECTAN: Herzkontraste,

1940 BILISELECTAN: Gallendarstellung, BILOPTIN, BILIGRAFIN, BILIVISTAN

### *Impfstoffe:*

seit 1894: Diphtherie-Heilserum u. a.

### *Pflanzenschutzmittel: Bisher über 80 Präparate:*

MERITOL/ Stäubemittel gegen Raupen,

ABAVIT / Naßbeize für Saatgut,

Trockenbeize ABAVIT-NEU,

Herbicide: RAPHANID, RAPHATOX,

BETANAL/ gegen Unkraut,

FUNDAL / gegen Spinnmilben

### *Galvanotechnik: TRISALYT, BRILLANT / Glanz-Zink-Bad-Verfahren*

NOVOGANTH GS, NOVIPRINT: Aufrauhern von Kunststoffoberflächen zum Galvanisieren.

### *Industriechemikalien: wieder seit 1957*

VERSAMID, Kunstharzmörtel, VERSADUCT Epoxidharz-Härter,

TRIHÄSAN und VERSAMONT für Bergbau und feuchte Baubereiche,

Polyäthylen: PVC-(Polyvinylchlorid) für Lebensmittelverpackung.





---

SIEGFRIED GREIF

# Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen

## 1. Indikatorfunktion von Patenten

Im Patentwesen steht ein Instrument zur Beobachtung und Analyse technisch-naturwissenschaftlicher und wirtschaftlicher Sachverhalte zur Verfügung. Im einzelnen sind Patentdaten geeignet als Indikatoren für

- Forschungs- und Entwicklungstätigkeit
- technologische und wirtschaftliche Strukturen und Entwicklungen
- internationale technologische und wirtschaftliche Beziehungen.

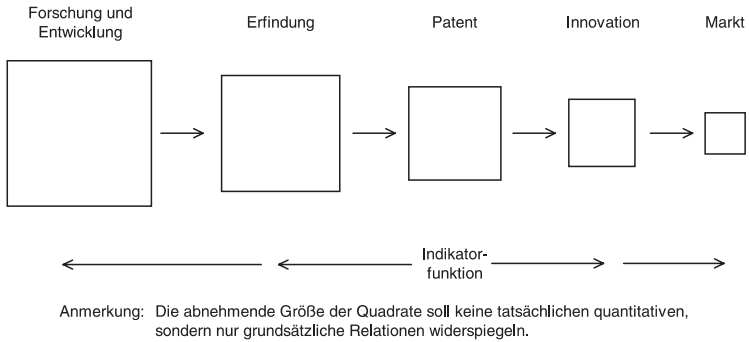
Die Indikatorfunktion von Patenten ergibt sich aus der Stellung des Patentes im gesamten Erfindungs- und Innovationsprozeß (siehe *Abb. 1*)<sup>1</sup>.

### 1.1. Indikator für Forschung und Entwicklung

Der Zusammenhang zwischen Forschung und Entwicklung (F+E) und Patenten ist unbestritten. Da erfolgreiche F+E-Tätigkeit zu Neuerungen führt und diese ihren Niederschlag in Patenten finden können, ist die Zahl von Patenten bzw. Patentanmeldungen ein Maß für den F+E-Output. Daß F+E-Tätigkeit nicht immer zu Erfindungen führt, soll das kleinere Quadrat in der *Abbildung 1* ausdrücken.

Nicht alle Erfindungen sind patentfähig. Der Zugang zum Patentschutz setzt die Erfüllung bestimmter Kriterien voraus: Neuheit, Erfindungshöhe und gewerb-

1 Die Ausführungen zur Indikatorfunktion von Patenten sind grundsätzlicher Natur und für die Bewertung der unten dargelegten Fakten und erarbeiteten Ergebnisse unmittelbar von Belang, so daß hier Darlegungen erlaubt sind, die in Teilen an anderer Stelle bereits behandelt wurden. (Vgl. Greif, Siegfried, Patente als Indikatoren für Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, in: SV-Gemeinnützige Gesellschaft für Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (Hrsg.), Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 7, Essen 1993).



**Abbildung 1:** Die Stellung des Patents im Erfindungs- und Innovationsprozeß

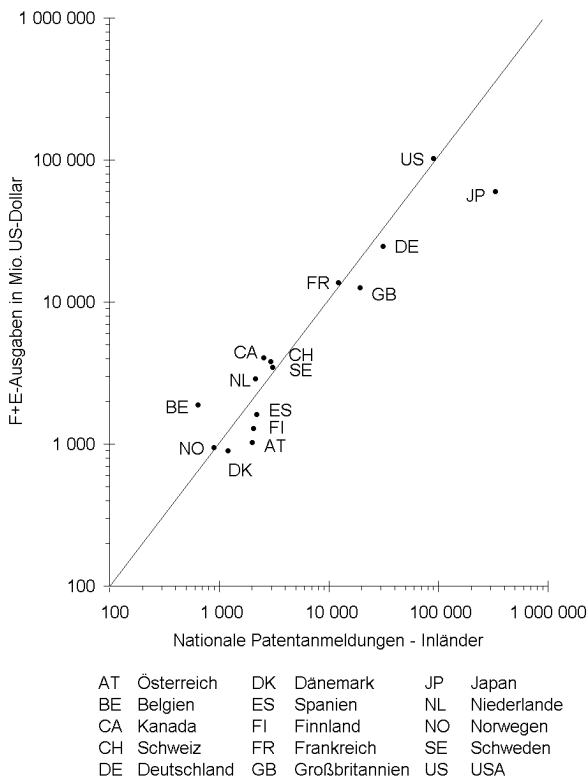
liche Anwendbarkeit. Bestimmte Dinge sind vom Patentschutz ausgenommen, z.B. Entdeckungen.

Nicht alle patentfähigen Erfindungen werden zum Patent angemeldet. Die Patentierungsneigung hängt von verschiedenen Faktoren ab, so vom Grad der Marktmacht, den Kosten der Patenterlangung und -erhaltung, dem Tempo des technischen Fortschritts, der Imitationsgefahr und der Möglichkeit der Geheimhaltung. Auf Grund verschiedener Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß insgesamt etwa 80 % der für patentwürdig erachteten Erfindungen angemeldet werden<sup>2</sup>.

Führt man die verschiedenen Angaben zusammen, kommt man zu dem Ergebnis, daß der überwiegende Teil der technischen Erfindungen von Patentanmeldungen erfaßt wird<sup>3</sup>.

Der tatsächliche Zusammenhang zwischen F+E und Patenten ist durch eine Reihe empirischer Untersuchungen auf allen Stufen der Wirtschaft – von der Weltwirtschaft über Volkswirtschaft, Wirtschaftszweige, Unternehmen bis zu Produktgruppen und Technologien – belegt<sup>4</sup>.

- 2 Täger, Uwe, Untersuchung der Aussagefähigkeit von Patentstatistiken hinsichtlich technologischer Entwicklungen, München 1979, S. 126; Mansfield, Edwin, Patents and innovations: An empirical study, in: Management Science 1986, Nr. 2, S. 176 f.; Europäisches Patentamt (Hrsg.), Nutzung des Patentschutzes in Europa, München 1994, S. 106 ff.
- 3 Weitere Ausführungen zur Leistungsfähigkeit von Patentdaten enthält: Greif, Siegfried und Potkowik, Georg, Patente und Wirtschaftszweige, Köln-Berlin-Bonn-München 1990, S. 5 ff.
- 4 Siehe dazu die Übersichtsarbeiten von: Pavitt, Keith, Uses and abuses of patent statistics, in: Van Raan, Anthony (Hrsg.), Handbook of quantitative studies of science and technology, Amsterdam 1988, S. 509 ff.; Griliches, Zvi, Patent statistics as economic indicators: A survey, in: Journal of

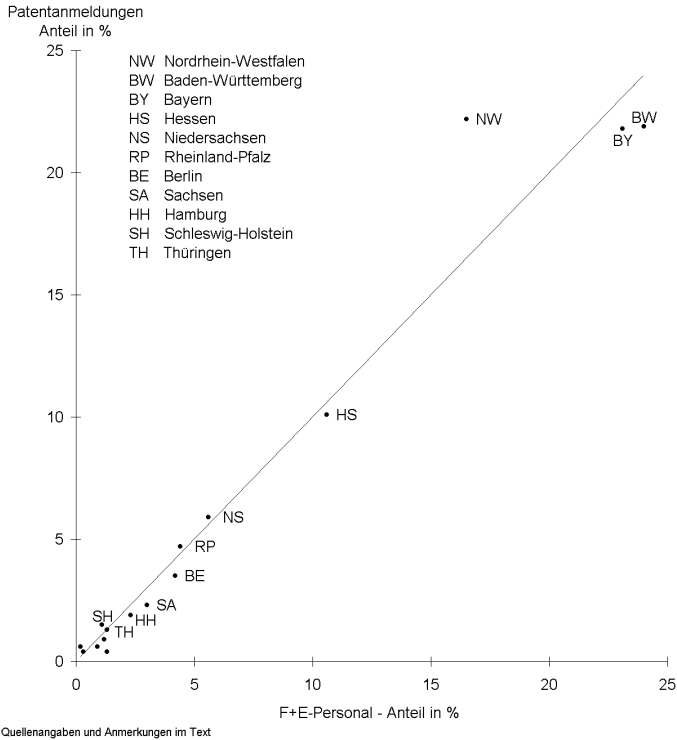


**Abbildung 2:** FuE-Ausgaben 1989 und inländische Patentanmeldungen 1990 in OECD-Ländern

Eine Gegenüberstellung von F+E-Ausgaben und Patentanmeldungen im Weltmaßstab enthält die *Abbildung 2*. Für die OECD-Länder sind hier die entsprechenden

Economic Literature 1990, Nr. 4, S. 1661 ff.; Greif/Potkowik, a.a.O., S. 10 ff.; Ernst, Holger, Patentinformationen für die strategische Planung von Forschung und Entwicklung, Wiesbaden 1996, S. 140 ff.

5 Quellen: OECD, Main Science and Technology Indicators 1992/2, Paris 1992, S. 16; World Intellectual Property Organization, Industrial Property Statistics 1990, Genf 1992, S. 1 ff. Bei der Auswahl der Daten wurde die unten erwähnte Zeitverschiebung zwischen F+E und Patentanmeldungen berücksichtigt.



**Abbildung 3:** Patentanmeldungen 1995 und FuE-Personal 1993 nach Bundesländern (Prozentuale Verteilung)

chenden Werte eingetragen. Zu erkennen ist eine deutlich positive Korrelation: Je höher die F+E-Ausgaben sind, um so größer ist die Zahl der Patentanmeldungen. Gleichzeitig ist eine gewisse Streuung um den Durchschnittswert zu beobachten, länderspezifische Input-Output-Muster dokumentierend.

Auf der Stufe der Volkswirtschaft bewegt sich eine Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland. Eine Zeitreihenanalyse kommt zu dem Ergebnis, daß Änderungen bei den F+E-Ausgaben gleichgerichtete Änderungen bei der Zahl der Patentanmeldungen bewirken und daß dies mit einer zeitlichen Verschiebung von 1 bis 2 Jahren geschieht<sup>6</sup>.

6 Greif, Siegfried, R&D and Patents: An Attempt to Establish a Relationship Between Input and

Eine positive Korrelation zwischen F+E-Ausgaben und Patentanmeldungen ist auch auf der Ebene der Wirtschaftszweige festzustellen, gleichzeitig jedoch eine Streuung aufgrund branchenspezifischer Patentierungsneigung, gemessen an der Zahl der Patente pro Einheit F+E-Aufwand<sup>7</sup>.

Interessant sind auch räumliche Aspekte des Zusammenhangs zwischen F+E und Patenten. In der *Abbildung 3* wurde die Verteilung der Patentanmeldungen einerseits und die des F+E-Personals andererseits nach Bundesländern zusammengeführt<sup>8</sup>. Festzustellen ist ein fast linearer Zusammenhang.

### 1.2. Indikator für Innovationen

Auf der anwendungsorientierten Seite der Indikatorfunktion von Patenten sind die grundsätzlichen Zusammenhänge ebenfalls plausibel und ebenfalls mit einigen Unschärfen belastet (siehe *Abb. 1*). So werden nicht alle zum Patent angemeldeten Erfindungen auch tatsächlich realisiert. Ein Teil der Patente wird nicht ausgeübt; dafür kann es verschiedene Gründe geben. Den Erfindungen können zum Beispiel die technische Reife oder die wirtschaftlichen Voraussetzungen zur Ausführung fehlen. Weiterhin können patentierte Erfindungen, die diese Voraussetzungen erfüllen, aus marktstrategischen Gründen, zum Beispiel als Sperr- und Vorratspatente, nicht ausgeübt werden. Insgesamt liegt der Ausübungsgrad von Patenten bei etwa 50 %<sup>9</sup>.

Weiterhin finden nicht alle in Innovationen<sup>10</sup> realisierten Erfindungen dann auch einen Markterfolg.

Output on the Basis of German Statistics, OECD, STIC/80.52, Paris 1980; derselbe, Relationship Between R&D Expenditure and Patent Applications, in: World Patent Information 1985, Nr. 3, S. 190 ff.

7 Scherer, Frederic M., Zusammenhänge zwischen Forschungs- und Entwicklungsausgaben und Patenten, in: Oppenländer, K. H. (Hrsg.), Patentwesen, technischer Fortschritt und Wettbewerb, Berlin-München 1984, S. 175 ff.; derselbe, Innovation and Growth, Cambridge/Massachusetts, 2. Auflage 1986, S. 32 ff.; Greif, Siegfried, Patente als Indikatoren, a.a.O., S. 40, 53.

8 Quellen: SV-Wissenschaftsstatistik, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1993, Essen 1996, S. 31 f.; Deutsches Patentamt, Jahresbericht 1995, München 1996, S. 22 f.. Bei der Auswahl der Daten wurde die erwähnte Zeitverschiebung zwischen F+E und Patentanmeldungen berücksichtigt.

9 Vgl. dazu die Übersichten von Ernst, Holger, (a.a.O., S. 157 ff.) und Greif, Siegfried (Ausübungszwang für Patente, in: Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht, Internationaler Teil 1981, Heft 12, S. 732) sowie Erhebungen des IFO-Instituts für Wirtschaftsforschung (Täger, Uwe, Probleme des deutschen Patentwesens im Hinblick auf die Innovationsaktivitäten der Wirtschaft, München 1989, S. 89 f.) und des Roland Berger-Forschungsinstituts (Europäisches Patentamt (Hrsg.), Nutzung des Patentschutzes in Europa, München 1994, S. 117 ff.).

10 Zum Begriff der Innovation siehe: Parthey, Heinrich, Wissenschaft und Innovation, in diesem

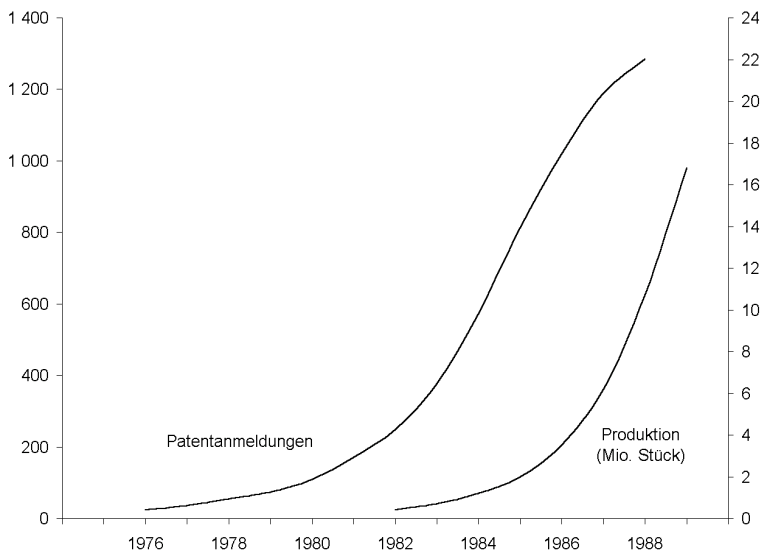
Wenn auch der Erfassungsgrad nicht hundertprozentig ist, so ist insgesamt gesehen doch eine hohe Leistungsfähigkeit der Patentdaten gegeben, die letztlich durch die Ergebnisse aus der tatsächlichen Anwendung bestätigt wird. So sind die Zusammenhänge zwischen Patenten einerseits und Innovationen bzw. wirtschaftlichem Erfolg andererseits durch eine Reihe empirischer Untersuchungen belegt<sup>11</sup>.

Mit Hilfe von Patentdaten ist es möglich, generelle wie auch spezielle Aussagen über technologische und wirtschaftliche Strukturen und Entwicklungen zu gewinnen. Da die in Patentanmeldungen dokumentierten Technologien zum Zeitpunkt der Anmeldung und ihrer Veröffentlichung üblicherweise noch nicht zum Einsatz gelangt sind, sind Patentdaten in besonderer Weise als Frühindikatoren für bevorstehende Entwicklungen geeignet. Erfahrungsgemäß erfolgen die Veröffentlichungen von Patentedokumenten mit einem Vorlauf zum Erscheinen dort beschriebener neuer Produkte auf dem Markt von etwa vier bis sieben Jahren<sup>12</sup>. Hierbei sind deutliche branchenspezifische Unterschiede zu beobachten<sup>13</sup>. Der völlige Umbruch auf dem Uhrenmarkt Mitte der siebziger Jahre war beispielsweise in den entsprechenden Patentdaten ab 1970 vorgezeichnet<sup>14</sup>.

Ein Beispiel aus jüngerer Zeit ist eine Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Patentanmeldungen und Produktion im Bereich der Telefaxtechnik<sup>15</sup>. Erfasst und analysiert wurden Patentanmeldezahlen und Produktionszahlen welt-

Jahrbuch; Meske, Werner, Die neue ostdeutsche Forschungslandschaft – Besonderheiten und Konsequenzen für die Wirtschaft der neuen Länder, in diesem Jahrbuch; Europäische Kommission, Grünbuch zur Innovation, in: Bulletin der Europäischen Union, Beilage 5/95 (Brüssel-Luxemburg 1996); OECD, Frascati Manual 1993 – The Measurement of Scientific and Technological Activities, Paris 1994.

- 11 Siehe dazu beispielsweise: Acs, Zoltan A. und Audretsch, David B., Patents as a Measure of Innovative Activity, Discussion Paper, Wissenschaftszentrum Berlin 1989; Chakrabarti, Alok K.; Scientific output of small and medium size firms in hightech industries, in: IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 37, Nr. 1, 1990, S. 48 ff.; Comanor, William S. und Scherer, Frederic M., Patent statistics as a measure of technical change, in: Journal of Political Economy, Vol. 77, 1969, S. 392 ff.; Scherer, Frederic M. Corporate inventive output, profits and growth, in: The Journal of Political Economy, Vol. 73, Nr. 3, 1965, S. 290 ff.; Schwitala, Beatrix, Messung und Erklärung industrieller Innovationsaktivitäten, Heidelberg 1993, S. 150 ff.
- 12 Häußler, Erich, Mehr Innovation durch bessere Information, in: Oppenländer, K. H. (Hrsg.), Patentwesen, technischer Fortschritt und Wettbewerb, Berlin-München 1984, S. 143; siehe dazu auch: Faust, Konrad, Früherkennung technischer Entwicklungen auf der Basis von Patentdaten, München 1987.
- 13 Vgl. Grefermann, K., Oppenländer, K. H., Peffgen, E., Röthlingshöfer, K.Ch., Scholz, L., Patentwesen und technischer Fortschritt, Teil I, Göttingen 1974, Tab. 62\* ff.
- 14 Häußler, Erich, The Use of Patent Information for the Identification of Development Trends, in: World Patent Information 1979, Nr. 2, S. 73 ff.
- 15 Nagel, Kai, Strategische Patentanalyse am Beispiel der Faksimiletechnik, Diplomarbeit Universität der Bundeswehr, München 1990.



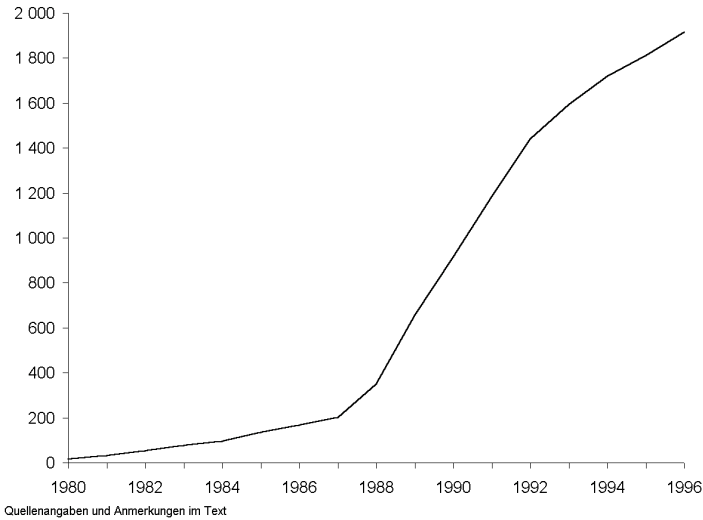
Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Abbildung 4:** Patentanmeldungen und Produktion auf dem Gebiet der Telefaxtechnik (kumulierte Werte, weltweit)

weit (siehe *Abb. 4*). Wie man anhand der Graphik sieht, hat die relevante Technik in den Patentanmeldungen Ende der siebziger und Anfang der achtziger Jahre einen starken Aufschwung genommen. Etwa um das Jahr 1985 erreichte die Kurve der Patentanmeldungen einen Wendepunkt; die jährlichen Anmeldezahlen hatten in dieser Zeit ihr Maximum. Das weist darauf hin, daß in der Faksimiletechnik eine gewisse Reife erreicht worden ist.

Beeindruckend ist der fast parallele Verlauf der Kurve der Produktionszahlen mit einer Zeitverschiebung von etwa vier Jahren. Interessant ist auch die Beobachtung, daß sich der zeitliche Vorlauf der Patentdaten im Laufe der Entwicklung verringert.

Eine andere interessante Entwicklung ist im Bereich der Supraleiter zu beobachten. Unter Supraleitung versteht man die Leitung des elektrischen Stroms ohne Widerstand. Nachdem hier 1986 ein wissenschaftlicher Durchbruch gelungen war – für welchen den beiden Forschern Bednorz und Müller bereits 1987 der Nobelpreis für Physik verliehen wurde<sup>16</sup> – wurde ein Schwarm von Folgeerfindungen ausgelöst, der in der Patentstatistik einen Niederschlag gefunden hat (siehe *Abb. 5*)<sup>17</sup>.



**Abbildung 5:** Patentanmeldungen auf dem Gebiet der Supraleittechnik (kumulativ) beim Europäischen Patentamt

Dieses Beispiel zeigt, daß Patentdaten geeignet sind, wissenschaftliche Durchbrüche zu identifizieren, und zwar unabhängig davon, ob die Basiserfindung oder -entdeckung dem Patentschutz zugänglich ist oder nicht. Somit ist Quantität auch ein Indikator für Qualität.

Auf der anderen Seite weist der starke Anstieg der Patentaktivität, der ja auch materielle Interessen widerspiegelt<sup>18</sup>, darauf hin, daß die wirtschaftliche Anwendung von Supraleitern entsprechend zunehmen wird<sup>19</sup>. Experten schätzen das

- 16 Siehe dazu: Welte, Simon, Der Schutz von Pioniererfindungen, Köln-Berlin-Bonn-München 1991, S. 78 ff. und die dort angegebene Literatur.
- 17 Es handelt sich hierbei um veröffentlichte Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt nach Publikationsjahren. Datenbasis ist die Patentdatenbank PATOSEP.
- 18 Aus wissenschaftlichen Durchbrüchen können ganz neue Geschäftsfelder und Industriezweige entstehen. Siehe dazu: Zott, Regine, Die Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige, in diesem Jahrbuch.
- 19 Siehe dazu beispielsweise: Zettler, Angelika-Eva, Hochtemperatursupraleiter auf dem Sprung in die Praxis, in: Deutsches Patentamt (Hrsg.), Jahresbericht 1993, München 1994, S. 42 f.; Schopper, Herwig, Die Symbiose von Grundlagenforschung und technischer Entwicklung, in: Wirtschaft & Wissenschaft 1994, Nr. 4, S. 37 f.



globale Marktvolumen für die Supraleitertechnologie bis zum Jahr 2000 auf 15 Milliarden DM, bis zum Jahr 2020 auf 150 bis 300 Milliarden DM<sup>20</sup>.

## 2. Internationale Patentaktivitäten

So wie Patentdaten technologische und wirtschaftliche Strukturen und Entwicklungen in einer bestimmten Volkswirtschaft aufzeigen, können sie auch analog das entsprechende Geschehen des Auslands und internationale Beziehungen erfassen.

Insgesamt spiegelt die internationale Patentaktivität das Bild der internationalen technologischen Verflechtung und Arbeitsteilung wider und erlaubt Rückschlüsse auf Stärken und Schwächen, Forschungsschwerpunkte und Strategien einzelner Länder.

Im Jahre 1995 wurden weltweit rund 685.000 Erstanmeldungen getätigt. Insgesamt wurden rund 2,8 Mio Anmeldungen eingereicht<sup>21</sup>. Das bedeutet, daß eine Erfindung im Durchschnitt in 4 Ländern angemeldet wird, also neben der üblichen Anmeldung im Heimatland auch in durchschnittlich 3 weiteren Ländern (siehe *Abb. 6*).

Die Zahl der Erstanmeldungen ist eine Kennziffer für die Produktion naturwissenschaftlich-technischen Wissens. Die Nachanmeldungen zeigen die Distribution dieses Wissens auf. Die – durch die internationalen Patentsysteme EPÜ (Europäisches Patentübereinkommen) und PCT (Patentzusammenarbeitsvertrag, Patent Cooperation Treaty) begünstigte – starke Zunahme des Nachanmeldungs-faktors ist Ausdruck der Globalisierung der Wissensausbreitung und der damit verbundenen wirtschaftlichen Aktivitäten.

Nach der Zahl der Patentanmeldungen gerechnet, sind Japan, die USA und Deutschland die wichtigsten Länder; auf sie entfallen rund 75 % aller Erstanmeldungen weltweit<sup>22</sup>. Die Entwicklung in diesen Ländern ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

In den USA ist ab Beginn der siebziger Jahre eine negative Tendenz bei den Patentanmeldungen zu verzeichnen, die – mit einem Rückgang von 13.000 Anmeldungen in 13 Jahren – zu einem Tiefstand im Jahre 1983 führte. Ab diesem

20 Quelle: Von der Weiden, Silvia, Supraleiter in der Warteschleife, in: VDI-Nachrichten 38/1994, S. 20.

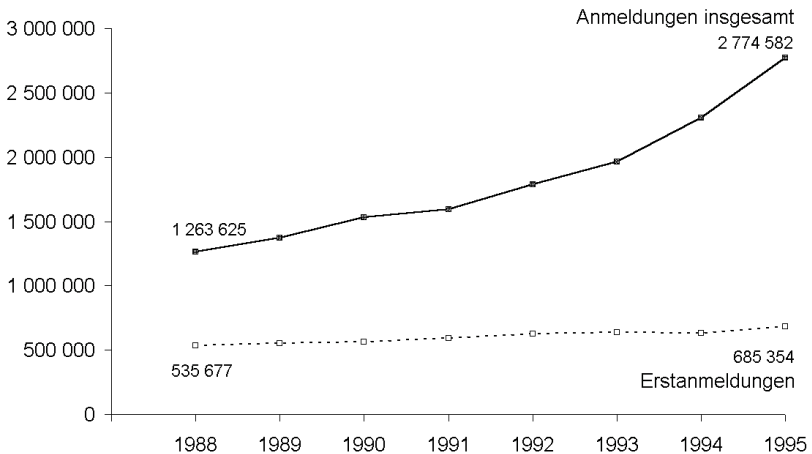
21 Quellen: European Patent Office, Japanese Patent Office, United States Patent and Trademark Office, Trilateral Statistical Report, Ausgaben 1993 (S. 13), 1996 (S. 15).

22 Quellen: Blatt für Patent-, Muster- und Zeichenwesen, laufende Jahrgänge; World Intellectual Property Organization, Industrial Property Statistics, laufende Jahrgänge; Trilateral Statistical Report, a.a.O., laufende Jahrgänge.

Zeitpunkt ist, mit einer Verdopplung in 12 Jahren, ein rasanter Anstieg der Anmeldezahlen zu beobachten. Möglicherweise ist das eine Gegenreaktion der US-Wirtschaft auf das Eindringen japanischer Patentanmelder auf den US-Markt, wobei Patente als Instrument des Wettbewerbs stärker in das Bewußtsein gerückt sind. Durch die Einführung einer Gebührenermäßigung für kleine und mittlere Unternehmen sowie Einzelerfinder beim US-Patentamt wurde diese Entwicklung begünstigt.

Die Entwicklung der japanischen Patentanmeldungen folgt einem starken Aufwärtstrend. Zwischen 1963 und 1996 ist ein Zuwachs von rund 600 % zu verzeichnen. In den Jahren 1993 und 1994 ist die Zahl der Anmeldungen – wohl

Jahr	Anmeldungen insgesamt	Erst-anmeldungen	Relation Sp. 2 zu Sp. 3
1	2	3	4
1988	1 263 625	535 677	2,3589
1989	1 371 806	551 866	2,4858
1990	1 530 220	563 620	2,7150
1991	1 595 950	593 813	2,6876
1992	1 785 760	624 495	2,8595
1993	1 965 487	640 282	3,0697
1994	2 306 840	629 611	3,6639
1995	2 774 582	685 354	4,0484



Quellenangaben und Anmerkungen im Text

Abbildung 6: Patentanmeldungen weltweit

Jahr	Deutschland	USA	Japan
1963	35 105	66 715	53 876
1964	36 093	67 013	55 556
1965	36 288	72 317	60 796
1966	35 062	66 855	62 962
1967	35 397	64 118	61 721
1968	32 592	67 180	71 114
1969	32 071	71 008	77 132
1970	31 467	72 343	100 513
1971	31 800	71 089	78 425
1972	32 378	65 943	101 328
1973	30 959	66 935	115 221
1974	30 534	64 093	121 509
1975	30 198	64 445	135 118
1976	31 065	65 050	135 762
1977	30 247	62 863	135 991
1978	30 308	61 441	141 517
1979	30 879	60 535	150 623
1980	30 294	62 098	165 730
1981	31 361	62 404	191 621
1982	30 668	63 316	210 897
1983	31 658	59 391	227 743
1984	31 984	61 841	256 205
1985	32 215	63 673	274 295
1986	32 180	65 195	290 202
1987	31 615	68 315	311 006
1988	31 932	75 192	308 908
1989	31 199	82 370	317 566
1990	30 749	90 643	333 230
1991	32 321	87 955	335 933
1992	33 971	92 425	338 019
1993	34 841	99 955	332 345
1994	36 790	107 233	319 938
1995	38 377	123 953	334 612
1996	42 834	106 878	340 101

Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Tabelle 1:** Patentanmeldungen inländischer Herkunft beim jeweiligen nationalen Patentamt

im Gefolge der japanischen Wirtschaftskrise – leicht rückläufig; 1995 und 1996 hat sie wieder zugenommen<sup>23</sup>.

### 3. Inländische Patentaktivitäten

#### 3.1. Entwicklungslinien

Von besonderem Interesse sind natürlich die Patentanmeldungen in Deutschland. Im Jahre 1996 wurden beim Deutschen Patentamt 42.834 Patentanmeldungen inländischer Herkunft eingereicht.

Betrachtet man die Patentanmeldungen der letzten 4 Jahrzehnte, sind verschiedene Entwicklungsphasen erkennbar (siehe *Abb. 7*)<sup>24</sup>:

- Nach einem starken Aufschwung Anfang der fünfziger Jahre bewegen sich die Anmeldezahlen ab Mitte der fünfziger bis Mitte der sechziger Jahre auf dem hohen Niveau von etwa 35.000 im Jahr.
- In den sechziger und bis Mitte der siebziger Jahre ist ein negativer Trend mit einer Niveausenkung auf rund 30.000 Anmeldungen im Jahr festzustellen.
- Ab Mitte der siebziger und in den achtziger Jahren ist ein leicht positiver Trend zu beobachten.
- Ab 1990 ist eine starke Zunahme der Anmeldezahlen auf fast 43.000 im Jahr 1996 zu verzeichnen.

Der Anstieg der Inlandsanmeldungen in den letzten Jahren geht nur zu einem geringen Teil auf die Anmeldungen aus den neuen Bundesländern und Berlin (Ost) zurück. Im Jahre 1996 waren es 2.831 Patentanmeldungen.

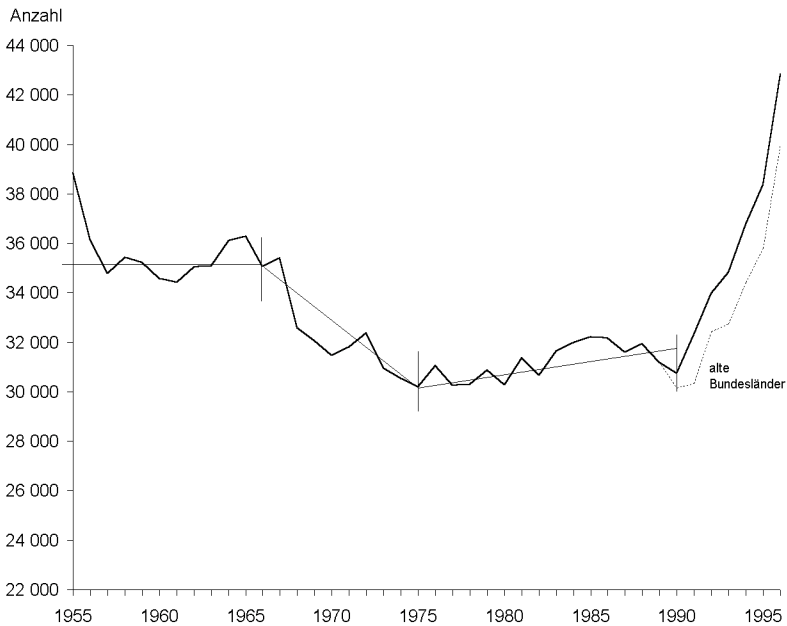
Insgesamt darf man die starke Zunahme der inländischen Patentaktivitäten im Zusammenhang mit dem Agieren ausländischer, insbesondere US-amerikanischer und japanischer Patentanmelder auf dem deutschen Markt sehen. Durch das Europäische Patentsystem begünstigt, hat sich die Zahl der Patentanmeldungen aus dem Ausland im Zeitraum von 1977 bis 1996 von 29.811 auf 59.613 erhöht<sup>25</sup>. Analog zu den Verhältnissen in den USA, hat die deutsche Wirtschaft auf den zunehmenden Wettbewerbsdruck mit verstärkten Patentaktivitäten reagiert. Zwischen 1977 und 1990 ist der Inländeranteil von 50 % auf 35 % zurückgegangen; ab 1990 ist er auf 42 % im Jahre 1996 kontinuierlich angestiegen.

23 Zu längerfristigen Schwankungen bei Erfindungen und Innovationen siehe: Wagner-Döbler, Roland, Innovationsebben und Innovationsfluten – Kondratieff-Zyklen aus der Perspektive der Wissenschaftsforschung, in diesem Jahrbuch.

24 Quelle: Blatt für Patent-, Muster- und Zeichenwesen, laufende Jahrgänge.

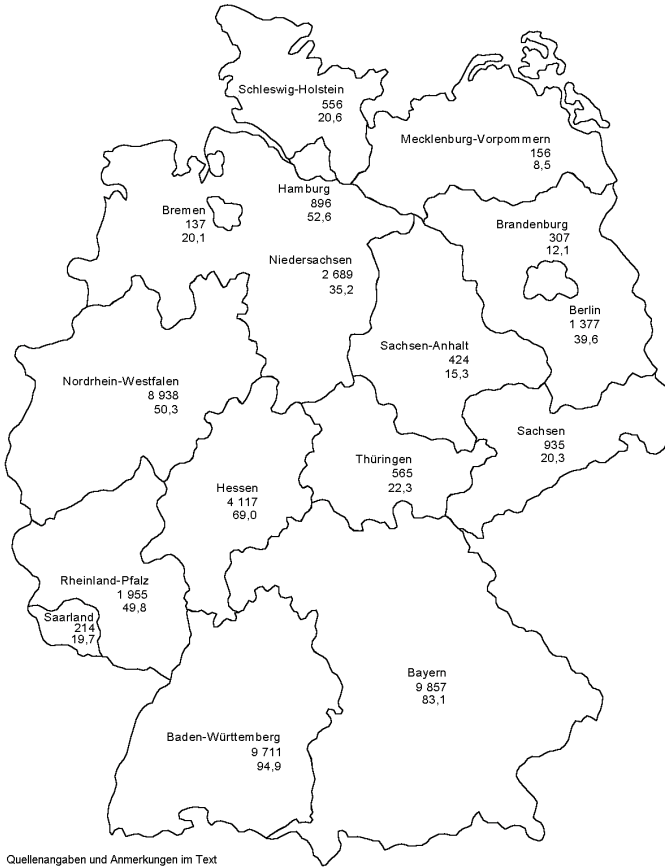
25 Deutsches Patentamt, Jahresbericht 1996, München 1997, S. 13 f., 49.

Jahr	Patent-anmeldungen	Jahr	Patent-anmeldungen	Jahr	Patent-anmeldungen
1955	38 842	1969	32 071	1983	31 658
1956	36 135	1970	31 467	1984	31 984
1957	34 786	1971	31 800	1985	32 215
1958	35 442	1972	32 378	1986	32 180
1959	35 237	1973	30 959	1987	31 615
1960	34 577	1974	30 534	1988	31 932
1961	34 417	1975	30 198	1989	31 199
1962	35 047	1976	31 065	1990	30 749
1963	35 105	1977	30 247	1991	32 321
1964	36 093	1978	30 308	1992	33 971
1965	36 288	1979	30 879	1993	34 841
1966	35 062	1980	30 294	1994	36 790
1967	35 397	1981	31 361	1995	38 377
1968	32 592	1982	30 668	1996	42 834



Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Abbildung 7:** Patentanmeldungen inländischer Herkunft beim Deutschen Patentamt



**Abbildung 8:** Patentanmeldungen absolut sowie Patentanmeldungen je 100 000 Einwohner nach Bundesländern 1996

### 3.2. Regionale Struktur der Patentanmeldungen

Die Aufschlüsselung der Patentanmeldungen des Jahres 1996 nach Bundesländern zeigt folgende Struktur:

Mit einem Anteil von 23,0 % der Patentanmeldungen liegt Bayern an erster Stelle. Es folgen Baden-Württemberg mit 22,7 % und Nordrhein-Westfalen mit 20,9 %. Aus diesen drei Ländern – die mit wechselnder Rangfolge seit Jahren die

Spitzengruppe bilden – kommen somit rund zwei Drittel aller inländischen Anmeldungen (siehe *Abb. 8*).

Wegen der unterschiedlichen Größe der einzelnen Bundesländer können diese Zahlen nur ein unvollständiges Bild geben. Weitergehende Aufschlüsse können gewonnen werden, wenn man die Daten mit anderen Zahlen ins Verhältnis setzt. Zieht man dazu beispielsweise Bevölkerungszahlen heran, so ergibt sich eine andere Konstellation. Bei einem Durchschnitt von 53 Patentanmeldungen pro 100.000 Einwohner liegen Baden-Württemberg mit 95, Bayern mit 83 und Hessen mit 69 Anmeldungen deutlich über diesem Durchschnitt<sup>26</sup>.

Auffallend ist, daß die Länder mit hoher Patentintensität gleichzeitig diejenigen mit geringer Arbeitslosigkeit sind. Offenbar besteht ein Zusammenhang zwischen Innovationskraft und Beschäftigungsgrad (siehe *Abb. 9*)<sup>27</sup>.

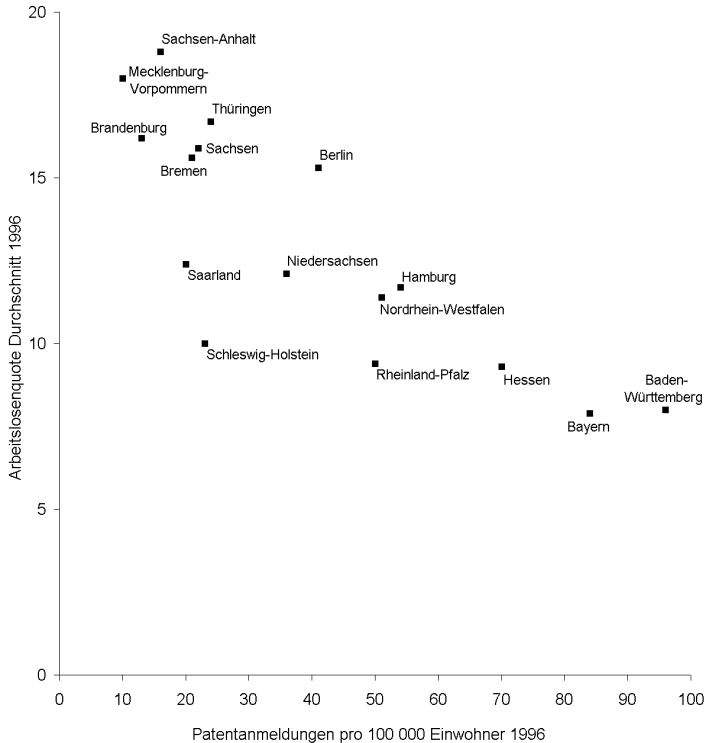
Die These, daß technischer Fortschritt Arbeitsplätze vernichte, mag in speziellen Fällen zutreffend sein, ist aber generell wohl nicht haltbar. Eine Reihe weiterer Untersuchungen mit verschiedenen Ansätzen bestätigt den positiven Zusammenhang zwischen Innovation und Beschäftigung. So wird beispielsweise in einer Untersuchung des Instituts der deutschen Wirtschaft festgestellt, daß forschungsintensive Wirtschaftsbereiche bessere Beschäftigungsentwicklungen vorzuweisen haben als Niedrigtechnologie-Branchen<sup>28</sup>.

In den neuen Bundesländern und Berlin (Ost) zeigt die regionale Aufschlüsselung der Patentanmeldungen des Jahres 1996 folgendes Bild (siehe *Abb. 10*): Mit einem Anteil von 33,0 % stammt das mit Abstand größte Aufkommen aus Sachsen. Es folgen Thüringen mit 20,0 %, Berlin (Ost) mit 15,7 %, Sachsen-Anhalt mit 15,0 %, Brandenburg mit 10,8 % und Mecklenburg-Vorpommern mit 5,5 %. Im Durchschnitt wurden 18 Patentanmeldungen pro 100.000 Einwohner getätigt. Vergleicht man die Erfindungsaktivitäten mit denen in der DDR, so ist zu erkennen, daß die prozentuale räumliche Verteilung der Patentanmeldungen in

26 Die Patentdaten sind im Deutschen Patentamt gewonnen worden (Blatt für Patent-, Muster- und Zeichenwesen 1997, Heft 3, S. 100); die zur Berechnung der Pro-Kopf-Quoten herangezogenen Zahlen stammen aus Angaben des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Jahrbuch 1996 für die Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart 1996, S. 48).

27 Die Arbeitslosenquoten nach Bundesländern beruhen auf Angaben der Bundesanstalt für Arbeit (Presseinformation, Nürnberg, Januar 1997).

28 Vgl. Meier, Bernd, Technischer Fortschritt und Beschäftigung, in: iw-trends 3/95. Siehe dazu auch: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1996, Materialien, Mannheim 1997, S. 19 ff.; Wölfling, Manfred, Forschung, Produktivität und Betriebsgröße im Ost-West-Vergleich, in diesem Jahrbuch, und die Übersichtsarbeit von König, Heinz, Innovation und Beschäftigung, in: Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften 1997, Beiheft 5, S. 149 ff.



Quellenangaben und Anmerkungen im Text

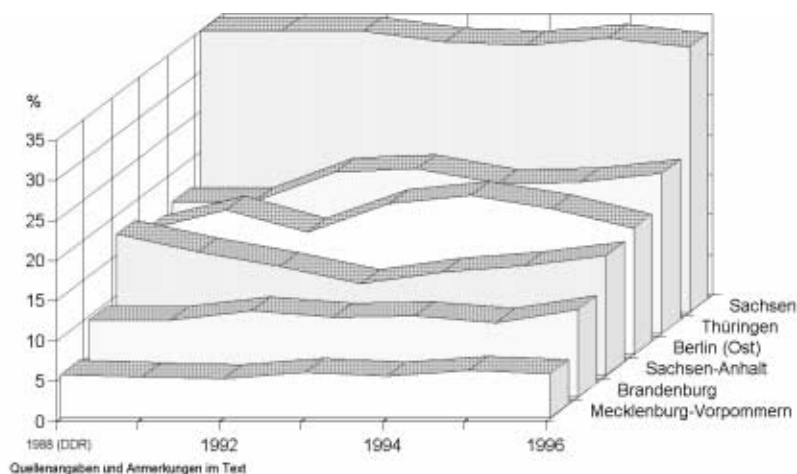
**Abbildung 9:** Patentintensität und Arbeitslosigkeit nach Bundesländern

den Größenordnungen unverändert geblieben ist. In der *Abbildung 10* sind die Daten der DDR von 1988 denen der neuen Bundesländer gegenübergestellt worden. Um die Vergleichbarkeit herzustellen, wurden die DDR-Daten auf derzeitige Bundesländer umgerechnet<sup>29</sup>.

Eine weitere räumliche Aufschlüsselung der Erfinderaktivitäten erlaubt es, enger gefaßte Gebiete als F+E-Stätten und regionale Schwerpunkte zu identifizieren. Eine Aufgliederung nach Kreisen (beziehungsweise kreisfreien Städten) enthält

29 Greif, Siegfried, Naturwissenschaftlich-technische Forschung und Entwicklung in der Deutschen Demokratischen Republik und in den neuen Bundesländern. Eine patentstatistische Analyse, in: Laitko/Parthey/Petersdorf (Hrsg.), Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95, Marburg 1996, S. 99 ff.





**Abbildung 10:** Patentanmeldungen aus den neuen Bundesländern (Prozentuale Verteilung innerhalb dieser Ländergruppe)

die Landkarte der *Abbildung 11*. Die hier vorgenommene räumliche Zuordnung von Patentanmeldungen bezieht sich auf den Sitzort des Erfinders. Bei der Betrachtung des Anmeldersitzes können sich durch mehrere Sitzorte sowie durch regional gestreute Betriebe und F+E-Stätten eines Unternehmens gewisse Unschärfen ergeben.

Mit dem Erfindersitzkonzept ist der Erfindungsort, die tatsächliche F+E-Stätte, besser identifizierbar. Um jährliche Zufallsschwankungen zu glätten, wurden die Daten der Jahre 1992 bis 1994 herangezogen und daraus ein Durchschnitt gebildet<sup>30</sup>; danach bedeutet jeder Punkt in der Patentlandkarte eine Patentanmeldung.

Das Patentgeschehen im Bundesgebiet wird ganz wesentlich von den Räumen Rhein-Ruhr, Rhein-Main, Stuttgart und München getragen. Die großräumige Betrachtung macht verschiedene regionale Typen deutlich. Im norddeutschen Raum sind insgesamt relativ schwache Patentaktivitäten zu verzeichnen. Hamburg, Hannover und Berlin sind hier starke Regionen; daneben sind weite Gebiete

30 Auf dieser Basis wird auch im folgenden gearbeitet.

strukturschwach. Ein ähnliches Bild zeigt Bayern; hier sind die Patentaktivitäten insgesamt zwar relativ hoch, konzentrieren sich aber – bei ansonsten landesweit eher schwachem Patentgeschehen – auf die Räume München und Nürnberg. Demgegenüber stellt sich die räumliche Verteilung zum Beispiel in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg ganz anders dar. Neben starken Konzentrationen sind Streuungen relativ starker Patentaktivitäten über weite Landesteile hinweg festzustellen<sup>31</sup>.

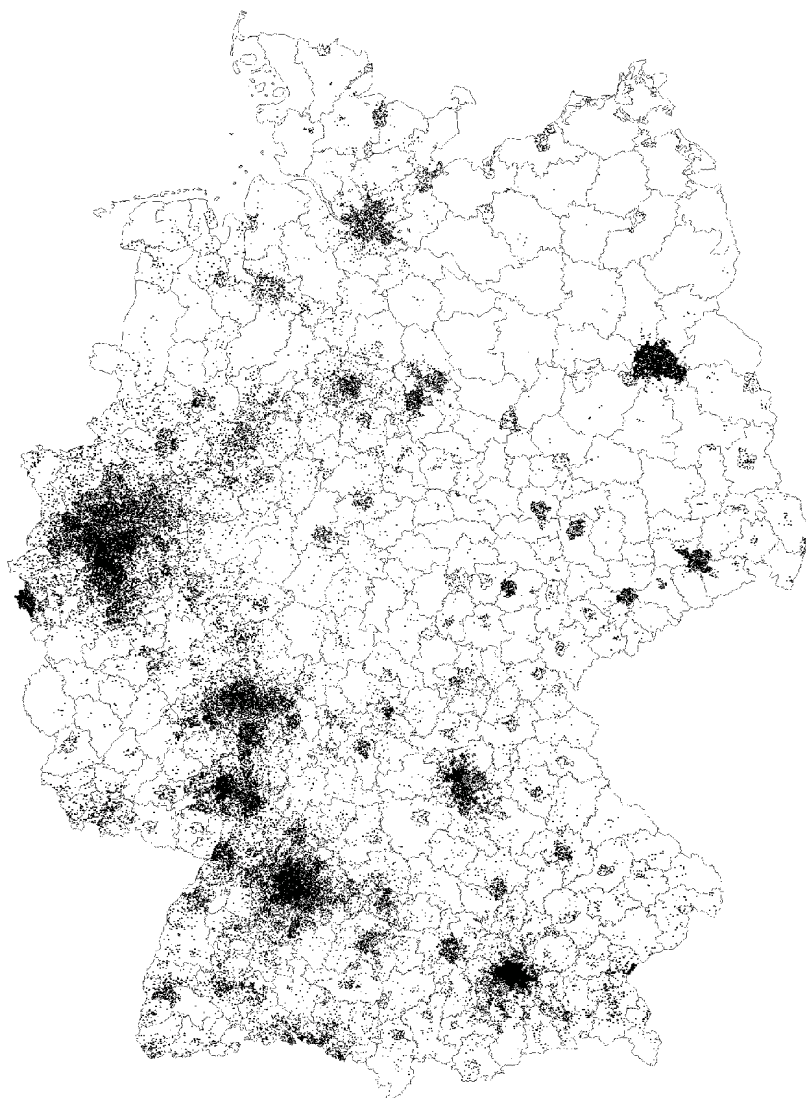
### 3.3. Patentanmeldungen nach technischen Bereichen

Die Internationale Patentklassifikation (IPC), ein technisch orientiertes hierarchisches Ordnungssystem mit rund 65.000 Feineinheiten, erlaubt die Zuordnung von Patentanmeldungen zu enger oder weiter definierten Bereichen<sup>32</sup>. Da die höchste Aggregationsebene mit 8 IPC-Sektionen nur relativ grobe Aussagen erlaubt und die nächste Ebene mit 118 IPC-Klassen für Gesamtbetrachtungen schlecht praktikabel ist, wurde von der Weltorganisation für geistiges Eigentum (World Intellectual Property Organization, WIPO) auf der Basis der IPC ein System entwickelt, das die gesamte Technik in 31 Gebiete einteilt und somit für Gesamtübersichten geeignet ist<sup>33</sup>.

Die entsprechende Aufschlüsselung der Patentanmeldungen macht deutlich, welche Bereiche mehr oder weniger Gegenstand der Erfinderaktivitäten sind (siehe *Tab. 2*). Mit Abstand der wichtigste Bereich ist mit 8,8 % aller Inlandsanmeldungen in Deutschland die Fahrzeugtechnik. Es folgen Elektrotechnik (8,3 %) und Messen, Prüfen, Optik (7,6 %). Auf diese drei Gebiete entfallen somit rund 25 % der Patentanmeldungen. Die geringsten Patentaktivitäten finden sich in den Bereichen Kernphysik und Bergbau.

Ein Blick auf die Entwicklung in den letzten Jahren zeigt folgendes: Während in der Bundesrepublik zwischen 1988 und 1995 hinsichtlich der Verteilung der Patentanmeldungen praktisch keine Veränderungen zu beobachten sind, läßt sich für die neuen Bundesländer insgesamt eine Entwicklung feststellen, die als im

- 31 Eine umfassende Analyse der räumlichen Struktur der Patentaktivitäten enthält die Studie: Greif, Siegfried, Die räumliche Struktur der Erfindungstätigkeit. Grundlagen für einen Patentatlas der Bundesrepublik Deutschland, Gießen 1992.
- 32 Deutsches Patentamt, Internationale Patentklassifikation, 6. Ausgabe, Bde. 1 – 9, München-Köln-Berlin-Bonn 1994.
- 33 Die WIPO untergliedert die von ihr herausgegebenen Welt-Patentstatistiken nach dieser Systematik (Industrial Property Statistics 1994, Genf 1996). Verschiedene Patentämter veröffentlichen derartig aufgegliederte Statistiken, so zum Beispiel das Europäische Patentamt (Jahresbericht 1996, München 1997) und das Deutsche Patentamt (Blatt für Patent-, Muster- und Zeichenwesen 1997, Heft 3).



Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Abbildung 11:** Patentanmeldungen.  
Durchschnitt der Anmeldejahre 1992–1994 (Erfindersitz)

Fortschreiten begriffener Prozeß eines Strukturwandels anzusehen ist. Die neue Orientierung auf nationale und internationale Märkte wird als Anpassung an das Strukturmuster der gesamten Bundesrepublik erkennbar. Das gilt für die Anteile der einzelnen technischen Bereiche wie auch für deren Rangfolge. So sind in den neuen Bundesländern 1995 zum Beispiel folgende Bereiche gegenüber den DDR-Verhältnissen von 1988 in Richtung der BRD-Ergebnisse angehoben worden.

- Fahrzeugbau vom 14. auf den 2. Rang (BRD: 1),
- Gesundheitswesen vom 22. auf den 6. Rang (BRD: 8)<sup>34</sup>.

Neben den Zahlen für die Bundesrepublik Deutschland insgesamt enthält die Tabelle 2 die Strukturbilder für die einzelnen Bundesländer. Zur besseren Übersicht sind in dem Tableau die ersten drei Ränge markiert. Die Ergebnisse zeigen ein recht uneinheitliches Bild, neben allgemeinen Strukturmerkmalen erhebliche Abweichungen von den Gesamtwerten und zwischen den einzelnen Ländern, so daß letztlich jedes Land ein spezifisches Muster der Erfindungstätigkeit nach technischen Bereichen hat. So wird beispielsweise die Dominanz der Chemie in Hessen und Rheinland-Pfalz deutlich, die auch in Sachsen-Anhalt eine beachtliche Rolle spielt. Auch Spezialisierungen werden erkennbar, wie zum Beispiel in Sachsen auf den Gebieten der Druckereitechnik und des Textilmaschinenbaus, wobei es sich um Bereiche handelt, die bereits zu DDR-Zeiten mit Spitzenleistungen auf dem Weltmarkt vertreten waren<sup>35</sup>.

Bei der Bewertung dieser prozentualen Verteilungen sollte man jedoch nicht aus dem Blick verlieren, daß sie auf sehr unterschiedlichen Ausgangsmengen beruhen.

### 3.4. Patentanmelderarten

Die Patentanmeldungen kommen zum überwiegenden Teil aus der Wirtschaft, demgegenüber sind die Wissenschaft und die Gruppe der selbständigen Erfinder nachrangige Herkunftsbereiche. Vergleicht man die Anmeldestruktur in den neuen Bundesländern mit der in den alten, zeigen sich deutliche Unterschiede: In den neuen Bundesländern kommen vergleichsweise weniger Erfindungen aus der Wirtschaft und relativ viel aus der Wissenschaft und der Gruppe der selbständigen Erfinder (siehe unteren Teil der *Tab. 3*)<sup>36</sup>.

34 Vgl. dazu: Greif, Siegfried, Patente als Kriterium innovativer Forschung in den neuen Bundesländern, in: Deutschland-Archiv 1997, Nr. 1, S. 91 ff.; derselbe, Naturwissenschaftlich-technische Forschung, a.a.O., S. 131 ff.

35 Vgl. Faust, Konrad und Buckel, Eberhard, Im Wettbewerb um die Technik von morgen, München 1991.

36 Damit spiegeln die Patentdaten auch die Relationen bezüglich der Verteilung auf öffentliche Institutionen und die Industrie wider, die im F+E-Bereich festzustellen sind (vgl. Meske, Werner,

Legende:  Rang 1  Rang 2 und 3

Technisches Gebiet	Legende: <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: black; margin-right: 5px;"></span> Rang 1 <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: gray; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> Rang 2 und 3																
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	
	Deutschland	Schleswig-Holstein	Hamburg	Niedersachsen	Bremen	Nordrhein-Westfalen	Hessen	Rheinland-Pfalz	Baden-Württemberg	Bayern	Saarland	Berlin	Brandenburg	Mecklenburg-Vorpommern	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Thüringen
Fahrzeuge, Schiffe, Flugzeuge	8,8	8,7	11,6	14,1	16,0	6,1	8,0	5,1	11,4	9,4	6,5	5,8	7,4	16,5	4,7	7,5	4,1
Elektrotechnik	8,3	7,9	4,2	5,9	5,1	6,4	7,4	3,2	9,1	11,0	5,2	17,0	11,7	4,5	7,5	3,9	8,7
Messen, Prüfen, Optik, Photographie	7,6	9,3	6,2	6,9	9,6	4,8	8,3	4,6	8,2	9,0	9,0	10,7	8,7	10,8	8,5	6,9	21,0
Fördern, Heben	5,8	7,3	8,5	7,0	7,7	7,6	4,9	5,9	5,2	4,7	8,0	3,0	5,3	4,9	6,2	7,2	4,4
Maschinenbau im Allgemeinen	5,8	3,7	3,8	6,4	1,3	6,1	6,3	4,0	6,6	6,1	7,9	2,4	1,6	3,6	3,0	5,2	2,2
Bauwesen	5,4	5,5	6,7	5,7	8,4	6,5	4,9	4,5	5,2	5,2	10,1	3,2	7,7	6,4	4,9	4,3	3,4
Kraft- und Arbeitsmaschinen	5,1	5,5	3,1	6,4	5,2	3,6	3,7	3,0	7,6	5,3	2,8	2,9	2,2	4,2	5,0	2,8	3,8
Gesundheitswesen*, Vergnügungen	4,5	11,8	7,8	3,9	6,8	3,1	3,8	3,9	4,6	5,1	7,4	5,8	5,6	7,7	2,7	4,9	6,5
Trennen, Mischen	4,4	4,8	5,6	4,1	4,7	5,3	4,2	3,8	4,4	3,6	8,7	3,2	5,1	4,3	4,5	10,8	4,0
Organische Chemie	4,2	0,9	2,1	1,9	0,8	6,8	8,4	13,8	1,8	1,4	1,4	6,9	2,1	2,6	1,7	4,6	1,9
Schleifen, Pressen, Werkzeuge	4,1	3,6	2,8	5,3	1,5	4,5	3,1	4,2	4,5	3,7	2,3	2,6	2,3	7,4	5,4	2,0	3,1
Elektronik, Nachrichtentechnik	3,6	3,8	4,0	4,2	4,0	1,8	3,2	1,2	3,6	6,1	2,2	5,8	2,1	0,7	1,8	1,6	2,3
Zeitmessung, Steuern, Regeln, Rechnen	3,5	3,6	4,1	3,1	4,2	2,2	2,6	2,5	3,9	4,5	2,7	6,7	2,8	1,7	3,1	1,3	6,3
Beleuchtung, Heizung	3,3	2,3	3,5	3,0	3,7	4,0	3,4	2,0	3,2	3,0	2,8	3,2	8,4	2,4	5,0	3,5	2,9
Metallbearb., Gießerei, Werkzeugmaschinen	3,2	1,7	1,5	2,3	3,1	4,6	2,2	2,0	3,4	2,7	3,7	1,7	2,3	2,9	4,6	4,4	3,6
Persönlicher Bedarf, Haushaltsgeräte	3,0	2,8	4,3	3,0	2,0	3,0	3,2	3,0	3,0	3,4	3,1	1,5	1,2	1,8	1,3	2,3	1,7
Organische makromolekulare Verbindungen	2,7	0,7	1,1	1,5	2,3	3,9	3,7	13,0	1,0	1,3	1,2	1,0	4,5	0,0	2,1	7,8	2,1
Anorganische Chemie	2,3	1,9	1,1	2,3	3,8	2,7	3,0	3,5	1,4	1,9	3,3	2,0	4,1	4,1	4,3	4,5	5,5
Textilien, biegsame Werkstoffe	1,9	0,5	0,2	1,1	0,7	2,7	1,4	1,5	1,8	1,6	0,4	1,5	1,7	0,3	5,8	1,1	3,4
Farbstoffe, Mineralölindustrie, Öle, Fette	1,9	1,1	2,0	1,0	0,5	4,0	2,4	4,5	0,7	0,9	0,8	0,8	1,7	0,5	2,1	2,9	0,5
Druckerei	1,9	1,8	1,6	0,9	1,0	1,1	2,1	1,7	2,3	2,3	0,6	1,7	0,8	0,7	6,4	1,2	0,7
Untericht, Akustik, Informationsspeicherung	1,4	1,5	2,5	1,4	1,7	0,9	1,7	1,6	1,6	1,4	1,4	1,9	1,1	0,3	1,1	1,0	2,4
Hüttenwesen	1,4	0,5	0,9	0,8	1,9	1,8	2,3	1,0	0,8	1,3	1,8	1,2	2,1	1,0	3,1	1,4	1,1
Landwirtschaft	1,3	1,8	0,9	3,2	0,3	1,4	0,5	1,5	1,0	1,1	1,6	0,8	2,2	3,3	1,8	2,0	1,1
Medizinische und kosmetische Präparate	1,2	1,8	4,9	0,8	1,0	1,1	2,7	2,1	0,7	0,7	0,9	2,8	0,7	1,9	0,6	1,1	1,3
Nahrungsmittel, Tabak	0,8	3,2	3,0	0,8	1,9	0,6	0,7	0,8	0,5	0,7	1,2	1,4	2,3	2,3	0,8	0,2	0,2
Papier	0,7	0,6	0,4	0,9	0,0	0,6	0,7	0,8	1,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2
Fermentation, Zucker, Häute	0,6	0,3	0,5	0,8	0,2	0,6	0,6	0,9	0,4	0,5	0,3	1,6	0,7	1,9	0,8	2,4	0,8
Waffen, Sprengwesen	0,6	0,9	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,8	0,2	0,3	0,6	0,4	0,5	0,3	0,1
Bergbau	0,4	0,1	0,4	0,7	0,2	1,2	0,1	0,2	0,1	0,1	2,0	0,2	0,5	0,7	0,2	0,4	0,3
Kernphysik	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Konzentrationsgrad der jeweils drei größten Gebiete	24,8	29,8	27,9	28,1	34,0	20,9	24,7	32,6	28,7	29,4	27,8	34,6	28,8	34,9	22,4	26,1	36,2

\* ohne Arzneimittel

Quellangaben und Anmerkungen im Text

**Tabelle 2:** Patentanmeldungen nach technischen Gebieten. Prozentuale Verteilung nach Bundesländern, Durchschnitt der Anmeldejahre 1992–1994 (Erfindersitz)

Als Patentanmeldungen selbständiger Erfinder werden die Fälle angesehen, bei denen Identität zwischen Erfinder und Anmelder besteht. Hierin eingeschlossen sind die Anmeldungen von Hochschullehrern, von Arbeitnehmern mit freigegebenen Erfindungen und von Unternehmererfindern.

Die in der Tabelle ebenfalls enthaltene Aufgliederung nach Bundesländern macht deutlich, daß die Anmelderstrukturen in den einzelnen Ländern erheblich voneinander und vom Bundesdurchschnitt abweichen. Auch hier sind natürlich die unterschiedlichen Grundmengen von Belang. So stehen beispielsweise hinter den Wissenschaftsanteilen von 1,2 % für Bayern und 11,2 % für Sachsen jeweils etwa gleichviel Patentanmeldungen.

### 3.5. Exkurs: Patentanmeldungen aus der Wissenschaft

Der Bereich der Wissenschaft soll hier in einem Exkurs etwas näher beleuchtet werden. Dazu werden die in *Abbildung 13* aufgelisteten großen Forschungsträger ohne Hochschulen<sup>37</sup> und Wirtschaft gerechnet.

Die räumliche Verteilung der Patentanmeldungen, wie sie in *Abbildung 12* dargestellt ist, läßt erkennen, daß die hier aufgezeigten Schwerpunkte sich nur zum Teil mit denen der Gesamtverteilung (*Abb. 11*) decken. Ausgesprochene Wissenschaftszentren sind die Räume Berlin, Aachen-Jülich, Karlsruhe, Freiburg, Stuttgart und München. Auffallend stark ist auch der Süden der neuen Bundesländer mit Dresden, Chemnitz, Jena, Leipzig und Halle belegt.

Die Analyse nach technischen Bereichen macht deutlich, daß die Wissenschaft eine eigene sektorale Struktur besitzt, die vom Bundesdurchschnitt und von den Strukturmustern der Wirtschaft und der freien Erfinder erheblich abweicht (siehe *Tab. 4*). Mit einem Anteil von 22 % steht der Bereich Messen, Prüfen, Optik im Zentrum der erfinderischen Aktivitäten. Mit Abstand folgt der Bereich Elektrotechnik mit 13,9 %. Auffallend ist, daß die Wissenschaft auf einigen Gebieten relativ stark vertreten ist, wie zum Beispiel in den Bereichen Hüttenwesen (Rang 6) und Fermentierung, Zucker, Häute<sup>38</sup> (Rang 5), denen insgesamt (mit den Rängen 23 und 28) weniger Beachtung geschenkt wird.

Die großen Forschungsinstitutionen in Deutschland sind

- **MPG** Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften

Wissenschaft und Wirtschaft in Ostdeutschland, in: Spektrum der Wissenschaft, Dezember 1996, S. 42 ff.; derselbe, Die neue ostdeutsche Forschungslandschaft – Besonderheiten und Konsequenzen für die Wirtschaft der neuen Länder, in diesem Jahrbuch).

37 Die Patentanmeldungen aus der Hochschulforschung stehen in der freien Verfügung der Hochschullehrer.

38 Hierin enthalten ist auch die Biotechnologie.

Bundesland	Patentanmeldungen Anteil in %		
	Wirtschaft	Wissenschaft	Freie Erfinder
1 Schleswig-Holstein	68,7	1,8	29,5
2 Hamburg	59,2	1,5	39,4
3 Niedersachsen	75,9	1,8	22,2
4 Bremen	62,3	4,7	33,0
5 Nordrhein-Westfalen	78,5	1,5	20,0
6 Hessen	81,6	0,8	17,6
7 Rheinland-Pfalz	83,7	0,5	15,8
8 Baden-Württemberg	77,3	2,5	20,2
9 Bayern	75,2	1,2	23,6
10 Saarland	57,4	6,9	35,8
11 Berlin	63,8	7,5	28,8
12 Brandenburg	63,4	10,7	25,9
13 Mecklenburg-Vorpommern	52,9	0,6	46,4
14 Sachsen	64,9	11,2	23,9
15 Sachsen-Anhalt	68,8	4,6	26,7
16 Thüringen	59,4	14,1	26,5
Deutschland	75,9	2,3	21,8
Alte Bundesländer	76,8	1,7	21,4
Neue Bundesländer und Berlin (Ost)	62,4	10,7	26,9

Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Tabelle 3:** Patentanmeldungen nach Anmelderarten in den Bundesländern.  
Durchschnitt der Anmeldejahre 1992–1994 (Erfindersitz)

- **FhG** Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung
- **HGF** Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren mit den dazu gehörigen Instituten<sup>39</sup>.

Während die Max-Planck-Gesellschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft die Erfindungen aus ihren Instituten jeweils zentral anmelden, treten die einzelnen – im folgenden aufgelisteten – HGF-Institute als selbständige Patentanmelder auf:

AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
DESY	Deutsches Elektronen-Synchrotron
DKFZ	Deutsches Krebsforschungszentrum
DLR	Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt
GBF	Gesellschaft für Biotechnologische Forschung
GFZ	GeoForschungsZentrum Potsdam
GKSS	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht
GMD	GMD-Forschungszentrum Informationstechnik
GSF	GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit
GSI	Gesellschaft für Schwerionenforschung
HMI	Hahn-Meitner-Institut Berlin
IPP	Max-Planck-Institut für Plasmaphysik
KFA	Forschungszentrum Jülich
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe
MDC	Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin
UFZ	UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle

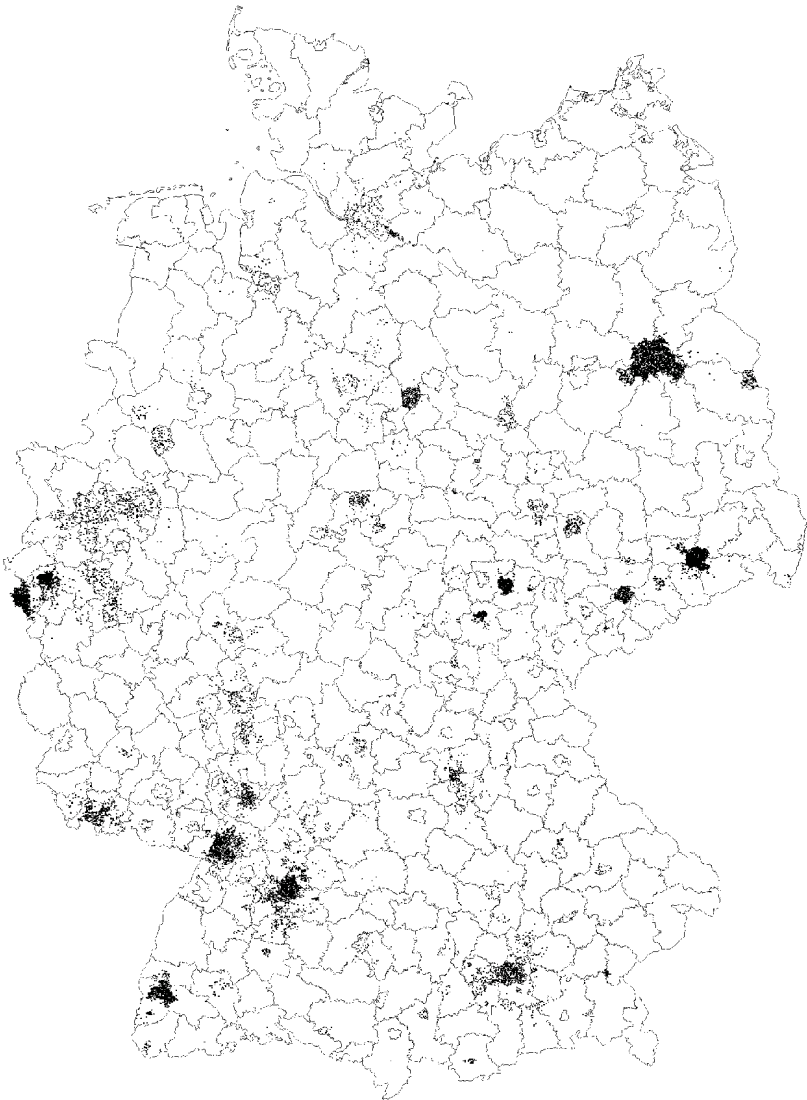
Die Patentaktivitäten der einzelnen Institutionen sind sehr unterschiedlich, sie liegen zwischen Null und 278 Anmeldungen im Jahr (siehe *Tab. 5*). Entscheidend dafür sind zwei Bestimmungsgrößen, zum einen das Volumen der jeweils zur Verfügung stehenden F+E-Mittel und zum anderen die Orientierung der Forschung, d. h. in welchem Maße sie auf Grundlagenforschung oder angewandte Forschung ausgerichtet ist. Die unterschiedliche Forschungsorientierung der wichtigen Träger von Forschung und Entwicklung in Deutschland sowie deren Ausstattung mit F+E-Mitteln sind in *Abbildung 13* dargestellt<sup>40</sup>.

Als Beispiel für die unterschiedliche Forschungsorientierung und die daraus resultierende Patentaktivität kann der Vergleich der beiden großen Forschungsgesellschaften dienen.

39 Übersichten über die Organisationen und Institute enthält der Bundesbericht Forschung 1996 (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie).

40 Quellen: Fraunhofer-Gesellschaft, *Forschungsperspektiven 1997*, München 1997, S. 12 f.; Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft Forschung und Technologie, *Bundesbericht-Forschung 1996*, Bonn 1996, S. 409 ff.





Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Abbildung 12:** Patentanmeldungen aus der Wissenschaft.  
Durchschnitt der Anmeldejahre 1992–1994 (Erfindersitz)

Legende:  Rang 1  Rang 2 und 3

	Gesamt		Wirtschaft		Wissenschaft		Freie Erfinder	
	Rang	Anteil	Rang	Anteil	Rang	Anteil	Rang	Anteil
Technisches Gebiet								
Fahrzeuge, Schiffe, Flugzeuge	1	8,8	<b>2</b>	<b>8,7</b>	25	0,6	<b>1</b>	<b>10,3</b>
Elektrotechnik	2	8,3	<b>1</b>	<b>9,3</b>	<b>2</b>	<b>13,9</b>	10	4,4
Messen, Prüfen, Optik, Photographie	3	7,6	<b>3</b>	<b>7,7</b>	<b>1</b>	<b>22,0</b>	6	5,8
Fördern, Heben	4	5,8	5	5,8	17	2,1	4	6,4
Maschinenbau im Allgemeinen	5	5,8	4	6,3	13	2,6	11	4,3
Bauwesen	6	5,4	9	4,4	22	0,8	<b>2</b>	<b>9,7</b>
Kraft- und Arbeitsmaschinen	7	5,1	6	5,2	20	1,0	7	5,1
Gesundheitswesen*, Vergnügungen	8	4,5	16	3,0	4	5,4	<b>3</b>	<b>9,6</b>
Trennen, Mischen	9	4,4	8	4,4	<b>3</b>	<b>6,1</b>	9	4,4
Organische Chemie	10	4,2	7	5,2	9	4,0	25	0,6
Schleifen, Pressen, Werkzeuge	11	4,1	10	4,0	15	2,3	8	4,4
Elektronik, Nachrichtentechnik	12	3,6	11	4,0	8	4,0	18	2,1
Zeitmessung, Steuern, Regeln, Rechnen	13	3,5	13	3,3	16	2,2	12	4,3
Beleuchtung, Heizung	14	3,3	15	3,1	12	3,0	13	4,1
Metallbearb., Gießerei, Werkzeugmaschinen	15	3,2	14	3,3	7	4,0	14	2,7
Personlicher Bedarf, Haushaltsgeräte	16	3,0	20	2,1	30	0,3	5	6,2
Organische makromolekulare Verbindungen	17	2,7	12	3,3	14	2,4	29	0,4
Anorganische Chemie	18	2,3	17	2,3	10	3,7	17	2,2
Textilien, biegsame Werkstoffe	19	1,9	19	2,2	11	3,0	22	0,9
Farbstoffe, Mineralölindustrie, Öle, Fette	20	1,9	18	2,2	19	1,1	23	0,9
Druckerei	21	1,9	21	2,1	31	0,2	19	1,5
Unterricht, Akustik, Informationsspeicherung	22	1,4	23	1,2	23	0,8	16	2,3
Hüttenwesen	23	1,4	22	1,5	6	4,7	24	0,6
Landwirtschaft	24	1,3	25	0,9	21	0,9	15	2,6
Medizinische und kosmetische Präparate	25	1,2	24	1,2	18	1,9	20	1,2
Nahrungsmittel, Tabak	26	0,8	27	0,7	28	0,3	21	1,2
Papier	27	0,7	26	0,9	29	0,3	30	0,3
Fermentierung, Zucker, Häute	28	0,6	29	0,5	5	4,8	26	0,6
Waffen, Sprengwesen	29	0,6	28	0,6	26	0,5	27	0,6
Bergbau	30	0,4	30	0,4	27	0,4	28	0,4
Kernphysik	31	0,2	31	0,2	24	0,7	31	0,1

\*ohne Arzneimittel

Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Tabelle 4:** Patentanmeldungen nach Anmelderarten und technischen Gebieten. Prozentuale Verteilung und Rangfolge. Durchschnitt der Anmeldejahre 1992–1994 (Erfindersitz)

Für das Jahr 1995 stehen sich folgende Daten gegenüber:

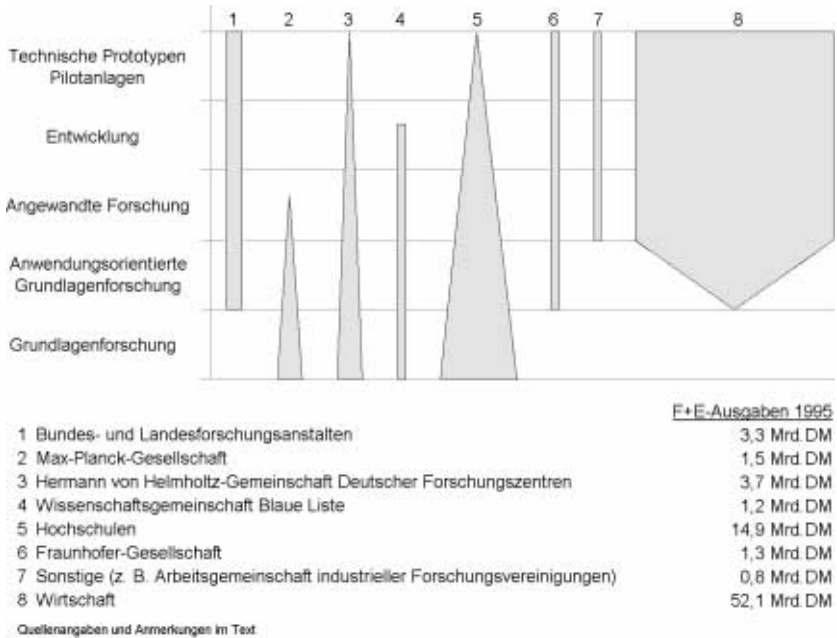
	Haushalt in Mrd. DM	Patentan- meldungen
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung	1,3	216
Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften	1,5	32

Das Bild der Gesamtentwicklung wird von den Aktivitäten zweier Gruppen entscheidend beeinflusst. Bis 1987 wird es von den Patentanmeldungen der HGF-Einrichtungen insgesamt bestimmt; ab diesem Zeitpunkt wird die Gesamtentwicklung ganz wesentlich von dem rasanten Wachstum der Anmeldezahlen der Fraunhofer-Gesellschaft getragen (siehe *Tab. 5*). Demgegenüber bewegen sich die Anmeldeaktivitäten der Max-Planck-Gesellschaft auf einem relativ niedrigen und etwa gleichbleibendem Niveau.

Innerhalb der Gruppe der HGF-Einrichtungen bilden die drei folgenden Institutionen (nach der Zahl Ihrer Patentanmeldungen der Jahre 1975 – 1996 gemessen) das Spitzentrio: FZK. Forschungszentrum Karlsruhe (1.093), KFA. Forschungszentrum Jülich (964), DLR. Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (727). Im Mittelfeld befinden sich: GBF. Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (232), GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (200). Für die restlichen Institutionen sind jeweils nur relativ geringe Patentaktivitäten zu verzeichnen.

Wie sich aus der *Tabelle 5* entnehmen läßt, ist die Zahl der Anmeldungen aus dem Bereich der großen Forschungsinstitutionen in den letzten 20 Jahren, mit durchgehend positivem Trend, von 139 auf 579 Anmeldungen im Jahr angestiegen<sup>41</sup>. Damit verbunden ist auch eine deutliche Steigerung der relativen Zahl, d. h. des Anteils am gesamten inländischen Patentanmeldungsaufkommen, der auf die Forschungsinstitutionen entfällt. Dieser Anteil entwickelt sich im Beobachtungszeitraum von 0,5 % auf 1,9 %.

41 Die Daten in Tabelle 5 wurden aus der Patentdatenbank des Deutschen Patentamts PATDPA gewonnen.



**Abbildung 13:** Arbeitsbereiche der großen Forschungsträger in Deutschland

Diese Entwicklung steht im Zusammenhang mit einem Anstieg der F+E-Ausgaben, der sich in den letzten Jahren wie in *Tabelle 6* aufgezeigt, darstellt<sup>42</sup>. Für jede der drei großen Forschungsinstitutionen ist eine deutliche Zunahme zu verzeichnen, die zwischen 1992 und 1995 in der Summe immerhin 801 Mio DM beträgt. Gleichzeitig hat sich damit auch der Anteil der drei Institutionen am gesamten F+E-Volumen in Deutschland erhöht, nämlich von 7,7 % auf 8,6 %.

Weitere Impulse zugunsten vermehrter Patentaktivitäten im Wissenschaftsbereich gehen von der Wissenschaftspolitik aus. Da ist zum einen die verstärkte Hinwendung zur angewandten Forschung, wie sie z. B. vom Forschungsministerium vertreten wird<sup>43</sup>. Zum anderen gibt es eine Aufwertung des Patentwesens, ist

42 Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bundesbericht Forschung 1993, Bonn 1993, S. 399 ff.; Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Bundesbericht Forschung 1996, Bonn 1996, S. 409 ff.

43 Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bundesbericht Forschung 1993, Bonn 1993, S. 8 f.; dazu auch: Henzler, Herbert, Forscher müssen raus aus ihrem Elfenbeinturm, in:

Jahr	AMI	DESY	DKFZ	DIR	GRF	GFZ	OKSS	GMD	GSF	GSJ	HMI	IPP*	KFA	FZK	MDC	UFZ	Summe HGF	FRG	MPG	Gesamt	Anteil Sp. 21 an Sp. 23 in %	Patentmeldungen aus DE mit Wirkung in DE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1975				17	1		1	1	3	2			33	26			81	17	41	139	0,49	28184
1976				18	1		2	3		1	2		31	38			96	28	29	153	0,54	28124
1977		2	1	14	11		6	1		2	1		31	38			107	44	33	184	0,66	27970
1978		1	3	12	16		5			2	2		55	55			151	31	32	214	0,80	26592
1979				16	7		5		3	3	3		37	45			119	33	38	190	0,71	26596
1980		1	6	21	7		5	1	1	5			58	41			146	35	34	215	0,79	27217
1981		3	4	31	8		5			4	1		46	51			153	35	26	214	0,80	26736
1982		2	4	30	6		5		1	2	2		43	57			152	43	34	229	0,85	26958
1983		2	4	42	8		6		1	5	2		41	47			158	55	31	254	0,91	27927
1984		2	2	29	13		12		1	3	1		37	40			140	68	27	235	0,91	25831
1985		2	2	36	3		8		3	2	7		47	47			157	60	30	247	0,89	27746
1986		3	3	50	13		9		6	3	5		40	40			172	59	35	266	0,96	27630
1987		2	1	31	10		10		11	3	2		44	47			161	69	38	268	1,00	26860
1988		4	1	33	8		10		8	2	3		37	70			178	124	39	339	1,25	27191
1989	1	3	2	36	7		15		3	2			52	69			190	140	38	368	1,30	28416
1990		3	4	36	29		21		3		1		51	52			200	168	20	388	1,41	27529
1991		1	6	48	28		14		3				51	43	1		195	176	43	414	1,50	27676
1992	1	2	1	50	20		11		2	3	4		49	62	1	2	208	189	45	442	1,57	28118
1993	1	1	5	31	12		12	1	2	5	4		43	44	6		167	174	42	383	1,34	28656
1994	2	2	4	49	11	1	12	2	13	4			27	62	6		195	197	34	426	1,41	30201
1995			10	49	7		10	5	6	4	2		48	65	10	3	219	216	32	467	1,57	29792
1996	1	2	20	48	6	1	16	6	12	10	3		63	54	9	7	258	278	43	579	1,89	30679
Summe	6	38	83	727	232	2	200	20	79	65	47		964	1093	33	12	3601	2239	774	6614	1,08	612639

\*Das IPP tritt nicht als Anmelder auf. Anmeldungen werden unter MPG ausgewiesen.

**Tabelle 5:** Patentanmeldungen der großen Forschungsinstitutionen mit Wirkung in der BR Deutschland. Veröffentlichte Anmeldungen nach Publikationsjahren

die Patentanmeldung als Möglichkeit zur Veröffentlichung von Forschungsergebnissen stärker in das Bewußtsein der Wissenschaftler gerückt. Der Wissenschaftsrat stellt ausdrücklich die Gleichrangigkeit von Patentanmeldungen und wissenschaftlichen Veröffentlichungen als Kriterien für die wissenschaftliche Leistung eines Forschungsinstituts fest und empfiehlt, auch im Hinblick auf die Realisierung von

Jahr	MPG	FhG	HGF	Summe	Anteil Spalte 5 von Spalte 7 in %	Deutschland insgesamt
1	2	3	4	5	6	7
1992	1314	1002	3864	6181	7,66	80650
1995	1539	1261	4182	6982	8,62	81040

Quellenangaben und Anmerkungen im Text.

**Tabelle 6:** F+E-Ausgaben der großen Forschungsinstitutionen.  
Angaben in Mio. DM

Erfindungen, der patentrechtlichen Sicherung von Forschungsergebnissen Aufmerksamkeit zu schenken<sup>44</sup>.

### 3.6. Größenstruktur der Patentanmelder

Die Dominanz der Industrieforschung wird auch bei Betrachtung der einzelnen Patentanmelder sichtbar (siehe *Tab. 7*). Aber auch die Bedeutung der Wissenschaft ist erkennbar. Die Fraunhofer-Gesellschaft steht in der Liste der größten Patentanmelder immerhin auf dem 8. Rang.

In der Liste der neuen Bundesländer – die sich in einer anderen Größenordnung bewegt – ist der Bereich der Wissenschaft mit sechs Anmeldern relativ stark vertreten. Mit der hier ausgewiesenen Patentaktivität der Technischen Universität Dresden ist eine Besonderheit verbunden, da Universitäten in Deutschland nur in seltenen Fällen als Patentanmelder auftreten. Wie oben erwähnt, können Hochschullehrer über ihre Erfindungen frei verfügen. Im Rahmen der 1994 eingeführten Erfinderförderung bietet die TU Dresden ihren freien Erfindern die Übernahme der Kosten für Anmeldung und Aufrechterhaltung von Patenten an, wenn sich diese im Gegenzug verpflichten, die Rechte an ihrer Erfindung für mindestens drei Jahre auf die TU Dresden zu übertragen<sup>45</sup>.

44 Wissenschaftsrat, Stellungnahme zum Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH, Berlin 1995, S. 16, 30; siehe dazu auch: Häußler, Erich, Nutzbringende Forschung – erst patentieren, dann publizieren, in: *Physikalische Blätter* 1994, Nr. 4, S. 311.

45 Weitere Informationen zu diesem Modellversuch: *Universitätsjournal*. Die Zeitung der Technischen Universität Dresden, August 1994; Merkblatt der TU Dresden, TUD Forschungsförderung/Transfer, Dezember 1996.

	Anmelder	Ort	1993	1995	1996
1	Siemens AG	München	1 606	1 823	2 170
2	Robert Bosch GmbH	Stuttgart	1 019	974	1 194
3	BASF AG	Ludwigshafen	1 014	955	1 080
4	Bayer AG	Leverkusen	1 026	882	1 075
5	Hoechst AG	Frankfurt/Main	852	918	819
6	Henkel KGaA	Düsseldorf	473	516	532
7	Mercedes Benz AG	Stuttgart	606	538	523
8	Fraunhofer-Gesellschaft e.V.	München	213	261	354
9	Bayrische Motoren Werke AG	München	283	345	342
10	ITT Automotive Europe AG	Frankfurt/Main	264	217	288
11	Mannesmann AG	Düsseldorf	259	275	284
12	Philips Patentverwaltung GmbH	Hamburg	223	275	247
13	MAN Roland Druckmaschinen AG	Offenbach	140	180	243
14	Volkswagen AG	Wolfsburg	178	198	199
15	Ford-Werke AG	Köln	102	154	193
16	Heidelberger Druckmaschinen AG	Heidelberg	155	157	189
17	Alcatel SEL AG	Stuttgart	171	176	179
18	Fichtel & Sachs AG	Schweinfurt	94	172	179
19	Merck Patent GmbH	Darmstadt	166	196	179
20	Boehringer Mannheim GmbH	Mannheim	135	141	171

Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Tabelle 7a:** Die größten Patentanmelder aus Deutschland 1996

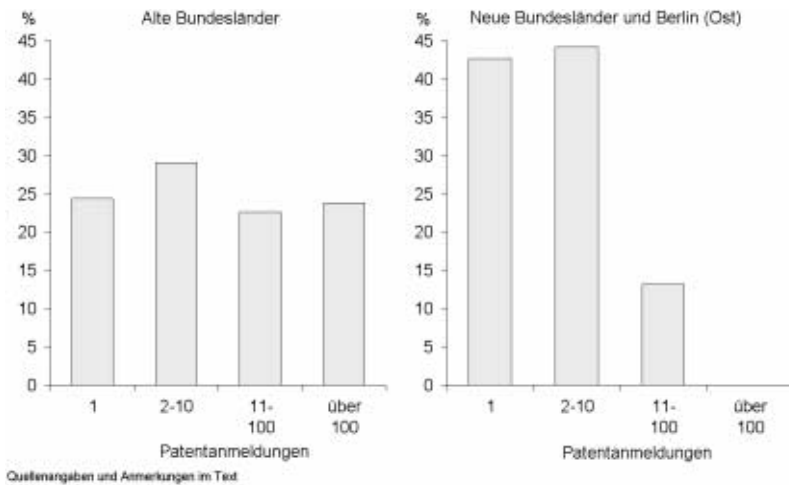
	Anmelder	Ort	1993	1995	1996
1	KBA-Planeta AG	Radebeul	67	39	62
2	Technische Universität Dresden	Dresden	13	14	35
3	Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH	Schkopau	18	18	34
4	VEAG Vereinigte Energiewerke	Berlin	24	43	33
5	Carl Zeiss Jena GmbH	Jena	27	19	31
6	FrancoTyp-Postalia GmbH	Birkenwerder	10	18	30
7	Asta Medica AG	Dresden	22	30	23
8	Deutsche Bahn AG	Berlin	5	13	23
9	Deutsche Waggonbau AG	Berlin	10	10	21
10	JENOPTIK Technologie GmbH	Jena	0	3	15
11	Hüls Silicone GmbH	Nünchritz	5	11	18
12	Institut für Luft- und Kältetechnik	Dresden	4	16	18
13	Chemnitzer Spinnereimaschinenbau GmbH	Chemnitz	4	1	14
14	Institut für Physikalische Hochtechnologie	Jena	4	2	14
15	WITEGA Angewandte Werkstoff-Forschung	Berlin	1	4	14
16	JENOPTIK AG	Jena	0	18	13
17	FORON Waschgeräte AG	Schwarzenberg	0	6	12
18	SKET Schwermaschinenbau Magdeburg GmbH	Magdeburg	25	12	12
19	Thüring. Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung	Rudolstadt	8	9	12
20	BASF Schwarzheide GmbH	Schwarzheide	9	11	11
21	Jenapharm GmbH	Jena	5	11	11
22	Max-Delbrück-Centrum für molekulare Medizin	Berlin	7	11	11

Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Tabelle 7b:** Die größten Patentanmelder aus den neuen Bundesländern und Berlin (Ost) 1996

Die in der *Tabelle 7* ausgewiesenen Anmeldungszahlen umfassen Anmeldungen beim Deutschen Patentamt und beim Europäischen Patentamt, einschließlich Doppelzählungen<sup>46</sup>. Damit wird das wirtschaftliche Potential stärker zum Ausdruck gebracht. Demgegenüber sind in der Betrachtung der *Tabelle 5* Doppelzählungen eliminiert worden, weil dort die erfinderische Leistung im Blickpunkt steht.

Weitere Einblicke in die Anmeldestruktur erlaubt eine Klassifizierung der Patentanmelder nach Größenklassen, gemessen an den Anmeldeaktivitäten. Vergleicht man die Angaben für die neuen Bundesländer mit denen für die gesamte Bundesrepublik, wird deutlich, daß die Erfindungsaktivitäten in den neuen Bundesländern relativ stark von den Anmeldern aus den kleineren Größenklassen erbracht werden (siehe *Abb. 14*). So fallen zum Beispiel 87 % der Anmeldungen aus den neuen Bundesländern in die Kategorie 1 – 10 Anmeldungen, während es im gesamten Bundesgebiet 54 % sind. Die größeren Anmelder (ab 11 Anmeldungen) erbringen in den neuen Bundesländern 13 %, in der Bundesrepublik jedoch 46 % der Patentanmeldungen<sup>47</sup>.



**Abbildung 14:** Größenklassen der Patentanmelder 1996.  
Prozentuale Verteilung nach der Zahl der Patentanmeldungen

46 Die Angaben wurden aus PATDPA, der Patentdatenbank des Deutschen Patentamts gewonnen.

47 Quelle: Deutsches Patentamt, Jahresbericht 1996, München 1997, S. 18 f.



Die Daten weisen darauf hin, daß der Strukturwandel in den neuen Bundesländern wesentlich vom Mittelstand getragen wird. Bestätigung findet diese Beobachtung durch andere Fakten. Auf der einen Seite stehen Feststellungen aus der Wirtschaftsforschung und Wirtschaftspraxis, wonach die industrielle Entwicklung in den neuen Bundesländern aus dem Mittelstand kommt<sup>48</sup>. Auf der anderen Seite ergeben Untersuchungen aus dem Bereich Forschung und Entwicklung, daß die Verteilung des F+E-Personals nach Unternehmensgrößen in den neuen Bundesländern eine Konzentration im Bereich der kleineren und mittleren Unternehmen erkennen läßt, die in den alten Bundesländern nicht gegeben ist. So entfallen in den neuen Bundesländern (nach Angaben der SV-Wissenschaftsstatistik für 1993) 67 % des F+E-Personals auf Unternehmen mit maximal 500 Beschäftigten, in den alten Bundesländern sind es lediglich 15 %<sup>49</sup>.

### 3.7. Erfinderstrukturen

Durch das gesetzliche Erfordernis der Erfindernennung bei einer Patentanmeldung stehen Daten über die Erfinderstruktur zur Verfügung, die nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet werden können<sup>50</sup>.

Etwa die Hälfte der angemeldeten Erfindungen geht auf einen Erfinder zurück; die andere Hälfte wird von Erfindergruppen erbracht, die vornehmlich aus zwei oder drei Personen bestehen<sup>51</sup>. Größere Gruppen sind seltener. Im Jahre 1995 wurde eine Patentanmeldung mit 25 Erfindern registriert. Die Verteilung der Patentanmeldungen auf die verschiedenen Erfindergruppengrößen ist über die Jahre hinweg stabil: in *Tabelle 8* sind die Zahlen für 1996 aufgezeigt.

48 Siehe dazu den Übersichtsbeitrag von Neubauer, Ralf, Der Osten holt auf, in: Die Zeit 18/1994, S. 25 und die dort angegebenen Quellen; Wölfling, Manfred, Forschung, Produktivität und Betriebsgröße im Ost-West-Vergleich, in diesem Jahrbuch; Gruhler, Wolfram, Beschäftigung in mittelständischen Betrieben Ost- und Westdeutschlands, in: iw-Trends 2/97; Kayser, Gunter, Struktur und Entwicklung der Unternehmensgrößen in Deutschland, in diesem Jahrbuch.

49 SV-Gemeinnützige Gesellschaft für Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1993, Essen 1996, S. 36; siehe dazu auch: Herrmann, Claudia, Beschäftigungsentwicklung in Forschung und Entwicklung der Wirtschaft der neuen Bundesländer, in: Arbeitskreis Innovationsförderung Rundbrief 1996, Nr. 8, S. 2; dieselbe: Existenzgründungen aus Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen, in diesem Jahrbuch; Grenzmann, Christoph, Forschungsstatistische Analysen unter besonderer Berücksichtigung der neuen Bundesländer, in diesem Jahrbuch.

50 Die Angaben sind unter anderem in der Datenbank des Deutschen Patentamts PATDPA enthalten, die hier für die folgenden Strukturanalysen als Datenquelle herangezogen wurde.

51 Zu soziologischen Aspekten von Forschungsgruppen siehe: Lüdtker, Karlheinz, Entstehung und Entwicklung wissenschaftlich-technischer Neuerungen in soziologischer Sicht, in diesem Jahrbuch.

Erfinderzahl je Anmeldung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Anmeldungen	17464	8403	4350	2172	913	403	201	140	95	39	21	12	3	6	4	6
Anteil in %	51,02	24,55	12,71	6,34	2,67	1,18	0,59	0,41	0,28	0,11	0,06	0,04	0,01	0,02	0,01	0,02

Durchschnittliche Zahl der Erfinder je Patentanmeldung 1,97

Quellenangaben und Anmerkungen im Text

**Tabelle 8:** Patentanmeldungen 1996  
nach der Anzahl der der benannten Erfinder.  
Anmelder oder Erfinder aus dem Inland

Die Angaben aus der Erfindernennung ermöglichen es auch, eine Differenzierung nach dem Geschlecht vorzunehmen und damit Aufschlüsse über die Beteiligung von Frauen am erfinderischen Schaffen zu gewinnen<sup>52</sup>. Eine Untersuchung der letzten fünf Jahre in Deutschland kommt zu folgenden Durchschnittsergebnissen:

- Anteil von Frauen an der Gesamtzahl der Erfindernennungen 3,5 %
- Anteil der Patentanmeldungen, an denen Frauen  
als Erfinderinnen beteiligt sind 6,0 %
- Beitrag von Frauen zu Patentanmeldungen<sup>53</sup> 2,8 %

Eine weitere Differenzierung, wie sie in *Tabelle 9* vorgenommen wurde, zeigt, daß der Frauenanteil in den neuen Bundesländern – sowohl auf die Zahl der Anmeldungen als auch auf die der Erfinder bezogen – rund doppelt so hoch ist wie in den alten Bundesländern<sup>54</sup>.

Die in *Tabelle 9* ebenfalls aufgezeigte zeitliche Entwicklung läßt erkennen, daß der Frauenanteil in den alten wie in den neuen Bundesländern deutlich zunimmt.

Die Analyse des erfinderischen Schaffens von Frauen zeigt, daß dieses sich auf eine sehr geringe Anzahl technischer Gebiete konzentriert (siehe *Tab. 10*). Mehr als die Hälfte aller Frauenerfindungen liegen in dem Bereich der Chemie, auf den insgesamt nur rund 13 % aller Patentanmeldungen entfallen.

52 Da dies nicht ohne weiteres möglich ist, wurden die Erfinder der Jahre 1992 – 1996 aufgrund der Vornamen als männlich oder weiblich klassifiziert.

53 Bei dieser Berechnung sind Patentanmeldungen mit mehreren Erfindern durch die Zahl der Erfinder dividiert worden.

54 In der DDR betrug der Frauenanteil im Jahre 1989 10 % (unveröffentlichte Amtsstatistik des Amtes für Erfindungs- und Patentwesen der DDR). Zugrunde liegt eine weitere Berechnungsart, die mit keiner der oben aufgeführten vergleichbar ist; es handelt sich um den Anteil an den Personen, die als Erfinder genannt wurden, unabhängig davon, wie oft dies im Jahr der Fall war.

		1992	1993	1994	1995	1996
Deutschland	Erfinder*	3,18	3,31	3,48	3,49	3,92
	Anmeldungen mit Frauen**	5,48	5,77	6,08	5,93	6,56
	Anmeldungen von Frauen***	2,54	2,74	2,81	2,77	3,17
Neue Bundesländer und Berlin (Ost)	Erfinder*	6,41	6,17	6,37	6,88	8,11
	Anmeldungen mit Frauen**	11,19	10,57	10,60	11,08	12,57
	Anmeldungen von Frauen***	4,96	4,75	5,37	5,48	6,64
Alte Bundesländer	Erfinder*	2,92	3,06	3,23	2,18	3,56
	Anmeldungen mit Frauen**	5,05	5,33	5,58	5,39	5,94
	Anmeldungen von Frauen***	2,38	2,60	2,62	2,58	2,91

\* Anteil der Nennungen von Frauen an den Nennungen der Erfinder gesamt

\*\* Anteil der Patentanmeldungen, an denen Frauen beteiligt sind

\*\*\* Beitrag von Frauen zu Patentanmeldungen unter der Maßgabe gleicher Anteile bei mehreren Erfindern

Quellenangaben und Anmerkungen im Text.

**Tabelle 9:** Frauen bei Patentanmeldungen in Deutschland.  
Anteile in Prozent

Bei gleichem Hauptschwerpunkt auf den Gebieten der Chemie gibt es doch in der technischen Orientierung von Erfinderinnen aus den alten und neuen Bundesländern auch deutliche Unterschiede. So liegt zum Beispiel die Anorganische Chemie in den neuen Bundesländern mit 20 % auf dem ersten Platz, wohingegen sie in den alten Bundesländern mit 3,3 % erst an 12. Stelle zu finden ist.

Es fällt auf, daß Stand, Struktur und Entwicklung des Beitrags von Frauen am Patentgeschehen im Einklang mit anderen Daten zur Teilnahme von Frauen am Erwerbsleben, insbesondere im naturwissenschaftlich-technischen Bereich, stehen und damit erklärt sind<sup>55</sup>.

In den neuen Bundesländern ist der Anteil der Frauen an den Erwerbspersonen relativ hoch, im Jahre 1995 betrug er 73,9 %, in den alten Bundesländern hingegen nur 59,9 %.

Wie die Zahlen der Studierenden und Hochschulabgänger belegen, sind Frauen in den naturwissenschaftlich-technischen Bereichen relativ schwach vertreten. In den Fächern Elektrotechnik und Maschinenbau/Verfahrenstechnik, Bereichen aus welchen besonders viele Erfindungen kommen, sind Frauen beispielsweise nur mit

55 Die folgenden Ausführungen beruhen auf den Quellen: Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 1996 für die Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart 1996, S. 103 ff., 390 ff.; Institut der deutschen Wirtschaft, Beiträge in IWD-Informationsdienst: Hochschule (44/1994, S. 8), Akademiker-Beschäftigung (17/1997, S. 4 f.), Erwerbsverhalten (19/1997, S. 3).

Technisches Gebiet	Anmeldungen mit Frauen			Patent- anmeldungen insgesamt
	BRD	ABL	NBL	
	Prozent			
Organische Chemie	17,4	18,8	10,9	4,2
Organische makromolekulare Verbindungen	8,0	7,7	9,1	2,7
Medizinische und kosmetische Präparate	7,3	8,1	3,6	1,2
Farbstoffe, Mineralölindustrie, Öle, Fette	7,0	8,1	1,8	1,9
Anorganische Chemie	6,1	3,3	20,0	2,3
Messen, Prüfen, Optik, Photographie	4,9	4,0	9,1	7,6
Fermentierung, Zucker, Häute	4,9	4,8	5,5	0,6
Persönlicher Bedarf, Haushaltsgegenstände	4,3	5,0	0,0	3,0

Quellenangaben und Anmerkungen im Text.

**Tabelle 10:** Verteilung der Patentanmeldungen mit Frauen nach technischen Gebieten 1996

3,2 % bzw. 9 % an den Hochschulabsolventen beteiligt. Demgegenüber sind die Frauen in der Chemie mit 26,2 % relativ stark vertreten.

Ein Blick auf die zeitliche Entwicklung läßt erkennen, daß das Interesse der Frauen an technischen Berufen zunimmt. So hat sich zum Beispiel der Frauenanteil bei den Hochschulabsolventen der Ingenieurwissenschaften zwischen 1985 und 1995 von 4,5 % auf 11,2 % erhöht.

### *3.8. Entwicklungslinien in den neuen Bundesländern*

Mit dem Übergang von der DDR zu den neuen Bundesländern (NBL) ist die Zahl der Patentanmeldungen – von einem Niveau von 10.000 auf rund 2.000 – drastisch zurückgegangen<sup>56</sup>. Die auch im weiteren rückläufige Entwicklung hat Anfang 1993 einen Tiefpunkt erreicht und ab Frühjahr 1993 einem deutlichen Aufschwung Platz gemacht. Der in den absoluten Zahlen der Patentanmeldungen dokumentierte Entwicklungsverlauf läßt den Schluß zu, daß der Prozeß der Umstrukturierung nach der Phase des Abschwungs in die Phase des Aufschwungs übergegangen ist (siehe *Tab. 11*). Dafür sprechen auch die begleitenden relativen Zahlen zum NBL-Anteil am gesamten Anmeldeaufkommen und zur Anmeldetätigkeit pro Kopf der Bevölkerung<sup>57</sup>. Das projizierte Ziel des Aufholprozesses ist

56 Zum Patentgeschehen in der DDR siehe: Greif, Siegfried, Naturwissenschaftlich-technische Forschung, a.a.O., S. 101 ff.

ebenfalls in die Tabelle aufgenommen worden. Dabei handelt es sich um Größenordnungen, die sich an einem ausgeglichenen Niveau zwischen alten und neuen Bundesländern orientieren.

Dafür, daß sich die positiven Entwicklungen auch weiterhin fortsetzen werden, sprechen auch andere Fakten. Betrachtet man zum Beispiel den Bereich der Produktion<sup>58</sup>, so wird die Gleichartigkeit des Entwicklungsverlaufs mit dem im Patentbereich erkennbar: Nach dem großen Einbruch im Jahre 1991 und dem weiteren Rückgang im Jahre 1992 geht es ab 1993 deutlich aufwärts (siehe *Abb. 15*)<sup>59</sup>.

Aufschlußreich ist neben der Richtung auch das Ausmaß der Entwicklung. Daß – bei gleicher Ausgangslage – die Kurve der Patentdaten unter der der Produktionsergebnisse liegt, weist darauf hin, daß im Zuge des Rückgangs der wirtschaftlichen Aktivitäten die F+E-Bereiche stärker als andere Bereiche, zum Beispiel der der Produktion, abgebaut wurden. Auch im Bereich der positiven Entwicklung ist festzustellen, daß der Aufbau von Produktionskapazitäten Vorrang vor dem Aufbau von Erfindungsaktivitäten genießt.

Wegen des grundsätzlichen engen Zusammenhangs zwischen F+E und Patenten scheint die positive Entwicklung im Patentbereich auf den ersten Blick in einem Widerspruch zu der in den letzten Jahren zu beobachtenden Stagnation im F+E-Bereich<sup>60</sup> zu stehen. Es handelt sich hierbei um eine Sonderentwicklung, die

57 In die gleiche Richtung weisen die zunehmenden Benutzerzahlen in den Patentinformationszentren der neuen Bundesländer (Chemnitz, Dresden, Halle, Ilmenau, Jena, Leipzig, Magdeburg, Rostock, Schwerin).

58 Herangezogen wurden die Angaben für das Verarbeitende Gewerbe aus: Deutsche Bundesbank, Monatsberichte 12/1996 und 3/1997, jeweils S. 62\*.

59 Daß der Aufholprozeß der neuen Bundesländer gegenüber den alten insgesamt voranschreitet, zeigt der Blick in andere Bereiche von Wirtschaft und Wissenschaft. Siehe dazu zum Beispiel: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hrsg.), Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Bonn 1997, S. 57 ff.; Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1996. Materialien, Hannover 1997, S. 5 ff.; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1996. Materialien, Mannheim 1997, S. 11 ff.; Institut der deutschen Wirtschaft, Beiträge in IWD-Informationsdienst: Neue Bundesländer (33/1996, S. 4 f.), Konjunkturerwartungen Ost (48/1996, S. 3), Ostdeutschland (4/1997, S. 7), Ostdeutschland (12/1997, S. 3); Wölfling, Manfred, Forschung, Produktivität und Betriebsgröße im Ost-West-Vergleich, in diesem Jahrbuch.

60 Siehe dazu: SV-Wissenschaftsstatistik, FuE-Info 1/1997; Herrmann, Claudia, Beschäftigungsentwicklung in Forschung und Entwicklung, a.a.O., S. 2; Grenzmann, Christoph, Forschungsstatistische Analysen unter besonderer Berücksichtigung der neuen Bundesländer, in diesem Jahrbuch; Meske, Werner, Die neue ostdeutsche Forschungslandschaft – Besonderheiten und Konsequenzen für die Wirtschaft der neuen Länder, in diesem Jahrbuch.

Jahr	Zahl der Anmeldungen	%-Anteil von Deutschland gesamt	Anmeldungen pro 100 000 Einwohner
1991	1 998	6,1	12
1992	1 543	4,5	10
1993	2 110	6,1	13
1994	2 363	6,4	15
1995	2 585	6,7	17
1996	2 831	6,6	18
1997	3 033	6,7	20
Ziel-Projektion	8 000	20	50

Quellenangaben und Anmerkungen im Text

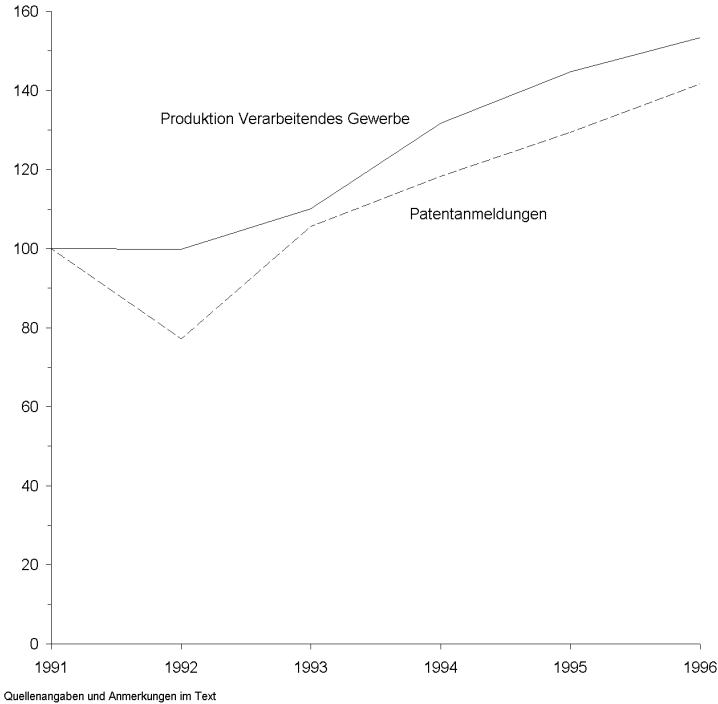
**Tabelle 11:** Patentanmeldungen aus den neuen Bundesländern und Berlin (Ost)

verschiedene Ursachen hat. Da sind zum einen die oben beschriebenen generellen Tendenzen zu verstärkten Patentaktivitäten in Wirtschaft und Wissenschaft. Hinzu kommen NBL-spezifische Zusammenhänge, die sich positiv auf die Patentaktivitäten auswirken; dazu die folgenden vier Anmerkungen:

- Die F+E-Stagnation bezieht sich auf den Wirtschaftssektor. In der Anmeldestruktur der neuen Bundesländer ist dieser zugunsten des Wissenschaftssektors relativ schwach vertreten (siehe *Tab. 3*), und bei der öffentlich geförderten F+E sind Zunahmen zu verzeichnen<sup>61</sup>.
- Die verschiedenen Wirtschaftszweige bzw. technischen Bereiche haben ihre spezifischen Input-Output-Muster. Im Bereich Messen, Prüfen, Optik, der in den neuen Bundesländern in Abweichung vom Bundesdurchschnitt den Schwerpunkt der erfinderischen Tätigkeit ausmacht (siehe *Tab. 2*), ist der Patent-Output, bezogen auf den F+E-Einsatz, überdurchschnittlich hoch<sup>62</sup>.
- Die Patentierungsneigung steht im Zusammenhang mit Unternehmensgrößen. In den neuen Bundesländern werden die wirtschaftlichen und erfinderischen

61 Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Bundesbericht Forschung 1996, Bonn 1996, S. 59 ff.

62 Greif, Siegfried, Patente als Indikatoren, a.a.O., S. 40, 53.



**Abbildung 15:** Patentanmeldungen und Produktion im Verarbeitenden Gewerbe. Neue Bundesländer 1991–1996. Index 1991=100

schen Aktivitäten wesentlich vom Mittelstand getragen (siehe *Abb. 14*). Im Verhältnis zu den großen Firmen forschen und entwickeln die kleinen und mittleren Unternehmen mit relativ hohem Patent-Output<sup>63</sup>.

- Der Einsatz des technischen Fortschritts als Wettbewerbsfaktor steht naturgemäß in einem engen Zusammenhang mit Patentaktivitäten. Bei einer Unternehmensbefragung des IFO-Instituts für Wirtschaftsforschung wurde festgestellt, daß der Bedeutung neuer Technologien für die Wettbewerbsfähigkeit in den neuen Bundesländern deutlich mehr Gewicht beigemessen wird, als es in den alten Bundesländern der Fall ist<sup>64</sup>. Bemerkenswert ist auch, daß der

63 Greif, Siegfried, Patente als Indikatoren, a.a.O., S. 42, 56.

64 Zitiert in der Leipziger Volkszeitung vom 17. Januar 1995.

Umsatzanteil neu eingeführter Produkte am Gesamtumsatz bei den Unternehmen in den neuen Bundesländern mit 44 % erheblich über dem Bundesdurchschnitt von 30 % liegt<sup>65</sup>.

Insgesamt sind der Umfang und die Entwicklung der Patentaktivitäten in den neuen Bundesländern das Spiegelbild der Um- und Neugestaltung von Wissenschaft und Wirtschaft. Gleichzeitig belegen die Fakten, daß der naturwissenschaftlich-technischen Leistung und deren Absicherung durch Patente beim Aufbau einer neuen Forschungs- und Industrielandschaft Bedeutung beigemessen wird.

65 SV-Wissenschaftsstatistik, FuE-Info 1/1997, S. 7.



---

CHRISTOPH GRENZMANN

# **Forschungsstatistische Analysen unter besonderer Berücksichtigung der neuen Bundesländer**

## *1. Einleitung*

Die Volkswirtschaft Deutschlands hängt wegen ihrer Rohstoffarmut von einem hohen technischen Know-how und einem hohen Ausbildungsstand der Beschäftigten ab; innerhalb der internationalen Arbeitsteilung liegt ihr Beitrag und ihre Chance in der Produktveredelung und im Dienstleistungsbereich. Damit wird die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland von der Güte der Forschung und Entwicklung sowie von der Qualität der Ausbildung bestimmt.

Voraussetzung dafür, daß die Position der deutschen Wirtschaft behauptet und ausgebaut werden kann, ist die permanente Verbesserung ihrer Produkte, Dienstleistungen und Verfahren. Diese Verbesserung muß mit einer hohen Innovationsgeschwindigkeit erfolgen: Es muß die Fähigkeit und die Bereitschaft vorhanden sein, Ideen rasch in neue, marktfähige Produkte oder verbesserte Verfahren umzusetzen. Je rascher es gelingt, neue Ideen zu generieren und diese in neue Technologien, neue Produkte, neue Verfahren, neue Werkstoffe, neue Problemlösungen für Betriebe und Kunden umzusetzen, um dadurch neue Märkte zu erschließen, um so besser steht es um unsere internationale Wettbewerbsfähigkeit und um die Schaffung neuer, zukunftsfähiger Arbeitsplätze in Deutschland.

Deutschland ist in Folge der Wiedervereinigung mit vielerlei Problemen im Osten und Westen konfrontiert. Zwar sind Wissenschaft, Forschung und wirtschaftliche Innovationen nur Einzelaspekte dieser Unterschiede, aber Investitionen in diesen Bereichen entscheiden wie wenig es sonst über die wirtschaftliche Zukunft.

Wenn die besondere Situation zu Forschung, Entwicklung und Technologie in Ostdeutschland hinterfragt wird, so werden im wesentlichen Kenngrößen betrachtet, für die ein Ost-West-Vergleich möglich war und die einen Unterschied, eine

Anpassung oder eine Divergenz in der Entwicklung zwischen beiden Landesteilen erkennbar machen. Die Analysen basieren im wesentlichen auf der statistischen Datenlage des Jahres 1997; wengleich inzwischen Daten zum FuE-Geschehen im Wirtschaftssektor zur Verfügung stehen<sup>1</sup>, die in ihrer Aktualität über die im Weiteren verwendeten hinausgehen, werden die grundsätzlichen Aussagen zur Stellung der industriellen FuE in den beiden Landesteilen davon nicht berührt.

## *2. Definitiorische Abgrenzung*

Forschung und Entwicklung ist aus ökonomischer Sicht die systematische und planvolle Suche nach neuen produkt- und produktionsrelevanten Kenntnissen und Methoden und deren Nutzbarmachung<sup>2</sup>.

In der Praxis der Statistik bedeutet die Messung von Forschung und Entwicklung die Erfassung des Forschungspersonals und der entsprechenden Aufwendungen. Eine alleinige Berücksichtigung dieser beider Größen engt den FuE-Prozeß auf die „Input-Größen“ ein. Um die Effizienz des FuE-Prozesses zu betrachten, bedarf es des Vergleichs von Input-Größen mit geeigneten Output-Größen.

Für den Wirtschaftssektor haben sich als Indikatoren zum Output des FuE-Prozesses das Patentgeschehen<sup>3</sup> und der Umsatzanteil neuer Produkte herausgebildet<sup>4</sup>.

Da das Engagement in FuE mit Risiken behaftet sind, mit dem Risiko nämlich, daß die Hypothese, die der durchgeführten Untersuchung zugrunde liegt, falsch ist und somit nicht zum erwarteten Ergebnis führt, können sicherlich keine eindeutigen Beziehungen zwischen Input und Output hergestellt werden. Es wäre sogar irreführend, eine Forschung, bei dem das erwartete Ergebnis nicht eintritt, in jedem Fall als erfolglos zu bezeichnen, da die Prüfung einer Hypothese in jedem Fall einen Beitrag zum Erkenntnisgewinn liefert und damit Grundlage für eine neue Hypothese ist.

1 Vgl. Marquardt, Wudtke: Erste Ergebnisse aus der Erhebung 1997 in: Wissenschaftsstatistik im Stifterverband (Hrsg.), FuE-Info 2/1998

2 OECD (Hrsg.), Frascati Manual, The Measurement of Scientific and Technological Activities, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, Paris 1993.

3 Greif, Siegfried, Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen, München 1997, in dieser Publikation.

4 Grenzmann, Christoph, Methoden und Aufbau der deutschen FuE-Statistik und Struktur der FuE-Aktivitäten in der Bundesrepublik Deutschland, in: Grenzmann, Müller (Hrsg.), Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft, Essen 1993.

### 3. FuE in Deutschland

Forschung und Entwicklung finden in allen Sektoren der Volkswirtschaft statt, nicht nur im Wirtschaftssektor.

Die Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschaft, Staat (einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck) und Hochschulen zeigt, daß der Anteil des Wirtschaftssektors ab 1989 stetig gesunken ist. Wurden 1981 rund 70 % der FuE-Aktivitäten im Wirtschaftssektor durchgeführt, stieg dieser Anteil im Laufe der achtziger Jahre auf bis 73 % und sank anschließend bis auf 66 %<sup>5</sup>. Damit wird erkennbar, daß der hohe Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt in den achtziger Jahren stark auf die Erhöhung im Wirtschaftssektor zurückzuführen ist. Als mit den neunziger Jahren die wirtschaftliche Lage in Deutschland schwieriger wurde, hat auch die Wirtschaft die FuE-Anstrengungen zurückgenommen.

#### 3.1. Der Wirtschaftssektor

##### *FuE-Aufwendungen*

Die jüngsten Daten zu den FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors (Auswertungsstand 12.1996) zeigen folgendes Bild (vgl. auch *Abbildung 1*): Zwischen den Jahren 1991 bis 1996 wurden für FuE aufgewandt:<sup>6</sup>

	FuE-Gesamt- Aufwendungen (Mio DM)	interne FuE- Aufwendungen (Mio. DM)
1991:	57.076	51.332
1992:	58.558	51.545
1993:	57.778	50.721
1994:	58.247	50.675

5 BMBF (Hrsg.), Bundesbericht Forschung 1996, Bonn 1996.

6 SV-Wissenschaftsstatistik (Hrsg.), FuE-Info 1/1997, Essen 1997.

	FuE-Gesamt- Aufwendungen (Mio DM )	interne FuE- Aufwendungen (Mio. DM)
1995:	57.790	51.670 (vorläufiges Ergebnis)
1996:	58.840	52.650 (Plan)

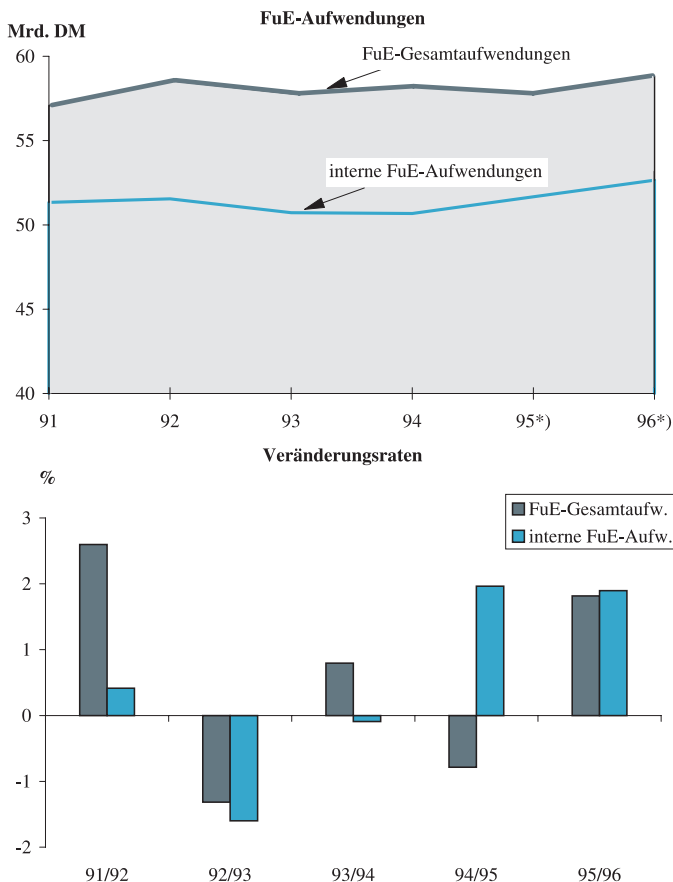
Die FuE-Gesamtaufwendungen geben an, welche Mittel von den Unternehmen und Institutionen für Gemeinschaftsforschung (IfG) für Forschung und Entwicklung aufgewendet wurden. Die Durchführung der FuE im eigenen Unternehmen bzw. in der IfG selbst beeinflusst die Entwicklung der internen FuE-Aufwendungen. Die Differenz zwischen FuE-Gesamtaufwendungen und internen FuE-Aufwendungen bilden die externen FuE-Aufwendungen. Dies sind die Mittel, die für FuE-Aufträge an Dritte vergeben werden.

Während im früheren Bundesgebiet die FuE-Gesamtaufwendungen in den frühen achtziger Jahren noch zweistellige Steigerungsraten aufgewiesen haben, haben sich diese im vereinigten Deutschland in den neunziger Jahren auf ein niedrigeres Niveau eingestellt, für den Zeitraum 1992/1993 und 1994/1995 ergaben sich sogar negative Veränderungsrate für die FuE-Gesamtaufwendungen. Im Jahre 1995 stellten sie sich wieder auf das Niveau von 1993 ein. Für das Jahr 1996 ist gegenüber dem Jahr 1995 eine Zunahme von 1,8 % zu erwarten. Gleichwohl muß berücksichtigt werden, daß die Daten nominale Werte sind.

Die internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors in Deutschland stiegen von 1994 und 1995 um 2 %, zwischen 1995 und 1996 um 1,9 %. Die externen FuE-Aufwendungen sind eine Meßlatte für die Neigungen der Unternehmen und Institutionen für Gemeinschaftsforschung, mit anderen zu Forschungs- und Entwicklungszwecken zusammenzuarbeiten.

Der Anteil der externen FuE-Aufwendungen an den FuE-Gesamtaufwendungen liegt im Wirtschaftssektor bei rund 10 %; in den letzten Jahren ist es jedoch zu erheblichen Schwankungen gekommen: War der Anteil im Jahre 1991 noch bei 10,1 %, stieg dieser bis zum Jahre 1994 auf 13 %. Im Jahre 1995 und 1996 ging dieser Anteil zurück auf 10,5 %.

Nähere Untersuchungen weisen aber darauf hin, daß hierfür die Ursache nicht in einem tatsächlichen Rückgang der Auftragsforschung zu suchen ist, sondern in



\*) 1995 vorläufiges Ergebnis, 1996 Plandaten

**Abbildung 1:** FuE-Gesamtaufwendungen des Wirtschaftssektors 1991–1996

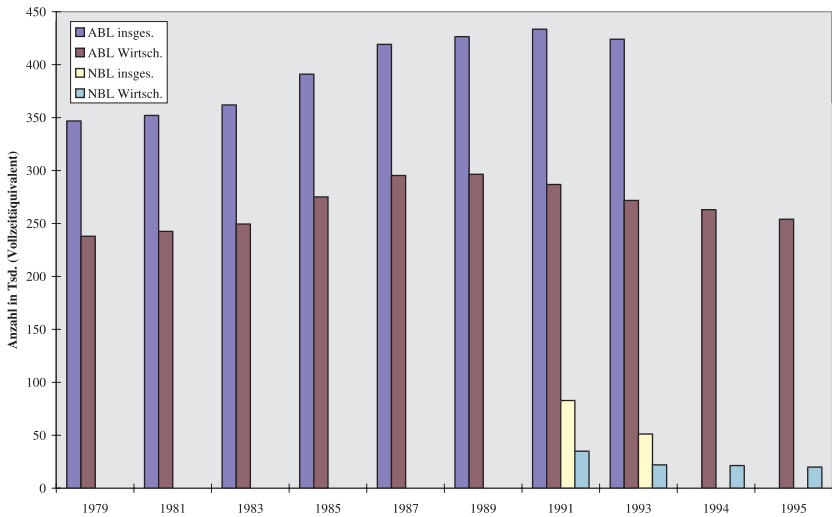
*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik GmbH, Stand: Dezember 1996)

der konzerninternen Umstrukturierung einiger Großunternehmen. Einher geht hierbei eine Veränderung der internen Finanzierungsströme für FuE der betroffenen Unternehmen. Bleiben diese Besonderheiten ohne Berücksichtigung, ergibt sich auch für 1995 und 1996 eine Zunahme der Kooperation auf dem Gebiet von Forschung und Entwicklung.

### *FuE-Personal*

Deutlicher noch als bei der Betrachtung der FuE-Aufwendungen wird diese reale Entwicklung durch das FuE-Personal deutlich. Im Jahr nach der Wiedervereinigung – in 1991 – waren rund 322.000 Personen (Vollzeitäquivalent) in den Unternehmen und Institutionen für Gemeinschaftsforschung tätig, davon mit rund 35.000 Personen rund 10,9 % in den neuen Bundesländern. Für das Jahr 1995 weist die FuE-Statistik aus, daß noch rund 274.000 Personen in FuE tätig sind; mit größenordnungsmäßig 20.000 Personen sind noch 7,3 % in den neuen Bundesländern mit FuE befaßt. Für das Jahr 1996 ist ein weiterer Rückgang des FuE-Personals nicht auszuschließen (vgl. *Abbildung 2*).

Erkennbar ist daher, daß in Ost- und Westdeutschland ein Rückgang des FuE-Personals zu verzeichnen ist,<sup>7</sup> dieser jedoch besonders extrem in den neuen Bundesländern ausfällt. Nach der in der DDR gebräuchlichen Abgrenzung von F/E waren im Wirtschaftssektor Mitte 1990 rund 143.000 Forscher tätig. Die in



**Abbildung 2:** FuE-Personal im Wirtschaftssektor und in Deutschland insgesamt 1981–1995

(ABL = früheres Bundesgebiet, NBL = neue Bundesländer und Berlin [Ost])

7 SV-Wissenschaftsstatistik (Hrsg.), FuE-Info Dezember 1995, Essen 1995.

der DDR gebräuchliche Abgrenzung neigt aus definatorischen Gründen gegenüber den in den OECD-Mitgliedsstaaten verwendeten Begriffen zu höheren Werten. Aufgrund der Umrechnung der Forschungsstatistik der DDR auf die OECD-Normen<sup>8</sup> ergibt sich, daß zum Zeitpunkt der Währungsunion zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR im Juli 1990 rund 86.000 Personen nach der OECD-Definition in FuE tätig waren. Legt man diese Zahlen zugrunde, so ist in 4 Jahren das FuE-Personal im Wirtschaftssektor auf rund  $\frac{1}{4}$  zurückgegangen.

Zu ähnlichen Größenordnungen kommt Werner Meske<sup>9</sup>.

### *Planung der FuE-Aktivitäten 1997*

Für das Jahr 1997 planen die deutschen Unternehmen und Institute für Gemeinschaftsforschung ihre FuE-Aufwendungen mit vorsichtigem Optimismus. Rund 24 % der Unternehmen bzw. Institutionen für Gemeinschaftsforschung im Verarbeitenden Gewerbe planen für 1997 eine Steigerung der FuE-Anstrengungen gegenüber dem Jahr 1996; die „Optimisten“ überwiegen daher gegenüber den 11 %, die im Jahre 1997 die FuE-Aufwendungen zurückfahren wollen. Die meisten Unternehmen bzw. IfG gehen jedoch von einem unveränderten Volumen ihrer Forschung und Entwicklung aus. Insbesondere Großunternehmen, die normalerweise hohe FuE-Aufwendungen verzeichnen, sind in ihren Planungsansätzen nach wie vor vorsichtig (vgl. *Abbildung 3*).

Dies ergab die Umfrage nach den Budgetplanungen für das Jahr 1997. In der statistischen Erhebung zu den FuE-Aufwendungen und dem FuE-Personal im Wirtschaftssektor des Jahres 1995 wurde neben der FuE-Planung des laufenden Jahres auch eine Frage nach der FuE-Planung des Jahres 1997 in den Fragebogen aufgenommen.

Da die Genauigkeit und damit die Zuverlässigkeit der Planung bei einem längeren Planungshorizont erfahrungsgemäß abnimmt, wurden im Jahre 1996 die Unternehmen bzw. IfG nicht um eine absolute Angabe für 1997 gefragt; es wurde lediglich hinterfragt, ob gegenüber dem Vorjahr mit einer Zunahme, Konstanz oder Abnahme der FuE-Aufwendungen gerechnet wird.

Von den Unternehmen oder IfG, die durch Beantwortung dieser Fragen eine Mitteilung zu ihrer FuE-Planung abgegeben haben, gehen rund 65 % von einer Konstanz der FuE-Aufwendungen gegenüber dem Vorjahr aus. Dies spiegelt die Unsicherheit über die zu erwartende wirtschaftliche Entwicklung im Jahre 1997 wieder und ist unter Berücksichtigung der nominalen Werte eher als Einschätzung

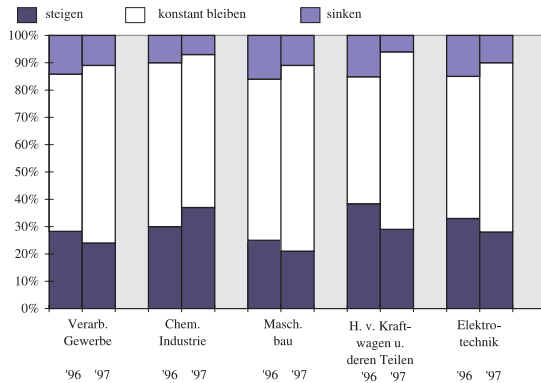
8 Kusicka, Meske, Thielsch, Thieme; Forschung und Entwicklung in der DDR, Essen 1990.

9 Meske, Werner, Die neue ostdeutschen Forschungslandschaft – Besonderheiten und Konsequenzen für die Wirtschaft der neuen Länder, in diesem Jahrbuch.

einer realen Rücknahme des FuE-Engagements dieser Unternehmensgruppe zu bewerten.

Zieht man als Vergleichsgröße für die Planung die FuE-Aufwendungen des Jahres 1995 der Unternehmen bzw. IfG heran, die FuE-Planungsangaben für das Jahr 1997 gemacht haben, so zeigt sich: Die rund 24 % der Unternehmen mit positivem FuE-Wachstum repräsentierten 1996 noch 42 % der FuE-Aufwendungen, 1997 nur noch 27 %. Verglichen mit dem Jahr 1996 planen daher gerade die Großunternehmen die FuE-Aktivitäten für 1997 zurückhaltender, während die Unternehmen mit eher geringerem FuE-Budget die FuE-Aufwendungen eher steigern wollen.

Von je 100 Berichtseinheiten planen ... %, daß die FuE-Gesamtaufwendungen des Jahres 1996 und 1997 gegenüber dem Vorjahr



diese Berichtseinheiten repräsentieren ... % der FuE-Gesamtaufwendungen 1995

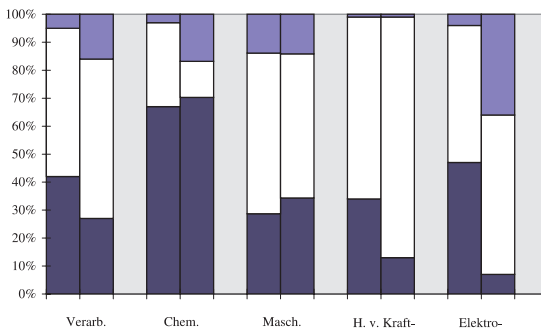


Abbildung 3: Planung der FuE-Aktivitäten für 1996 und 1997 nach Branchen

Quelle:

SV-Wissenschaftsstatistik GmbH, Stand: Dezember 1996

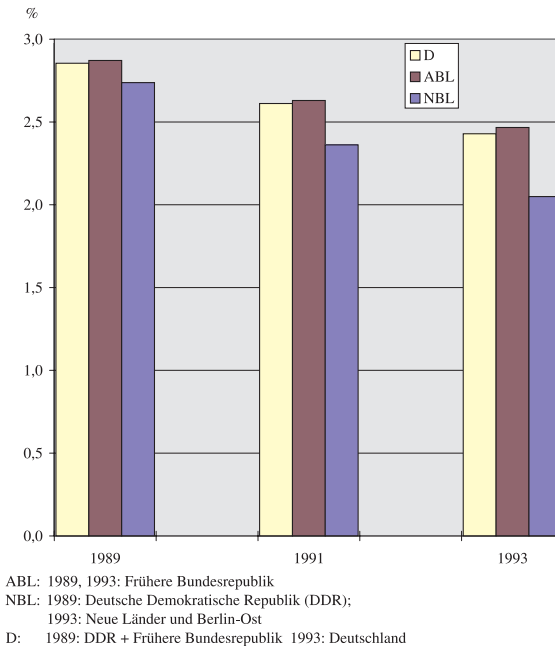


Der Blick auf die Branchen „Chemie“, „Maschinenbau“ „Elektrotechnik“ und „Kfz-Herstellung“ zeigt, daß die Unternehmen der Chemie mit 37 % am stärksten mit einer Zunahme der FuE-Aufwendungen rechnen, während der Maschinenbau zu vorsichtigen Planungsansätzen neigt. Auch die Kfz-Branche rechnet eher mit einer Zunahme der FuE-Aufwendungen.

### 3.2. Die Entwicklung ausgewählter Eckdaten zu FuE

Nach den aktuellen FuE-Daten des Wirtschaftssektor ein Blick auf einige Eckdaten:

Die forschungs- und entwicklungsstatistischen Zahlen einer Volkswirtschaft werden üblicherweise mit dem Bruttoinlandsprodukt verglichen. Für Deutschland ist dieser Anteil seit 1981 zunächst deutlich gestiegen und ab 1989 wieder gesunken (*Abbildung 4*).



**Abbildung 4:** Interne FuE-Aufwendungen als Anteil am Bruttoinlandsprodukt

*Quelle:* BMBF

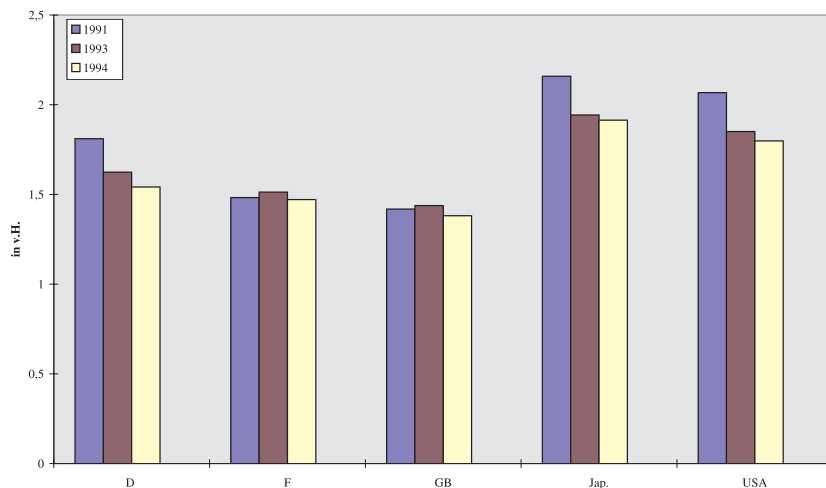
Ab 1991 sind die FuE-Aufwendungen Deutschlands – einschließlich der neuen Bundesländer – im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt stetig zurückgegangen.

Für den Wirtschaftssektor ergibt sich ein ähnliches Bild: Auch dort ist der Anteil der FuE am BIP erheblich gesunken. Allerdings für 1995 und 1996 ergeben sich Werte von 1,5 %. Insoweit gibt es Anzeichen einer Stabilisierung.

Wie steht es um den Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt im internationalen Vergleich? Deutschland liegt innerhalb der G7-Staaten nach den USA und Japan an dritter Stelle; dieser Anteil ist nach vorsichtigen Schätzungen des BMBF inzwischen für 1995 auf 2,33 % gesunken, damit ist Deutschland hinter Frankreich zurückgefallen<sup>10</sup>.

Auch im Wirtschaftssektor sind die FuE-Aufwendungen zurückgegangen (*Abbildung 5*).

Die „Nachbarn“ Frankreich und Großbritannien haben ihren Anteil im wesentlichen gehalten. Dennoch liegt der deutsche Wirtschaftssektor noch vor Frankreich und Großbritannien.



**Abbildung 5:** Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor als Anteil am Bruttoinlandsprodukt in Deutschland und ausgewählten Ländern

*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik GmbH, OECD, StBA

10 OECD (Hrsg.), Main Science and Technology Indicators, Paris 1997.

### 3.3. Die Internationalisierung von FuE

Die Entwicklung von FuE in Deutschland wird zunehmend vom Aspekt der Internationalisierung überlagert.

Unternehmen disponieren nicht mehr national. Wenn nach den Gründen gefragt wird, warum sich Unternehmen für die Verlagerung von FuE-Aktivitäten in das Ausland entschließen, sind die Antworten nicht einheitlich. Der Kostendruck ist eines der Argumente, nicht aber der entscheidende Grund. International operierende Unternehmen wollen im Ausland Märkte schaffen, die Verlagerung von Produktionsstätten – die kurz- oder langfristig die Verlagerung von FuE-Stätten nach sich zieht – geschieht auch aus marktpolitischen Überlegungen. Insofern ist die Verlagerung von FuE auch eine Frage der Verlagerung von Produktionsstätten und der Erweiterung von Absatzmärkten.

Die Chemische Industrie meldet, daß zu den inländischen FuE-Aufwendungen noch 5 Milliarden FuE-Aufwendungen deutscher chemischer Unternehmen im Ausland hinzukommen, also – grob gesprochen – noch einmal 50 % der inländischen FuE<sup>11</sup>. Diese Größenordnung gilt sicherlich nicht für den gesamten Wirtschaftssektor. Die bisherigen Untersuchungen weisen auf eine Größenordnung von 10 Mrd. DM hin, die Töchter deutscher Unternehmen im Jahr 1995 im Ausland an FuE aufgewendet haben<sup>12</sup>. Als „deutsche Unternehmen“ sind solche Unternehmen zu verstehen, die mehrheitlich in deutschem Eigentum sind.

Die Verlagerung von FuE ist keine Einbahnstraße; auch Ausländer investieren in Deutschland. Allein 15 % der im inländischen Wirtschaftssektor durchgeführten FuE wird in solchen Unternehmen durchgeführt, die Tochter ausländischer Konzernmütter sind .

Die gleiche Größenordnung gilt für das FuE-Personal; rund 15 % des FuE-Personals ist in deutschen Töchtern ausländischer Mütter tätig (Tabelle 1). Besonders stark ist das Engagement von Unternehmen der Vereinigten Staaten und der Nachbarn Niederlande, Schweiz und Frankreich.

11 Verband der Chemischen Industrie e.V. (Hrsg.), Fakten, Analysen, Perspektiven Chemie 1996, Frankfurt 1996.

12 Belitz, Heike, Internationalisierung von FuE, in: SV-Wissenschaftsstatistik (Hrsg.), FuE-Info 1/1997.

WZ	Branche	Ausgewählte Unternehmen										nachrichtlich: Alle forschenden Unternehmen im Inland
		davon		darunter				darunter		darunter		
		Inländische Unternehmen	deutsche Unternehmen	ausländische Unternehmen	USA	EG	Niederlande	Frankreich	sonstiges Europa	Schweiz		
2	Verarbeitendes Gewerbe	222 006	187 620	34 386	14 024	13 074	5 088	5 671	6 661	6 239	276 813	
20	Chemische Industrie	49 801	46 548	3 253	NV	1 313	894	NV	446	446	54 531	
24	Stahl-, Maschinen- u. Fahrzeugbau	94 192	78 918	15 274	11 073	1 983	1 666	618	2 218	1 988	115 442	
242	Maschinenbau	18 262	15 928	2 334	341	412	166	NV	1 581	1 351	34 942	
244	Straßenfahrzeugbau	48 666	39 150	9 516	8 143	NV	0	0	NV	NV	50 024	
25	Elektrotechnik, Feinmech., EBM...	69 946	56 270	13 676	NV	8 414	3 796	NV	3 394	3 202	89 841	
250	Elektrotechnik	65 086	51 919	13 167	1 445	8 289	3 671	NV	NV	3 092	80 021	
	Alle Wirtschaftszweige	229 980	195 368	34 612	14 024	13 121	5 135	5 671	6 839	6 376	289 168	

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik GmbH, Stand: Dezember 1996

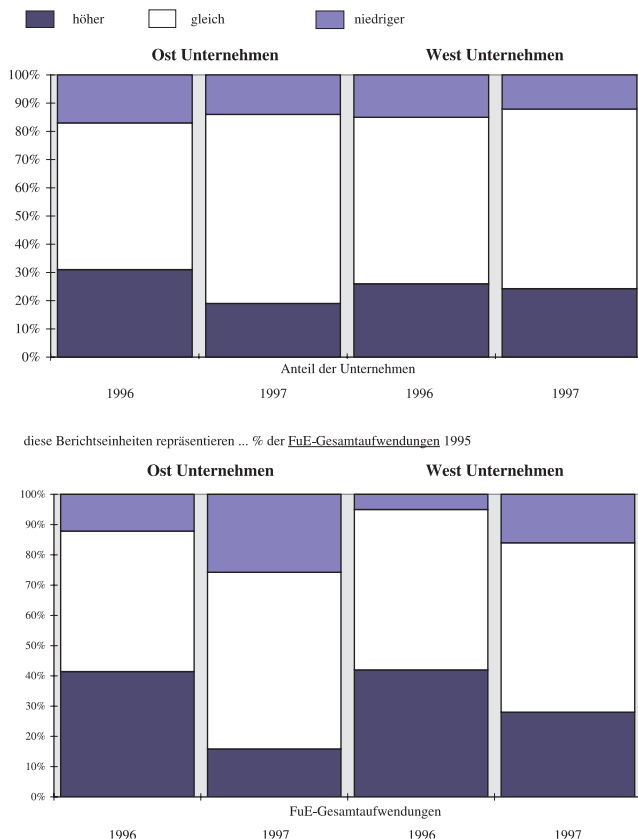
DIW 96

**Tabelle 1:** FuE-Personal in Vollzeitäquivalent bei ausgewählten Großunternehmen in Deutschland nach überwiegender Eigentumsverhältnissen 1993

## 4. Die Situation in den neuen Bundesländern

### FuE-Aufwendungen

Der Blick auf den Planungshorizont des Jahres 1997 zeigt, daß im Osten nur 19 % der Unternehmen oder IfG von einer Zunahme der FuE-Aufwendungen ausgehen, im Westen hingegen 24 %. Die FuE-betreibenden Institutionen agieren damit im Osten vorsichtiger. Im Osten planen rund 14 % für 1997 eine Verminderung der FuE-Aufwendungen, im Westen liegt dieser Anteil bei 12 %.



**Abbildung 6:** Planung der FuE-Aktivitäten für 1996 und 1997

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik GmbH, Stand: Dezember 1996

Damit planen die Unternehmen im Osten zurückhaltender als im Westen. Von einem Angleichungsprozeß kann daher aus Sicht der FuE-Aktivitäten noch nicht gesprochen werden, wenngleich die Daten der Patentstatistik ein positiveres Bild zu vermitteln scheinen<sup>13</sup>.

Nach wie vor liegt mit Abstand der Schwerpunkt der FuE-Aktivität der Wirtschaft in den alten Bundesländern. Zwischen 1991 und 1993 kam es zu einer nominalen und realen Abnahme der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor. Die geringe Zunahme im Osten zwischen 1991 und 1993 ist durch die dortige Lohnannäherung an das westliche Niveau zu erklären, ist aber real mit einer Abnahme verbunden. Zunahmen bis zum Jahre 1995 dürften auf gleiche Ursachen zurückzuführen sein. Bisherige Auswertungen (Stand: Dezember 1996) weisen darauf hin, daß die internen FuE-Aufwendungen in Deutschland zwischen 1993 und 1995 um 1,8 % zugenommen haben; im Osten um rund 0,5 %, im Westen um 1,8 bis 1,9 %.

Dies bedeutet, daß zeitgleich mit der Wiedervereinigung ein Rückgang bzw. eine Stagnation der FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft zu erkennen war. Die westdeutsche Wirtschaft hatte aus ökonomischer Sicht keinen Bedarf an zusätzlichen FuE-Kapazitäten, die durch freie ostdeutsche FuE-Kapazitäten hätten abgedeckt werden können. Die Folge war, daß die FuE-Kapazitäten in Westdeutschland stetig vermindert wurden, während es in Ostdeutschland zu einem abrupten Einbruch kam.

### *FuE-Personal*

Auch die Entwicklung des FuE-Personal weist in die gleiche Richtung.

Im Jahre 1993 entfielen auf die neuen Bundesländer 7,5 % des Personals des Wirtschaftssektors und rund 4,1 % der internen FuE-Aufwendungen. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß der Anteil des FuE-Personals im Wirtschaftssektor im Jahr 1995 auf 7,3 % zurückging.

Das FuE-Personal insgesamt hat zwischen 1993 und 1995 um 6,7 % abgenommen (Tabelle 2). Alles deutet darauf hin, daß die Abnahme im Osten stärker ist als im Westen (Größenordnung der Änderung Ost: – 10 %, West: – 6 %). Damit waren im Jahre 1995 größenordnungsmäßig 20.000 Personen im Wirtschaftssektor der neuen Bundesländer mit FuE betraut. 1993 waren noch 22.032 Personen (Vollzeitäquivalent) in FuE-Stätten in den neuen Bundesländern tätig.

Die Entwicklung ist noch einmal in *Abbildung 2* verdeutlicht.

13 Greif, Siegfried, Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen, in diesem Jahrbuch.

**Tabelle 2:** FuE-Personal im Wirtschaftssektor in Deutschland 1991–1995

Jahr	Deutschland	früheres Bundesgebiet	Neue Länder und Berlin (Ost)
1991	321.756	286.834	34.922
1992	306.925	284.486	22.439
1993	293.774	271.742	22.032
1994	284.380	262.980	21.400
1995 <sup>1</sup>	274.400	254.400 <sup>2</sup>	20.000 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> vorläufig<sup>2</sup> größenordnungsmäßig

Angaben in Vollzeitäquivalent

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik

*Zusammenwachsen von Ost und West*

Indikator für ein Zusammenwachsen der Forschungslandschaft in Ost- und West-Deutschland ist auch der Umfang, in dem Unternehmen in einem Landesteil Forschungsstätten im jeweils anderen Landesteil unterhalten. Insbesondere Großunternehmen unterhalten Forschungsstätten an unterschiedlichen Orten. Bei der Auswertung der FuE nach Regionen (im allgemeinen nach Bundesländern) wird die jeweilige Forschungsstätte berücksichtigt. Die Forschungsaufwendungen und das Personal sind dem Bundesland zugeordnet, in dem die Forschung stattfindet.

Im Jahr 1993 sind 2.031 Forscher in ostdeutschen Forschungsstätten von Unternehmen tätig mit Hauptsitz in Westdeutschland. Dies sind ungefähr 9,2 % des FuE-Personals in den neuen Bundesländern. Umgekehrt sind nur 157 Personen in Forschungsstätten in den alten Bundesländern tätig bei Unternehmen, deren Sitz in den neuen Bundesländern liegt. Dieser Trend hat 1995 deutlich zugenommen.

*FuE in Großunternehmen und mittelständischen Unternehmen*

Interessant ist die völlig unterschiedliche Verteilung der FuE nach Größenklassen in West- und Ostdeutschland. Während im Jahr 1993 rund 88 % der FuE-Auf-

wendungen (85 % FuE-Personal) in den alten Bundesländern auf Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten entfallen, waren dies in den neuen Bundesländern 42 % (34 %). Damit zeigt sich, daß die Forschungsaktivitäten in Ostdeutschland durch die Kleinen und Mittleren Unternehmen getragen werden.

In der Tabelle 3 ist die Verteilung der FuE-Stätten der Unternehmen der des FuE-Personals gegenübergestellt. Im früheren Bundesgebiet liegt der Anteil der KMU an den FuE-Stätten im Jahr 1993 bei rund 84 %, wohingegen wie im vorherigen Berichtsjahr knapp 15 % des FuE-Personals auf KMU entfallen. Anders

**Tabelle 3:** FuE-Stätten und FuE-Personal von Unternehmen 1993 im früheren Bundesgebiet, den neuen Ländern u. Berlin Ost sowie in Deutschland  
Verteilung nach Beschäftigtengrößenklassen

	Früheres Bundesgebiet <sup>1</sup>		Neue Länder und Berlin Ost <sup>1</sup>		Deutschland	
	Anteil					
Unternehmen mit ... bis ... Beschäftigten	der FuE-Stätten	des FuE-Personals <sup>2</sup>	der FuE-Stätten	des FuE-Personals <sup>2</sup>	der FuE-Stätten	des FuE-Personals <sup>2</sup>
	%					
	1	2	3	4	5	6
<b>unter 100 Besch.</b>	54,0	5,3	72,3	38,1	57,6	7,6
<b>100–499 Besch.</b>	29,9	9,6	21,8	28,4	28,3	11,0
<b>500–999 Besch.</b>	5,1	5,6	2,8	8,2	4,6	5,8
<b>1000 u. mehr Besch.</b>	11,0	79,5	3,1	25,3	9,5	75,6
<b>insgesamt</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

<sup>1</sup>Zuordnung nach Sitz der FuE-Stätten, Einordnung in Beschäftigten-Größenklassen entsprechend Gesamtbeschäftigtenzahl der Unternehmen

<sup>2</sup> Vollzeitäquivalent

*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik



ist die Situation in den neuen Ländern und Berlin Ost: Hier sind gut 94 % aller erfaßten Forschungsstätten kleine und mittlere Unternehmen, von denen mehr als zwei Drittel des in dieser Region eingesetzten FuE-Personals beschäftigt werden. Damit sind die Forschungsaktivitäten im Wirtschaftssektor der neuen Länder auch weiterhin stark auf den Mittelstand konzentriert.

Das relativ starke Gewicht des Mittelstandes in den wirtschaftsnahen Forschungsaktivitäten der neuen Länder zeigt sich auch in den verschiedenen Branchen.

Auffällig hoch ist auch hier der Anteil der Wirtschaftsgruppe Maschinenbau, deren KMU im Jahr 1993 rund 310 Millionen DM für interne FuE aufwandten, das sind drei Viertel des Betrages, den die Maschinenbau-Unternehmen insgesamt in dieser Region aufwandten.

#### *FuE-Indikatoren nach dem Hauptsitz*

Anmerkung: *Die regionalen Auswertungen der FuE-Aktivitäten beruhen auf dem „Forschungsstättenprinzip“; damit wird dem Sachverhalt Rechnung getragen, daß der Hauptsitz eines Unternehmens nicht mit dem Sitz der Forschungsstätte übereinstimmen muß. Zudem haben viele Unternehmen mehrere Forschungsstätten, die regional verteilt sein können. Nach diesem Forschungsstättenprinzip können bei Vorliegen entsprechender Informationen das FuE-Personal und die internen FuE-Aufwendungen verteilt werden. Die Auftragsforschung (externe FuE-Aufwendungen) kann jedoch nach dem Ansatz regional nicht zugeordnet werden, weil Aufträge an Dritte von der rechtlichen Einheit insgesamt vergeben werden, die „Forschungsstätte“ im allgemeinen aber keine rechtliche Einheit ist. Insofern sind auch die FuE-Gesamtaufwendungen als Summe der internen und externen Aufwendungen nach dem Forschungsstättenansatz nicht ausgewertet worden.*

*Im folgenden soll daher die FuE-Entwicklung in Deutschland sowie in den beiden Landesteilen nach dem „Hauptsitzprinzip“ dargestellt werden. Dabei werden FuE-Personal und FuE-Aufwendungen aller Forschungsstätten dem Hauptsitz des Unternehmens zugeordnet. Damit wird auch eine Auswertung der externen FuE-Aufwendungen nach regionalen Gesichtspunkten möglich.*

Die beiden Ansätze führen dann zu etwa gleichen Ergebnissen, wenn die regionale Verflechtung gering ist. Gegenwärtig sind von der Verflechtung überwiegend Unternehmen betroffen, deren Hauptsitz in Westdeutschland liegt, die jedoch Forschungsstätten in Ostdeutschland unterhalten, der umgekehrte Fall tritt nur vereinzelt auf. Daher führt für Ostdeutschland die Auswertung nach dem Hauptsitzprinzip gegenüber dem Forschungsstättenprinzip zu geringeren Werten.

Der Blick auf die FuE-Gesamtaufwendungen nach dem Hauptsitzprinzip (Tabelle 4) läßt die Stärke im Bereich des Maschinenbaus in Ostdeutschland erkennen; ebenfalls fällt die starke Position der Dienstleistungen auf (11,7 %); dies ist auch auf die Aktivitäten der „Forschungs-GmbH“ zurückzuführen, die in dieser Art in Westdeutschland nicht etabliert sind. Den hohen Anteil bei den Dienstleistungen findet man auch beim FuE-Personal wieder (Ost: 10,9 %, West: 1,9 %).

Die Betrachtung der externen FuE-Aufwendungen der Unternehmen mit Hauptsitz in den neuen Bundesländern einschließlich Berlin Ost zeigt mit 11 % des Dienstleistungssektor eine starke Position (Tabelle 5).

Insgesamt verbleiben Aufträge im Umfang von 74,6 % im Wirtschaftssektor, nur 2,7 % gehen in das Ausland. Im Westen sind dies mit 18,2 % erheblich mehr. Dies zeigt die vergleichsweise geringe Einbindung der Ostunternehmen in eine

**Tabelle 4:** FuE-Gesamtaufwendungen der Unternehmen 1993 nach ausgewählten Wirtschaftszweigen und Hauptsitz der Unternehmen

Wirtschaftsgliederung	FuE- Gesamtaufwendungen		
	Deutschland	Neue Länder und Berlin Ost	früheres Bundesgebiet
	Mill. DM		
Insgesamt	57.029	1.763	55.266
darunter:			
Chemische Industrie	10.538	217	10.321
Maschinenbau	5.378	439	4.939
H. v. Kraftwagen	12.137	29	12.108
Elektrotechnik	13.647	247	13.400
Feinmechanik u. Optik	829	90	738
Dienstleistungen soweit v. Untern. erbracht	1.325	207	1.117

### Rundungsabweichungen

*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik

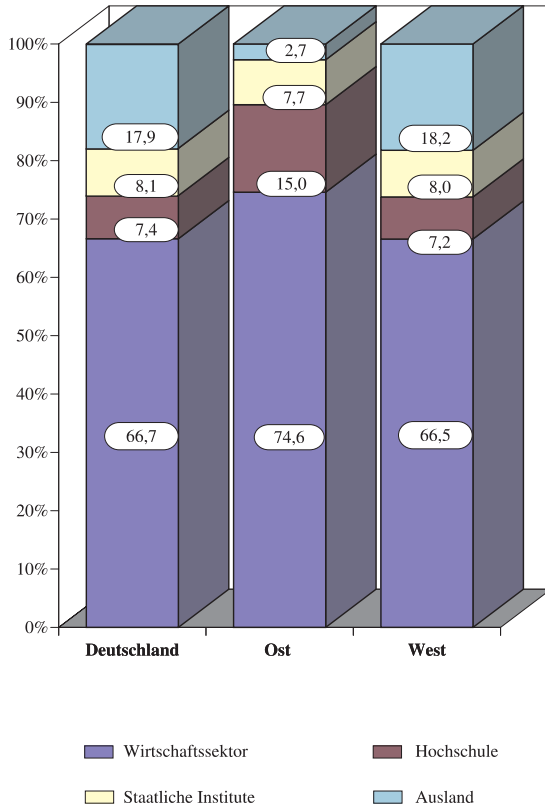
**Tabelle 5:** Externe FuE-Aufwendungen 1993 der Unternehmen in den neuen Ländern und Berlin Ost (Hauptsitz des Unternehmens) nach Wirtschaftszweigen

	Externe FuE-Aufwendungen				
	davon Aufträge an				
Wirtschaftsgliederung	insgesamt	den Wirtschafts- ektor	Hoch- schulen u. Professoren	den Staat u.sonst. Inländer	das Ausland
	Mill. DM	%			
	1	2	3	4	5
Insgesamt	130	74,6	15,0	7,7	2,7
darunter:					
Chemische Industrie	21	76,6	13,2	5,1	5,1
Maschinenbau	21	61,1	30,4	6,1	2,4
H. v. Kraftwagen	1	a)	a)	a)	a)
Elektrotechnik	8	72,2	14,6	11,7	1,6
Feinmechanik u. Optik	9	79,7	14,9	3,8	1,6
Dienstleistungen soweit v. Untern. erbracht	11	60,5	10,6	26,9	2,0

### Rundungsabweichungen

*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik

internationale Arbeitsteilung (*Abbildung 7*). Besonders kraß wird dies bei der Betrachtung der Chemischen Industrie. Gehen bei den Unternehmen mit Sitz in Westdeutschland 5,1 % des externen Auftragsvolumens in das Ausland, sind dies bei den Westunternehmen mit 54,3 % mehr als das 10-fache.



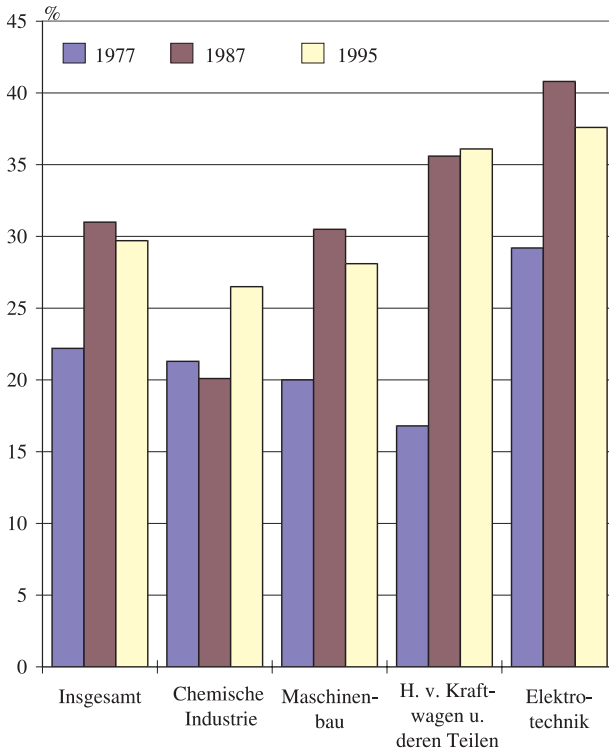
**Abbildung 7:** Externe FuE-Aufwendungen 1993 der Unternehmen nach Auftragnehmern und Hauptsitz der Unternehmen

*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik, Söstra

Im Maschinenbau geht rund 30,4 % des externen Auftragsvolumens an Hochschulen.

## 5. Umsatzanteile neuer Produkte

Zeitverzögerungen bei der Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in ein marktfähiges Produkt oder Verfahren wirken sich auf den Erfolg eines



**Abbildung 8:** Umsatzanteil neu eingeführter Produkte in Unternehmen mit FuE 1977, 1987 und 1995  
(Unternehmen mit Angaben zum Umsatzanteil neuer Produkte – [seit fünf Jahren in das Produktionsprogramm aufgenommen]  
bis 1987 früheres Bundesgebiet; 1995 Deutschland, vorläufiges Ergebnis)

*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik GmbH, Stand: Dezember 1996

Unternehmens negativ aus; verspätete Markteinführung führt zu deutlichen Einbrüchen im Gewinn, der durch dieses neue Produkt bei frühzeitiger Einführung hätte erzielt werden können. Dem Innovationsmanagement muß daher daran gelegen sein, die Innovationsgeschwindigkeit – gemessen am Umsatzanteil neuer Produkte – im Vergleich zu den Mitbewerbern der Branche möglichst hoch zu halten<sup>14</sup>.

Der Umsatzanteil neuer Produkte am Gesamtumsatz ist ein Indikator für die Innovationsgeschwindigkeit. Die Untersuchungen bei Unternehmen mit FuE

geben Hinweise darauf, inwieweit sich die FuE-Aktivitäten in der Erneuerung des Produktionsprogramms widerspiegeln (*Abbildung 8*).

Es ist erkennbar, daß bei Unternehmen mit FuE der Umsatzanteil von Produkten, die seit 5 Jahren neu in das Produktionsprogramm aufgenommen wurden, von 1977 bis 1987 – also in einem 10-Jahreszeitraum – deutlich gestiegen ist (1977: 20 %, 1987: 30 %). In diesem Zeitraum ist die Innovationsgeschwindigkeit der Chemischen Industrie leicht gefallen, während Maschinenbau und elektrotechnische Industrie deutlich steigende Umsatzanteile neuer Produkte aufweisen.

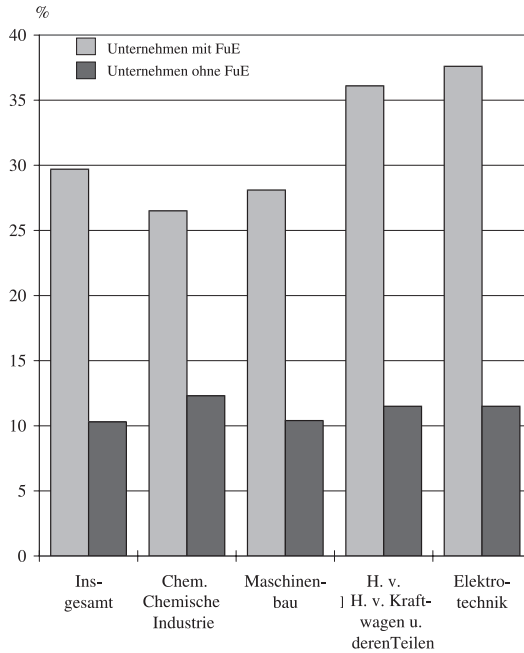
Im Jahr 1995 sinkt der Anteil der neuen Produkte gegenüber 1987 leicht. Insgesamt liegt 1995 der Anteil bei rd. 30 %. Im Maschinenbau und in der Elektrotechnik sind deutliche Rückgänge festzustellen. Die Chemische Industrie weist einen starken Anstieg des Anteils neuer Produkte auf.

Die Werte werden beeinflußt durch die Entwicklung in den neuen Bundesländern. Insgesamt ergab sich für 1995 in dieser ersten Auswertung ein Anteil neuer Produkte von rd. 44 % bei Unternehmen mit FuE. Dieser deutlich über dem Gesamtwert Deutschland liegende Anteil ist nicht verwunderlich, da diese Unternehmen ihr Produktionsprogramm an den westlichen Standard anpassen bzw. sich völlig neu orientieren mußten und somit neue Produkte aufnahmen.

Neu eingeführte Produkte sind jedoch nicht notwendigerweise allein das Ergebnis eigener Forschungsaktivitäten. Es können zum Beispiel auch Patente eingekauft worden sein. Daher wurden für das Erhebungsjahr 1995 auch die Unternehmen in die Innovationsuntersuchung einbezogen, die für 1995 keine FuE gemeldet haben.

In der *Abbildung 9* werden die Anteile neuer Produkte der im Jahre 1995 FuE betreibenden Unternehmen mit denen der nicht FuE betreibenden Unternehmen verglichen. Bei Unternehmen ohne FuE entfallen nur rd. 10 % des Gesamtumsatzes auf neue Produkte. Das Verhältnis 3:1 (mit FuE: ohne FuE) ist im wesentlichen auch in den einzelnen Branchen wiederzufinden. Bezogen auf die Umsätze dürften FuE betreibende Unternehmen somit erhebliche Wettbewerbsvorteile haben. Die Innovationsgeschwindigkeit ist bei FuE betreibenden Unternehmen deutlich höher.

Also kurz gesagt, Forschung und Entwicklung lohnt sich.



**Abbildung 9:** Umsatzanteil neu eingeführter Produkte in Unternehmen (Unternehmen mit Angaben zum Umsatzanteil neuer Produkte, vorläufiges Ergebnis [seit fünf Jahren in das Produktionsprogramm aufgenommen]) mit und ohne FuE 1995

*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik GmbH, Stand Dezember 1996)





WERNER MESKE

## **Die neue ostdeutsche Forschungslandschaft – Besonderheiten und Konsequenzen für die Wirtschaft der neuen Länder**

### *1. Einführung*

Neuere Wirtschaftstheorien und die durch sie geleitete empirische Forschung haben gezeigt, daß das Wachstum des Sozialprodukts in entwickelten Industrieländern immer stärker von dem realisierten technischen Fortschritt, d. h. von Innovationen in der Wirtschaft und in anderen gesellschaftlichen Bereichen, abhängt<sup>1</sup>. Der Ausgangspunkt dieser Innovationen liegt häufig und vor allem zunehmend in Forschung und Entwicklung (FuE) der Wirtschaft und in der dieser vorgelagerten bzw. parallel dazu erfolgenden öffentlich geförderten vorwettbewerblichen Forschung. Deshalb werden die FuE-Aktivitäten eines Landes auch als ein wesentlicher Indikator für den technischen Fortschritt einer Volkswirtschaft und für deren Innovationskraft angesehen. Analog dazu wird das jeweilige Forschungssystem, das durch seine Struktur und Dynamik mehr oder minder günstige Voraussetzungen bzw. Rahmenbedingungen für Innovationen bietet, zu den wesentlichen institutionellen Voraussetzungen eines nationalen Innovationssystems gerechnet<sup>2</sup>.

Aus diesen Erkenntnissen leitet sich ab, daß ein dauerhafter, sich schrittweise immer stärker selbst tragender Aufschwung der ostdeutschen Wirtschaft entschei-

- 1 Vgl. Krupp, Helmar: Europäische Technikpolitik in der globalen Schumpeter-Dynamik – Gesellschaftstheoretische Grundlagen –, in: Süß, Werner/Becher, Gerhard (Hrsg.): Politik und Technologieentwicklung in Europa: Analysen ökonomisch-technischer und politischer Vermittlungen im Prozeß der europäischen Integration, Berlin 1993, S. 329–359.
- 2 Vgl. Freeman, Christopher: Formal Scientific and Technical Institutions in the National System of Innovation, in: Lundvall, Bengt-Ake (Hrsg.): National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, London 1992, S. 169–187; Nelson, Richard R. (Hrsg.): National Innovation Systems. A Comparative Analysis, New York/Oxford 1993, S. 5.

dend von ihrer Fähigkeit zur Hervorbringung anwendungsfähiger Forschungsergebnisse, deren Umsetzung in Innovationen sowie von deren ökonomischer Verwertung abhängt. Bei der Umgestaltung der ostdeutschen Wirtschaft müssen neue Technologien und insbesondere Hochtechnologien im Mittelpunkt stehen, da nur diese und die mit ihnen verbundenen Industrien und Dienstleistungen in entwickelten Gesellschaften wesentliche Wachstumsfelder, insbesondere für hochwertige wirtschaftliche Tätigkeiten und anspruchsvolle Arbeitsplätze mit hohen Qualifikationsanforderungen, zu eröffnen vermögen. Gleichzeitig sind nur sie in der Lage, die mit dem bisherigen Typus des Wirtschaftswachstums entstehenden Probleme und Grenzen, z. B. ökologischer Art, zu überwinden. Die Entwicklung und die Anwendung der neuen Technologien setzt wiederum eine dauerhafte und zunehmend komplexe, sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierte, jedoch in beiden Fällen mit den wirtschaftlichen Tätigkeiten eng verbundene FuE in den Regionen voraus. Insbesondere in der frühen Phase des Industriebetriebszyklus spielt „stillschweigendes Wissen“ (tacit knowledge) für das Auftreten von Innovationsaktivitäten eine wichtige Rolle, so daß wegen des oft erforderlichen interaktiven Vorgehens geographische Nähe besonders bedeutsam ist<sup>3</sup>. Aus allen diesen Gründen kommt Analysen von Struktur und Dynamik der ostdeutschen Wissenschafts- und Forschungslandschaft eine besondere Bedeutung für die Einschätzung der gegenwärtigen Situation im Innovationsgeschehen und vor allen Dingen für die Ableitung künftiger Entwicklungsaussichten bzw. notwendiger politischer Einflußnahmen zu.

Damit wird zwar nur ein, allerdings wesentlicher, Ausschnitt des Innovationsgeschehens und der vielfältigen auf es einwirkenden Einflüsse erfaßt<sup>4</sup>. Auf notwendige Unterscheidungen von Stufen bzw. Teilprozessen im Innovationsgeschehen verweist auch Greif<sup>5</sup>. Für die einzelnen Prozesse und Stadien spielen unterschiedliche Voraussetzungen und Zielvorstellungen sowie Rahmenbedingungen eine wesentliche Rolle. Man muß deshalb zumindest zwischen einer *Invention als wissenschaftlicher Problemlösung* und einer *Innovation* als technisch (organisatorisch oder in anderer Form) *realisierter Prinziplösung* unterscheiden. Die (technische, organisatorische ...) Innovation strebt gegenüber der Invention vor allem eine Lösung praktischer Probleme an. Sie findet in Form von Prototypen von Erzeug-

- 3 Vgl. Audretsch, David B./Feldmann, Maryann P.: *Innovative Clusters and the Industry Life Cycle*, Discussion Paper FS IV 95-7 des WZB, Berlin 1995.
- 4 Vgl. Beitrag Lüdtkke, Karlheinz: *Entstehung und Entwicklung wissenschaftlich-technischer Neuerungen in soziologischer Sicht*, in diesem Jahrbuch.
- 5 Vgl. Beitrag Greif, Siegfried: *Strukturen und Entwicklungen im Patentgeschehen*, in diesem Jahrbuch.

nissen, erstmalig funktionierenden Produktionsanlagen (Pilot- oder Referenzanlage), als Muster oder Probe neuer Materialien usw. ihren Ausdruck. Die *ökonomische Verwertung von Innovationen* hängt wiederum sehr stark von äußeren Bedingungen betriebswirtschaftlicher und volkswirtschaftlicher Art ab, z. B. von der Marktsituation und der Investitionskraft von Unternehmen. Sie kann sich deshalb allein durch die Veränderung solcher Bedingungen grundlegend wandeln, ohne daß an der eigentlichen innovatorischen Lösung große Änderungen erforderlich sind. Um diese spezifischen Prozesse, ihre Ursachen, Wirkungen und die darauf einwirkenden Einflußfaktoren analysieren und beeinflussen zu können, ist die o. a. Unterscheidung von Invention, Innovation und ökonomischer Verwertung unbedingt notwendig. Der Begriff „Innovation“ sollte sich in Ergänzung zu dem der „Invention“ auf die oben angegebene erstmalig realisierte praktische Problemlösungsmöglichkeit beziehen und nicht zusätzlich von einem ökonomischen Erfolg abhängig gemacht werden, wie dies Parthey<sup>6</sup> vertritt. Damit würden letztlich nur die aktuell ökonomisch erfolgreichen Innovationen als Innovationen bezeichnet, was dem komplexen und damit vielfältigen Wechselbeziehungen unterliegenden Innovationsgeschehen nicht gerecht zu werden vermag. Eine solche Entscheidung hat auch unmittelbar praktische Konsequenzen, indem sie die Frage aufwirft, ob die z. Z. in Ostdeutschland zu beobachtenden Probleme im Innovationsgeschehen z. B. eher darauf zurückzuführen sind, daß hier wenig nutzbare Forschungsergebnisse und kaum neue technisch-organisatorische Problemlösungen vorhanden sind, oder ob die Schwierigkeiten sich nicht vielmehr daraus ergeben, daß vorliegende Innovationen/neue Lösungen (z. B. der erste FCKW-freie Kühlschrank von Foron) aufgrund anderer Faktoren keinen Markt und damit keinen ökonomischen Erfolg zu finden vermögen<sup>7</sup>.

Dies steht in engstem Zusammenhang damit, daß man beim Innovationsgeschehen offensichtlich verschiedene Ebenen unterscheiden muß. Diese betreffen einmal die einzelnen Prozesse der Hervorbringung neuer wissenschaftlicher und technischer Lösungen (Mikroebene der Innovation). Das Innovationsgeschehen hängt darüber hinaus vom Verhalten von Betrieben oder Unternehmen ab, die solche originären Lösungen nicht nur einmalig anwenden, sondern verbreiten und oftmals erst damit den ökonomischen Erfolg sichern müssen (Mesoebene). Sie schließen letztlich die Sekundär-Wirkungen aus dem Einsatz und der Verbreitung solcher Neuerungen in volkswirtschaftlichem und internationalem Maßstab ein (Makroebene)<sup>8</sup>. Jede dieser Ebenen des Innovationsgeschehens weist eine eigene

6 Vgl. Beitrag Parthey, Heinrich: Wissenschaft und Innovation, in diesem Jahrbuch.

7 Vgl. dazu Richter, Edelbert, Wipperfürth, Christian: Spaß an der Umwelttechnik: Innovationen aus den neuen Bundesländern und ihre Schicksale, Weimar, September 1995.

Problematik auf, wird durch andere Faktoren beeinflusst und an anderen Kriterien gemessen. Insofern sind eine Begrenzung des Begriffs „Innovation“ auf technische Neuerung und ergänzend dazu eine Charakterisierung des jeweiligen Kontextes, in dem das breiter aufzufassende „Innovationsgeschehen“ steht, notwendig.

## *2. Zum Charakter der Veränderungen in Wirtschaft und Forschung Ostdeutschlands seit 1990*

Die Diskussion um die Veränderungen in Ostdeutschland wird sehr stark durch einen vorwiegend innerdeutschen Blickwinkel geprägt. Danach geht es vor allem um den Prozeß und das Problem der strukturellen, qualitativen, sozialen usw. „Angleichung“ des Ostteils an den Westen Deutschlands, etwa vergleichbar mit der Eingliederung des Saarlandes (nach dessen Entscheidung für die Bundesrepublik Deutschland) in das deutsche Wirtschaftssystem. Mit dieser Sichtweise wird aber sowohl in Ostdeutschland wie in Westdeutschland der Blick für den tatsächlichen Charakter der seit 1990 eingetretenen Veränderungen und für den Kontext, in dem sie objektiv stehen, verstellt.

Der Ausgangspunkt dieser Veränderungen ist doch nicht der Beitritt der DDR zur BRD (wie im Falle des Saarlandes), sondern der Zusammenbruch des ehemaligen „Ostblocks“, der als „sozialistisches Lager“ in allen gesellschaftlichen Strukturen ein eigenes, mehr oder minder stark abgeschottetes „zweites Weltsystem“ darstellte. Diese Tatsache gilt unbeschadet der Frage, inwieweit die ehemals sozialistischen Länder sich bewußt auf die Entwicklung eines autarken Systems orientiert hatten bzw. inwieweit sie dazu durch die Embargopolitik des Westens gezwungen waren. Allein durch die Existenz und Wirkungsweise des sozialistischen Lagers wurde wiederum aber auch die Entwicklung in den westlichen Industrieländern sowie in der dritten Welt wesentlich beeinflusst. Zwangsläufig ergaben sich aus dem als „Kalter Krieg“ sehr eindeutig bezeichneten Charakter dieses Wettkampfs der Systeme spezifische Ausprägungen von politischen, militärischen, wirtschaftlichen und anderen, dabei nicht zuletzt wissenschaftlichen Strukturen im Osten wie im Westen. So läßt sich in der internationalen wissenschaftlichen Kooperation ein deutliches Cluster der osteuropäischen Staaten neben dem der führenden OECD-Länder nachweisen<sup>9</sup>. Diese spezifischen Strukturmerkmale betrafen einmal das

8 Für viele Zweige der Volkswirtschaft ist das ein erheblicher und für einige sogar der dominierende Weg. Vgl.: Industrielle Forschung und Entwicklung kommt vor allem dem Export zugute, in: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wochenbericht 47/88, 24. 11. 1988, S. 631–635.

9 Vgl. A. Schubert, T. Braun: World Flash on Basic Research. International Collaboration in the Sciences 1981–1985; Scientometrics, Vol. 19 No. 1–2 (1990) S. 3–10.

Profil, z. B. den hohen Anteil des militärisch-industriellen Komplexes in allen Ländergruppen, insbesondere in der UdSSR, aber auch in den USA, England und Frankreich. Sie führten darüber hinaus unter Konfrontationsbedingungen zwangsläufig im Weltmaßstab zu einer häufigen Doppelung (z. T. sogar Vervielfachung) vieler Wirtschafts- und damit auch technologischer sowie FuE-Felder. Neben weitgehend identischen Erzeugnissen und Erfahrungen entstanden dabei oft auch unterschiedliche wissenschaftlich-technische und organisatorische Lösungen für gleichartige Probleme oder Ziele, die gewissermaßen ein „Reservoir“ an technisch möglichen Lösungen (Innovationen) darstellen. Sie können und müssen deshalb unter veränderten politischen, ökonomischen und anderen „Kontexten“ hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile für eine ökonomische Verwertung überprüft werden, wie das z. B. bei der Überprüfung von Nutzungsmöglichkeiten für DDR-Patente geschieht<sup>10</sup>. Hier liegt auch eine der entscheidenden Ursachen für die z. T. widerspruchsvolle Bewertung und Aufnahme wissenschaftlich-technischer Ergebnisse aus den ehemals sozialistischen Ländern, die sich zwischen den Polen „überflüssige Imitationen“ und „eigenständige wissenschaftlich-technische Problemlösungen“ bewegt.

In diese seit dem 2. Weltkrieg, d. h. in einem Zeitraum von über 40 Jahren gewachsenen internationalen Strukturen waren sowohl die DDR wie die BRD eingebunden. Aufgrund ihrer gemeinsamen Wurzeln und Traditionen einerseits wie ihrer Einbindung in unterschiedliche Blöcke andererseits waren in beiden Ländern relativ große Überschneidungen in den Strukturen nach Wirtschaftszweigen, Forschungsgebieten und -einrichtungen vorhanden, erhalten geblieben bzw. ausgebaut worden<sup>11</sup>. Auch Vergleiche von Publikations- und Zitationsanalysen sowie von Patentaktivitäten haben die strukturelle Ähnlichkeit beider Länder bestätigt<sup>12</sup>, die sich auch in den Industriezweigstrukturen nach Beschäftigten und FuE-Intensitäten gezeigt hat (vgl. Abb. 1).

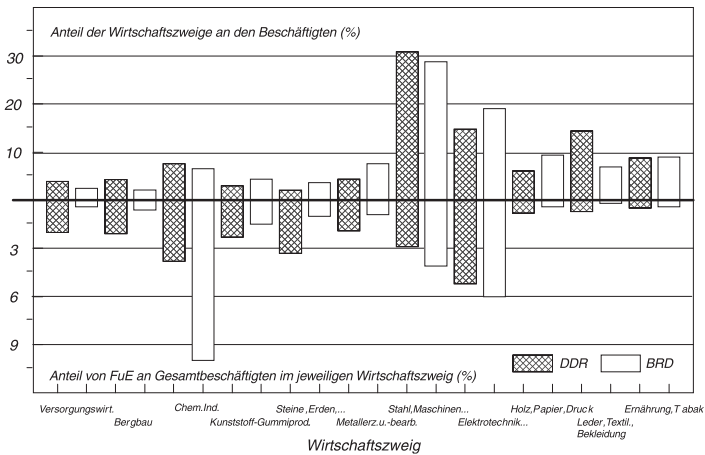
Im Ergebnis des Zusammenbruchs des Ostblocks – der durch den internationalen Rüstungs- und technologischen Wettbewerb bei eigener Innovationsschwäche in den 80er Jahren zunehmend in unüberwindbare Schwierigkeiten geraten war<sup>13</sup> – und der damit verbundenen Reduzierung bzw. sogar des teilweisen

10 Vgl.: Neues Zentrum für Erfinder, in: Berliner Zeitung vom 25. 3. 1997, S. 23.

11 Vgl. W. Meske: The restructuring of the East German research system – a provisional appraisal, in: *Science and Public Policy*, Vol. 20, No. 5, 1993, S. 298–312.

12 Vgl. H. Grupp, S. Hinze: International Orientation, Efficiency of and Regard for Research in East and West Germany: A Bibliometric Investigation of Aspects of Technology Genesis in the United Germany, in: *Scientometrics*, Vol. 29, No. 1(1994), 83–113.

13 Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß in praktisch allen wichtigen RGW-Ländern der absolut höchste Einsatz an Beschäftigten für die Wissenschaft Anfang bis Mitte der 80er Jahre

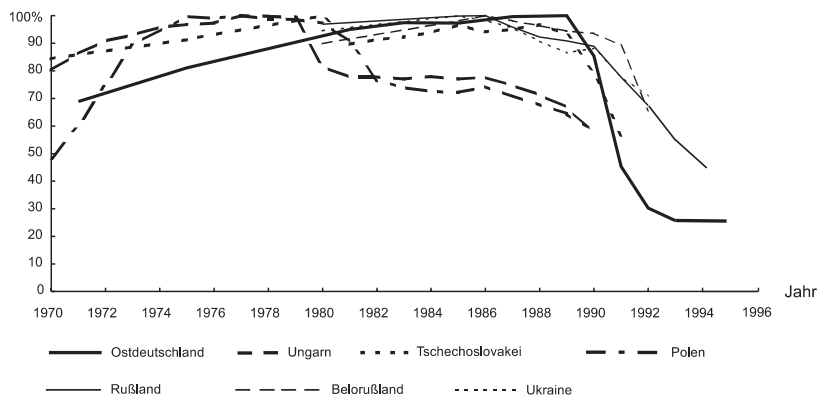


**Abbildung 1:** Industriezweigstruktur von DDR und BRD nach Beschäftigten und deren FuE-Anteil (1987, eigene Berechnungen)

Verschwindens des früheren Absatzmarktes für Wirtschafts- und Wissenschaftsleistungen muß in den Ländern des Ostens zwangsläufig eine Reduzierung, Umorientierung und Umstrukturierung in diesen Bereichen erfolgen. In Verbindung mit der Öffnung der einheimischen Märkte für Waren aus dem Westen wurden Wirtschaft und Wissenschaft zusätzlich in eine neuartige und ungewohnte Wettbewerbssituation gezwungen, die die Notwendigkeit von Veränderungen weiter verstärkte und beschleunigte. Diese Prozesse haben in allen Ländern mehr oder minder gravierend bereits eingesetzt. Sie führten zu einem starken Rückgang des Produktionsumfangs und der Beschäftigung, auch in FuE. Entsprechende Tendenzen in FuE zeigt *Abbildung 2*.

Gleichzeitig entstand aber auch im Westen eine neue Situation. Durch den Rüstungswettlauf in den 80er Jahren und die zunehmende Konkurrenz seitens Japans und anderer asiatischer Länder waren bisherige Strukturen und Mechanismen des Innovationsgeschehens auch in diesen Ländern an die Grenzen ihrer

lag, dagegen Anzahl und Anteil ihrer Publikation im Weltmaßstab (auf Basis SCI) bereits Mitte der 70er Jahre den Höhepunkt hatten. Danach sind auch die Exporte in westliche Länder wegen zu geringen wissenschaftlich-technischen Niveaus gesunken. Vgl. Werner Meske: Vorwort, in: W. Meske (Hg.): Wissenschaft der RGW-Länder, ITW der AdW der DDR, Studien und Forschungsberichte, Heft 30, Berlin 1990, S. 1–22.



**Abbildung 2:** Veränderungen in der Anzahl der FuE-Beschäftigten in osteuropäischen Ländern (der Höchstwert in dieser Periode in jedem Land = 100 % gesetzt), aktualisierte Abbildung nach: Meske, W., A. Nadiraschwili, „Umbruch der Wissenschaft in Mittel- und Osteuropa“, in: Wolfgang Zapf und Meinolf Dierkes (Hg.), *Institutionenvergleich und Institutionendynamik*. WZB-Jahrbuch 1994, Berlin, Ed. Sigma 1994, S. 357

Leistungsfähigkeit gelangt<sup>14</sup>. Nach dem Zusammenbruch des Ostblocks wurden frühere Prioritäten noch stärker in Frage gestellt (z. B. Rüstung, Raumfahrt), was sich auf Wirtschaft und Wissenschaft auswirkt. Andererseits entstanden mit der Öffnung des Ostens neue, jedoch sehr differenzierte Märkte und in begrenztem Maße sogar zusätzliche Wettbewerber auf dem internationalen Markt, auch in FuE. Unter Bedingungen größerer internationaler Öffnung wächst damit insbesondere

14 Dies wurde bereits 1989 auf einer Konferenz sehr deutlich zum Ausdruck gebracht; vgl. Cozzens, Susan E. et al. (Hrsg.): *The Research System in transition*. Dordrecht, Boston, London 1990. R. Mayntz vertritt sogar die Auffassung, daß beide von einem linearen Innovationsmodell ausgehenden „Gesellschaftsmodelle, die entweder auf zentrale Steuerung oder auf spontane Selbstregulierung setzen, ... theoretisch wie praktisch von einer Perspektive abgelöst worden (sind), die auf eine Kombination von politischer Steuerung und gesellschaftlicher Selbstregulierung setzt“, was insbesondere auch auf Innovationsmodelle zutrefte; Renate Mayntz: *Forschung als Dienstleistung? Zur gesellschaftlichen Einbettung der Wissenschaft*, in: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, *Berichte und Abhandlungen*, Band 3, Akademie-Verlag, Berlin 1997, S. 135–154, insbesondere S. 142.

in den technologisch führenden Ländern, aber auch in den Transformationsgesellschaften des früheren Ostblocks, der Zwang zu Innovationen und zu Umstellungen im gesamten Innovationsgeschehen. Damit ist der Beginn der 90er Jahre durch gravierende Veränderungen in der internationalen Lage nicht nur in Politik und Wirtschaft, sondern auch in der Wissenschaft und im Zusammenwirken dieser verschiedenen Bereiche geprägt. Dies gilt grundsätzlich auch für die Situation im vereinten Deutschland. „All of these general issues are being addressed in very specific terms in Germany, and the outcome of the German situation should be of great interest throughout eastern Europe. The problems encountered in restructuring the scientific establishment of both the national and institute levels within Germany seem of particular relevance to countries entering this transition period themselves.“<sup>15</sup>

Durch den Beitritt der DDR zur BRD ergab sich eine ganz spezifische Problemlage, die gewissermaßen eine Extremsituation der neuen Situation in Ost und West darstellt:

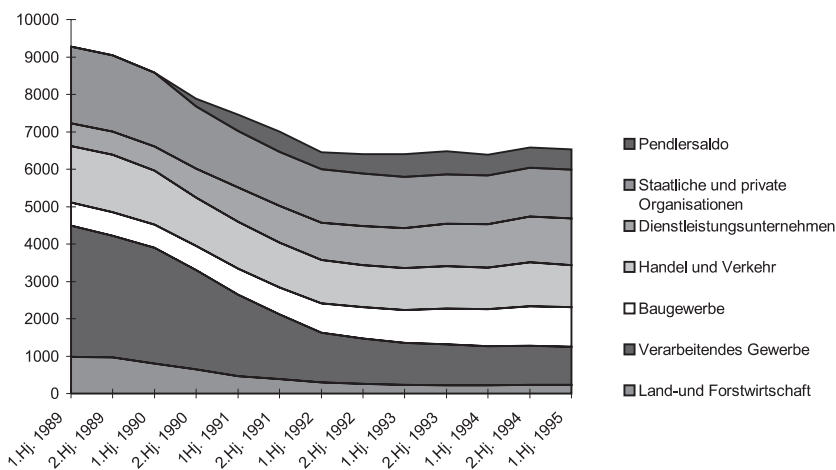
In der DDR bzw. in den daraus entstandenen neuen Bundesländern führte dies zum Abbau von jetzt in Gesamtdeutschland „doppelt“ vorhandenen und damit oft „überflüssig“ gewordenen Kapazitäten, vor allem in der Produktion, aber auch in FuE, und zusätzlich zu einer Verdrängung selbst leistungsfähiger ostdeutscher Anbieter (z. B. im Maschinenbau) durch westdeutsche Firmen aufgrund der politischen und wirtschaftlichen Machtverhältnisse. (In Anlehnung an die jüngste Kollision von Krupp und Thyssen kann hier mit Recht von einer „feindlichen Übernahme“ der ostdeutschen Wirtschaft durch die westdeutsche gesprochen werden. Dabei wurde einer betriebswirtschaftlich bestimmten „Produktionseffizienz“ eindeutig der Vorrang gegenüber wohlfahrtsökonomischen Zielen, wie Vollbeschäftigung oder hohes Wirtschaftswachstum, eingeräumt.<sup>16</sup>)

- Im Zusammenhang mit dem Institutionentransfer kam es auch zu einem Personaltransfer von West nach Ost in erheblichem Maße, wodurch der Abbau von Ostbeschäftigten gerade in qualitativ hochwertigen Positionen zeitweise noch höher als der Leistungsabbau ausfiel und frühere Verbindungen informeller/personeller Art ergänzend zu den institutionellen Umwälzungen auch noch reduziert wurden.
- Andererseits wurden durch Transferleistungen, Migration und Pendler soziale Härten vermieden bzw. stark reduziert und auf dem Wege von Institutionen-

15 Schweitzer, Glenn E. and David A. Berrien, 1991: The future of Scientific Research in Eastern Germany, in: *Technology in Society*, Vol. 13, S. 255–265.

16 Vgl. Herbert Brücker: *Privatisierung in Ostdeutschland. Eine institutionenökonomische Analyse*. Campus Verlag Frankfurt/New York, 1995.





**Abbildung 3:** Entwicklung der Erwerbstätigkeit in Ostdeutschland 1989 bis 1995

*Quelle:* Beschäftigungsobservatorium: Nov. 1995

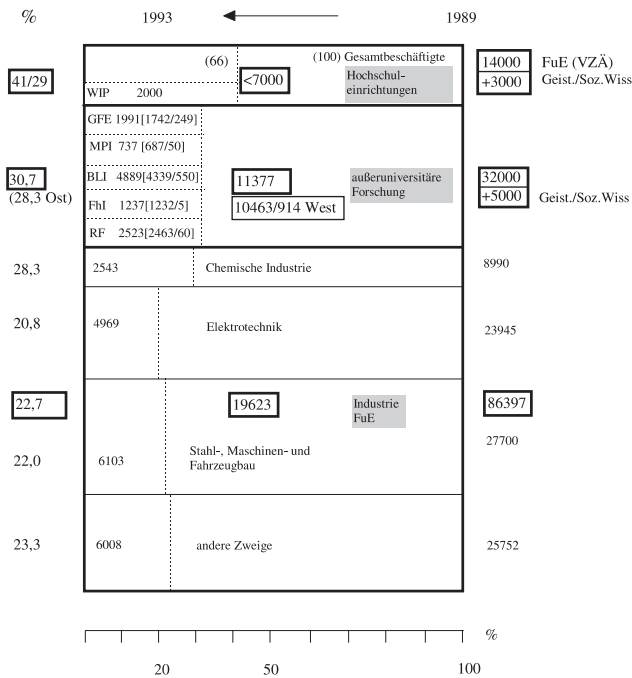
, Kapital- und Personaltransfer z. T. völlig neue Voraussetzungen für Innovationen in allen Bereichen eröffnet, die in Tempo und Ausmaß weit über das hinausreichen, was in anderen mittel- und osteuropäischen Ländern diesbezüglich in nächster Zeit realisiert werden kann.

Westdeutschland hat umgekehrt zeitweilig von dieser spezifischen Situation in Deutschland („Vereinigungs-Boom“) und zusätzlich von der Öffnung der Märkte Osteuropas profitiert, so daß zumindest zu Beginn der 90er Jahre die Veränderung der internationalen Marktsituation kaum wahrgenommen wurden und in weiten Bereichen die Absatzschwierigkeiten auf traditionellen Märkten sogar überkompensiert werden konnten. Die jüngsten Entwicklungen in Produktion, Beschäftigung, Finanzhaushalten usw. zeigen aber, daß diese Sonderkonstellationen in der sich allgemein ändernden Weltlage inzwischen nicht mehr wirksam sind. Es hat sogar den Anschein, daß durch die westdeutschen „Anfangserfolge“ bei der Vereinigung Verzögerungen bei der Umstellung auf die neue Situation eingetreten sind, die notwendige Veränderungen be- oder verhindert und damit die Lage zugespitzt haben.

### 3. Zur Situation Mitte der 90er Jahre in der ostdeutschen Wissenschaftslandschaft

Die Veränderungen der Erwerbstätigkeit in Ostdeutschland, vor allem der Abbau von Beschäftigung im verarbeitenden Gewerbe und in der Land- und Forstwirtschaft, sind ein signifikanter Ausdruck der oben skizzierten Entwicklung (vgl. Abb. 3).

Diese Entwicklung hat einmal unmittelbar auf die FuE-Beschäftigung in der Wirtschaft eingewirkt und indirekt auch auf die beiden anderen Wissenschaftssektoren (vgl. Abb. 4).



**Abbildung 4:** FuE-Personal in Ostdeutschland: Reduzierung im Zeitraum von 1989 bis 1993

*Quellen:* P. Hartmann et al. 1993; SV Wissenschaftsstatistik 1990 u. 1995 (eigene Zusammenstellung)

In der *Wirtschaft* hat sich dadurch das FuE-Personal auf 20 bis 25 Prozent des ursprünglichen Bestandes verringert. (Dabei muß man berücksichtigen, daß selbst davon noch rund 40 Prozent durch öffentliche Fördermittel finanziert werden.)

In der *außeruniversitären Forschung* (AUF) ist eine Reduzierung der Beschäftigtenanzahl auf etwa ein Drittel erfolgt. Von den in diesem Sektor 1993 beschäftigten 4.653 Wissenschaftlern waren jedoch nur 4069 oder 87 Prozent aus DDR-Einrichtungen übernommen worden<sup>17</sup>. Die anderen (und darunter oft alle leitenden) Stellen sind im Interesse der „Durchmischung“ von westdeutschen Wissenschaftlern besetzt worden. Der Anteil der DDR-Wissenschaftler tendiert weiter nach unten, wie Analysen neugegründeter Blaue-Liste-Institute zeigen<sup>18</sup>.

Im *Hochschulsektor* ist ein Personalabbau auf etwa 60 Prozent erfolgt, berechnet nach Planstellen. Im Bundesbericht Forschung 1996 werden für 1992 71.205 Beschäftigte, für 1993 68.480 ausgewiesen<sup>19</sup>. Die Anzahl der Stellen hat sich von 99.775 im Jahre 1989 auf 60.751 im Jahre 1994 verringert<sup>20</sup>; durch die anhaltenden Finanzprobleme der Länder ist eher mit weiteren Kürzungen zu rechnen. Auch hier ist der Abbau ostdeutscher Wissenschaftler noch höher ausgefallen, da die Stellen teilweise, vor allem bei Professoren sowie bei den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sogar in erheblichem Umfang, durch westdeutsche Wissenschaftler besetzt worden sind. Dabei ist die Anzahl der Professorenstellen insgesamt mit 7.000 – 8.000 Stellen etwa genauso hoch wie in der DDR geblieben. Durch die Neuausschreibungen sind alle Stellen neu zu besetzen. Die Besetzung erfolgte schleppend, so daß 1994 erst knapp 70 Prozent (ca. 5.000) besetzt waren, davon wiederum nur 60 Prozent (etwa 3.000) durch ostdeutsche Wissenschaftler. Geht man davon aus, daß 1997 alle Stellen besetzt sind und dabei der Anteil von 60 Prozent ostdeutschen Wissenschaftlern gehalten wird, so entfallen auf diese Gruppe weniger als 5.000 ostdeutsche Wissenschaftler.

17 Vgl. P. Hartmann, E. Mochmann, B. Reutershan, R. Uher: Zum Stand des Aufbaus von Forschungseinrichtungen in den neuen Ländern – Bericht über die BLK-Befragung zum Stichtag 1. 6. 1993. Zentralarchiv für empirische Sozialforschung an der Universität zu Köln, Köln.

18 J. Gläser, G. Groß, M. Höppner, C. Melis, W. Meske: Die aufgeschobene Integration. Erste Befunde zur Integration neugegründeter Blaue-Liste-Institute in die deutsche Wissenschaftslandschaft, Discussion Paper P 95-404 des WZB, Berlin 1995.

19 Bundesbericht Forschung 1996, (Hg.) Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Bonn 1996, S. 598.

20 Anke Burkhardt, Doris Scherer, Michael Weegen: Datenservice: Wissenschaft '95, (Hg.) Hans-Böckler-Stiftung/Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft, Frankfurt/Düsseldorf, Oktober 1995, S. 45.

Die Stellen für die übrigen wissenschaftlichen Mitarbeiter (der sogenannte „Mittelbau“) ist dagegen bis 1993 von mehr als 31.000 auf etwa die Hälfte, d. h. 15.500 Stellen, reduziert worden. Davon sind etwa 9.000 Stellen auf Zeit (befristete Arbeitsverhältnisse) und 6.000 Dauerstellen. Berücksichtigt man, daß die Stellen auf Zeit fast alle „Halbe Stellen“ sind, d. h. je Stelle zwei Personen zu halbem Gehalt beschäftigt sind, so sind hier noch etwa 6.000 auf Dauerstellen und maximal 18.000 auf halben Stellen, d. h. zusammen 24.000 Personen beschäftigt. Gleichzeitig ist hier ein Personalwechsel erfolgt. Durch die Entlassungen in den „systemnahen“ Fachgebieten, die Möglichkeit der Sonderkündigungsregelung Ost gemäß Einigungsvertrag (bis Ende 1993), die Integritätsprüfungen, die Umwandlungen fester in befristete und halbe Stellen, den Wechsel der Professoren und der von ihnen verfolgten Forschungsinteressen usw. ist in stärkerem Maße, als es der Stellenabbau zum Ausdruck bringt, ein Abbau von ostdeutschem Personal erfolgt. Dieses wurde zum Teil durch das den West-Professoren nachfolgende Personal aus Westdeutschland ersetzt. Aus einer Hochrechnung bekannter Teildaten läßt sich hier eine Größenordnung von Veränderungen wie folgt einschätzen:

	1989	1993	1997
Professorenstellen (besetzt)	7.500	5.000	7.500
dav. besetzt durch Ostdeutsche	7.500	3.000	5.000
Mittelbau-Stellen	31.400	16.600	15.500
dav. besetzt durch Ostdeutsche	31.400	14.000	12.000
Anzahl der darauf beschäftigten Personen	31.400	20.000	18.000
Im Hochschulbereich beschäftigte			
ostdeutsche Wissenschaftler (Pers.)	38.900	23.000	23.000
westdeutsche Wissenschaftler (Pers.)	—	5.000–6.000	8.000–9.000

Über den Umfang von FuE in diesem Sektor liegen keine zuverlässigen Angaben vor. Im Bundesbericht Forschung 1996 werden für 1992 17.640 und für 1993 16.680 (Vollzeit-) Beschäftigte für FuE ausgewiesen (S. 598). Da hier das für die alten Bundesländer vereinbarte Verfahren angewendet wurde (das für 1991 z. B. 19.509 FuE-Beschäftigte ergeben hatte, also mehr, als für 1989 ermittelt worden

waren), halte ich diese Angabe für zu hoch: Geht man vom Personalabbau, der schleppenden Besetzung der Professorenstellen, der Stellenreduzierung und Befristung im wissenschaftlichen Mittelbau<sup>21</sup>, steigenden Studentenzahlen usw. aus, so dürfte sich der FuE-Anteil stärker als das Gesamtpersonal verringert haben. Andererseits sind Wissenschaftler aus dem Akademiebereich durch das Wissenschaftler-Integrations-Programm (WIP) sowie Arbeitsgruppen der MPG zeitweise, d. h. als Übergangslösung ab 1992 bis höchstens Ende 1996, an die Hochschulen gekommen. Auf jeden Fall dürfte die reale Kapazität ab 1997 eher zwischen 10.000 und 15.000 liegen.

Gleichzeitig sind in allen drei Sektoren neben diesem Personalabbau – der vor allem eine direkte oder indirekte Folge des Zusammenbruchs des Ostblocks ist – wesentliche Strukturveränderungen erfolgt. Diese sind ganz unterschiedlich begründet und realisiert worden, können letztlich aber nur daran gemessen werden, wie die ostdeutsche Wissenschafts- und Forschungslandschaft den Übergang in den nunmehr sich neugestaltenden, relativ einheitlichen, da nicht mehr durch feindliche Blöcke geteilten, „Weltmarkt“ in Wirtschaft und Wissenschaft geschafft hat bzw. darauf vorbereitet ist. Wir bezeichnen diesen Vorgang deshalb auch als den Prozeß der Integration der ostdeutschen Forschung in die deutsche Wissenschafts- und Wirtschaftslandschaft, um ihn von der ersten Etappe der Transformation, die vor allem durch Institutionentransfer gekennzeichnet war, zu unterscheiden<sup>22</sup>. Für die Analyse dieser Prozesse sind sowohl die neugeschaffenen Voraussetzungen in Ostdeutschland heranzuziehen wie auch die Situation im nationalen und internationalen Umfeld, in das sich die neue ostdeutsche Forschungslandschaft gestellt sieht. Danach ist in Ostdeutschland eine Situation entstanden, die durch widersprüchliche, wenn nicht sogar gegensätzliche Tendenzen gekennzeichnet ist. So macht zwar auf der einen Seite die Integration der neugegründeten Einrichtungen Fortschritte und trägt zur Konsolidierung des bisher erhaltenen Bestandes bei, worauf auch die jüngsten statistischen Daten hinweisen<sup>23</sup>. Gleich-

21 Doris Scherer: Der halbierte Mittelbau. Bilanz 5 Jahre nach der Vereinigung, in: K. Klingner (Hg.): Der universitäre akademische Mittelbau, Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V. Berlin, Heft 9, Berlin 1996, S. 12–17.

22 W. Meske: Die Integration von ostdeutschen Blaue-Liste-Instituten in die deutsche Wissenschaftslandschaft. DFG-Antrag, Berlin 1993; Jochen Gläser, Gabriele Groß, Marion Höppner, Charles Melis, Werner Meske: Die aufgeschobene Integration. Erste Befunde zur Integration neugegründeter Blaue-Liste-Institute in die deutsche Wissenschaftslandschaft, WZB-Paper P 95–404; Jochen Gläser, Marion Höppner, Klaus Puls: Die Widerspenstigkeit der Substanz: Grenzen der Transformation durch Institutionentransfer am Beispiel der ostdeutschen Wissenschaft, in: H. Rudolph (Hg.) unter Mitarbeit von D. Simon, Geplanter Wandel, ungeplante Wirkungen. WZB-Jahrbuch 1995, Ed. Sigma 1995, S. 198–215.

zeitig sind Folgen des raschen „Systemwechsels“ zu beobachten, so daß auch in nächster Zeit mit größeren Turbulenzen in der ostdeutschen Forschungslandschaft zu rechnen ist. Dafür nur einige Beispiele: Im Hochschulwesen ist das einerseits die zunehmende Besetzung der neugeschaffenen Stellen durch Berufung von Professoren, die Stabilisierung der Einrichtungen und eine erfolgreiche Einwerbung von Drittmitteln. Andererseits gibt es hier in nächster Zeit noch stärkere Personalwechsel, da mit der Wirksamkeit des Hochschulrahmengesetzes und der weitgehenden Befristung der Mitarbeiter im Mittelbau im Zeitraum ab 1996 die Fünfjahresgrenze für befristete Arbeitsverhältnisse wirksam wird und damit gerechnet werden muß, daß in erheblichem Maße noch weiterhin bisheriges Personal aus diesem Sektor ausscheidet. Hinzu kommt, daß gerade in den neuen Ländern aufgrund der zunehmenden Haushaltsschwierigkeiten Budget-Kürzungen in allen Bereichen, auch in der Wissenschaft, erfolgen. Damit ist der hier aufgrund wachsender Studentenzahlen ermittelte Zuwachs an Stellen bis zum Jahr 2000 und darüber hinaus<sup>24</sup> deutlich gefährdet. In Berlin sinkt die Zahl der Studienplätze von heute 110.000 auf etwa 62.000, während der Berliner Hochschulstrukturplan 1993 noch mindestens 100.000 festlegte<sup>25</sup>. Diese Situation wird sich insofern länger auswirken, als dadurch Studenten- und Absolventenzahlen reduziert werden müssen und darüber hinaus auch Stellen für den Nachwuchs in der Wissenschaft fehlen.

Mit solchen widersprüchlichen Tendenzen ist auch in der außeruniversitären Forschung zu rechnen. Hier wirkt ebenfalls die Fünfjahresbefristung nach, und zwar tritt sie gehäuft Ende 1996 bzw. 1997 auf, da die ostdeutschen Institutsneugründungen und Personaleinstellungen fast alle im Jahre 1992 erfolgt sind. Die notwendige Entfristung bzw. der Ersatz von ausscheidenden Wissenschaftlern durch neue und vor allem jüngere Wissenschaftler wird wiederum dadurch beeinflusst, daß ein hoher Teil der Stellen in den neugegründeten Einrichtungen auf der Basis von Drittmitteln konzipiert worden ist. Obwohl in vielen Einrichtungen Fortschritte und Erfolge bei der Einwerbung von Drittmitteln zu verzeichnen sind, ist deren Umfang wiederum nicht so groß, daß die vorgesehenen Drittmittelstellen nach dem Auslaufen des auf fünf Jahre befristeten Verstärkungsfonds im Jahre 1996

23 Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft/Wissenschaftsstatistik: FuE-Info 1/1997, Essen; vgl. auch den Beitrag von Ch. Grenzmann in diesem Band.

24 Anke Burkhardt, Doris Scherer: Personalstellenbedarf an ostdeutschen Hochschulen – eine Vorausschätzung bis 2010 -, Projektberichte 2/1995, Projektgruppe Hochschulforschung, Berlin 1995.

25 Vgl. Torsten Harmsen: Die ungeliebten Stiefkinder. Der Abbau der Studienplätze führt zur Selbstmontage der Hochschulen und nicht zu Reformen, in: Berliner Zeitung vom 9. 1. 1997, S. 29.

auch ab 1997 gehalten werden können. Eine Analyse von 10 Einrichtungen zeigt, daß im Jahre 1994 keine in der Lage war, durch den Umfang der eingeworbenen Drittmittel die bisher durch den Verstärkungsfonds finanzierten Stellen zu ersetzen; im Durchschnitt wurden nur 40 Prozent erreicht<sup>26</sup>. Insofern muß also auch in diesem Sektor noch mit weiteren Profiländerungen gerechnet werden.

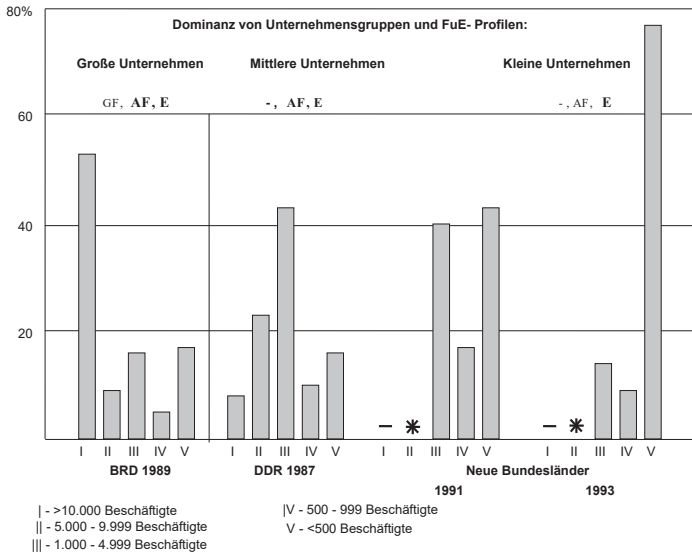
Schließlich gibt es auch im Wirtschaftssektor unterschiedliche Entwicklungen. Während auf der einen Seite, vor allem im Bereich der chemischen Industrie, die Tochterunternehmen westdeutscher Gesellschaften offensichtlich dabei sind, ihr FuE-Personal zu stabilisieren bzw. zu erweitern und damit ein eigenes Innovationspotential aufzubauen, ist in der großen Masse der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), in denen fast 80 Prozent des verbliebenen FuE-Potentials konzentriert sind, die Zukunft von FuE nicht gesichert. Einerseits sind viele dieser Firmen mit dem Auslaufen von Förderprogrammen bzw. dem notwendigen weiteren Investitionsbedarf zur Realisierung und Verwertung von Innovationen finanziell überfordert und in ihrer Existenz gefährdet, zum anderen besteht die Gefahr, daß relativ erfolgreiche Unternehmen mit der Zunahme von Dienstleistungs- und Produktionsaktivitäten auf die Dauer den notwendigen wissenschaftlichen Vorlauf durch eigene Forschung nicht mehr werden halten können. Hier machen sich neben dem relativ geringen Umfang der verbliebenen FuE-Kapazitäten und einer FuE-Intensität, die durchschnittlich nur noch etwa die Hälfte der in der westdeutschen Industrie beträgt, auch strukturelle Besonderheiten der in der ostdeutschen Wirtschaft verbliebenen FuE-Potentiale nachdrücklich bemerkbar. Diese Besonderheiten sind insbesondere<sup>27</sup>:

#### *Atypische Verteilung der FuE-Potentiale*

Die Umgestaltung der Wirtschaft und die Privatisierung der Unternehmen haben dazu geführt, daß in Ostdeutschland nur noch wenige Großunternehmen existieren. Da während der Umgestaltungsprozesse wegen der kritischen betriebswirtschaftlichen Situation der Unternehmen FuE von den – noch dazu meist extern agierenden – Entscheidungsträgern in erster Linie als Kostenfaktor und weniger als Zukunftschance wahrgenommen worden sind, erfolgte in allen Unternehmen ein rascher überproportionaler Abbau von FuE. Er wurde häufig dann forciert, wenn die Betriebe von westlichen Muttergesellschaften übernommen wurden, die

26 Vgl. Wissenschaftsrat: Empfehlung zur Sicherung der Flexibilität von Forschungs- und Personalstrukturen in zehn außeruniversitären Einrichtungen in den neuen Ländern, Drs. 2035/95, Saarbrücken, 19. 5. 1995.

27 Diese Besonderheiten von FuE in der ostdeutschen Wirtschaft wurden gemeinsam mit Jochen Gläser herausgearbeitet.



**Abbildung 5:** Struktur des FuE-Personals in der Wirtschaft West- und Ostdeutschlands nach Unternehmensgröße (Anzahl der Beschäftigten)

über eigene FuE-Potentiale in den alten Bundesländern verfügen. Darüber hinaus führten die Auflösung bzw. Zerlegung der früheren DDR-Betriebe und ihrer FuE-Abteilungen in Verbindung mit dem generellen Abbau von FuE zu einer hohen Konzentration des noch verbliebenen FuE-Personals in den übriggebliebenen bzw. auch in neugegründeten kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). In den alten Bundesländern beschäftigen Firmen mit über 10.000 Beschäftigten mehr als 50 Prozent des gesamten FuE-Personals der Wirtschaft, solche mit weniger als 1.000 Beschäftigten nur 21 Prozent. Dagegen sind in Ostdeutschland Großbetriebe mit über 10.000 Beschäftigten völlig verschwunden, fast 80 Prozent des verbliebenen FuE-Personals ist in KMU mit weniger als 500 Beschäftigten tätig (vgl. Abb. 5). 40 Prozent des FuE-Personals entfallen sogar auf Firmen mit weniger als 100 Beschäftigten, in denen ein außerordentlich hoher Anteil von FuE an den Gesamtbeschäftigten mit einer absolut sehr geringen Anzahl von für FuE tätigen Personen korrespondiert.



*Unzureichendes industrielles Hinterland für FuE*

Die spezifische Größenstruktur der Unternehmen in den neuen Bundesländern und ihre generell schwache Kapitalbasis sowie Marktposition beeinträchtigen in hohem Maße ihre Fähigkeit, Produktinnovationen und solche Prozeßinnovationen zu realisieren, die längere Zeit und einen hohen Aufwand erfordern. Dies gilt in besonderem Maße für viele der neugegründeten KMU, trotz ihrer relativ hohen FuE-Intensität. So haben einige der früher in der Industrieforschung oder in anwendungsnah forschenden Bereichen der Akademie der Wissenschaften der DDR tätige Wissenschaftler Unternehmen gegründet, um ihre Forschungen fortsetzen zu können und zugleich ihre Existenz zu sichern. Die entstandenen Unternehmen sind durch einen hohen Anteil von Forschung am Tätigkeitsspektrum des Unternehmens charakterisiert, der den vergleichbarer westdeutscher KMU deutlich übertrifft und nur durch die hohe Förderdichte in diesem Bereich entstehen und bisher aufrechterhalten werden konnte<sup>28</sup>. Das in Ostdeutschland gegenwärtig schwache industrielle Hinterland ist insgesamt nur unzureichend in der Lage, die vom FuE-Bereich ausgehenden Innovationsimpulse aufzunehmen und in wirtschaftliche Erträge umzusetzen.

*Organisatorische Trennung von Industrie und FuE*

Die Privatisierung vieler Unternehmen gelang der Treuhandanstalt nur nach einer vorherigen Abtrennung der FuE-Bereiche der ehemaligen Kombinate und deren Ausgründung als reine „Forschungs-GmbH“. Im Gefolge dieser Politik kam es zu einer organisatorischen Verselbständigung der Industrieforschung, die weit über das in den alten Bundesländern übliche Maß hinausreicht. Verstärkt wurde diese Tendenz durch die Aus- bzw. Neugründung von FuE(Dienstleistungs)-Unternehmen durch Wissenschaftler aus dem früheren Akademie- und aus dem Hochschulbereich der DDR. Dadurch entfällt auf den Zweig „Dienstleistungsgewerbe“ in Ostdeutschland ein relativ hoher Anteil von ca. 10 Prozent aller FuE-Beschäftigten in der Wirtschaft, gegenüber etwa zwei Prozent in den alten Bundesländern.

*Ungenügende Möglichkeiten der Aufnahme von Innovationsimpulsen aus der öffentlich geförderten Forschung*

Die Reduzierung des FuE-Potentials hat die Vernetzung der Industrieforschung mit der öffentlich geförderten vorwettbewerblichen Forschung geschwächt. Die Forschungskooperation setzt häufig eine kritische Masse eigener FuE in den

28 Gläser, Jochen/Melis, Charles/Puls, Klaus: Durch ostdeutsche WissenschaftlerInnen gegründete kleine und mittlere Unternehmen – Eine Problemskizze, Discussion Paper P 95–403 des WZB, Berlin 1995.

Unternehmen voraus, die in ostdeutschen Betrieben oft nicht mehr erreicht wird. Ein Ausdruck dessen ist die Tatsache, daß das Potential der öffentlich geförderten Einrichtungen (z.B. der Fraunhofer-Institute oder anwendungsnah forschender Institute der Blauen Liste) nicht ausgeschöpft wird und diese Institute Industrie-

Forschungseinrichtung	Einnahmen	darunter Projektmittel			
		gesamt		aus der Wirtschaft	
		in Mio. DM	relativ	in Mio. DM	relativ
Blaue-Liste-Einrichtungen	662,5	69,8	10,4 %	3,2	0,48 %
Fraunhofer-Gesellschaft	232,7	45,6	19,7 %	17,1	7,35 %
Großforschung	327,0	30,2	9,2 %	0,2	0,06 %
Landeseinrichtungen	143,4	36,3	25,3 %	5,7	3,97 %
Max-Planck-Gesellschaft	116,0	10,8	9,3 %	—	—
Forschungseinrichtungen des Bundes	105,9	6,8	6,4 %	0,2	0,19 %
Sonstige	7,3	7,3	100,0 %	—	—
Insgesamt	1.594,8	206,8	13,0 %	26,4	1,65 %

*Quelle:* Hartmann et al. (1993), eigene Berechnungen

aufträge – wenn überhaupt – fast ausschließlich von Unternehmen aus den alten Bundesländern erhalten.

Wenn in Ostdeutschland rund zwei Drittel der eingeworbenen Industriemittel von Unternehmen aus dem Westen stammen<sup>29</sup>, so spricht gerade das für die Leistungsfähigkeit und das Engagement der ostdeutschen öffentlichen Forschung; dies wurde in den Interviews mit westdeutschen Großunternehmen bestätigt<sup>30</sup>.

29 Diese Aussage beruht auf Angaben der Fraunhofer-Gesellschaft; sie wird auch durch empirische Befunde in Blaue-Liste-Instituten und durch Aussagen von Universitäts-Wissenschaftlern gestützt. Die ostdeutschen Fraunhofer-Einrichtungen haben die aus der Auftragsforschung für die Wirtschaft erreichten Einnahmen wie folgt gesteigert: 1992 14 Mio. DM; 1993 20 Mio. DM; 1994 29 Mio. DM; 1995 42 Mio. DM (vgl. Fraunhofer-Jahresbericht 1995, S. 92).

Andererseits unterstreicht der hohe Anteil überregional angeworbener Mittel, daß die Einbindung der öffentlichen Forschung in das Innovationsgeschehen der Wirtschaft in Ostdeutschland noch (zu) schwach ist. Alle vorhergenannten Faktoren sprechen eher dafür, daß das nicht auf unzureichende Leistungsfähigkeit, Engagement und Interesse der öffentlichen Forschung zurückzuführen ist, sondern vielmehr auf mangelnde Aufnahmefähigkeit und geringe Liquidität der ostdeutschen Unternehmen. Erst mit Veränderungen auf seiten der Wirtschaft können und werden sich diese Beziehungen weiter intensivieren. Besonders nachteilig wirkt sich das Fehlen innovativer Großbetriebe bei den stärker grundlagenbezogenen Forschungsergebnissen von Universitäten und Blaue-Liste-Instituten aus, die besondere Ansprüche an das wissenschaftlich-technische Niveau und den Investitionsumfang von dadurch initiierten Innovationen stellen. Dafür finden sich in Ostdeutschland kaum leistungsfähige Partner in der Wirtschaft, so daß die wichtigsten innovativen Forschungsergebnisse der ostdeutschen öffentlichen Forschung bisher vorrangig bei westdeutschen Unternehmen wirksam geworden sind.

#### *Spezifische Rolle von Fördermaßnahmen*

Die Bemühungen der Bundesregierung und der neuen Bundesländer, den Strukturwandel der ostdeutschen Wirtschaft sowohl sozial abzufedern als auch durch gezielte Fördermaßnahmen zu beschleunigen, haben zu einem erheblichen Umfang, zu einer großen Vielfalt und einer hohen Dichte von Fördermaßnahmen in Ostdeutschland geführt. Die Fördermaßnahmen für FuE, deren ursprüngliches Ziel vor allem die Umstellung der Industrieforschung auf marktwirtschaftliche Bedingungen war, erwiesen sich oft als einzige Möglichkeit, Industrieforschung überhaupt zu erhalten bzw. in neuen Unternehmen anzusiedeln<sup>31</sup>. So ist ein beträchtlicher Teil der in der Industrie vorhandenen Forschung ohne öffentliche Förderung praktisch nicht lebensfähig. Der Anteil der öffentlichen Hand an den internen FuE-Aufwendungen der ostdeutschen Wirtschaft beträgt etwa 40 Prozent, während es in den alten Ländern im zivilen Bereich nur knapp fünf Prozent

- 30 Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß insbesondere die Förderung durch das AWO-Programm des BMFT ostdeutschen Anbietern von FuE-Leistungen geholfen hat, Aufträge von westdeutschen und ausländischen Unternehmen zu erhalten und die bestehenden „Markteintrittsbarrieren“ zu überwinden. Vgl. G. Becher, W. Meske, W. Ruprecht: Ergebnisse der Maßnahme Auftragsforschung West-Ost (AWO), Endbericht für das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, PROGNOSE AG, in Zusammenarbeit mit dem WZB/Forschungsgruppe Wirtschaftsstatistik, Basel 1996.
- 31 Becher, Gerhard./Eyett, Doris/Melis, Charles/Meske, Werner/Rüsch, Thomas: Wirkungsanalyse der FuE-Personalzuwachs-Förderung und Förderung der Auftrags-Forschung und -Entwicklung in den neuen Bundesländern, Endbericht, Berlin/Basel 1993.

sind. Daraus könnten für die Zukunft gravierende Probleme entstehen. So sind Fördermaßnahmen häufig unabhängig von ihrer eigentlichen Zielsetzung als Anschubfinanzierung für Unternehmensgründungen genutzt und damit „umfunktioniert“ worden; viele Unternehmen nutzten und nutzen mehrere dieser Fördermaßnahmen gleichzeitig. Wegen der hohen Förderdichte wurden im Zeitraum 1991/1992 Unternehmensgründungen und später auch das Überleben von Unternehmen in kritischen Situationen stark erleichtert. Die hohe Dichte von Fördermaßnahmen für ostdeutsche KMU hat auch solche Unternehmensgründungen begünstigt, die zwar von inhaltlich erfolgversprechenden Forschungsvorhaben oder -ergebnissen ausgingen, die aber noch sehr weit von einem marktfähigen Produkt bzw. einer marktfähigen Dienstleistung entfernt waren. Solche Unternehmen brauchen eine längere Zeit bis zu einer wirtschaftlichen Tätigkeit, die das Unternehmen trägt.

Die besondere Situation der ostdeutschen Unternehmen hat andererseits auch Hemmnisse bei der Inanspruchnahme von Förderungen aufgebaut. Insbesondere die geforderte Eigenbeteiligung hat wegen der niedrigen Eigenkapital-Ausstattung der Unternehmen oft dazu geführt, daß Fördermaßnahmen nicht in Anspruch genommen werden konnten.

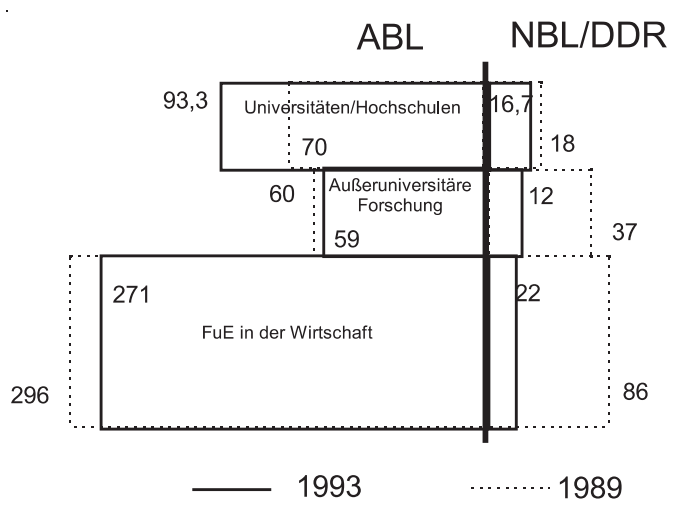
#### *4. Ausblick*

Seit 1990 ist in Ostdeutschland bei der Umstellung des früheren Wissenschafts- und Wirtschaftssystems der DDR auf ein Innovationssystem westlicher Prägung eine Reihe von Fortschritten erzielt worden. Insgesamt ist es aber noch nicht gelungen, ein neues leistungsfähiges regionales Innovationssystem aufzubauen. Es sind inzwischen relevante Merkmale und Voraussetzungen entstanden, die insgesamt jedoch noch nicht zu einem funktionierenden Netzwerk verschmolzen sind.

Einerseits ist der Kern des früher in der DDR ausgebildeten und aufgebauten wissenschaftlich-technischen Personals erhalten und in neuen institutionellen Formen aufgefangen worden. Es gibt damit hier relativ gute wissenschaftliche Grundlagen, personelle Erfahrungsträger, auch technisches Know-how und originäre technische und organisatorische Lösungen für praktische Probleme. Andererseits ist es jedoch noch nicht gelungen, diese Ansätze im Innovationsgeschehen ökonomisch zu verwerten und zur Quelle eines selbsttragenden Aufbaus auszubauen. Im Gegenteil, es gibt aus den o. a. strukturellen und anderen Gründen immer noch Tendenzen eines weiteren Abbaus des noch verbliebenen innovatorischen Potentials.

Diese Probleme sind nicht nur auf die besondere Situation in Ostdeutschland zurückzuführen. Gibt es schon in Ostdeutschland einen stark begrenzten inneren

Markt, so wäre der natürliche Absatzmarkt für den noch vorhandenen „Schwarm“ an verfügbaren Inventionen und Innovationen aus Ostdeutschland Westdeutschland. Gerade dieser Markt ist seit einiger Zeit aber durch eine Stagnation der



**Abbildung 6:** FuE-Personal in Deutschland (in Tsd. Vollzeitäquivalent)

*Quelle:*

Zusammenstellung des WZB nach Bundesbericht Forschung 1996, BMBF (Hg), Bonn 1996; SV – Gemeinnützige Gesellschaft für Wissenschaftsstatistik m.b.H. im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft (Hg.), Forschung und Entwicklung in der DDR – Daten aus der Wissenschaftsstatistik 1971 bis 1989. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 6, Essen 1990)

Produktion, einen Abbau von Beschäftigten und dabei – erst- und einmalig in dieser Dimension in der westdeutschen Geschichte – sogar durch einen Abbau von eigenen FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft geprägt (vgl. Abb. 6).

Die sich seit 1990 herausbildende neue gesamtdeutsche Wissenschafts- und Forschungslandschaft weist einen deutlichen Abbau von FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft, ein Stagnieren der außeruniversitären Forschung und ein Wachstum im universitären Sektor (vor allem auf der Grundlage von Drittmitteln) auf. (Die im westdeutschen Universitätssektor ausgewiesene Steigerung der FuE-Beschäftigten ist teilweise durch Veränderungen in der Erfassungsmethodik bedingt und deshalb in der Realität schwächer ausgefallen.) Damit dürfte bisher weniger der

unmittelbare Bereich der Wissenschaft und der daraus hervorgehenden Inventionen in Deutschland gefährdet sein als vielmehr der Bereich von FuE in der Wirtschaft, aus dem die entscheidenden Innovationen als neue praktische Problemlösungen hervorgehen und unmittelbar in den ökonomischen Verwertungsprozeß der Unternehmen einfließen. Ausgehend von der früheren Stärke der (west)deutschen Wirtschaft (die auf einem überdurchschnittlich hohen Anteil an FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft selbst beruhte) und den inzwischen in Gesamtdeutschland eingetretenen Veränderungen gerade zuungunsten dieses Anteils läßt sich schlußfolgern, daß die gegenwärtige Innovationsschwäche bzw. die Innovationshemmnisse in Deutschland nicht so sehr auf der Seite der Wissenschaft und ihrer Angebote an wissenschaftlichen Inventionen und Prinziplösungen für neue ökonomisch tragfähige Innovationen liegen. Sie sind eher im Bereich der Wirtschaft zu suchen. Wie unsere Analysen der industrieorientierten FuE an der AdW und der Umsetzung ihrer Ergebnisse in der Wirtschaft unter den forschungspolitischen Bedingungen der DDR ergeben haben<sup>32</sup>, läßt sich aber allein durch Veränderungen in der Forschungspolitik und durch größeren Druck auf die Forscher in Richtung einer Verstärkung der Anwendungsnähe ihrer Forschung keinesfalls ein verändertes Verhalten der Wirtschaft erreichen. Die jetzt zu beobachtenden Ansätze seitens der Forschungspolitik, z. B. durch Evaluierungen, Reduzierungen institutioneller Finanzierung usw. in der Wissenschaft einen erhöhten Druck auf Anwendungsnähe zu erreichen<sup>33</sup>, werden demzufolge an der gegenwärtigen Innovationsschwäche der deutschen Wirtschaft vermutlich wenig ändern.

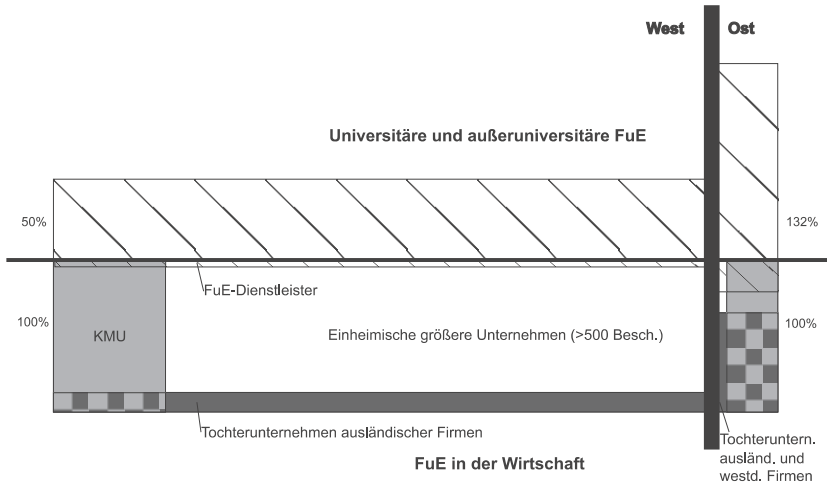
Für das Innovationsgeschehen in Ostdeutschland ergibt sich damit eine schwierige und wegen der Aufgliederung in verschiedenartig gelagerte Teilprozesse auch relativ unübersichtliche Situation. Einerseits haben die bisherigen staatlichen Fördermaßnahmen in der außeruniversitären Forschung und auch im Hochschulsektor mit dem Erhalt eines bedeutenden Teils des früheren DDR-Forschungspotentials dazu geführt, daß das wissenschaftliche Hinterland für Inventionen und Innovationen relativ gut über die Transformationsprozesse gekommen ist. Andererseits stehen der Aufnahme der hier entstehenden Ansätze für Innovationen in der Wirtschaft und gerade beim Prozeß der ökonomischen Verwertung solcher potentiell erfolgreichen Innovationen enorme Hindernisse entgegen. In Ost-

32 Vgl. Jochen Gläser/Werner Meske: Anwendungsorientierung von Grundlagenforschung? Erfahrungen der Akademie der Wissenschaften der DDR, in: Schriften des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung Köln, Band 25, Campus, Frankfurt/M. 1996.

33 Vgl. die Vorlage der „Leitlinien zur strategischen Orientierung der deutschen Forschungslandschaft“ durch den Bundesminister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, BMBF, PRESSE-INFO vom 11. 7. 1996, Bonn.

deutschland selbst sind das die insgesamt schwach entwickelte Wirtschaft und vor allem die geringe Größe, die schwache Kapitaldecke und andere Überlebensprobleme der neugegründeten Firmen, die es verhindern, daß selbst erfolgreiche Innovationsansätze zu Massenproduktion und entsprechenden ökonomischen Erträgen geführt werden können.

Abb. 7 zeigt für Ostdeutschland die im Vergleich zur Situation in den alten



**Abbildung 7:** FuE-Personal in Deutschland (West und Ost) 1996  
Proportionen nach FuE-Sektoren und nach unterschiedlichen Typen von Unternehmen

Bundesländern deutlich abweichenden Proportionen zwischen der öffentlichen FuE-Infrastruktur und FuE in der Wirtschaft sowie bei letzterer eine ganz spezifische Struktur nach Unternehmen:

Die verbliebenen FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft Ostdeutschlands finden sich fast ausschließlich in drei charakteristischen Unternehmenssegmenten und erfahren dadurch eine ganz spezifische mikro- wie makrostrukturelle Ausprägung. Einmal sind das die privatisierten früheren Zweig-Forschungsinstitute, die in der DDR bis auf wenige Ausnahmen Kombinat zugeordnet waren und die als sogenannte „Forschungs-GmbH“ mit reduzierter Beschäftigtenzahl und teilweise verändertem Profil in erster Linie als *FuE-Dienstleister* auftreten. Verstärkt wird diese Unternehmensgruppe durch Aus- und Neugründungen von Unternehmen,

oft durch Wissenschaftler aus dem früheren Akademie- sowie Hochschulbereich der DDR. Diese Gruppe von als Wirtschaftsunternehmen erfaßten, eigentlich aber eher „industrienahen FuE-Einrichtungen“ umfaßt immerhin rund 20 Prozent des gesamten FuE-Personals der ostdeutschen Wirtschaft. Von der Funktion und der (meist auf dem Wege der Projektförderung) zu einem hohen Grad aus öffentlichen Quellen gespeisten Finanzierung gehören diese Unternehmen eher zur Gruppe der außeruniversitären Forschung als zu FuE in der Wirtschaft, da sie nicht unmittelbar mit Fertigungsprozessen verbunden sind. Sie treten demzufolge auch nicht als Auftraggeber für die öffentliche Forschung, sondern vielmehr als deren Konkurrenten bei der Einwerbung von Forschungsaufträgen für die Industrie auf. In den alten Bundesländern gibt es auch entsprechende Einrichtungen in der Wirtschaft, sie haben dort aber nur einen Anteil von fünf Prozent am FuE-Personal der Wirtschaft.

Die zweite große Gruppe des FuE-Personals in der Wirtschaft befindet sich in technologieorientierten und oft sehr FuE-intensiven *Klein- und Kleinstunternehmen*. Auf Unternehmen mit 1 bis unter 20 Beschäftigten entfielen 1993 in Ostdeutschland 43,1 Prozent aller Beschäftigten, in Westdeutschland dagegen nur 20,4 Prozent; umgekehrt waren es bei Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten in Ostdeutschland nur 21,5 Prozent, in Westdeutschland dagegen 45,6 Prozent aller Beschäftigten. Dadurch ergibt sich die paradoxe Situation, daß Ostdeutschland mit 1,5 Prozent Anteil der FuE-Beschäftigten an allen Beschäftigten nicht einmal 50 Prozent des westdeutschen Wertes von 3,1 Prozent erreicht, hier jedoch in allen Größenklassen der Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten (1 bis 19; 20 bis 49; 50 bis 99; 100 bis 499) relativ nicht weniger Unternehmen mit FuE als in Westdeutschland vorhanden sind, die zudem in diesen Größenklassen durchschnittlich sogar deutlich höhere FuE-Intensitäten als entsprechende westdeutsche Unternehmensgruppen aufweisen. Dagegen existiert in Ostdeutschland in der Gruppe der größeren Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten praktisch eine „FuE-Unternehmenslücke“, da hier nur noch wenige Unternehmen dieser Größenklasse vorhanden sind, die noch dazu verschwindend geringe FuE-Kapazitäten aufweisen<sup>34</sup>.

Eine dritte große Gruppe bilden die *FuE-Kapazitäten in Tochterbetrieben* westdeutscher oder ausländischer Unternehmen.<sup>35</sup> Diese Gruppe verdient besondere

34 Vgl.: Zukunft der industriellen Forschung und Entwicklung in Ostdeutschland. Bericht einer Arbeitsgruppe des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), der PROGNOSE AG, des Sozialökonomische Strukturanalysen e. V. (SÖSTRA) und des WZB im Auftrag des BMBF, Mannheim, Dezember 1996, insbesondere S. 43, 81; Vgl. hierzu auch Manfred Wölfling: Sorgenkind Industrieforschung Ost, in: hochschule ost 3/1996, S. 121–131.



Aufmerksamkeit, da auf sie etwa 50 Prozent aller Industriebeschäftigten und sogar mehr als 60 Prozent aller FuE-Beschäftigten in den größeren Industrieunternehmen entfallen. Aus Erfahrungen in anderen Ländern ist bekannt, daß diese Tochterunternehmen nach Markterschließung und Aufbau von Produktionskapazitäten bei entsprechenden Voraussetzungen (vor allem Vorhandensein von Humankapital und leistungsfähiger Forschungsinfrastruktur) oft auch produktionsnahe Entwicklungs- und Forschungskapazitäten aufbauen. (Der Aufbau von Chip-Fabriken in Dresden ist als ein Beispiel dafür zu werten, auch der Ausbau von FuE im Werk Schwarzheide der BASF.) Gerade bei dieser Unternehmensgruppe erfolgt jedoch der technologische Wandel in erster Linie durch Technologietransfer und nur nachrangig und zeitlich verzögert durch eigene regionale FuE. Besonders in den Transformationsländern wird dadurch zwar der technologische Wandel beschleunigt, die FuE-Lücke aber eher vergrößert, zumindest für einen begrenzten, aber für die FuE-Einrichtungen sehr kritischen Zeitraum.

In Ostdeutschland ist somit zwar in kurzer Zeit eine Übertragung westdeutscher Institutionen in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft erfolgt, wodurch leistungsfähige neue Forschungseinrichtungen und auch neue marktwirtschaftlich operierende Unternehmen entstanden sind. Gleichzeitig zeigen sich deutlich bestimmte Grenzen und Probleme der auf diese Weise erfolgten Transformation<sup>36</sup>. Das Erreichen einer hohen Leistungsfähigkeit von FuE und das Entstehen neuer regionaler Innovationssysteme erfordern nicht nur auf der Ebene einzelner Einrichtungen in Wirtschaft und Wissenschaft entsprechende Veränderungen, vielmehr sind auch auf der Meso- und Makroebene bestimmte Strukturen und funktionale Ausprägungen mit Systemcharakter im Rahmen größerer Regionen bzw. ganzer Länder neu herauszubilden. Die vorrangig auf einzelne Organisationen und Betriebe ausgerichtete Orientierung ist zwar notwendig, reicht aber nicht aus, da auch das Zusammenwirken dieser verschiedenen Einrichtungen eine wichtige Rolle beim selbsttragenden Wirtschaftswachstum und damit bei der Entwicklung leistungsfähiger Forschungs- und Innovationssysteme spielt. Die Erfahrungen in Ostdeutschland zeigen, daß dieses Ziel dann nicht erreicht werden kann, wenn mit der Schließung der Lücke bei innovativen KMU gleichzeitig eine neue bei größeren

35 Da die hier vorgenommene Gruppierung nach jeweils unterschiedlichen Kriterien erfolgt, ergeben sich teilweise Überschneidungen, d. h. Mehrfachzuordnungen einzelner Unternehmen zu diesen Gruppen. Dadurch werden jedoch die Gruppenmerkmale nicht aufgehoben, sondern die spezifischen Probleme bei einzelnen Unternehmen eher verstärkt.

36 Vgl. hierzu: Hedwig Rudolph (Hg.) unter Mitarbeit von Dagmar Simon: Geplanter Wandel, ungeplante Wirkungen. Handlungslogiken und Ressourcen im Prozeß der Transformation ; WZB-Jahrbuch 1995, edition sigma, Berlin 1995.

Unternehmen aufgerissen wird. Hinzu kommt, daß dem Eindringen in den westdeutschen (und internationalen) Markt die gegenwärtige Lage der deutschen Unternehmen entgegensteht; die ostdeutschen Anbieter sehen sich dabei oft einem geschlossenen und z. T. sogar stagnierenden Markt gegenüber. Das Eindringen in einen solchen Markt erfordert nicht nur enorm erfolgversprechende neue technische Möglichkeiten (Innovationsangebote), sondern auch Anreize, das mit solchen Innovationen verbundene Risiko für die westdeutschen Unternehmen möglichst gering zu halten. Das gilt umso mehr, als es sich bei den Anbietern oft um neue, noch nicht eingeführte und deshalb besonders risikobehaftete Anbieter handelt. Mit einer Reihe von Förderprogrammen (z. B. Auftragsforschung West-Ost – AWO) ist es oftmals gelungen, gerade diesen Markteintritt zu realisieren, wie erste Analysen zeigen. Damit ist insgesamt aber noch kein Durchbruch im makroökonomischen Sinne erreicht worden. Die gerade mit AWO erreichten Erfolge bestätigen aber, daß es im Osten durchaus erfolgversprechende Inventionen und Innovationen gibt, die eine Basis für eine weitere Marktexpansion darstellen könnten.

Die weitere Strategie im Innovationsgeschehen Ostdeutschlands muß deshalb auch vielfältig bleiben. Sie reicht von der weiteren Förderung und Konsolidierung des neugeschaffenen öffentlichen FuE-Sektors, um auf die Dauer ein wissenschaftliches Hinterland und ein Reservoir an Angeboten zu erhalten. Das schließt gleichzeitig das bisher praktizierte Vordringen mit besonders erfolgversprechenden FuE-Ergebnissen in den westdeutschen Markt ein. Gleichzeitig muß sich die Großzahl der neuentstandenen kleinen und mittleren Unternehmen ihr meist durch die Gründer und andere Experten eingebrachtes, relativ hohes wissenschaftlich-technisches Niveau auf die verschiedenste Weise erhalten und in ein marktfähiges Angebot neuer innovativer Erzeugnisse und Leistungen umwandeln. Hierbei könnte die Nutzung des „Schwarm“-Effektes, d. h. die Erarbeitung von Systemlösungen und -angeboten durch die Bündelung vorhandener Kräfte und die Schaffung neuartiger Verbände zwischen einer Vielzahl von kleinen Einrichtungen unterschiedlichster wirtschaftlicher oder wissenschaftlicher Art beitragen. Erst mit der Konsolidierung, dem Wachstum und der Verbindung solcher „Innovationsinseln“<sup>37</sup> wird sich ein flächendeckendes, auch überregional wirksames Innovationsgeschehen in Ostdeutschland entwickeln und ausbreiten können.

37 Vgl. Hilpert, Ulrich: Archipel Europa. Regionalisierung internationaler Innovationsprozesse als Problem politisch induzierter sozio-ökonomischer Entwicklung. In: Hilpert, Ulrich (Hg.): Zwischen Scylla und Charybdis? Zum Problem staatlicher Politik und nicht-intendierter Konsequenzen, Opladen 1994, S. 195–200.

X X X

Gerade die Analyse des Innovationsgeschehens und der entsprechenden Strukturen in Ostdeutschland weisen nochmals mit allem Nachdruck darauf hin, daß die eingangs erwähnte Unterscheidung verschiedener Phasen und Stadien im Innovationsgeschehen notwendig ist. Gibt es in Ostdeutschland ein relativ gutes wissenschaftliches Hinterland mit einem Angebot an Innovationen, einem durchaus respektablem, wenn auch schwächer ausgeprägten Feld an KMU (mit der Konzentration auf die Erarbeitung neuer praktischer Problemlösungen durch Produkt- und Prozeßinnovationen), so liegt das Hauptproblem hier zweifellos bei der ökonomischen Verwertung und damit der Vervollständigung des Innovationsgeschehens auch durch große Firmen. Für diese Verwertung von Innovationen ist ein ganzer Komplex gesellschaftlicher Bedingungen erforderlich. Besondere Hemmnisse liegen im Moment offensichtlich beim Bedarf, da in Ostdeutschland mit den schwach entwickelten Wirtschafts- und Finanzstrukturen eine größere Aufnahmefähigkeit nur allmählich durch weiteres rasches Wachstum erreicht werden kann. Innovationsverwertungshemmnisse liegen auch beim Übergang in den westdeutschen und internationalen Markt. Offensichtlich gibt es diverse Barrieren des Marktzugangs für Newcomer, darunter auch hohe Fixkosten für Marketing- und Vertriebssysteme. Letztere kommen zu den bereits hohen Vorleistungen in FuE und Prototypenfertigung hinzu und bilden dann oft eine unüberwindliche Hürde. Schließlich ergeben sich Probleme auch daraus, daß der entstehende Kapitalbedarf für die Überbrückung solcher Anlaufprobleme und -prozesse gegenwärtig in Ostdeutschland durch die KMU mit ihrer geringen Eigenkapitaldecke nicht gedeckt werden kann.

All dies verweist auf die Notwendigkeit, auch weiterhin das ostdeutsche Innovationsgeschehen in seinen verschiedenen Aspekten und mit seiner unterschiedlichen Dynamik eingehend zu analysieren, um daraus die Schlußfolgerungen für Reaktionen in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ableiten zu können. Eine Grunderkenntnis sollte dabei für alle diese Bereiche leitend sein, nämlich die, daß Ostdeutschland keine anderen komparativen Vorteile für eine Integration in den internationalen Markt zu bieten hat als seine eigene Inventions- und Innovationsfähigkeit. Diese muß daher unbedingt erhalten, weiter gefördert und vor allem in Richtung ökonomischer Verwertung von Innovationen weiter gestärkt werden.



---

GUNTER KAYSER

## **Struktur und Entwicklung der Unternehmensgrößen in Deutschland**

Deutschland gilt international als klassisches Mittelstandsland. Belegt wird diese Sicht im allgemeinen mit Daten, die aus der amtlichen Statistik stammen und den wirtschaftlichen Stellenwert des Mittelstands illustrieren. Unter Mittelstand versteht man in Deutschland Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten und nicht mehr als 100 Mill. DM Jahresumsatz. Und auf dieses Größensegment entfallen (im Altbundesgebiet) etwa 99,6 % aller Unternehmen. Diese Unternehmen erwirtschaften etwa 46 % aller steuerpflichtigen Umsätze; sie beschäftigen fast 64 % aller Arbeitnehmer, bilden 80 % aller Lehrlinge aus, tragen mit gut 41 % zur gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung bei und tätigen mehr als 44 % aller Bruttoinvestitionen (alle Werte für 1992)<sup>1</sup>.

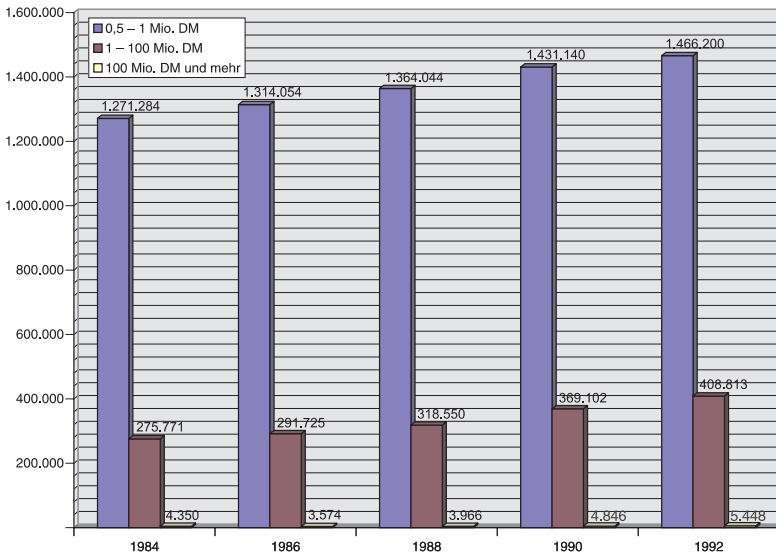
Diese Anteilswerte sind über den Zeitablauf relativ konstant geblieben, wodurch manchmal der Eindruck entsteht, es handele sich beim Mittelstand um einen Teil der Gesamtwirtschaft, der quantitativ nur geringen Veränderungen unterworfen ist. Wäre dies so, dann könnte man sich zu Recht fragen, warum Mittelstand und marktwirtschaftliche Dynamik so eng miteinander verbunden sind und warum der wirtschaftliche Mittelstand in Industrie, Handwerk, Handel, den Dienstleistungen und den freien Berufen immer wieder und immer häufiger zum zentralen wirtschaftspolitischen Aktionsfeld erklärt wird.

Die oben zitierten Anteilswerte ergeben sich aus einer nach Größen geschichteten Analyse amtlicher Datenquellen, von denen die Umsatzsteuerstatistik die wichtigste ist. Grundlage dieser Statistik ist die Besteuerung der Umsätze von Unternehmen, die in tiefer regionaler und sektoraler Gliederung von den Statistischen Landesämtern erfaßt und in aggregierter Form an das Statistische Bundesamt weitergeleitet werden. In zweijährigem Turnus veröffentlicht das Statistische Bundesamt die Ergebnisse der Umsatzsteuerstatistik, unter anderem auch nach Umsatzgrößen – d.h. Unternehmensgrößenklassen – aufbereitet. Die Veröffentli-

1 Bundesministerium für Wirtschaft (Hrsg.): Unternehmensgrößenstatistik – Daten und Fakten 1992/93, Bonn 1993, S. 14.

chung, auf der die unten kommentierten Werte basieren, stammt aus dem Jahre 1994 und enthält die Ergebnisse des Jahres 1992<sup>2</sup>. Die Umsatzsteuerstatistik bietet, obwohl ihre Daten beim Erscheinungstermin schon veraltet sind, die zeitnächsten und umfassendsten amtlichen Werte zur Analyse der Größenstruktur der Wirtschaft, bei allen Unzulänglichkeiten, z.B. hinsichtlich der Beurteilung des Konzentrationsgrades in der Wirtschaft, die ihre Aussagefähigkeit begrenzen. Da die Umsatzsteuerstatistik über längere Zeitabschnitte hinweg konsistent ist, bietet sie die Möglichkeit von Zeitpunktvergleichen.

Insgesamt gehörten sowohl 1984 als auch 1992 – und in den dazwischenliegenden Jahren ebenfalls – 99,6 % aller umsatzsteuerpflichtigen Unternehmen zum wirtschaftlichen Mittelstand. Diesen globalen und für den Experten wahrscheinlich wenig aufregenden Befund gilt es im folgenden nun etwas näher zu durchleuchten.



**Abbildung 1:** Anzahl der Unternehmen 1984 bis 1992 in den alten Bundesländern nach drei Größenklassen

*Quelle:* ifm bonn, 1996

2 Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Fachserie 14, Reihe 8, Umsatzsteuer 1992, Wiesbaden 1995.

*Abbildung 1* zeigt erste – zugegeben schwache – Möglichkeiten einer differenzierten Betrachtung der globalen Aussage. Sie zeigt die Anteilsgewichte, die auf einzelne Größenklassen des Unternehmenssektors an der Gesamtwirtschaft entfallen, wobei die Betrachtung der Kleinunternehmen mit weniger als 0,5 Mill. DM Jahresumsatz ausgeklammert ist.

Hierzu wurden die jeweiligen Unternehmensbestände in drei Größenklassen zerlegt, nämlich in solche mit bis zu 1 Mill. DM Jahresumsatz, dieses Segment sei Kleinunternehmen genannt; dann in solche mit zwischen 1 Mill. DM und bis unter 100 Mill. DM Jahresumsatz, die als mittelgroße Unternehmen bezeichnet werden sollen, und solche mit mehr als 100 Mill. DM Jahresumsatz, die sogenannten Großunternehmen. Aus *Abbildung 1* wird ersichtlich, daß die Zahl der kleinen Unternehmen zwischen 1984 und 1992 deutlich gestiegen ist und zwar von knapp 1,3 Mill. im Jahre 1984 auf fast 1,5 Mill. im Jahre 1992. Dieses Phänomen ist unter anderem auf den seit den achtziger Jahren und bis zum heutigen Zeitpunkt anhaltenden ausgeprägten Gründungsboom in Deutschland zurückzuführen.<sup>3</sup>

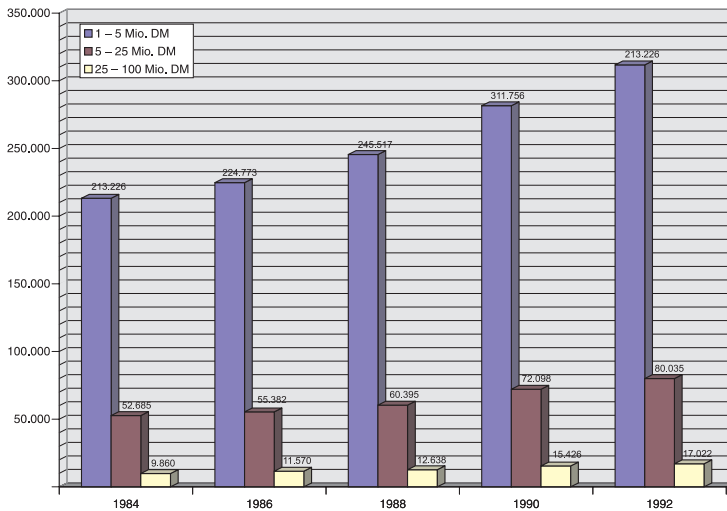
Der Bestand der Unternehmen mit zwischen 1 Mill. DM und 100 Mill. DM Jahresumsatz hat im untersuchten Zeitraum um 133.000 Unternehmen zugenommen. Unterstellt man einmal, daß diese Bestandszunahme zu einem Teil aus dem Unternehmenswachstum vormaliger kleinerer Unternehmen erklärt werden kann, und unterstellt man des weiteren, daß nur wenige Unternehmen aus ehemals größeren Bereichen in die jeweils kleineren Bereiche „hineingeschrumpft“ sind und daß drittens keine Großbetriebe durch Umsatzrückgang in den mittelgroßen Bereich gewechselt haben, dann könnten Gründungen sich auch noch im mittelgroßen Unternehmensbereich niederschlagen. Allerdings ist der Beitrag, den das Gründungsgeschehen zum Unternehmensbestand in den übrigen Größenklassen leistet, nicht zu quantifizieren. Vermutlich schlägt sich die Mehrzahl der Gründungen in der Größenklasse nieder, die hier nicht betrachtet wird, nämlich der Größenklasse unter 0,5 Mill. DM Umsatz.

Im Kleinbetriebsbereich ist die Unternehmensanzahl zwischen 1984 und 1992 um gut 15 % angestiegen; im mittleren Unternehmensgrößenbereich beträgt die Bestandszunahme hingegen 48,2 %. Betrug das Anteilsgewicht der kleinen Unternehmen am gesamten Unternehmensbestand 1984 noch 81,9 %, so sank es bis 1992 auf 77,9 %, wohingegen das Anteilsgewicht der mittelgroßen Unternehmen von 17,7 % im Jahre 1984 auf 21,7 % im Jahre 1992 gestiegen ist.

3 Vgl. Institut für Mittelstandsforschung Bonn (Hrsg.): Gründungsstatistik, per. Presseinformationen.

Diese Befunde legen den Schluß nahe, daß das Segment der hier so bezeichneten Kleinunternehmen insgesamt seine relative Bedeutung vor allem aufgrund eines intensiven Gründungsgeschehens zwar knapp gehalten hat, daß aufgrund von Wachstumsprozessen beziehungsweise größeren Neugründungen aber ein Bedeutungszuwachs des Bereiches der eher mittelgroßen Unternehmen stattgefunden hat.

Dieser Befund soll nun anhand weiterer statistischer Aufbereitungen präzisiert werden. Hierzu ist es erforderlich, die kompakte mittlere Größenklasse, die sehr unterschiedliche Unternehmen eines relativ weiten Größenspektrums von zwischen 1 Mill. DM und unter 100 Mill. DM Jahresumsatz umfaßt, etwas weiter auszudifferenzieren.



**Abbildung 2:** Entwicklung der Anzahl der mittelgroßen Unternehmen 1984 bis 1992 in den alten Bundesländern

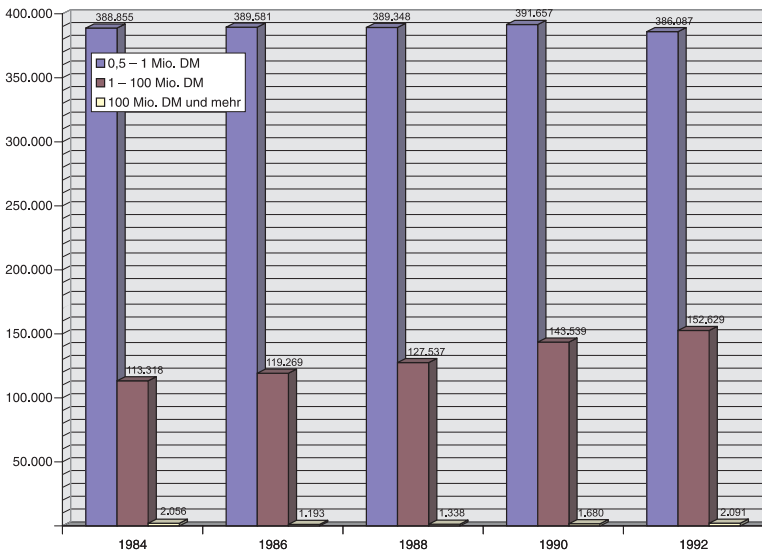
*Quelle:* ifm bonn, 1996

Auf den ersten Blick ist zu erkennen, daß das quantitative Gewicht der mittleren Größenklasse sehr stark von den kleineren Unternehmen innerhalb dieses Größenbereiches, also von solchen mit zwischen 1 Mill. und 5 Mill. DM Jahresumsatz, bestimmt wird.

Zwischen 1984 und 1992 hat die Zahl der Unternehmen mit zwischen 1 Mill. und 5 Mill. DM Jahresumsatz um fast 99.000 oder 46 % zugenommen; die Zahl



der etwas größeren Mittelunternehmen mit 5 Mill. DM bis unter 25 Mill. DM Jahresumsatz ist um fast 28.000 Einheiten oder knapp 52 % gestiegen. Am beeindruckendsten ist allerdings die Bestandszunahme im Bereich der großen Mittelstandsunternehmen mit zwischen 25 Mio. DM Jahresumsatz bis unter 100 Mill. DM Jahresumsatz; ihre Zahl wuchs um knapp 7.200 Einheiten oder fast 73 %. Insgesamt entfielen auf das kleinste Segment im mittelgroßen Unternehmensbereich 1984 etwa 77 % aller Unternehmen; ihr Anteilswert sank im 8-Jahresvergleich auf 76,3% während die mittelgroßen Unternehmen ihren Anteilswert von 19,1 % im Jahre 1984 auf 19,6 % ausdehnen konnten. Die großen Mittelstandsunternehmen erhöhten ihren Gesamtanteil an den Unternehmen der hier betrachteten Größenordnung von 3,6 % im Jahre 1984 auf 4,2 %. Ein vorsichtiges Fazit könnte also lauten: Nach wie vor ist die Größenstruktur der Wirtschaft der Bundesrepublik Deutschland, soweit es die alten Bundesländer betrifft, maßgeblich geprägt durch Kleinunternehmen mit weniger als 1 Mill. DM Jahresumsatz. Gründungsaktivitäten und Wachstumsprozesse bei bestehenden Unternehmen sind aber dafür verantwortlich, daß der Bereich der mittelgroßen Unternehmen an Bedeutung gewonnen hat, wobei in diesem Segment der Größenbereich 1 – 5 Mill.



**Abbildung 3:** Handel: Anzahl der Unternehmen 1984 bis 1992 in den alten Bundesländern nach drei Größenklassen

*Quelle:* ifm bonn, 1996

DM Jahresumsatz innerhalb der gesamten mittelständischen Größenklasse zwar besonders strukturbestimmend ist, seit etwa 1988 aber das Strukturgewicht der mittelgroßen und großen Mittelstandsunternehmen spürbar an Bedeutung gewonnen hat.

Wie dargelegt, ermöglicht die Umsatzsteuerstatistik eine Darstellung und Analyse des Unternehmenssektors nach verschiedenen Variablen.

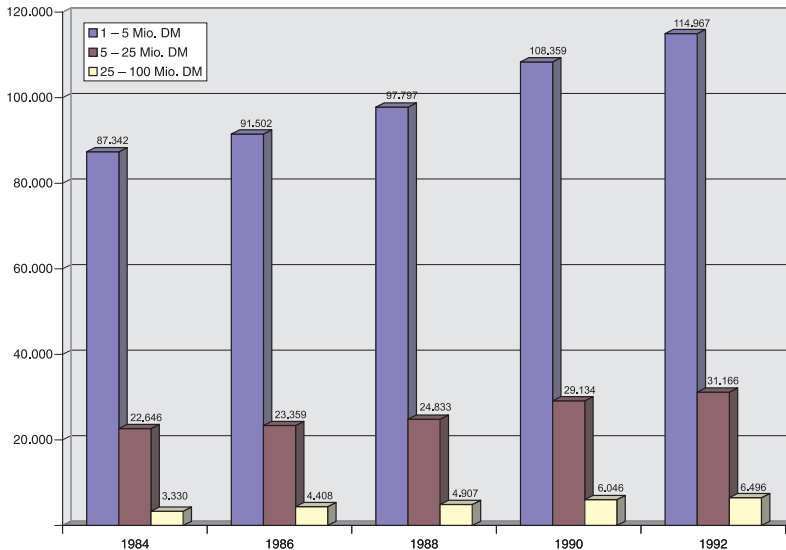
In einem nächsten Schritt soll dargestellt werden, welchen Anteil die einzelnen Wirtschaftsbereiche am Gesamtbild haben. Die Betrachtung beschränkt sich dabei auf den Handel, den Dienstleistungssektor und die Industrie. Die Umsatzsteuerstatistik bietet über diese drei Wirtschaftsbereiche die folgenden Informationen:

Betrachtet man zu Beginn wieder die drei grundlegenden Größensegmente, dann ist zu erkennen, daß der Wirtschaftsbereich Handel, dem Gesamtbild entsprechend, durchaus kleinbetrieblich geprägt ist. Unternehmen mit einem Jahresumsatz von 500.000 DM bis unter 1 Mill. DM stellen zu jedem der betrachteten Zeitpunkte mehr als 70 % des Gesamtunternehmensbestandes. Allerdings geht der Anteil der Kleinbetriebe tendenziell zurück. Betrug er 1984 noch gut 77 %, so sank er bis 1992 auf gut 71 %. Diese Tendenz widerspricht also dem eingangs erläuterten Gesamtbild. Ansteigend hingegen ist der Anteil der Mittelbetriebe mit 1 Mill. DM bis unter 100 Mill. DM Jahresumsatz. Er wuchs von 22,5 % im Jahre 1984 auf gut 28 % im Jahre 1992. Der Anteil der Großbetriebe ist im beobachteten Zeitraum in etwa konstant geblieben, mit deutlichen Einbrüchen zwischen 1984 und 1986.

Nun ist gerade im Handel aber die Gründungsintensität besonders hoch. Etwa jede dritte Existenzgründung findet im Handel statt. Das heißt, daß jahresdurchschnittlich rund 120.000 Handelsunternehmen gegründet werden. Allerdings ist die Anteilsrate von Betriebsschließungen im Handel ebenfalls besonders hoch; mehr als 30 % scheiden bereits nach einem Jahr wieder aus<sup>4</sup>, nach fünf Jahren sind etwa 50 % der neugegründeten Unternehmen dieses Wirtschaftsbereiches wieder vom Markt verschwunden. Die Neuzugänge durch Gründungen sind offenbar nicht in der Lage, das Ausscheiden von Kleinunternehmen im Handel quantitativ auszugleichen. Mehr über den Wandel der Größenstrukturen im Handel zeigt *Abbildung 4*.

Wie verteilen sich die Anteilsgewinne der großen Handelsunternehmen? In der Klasse mit zwischen 1 Mill. DM und 5 Mill. DM Jahresumsatz stieg der Bestand im betrachteten 8-Jahreszeitraum um fast 28.000 Unternehmen oder nahezu

4 vgl. Dahremöller, Axel: Existenzgründungsstatistik. Schriften zur Mittelstandsforschung Nr. 18 NF, Stuttgart 1987, S. 25 ff.



**Abbildung 4:** Handel: Entwicklung der Anzahl der mittelgroßen Unternehmen 1984 – 1992 in den alten Bundesländern

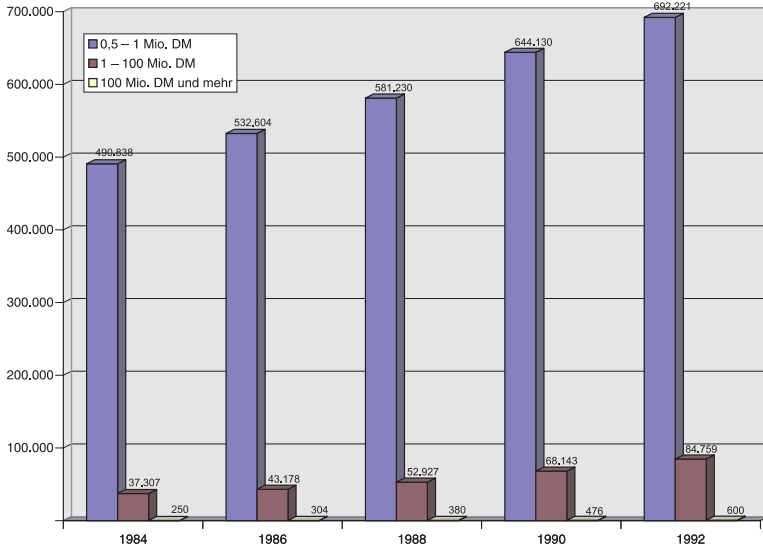
*Quelle:* ifm bonn, 1996

32 %. Unterstellt man, daß es sich bei diesen 28.000 Unternehmen zumindest zu einem nicht quantifizierbaren Teil um gewachsene Unternehmen handelt, die in einer der betrachteten Perioden in eine neue Größenklasse hinübergewechselt sind, und unterstellt man ferner, daß die meisten Neugründungen im Handel sich quantitativ vornehmlich in der kleinsten Größenklasse niederschlagen, dann muß die Mortalitätsrate im Bereich der Kleinunternehmen im Einzelhandel noch größer sein, als es die Umsatzsteuer- und Gründungsstatistik vermuten lassen.

Die Zahl des mittelgroßen Handelsunternehmens, durch den zweiten Balken im Diagramm gekennzeichnet, nahm im untersuchten Zeitraum 1984–1992 um 8.520 Einheiten oder fast 38 % zu, und die der Großunternehmen im mittelständischen Einzelhandel stieg von 3.330 auf 6.496 Unternehmen um 3.166 Einheiten oder 95 % an. In beiden Größenbereichen war der Anstieg zwischen 1988 und 1990 besonders ausgeprägt.

Diese Darstellung erlaubt die vorsichtige Interpretation, daß im Handel und speziell im Einzelhandel, der Kleinbetriebsbereich tendenziell an Bedeutung verliert, während der mittelgroße Bereich insgesamt an Bedeutung gewinnt. Innerhalb des mittelgroßen Bereiches sind es vor allem die Unternehmen an der Schwelle

zum Großunternehmen, die seit Ende der achtziger Jahre geradezu sprunghaft an Bedeutung gewinnen. Obwohl über das Umsatzgeschehen nichts ausgeführt wurde, sind die Daten als Indiz für einen sich beschleunigenden Konzentrationsprozeß im Handel zu interpretieren, der eindeutig zu Lasten der Kleinbetriebe geht. Leider läßt die Umsatzsteuerstatistik keine weiteren Aussagen über den Konzentrationsgrad im Handel zu, da sie die kleinsten rechtlich selbständigen Einheiten erfaßt und Verflechtungen nicht sichtbar macht.



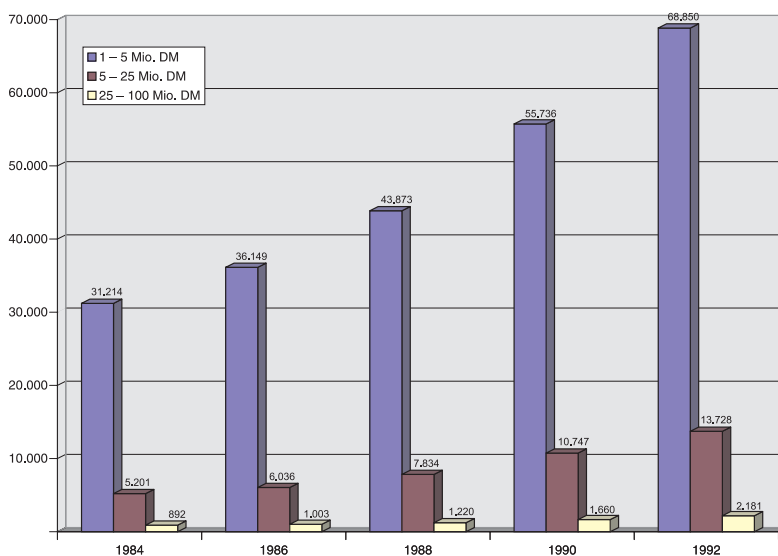
**Abbildung 5:** Dienstleistungssektor: Anzahl der Unternehmen 1984 bis 1992 in den alten Bundesländern nach drei Größenklassen

*Quelle:* ifm bonn, 1996

Als nächstes soll der Dienstleistungssektor betrachtet werden. Mehr als 55 % aller Existenzgründungen finden im Dienstleistungssektor statt, die Überlebensquote der meisten Dienstleistungsgründungen ist allerdings nicht wesentlich höher als im Handel. Die Umsatzsteuerstatistik bietet folgendes Bild:

Insgesamt erhöhte sich der Unternehmensbestand im Dienstleistungssektor in den alten Bundesländern im betrachteten Zeitraum um fast 250.000 Einheiten oder um gut 47 %. Nach der Gründungsstatistik hätte die Zahl der Neuzugänge allerdings noch wesentlich höher sein müssen. Der Anteil der Kleinunternehmen mit weniger als 1 Mill. DM Jahresumsatz ist auch in diesem Wirtschaftsbereich

von 93 % im Jahre 1984 auf 89 % im Jahre 1992 zurückgegangen, während die mittelgroßen Unternehmen ihren Anteilswert im gleichen Zeitraum von 7 % (1984) auf fast 11 % (1992) ausdehnen konnten. Das sehr dynamische Gründungsgeschehen hat zwar zu einem kräftigen Anwachsen der Zahl der Kleinunternehmen im Dienstleistungsbereich geführt, hat aber am quantitativen Bedeutungszuwachs des mittelgroßen Unternehmensbereiches nichts verändert. Dieser Bedeutungszuwachs resultiert vermutlich wieder aus einem Mix aus Wachstumsprozessen bei den kleinsten Unternehmen und solchen Neugründungen, die, bevor sie von der Umsatzsteuerstatistik überhaupt registriert werden, bereits deutlich die Grenze der Umsatzmillionäre überschritten haben. Diese Vermutung wird gestützt durch einen Blick auf *Abbildung 6*.



**Abbildung 6:** Dienstleistungssektor: Entwicklung der Anzahl der mittelgroßen Unternehmen 1984 bis 1992 in den alten Bundesländern

*Quelle:* ifm bonn, 1996

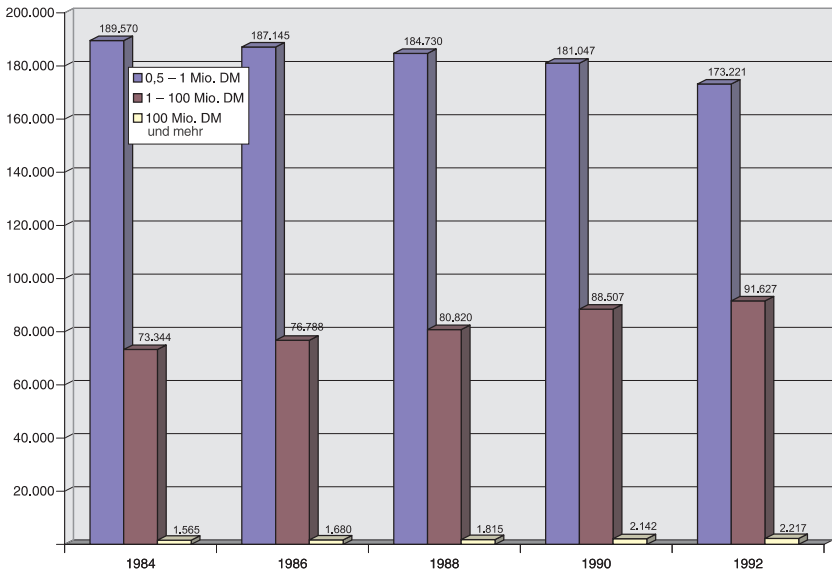
Man erkennt sehr deutlich das Wachstum der Bestandszahlen im untersten Größensegment der mittelgroßen Unternehmen. Ihre Zahl stieg um insgesamt 37.636 und hat sich damit mehr als verdoppelt. Im mittelgroßen Bereich stiegen die Bestandszahlen um 164 %, und im großen Mittelstandssegment verlief die Ent-

wicklung mit einer Bestandszunahme von fast 245 % deutlich überdurchschnittlich.

Aber auch im Dienstleistungssektor, dem vielleicht mittelständischsten aller Wirtschaftsbereiche (mit Ausnahme des Handwerks, über das die Umsatzsteuerstatistik aber keine individuellen Informationen liefert), herrscht trotz der Dominanz der Kleinbetriebe die Tendenz zu größeren Unternehmen. Mittelgroße bis große Dienstleistungsunternehmen konnten ihre Anteilswerte im Mittelstandsbereich z.T. kräftig ausdehnen.

Die Statistikanalyse soll mit einem Blick auf das Verarbeitende Gewerbe abgeschlossen werden.

Abbildung 7 zeigt wiederum die generelle Entwicklung in den drei unterschiedlichen Größenbereichen, den Kleinunternehmen, dem mittleren Größensegment und dem Bereich der Großunternehmen. Es zeigt sich, daß im Verarbeitenden Gewerbe eine insgesamt geringere Dynamik herrscht als in den beiden zuvor diskutierten Wirtschaftsbereichen, soweit sie im Unternehmensbestand zum Ausdruck kommt.



**Abbildung 7:** Verarbeitendes Gewerbe: Anzahl der Unternehmen 1984 bis 1992 in den alten Bundesländern – nach Größenklassen

Quelle: ifm bonn, 1996

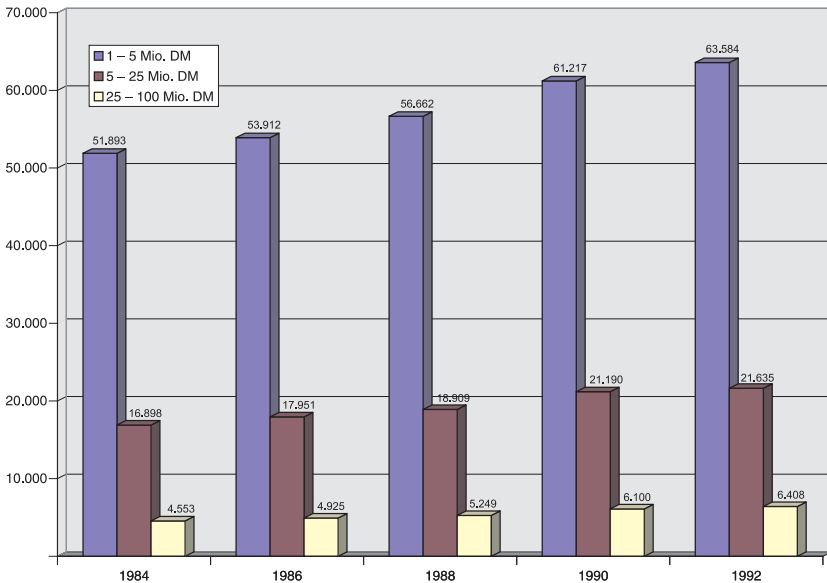
Der Anteil der Kleinunternehmen (hier sind vermutlich mehrheitlich Handwerksunternehmen erfaßt) ist rückläufig, was u.a. auch darauf zurückzuführen ist, daß nur etwa 1 – 2 % aller Neugründungen in Deutschland im industriellen Bereich stattfinden. Das Anteilsgewicht des Kleinunternehmenssegments ging von knapp 72 % am Gesamtbestand im Jahre 1984 auf nur noch gut 65 % im Jahre 1992 zurück, obwohl im untersuchten Zeitraum rund 25.000 – 50.000 industrielle Neugründungen stattgefunden haben müssen.

Der mittelgroße Bereich konnte indessen sein Strukturgewicht von etwa 28 % auf 34 % im untersuchten Zeitraum ausdehnen.

Die großen Unternehmen hielten ihr Strukturgewicht mit 0,6 % respektive 0,8 % in etwa bei.

Insgesamt deutet die Entwicklung der Größenstruktur der Industrie sowie die Veränderung der Anteilsgewichte auf eine nur mäßige Dynamik (Wachstums-, Schrumpfungs- und Gründungsprozesse) im industriellen Bereich hin.

Diese Vermutung wird durch einen Blick auf *Abbildung 8* tendenziell bestätigt. Das kleinste Segment im Mittelstandsbereich behält im untersuchten Achtjahres-



**Abbildung 8:** Anzahl der mittelgroßen Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe in den alten Bundesländern 1984 bis 1992

*Quelle:* ifm bonn, 1996

zeitraum trotz Bestandszunahme sein Anteilsgewicht innerhalb dieser Größenklasse von knapp bis gut 70 %.

Jahresdurchschnittlich wächst im kleinen Mittelstandssegment der Unternehmensbestand um etwa 1.500 Einheiten. Da der Anteil der Kleinunternehmen rückläufig und zumindest ein nicht bestimmbarer Teil der Neugründungen im Kleinunternehmensbereich absorbiert wird, reicht der Gründungsüberschuß in etwa noch aus, um die Bestandszunahmen in diesem untersten Größensegment des industriellen Mittelstands zu erklären.

Strukturgewinner sind aber letztlich auch hier die großen Mittelstandsunternehmen, obwohl der Bedeutungszuwachs nicht die Dynamik aufweist, wie es bei den anderen Sektoren der Fall ist.

Insgesamt und in allen drei analysierten Wirtschaftsbereichen dominieren also quantitativ nach wie vor die Klein- und die kleinen Mittelunternehmen. Eine Tendenz hin zu größeren Unternehmensgrößen ist jedoch in allen Wirtschaftsbereichen deutlich erkennbar. Im Unterschied zum Handel und dem Dienstleistungssektor reicht im Verarbeitenden Gewerbe die Zahl der Markteintritte und die Zahl der Größenklassenwechsler offenbar nicht aus, um längerfristig den industriellen Mittelstand als vom Bestand her gesichert betrachten zu können. Die Dynamik im Bereich der großen Unternehmen ist schwächer ausgeprägt als bei den anderen Wirtschaftsbereichen.

Offenbar verschiebt sich aber in Deutschland die durchschnittliche Unternehmensgröße nach oben. Dieser Befund wird durch Untersuchungen des Statistischen Amtes der Europäischen Union bestätigt, nach denen in Deutschland die durchschnittliche Unternehmensgröße deutlich über vergleichbaren Werten anderer europäischer Staaten liegt.<sup>5</sup>

Entgegen der Tendenz in anderen EU-Mitgliedstaaten sind in Deutschland mittelständische Unternehmen, die im Durchschnitt ein Umsatzvolumen von 25 – 100 Mill. DM repräsentieren, nicht nur von großem, sondern in den meisten Wirtschaftsbereichen von wachsendem Strukturgewicht. Dieser Tatsache kommt besondere Bedeutung zu. In Deutschland wird die Grenze zwischen Mittelstand und Großunternehmen bei 100 Mill. DM Jahresumsatz gezogen. Die Europäische Union legte sich auf eine abweichende Grenzziehung fest. Beschränkt auf das Definitionskriterium Umsatz sollen nach den Vorstellungen der Kommission nur Unternehmen mit einem Jahresumsatz von maximal 40 Mill. ECU, das sind etwa 72 Mill. DM, zum Mittelstand gehören. Auch die Grenze für Kleinunternehmen,

5 vgl. European Network for SME Research (Hrsg.): The European Observatory for SMEs, Second Annual Report 1994, Zoetermeer 1994.



die es in Deutschland offiziell nicht gibt, soll verbindlich festgelegt werden und zwar bei Jahresumsätzen von 7 Mill. ECU oder etwa 12,6 Mill. DM (von den anderen Größenkriterien, z.B. der Zahl der Beschäftigten, einmal abgesehen).

Nach der zu erwartenden EU-Definition<sup>6</sup> fallen zukünftig also einige mittelgroße Unternehmen aus der Kategorie „Mittelstand“ heraus. Damit werden sie dann nicht nur nicht mehr zu den Unternehmen gehören, auf die die Mittelstandspolitik der Union abzielt, sondern sie müßten auch damit rechnen, daß sie qua Beihilfekontrollen in Deutschland nicht mehr zum Kreis der Adressaten der fördernden Mittelstandspolitik gerechnet werden können. Es zeigt sich an diesem Beispiel, daß die aus einer Analyse der Unternehmensgrößenstruktur gewonnenen Ergebnisse nicht nur von akademischem, sondern auch von herausragender wirtschaftspolitischer Bedeutung sind und, wie die Diskussion die in Deutschland über die beabsichtigte definitorische Abgrenzung auf der Ebene der EU zeigt, zu durchaus weitreichenden Konsequenzen führen.

6 Empfehlung der Kommission über die Definition der KMU, Dok. 08/02/96.



---

MANFRED WÖFLING

## **Forschung, Produktivität und Betriebsgröße im Ost-West-Vergleich**

### *1. Einführung*

Die industrielle Struktur in Ostdeutschland befindet sich seit der Einführung der Marktwirtschaft in einem radikalen Wandlungsprozeß. Im Mittelpunkt des Interesses stehen dabei die veränderten Anteile der Wirtschaftsbereiche und der Branchen. Schrumpfende und wachsende Sektoren sind das Ergebnis veränderter Nachfragebedingungen, Qualitäts- und Kostenstrukturen. Wie günstig ein Unternehmen Güter und Leistungen anbietet, ist aber auch eine Frage der Betriebsgröße. In diesem Zusammenhang wird besonders in Ostdeutschland angesichts einer äußerst angespannten Lage auf dem Arbeitsmarkt auf die Bedeutung der KMU (kleine und mittlere Unternehmen) für positive Beschäftigungsveränderungen hingewiesen.

Spürbare Skaleneffekte (economies of scale) bei Erweiterung der Betriebsgröße ergeben sich dann, wenn die Produktionskosten langsamer steigen als der Output des Unternehmens. Für das einzelne Unternehmen sind betriebswirtschaftliche Betrachtungen über kosten- oder gewinnoptimale Betriebsgrößen von großem Nutzen. Da sich die einzelnen Unternehmen jedoch in einem ständigen Prozeß an die wechselnde Nachfrage anpassen und sich demzufolge immer neuen Kombinationen der Produktionsfaktoren annähern müssen, bleibt die optimale Betriebsstruktur vom volkswirtschaftlichen Standpunkt gesehen eine Illusion. Trotz dieser Tatsache haben sich Betriebsgrößenstrukturen herausgebildet, die den unterschiedlichen Marktbedingungen gerecht werden. Die Input-Output-Beziehungen zwischen den kleinen, mittleren und großen Unternehmen bilden ein Netzwerk komplizierter Verflechtungen, das sich sowohl auf Produktions- und Lieferbeziehungen als auch auf den Austausch von Informationen und Forschungskoperationen bezieht.

Die Unternehmen können in diesem Zusammenhang danach beurteilt werden, ob sie ressourcenintensiv, arbeitsintensiv, skalenintensiv, forschungsintensiv oder

auf spezialisierte Angebote ausgerichtet sind. In der westdeutschen Industrie des Jahres 1992 überwiegen die skalenintensiven Prozesse (31,2 vH der Beschäftigten) und die auf spezialisierte Güter ausgerichtete Produktionspalette (24,7 vH), während die ressourcenintensive Produktion (20,6 vH) und die arbeitsintensiven Prozesse (17,3 vH) geringere Anteile aufweisen. Mit forschungsintensiven Gütern und Leistungen befassen sich lediglich 6,2 vH der Beschäftigten.<sup>1</sup>

Skaleneffekte werden überwiegend von größeren Unternehmen erreicht, da sie eine relativ hohe Kapitalintensität voraussetzen. Im Gegensatz dazu werden jedoch kleinere Firmen infolge ihrer flexibleren Reaktionsweise oft als innovativer beurteilt als Großunternehmen.<sup>2</sup> Untersuchungen über amerikanische Patentaktivitäten in 34 technologischen Bereichen bestätigen, daß die Innovationsaktivitäten in Abhängigkeit von der Produktgruppe und dem technologischen Bereich nach der Betriebsgröße variieren.<sup>3</sup> In größeren Unternehmen dominieren forschungsintensive Produktgruppen der chemischen, der elektrisch-elektronischen und der Transportindustrie. In kleineren Firmen konnte eine Konzentration auf Maschinen, Prozesse, Instrumente und Metallprodukte nachgewiesen werden.

Bei Aussagen über die Betriebsgröße greift man sowohl auf die Anzahl der Betriebe als auch auf die Anzahl der Beschäftigten, den Output oder den Kapitalstock in den einzelnen Betriebsgrößenklassen zurück. Die Anzahl der Betriebe ist ein zu grobes Maß für den Strukturvergleich, da das Gewicht des einzelnen Unternehmens nicht berücksichtigt wird. Einen genaueren Eindruck über industrielle Größenverhältnisse erhält man, wenn die Beschäftigten den Strukturbeurteilungen zugrunde gelegt werden. Von den europäischen Organisationen (Eurostat, europäische Beobachtungsstelle für KMU) werden die Unternehmen in folgende Kategorien nach der Anzahl der Beschäftigten eingeteilt:<sup>4</sup>

- Kleinunternehmen: weniger als 10;
- Kleinunternehmen: von 10 bis 99;
- Mittlere Unternehmen: von 100 bis 499;
- Großunternehmen: 500 und mehr Beschäftigte.

1 OECD (Ed.), *Industry and Technology, Scoreboard of Indicators*, 1995, Paris 1995, S. 124.

2 Felder, J., Harhoff, D., Licht, G., Nerlinger, G., Stahl, H., *Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft*, Mannheim 1994.

3 Patel, P., Pavitt, K., *Patterns of Technological Activity: their Measurement and Interpretation*, in: Stoneman, P. (Ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford and Cambridge 1995, S. 35 f.

4 Europäische Kommission, *KMU und Beschäftigung*, in: *Panorama der EU-Industrie 95–96*, Luxemburg 1995, S. 187.

Diese Einteilung hat sich als praktikabel und aussagefähig erwiesen. Die deutsche amtliche Statistik ermöglicht darüber hinaus eine Gliederung nach 11 Gruppen (Aufteilung der Kleinstunternehmen in 2, Kleinunternehmen in 3, mittlere Unternehmen in 4 und Großunternehmen in 2 Untergruppen).<sup>5</sup>

## 2. Betriebsgröße und Beschäftigungsentwicklung

In der gegenwärtigen Diskussion über Beschäftigungsveränderungen in den einzelnen Unternehmensgruppen dominiert die Meinung, daß die KMU größere Zuwächse als die Großunternehmen aufzuweisen haben. Für 16 europäische Länder ergibt sich im Zeitraum von 1988 bis 1995 folgendes Bild (Tabelle 1):

**Tabelle 1:** Veränderung der Beschäftigung in 16 europäischen Ländern (in vH)

Betriebsgröße	1988 – 1990	1990 – 1993	1993 – 1995	1988 – 1995
Kleinstunternehmen	3,75	-0,5	-0,25	<b>0,75</b>
Kleinunternehmen	1,75	-1,0	-0,25	<b>0</b>
Mittlere Unternehmen	1,25	-1,75	0	<b>-0,5</b>
Großunternehmen	0,75	-1,75	0,25	<b>-0,5</b>

*Quelle:* Europäische Beobachtungsstelle für KMU

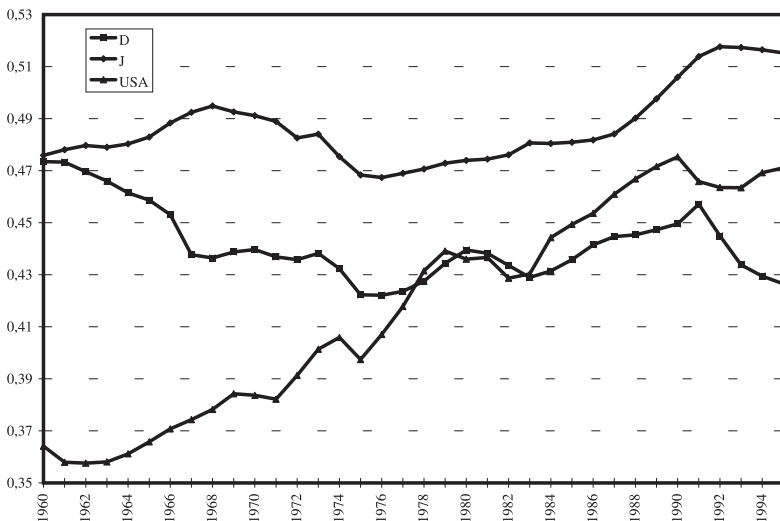
Insgesamt gesehen haben über den betrachteten Zeitraum nur die Kleinstunternehmen Zuwächse bei der Beschäftigung erreicht. Durch Zusammenfassung der drei KMU-Gruppen ergibt sich nach Berechnungen der Europäischen Beobachtungsstelle für KMU ein durchschnittliches jährliches Wachstum der Beschäftigung von 0,25 %. In den Großunternehmen ist dagegen das Wachstum um ein halbes Prozent zurückgegangen.

Angesichts der beträchtlichen Arbeitslosigkeit und der in den letzten Jahren relativ stark sinkenden Erwerbsquote in Deutschland erhält die Entwicklung der Beschäftigung in Kleinst- und Kleinunternehmen einschließlich der Neugründung von Unternehmen ein immer stärkeres Gewicht. Vergleicht man die Erwerbsquo-

5 Statistische Bundesamt, Produzierendes Gewerbe, Fachserie 4, Reihe 4.1.2, Betriebe, Beschäftigte und Umsatz im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe nach Beschäftigtengrößenklassen, 1994, Wiesbaden 1996.

ten<sup>6</sup> der führenden drei Industrieländer, so stellt sich heraus, daß Deutschland am schlechtesten abschneidet (*Abbildung 1*). Während in den USA und in Japan die Erwerbsquoten einen positiven Trend aufweisen, ergibt sich in Deutschland eine eindeutig sinkende Tendenz, die seit dem Jahre 1991 besonders drastisch ausfällt. Sowohl Japan, das im Jahre 1960 etwa gleichauf mit Deutschland lag, als auch die USA, deren Quote im Jahre 1960 deutlich geringer ausfiel, weisen relativ kontinuierliche Wachstumsphasen auf. Gegenwärtig liegen die Erwerbsquoten (insbesondere die japanische) wesentlich höher als in Deutschland.

Worauf sind die positiven Beschäftigungseffekte, die in Europa vorrangig den KMU zugeschrieben werden, zurückzuführen?



**Abbildung 1:** Erwerbsquoten in Deutschland, Japan und den USA von 1960 bis 1995

*Quellen:* EU, OECD, Sachverständigenrat; eigene Berechnungen

1. Zweifellos hat die Entwicklung neuer Technologien und Produkte, die vor allem in kleineren High-Tech-Firmen stattfand, zu einem schnellen Wachstum dieser Unternehmen geführt, so daß neue Arbeitsplätze geschaffen werden konnten. Die Diskussionen über die Wirkung von Hochtechnologien bzw. über den

6 Erwerbsquote = Erwerbstätige / Bevölkerung.

Einfluß der Produktion von forschungsintensiven Gütern auf den Arbeitsmarkt erhalten immer wieder dadurch neue Nahrung, daß mit der Anwendung moderner Technologien die Eigenschaft verknüpft wird, sie seien in erster Linie für die relativ hohe Arbeitslosigkeit in den Industrienationen verantwortlich. Die Entwicklung der letzten 20 Jahre beweist jedoch für die Exportländer USA und Japan recht eindeutig, daß der negative Beschäftigungseffekt im Falle der Anwendung von Hochtechnologien, der aus der Steigerung der Produktivität resultiert, durch die höhere Inlandsnachfrage und die Exportexpansion überkompensiert wird.<sup>7</sup> Trotz steigender Kapitalintensität können durch die stark belebte Nachfrage mehr Arbeitsplätze neu geschaffen als durch moderne Technologien vernichtet werden. Im Bereich der mittleren Technologien<sup>8</sup> gilt die gleiche Aussage für die exportstarke deutsche Wirtschaft, jedoch in abgeschwächter Form. Im Falle der Anwendung von Niedrigtechnologien kann der mit Rationalisierungsmaßnahmen verknüpfte negative Beschäftigungseffekt durch die vergleichsweise geringe Nachfrage im In- und Ausland bei weitem nicht ausgeglichen oder gar überkompensiert werden. In der westdeutschen Wirtschaft läßt sich in den letzten 10 Jahren ein erheblicher positiver Beschäftigungseffekt aus der Anwendung der Spitzentechnik nachweisen.<sup>9</sup> Selbst in der ostdeutschen Industrie, das bestätigen eigene Untersuchungen für Sachsen und Sachsen-Anhalt, steigt die Zahl der Beschäftigten in den Branchen der Spitzentechnik wieder an. Die gravierendsten positiven Beschäftigungseffekte werden von den forschungsintensiven (science-based) Industriezweigen erzielt. So stieg beispielsweise in den 19 OECD-Ländern im Zeitraum von 1970 bis 1991 für diesen Typ der Industrie die Zahl der Beschäftigten auf ca. 125 %.<sup>10</sup>

2. Das Verhalten der Verbraucher hat sich in letzter Zeit zunehmend auf den Erwerb spezialisierter Güter und Leistungen ausgerichtet. Die Beschäftigungsentwicklung in den Bereichen der spezialisierten Güter liegt etwa seit dem Jahre

7 OECD (Ed.), *Industrial Policy in OECD Countries, Annual Review 1993*, Paris 1993, S. 106 ff.; OECD (Ed.), *Industry and Technology*, a. a. O., S. 29.

8 Im internationalen Sprachgebrauch hat sich seit längerer Zeit die Differenzierung in hohe, mittlere und niedrige Technologien (high, medium, low technologies) durchgesetzt, die im wesentlichen mit der Höhe der Forschungsaufwendungen korrespondiert.

9 Der Begriff „Spitzentechnik“ umfaßt alle Erzeugnisbereiche mit einem Anteil des FuE-Aufwands am Umsatz von mehr als 8,5 vH. Die Angaben beruhen auf Berechnungen des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung. Vgl. dazu: Legler, H., Grupp, H., Gehrke, B., Schasse, U., *Innovationspotential und Hochtechnologie*, Heidelberg 1992, S. 83; Gehrke, B., Legler, H., *Die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands*, in: *Wissenschaftsmanagement* 4, Juli/August 1996, S. 172 ff.

10 OECD (Ed.), *Industry and Technology*, a.a.O., S. 29.

1980 in den OECD-Ländern deutlich über derjenigen der skalenintensiven Güterproduktion.<sup>11</sup> Während bei den skalenintensiven Gütern ein sinkender Trend zu beobachten ist, hält sich die Beschäftigung etwa auf dem gleichen Niveau. Diese Erzeugnisse und Leistungen, die zu einem großen Teil von kleinen und mittleren Unternehmen erbracht werden, entsprechen gegenwärtig eher den Kundenwünschen als die bislang dominierenden (skalenintensiven) Massenerzeugnisse der größeren Unternehmen. Die größere Flexibilität der KMU ermöglicht ein schnelleres Reagieren auf ausgefallene Kundenwünsche und die zu beobachtende Verkürzung der Innovations- und Produktlebenszyklen.

Die ostdeutschen exportierenden Unternehmen sind noch weit davon entfernt, auf diese international zu beobachtenden Tendenzen mit Erfolg zu reagieren. Tabelle 2 zeigt nach einer groben Berechnung der Exportstruktur für die einzelnen Bundesländer, in welche Richtungen sich der zukünftige Export entwickeln könnte.<sup>12</sup> Es wird deutlich, daß vor allem in Mecklenburg-Vorpommern und in Brandenburg daran gedacht werden muß, daß die skalenintensiven Exportzweige, die sich noch auf relativ große Unternehmen stützen können, durch andere Exportstrategien – vor allem für spezialisierte und forschungsintensive Güter – ergänzt werden müssen, da die skalenintensiven Zweige weitgehend als schrumpfende Branchen identifiziert werden können. In Sachsen und Thüringen liegt eine ausgewogenere Exportstruktur vor, die bereits zu etwa 40 % auf spezialisierte und forschungsintensive Güter ausgerichtet ist.

3. Ein weiterer Grund für das stärkere Beschäftigtenwachstum in den KMU ist in der Ausdehnung des tertiären auf Kosten des primären und des sekundären Sektors zu sehen, der im allgemeinen weit mehr Beschäftigte in kleineren und mittleren als in Großunternehmen aufweist. Wie Untersuchungen des Europäischen Forschungsnetzwerkes für KMU (ENSR) bestätigen, kann dieser Tatbestand für Unternehmen des Groß- und Einzelhandels sowie für personenbezogene Dienstleistungen in 12 europäischen Ländern nachgewiesen werden.<sup>13</sup>

Für das Jahr 1990 macht der Anteil der Beschäftigten in Großunternehmen für die genannten Bereiche nur ca. 10 bis 15 % aus.

Die Hoffnungen auf Beschäftigungszuwächse in diesen Branchen werden allerdings dadurch zunehmend getrübt, daß auch im tertiären Sektor zukünftige

11 Ebenda

12 Wölfling, M., Strukturelle Exportschwächen in den ostdeutschen Bundesländern, IWH, Diskussionspapiere, Nr. 22, November 1994.

13 Europäische Kommission, Panorama der EU-Industrie 95–96, a.a.O., S.189



	ressourcen- intensiv	arbeits- intensiv	skalen- intensiv	spezialisiert	forschungs- intensiv
Mecklenburg-Vorp.	25	5	65	5	<5
Brandenburg	20	10	60	5	5
Sachsen-Anhalt	20	10	45	15	<10
Sachsen	10	10	40	30	10
Thüringen	20	<10	30	20	<25
Insgesamt	20	10	40	20	10

**Tabelle 2:** Exportstruktur in Ostdeutschland nach Industrietypen 1993

*Quelle:* Statistische Landesämter; eigene Berechnungen

Privatisierungen und Rationalisierungsmaßnahmen zum Arbeitsplatzabbau führen werden. Mit dem weiteren Vernichten von Arbeitsplätzen in der Industrie sinken auch die damit im Zusammenhang stehenden Arbeitsplätze für produktionsorientierte Dienstleistungen. Außerdem führen veränderte statistische Zuordnungen der Unternehmen und die Verwendung von Relativzahlen<sup>14</sup> zu scheinbaren Zuwächsen an Arbeitsplätzen.

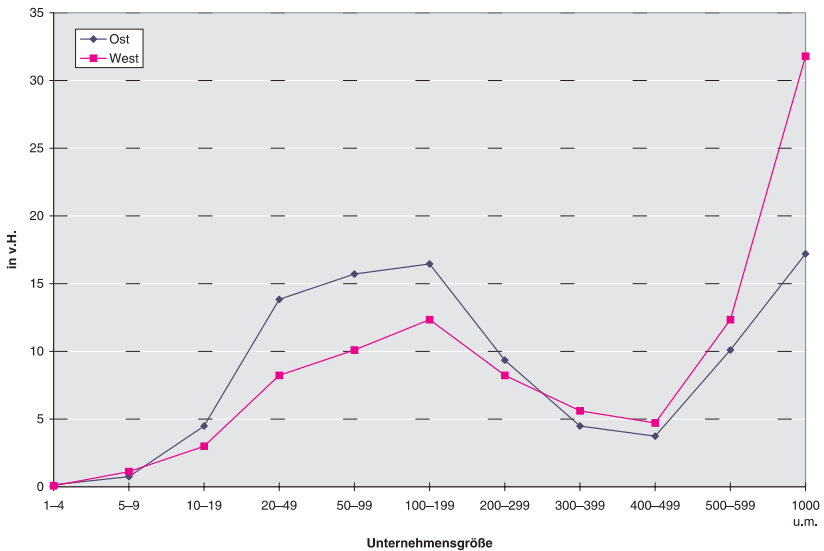
### 3. Betriebsgrößenvergleiche

Die im Vergleich zu Westdeutschland geringere Wettbewerbsfähigkeit der ostdeutschen Industrie wird neben der mangelnden Attraktivität der Produkte auf die wesentlich niedrigere Produktivität zurückgeführt. Es stellt sich die Frage, ob durch die Zerstörung der Großindustrie und die damit verbundene Deformation der Betriebsgrößenstruktur negative Effekte auf die Produktivität festzustellen sind oder ob diese Entwicklung eher als Chance für die zukünftige Schaffung von Arbeitsplätzen angesehen werden kann.

Der Vergleich der Beschäftigtenstrukturen in Ost und West offenbart die erheblichen Defizite in der ostdeutschen Industrie für die Großunternehmen (mehr als 500 Beschäftigte) und das dementsprechende relative Übergewicht in

14 Die Relativzahlen steigen auch dann, wenn die Beschäftigten in den primären und sekundären Sektoren schneller sinken als die Beschäftigten im Dienstleistungssektor steigen, stagnieren oder gar sinken.

den kleinen und mittleren Unternehmen (20 bis zu 200 Beschäftigte). Aus der *Abbildung 2* ist ersichtlich, daß in den westdeutschen Großunternehmen im September 1994 etwa 45 % und in den ostdeutschen nur etwa 28 % der Beschäftigten tätig waren. Die Differenz bei den Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten betrug allein etwa 15 Prozentpunkte. Neuere Datenmaterial wird diese Aussage eher verstärken als abschwächen, da inzwischen noch weitere Groß-



**Abbildung 2:** Beschäftigtenstruktur.  
Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, September 1994, in vH

*Quelle:* Statistisches Bundesamt; eigene Berechnungen

unternehmen abgewickelt wurden.

Die Unterschiede in den Beschäftigtenstrukturen sagen an und für sich noch wenig über die Wettbewerbsfähigkeit unterschiedlicher Betriebsgrößen aus. Die Deformation in der ostdeutschen Industrie bringt allerdings zum Ausdruck, daß bei der Herausbildung wettbewerbsfähiger Produktionscluster<sup>15</sup> und der Wiederherstellung zerrissener Netze in den Liefer-, Handels- und Informationsbeziehungen<sup>16</sup>

15 Porter, M. E., Nationale Wettbewerbsvorteile, München 1991, S. 174

16 Albach, H., Zerrissene Netze, Berlin 1993, S. 85 ff.

nach wie vor Schwierigkeiten entstehen werden. Dieser Prozeß ist ohne eine angemessene Zahl von Großunternehmen nicht in den Griff zu bekommen. Sie ermöglichen den kleinen und mittelständischen Unternehmen die überlebenswichtige Integration in diese Systeme. Ein größeres Unternehmen bildet dabei einen Nukleus, um den sich kleinere High-Tech-Firmen, Zulieferbetriebe und ein Netzwerk von Dienstleistern (markterkundende, technische, finanzielle, wissenschaftliche, personelle, informationsvermittelnde) ansiedeln. Ohne einen bestimmten Besatz an Großunternehmen werden sich gravierende regionale Disparitäten, die weit über die westdeutschen Dimensionen hinausgehen, auf Dauer nicht überwinden lassen.

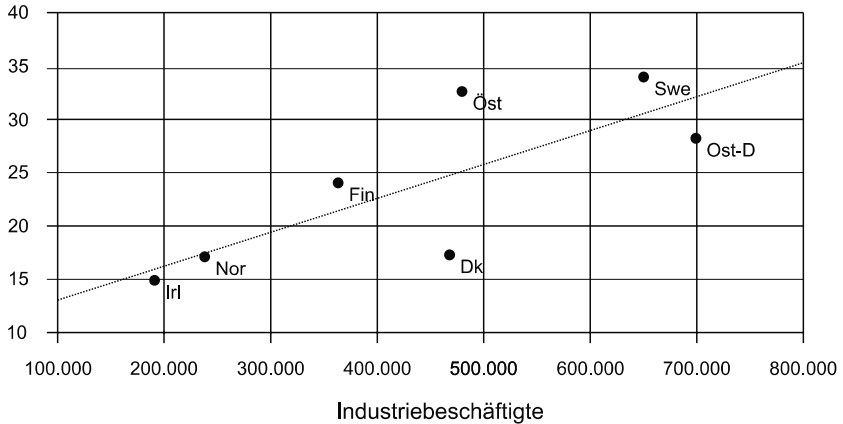
Es bleibt unbestritten, daß sich eine funktionsfähige Struktur der Unternehmensgrößen nach der Zerstörung der Großindustrie nicht kurz- oder mittelfristig einstellen kann. Dieser Prozeß wird sich über einen längeren Zeitraum hinziehen. Eine entscheidende Frage dabei ist, ob die Industrie in der ostdeutschen Region weiterhin mit einem geringen Exportanteil (1994 knapp 12 % gegenüber 29 % in Westdeutschland) von der westdeutschen dominiert wird oder ob sich eine tragfähige regionale Struktur herausbilden kann. In diesem Zusammenhang ist nicht zu übersehen, daß sich die deutschen Exporte in die mittel- und osteuropäischen Länder offensichtlich von Ost- nach Westdeutschland verlagert haben. Die ostdeutschen Exporte sind um ca. 25 Mrd. DM von 30 (1990) auf 5 Mrd. (1995) gesunken, während die westdeutschen Exporte um ca. 27 Mrd. DM von 23 (1990) auf 50 Mrd. (1995) gestiegen sind.<sup>17</sup>

Vergleicht man den Anteil von Großunternehmen in der ostdeutschen Region (September 1994) mit den zuletzt verfügbaren Daten ausgewählter europäischer Länder im Spektrum von 100.000 bis zu etwa 800.000 Beschäftigten in der Industrie<sup>18</sup>, so zeigt sich auch hier ein Defizit an Industriebeschäftigung in Großunternehmen zum Durchschnitt der betrachteten 7 Länder, wenngleich nicht mehr so deutlich wie zu Westdeutschland mit einer Beschäftigung von ca. 6,6 Mio. Personen. Die Regressionsgerade in der *Abbildung 3* weist der ostdeutschen Industrie etwa einen Anteil der Großunternehmen von 33 % der Beschäftigten zu.<sup>19</sup>

17 Statistisches Bundesamt, Tabellensammlung zur wirtschaftlichen und sozialen Lage in den neuen Bundesländern, Wiesbaden 1996, Ausgabe 5/1996, S. 150.

18 Central Statistics Office, Statistical Abstract 1995, Ireland, Dublin 1996, S. 126; Nordic Council of Ministers, Yearbook of Nordic Statistics 1995, Copenhagen 1995, S. 130; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Statistisches Jahrbuch für die Republik Österreich 1995, Wien 1995, S. 275.

19 Die auf dem Niveau von  $P = 0,04$  signifikante Regressionsgerade bringt zum Ausdruck, daß bei einer Zunahme der Beschäftigung um 100.000 Personen der Anteil von Großunternehmen in den ausgewählten Ländern um durchschnittlich 3,15 % ansteigt.



**Abbildung 3:** Anteil der Beschäftigten in Großunternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten (in vH der Beschäftigten aller Unternehmen) in Abhängigkeit von der Gesamtzahl der Beschäftigten in der Industrie ausgewählter Länder

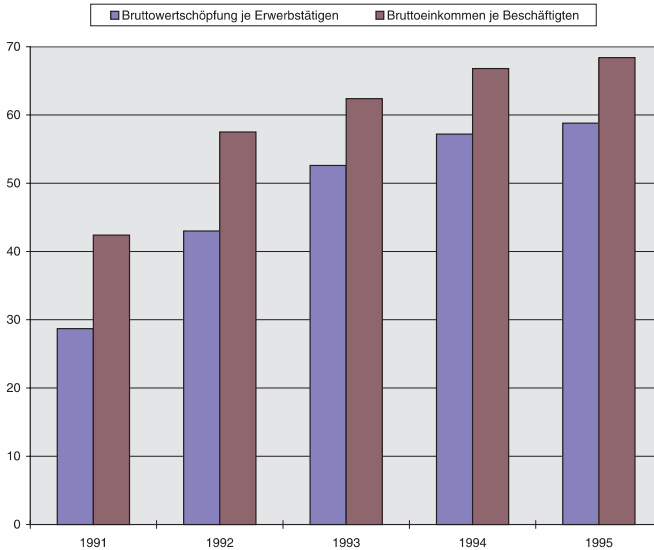
*Quellen:* Statistisches Bundesamt; Statistische Jahrbücher der betreffenden Länder; eigene Berechnungen

Die Daten aus der *Abbildung 3* stimmen insofern optimistisch, als es anderen Regionen mit ähnlichen Relationen zwischen Industriebeschäftigung und Anteil der Großunternehmen gelungen ist, eine wettbewerbsfähige Industrie aufzubauen. Hierbei darf man jedoch nicht verkennen, daß sich die Prozesse in den anderen Ländern über längere Zeiträume relativ ungestört entwickeln konnten. Es zeigt sich aber auch, daß die österreichische und die schwedische Industrie trotz geringerer Beschäftigung höhere Anteile von Großunternehmen aufzuweisen haben als die ostdeutsche Region.

#### 4. Struktur der Produktivität

Die Produktivitätslücke zwischen Ost und West hat sich in den zurückliegenden Jahren beständig verringert. Das Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigen betrug im Jahre 1991 nur 31 vH des westdeutschen Wertes. Es erhöhte sich bis 1995 auf 54,4 vH. Mit 72,5 vH liegt aber das Bruttoeinkommen je Beschäftigten in der ostdeutschen Gesamtwirtschaft noch beträchtlich über dem Produktivitätsniveau.<sup>20</sup> Für das Produzierende Gewerbe ergibt sich insgesamt ein etwas günstigeres Bild (*Abbildung 4*).

Es kann nicht davon ausgegangen werden, daß sich die Produktivität mit der gleichen Wachstumsrate wie bisher entwickelt. Die enormen Produktivitätssteigerungen in den Jahren 1992 und 1993 waren vor allem auf die starke Reduzierung der Zahl der Erwerbstätigen zurückzuführen.<sup>21</sup> Zukünftiges Produktivitätswach-



**Abbildung 4:** Produktivität und Pro-Kopf-Bruttoeinkommen in Ostdeutschland – Produzierendes Gewerbe (Westdeutschland = 100)

Quelle: BMWi

stum wird deshalb vorrangig durch die Modernisierung der technologischen Struktur der Unternehmen erwartet, da der radikale Abbau von Arbeitsplätzen, der durch die Anpassung an die marktwirtschaftlichen Bedingungen erzwungen wurde, im wesentlichen beendet sein dürfte.

Aus der *Abbildung 5* kann die bekannte Tatsache entnommen werden, daß für die westdeutsche Industrie mit wachsender Betriebsgröße die Produktivität<sup>22</sup> stark

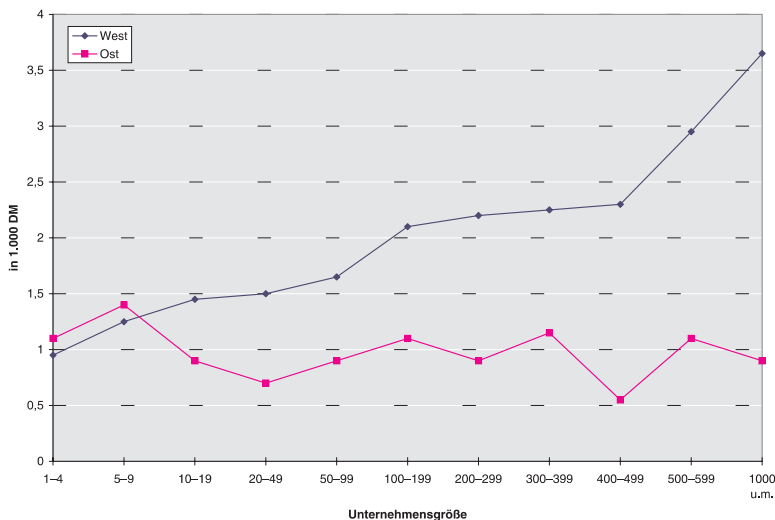
20 Bundesministerium für Wirtschaft (Hrsg.), Vorrang für Beschäftigung, Jahreswirtschaftsbericht der Bundesregierung 1996, Bonn 1996, S.102.

21 Wölfling, M., Produktivität und Lohn im ostdeutschen Verarbeitenden Gewerbe, IWH Diskussionspapiere, Nr. 5, August 1993.

22 Als Surrogat für die Produktivität wird der Monatsumsatz je Beschäftigten verwendet.

ansteigt. In der ostdeutschen Industrie existiert eine derartige deutliche Abhängigkeit nicht. Die Produktivitätswerte schwanken geringfügig um einen Durchschnitt, der für September 1994 bei 16.150 DM liegt. Der westdeutsche Durchschnitt beträgt 26.600 DM, so daß die ostdeutsche Industrie insgesamt etwa 61 % des westdeutschen Wertes erreicht. Der Abstand zwischen Ost und West nimmt mit wachsender Betriebsgröße deutlich zu. Die ostdeutschen Kleinunternehmen schneiden bei diesem Vergleich sogar besser ab. Im Falle der Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten erreichen die ostdeutschen Unternehmen aber nur 47 % des westdeutschen Wertes. Detailliertere Analysen über die Produktivitätsdifferenzen in der Industrie<sup>23</sup> bestätigen die hier dargestellte Tendenz.

Hieraus ergibt sich die Frage, was in Ostdeutschland getan werden muß, um diese Produktivitätslücke zu verringern. Da in der ostdeutschen Industrie diejenigen Unternehmen, die in Westdeutschland die höchste Produktivität erreichen, stark unterrepräsentiert sind (vgl. *Abbildung 2*) und bezüglich der Produktivität bisher



**Abbildung 5:** Monatsumsatz je Beschäftigten, Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, September 1994 (in 1.000 DM)

*Quelle:* Statistisches Bundesamt; eigene Berechnungen

23 Wölfling, M., Produktivität und Betriebsgröße im Ost-West-Vergleich, IWH, Diskussionspapiere, Nr. 30, September 1995.

keine Vorteile gegenüber den anderen Unternehmensgrößen aufweisen (vgl. *Abbildung 5*), kann aufgrund der wenig wahrscheinlichen Anteilserhöhung der Großunternehmen die Lücke nur geschlossen werden, wenn die KMU in Ostdeutschland höhere Produktivitätswerte erzielen als in Westdeutschland. Selbst wenn es den KMU der ostdeutschen Industrie gelingt, die gleiche Produktivität zu erreichen wie die vergleichbaren Unternehmen in Westdeutschland, wird langfristig solange ein erhebliches Produktivitätsdefizit bestehen, wie in der ostdeutschen Industrie sowohl Anteil als auch Produktivität der Großunternehmen hinter den westdeutschen zurückbleiben.

### 5. Forschungsaktivitäten

Für Ostdeutschland ergeben sich mittel- und längerfristige Absatzchancen, wenn die Unternehmen mit neuen Produkten und Technologien die Konkurrenten von besetzten Marktsegmenten verdrängen oder auf dynamischen Märkten rechtzeitig Anteile erobern können. Eine derartige Strategie setzt jedoch massive Forschungsaktivitäten voraus. In den ostdeutschen Ländern kommen aber auf 10.000 Erwerbstätige (bzw. Einwohner) nur 34 (bzw. 14) Beschäftigte in Forschung und Entwicklung (1994). Im Gegensatz dazu sind es in den alten Bundesländern 92 (bzw. 40) Personen – etwa dreimal so viele<sup>24</sup>.

Der Stellenwert der Industrieforschung wird am deutlichsten durch die Ausstattung des FuE-Personals mit Forschungsmitteln bestimmt. Hier klappt in den neuen Ländern eine erhebliche Lücke zum westdeutschen Niveau. Die jährliche Ausstattung des FuE-Personals mit internen Forschungsaufwendungen betrug 1993 in Ostdeutschland (94.000 DM je Person) nur etwa die Hälfte des westdeutschen Wertes (180.000 DM je Person).<sup>25</sup>

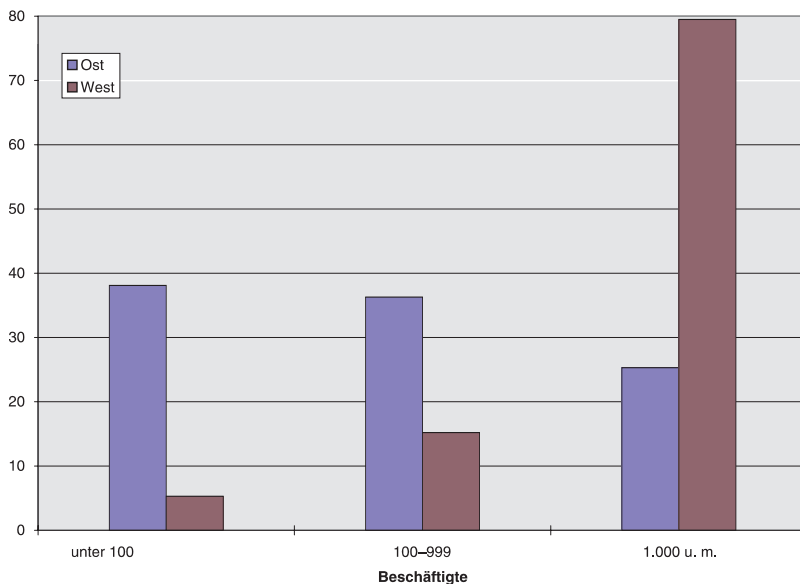
In den ostdeutschen Ländern herrscht eine (im Gegensatz zu entwickelten Industrieregionen) stark deformierte Verteilung der Forschungskapazitäten in den Unternehmen vor, die eine zukünftige selbsttragende Entwicklung immer mehr in Frage stellt. Forschungspersonal und Forschungsmittel konzentrieren sich völlig verschieden von der Situation in den westdeutschen Bundesländern in Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten. Die *Abbildung 6* veranschaulicht diesen

24 Soweit nicht anders vermerkt, gilt als Datenquelle: SV-Wissenschaftsstatistik GmbH (Hrsg.), *Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1993 – mit ersten Daten für 1995*, Essen 1996.

25 Helmut Schmidt sah sich angesichts dieser Situation zu der Äußerung veranlaßt, daß „die Vernachlässigung der ostdeutschen Standorte seitens der Industrie ... eine Schande“ sei (Schmidt, H., *Forschen geht über alles*, in: *Die Zeit*, Nr. 50 vom 6. 12. 1996, S. 14f.

Sachverhalt für die Verteilung des Forschungspersonals, die unwesentlich von der Verteilung der Forschungsmittel abweicht.

Die Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten verfügen in den ostdeutschen Ländern nur über etwa ein Viertel des FuE-Personals und ein Drittel der internen Forschungsaufwendungen, während sich in den westdeutschen Ländern 80% des Forschungspersonals und etwa 83% der Forschungsmittel in dieser Größenklasse befinden.



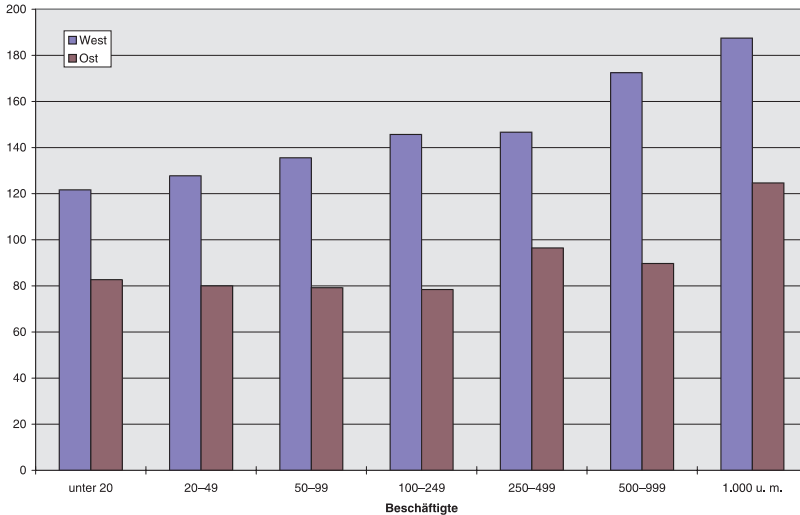
**Abbildung 6:** Verteilung des FuE-Personals 1993 (in vH)

*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik

Zeigt die Verteilung des FuE-Personals und der Forschungsmittel erhebliche Differenzen zwischen Ost und West (entgegengesetzte Verläufe mit steigender Betriebsgröße), so muß diese Aussage für die Ausstattung des Forschungspersonals mit Forschungsmitteln nicht zwangsläufig zutreffen. Für die westdeutsche Industrie zeichnet sich auch hier ein Ansteigen dieser Kennziffer mit wachsender Betriebsgröße deutlich ab (*Abbildung 7*). In der ostdeutschen Industrie stagniert die Kennziffer bis zu einer Betriebsgröße von 250 Beschäftigten. In den größeren Unternehmen stehen pro Kopf jedoch ebenfalls mehr Mittel zur Verfügung. In der Tendenz vergrößert sich der Abstand zwischen Ost und West mit wachsender



Betriebsgröße, da der durchschnittliche Anstieg der Forschungsmittel pro Kopf mit wachsender Betriebsgröße in der westdeutschen Industrie stärker ist als in der ostdeutschen.



**Abbildung 7:** Interne FuE-Aufwendungen je FuE-Beschäftigten 1993 (in Tsd. DM)

*Quelle:* SV-Wissenschaftsstatistik

Überwiegend in den kleinen und in einigen mittelständischen Unternehmen wächst eine neue Generation von Industrieforschern heran, die mit kreativen Lösungen sowie mit marktfähigen Produkten und Leistungen neue Wachstumspotentiale erschließen. Von den ca. 21.400 Beschäftigten in FuE (1994) konnte ein Teil in 245 innovativen Unternehmen und Industrieforschungseinrichtungen identifiziert werden, die mit technisch interessanten und marktwirksamen Produkten aufwarten können.<sup>26</sup> Zu den bevorzugten Technologiebereichen gehören u. a. Meß- und Automatisierungstechnik, Mikroelektronik, Informations- und Kommunikationstechniken, Recycling-Systeme, Beseitigung von Schadstoffen, Abfall- und Deponietechnik.

Angesichts der noch unzureichenden Breite bei der Gründung und Profilierung innovativer Unternehmen ist nicht zu erwarten, daß dadurch kurz- oder mittelfri-

26 GEWIPLAN (Hrsg.), Innovationskatalog 1996, Frankfurt/M., Berlin 1996.

stige Entlastungen des Arbeitsmarktes und der Transferzahlungen eintreten werden. Es wird ein längerer Zeitraum vergehen, ehe aus diesen Unternehmen ein funktionierendes Netzwerk aus kleinen, mittleren und großen Unternehmen entsteht, die sich erfolgreich am Markt behaupten können und die jetzige Trennung von Produktion (Ost) und Forschung (West) überwinden helfen.

Die Bedeutung von Forschung und Entwicklung für das regionale Wirtschaftswachstum läßt sich auch daran ermessen, wie sich die inländischen Forschungsaktivitäten auf die Attraktivität des Standortes für ausländische Direktinvestitionen auswirken.

Der Wirtschaftsraum Ostdeutschland hat bisher nur wenige ausländische Investoren angezogen. Betrachtet man die ausländischen Direktinvestitionen für die Jahre 1993 und 1994, so sind in dieses Gebiet (ohne Berlin) lediglich 3,3 Prozent des Gesamtwertes für Deutschland geflossen. Dagegen zogen Baden-Württemberg und Bayern etwa 55 Prozent des ausländischen Investivkapitals auf sich.<sup>27</sup>

Stellt man diesen Werten die entsprechenden internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor gegenüber, so ergibt sich für das Jahr 1993 eine frappierende Übereinstimmung. Auf die neuen Bundesländer entfallen 3,6 Prozent und auf die beiden forschungsintensivsten Länder 50,4 Prozent der FuE-Aufwendungen in den Unternehmen.<sup>28</sup>

27 Vgl. Institut der deutschen Wirtschaft (Hrsg.), Forschung zieht an, in: *iwd*, H. 27/1994, S. 1; Bundesministerium für Wirtschaft (Hrsg.), *Tagesnachrichten*, 9. Mai 1995, Nr. 10314, S. 4.

28 SV-Wissenschaftsstatistik GmbH (Hrsg.), *Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft, Ergebnisse 1993, 1994, Planung 1995, FuE-INFO*, Essen, Dezember 1995, S. 6.

---

CLAUDIA HERRMANN

## **Existenzgründungen aus Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen**

Das Thema dieser Tagung „Wissenschaft-Innovation-Unternehmertum“ berührt mich als Unternehmerin in mancherlei Hinsicht und stellt viele Verbindungen zu meiner Arbeit her.

Einerseits arbeiten wir als Projektträger eines Forschungsförderungsprogrammes für das Bundesministerium für Wirtschaft. Hier betreuen wir rund 600 innovative Unternehmen der neuen Bundesländer.

Des weiteren aktualisieren wir jährlich unsere Forschungsdatenbank neue Bundesländer und geben von dieser Basis aus Einschätzungen zum Personalbestand von Industrieforschern in den neuen Ländern. Ich kann hier zum Vortrag von Ch. Grenzmann<sup>1</sup> nachtragen, daß auch unsere Erhebung für 1995 einen Personalbestand von ca. 16.000 Personen ausweist. Es hat sich also rein zahlenmäßig seit drei Jahren nichts verändert, oder, um es bewerten zu wollen, nichts verbessert.

Und zum Dritten begleiten wir eine Reihe von Existenzgründern auf ihrem „kurvenreichen Weg“ nach oben. Zu diesem Themenkreis hat das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie einen Studienauftrag an uns und weitere Projektpartner erteilt. Den Inhalt werde ich im weiteren Vortrag skizzieren. Das Vorhaben heißt „ATHENE“.

Wir haben auf dieser Tagung mitreißende Vorträge von Historikern über das Leben und Werk von Wissenschaftler-Unternehmern wie Schering<sup>2</sup> und Siemens gehört. Der Atem stockte einem, als man hörte, mit welchem Elan und welchem Durchsetzungsvermögen diese Persönlichkeiten gewirkt haben.

Wir fragen uns natürlich: Wo sind die Scherings und Siemens' heutzutage, wo wir uns angesichts unserer drängenden Probleme viel mehr Unternehmertum und Tatkraft erhofften?

1 Grenzmann, Ch., Forschungsstatistische Analysen unter besonderer Berücksichtigung der neuen Bundesländer, in diesem Jahrbuch.

2 Zott, R., Die Umwandlung trationeller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige; das Beispiel der chemischen Industrie – das Beispiel Schering, in diesem Jahrbuch.

Ich behaupte, es gibt sie noch. Aber es sind zwei verschiedene Dinge, über eine Persönlichkeit mit historischem Abstand zu berichten, oder aber solch ein „Heldenleben“ mitzerleben oder sogar selbst leben zu müssen. Der Biograf kann locker drei nicht so fette Jahre überspringen, der Held selber kann es nicht. Und er weiß auch nicht, wann und ob die mageren Jahre vorbei gehen. Deshalb plädiere ich für mehr Milde in der Beurteilung unserer Zeitgenossen und für Zutrauen in ihre Kraft.

### *1. Der Hintergrund des Projektes ATHENE*

Nachdem wir so viel über historische Prozesse gehört haben und meine Vorredner die „aktuelle Lage“ beleuchtet haben, lade ich sie dazu ein, einen kleinen Blick in die Zukunft zu versuchen. Angesichts der vielen Probleme und Schwierigkeiten stellen wir uns die Frage: Wo soll es hingehen in Deutschland? Was müssen wir tun, um auch in Zukunft gut und sicher leben zu können?

Die Innovationskraft in Deutschland muß gesteigert werden. Wir brauchen viel mehr und auch viel mehr qualifizierte Arbeitsplätze. Darüber besteht in Politik und Wirtschaft weitgehender Konsens. Über die Wege zu diesem Ziel gibt es jedoch recht unterschiedliche Auffassungen. Patentlösungen scheinen uns jedenfalls nicht ins Haus zu stehen.

Sicher ist: „Die Welt wartet nicht auf Innovationen aus Deutschland, sondern Deutschland befindet sich in einem Innovationswettbewerb mit wichtigen Partner- und Konkurrenznationen.“<sup>3</sup>

Nachdem die Großindustrie offensichtlich als Anbieter der fehlenden 4 Millionen Arbeitsplätze nicht zur Verfügung steht, müssen andere Lösungen her.

Neben der Großindustrie kommt dem innovativen Mittelstand eine besondere Bedeutung bei der Umsetzung innovativer Ideen in marktwirtschaftliche Erfolge zu. „99 Prozent aller deutschen Unternehmen sind mittelständisch. Sie bieten etwa 80 Prozent aller Ausbildungsplätze an und beschäftigen rund 2/3 der Arbeitskräfte.“<sup>4</sup>

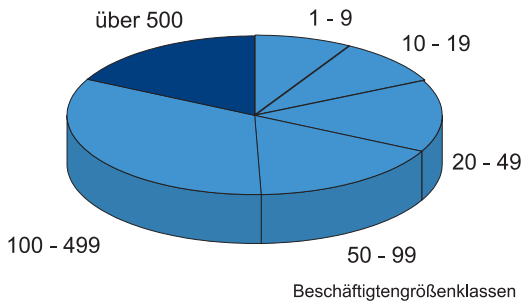
Dieses Bild sieht jedoch in den beiden Landesteilen Ost und West sehr verschieden aus. Im folgenden beziehe ich mich auf Unternehmen mit Forschung und Entwicklung, denn wir erhoffen uns ja gerade von diesen Betrieben Innovationsschübe.

3 Höfer, H., Es war noch nie so leicht, in Deutschland innovativ zu sein, Die Wirtschaft Sonderausgabe 1/95, S. 8.

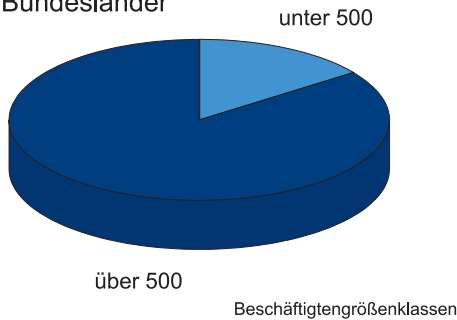
4 Rexrodt, G., Mittelstand braucht unternehmerische Freiräume, Die Wirtschaft, Sonderausgabe 1/95, S. 3.

Die Ergebnisse, die Ch. Grenzmann vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft für den FuE-Sektor ermittelt hat und die sich, was die neuen Länder betrifft, in etwa mit unseren eigenen Untersuchungen decken, sagen aus: Während in den alten Bundesländern das FuE-Personal in der Wirtschaft zu etwa 85 % in großen Unternehmen mit über 500 Beschäftigten<sup>5</sup> arbeitet, gibt es diese Unternehmen in den neuen Ländern kaum. Hier findet Forschung in Klein- und Kleinstbetrieben statt. 87 % der Unternehmen mit Forschung und Entwicklung

### Neue Bundesländer



### Alte Bundesländer



**Abbildung 1:** Die FuE-Beschäftigten 1994. Vergleich nach Unternehmensgrößen

*Quelle:* Forschungsagentur Berlin GmbH

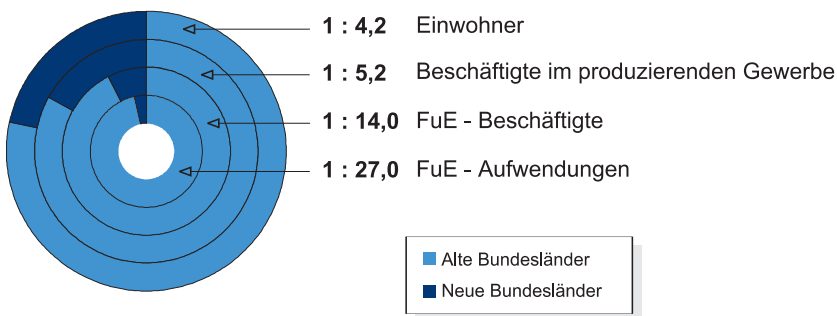
<sup>5</sup> Zahlen nach Stifterverband und FAB, siehe auch: Grenzmann, Ch., Forschungsstatistische Analysen unter besonderer Berücksichtigung der neuen Bundesländer, in diesem Jahrbuch.

(FuE) haben unter 100 Beschäftigte. 82 % der FuE-Beschäftigten arbeiten in Betrieben mit unter 500 Mitarbeitern.

Bezogen auf die Vergleichsgrößen wie Territoriumsgröße, Erwerbspersonen, Wohnbevölkerung etc., die in etwa Verhältnisse von  $\frac{1}{4}$  neue Bundesländer zu  $\frac{3}{4}$  alte Bundesländer erreichen, ist das Mißverhältnis zwischen den Landesteilen in allen Indikatoren für FuE nicht zu übersehen. Die Unterschiede zwischen West und Ost überstrahlen bei weitem die Unterschiede innerhalb der alten und neuen Länder.

Wenn das Ziel der nächsten Zeit sein sollte, auch im FuE-Bereich im Wirtschaftssektor „gleiche Verhältnisse in Ost und West“ herzustellen, dann bräuchten wir in den neuen Ländern zusätzlich:

- ca. 5700 kleine und mittlere Unternehmen, die FuE betreiben  
(jetzt ca. 2000 bis 2500)
- ca. 68.000 Beschäftigte in der Forschung dieser Betriebe  
(jetzt ca. 16.000 bis 23.000)
- ca. 17 Mrd. Aufwendungen für FuE in diesen Unternehmen  
(jetzt ca. 2 Mrd.).



**Abbildung 2:** Ein Vergleich

*Quelle:* Stifterverband 1993, Statistisches Bundesamt 1993, Forschungsagentur

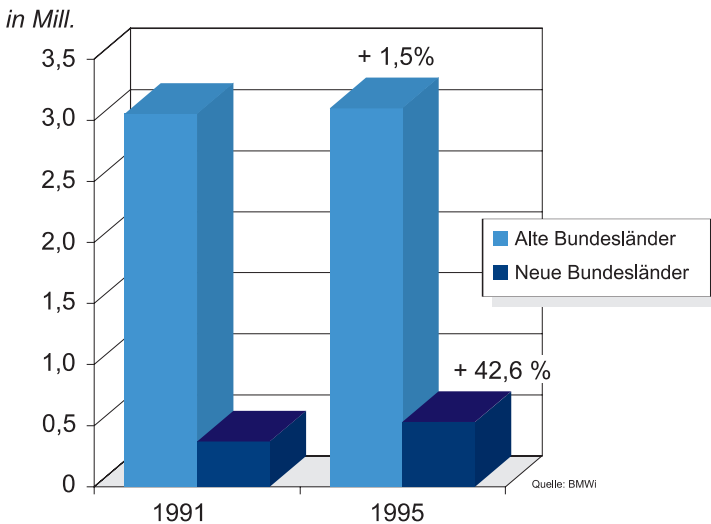
Dieses Ziel ist wohl nicht realistisch. Es werden neue Orientierungen und Maßstäbe benötigt.

Bei einer auch in den alten Bundesländern stagnierenden Entwicklung des Mittelstandes, wie es uns G. Kayser<sup>6</sup> vom Institut für Mittelstandsforschung im

Vorhergehenden gezeigt hat, rücken auch neue Zielgruppen ins Bild, nämlich die innovativen Gründer.

Innovative Existenzgründer waren und sind, zumindest im Osten Deutschlands, tatsächlich die Basis eines künftigen mittelständischen FuE-Potentials. Sie haben wesentlich zur Schaffung von Arbeitsplätzen und zur Gesundung bzw. Stabilisierung und weiteren Entwicklung der Regionen beigetragen und werden es weiterhin tun. Doch wird ihre Kraft ausreichen?

Die Zahl der Existenzgründungen ist nach der Herstellung der deutschen Einheit absolut und auch in Relation zur Gesamtbevölkerung stark gestiegen. Vor allem Bürger der neuen Bundesländer ergriffen ihre Chance und machten sich selbständig.



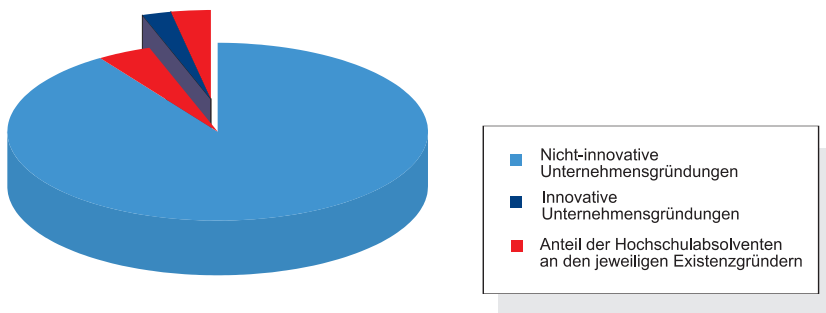
**Abbildung 3:** Anzahl der Selbständigen in Deutschland

Quelle: BMWi

Die Zahl der Selbständigen (nicht zu verwechseln mit innovativen Unternehmen) ist in den alten Ländern von 1991 bis zum Beginn 1995 von 3.053.000 auf 3.098.000 Personen leicht gestiegen. In den neuen Ländern wuchs sie in derselben

Zeit auf 142 %, von 371.000 auf 529.000 Personen. Bezogen auf die Bevölkerung in den Landesteilen (Neue Bundesländer = 19,1 % von Gesamtdeutschland) gibt es in den neuen Ländern relativ mehr Selbständige (32,3 %).<sup>7</sup>

Nur ein Bruchteil der Gründer ist jedoch auf innovativen Feldern tätig. Innovativ bedeutet in diesem Zusammenhang, daß das Unternehmen neuartige Verfahren entwickelt, welche als Produkte vermarktet werden sollen oder als Basis eines Dienstleistungsangebotes dienen. Eingeschlossen werden auch Gründer, die eine technische Dienstleistung anbieten, welche auf einer Produkt- oder Verfahrensinnovation beruht und der Vertrieb innovativer Produkte. Eine Statistik innovativer Gründer gibt es bisher nicht. Die soll im Rahmen des bereits erwähnten ATHENE-Projektes entstehen.



**Abbildung 4:** Existenzgründer, die 1991/92 einen Antrag auf EKH gestellt haben

*Quelle:* Deutsche Ausgleichsbank, Forschungsagentur Berlin GmbH

Wir ziehen zur Beurteilung der Situation daher eine Studie der Deutschen Ausgleichsbank<sup>8</sup> über die Antragsteller für Eigenkapitalhilfen heran. Das Bild ist nicht ganz repräsentativ, denn nicht alle Gründer stellen diese Kreditanträge und bekommen sie auch bewilligt. Es gab auch ein spezielles Förderprogramm des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, das in diesem

7 Zahlen nach: Bundesministerium für Wirtschaft „Wirtschaftsdaten Neue Länder“ Dezember 1995.

8 Zahlen aus: Richert, J., Schiller, R., Hochschulabsolventen als Existenzgründer, Auftragsstudie der Deutschen Ausgleichsbank für das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft, Bonn 1994, Seite 3.



Zeitraum ca. 100 besonders innovative Gründer speziell gefördert hat, so daß sie in dieser Statistik nicht erschienen. Die Zahlen der Ausgleichsbank machen aber m.E. die Größenordnungen gut transparent. Danach sind von 8521 untersuchten Gründern der Förderjahrgänge 1991/92 438 innovativ, das sind ca. 5 %. Nur 351 dieser Unternehmensgründer besitzen einen Universitäts-, Hochschul- oder Fachhochschulabschluß. Auch bei den 438 innovativen Gründern hatten nur die reichliche Hälfte (241 Personen) einen akademischen Abschluß.

Die Gruppe der innovativen Neuunternehmer ist also sehr, sehr klein. Kann sie die mangelnde Anzahl durch Qualität und Leistung ausgleichen?

### *Unternehmensgründungen von Mitarbeitern an Universitäten, Hochschulen und Fachhochschulen*

Die personellen Voraussetzungen für Unternehmensgründungen aus Forschung und Entwicklung sind in Deutschland äußerst günstig. Immerhin, knapp eine halbe Million Menschen sind in Deutschland am Arbeitsplatz mit Forschung und Entwicklung beschäftigt, davon 300.000 in Unternehmen. 200.000 sind Wissenschaftler in den Hoch- und Fachschulen, in Max-Planck-Instituten und Forschungsgruppen, in Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft, in Großforschungseinrichtungen und einer Reihe ähnlicher Institutionen.

In unserem bereits erwähnten Projekt „ATHENE“ wollten wir wissen, wieviel Angestellte an Universitäten neben ihrer Tätigkeit als Hochschullehrer ein technologieorientiertes Unternehmen betreiben. Hier bestand die allgemeine Expertenmeinung, daß es zwar solche Exoten gäbe, der „normale“ Hochschullehrer es jedoch strikt ablehnen würde, sich unternehmerischen Fragen zuzuwenden.

Unsere Ist-Stand-Schätzung wurde im Jahr 1996 durchgeführt.

Als Methode diente eine repräsentative Telefonbefragung an Universitäten, Hochschulen und technischen Fachhochschulen. Die Grundgesamtheit betrug 95.755 wissenschaftliche Mitarbeiter, Dozenten und Lehrstuhlinhaber an ingenieurwissenschaftlichen, mathematischen und naturwissenschaftlichen Fachbereichen.

6,85 % der befragten Personen hatten ein technologieorientiertes Unternehmen gegründet und betrieben es zum Zeitpunkt der Befragung noch. Das sind bezogen auf die Grundgesamtheit ca. 6.600 Personen.

Erfahrungswerte zeigen, daß ca. 20 % Einzelgründungen und 80 % Teamgründungen sind. Es ergeben sich ca. 1.300 Einzelgründungen. Setzt man Teamgründungen mit 2,5 Personen an, kann man ca. 2.100 Unternehmungen mit mehreren Gesellschaftern annehmen. Der Bestand an *Unternehmen mit Gesellschaftern aus dem Hochschulbereich* kann auf 3.000 bis 3.500 geschätzt werden.

*Das Gründungspotential aus Universitäten, Hochschulen und Fachhochschulen*

Interessant ist ebenfalls, welche Anzahl von Neugründungen wir aus dem Hochschulbereich in den nächsten Jahren erwarten können. Dazu wurde eine Potentialuntersuchung durchgeführt.

Die Methode war ebenfalls eine repräsentative Telefonbefragung an Universitäten, Hochschulen und technischen Fachhochschulen mit derselben Grundgesamtheit.

4,4 % der befragten Personen befanden sich bereits in der Realisierungsphase zur Gründung oder hatten den konkreten Entschluß dazu gefaßt. Das sind bezogen auf die Grundgesamtheit ca. 4.200 Personen. Bei gleichen Verhältnissen zwischen Team- und Einzelgründungen ergibt sich die Annahme, daß ca 840 Einzelgründungen und 1.300 Teamgründungen zu erwarten sind..

**Das Potential an Gründungen aus dem Hochschulbereich kann auf 1.900 bis 2.200 Unternehmen geschätzt werden.** Damit bildet es zwar einen von der Mitarbeiterzahl und Wirtschaftskraft zunächst schwachen, aber doch nicht zu unterschätzenden Keim für neue Arbeitsplätze.

*Die Gründer aus dem Hochschulbereich*

Auch für die Gruppe der technologieorientierten Gründungen aus dem Wissenschaftsbereich bestätigt sich die Beschreibung der Gründerpersönlichkeiten, wie sie aus der Analyse geförderter Unternehmensgründungen, z.B. durch die Deutsche Ausgleichsbank oder das Fraunhofer-Institut für Systemanalyse und Innovationsforschung<sup>9</sup>, bereits in anderen Zusammenhängen festgestellt wurde.

Die „durchschnittlichen“ Gründer aus Hochschulen haben mehrheitlich ein ingenieur- oder naturwissenschaftliches Studium absolviert, sind durchschnittlich 38 Jahre alt, haben vor der Gründung im Schnitt 11 Jahre Berufserfahrung gesammelt und sind zu 80 bis 90 % männlich.

Eine persönliche und berufliche Vorbereitung auf die Gründung ist durchaus nicht bei jedem Gründungswilligen vorhanden. 40% der im Förderprogramm technologieorientierte Unternehmensgründungen (TOU) geförderten Jungunternehmer hatten keine Leitungserfahrung vor der Gründung sammeln können. 29 % besaßen keine Branchenerfahrung. Kenntnisse in Betriebswirtschaft, Unternehmensführung und Marketing waren nur selten vorhanden.

Als Gründungsmotive stehen berufliche und wirtschaftliche Unabhängigkeit neben einer eigenen Produktidee, die man verwirklichen möchte, und dem

9 Pleschak, Merkmale technologieorientierter Unternehmensgründungen aus Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen 1996.

Wunsch nach Selbstverwirklichung an den vorderen Stellen. Einkommensverbesserungen erhoffen nur 27 % der Neugründer aus dem Wissenschaftsbereich.

### *1. Hoher Kapitalbedarf und zu geringes Eigenkapital*

Unternehmerische Ideen in erfolgreiche Handlungen umzusetzen, erfordert die Fähigkeit und die Bereitschaft, sich den komplexen Bedingungen des Marktes zu stellen. „Nach wie vor ist die entscheidende Einflußgröße beim Transfer von guten Ideen zu guten Umsätzen und Gewinnen die Eigenkapitalausstattung eines Unternehmens. Sie bestimmt die unternehmerische Dynamik und das Spektrum der zur Verfügung stehenden Optionen, nicht zuletzt auch die Fähigkeit zur Fremdfinanzierung.“<sup>10</sup>

Deutschland verfügt über einen Kapitalmarkt mit großem Anbieterpotential. Die Risikobereitschaft der Kreditoren ist jedoch sehr unterschiedlich ausgeprägt. Während ein großer Teil der Banken und auch Beteiligungsgesellschaften es ablehnt, innovative Existenzgründer bzw. FuE-Vorhaben mit zu finanzieren, lassen sich andere dieses Risiko mit sehr hohen Zinssätzen bezahlen. Bei Unternehmen aus den neuen Bundesländern ist die Vorsicht oft noch erhöht.

Die Neigung vieler Existenzgründer, mehr auf das Produkt zu schauen als auf das Geld, das damit verdient werden kann, läßt Kapitalgeber oft im Zweifel, ob der Rückfluß gesichert und der Schuldendienst bedient werden kann. Wenn nur 27% der Gründer für sich selbst Einkommensverbesserungen prognostizieren, werden Kapitalgeber die Verdienstmöglichkeiten für sich natürlich nicht besser bewerten.

Der Mangel an Kapital für FuE-Leistungen in bestehenden Unternehmen bzw. technologieorientierten Existenzgründungen wird allgemein als eines der Haupthindernisse der Innovationstätigkeit in Deutschland erkannt.

### *2. Keine realistische Einschätzung der Marktchancen, unprofessionelles Marketing*

Im Bereich des *Marketing* junger innovativer Unternehmen, einem weiteren Schwerpunkt der Unterstützung, treffen Qualifizierungsdefizite, Kapitaldefizite, Organisationsdefizite, Managementdefizite, Kooperationsdefizite und das Fehlen von den richtigen Bekannten in oftmals nahezu klassischer Art und Weise aufeinander. Personen, die aus der Wirtschaft kommen und Branchenkenntnisse mitbringen, sind dem Gründer aus der Hochschule gegenüber eindeutig im Vorteil. Die Schwierigkeiten beim Markteintritt werden generell unterschätzt. Sowohl die dafür notwendigen finanziellen und personellen Aufwendungen als auch die notwendige Zeit können kaum adäquat geplant werden.

10 Zitat aus der Werbebroschüre der Beteiligungsgesellschaft für die deutsche Wirtschaft mbH.

### *3. Betriebswirtschaftliche Kenntnisse fehlen*

Auch in der heutigen Hochschulausbildung hat sich leider nicht viel an der einseitig technologiezentrierten Ausbildung der Naturwissenschaftler und Ingenieure verändert. Was dringend gebraucht wird, sind gut ausgebildete Marketingfachleute und Techniker, die gelernt haben, den gesamten Innovationszyklus zu überblicken.

### *4. Abschätzung der Machbarkeit der Idee problematisch*

Die Gründer sind oft in ihre Produktidee verliebt und haben Schwierigkeiten, deren Umsetzung realistisch zu planen. Vor allem das Verhältnis von zur Produktion notwendigem Aufwand und erzielbarem Erlös wird selten richtig eingeschätzt. Technische Probleme werden übersehen. Es entstehen sogenannte 95%-Produkte, die nie ganz fertig werden.

### *5. Informationsdefizit*

Einem großen Angebot an verschiedenen Beratern, Landesinstitutionen, Initiativen etc. zur Gründungsförderung steht die Tatsache entgegen, daß die Gründer selbst *Informationsdefizite* beklagen. Die Infrastruktur ist nicht genügend vernetzt, die angebotenen Leistungen geben oft nur Einzelinformationen. Benötigt wird ein Coaching der Jungunternehmer, in dem erfahrene Betreuer das Unternehmen begleiten, gekoppelt mit modular aufgebauten Weiterbildungsangeboten.

Trotz vieler staatlicher Unterstützung und großem Interesse in der Gesellschaft blieb der erhoffte Gründungsboom bisher aus! Befragt man Studenten, so denken nur ca. 5 % daran, sich später selbständig zu machen. Fast alle wollen entweder in den öffentlichen Dienst oder in großen Unternehmen ihre Laufbahn beginnen.

Offensichtlich sind die Anreize für eine selbständige Existenz in Deutschland nicht groß genug. Gegenüber der Zeit von Schering und Siemens hat sich das soziokulturelle Umfeld entscheidend geändert.. Wer materiell gut leben will, braucht ein stabiles und hohes Einkommen. Das ist bei vielen Unternehmungen nicht garantiert. Viele Unternehmer müssen sich mit Darlehen belasten, die ihnen auf längere Sicht geringere Realeinkommen als im öffentlichen Dienst einbringen. Verluste und Ausfälle müssen kompensiert werden. Und was ist, wenn das Unternehmen scheitert?

Leider ist in Deutschland das Bild vom Unternehmer und Selbständigen sehr verzerrt worden. Viele Unternehmungen werden abschätzig betrachtet. Ich wünschte mir, daß die Kultur der Selbständigkeit wieder entwickelt wird, die wir zu Zeiten von Schering auch in Deutschland hatten.

## Die Autorinnen und Autoren

**Dr. Siegfried Greif**, Deutsches Patentamt, Zweibrückenstr. 12, D-80331 München

**Dr. Christoph Grenzmann**, Geschäftsführer der SV-Gemeinnützige Gesellschaft für Wirtschaftsstatistik mbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Barkhovenallee 1, D-45239 Essen

**Claudia Herrmann**, Geschäftsführerin der Forschungsagentur Berlin GmbH, Rathausstr. 2a, D-15366 Neuenhagen bei Berlin

**Dr. Gunter Kayser**, Geschäftsführer des Instituts für Mittelstandsforschung Bonn, Maximilianstr. 20, D-53111 Bonn

**Prof. Dr. Hubert Laitko**, Florastr. 39, D-13187 Berlin

**Dr. Karlheinz Lüdtke**, Institut für Soziologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Otto-Schott-Str. 41, D-07740 Jena

**Prof. Dr. Werner Meske**, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Reichpietschufer 50, D-10785 Berlin

**PD Dr. Heinrich Parthey**, Institut für Bibliothekswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, Dorotheenstr. 26, D-10099 Berlin

**PD Dr. Roland Wagner-Döbler**, Philosophisches Institut der Universität Augsburg, Universitätsstr. 1, D-86159 Augsburg

**Prof. Dr. Manfred Wölfling**, Heinrich-Roller-Str. 19, D-10405 Berlin

**Dr. Regine Zott**, Institut für Philosophie, Wissenschaftstheorie, Wissenschafts- und Technikgeschichte der Technischen Universität Berlin, Ernst-Reuter-Platz 7, D-10587 Berlin

## **Publikationen der Mitglieder in den Jahren 1994–1996**

**Jan Berg & Roland Wagner-Döbler:** A multidimensional analysis of scientific dynamics. Part I. Case studies of mathematical logic in the 20th century. – In: *Scientometrics* (Budapest). 35(1996)3, S. 321 – 346.

**Manfred Bonitz:** The multidimensional space of scientometrics: The Derek John de Solla Price award. – In: *Scientometrics* (Budapest). 29(1994)1, S. 3 – 14.

**Manfred Bonitz:** Scientometrie im Spiegel der Solla-Price-Medaillengewinner 1984 bis 1993. – In: *Nachrichten für Dokumentation* (Darmstadt). 45(1994)2, S. 106 – 111.

**Manfred Bonitz, Eberhard Bruckner & Andrea Scharnhorst:** Country maps through co-structure clustering. – In: *Select Papers Presented at the Fourth International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics*, Berlin, 11–15 September 1993. Part IV. Hrsg. v. A. Korennoy, W. Glänzel u. H. Kretschmer. Special Issue of the *International Journal Science and Science of Science* (Kiew). 5(1994)3, S. 5 – 13.

**Manfred Bonitz:** 4. International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics. – In: *Nachrichten für Dokumentation* (Darmstadt). 45(1994)1, S. 48 – 49.

**Manfred Bonitz:** Promoting Scientometrics by International Schools. (Comment on Glänzel/Schöpfliin-Article). – In: *Scientometrics* (Budapest). 30(1994)2/3, S. 451–453.

**Manfred Bonitz:** Letter to the Editor. – In: *Scientometrics* (Budapest). 31(1994)1, S. 123.

**Manfred Bonitz, Eberhard Bruckner & Andrea Scharnhorst:** The structure of world science in the eighties: country maps 1985–1989 versus 1980–1984. – In: *Proceedings of the Fifth International Conference of the International*

- Society for Scientometrics and Informetrics, June 7–10, 1995, River Forest, IL, USA, Eds. Michael E.D.Koenig and A. Bookstein. Medford, NJ., USA: Learned Information 1995, S. 63 – 72.
- Manfred Bonitz, Eberhard Bruckner & Andrea Scharnhorst:** The Matthew effect or the two worlds in science. Consequences from world science structure research. – In: Extended Abstracts of the Fourth Science and Technology Indicators Conference, October 5–7, 1995, Antwerp, Belgium. Leiden: Centre for Science and Technology Studies, University of Leiden 1995, S. 163 – 167.
- Manfred Bonitz:** Comments on Robert K. Merton, recipient of the 1995 Derek de Solla Price award. – In: *Scientometrics* (Budapest). 34(1995)2, S. III–VII.
- Manfred Bonitz:** (Rezension) *Dictionary of bibliometrics*. Ed. Virgil Diodato. New York: Haworth-Press 1994, XIII, 185 Seiten. – In: *Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie* (Berlin). 43(1996)2, S. 181 – 182.
- Manfred Bonitz:** Robert K. Merton und die Wissenschaftsmetrie – Wie zeitgemäß ist komplexe integrierte Wissenschaftsforschung? – In: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ost-Berlin. Reden eines Kolloquiums, Berlin 23.09.1995. Hrsg. v. Hg. Meyer. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V., Heft 10, 1996, S. 136 -137.
- Manfred Bonitz:** (Rezension) Loet Leydesdorff: *The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement and Self-Organization of Scientific Communications*. Leiden: DSWO Press, University Leiden 1995. 243 Seiten. – In: *Scientometrics* (Budapest). 36(1996)2, S. 271 – 272.
- Manfred Bonitz, Eberhard Bruckner & Andrea Scharnhorst:** „Denn wer da hat, dem wird gegeben ...“ – Die Messung des Matthäuseffektes für Länder. – In: Deutscher Dokumentartag 1996. Die digitale Dokumentation. Universität Heidelberg, 24.-26. September 1996, Proceedings. Hrsg. v. W. Neubauer. Frankfurt am Main: Deutsche Gesellschaft für Dokumentation 1996. S. 147 – 153.
- Manfred Bonitz, Eberhard Bruckner & Andrea Scharnhorst:** Why and could we measure the Matthew effect for countries? – In: Proceedings COLIS 2, Second International Conference on Conceptions of Library and Information Science, October 13–16, 1996, Copenhagen. Copenhagen: The Royal Scholl of Librarianship 1996, S. 185 – 199.
- Bernhard vom Brocke & Hubert Laitko (Hrsg.):** *Die Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute. Das Harnack-Prinzip*. Berlin-New York: Walter de Gruyter 1996. XIII + 672 Seiten.

- Klaus Fuchs-Kittowski & Hans Junker:** Zukünftige Erwartungen an den Gestalter moderner Informationstechnologien. – In: InfoTech. 5(1993)4.
- Klaus Fuchs-Kittowski:** Gedanken zur Entwicklung der Informatik. – Überbrückung des Spannungsfeldes zwischen formalem Modell und nichtformaler Welt durch eine komplexe, nutzerbezogene Informationssystemgestaltung als soziale Aktion. Thesen für IFIP-Computer Weltkongreß. – In: Workshop der Studierenden im Rahmen des IFIP-Weltkongreß 1994. Hrsg. v. J. Nedo. Hamburg: Fachbereich Informatik der Universität Hamburg 1994. (FBI-HH-Mitteilung 237/94).
- Klaus Fuchs-Kittowski:** Die Psychophysiologie benötigt eine weder dualistische noch reduktionistische Lösung des Geist-Gehirn-Problems. – In: Ethik und Sozialwissenschaften – Streitforum für Erwägungskultur. 6(1995)1.
- Klaus Fuchs-Kittowski & Hans Kellner:** Werden die Kapitäne in der Zukunft Automaten oder Menschen sein? Thesen zur Tagung Mensch-Maschine-Kommunikation 1995, Hattingen 1995.
- Klaus Fuchs-Kittowski, Hans Kellner und Rudolf Ziegler:** Komplexität, Fehler, Risiken und die Paradoxien der Sicherheit. Thesen zur Tagung Komplexität – Erfahrung – Sicherheit. Fachgruppe 8 „ Informatik und Gesellschaft“ der Gesellschaft für Informatik
- Klaus Fuchs-Kittowski:** Information neither Matter nor Mind – On the Essence and on the Evolutionary Stages Concept of Information. Second Conference on the Foundations of Information Science. Vienna University of Technology, 11–15 June 1996.
- Klaus Fuchs-Kittowski:** Die Paradoxien der Sicherheit und die Stellung des Menschen in hochkomplexen informationstechnologischen Systemen. Thesen zur Tagung Mensch – Maschine – Kommunikation 1996, Brandenburg 1996. Arbeitsgruppe 3: Interaktionsproblematik: Elektronischer Denker – Menschlicher Lenker.
- Wolfgang Glänzel & Hildrun Kretschmer (Hrsg.):** Select Papers Presented at the Fourth International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics, Berlin, 11–15 September 1993. Part I. Special Issue of the International Journal Research Evaluation, Vol. 2, No. 3 (1992).
- Wolfgang Glänzel & Hildrun Kretschmer (Hrsg.):** Select Papers Presented at the Fourth International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics, Berlin, 11–15 September 1993. Part II. Special Issue of the International Journal Research Evaluation, Vol. 3, No. 1 (1993).



- Wolfgang Glänzel & Hildrun Kretschmer (Hrsg.):** Select Papers Presented at the Fourth International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics, Berlin, 11–15 September 1993. Part III. Special Issue of the International Journal Scientometrics, Vol. 30, No. 1 (1994).
- Wolfgang Glänzel & Hildrun Kretschmer (Hrsg.):** Select Papers Presented at the Fourth International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics, Berlin, 11–15 September 1993. Part V. Special Issue of the The International Journal of Scientometrics and Informetrics, Vol. 1, No. 2 (1995).
- Wolfgang Glänzel & Hildrun Kretschmer (Hrsg.):** Select Papers Presented at the Fourth International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics, Berlin, 11–15 September 1993. Part VI. Special Issue of the The International Journal of Scientometrics and Informetrics, Vol. 1, No. 3–4 (1995).
- Jochen Gläser & Werner Meske:** Anwendungsorientierung von Grundlagenforschung ? Erfahrungen der Akademie der Wissenschaften der DDR. Frankfurt am Main/New York: Campus Verlag 1996. 424 Seiten.
- Siegfried Greif:** Patente – Statistik und Analysen. – In: Jahresbericht 1993. Hrsg. v. Deutschen Patentamt. München: Deutsches Patentamt 1994.
- Siegfried Greif:** Gentechnik ohne Deutschland? Seit 1990 stagnieren deutsche Anmeldungen. – In: VDI-Nachrichten (Düsseldorf). (1994) 32. S. 10.
- Siegfried Greif:** Patente – Statistik und Analysen. – In: Jahresbericht 1994. Hrsg. v. Deutschen Patentamt. München: Deutsches Patentamt 1995. S. 14 – 25.
- Siegfried Greif:** Forschung und Entwicklung und Patente. – In: F&E-Management in der Pharma-Industrie. Hrsg. v. R. Herzog. Aulendorf: Editio Cantor Verlag 1995. S. 229 – 239
- Siegfried Greif:** Entwicklungen auf dem Gebiet der Biotechnologie im Spiegel von Patenten. Tagungspapier. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie: Patentaktivitäten von Hochschulen am Beispiel der Biotechnologie, Köln, 21./22.9.1995
- Siegfried Greif:** Patente – Statistik und Analysen. – In: Jahresbericht 1995. Hrsg. v. Deutschen Patentamt. München: Deutsches Patentamt 1996. S. 13 – 27.
- Siegfried Greif:** Naturwissenschaftlich-technische Forschung und Entwicklung in der Deutschen Demokratischen Republik und in den neuen Bundesländern. Eine patentstatistische Analyse. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Hrsg. v. H. Laitko, H. Parthey u. J. Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 99 – 149.

- Christoph Grenzmann & Siegfried Greif:** Relationship Between R & D Input and Output. – In: Innovation, Patents and Technological Strategies. Hrsg. v. OECD. Paris 1996. S. 71 – 88
- Günter Hartung:** Erfindertätigkeit von Autoren aus Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft 1924 – 1943. Patentstatistiken in der historischen Analyse von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft. – In: Die Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute. Das Harnack-Prinzip. Hrsg. v. B. vom Brocke u. H. Laitko. Berlin-New York: Walter de Gruyter 1996. S. 521 – 540.
- Günter Hartung:** Erkenntnisse der quantitativen Wissenschaftsforschung in der bibliothekswissenschaftlichen Ausbildung. – In: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ost-Berlin. Reden eines Kolloquiums, Berlin 23.09.1995. Hrsg. v. Hg. Meyer. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V., Heft 10, 1996, S. 178 -191.
- Günter Hartung & Heinrich Parthey:** Wissenschaftliche Elite und ihre Rezeption 50 Jahre später. Autoren der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Hrsg. v. H. Laitko, H. Parthey u. J. Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 45 – 66.
- Petra Hauke:** Bibliographie zur Geschichte der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. Teilbände I – III. Berlin: Veröffentlichungen aus dem Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Heft 6 1994. XIV, 507 Seiten.
- Frank Havemann:** Changing publication behaviour of East European scientists and the impact of their papers. A bibliometric analysis based on the Science Scitation Index. In: Science and the Science of Science (Kiew). 4(1995) S. 41 – 46 (Proceedings of the European conference on Social Science Information Needs and Provision in a Changing Europe, Berlin 1994)
- Frank Havemann:** Changing publication behaviour of East and Central European scientists and the impact of their papers. In: Information Processing & Management (Oxford). 32(1996)4, S. 489 – 496
- Frank Havemann:** Physikalische Forschung in der Region Berlin-Brandenburg. Eine Forschungslandschaft im Spiegel von Publikationszahlen. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Hrsg. v. H. Laitko, H. Parthey u. J. Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 67 – 98.

- Eckart Henning & F. Beck (Hrsg.):** Die archivalischen Quellen, eine Einführung in ihre Benutzung. 1. u. 2. Aufl. Veröffentlichungen des Brandenburgischen Landeshauptarchivs, Bd. 29. Böhlau, Weimar 1994, 298 S.
- Eckart Henning:** Genealogie und Rechtsgeschichte. Zur Verleihung der Bardeleben-Medaille an Prof. Dr. Armin Wolf anläßl. d. 125-Jahrfeier des Herold“ in Berlin am 5. Nov. 1994. – In: Genealogie. 43 (1994) S. .
- Eckart Henning:** Heraldische Ungereimtheiten am Berliner Reichstagsgebäude. Alte Sünden u. neue Nutzung durch den deutschen Bundestag. – In: Mitt. des Vereins f. d. Geschichte Berlins. 90 (1994). S. 221 – 227
- Eckart Henning:** Im Kampf um Berlin. Aufzeichnungen eines Abteilungsleiters beim Preußischen Geheimen Staatsarchiv, Dr. Reinhard Lüdicke, über seinen Volkssturmeinsatz vom 29.4.-2.5.1945. – In: Archivmitt. 43 (1994). S. 5 – 14.
- Eckart Henning:** Titulaturenkunde. Prolegomena einer “neuen“ Hilfswissenschaft f. d. Historiker. – In: Festschrift zum 125jährigen Bestehen des Herold zu Berlin 1869–1994, Hrsg. B. Jähnig, K. Schulz. Herold-Studien, Bd. 3. Berlin 1994, S. 293 – 310.
- Eckart Henning:** Das Harnack-Haus in Berlin-Dahlem (1929–1995). In: Fixpunkte – Wissenschaft in der Stadt und der Region. Festschrift für Hubert Laitko anlässlich seines 60. Geburtstages. Hrsg. v. H. Kant. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Dr. Michael Engel 1996. S. 209 – 234.
- Eckart Henning:** Das Harnack-Haus in Berlin-Dahlem. „Institut für ausländische Gäste“, Clubhaus und Vortragszentrum der Kaiser-Wilhelm/Max-Planck-Gesellschaft. München 1996 (Max-Planck-Gesellschaft, Berichte und Mitteilungen, Heft 2/1996). 184 Seiten.
- Dieter Hoffmann, Horst Kant & Hubert Laitko:** Walther Bothe – Wissenschaftler in vier Reichen. Preprint Nr. 26/95, Forschungsschwerpunkt Wissenschaftsgeschichte und -theorie der Fördergesellschaft Wissenschaftliche Neuvorhaben mbH Berlin 1995. 23 Seiten.
- Dieter Hoffmann & Hubert Laitko:** Kompetenz, Autorität und Verantwortung: Helmholtz und die Wissenschaftspolitik im Wilhelminischen Deutschland. – In: PTB-Mitteilungen (Braunschweig). 105(1995)4. S. 255 – 262; auch in: Hermann von Helmholtz (1821 bis 1894). Berliner Kolloquium zum 100. Todestag. Hrsg. v. D. Hoffmann u. H. Lübbig. Braunschweig 1996. S. 115 – 135.

- Horst Kant:** Helmholtz' Vortragskunst und sein Verhältnis zur populären Wissensvermittlung, – In: Universalgenie Helmholtz – rückblick nach 100 Jahren. Hrsg. v. L. Krüger. Berlin: Akademie-Verlag 1994. S. 315 – 329.
- Horst Kant:** Kalendarium zu ausgewählten Daten der Naturwissenschafts- und Technikgeschichte (Schwerpunkt Physikgeschichte) für 1994. – In: Physik in der Schule (Berlin). 32(1994)1, S. 38–39.
- Horst Kant:** Arthur Wehnelt und die Elektronenphysik. – In: Physik in der Schule (Berlin). 32(1994)3, S. 115 – 117.
- Horst Kant:** August Kundt – Ein Ästhet des Experiments. – In: Physik in der Schule (Berlin). 32(1994)5, S. 193 – 196.
- Horst Kant:** Hermann Helmholtz, der „Reichkanzler der Physik“ – Zum 100. Todestag des universellen Gelehrten. – In: Physik in der Schule (Berlin). 32(1994)10, S. 352 – 357.
- Horst Kant:** Hermann von Helmholtz als Physiker. – In: Physik in unserer Zeit. 25(1994)6, S. 284 – 289.
- Horst Kant:** Rezension zu D. Hoffmann (Hrsg.) „Operation Epsilon – Die Farm-Hall-Protokolle oder die Angst der Alliierten vor der deutschen Atombombe“. – In: Physik in der Schule (Berlin). 32(1994)11, S. 398 – 399.
- Horst Kant:** Rezension zu D. Cahan „The Letters of Hermann von Helmholtz ... ..“ – In: Physikalische Blätter (Weinheim). 50(1994)3, S. 268.
- Horst Kant:** Gustav Magnus und seine Berliner Physiker-Schule. – In: Gustav Magnus und sein Haus. Hrsg. v. D. Hoffmann. Stuttgart: GNT-Verlag 1955. S. 33 – 53.
- Horst Kant:** Werner von Siemens und sein Wirken im Berliner Elektrotechnischen Verein sowie in der Preußischen Akademie der Wissenschaften. – In: Werner Siemens (1816–1892) – Studien zu Leben und Werk. Hrsg. v. D. Hoffmann u. W. Schreier. Braunschweig 1995 (PTB-Texte Band 2). S. 117 – 134.
- Horst Kant:** Kalendarium zu ausgewählten Daten der Naturwissenschafts- und Technikgeschichte (Schwerpunkt Physikgeschichte) für 1995. – In: Physik in der Schule (Berlin). 33(1995)1, S. 35–36.
- Horst Kant:** Im Schatten von Niels Bohr? – Der holländische Physiker H. A. Kramers. – In: Physik in der Schule (Berlin). 33(1995)1, S. 31 – 33.
- Horst Kant:** Wilhelm Conrad Röntgen und die Entdeckung der Röntgenstrahlen vor 100 Jahren. – In: Physik in der Schule (Berlin). 33(1995)11, S. 412 – 417.
- Horst Kant:** Friedensnobelpreis 1995. – In: Physik in der Schule (Berlin). 33(1995)12, S. 457 – 458.

- Horst Kant:** 150 Jahre Deutsche Physikalische Gesellschaft – Ein Blick in die Geschichte und auf die 59. Physikertagung. – In: Physik in der Schule (Berlin). 33(1995)5, S. 195 – 199.
- Horst Kant:** Die Ära der Röntgenstrahlen. – In: Spektrum der Wissenschaft. (1995)9, S. 88 – 95.
- Horst Kant:** Emil Warburg und die Physik in Berlin. Preprint Nr. 32/95, Forschungsschwerpunkt Wissenschaftsgeschichte und -theorie der Fördergesellschaft Wissenschaftliche Neuvorhaben mbH Berlin 1995. 21 Seiten.
- Horst Kant:** Rezension zu A. Fölsing, Wilhelm Conrad Röntgen – Aufbruch ins Innere der Materie (München 1995). – In: Physikalische Blätter (Weinheim). 51(1995)11, S. 1104.
- Horst Kant:** Rezension zu „The Collected Papers of Albert Einstein, Vol. 3“ – In: Physik in der Schule (Berlin). 33(1995)4, S. 195 – 196.
- Horst Kant:** Tagungsbericht „150 Jahre Deutsche Physikalische Gesellschaft“. – In: Internationale Zeitschrift für Geschichte und Ethik der Naturwissenschaft, Technik und Medizin (Leipzig). 3(1995)4, S. 271 – 272.
- Horst Kant:** Tagungsbericht „Wissenschaft und Stadt/Region“. – In: Internationale Zeitschrift für Geschichte und Ethik der Naturwissenschaft, Technik und Medizin (Leipzig). 3(1995)4, S. 272 – 273.
- Horst Kant (Hrsg.):** Fixpunkte – Wissenschaft in der Stadt und der Region. Festschrift für Hubert Laitko anlässlich seines 60. Geburtstages. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Dr. Michael Engel 1996. XII + 399 Seiten.
- Horst Kant:** Physik in Berlin vor der Jahrhundertwende im Kontext ihrer kommunikativer Strukturen. – Eine Betrachtung zu möglichen Untersuchungsfeldern. – In: Fixpunkte – Wissenschaft in der Stadt und der Region. Festschrift für Hubert Laitko anlässlich seines 60. Geburtstages. Hrsg. v. H. Kant. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte M. Engel 1996. S. 135 – 159.
- Horst Kant:** Albert Einstein, Max von Laue, Peter Debye und das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Berlin (1917–1939). – In: Die Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute. Das Harnack-Prinzip. Hrsg. v. B. vom Brocke u. H. Laitko. Berlin-New York: Walter de Gruyter 1996. S. 227 – 243.
- Horst Kant:** Andrej Sacharow – Physik und Verantwortung. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Hrsg. v. H. Laitko, H. Parthey u. J. Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 259 – 290.
- Horst Kant:** Die Bedeutung von Hermann von Helmholtz für die theoretische Physik des 19. Jahrhunderts. – In: Hermann von Helmholtz. Vorträge eines

- Heidelberger Symposiums anlässlich des 100. Todestages. Hrsg. v. W. U. Eckart u. K. Volkert. Pfaffenweiler: Centaurus-Verlagsgesellschaft 1996. S. 207 – 239.
- Horst Kant:** Kurzbiographien über Arons, Foucolt, Frölich, Graftio, Kerr, Klasson, Krzhizhanowskij, Langen, Likkikan, Naglo, Papaleksi, Poincare, Slawjanow, Stefan, Toletov, Van de Graaff, Wehnelt. – In: Lexikon der Elektrotechnik. Hrsg. v. K. Jäger. Berlin-Offenbach: VDE-Verlag 1996.
- Horst Kant:** Kalendarium zu ausgewählten Daten der Naturwissenschafts- und Technikgeschichte (Schwerpunkt Physikgeschichte) für 1996. – In: Physik in der Schule (Berlin). 34(1996)1, S. 38–39.
- Horst Kant:** Ein Pionier der Quantenmechanik wird 100 – Friedrich Hund zum Geburtstag. – In: Physik in der Schule (Berlin). 34(1996)2, S. 74.
- Horst Kant:** Rutherford und die ersten Dezenien der Erforschung der Radioaktivität. – In: Physik in der Schule (Berlin). 34(1996)4, S. 231 – 244.
- Horst Kant:** Betrachtungen zur Frühgeschichte der Kernphysik – Vor hundert Jahren wurde die Radioaktivität entdeckt. – In: Physikalische Blätter (Weinheim). 52(1996)3, S. 233 – 236.
- Horst Kant:** Rezension zu D. Hoffmann, J. Robert Oppenheimer – Schöpfer der ersten Atombombe (Berlin-Heidelberg-New York 1995) – In: Physikalische Blätter (Weinheim). 52(1996)9, S. 904.
- Marion Kazemi:** Quellen zur Geschichte der Luft- und Raumfahrt im Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft.- In: Archivmitt. 43, 56–60 (1994).
- Hildrun Kretschmer:** Coauthorship networks of invisible colleges and institutionalized communities. – In: Scientometrics (Budapest). 30(1994)1, S. 364 – 369.
- Hildrun Kretschmer:** Quantity and quality in science of science. – In: Scientometrics (Budapest). 30(1994)2, S. 533 – 537.
- Hildrun Kretschmer:** Inverse power function of scientific productivity distance in coauthorship networks of invisible colleges. – In: Select Papers Presented at the Fourth International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics, Berlin, 11–15 September 1993. Part IV. Hrsg. v. A. Korennoy, W. Glänzel u. H. Kretschmer. Special Issue of the International Journal Science and Science of Science (Kiew). 5(1994)3, S. 136 – 139.
- Hildrun Kretschmer:** The citations structure of the international journal GENETICS from the psychological point of view. – In: IASLIC Bulletin. 39(1994)3, S. 97 – 106.

- Hildrun Kretschmer:** Scientific productivity and collaboration in invisible colleges. – In: Sunbelt 14 International Sunbelt Social Network Conference, New Orleans, USA, Februar 1994, Abstracts 97.
- Hildrun Kretschmer:** Analysis of social and professional networks. – In: Mid-Western Educational Research Association. Annual Meeting 1994, Abstract 31.
- Hildrun Kretschmer:** Wissenschaftliche Produktivität und Koauthorschaftsstrukturen. – In: Bericht über den 39. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Hamburg 1994. Hrsg. v. K. Pawlik. Göttingen-Bern-Toronto-Seattle: Hogrefe Verlag für Psychologie 1995. S. 645 – 651.
- Hildrun Kretschmer:** Preface. – In: The International Journal of Scientometrics and Informetrics. 1(1995)1, S. 1 – 2.
- Hildrun Kretschmer:** Scientific productivity and collaboration structure in invisible colleges. – In: Science and science of science (Kiew). 7(1996)1,
- Hildrun Kretschmer:** Analysis of coauthorship networks from the psychological point of view. – In: International Information, communication and education. 15(1996)1, S. 5 – 17.
- Hildrun Kretschmer:** 李咏梅译 蒋国华校 – In: World Science. 8(1996), S. 43 – 44.
- Hildrun Kretschmer:** Quantitative Wissenschaftsforschung: Von ihren Anfängen in einzelnen Instituten bis zur Gründung einer internationalen Gesellschaft. – In: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ostberlin. Reden eines Kolloquiums, Berlin 23.09.1995. Hrsg. v. Hg. Meyer. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V., Heft 10, 1996, S. 26 – 33.
- Hildrun Kretschmer:** Die Gemeinschaft der Wissenschaftler. Ein nicht-lineares System im Verlaufe von 5000 Jahren. – In: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ostberlin. Reden eines Kolloquiums, Berlin 23.09.1995. Hrsg. v. Hg. Meyer. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V., Heft 10, 1996, S. 34 – 55.
- Hildrun Kretschmer:** Nicht-Linearität in Koauthorschaftsnetzwerken. – In: Netzwerkanalyse, gemeinsame Tagung der Sektion „Methoden“ und „Modellbildung und Simulation“ der Deutschen Gesellschaft für Soziologie am 22. und 23. März 1996 in Köln, Abstract 6.
- Hildrun Kretschmer:** Non-linearity in coauthorship networks. – In: Sunbelt 16 International Sunbelt Social Network Conference, New Orleans, USA, Februar 1996, Abstracts 86.

- Alexander Korennoy, Wolfgang Glänzel & Hildrun Kretschmer (Hrsg.):** Select Papers Presented at the Fourth International Conference on Bibliometrics, Informetrics and Scientometrics, Berlin, 11–15 September 1993. Part IV. Special Issue of the International Journal Science and Science of Science (Kiew). 5(1994)3.
- Hubert Laitko:** Klaproth als ordentlicher Chemiker an der kgl. Preußischen Akademie der Wissenschaften. – In: Von der Phlogistik zur modernen Chemie. Vorträge des Symposiums aus Anlaß des 250. Geburtstages von Martin Heinrich Klaproth an der Technischen Universität Berlin. Hrsg. v. M. Engel. Berlin 1994. S. 119 -167.
- Hubert Laitko:** Fachhochschule – Lückenbüßer oder Innovation? Überlegungen zu institutionellen Realitäten und Möglichkeiten. – In: Utopie kreativ (Berlin). 41/42, März/April 1994. S. 50 – 69.
- Hubert Laitko:** Expertentum und Öffentlichkeit. Wortmeldung eines Ostdeutschen zum Thema Verantwortung. – In: Forum Wissenschaft (Marburg). 11(1994)2, S. 24 – 28.
- Hubert Laitko:** Wissenschaft und Wissenschaftspolitik. – In: Ansichten zur Geschichte der DDR, Band IV. Hrsg. v. D. Keller, H. Modrow u. H. Wolf. Eggersdorf 1994. S. 289 – 310.
- Hubert Laitko:** Zehn Jahre Kärnerarbeit. – In: ZeitGenosse – Jürgen Kuczynski. Hrsg. v. Th. Heubner. Berlin 1995. S. 44 – 56.
- Hubert Laitko:** Siemens und Carl Duisberg. – In: Werner von Siemens (1816 – 1892) Studien zu Leben und Werk. Hrsg. v. D. Hoffmann u. W. Schreier. Braunschweig 1995 (PTB-Texte Band 2). S.49 – 75.
- Hubert Laitko:** Betrachtungen zum Problem akademiespezifischer Forschung. – In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät (Berlin). 3(1995)3, S. 19 – 38.
- Hubert Laitko & Heinrich Parthey & Jutta Petersdorf (Hrsg.):** Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Marburg: BdWi-Verlag 1996. 306 Seiten.
- Hubert Laitko:** Berlin-Brandenburg – ein historischer gewachsener einheitlicher Wissenschaftsraum. Eine geschichtliche Betrachtung bis 1945. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Hrsg. v. H. Laitko, H. Parthey u. J. Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 17 – 44.
- Hubert Laitko:** Der Raum der Wissenschaft. – In: Fixpunkte – Wissenschaft in der Stadt und der Region. Festschrift für Hubert Laitko anlässlich seines 60. Geburtstages. Hrsg. v. H. Kant. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte M. Engel 1996. S. 313 – 340.



- Hubert Laitko:** Persönlichkeitszentrierte Forschungsorganisation als Leitgedanke der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft: Reichweite und Grenzen, Ideal und Wirklichkeit. In: Die Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute. Das Harnack-Prinzip. Hrsg. v. B. vom Brocke u. H. Laitko. Berlin-New York: Walter de Gruyter 1996. S. 583 – 632.
- Hubert Laitko:** Der Aufstieg der philosophischen Fakultät im 19. Jahrhundert – Keimzelle des modernen Universitätsprofils. – In: Bildungstheoretische Herausforderungen. Beiträge der Interdisziplinären Sommerschulen 1990 bis 1993. Hrsg. v. K.-F. Wessel, M. Mortag, W. Ebert u. L. Eckinger. Bielefeld: Kleine-Verlag 1996. S. 28 – 69.
- Hubert Laitko:** Physikgeschichte von innen betrachtet: Friedrich Hund als Historiker seines Faches. – In: Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen. II. Mathematisch-physikalische Klasse. Jg. 1996, Nr. 5, S. 293 – 341.
- Hubert Laitko:** Reflexionen über Karl-Friedrich Wessel, Hermann Ley und die List der Geschichte. – In: Die Biopsychosoziale Einheit Mensch – Begegnungen. Festschrift für Karl-Friedrich Wessel. Hrsg. v. F. Kleinhempel, A. Möbius, H.-U. Soschinka u. M. Waßermann. Bielefeld: Kleine-Verlag 1996. S. 348 – 353.
- Hubert Laitko:** Wissenschaftlich – technische Revolution: Akzente des Konzepts in Wissenschaft und Ideologie der DDR. – In: Utopie kreativ (Berlin). 73/74, November/Dezember 1996. S. 33 – 50.
- Hubert Laitko:** Theorien und Moden in der Wissenschaftsgeschichte, – In: Potsdamer Bulletin für Zeithistorische Studien, Nr. 7, Potsdam 1996. S. 35 – 41.
- Karlheinz Lüdtke:** Interdisziplinarität und Wissensentwicklung. Wie Phänomene in interdisziplinärer Kommunikation wissenschaftlich bedeutsam werden. – In: Journal for General Philosophy of Science. No. 26 (1995), S. 93 – 117.
- Karlheinz Lüdtke:** Wissensentwicklung und der Wandel der Interaktionsformen im Forschungsprozeß. – In: Jenaer Beiträge zur Soziologie. Heft 2 (1995), S. 1 – 32.
- Karlheinz Lüdtke & Annedore Schulze:** Zur Interpretation von Ergebnissen in der mikrosoziologischen und sozialpsychologischen Wissenschaftsforschung. – In: Journal für Psychologie. Theorie, Forschung, Praxis. Heft 3 (1995), S. 76 – 89.
- Karlheinz Lüdtke & Renate Müller:** Wissenschaftsverständnis in der Öffentlichkeit. Zu Ergebnissen einer Befragung in Berlin. – In: Wissenschaftsforschung.

Jahrbuch 1994/95. Hrsg. v. H. Laitko, H. Parthey u. J. Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 218 – 258.

**Karlheinz Lüdtke:** Von elementaren Merkmalsklassifikationen zu systematischem Wissen – ein Prozeß der Annäherung an die natürliche Ordnung der Dinge ? – In: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ost-Berlin. Reden eines Kolloquiums, Berlin 23.09.1995. Hrsg. von Hansgünter Meyer. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V., Heft 10, 1996, S. 169 -177.

**Karlheinz Lüdtke:** Development of Knowledge and the hange of Forms of the Researchers' Intercourse. – In: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ost-Berlin. Reden eines Kolloquiums, Berlin 23.09.1995. Hrsg. von Hansgünter Meyer. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V., Heft 10, 1996, S. 217 – 224.

**Heinrich Parthey:** Die Entstehung des Neuen in der Wissenschaft. – In: Hans Reichenbach und die Berliner Gruppe. Hrsg. v. A. Kamlah, L. Schäfer u. L. Danneberg. Braunschweig: Vieweg 1994. S. 213 – 218.

**Heinrich Parthey:** Bibliometrische Profile von Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (1923–1943). Berlin 1995 (Veröffentlichungen aus dem Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Heft 7). 218 Seiten.

**Heinrich Parthey:** Langzeitaufnahme des Neuen in der Wissenschaft. – In: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ostberlin. Reden eines Kolloquiums, Berlin 23.09.1995. Hrsg. v. Hg. Meyer. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V., Heft 10, 1996, S. 87 – 93.

**Heinrich Parthey:** Kriterien und Indikatoren interdisziplinären Arbeitens. – In: Ökologie und Interdisziplinarität – eine Beziehung mit Zukunft ? Wissenschaftsforschung zur Verbesserung der fachübergreifenden Zusammenarbeit. Hrsg. v. Ph. W. Balsiger, R. Defila u. A. Di Giulio. Basel: Birkhäuser Verlag 1996. S. 99–112.

**Heinrich Parthey:** Quantitative Methoden bei der historischen Analyse von Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Instituten. – In: Die Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute. Das Harnack-Prinzip. Hrsg. v. B. vom Brocke u. H. Laitko. Berlin: Verlag Walter de Gruyter 1996. S. 507–520.

**Heinrich Parthey:** Stadien der Wissensproduktion in Forschungsinstituten nach Raten der Publikation und Zitation der in ihnen gewonnenen Ergebnisse. – In: Deutscher Dokumentartag 1996. Die digitale Dokumentation. Universität Heidelberg, 24.-26. September 1996, Proceedings. Hrsg. v. W. Neubauer.

Frankfurt am Main: Deutsche Gesellschaft für Dokumentation 1996. S. 137 – 146.

**Jutta Petersdorf & Bruno Hartmann:** Zwischen Reform und Demontage: Das Wissenschaftler-Integrations-Programm. – In: Forum Wissenschaft (Marburg), Heft 1/1996, S. 65 – 68, sowie in: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ostberlin. Reden eines Kolloquiums, Berlin 23.09.1995. Hrsg. v. Hg. Meyer. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V., Heft 10, 1996, S. 207 – 216.

**Jutta Petersdorf & Bruno Hartmann:** Between reform and destruction: The Programme for the Integration of Scientists and Scholars (WIP). – In: 25 Jahre Wissenschaftsforschung in Ostberlin. Reden eines Kolloquiums, Berlin 23.09.1995. Hrsg. v. Hg. Meyer. Berlin: Schriftenreihe des Wissenschaftssoziologie und -statistik e. V., Heft 10, 1996, S. 231 – 238.

**Jutta Petersdorf:** Von Leningrad nach Moskau: Die Stadt als politisches Programm für die akademische Wissenschaft. – In: Fixpunkte – Wissenschaft in der Stadt und der Region. Festschrift für Hubert Laitko anlässlich seines 60. Geburtstages. Hrsg. v. H. Kant. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte M. Engel 1996. S. 101 – 116.

**Walther Umstätter:** Interpersonal Computing im Internet. – In: 16. Online-Tagung der Deutschen Gesellschaft für Dokumentation: Information und Medienvielfalt. Frankfurt am Main, 17.-19. Mai 1994, Proceedings. Hrsg. v. W. Neubauer u. R. Schmidt. Frankfurt am Main: Deutsche Gesellschaft für Dokumentation 1994. S. 99 – 108.

**Walther Umstätter:** Eine neue wissenschaftliche Basis für die digitale Bibliothek. – In: Password: Praxisberater für die elektronische Informationsbeschaffung (Düsseldorf). 10(1994), S. 16 – 17.

**Walther Umstätter:** (Rezension) 82. Deutscher Bibliothekartag in Bochum 1992: Bibliotheken in alten und neuen Hochschulen. Hrsg. v. H. Lohse. Frankfurt am Main: Klostermann 1993. 462 Seiten. – In: Bibliothek: Forschung und Praxis (München). 18(1994)1, S. 129 – 131.

**Walther Umstätter:** (Rezension) Libraries an IT: Working Papers of the Information Technology Sub-committee of the HEFCs Libraries Review / Published by UKOLN: The Office for Library and Information Networking on behalf of the Higher Education Funding Councils of England, Scotland and Wales, and the Department of Education for Northern Ireland. – 1993. 306 Seiten. – In: Bibliothek: Forschung und Praxis (München). 18(1994)2, S. 261 – 262.

- Walther Umstätter:** Anwendung von Internet: eine Einführung. – In: Spezialbibliotheken auf dem Weg zur virtuellen Bibliothek ? 25. Arbeits- und Fortbildungstagung der AspB/Sektion im Deutschen Bibliothekar Verband, Hamburg 21.-25. März 1995. Hrsg. v. M. Reich. Karlsruhe: Deutschen Bibliothekar Verband 1995. S. 221 – 227.
- Walther Umstätter:** Bewertung der Qualität von Datenbanken. – In Elektronische Informationsdienste im Bildungswesen. 2. GIB-Fachtagung Berlin, 17.-18.11.1994. Hrsg. v. P. Diepold u. D. Rusch-Feja. Berlin: Gesellschaft Information Bildung 1995. S. 169 – 175.
- Walther Umstätter & Helmut Jüngling:** Datenverarbeitung in der bibliotheks-informatorischen Ausbildung am Bibliothekar-Lehrinstitut und an der Fachhochschule für Bibliotheks- und Dokumentationswesen in Köln. – In: Bibliothekarisches Studium in Vergangenheit und Gegenwart: Festschrift aus Anlaß des 80jährigen Bestehens der bibliothekarischen Ausbildung in Leipzig im Oktober 1994. Hrsg. v. E. Plassmann u. D. Kummer. Frankfurt am Main: Klostermann 1995. (Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie: Sonderhefte; 62). S. 195 – 205.
- Walther Umstätter:** „Information“ ist kein Fetisch: Zum Beitrag von Michael Reisser, „Schöne neue Bibliothek: Von der Bestandsermittlung zum Fetisch Information, in Buch und Bibliothek, Heft 5/95, S. 438–444. – In: Buch und Bibliothek (Bad Honnef). 47(1995)10, S. 657 – 660.
- Walther Umstätter:** Ein Neubeginn der Bibliothekswissenschaft. – In: Weitblick: Mitteilungsblatt der Bibliotheken in Berlin und Brandenburg (Berlin). 1(1995)1, S. 21 – 22.
- Walther Umstätter:** Das „Berlin-Brandenburgische Bibliotheksverzeichnis im Online-Zugriff. – In: Weitblick: Mitteilungsblatt der Bibliotheken in Berlin und Brandenburg (Berlin). 1(1995)2, S. 23 – 24.
- Walther Umstätter:** Die Rolle der Dokumentation bei der Entstehung der Digitalen Bibliothek und ihre Konsequenzen für die Bibliothekswissenschaft. – In: Nachrichten für Dokumentation (Darmstadt). 46(1995)1, S. 33 – 42.
- Walther Umstätter:** Die Zukunft der Sportdokumentation. – In: dvs-Informationen (Hamburg). 2(1995), S. 6 – 10.
- Roland Wagner-Döbler:** The frequency distribution of legal decision citations in the German jurisdiction. – In: Scientometrics (Budapest). 29 (1994), S. 15–26.
- Roland Wagner-Döbler:** Informationsvermittler, Information Broker – ein neuer Freier Beruf? – In: Informationsvermittlungsstellen als Kern des internen Informationsmanagements. Bernd Markscheffel, Hans-Jürgen Manecke Hrsg.. Procee-

dings des 18. Intern. Kolloquiums über Information und Dokumentation, Oberhof/Thür., April 1994. S. 143–154.

**Roland Wagner-Döbler & Jan Berg:** Regularity and irregularity in the development of scientific disciplines: The case of mathematical logic. – In: *Scientometrics* (Budapest). 30 (1994), S. 303–319.

**Roland Wagner-Döbler:** Urteilszitationen in Rechtsprechungsdatenbanken. Vorschlag für zwei neue Methoden im juristischen Information Retrieval. – In: *Nachrichten für Dokumentation, Zeitschrift für Informationswissenschaft und -praxis*. 45 (1994), S. 279–290.

**Roland Wagner-Döbler:** Entscheidungen der obersten Bundesgerichte und der Instanzgerichte in Publikationen. Ein Überblick der Veröffentlichungsrate und Sachgebietsverteilung anhand von Juris. – In: *Computer und Recht*. 10(1994), S. 305–309.

**Roland Wagner-Döbler:** Statistik der Entscheidungsgründe: Die analytische Nutzung von Rechtsprechungsdatenbanken für die Rechtsstatsachenforschung und Rechtssoziologie (mit Anwendungsbeispielen). – In: *Jur-PC*. (1994)1, S. 2454–2464.

**Roland Wagner-Döbler:** Selektivität in Informationssystemen: Der Einsatz quantitativer Indikatoren zur Charakterisierung von Autoren und Zeitschriften. – In: *Mehrwert von Information – Professionalisierung der Informationsarbeit. Proceedings des 4. Intern. Symposiums für Informationswissenschaft*, Graz, 2.-4. Nov. 1994. Wolf Rauch [u.a.] g.. Konstanz: Universitätsverl. 1994. S. 96–103.

**Roland Wagner-Döbler:** Where has the cumulative advantage gone? Some observations about the frequency distribution of scientific productivity, of duration of scientific participation, and of speed of publication. – In: *Scientometrics* (Budapest). 32(1995), S. 123–132.

**Roland Wagner-Döbler:** Präjudizien in deutschen, englischen und US-amerikanischen Gerichtsentscheidungen. Ein quantitativer Vergleich. – In: *Rabels Zeitschrift für ausländisches und internationales Privatrecht*. 59(1995)1, S. 113–127.

**Roland Wagner-Döbler & Jan Berg:** The dependence of Lotka's law on the selection of time periods in the development of scientific areas and authors. – In: *Journal of Documentation*. 51(1995), S. 28–43.

**Roland Wagner-Döbler & Lothar Philipps:** Die Verbreitung neuer Rechtsbegriffe in der Rechtsprechung. Quantitative Analysen anhand deutscher Urteilstexte aus den Jahren 1950 bis 1992. – In: *Rechtstheorie. Zeitschrift für Logik,*

Methodenlehre, Kybernetik und Soziologie des Rechts (Berlin). 26 (1995)2, S. 235–259.

**Roland Wagner-Döbler:** Movement in a cognitive space: Affinity between fields of science and migration between them. In: 5th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics, June 7–10 1995, River Forest (Chicago), Illinois. Proceedings. S. 637–646.

**Roland Wagner-Döbler:** Two components of a causal explanation of Bradford's law. In: Journal of Information Science. 22(1996), S. 125–132.

**Roland Wagner-Döbler & Jan Berg:** Nineteenth-century mathematics in the mirror of its literature. A quantitative approach. In: Historia Mathematica. 23(1996), S. 288–318.

**Roland Wagner-Döbler:** Alter und intellektuelle Produktivität: Das Beispiel von Mathematikern, Logikern und Schachmeistern. In: Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrien (Göttingen-Toronto-Seattle). 9(1996)4, S. 277–290.

**Manfred Wölfling:** Nachholende Modernisierung in der ostdeutschen Industrie: das Beispiel Sachsen-Anhalt. – In: Wirtschaft im Systemschock. Hrsg. v. Institut für Wirtschaftsforschung Halle. Berlin 1994, S. 101–117

**Manfred Wölfling:** Wettbewerbsvorteile in Ostdeutschland durch Belebung der Industrieforschung. – In: Technologietransfer in Ostdeutschland. Hrsg. v. Kernforschungszentrum Karlsruhe. Karlsruhe, Januar 1994, S. 12–41

**Manfred Wölfling:** Sachsen-Anhalt braucht eine moderne technologische Struktur, Beilage der Süddeutschen Zeitung, Nr. 95 vom 26. April 1994, Seite 11

**Manfred Wölfling:** Forschungs- und Innovationsaktivitäten in der ostdeutschen Industrie. Institut für Wirtschaftsforschung Halle Diskussionspapiere, Nr. 13, Mai 1994

**Manfred Wölfling:** Rückläufige Unternehmensgründungen verzögern den Transformationsprozeß. In: Institut für Wirtschaftsforschung Halle – Konjunkturbericht 1–2/1994, S. 13–19

**Manfred Wölfling:** Innovationsaktivitäten in Ostdeutschland. – – In: Defizite und Chancen der Industrieforschung in Ostdeutschland, Hrsg. v. Institut für Wirtschaftsforschung Halle. Halle, Juni 1994, S. 20–31

**Manfred Wölfling:** Innovationsaktivitäten in der Industrie Sachsen-Anhalts. – In: Regionaler Strukturwandel in den neuen Bundesländern: das Beispiel Sachsen-Anhalt, Hrsg. v. Institut für Wirtschaftsforschung Halle. Halle, Juli 1994, S. 51–63

- Manfred Wölfling:** Innovationsaktivitäten in ostdeutschen Industrieunternehmen. – In: Investitionen prägen den Strukturwandel – Regionale und sektorale Entwicklungen in Deutschland. Hrsg. v. Kreditanstalt für Wiederaufbau. Frankfurt am Main 1994, S. 55 – 63
- Manfred Wölfling:** Marktöffnung, Wettbewerbsfähigkeit und Innovation. In: 1. Thüringer Symposium „Transformationsprobleme -lösbar?“. Schriftenreihe des Thüringer Ministeriums für Bundes- und Europaangelegenheiten, Band 4/1994, S. 44- 49 und 88–103
- Manfred Wölfling:** Tendenzen des Strukturwandels: Deutschland, Japan und USA. Institut für Wirtschaftsforschung Halle Diskussionspapiere, Nr. 17, Juni 1994
- Manfred Wölfling:** Ostdeutsche Wirtschaftsstruktur im Wandel. Vom Systemchock zur Wettbewerbsfähigkeit. Institut für Wirtschaftsforschung Halle Diskussionspapiere, Nr. 18, Juni 1994
- Manfred Wölfling:** Industrienahe Forschungs- und Technologiepolitik in Ostdeutschland. Institut für Wirtschaftsforschung Halle Diskussionspapiere, Nr. 20, September 1994
- Manfred Wölfling:** Strukturelle Exportschwächen in den ostdeutschen Bundesländern. Institut für Wirtschaftsforschung Halle Diskussionspapiere, Nr. 22, November 1994
- Manfred Wölfling:** Strukturwandel in der Industrie führender Exportländer zwischen 1980 und 1990. Institut für Wirtschaftsforschung Halle Diskussionspapiere, Nr. 24, Februar 1995
- Manfred Wölfling:** Was leisten Forschung und Entwicklung zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit? – In: Herausforderung Ostdeutschland, Fünf Jahre Währungs-, Wirtschafts- und Sozialunion. Hrsg. v. R. Pohl. Berlin 1995
- Manfred Wölfling:** Vorhersage des Wirtschaftswachstums aus der Zinsdifferenz. Institut für Wirtschaftsforschung Halle Diskussionspapiere, Nr. 28, August 1995
- Manfred Wölfling:** Produktivität und Betriebsgröße im Ost-West-Vergleich. Institut für Wirtschaftsforschung Halle Diskussionspapiere, Nr. 30, Halle, September 1995
- Manfred Wölfling:** Sorgenkind Industrieforschung Ost. – In: hochschule ost, Heft 3/1996, S. 121–131
- Manfred Wölfling:** Forschungs- und Innovationsaktivitäten in der ostdeutschen Industrie. – In: Wissenschaftsforschung. Jahrbuch 1994/95. Hrsg. v. H. Laitko, H. Parthey u. J. Petersdorf. Marburg: BdWi-Verlag 1996. S. 151 – 217.

- Regine Zott:** Wilhelm Ostwald und Paul Walden in ihren Briefen (1887 -1932). Mit einem Begleittext: Paul Walden – Wissenschaftler zwischen den Kulturen? Berlin: ERS-Verlag 1994. 205 Seiten.
- Regine Zott:** Einige Briefe von M. H. Klaproth. Eine Ergänzung der Biographie von G. E. Dann. – In: Von der Phlogistik zur modernen Chemie. Vorträge des Symposiums aus Anlaß des 250. Geburtstages von Martin Heinrich Klaproth, Technische Universität Berlin, 29. November 1993. Hrsg. v. M. Engel. Berlin 1994, S. 93 – 118.
- Regine Zott:** Wilhelm Ostwald und Walther Nernst in ihren Briefen sowie in denen von Zeitgenossen. Kommentierte Edition. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte 1996.
- Regine Zott:** Auf der Suche nach der Mitte. Zum Lebensweg von Paul Walden (1863–1957). – In: Fixpunkte. Wissenschaft in der Stadt und der Region. Festschrift für Hubert Laitko anlässlich seines 60. Geburtstages. Hrsg. v. H. Kant. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte 1996, S. 275–290.
- Regine Zott:** Alfred Nobels Testament von 1895 – Motive und Wirkungen. – In: Dahlemer Archivgespräche. Heft 1. Hrsg. v. E. Henning. Berlin: Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft 1996, S. 79 – 98.



# Namensregister

## A

Achard, F. C. 78  
 Acs, A. 102  
 Albach, H. 210  
 Aristoteles 10  
 Aronson, H. 86  
 Audretsch, D. B. 102, 162  
 Augustin, H. 83

## B

Baeyer, A. 82  
 Balzer, W. 10  
 Bardeen, J. 48, 49  
 Becher, G. 161, 178, 179  
 Becker, W. 44  
 Bednorz, J. G. 103  
 Belitz, H. 147  
 Benedetti, F. de 59  
 Bergmann, J. R. 62  
 Bernal, J. D. 39, 41  
 Berrien, D. A. 168  
 Berry, B. J. L. 67  
 Beuth, P. Chr. W. 79  
 Bievert, B. 34  
 Bijker, W. E. 38, 56  
 Böhme, G. 36, 37, 45, 47, 48  
 Bonß, W. 62  
 Borsig, A. 80  
 Brattain, W. H. 48, 49  
 Braun, E. 48, 49  
 Braun, T. 164  
 Brodbeck, F. C. 35  
 Bruckmann, G. 67  
 Buckel, E. 116  
 Buff, H. L. 82

Bühling, A. 84  
 Bunge, M. 11  
 Burkhardt, A. 171, 174  
 Butenandt, A. 88, 89, 91, 93

## C

Camagni, R. 61  
 Chrystal, G. 41  
 Clausius, R. 40, 43  
 Comanor, W. S. 102  
 Cozzens, S. 166

## D

Dahremöller, A. 194  
 Darmstädter, L. 74, 75, 85  
 Denffer, D. von 22  
 Descartes, R. 10, 11  
 Dierkes, M. 33, 61, 167  
 Diesel, E. 63  
 Dohrn, M. 86, 88  
 Dollhausen, K. 58  
 Dörge, R. 48  
 Dörning, K. H. 58  
 Dosi, G. 33  
 Dove, H. W. 77  
 Downey, G. L. 38, 50, 61  
 duBois-Reymond, R. 75  
 Duijn, J. J. van 69, 73

## E

Easterbrook, S. 51  
 Edge, D. 61  
 Edwards, P. N. 59  
 Ehrendorfer, F. 22  
 Einstein, A. 40  
 Eller, J. Th. 78  
 Elster, S. 80  
 Ernst, H. 77, 82, 85, 94, 98, 101  
 Eyett, D. 179

**F**

Faraday, M. 39, 40, 41  
 Faust, K. 102, 116  
 Felder, J. 204  
 Feldmann, M. P. 162  
 Finzelberg, H. 86  
 Fischer, E. 83, 91, 93  
 Fleck, J. 39, 56  
 Forssmann, W. 89  
 Forsythe, D. A. 51, 53, 54  
 Franck, A. 84  
 Freeman, Ch. 23, 33, 67, 161  
 Frese, M. 35  
 Friedman, A. L. 52, 53  
 Frühwald, W. 29, 32  
 Fuchs, E. 40

**G**

Gehrke, B. 207  
 Gilbert, G. N. 50, 52, 62  
 Gillespie, G. 36, 38  
 Gläser, J. 171, 173, 175, 177, 182  
 Goetz, D. 40  
 Gohl, J. D. 78  
 Goldschmidt, Th. 82  
 Goldstein, J. S. 75  
 Goodwin, R. M. 67, 72  
 Graebe, C. 82  
 Grefermann, K. 102  
 Greif, S. 29, 97, 98, 100, 101, 112,  
 114, 116, 132, 134, 135,  
 138, 150, 162  
 Grenzmann, Ch. 129, 133, 137,  
 138, 173, 219, 221  
 Griliches, Z. 98  
 Groß, G. 171, 173  
 Gruhler, W. 129  
 Grupp, H. 165, 207

Gudoznik, G. S. 41, 56, 57  
 Gundlach, E. 80

**H**

Haag, G. 67  
 Haber, F. 20, 91  
 Hack, L. 54  
 Hardenberg, K. A. von 79  
 Harding, S. 50, 52, 62  
 Harhoff, D. 204  
 Harmsen, T. 174  
 Harries, C. D. 91  
 Hartkopf, W. 11  
 Hartmann, H. 11, 62  
 Hartmann, N. 11  
 Hartmann, P. E. 171  
 Hartmann-Hoddeson, L. 49  
 Häußer, E. 102, 126  
 Haustein, H.-D. 67  
 Heffter, L. 82  
 Heintz, B. 59  
 Helmholtz, H. von 40, 46, 83, 84,  
 85, 120  
 Henzler, H. 124  
 Hermbstaedt, S. F. 79  
 Herneck, F. 46  
 Herrmann, C. 129, 133, 219  
 Hildebrandt, G. 80  
 Hilpert, U. 186  
 Hinze, S. 165  
 Höfer, H. 220  
 Hoffmann, D. 46  
 Hoffmann, F. 78  
 Hoffmann, U. 33, 61  
 Hofmann, A. W. 81, 82, 84, 91, 93  
 Hohlweg, W. 89  
 Holländer, H. 77  
 Höppner, M. 171, 173  
 Hughes, J. 33, 52

**J**

Jacobsen, E. 84  
 Jasanoff, Sh. 38, 50, 56, 59  
 Junkmann, K. 89

**K**

Kahlbaum, C. A. F. 80, 81, 82, 85  
 Kant, H. 41, 46, 48, 49  
 Kant, I. 10, 11, 12  
 Karcev, V. P. 40, 41  
 Kautz, K. 52  
 Kayser, G. 129, 189, 222  
 Klapproth, M. H. 79  
 Kleiner, S. A. 11  
 Kleinknecht, A. 67  
 Kloedens, K. F. von 79  
 Köhler, G. 79  
 Kondratieff, N. 65, 66, 67, 69, 70,  
 71, 74, 108  
 König, H. 111  
 Kopnin, P. W. 11  
 Krebs, H. 91  
 Krohn, W. 37, 45  
 Krug, K. 92  
 Krupp, H. 161, 168  
 Kubicek, H. 34  
 Kuczynski, Th. 67  
 Kuhn, Th. S. 13  
 Kühne, W. 82  
 Kunheim, H. 82  
 Kusnezov, B. G. 40

**L**

Laitko, H. 112  
 Larsen, E. 40  
 Law, J. 35  
 Lee, W. 57  
 Legler, H. 26, 207  
 Leibniz, G. W. 10, 11  
 Lepenies, W. 29

Leyton, E. T. jr. 45  
 Licht, G. 75, 204  
 Liebermann, C. T. 82, 93  
 Liebig, J. von 85, 87, 92  
 Lucena, J. C. 38, 50, 61  
 Lüdtkke, K. 33, 34, 36, 38, 40, 42,  
 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56,  
 58, 60, 62, 64, 129, 162  
 Lundvall, B.-A. 161  
 Lüst, R. 29

**M**

Mackay, H. 36, 38  
 MacKenzie, D. 36, 56  
 Magnus, G. 77, 79, 82  
 Mansfield, E. 98  
 Marggraf, A. S. 78  
 Markl, H. 29, 32  
 Martin, J. 53  
 Martius, C. A. von 80, 82, 83, 84  
 Marx, K. 23, 55, 56, 57, 63  
 Maxwell, J. C. 40, 41  
 Mayntz, R. 166  
 McDonald, S. 48, 49  
 Meier, B. 111  
 Meier, H. 67  
 Melis, Ch. 171, 173, 177, 179  
 Mendelssohn-Bartholdy, P. 80  
 Mensch, G. 67, 68, 69, 70, 71, 72,  
 73, 74  
 Meske, W. 101, 116, 124, 133, 143,  
 161, 162, 164, 165, 166,  
 167, 168, 170, 171, 172,  
 173, 174, 176, 178, 179,  
 180, 182, 184, 186  
 Mikulinskij, S. R. 40  
 Mitscherlich, E. 77, 80, 82, 92  
 Mochmann, E. 171  
 Möglich, F. 47, 48

Monse, K. 34  
 Mottek, H. 44  
 Müller, K. A. 103, 138

**N**

Nadiraschwili, A. 167  
 Nagel, K. 102  
 Nelson, R. R. 161  
 Nerlinger, G. 204  
 Nernst, W. 83, 93  
 Neubauer, R. 17, 129  
 Neumann, C. 67, 78  
 Neumann, M. 67  
 Nickles, Th. 11  
 Noll, F. 22

**O**

Oettingen, A. J. von 39  
 Oppenheim, A. 82, 84  
 Oppenländer, K. H. 101, 102  
 Ortman, R. G. 34, 53  
 Ostwald, W. 83

**P**

Parthey, H. 9, 11, 14, 17, 18, 20,  
 68, 101, 112, 163  
 Patel, P. 204  
 Paul, G. 54, 62  
 Pavitt, K. 98, 204  
 Peffgen, E. 102  
 Perutz, M. 91  
 Petersdorf, J. 112  
 Pixii, H. 42  
 Plato 10  
 Popowitsch, M. P. 11  
 Popper, K. R. 11  
 Porter, M. E. 210  
 Potkowik, G. 98  
 Pott, J. H. 78

Price, D. de Solla 72  
 Puls, K. 173, 177

**Q**

Queisser, H.-J. 47  
 Quintas, P. 50, 51, 52, 58

**R**

Rammelsberg, C. 82  
 Rammert, W. 36, 49, 53, 59  
 Randall, D. 52  
 Reimarus, K. 87  
 Reimers, K. 34  
 Rescher, N. 9  
 Reutershan, B. 171  
 Rexrodt, G. 220  
 Richert, J. 224  
 Riedel, J. D. 81  
 Rohrbeck, W. I. 80  
 Rose, G. 82  
 Rose, H. 77, 80  
 Rose, V. 78  
 Röthlingshöfer, K. Ch. 102  
 Ruprecht, W. 178  
 Rüsck, Th. 179  
 Rütgers, J. 80

**S**

Schachtner, Chr. 53  
 Schasse, U. 207  
 Scheibler, C. 82, 84  
 Schenk, H. 22  
 Schenk, M. 34  
 Scherer, D. 171, 173, 174  
 Scherer, F. M. 101, 102  
 Schering, E. 15, 77, 80, 81, 82, 83,  
 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90,  
 91, 92, 93, 94, 219, 228  
 Schiller, R. 224  
 Schimper, A. F. M. 22

Schmidt, A. 86  
 Schmidt, H. 215  
 Schneider, Ch. 46, 47  
 Scholz, L. 102  
 Schopman, J. 48, 49  
 Schopper, H. 104  
 Schorlemmer, C. 92  
 Schottky 49  
 Schreier, W. 41, 44  
 Schröter, A. 44  
 Schubert, A. 164  
 Schumpeter, J. A. 23, 70, 74, 161  
 Schütt, H.-W. 80  
 Schütz, W. 40  
 Schwartzkopff, L. 80  
 Schweitzer, G. E. 168  
 Schwitalla, B. 102  
 Shapiro, D. 52  
 Sharikov, J. S. 11  
 Shaw, W. N. 41  
 Siemens, W. von 43, 46, 219, 228  
 Siemens, W. von 84  
 Simmel, G. 63  
 Simon, D. 29, 32, 103, 173, 185  
 Sittauer, E. 39  
 Sittauer, H. L. 63  
 Smith, A. 70  
 Sonnenschein, F. L. 82  
 Sroczynski, R. 41  
 Stahl, G. E. 78, 204  
 Stegmüller, W. 13  
 Stein, H. F. von. 79  
 Steinach, E. 88  
 Stokes, G. G. 40  
 Stoneman, P. 204  
 Süß, W. 161

**T**

Täger, U. 98, 101  
 Thomson, W. 40  
 Tiemann, F. 84  
 Treue, W. 80

**U**

Uher, R. 171

**V**

van den Daele, W. 37, 45  
 VanRaan, A. 98  
 Vasko, T. 67  
 Von der Weiden, S. 105  
 Vul, B. M. 48

**W**

Wagner-Döbler, R. 65, 66, 68, 70,  
 72, 73, 74, 75, 108  
 Wajcman, J. 36, 56  
 Warburg, O. 91, 92, 93  
 Watt, J. 39, 63  
 Weber, A. 40  
 Weegen, M. 171  
 Wehner, J. 53  
 Weidlich, W. 67  
 Wein, H. 11  
 Weingart, P. 37, 45  
 Welte, S. 103  
 Weltz, F. 34, 53  
 Werner, P. 80, 89, 92, 116, 143  
 Williams, R. I. 61  
 Wipperfürth, Ch. 163  
 Witt, O. N. 81, 93  
 Witte, E. 46  
 Wöhler, F. 79, 92  
 Wöhlert, J. F. 80  
 Wölfling, M. 111, 129, 133, 184,  
 203, 208, 213, 214

Woolgar, St. 35

Wuest, A. 48

**Z**

Zapf, W. 167

Zettler, A. 104

Ziegler, H. 22, 91

Zott, R. 15, 77, 104, 219

Zuelzer, G. L. 89

Züllighoven, H. 52