

Zur Bedeutung der Innovation – gestern und heute

Überlegungen im Jubiläumsjahr der Universität Karlsruhe

Privatdozent Dr. Hariolf Grupp, stellvertretender Leiter des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe [1]

Das Interesse an heutigen und auch zukünftigen Innovationsvorgängen ist zurzeit sehr groß. Die anhaltend hohe Arbeitslosigkeit, der Jahrtausendwechsel, die Strukturprobleme durch die Vereinigung Deutschlands, Globalisierungseffekte und damit die Frage nach dem Überleben nationaler Innovationssysteme sowie anderes nähren die Hoffnung auf Innovationsvorgänge als vielseitige Problemlöser. In der politischen Debatte geschieht es leicht, dass der Begriff „Innovation“ zu einem Modewort ohne Inhalt verkommt und letztlich als Chiffre für Moderne steht. Aus Anlass des 175-jährigen Jubiläums der Universität ist nun auch in Karlsruhe Interesse an der historischen Dimension der Innovation erwacht.

Die generelle Wertschätzung der Innovation ist ein typisches europäisches Denkmuster, das so nicht in allen Kulturen zu beobachten ist. „Die positive Bewertung des Neuen, die Hochschätzung der Innovation, der Kult um die Erfinder, die Erfindungen und die Patente sind historisch ziemlich junge Errungenschaften der europäisch-amerikanisch dominierten Moderne.“ (Dohrn-van Rossum, 1999, S. 39). Aber auch im christlichen Abendland ist die heute vorherrschende Heraushebung der Innovation ein Ergebnis der vielfältigen historischen Verän-

derungen der letzten Jahrhunderte. Ursprünglich wurden Erfindungen und Entdeckungen nicht als schöpferische Tätigkeiten von Menschen aufgefasst, sondern waren nichts weiter als die Wiederentdeckung von Naturgeheimnissen, die Gott bereits geschaffen hatte. Den Verständniswandel in den Jahrhunderten vor der Gründung der Fridericiana sollte man aufarbeiten, um neuheitsskeptische Stimmen besser einordnen zu können, was an dieser Stelle aber nicht möglich ist.

Der Innovationsprozess

Im Standardlehrbuch für „Geschäftsmänner und Studierende“ von Roscher (1886)[2], das 26 Auflagen erlebte und auch Schumpeters Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung (1911) prägte, werden sechs verschiedene Wirtschaftstätigkeiten unterschieden, deren erste (sic!) das Erfinden ist (vor Bergbau, Landwirtschaft, Verarbeitendem Gewerbe und Waren-distribution) und deren letzte die Dienstleistung (ohne Großhandel). Darauf aufbauend setzt die ergebnisorientierte Begriffsbildung durch Schumpeter (1911, S. 108-110, und 1942, S. 136 ff.) Maßstäbe, nach der alles Innovation ist, was einem Unternehmer Gewinne (so genannte Quasi-Renten oder Innovationsrenten) aus Vorsprüngen bringt. Quasi-Renten der Innovation sind Faktorrenten, welche die Tendenz haben, sich im Zeitablauf auf Grund des Wirkens von Konkurrenzprozessen wieder aufzuheben. Innovationen

können in der Form neuer Konsumgüter, neuer Produktions- oder Transportmethoden, neuer Märkte oder neuer Organisationen auftreten.

Identisch zum Innovationsbegriff ist der Begriff der Neuerung. Dieser Begriff war in Deutschland verbreitet. Das Wort „Innovation“ war lange Zeit unbekannt und ist im deutschen Sprachraum erst bekannt geworden, als Schumpeter nach Amerika ausgewandert war und englischsprachige Publikationen hervorbrachte. In diesen wurde der englische Begriff „innovation“ nicht mehr in Schumpeters ursprünglichen Terminus „Neuerung“ zurückübersetzt, sondern als „Innovation“ eingedeutscht. Diese Übernahme des Innovationsbegriffs aus dem Englischen ist vermutlich in den 1960er Jahren geschehen [3]. Damit ist klar, dass der heute verwendete Innovationsbegriff nicht als Ankerpunkt für die 175 Jahre der Existenz der Universität Karlsruhe in Frage kommt. Vor den 1960er Jahren wurden Innovationsphänomene mit anderen Begriffen belegt. In Archiven und Bibliotheken wie auch in Forschungseinrichtungen sowie in den Unterlagen von Geschäftsführungen, Personalabteilungen und Produktionsstätten wurden vom heutigen Standard abweichende Termini verwendet.

Innovation bezieht sich als Substantiv auf eine realisierte Menge von Ideen. In diesem Sinne wird Innovation als diskretes Ereignis verstanden.

Innovieren bezeichnet als Verb den dazugehörigen Entwicklungsprozess (innovationsgerichteter Prozess). Man kann mit Merton (1964, S. 141 ff. und S. 176 ff.) darunter auch alle politischen, kulturellen und sozialen Ausprägungen von Innovationen fassen (weite Definition). Das Ergebnis eines Innovationsprozesses, das neue Produkt oder der neue Prozess (im engeren Verständnis) wird ebenfalls als Innovation bezeichnet (Grupp, 1997, S. 15).

Die Vorstellung eines spezifischen Forschungsprozesses, der zu Innovation führt, den man messen kann und für den finanzielle und personelle Aufwendungen notwendig sind, geht nach heutiger Auffassung auf Bernals (1939) weitsichtige und klar analysierende Arbeiten zurück. Bernal unterschied die Rolle der öffentlichen Forschungsaufwendungen von denen in der zivilen und - aus gegebenem Anlass - der Kriegswirtschaft. In den Anhängen von Bernal finden sich erste Statistiken zu den Aufwendungen britischer Unternehmen für „industrial research“. Freeman (1992, S. 3) berichtet, dass die durch Bernals Vorlesung an der London School of Economics geprägten Begriffe von ihm selbst und von anderen unmittelbar in internationale Gremien eingebracht wurden, die sich in den 1960er Jahren mit einer weiteren Standardisierung der Begriffe beschäftigten, die schließlich zu einem ersten Papier über die Messung des Outputs von Forschung und Entwicklung niederschlugen (Freeman, 1969).

Heute gültig ist die fünfte Revision dieses Papiers, das wegen einer wichtigen Konferenz in Italien „Frascati Manual“ genannt wird (OECD, 1993). Wegen einer entsprechenden Konferenz in Norwegen wird das parallele Papier, das den Innovationsbegriff operationalisiert, „Oslo-Manual“ genannt (OECD, 1992).

Zwar war der Begriff „Forschung“, wie sie Bernal (a. a. O.) versteht, eher durchgängig eingeführt, doch vor allem in den Unternehmen war das Bewusstsein einer spezifischen Forschungstätigkeit auch vor dem Zweiten Weltkrieg, die man etwa in einer Forschungsabteilung hätte organisieren können, über Jahrzehnte nicht vorhanden. Üblich waren stattdessen Begriffe wie z. B. „Werkslaboratorium“, „Zentrallaboratorium“, „Fabriklabor“, „wissenschaftliches Laboratorium“. Ursprünglich wurde die Universität in Karlsruhe ja auch „Polytechnische Schule“ genannt, wobei die Trennung der Polytechnischen Schule von der Universität ausdrücklich von Tulla gewünscht war (Bücher der Technik, 1941, S. 203). Von Unternehmen zu Unternehmen wechselten hier die Gepflogenheiten, was die Vergleichbarkeit erschwert. Neben den Innovationsbegriff fehlte auch der uns heute gewohnte Begriff „(experimentelle) Entwicklung“ nahezu vollständig in den relevanten Statistiken und Aufzeichnungen der Vorkriegszeit.

Während sich im Bereich der öffentlichen Forschung (z. B. in Universitäten) für Professoren, Doktoranden und Studierende überschaubare Bezeichnungen verwendet wurden, die den heutigen etwa entsprechen, waren unterschiedliche Bezeichnungen für das im heutigen Sinne innovativ tätige Industriepersonal eingeführt. Zur Kaiserzeit wurde in den Großbetrieben weitgehend von „technischen Beamten“ gesprochen. Im Wandel der Zeit und der Unternehmungen traten auch sich ändernde akademische Ausbildungswege und Berufsbezeichnungen auf. Sie wurden unmittelbar in die betrieblichen Aufzeichnungen übernommen und sind heute in deutschen Hochschulen ungewohnte Abschlüsse (z. B. Elektroingenieur oder Elektrochemiker).

Während eine quantitative Beschreibung der Innovationsvorgänge im historischen Vergleich nicht möglich erscheint, sieht es bei der Erfassung und Beschreibung der finanziellen Aufwendungen für Forschung, Entwicklung, akademische Lehre und sonstige verwandte Tätigkeiten besser aus. Die Summen dieser Ausgaben werden als Wissenschaftsausgaben bezeichnet. Pfetsch (1982) hat sich die Mühe gemacht, die Wissenschaftsausgaben zwischen 1850 und 1975 zusammenzustellen. Die Datensätze von Pfetsch enthalten aber nur die öffentlichen Ausgaben, nicht die privatwirtschaftlichen. Daher müssen industrielle Innovationsindikatoren gesondert recherchiert werden.

Wissenschaftsausgaben im Laufe der Zeit

Bei einer groben Betrachtung der Wissenschaftsausgaben in Abständen von einem Jahrzehnt tritt bereits die Schwierigkeit der Nichtvergleichbarkeit von Währungen auf. Zwischen 1872 und 1914 war die gesetzliche Zahlungseinheit die Mark, zwischen 1924 und 1939 die Reichsmark und ab 1948 in Westdeutschland die Deutsche Mark. Vor 1872 bestanden mehrere Geldsysteme auf dem Gebiet des Deutschen Reiches (Hoffmann, 1965, S. 10 f.). Wir haben uns daher für diese kurze Analyse dazu entschieden, die Wissenschaftsausgaben in Prozent aller öffentlichen Ausgaben anzugeben. Damit hat man einen Indikator gewonnen, der sozusagen die Wertschätzung der öffentlichen Haushalte für die Wissenschaft unter allen anderen Staatsaufgaben ausdrückt.

Abbildung 1 zeigt drei Blöcke, deren erster sich auf das Deutsche Reich und die Vorläufergebiete bzw. die Weimarer Republik bezieht, dann folgen Angaben für Westdeutschland und schließlich (in Jahresschritten) die An-

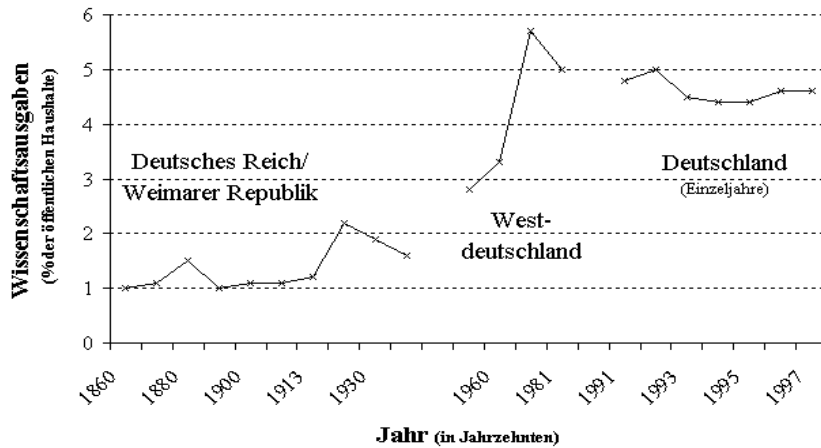


Abbildung 1: Wissenschaftsausgaben in Deutschland in Prozent der öffentlichen Haushalte (jeweils ein Belegjahr pro Jahrzehnt; seit der letzten Wiedervereinigung in Jahresschritten).

gaben seit der neuerlichen Vereinigung. Vor dem Zeitpunkt der Reichsgründung wurde etwa ein Prozent aller öffentlichen Ausgaben dazu herangezogen, die Wissenschaft zu finanzieren. Die Reichsgründung führte zu einer zeitweisen Erhöhung, die aber bis zum Ersten Weltkrieg nicht aufrechterhalten wurde. Die Weimarer Republik startete mit einer verdoppelten Finanzierung der Wissenschaft, die sich im Verlauf der Weltwirtschaftskrise verliert. In Westdeutschland wird die Wissenschaftsförderung dramatisch erhöht, allerdings nur bis in die 1970er Jahre (Hochschulexpansion), danach gehen die Aufwendungen bis zur Vereinigung um fast einen Prozentpunkt zurück. Die Vereinigung schließlich hat das Niveau weiter abgesenkt. Die Angaben beziehen sich auf die Summe von Reichsstellen bzw. Bundeseinrichtungen und die jeweiligen Länder.

Abbildung 2 zeigt die Aufschlüsselung nach Herkunft. Man erkennt ohne weiteres, dass ursprünglich, da gar keine Zentralgewalt in Deutschland vorhanden war, die Wissenschaft vor allem in den Universitäten ausschließlich von den Ländern finanziert wurde. Nach der Reichsgründung wird die Zentralgewalt ein mäßiger Förderer

von etwa 20 %; erst in der Weimarer Republik erhöhen sich die Anteile deutlich. Nach der Besetzung Deutschlands nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs tat sich naturgemäß die Bundesregierung schwer, die alte Rolle wieder anzunehmen, zumal einige Forschungsbereiche nicht erlaubt waren (Rüstungsforschung, Nuklearforschung, Luftfahrtforschung etc.). Allerdings vergrößerten Bundesstellen systematisch ihren finanziellen Einfluss auf die Wissenschaft bis etwa zu dem Niveau, das im Dritten Reich

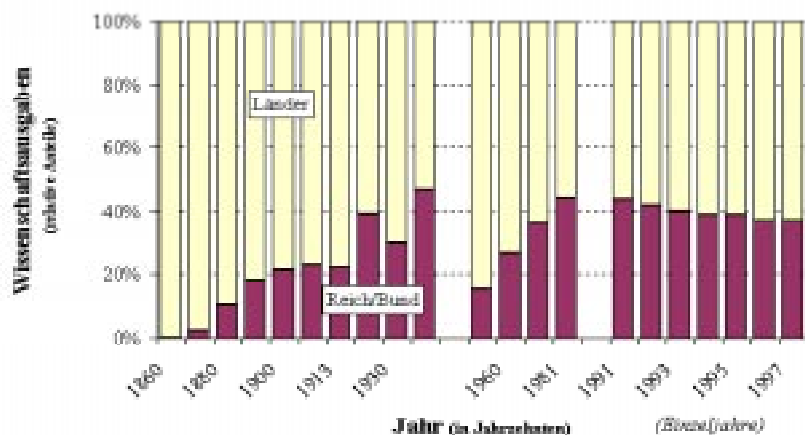


Abbildung 2: Wissenschaftsausgaben in Deutschland nach ihrer Herkunft von der Zentralgewalt oder von den Ländern 1860 bis 1997 (jeweils ein Belegjahr pro Jahrzehnt; seit der letzten Wiedervereinigung in Jahresschritten).

geherrscht hatte. Seit der Vereinigung zieht sich der Bund in leichtem Ausmaß, aber kontinuierlich, aus der Wissenschaftsförderung zurück.

Es ist darauf hinzuweisen, dass bei dieser Betrachtung der Wissenschaftsförderung zwar überwiegend die Förderung von Forschung und Entwicklung sowie der Lehre an Hochschulen gemeint ist. Es ist jedoch ein nicht unerheblicher Teil der staatlichen Förderung von Unternehmen darin enthalten, der von ursprünglich niedrigen Werten bis auf knapp 10 % vor dem Ersten Weltkrieg zunahm (Richter, 1979, S. 22).

Studierende als Qualitätsindikator

Das Betrachten der monetären Aufwendungen für Wissenschaft gibt erste interessante Einblicke in die Entwicklung des Innovationsgeschehens, befriedigt aber auch nicht vollständig. Gerade für Hochschulen sollte die Humankapitalbildung ein geeigneter Indikator der Innovationsforschung sein. Wir gehen davon aus, dass Studienstatistiken und deren Analysen Aufschluss über den Forschungsanteil bzw. -tätigkeit an Hochschulen geben können. Hochschulen bilden als

Ausbildungs- und Forschungsstätten u. a. das wissenschaftliche Personal für die Industrie aus, das potenziell dort innovativ tätig wird: „Wir benutzen hier also den Anteil der (...) Studenten an der Gesamtzahl der einzelnen Hochschulen als ein Indikator für Qualität“ (König, 1995, S. 208).

Denn wichtig ist die Erkenntnis, dass „die Begünstigung der naturwissenschaftlichen Forschung und technischen Bildung eine Förderung der materiellen Interessen des Landes“ bedeutet, wie auch schon „Alexander von Humboldt auf die engen Relationen zwischen der Entwicklung der Naturwissenschaften, dem industriellen Fortschritt und dem Reichtum der Nation hingewiesen“ hatte (Manegold, 1970, S. 117). Aus dieser Erkenntnis heraus waren schließlich die technischen Lehranstalten entstanden, und es war „immer der Staat gewesen, der wissenschaftliche Forschungs- und Lehrinrichtungen begründete“ (ebenda).

Die Entwicklung am Beispiel der Chemie und der Elektrotechnik

Wir wollen die Entwicklung der Chemie- und Elektrotechnik an der Fridericiana beispielhaft betrachten. Warum diese beiden Fächer? Die badische Polytechnische Schule in Karlsruhe war in der Frühindustrialisierung das führende wissenschaftlich-technische Bildungsinstitut in deutschen Ländern (Ziegler, 2000, S. 253). Nach der Fusion der bautechnischen und der maschinenbautechnischen Abteilungen entstand eine einheitliche mathematisch-naturwissenschaftliche Grundausbildung, die bereits in den 1830er Jahren den Charakter einer frühen technischen Hochschule annahm. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts setzte dann die Verwissenschaftlichung der Technik ein, so dass sich die Verbindung von Wissenschaft und Schule zu einem wichtigen Schrittma-

cher des technischen Fortschritts entwickelte (ebenda, S. 254).

Es waren nun aber gerade die Elektro- und die chemische Industrie, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts unmittelbarer als in anderen Fächern auf neuen technischen-naturwissenschaftlichen Erkenntnissen aufgebaut waren (die so genannte „Industry-based Science“, König (1995), S. 6; siehe auch Grupp und Schmoch, 1992). Die industrie-eigene Forschung sollte damals mit der Errichtung von Industrie- und Firmenlaboratorien eine zunehmende Bedeutung gewinnen (siehe auch Bücher der Technik, 1941, S. 206). Ein enger Zusammenhang zwischen der Hochschulforschung und der Industrieforschung kann daher unterstellt werden.

Ein erster zu untersuchender Indikator wäre also hier der Anteil der Studenten im Fach Elektrotechnik bzw. Chemie an der Gesamtstudentenzahl. Neben der Entwicklung der absoluten Studierendenzahlen in den jeweiligen Fächern ist auch die zahlenmäßige Entwicklung der Diplom-Ingenieure (Diplomabschlüsse) bzw. der Doktoranden sowie der Professoren interessant (König, 1995, S. 192).

Durch solche Quoten wird versucht, den Forschungsanteil der Hochschulen zu „messen“. Besonders im Fach Elektrotechnik wird erwartet, dass ein enger Zusammenhang zwischen der Aufgabe der Hochschulen (Ausbildung und Forschung) und der Erwartungshaltung der Industrie deutlich wird. Diese Indikatoren mögen auf den ersten Blick als zu innovationsfern erscheinen. Immerhin ist aber zu bedenken, dass auch heute noch die Forschungsquote von Hochschullehrern (neben Lehraufgaben) nach rigiden, hochschul- und disziplinfixierten Prozentsätzen hochgerechnet wird (Hetmeier 1990). Auch hat schon Werner von Siemens im Dezember 1881 in

einem Vortrag mit dem Titel „Elektrizität gegen Feuersgefahr“ die Meinung vertreten, dass „... auf den Technischen Hochschulen Lehrstühle der Elektrotechnik gegründet werden [sollten], um wenigstens unsere technische Jugend mehr vertraut mit der Elektrizitätslehre und ihrer technischen Anwendung zu machen“ (Herter, 1998, S. 237).

Laut König hatte die Technische Hochschule Darmstadt und die hessische Regierung als erste die Einrichtung eines elektrotechnischen Lehrstuhls (mit dem Physiker Erasmus Kittler) beschlossen [4]. Die Notwendigkeit, qualifizierten Nachwuchs auszubilden, wurde damit ersichtlich und dies den Hochschulen als Aufgabe zugeschrieben.

Mit der Einrichtung elektrotechnischer Lehrstühle und Professuren „reagierten die Kultusministerien und die Hochschulen auf starkstromtechnische Innovationen wie elektrische Maschinen und Straßenbahnen, Bogen- und Glühlampen sowie Beleuchtungssysteme für Straßen und Plätze, Fabriken, Geschäfte und Verwaltungsgebäude. Zugleich antizipierten sie mit ihren Institutionalisierungsmaßnahmen die erwartete industrielle Zukunft des neuen Zweiges der Technik (...). In der elektrotechnischen Industrie sowie für die neuen Anwendungsfelder rechnete man mit einer steigenden Nachfrage nach Ingenieuren mit elektrotechnischen Kenntnissen.“ (König, 1995, S. 101).

Die Einrichtung elektrotechnischer Lehrstühle an den Technischen Hochschulen erfolgte dann ab 1882, u. a. in Darmstadt, Stuttgart, Aachen, Berlin, Hannover, Karlsruhe, München, Dresden, Braunschweig, Danzig und Breslau (ebenda, S. 13 ff.).

Dass es den ersten Professoren als Fachvertreter nur schwer gelang, sich in die durch die Industrie geschaffene Elektrotechnik einzuarbeiten und mit

ihrer Entwicklung Schritt zu halten, ergibt sich aus der Tatsache, dass bis zur Jahrhundertwende das Fach Elektrotechnik einerseits als Teilgebiet des Maschinenbaus und andererseits als Teilgebiet der Physik interpretiert wurde. Somit wurden die Lehrstühle je nach Auffassung der Technischen Hochschulen entweder mit Physikern oder mit Maschinenbauern besetzt.

So mussten beispielsweise Elektrotechnik-Hörer an der Technischen Hochschule in Stuttgart „sich allen Prüfungen unterziehen, die dem Studenten des Maschinenbaus auferlegt waren, und darüber hinaus gewisse Sondergebiete der Elektrotechnik gründlich studieren“ (König, 1995, S. 111). Im Gegensatz dazu vertraute die Technische Hochschule in Karlsruhe die Elektrotechnik einem auch für die Physik zuständigen Fachvertreter an (Herter, 1998, S. 238). Dadurch können die Studierendenzahlen der Elektrotechnik bis zur Jahrhundertwende nicht oder nur schwer ermittelt werden.

Für die Chemie lassen sich mit weit weniger Schwierigkeiten die Studierenden- und Doktorandenzahlen ermitteln, da dieses Fach im Gegensatz zur

Elektrotechnik mit seinen ersten deutschen Forschungs- und Lehrstätten im Chemiebereich schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ausgebaut wurde. Diese Entwicklung entspricht der wachsenden Anerkennung des wissenschaftlichen Charakters der Chemie in dieser Zeit. Bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts erfolgte die Ausbildung des Chemikers bei einem Apotheker, in einer Glashütte oder im Laboratorium eines Bergwerkes (Strube 1989, S. 241). Justus Liebig führte im Jahr 1824 einen systematischen Ausbildungsweg für Chemie an der Universität Gießen ein. Das chemische Institut in Gießen wurde nach dem Vorbild der chemischen Lehrveranstaltungen und Institute der Pariser École Polytechnique ausgebaut. Die Institute in Göttingen, Heidelberg oder Wiesbaden folgten schnell dem Gießener Beispiel. Die Hochschulen, die mehr Gewicht auf die chemisch-technische Ausbildung legten, richteten auch in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts entsprechende chemische Institute ein: Aachen (1870), Dresden (1875), München (1877) u.a. (Strube 1989, S. 245). An der Universität Karlsruhe (TH) wurde seit ihrer Gründung

Chemie gelehrt. Carl Weltzein erweiterte im Jahr 1840 das Institut für Allgemeine Chemische Technik. Hier wurde im Jahr 1860 der erste internationale Chemikerkongress veranstaltet (Bücher der Technik, 1941, S. 206).

Die Entwicklung der Studierendenzahlen an der Fridericiana

Nachfolgend sollen nun die Studierendenzahlen der Universität Karlsruhe (TH) betrachtet werden. Die Karlsruher Technische Hochschule vereinigte schon früh in der Kombination mathematisch-naturwissenschaftlicher Grundkurse und technischer Fachschulen Elemente der Pariser Polytechnique und des Wiener Polytechnischen Instituts und hatte als Primärfunktion nicht nur die Verwissenschaftlichung der Technik sondern auch die „bessere Techniker Ausbildung für Privatwirtschaft und Staatsdienst“ (Riese 1977, S. 295). Am 28. Dezember 1899 erhielt die TH Karlsruhe das Promotionsrecht (ebenda, S. 307), so dass erst seit der Jahrhundertwende die Promotion zum Dr.-Ing. in den Abteilungen für Architektur, Ingenieurwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik und Chemie möglich ist [5]. Obwohl an den Technischen Hochschulen der Umfang und die Anzahl der Lehrgebiete stets Veränderungen unterworfen war, hat sich die TH Karlsruhe „...aber im stetigem Wachstum vergrößert“ (Riese, 1977, S. 308).

Die wissenschaftliche Ausbildung an der TH Karlsruhe, die je nach Fachrichtung mit der Diplomprüfung oder der Doktorprüfung abgeschlossen werden kann, erlangte im Lauf der Zeit immer mehr Anerkennung. Der Emanzipationsprozess der TH Karlsruhe zeigt „deutliche Parallelen mit der wirtschaftlichen und industriellen Entwicklung des Landes (Bücher der Technik, 1941, S. 207).

In der Abteilung Studierendensekretariat/Prüfungsabteilung der Uni-

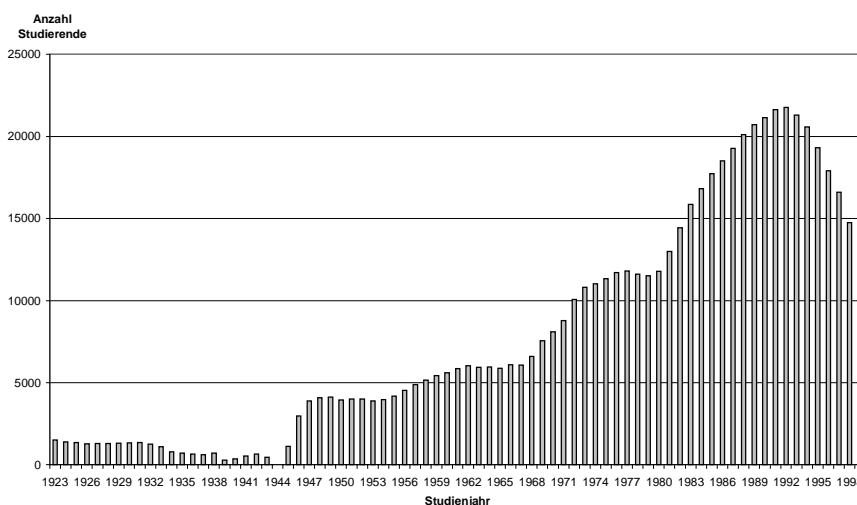


Abbildung 3: Entwicklung der Studierendenzahlen aller Fächer der Universität Karlsruhe (TH) seit 1923.

versität Karlsruhe sind Angaben über die Anzahl der Studierenden über das gesamte letzte Jahrhundert in unterschiedlicher Zusammenstellung vorhanden. Doch leider gibt es auch hierbei teilweise lückenhafte Angaben, besonders in den Kriegsjahren, in denen die Dokumentationen nur schlecht durchgeführt wurden.

Die folgenden Abbildungen zeigen die verschiedenen Entwicklungen der absoluten und relativen Studierendenzahlen der gesamten Karlsruher Hochschule sowie in den genannten Fächern seit 1923.

Gemäß Abbildung 3 wurde der Höchststand mit 21.782 immatrikulierten Studenten im Wintersemester 1992/93 erreicht. Der Tiefstand war mit Null kriegsbedingt im Jahre 1944 [6]. In beiden ausgewählten Fächern ist die Entwicklung in den 1990er Jahren vergleichbar mit der Gesamtentwicklung. Die sinkende Studierendenzahl ist im Grunde bei allen Fächern zu beobachten (außer bei den Wirtschafts- bzw. Regionalwissenschaften, die im Gegensatz zur Gesamtentwicklung eine stabile bzw. steigende Tendenz aufweisen).

Neben dieser Globalentwicklung ist in Abbildung 4 zu erkennen, dass bei beiden Fächern der relative Anteil der Studierenden an der Gesamtstudierendenzahl sinkt. Betrag der relative Anteil der Studierenden im Fach Elektrotechnik im Jahre 1923 über 27%, so lag er in den 1990er Jahren nur noch um die 8% mit einer fallenden Tendenz. Analog ist auch für das Fach Chemie trotz vieler Schwankungen eine stetig fallende Tendenz zu sehen. Die Höchstwerte liegen um die 20% (in den frühen 1920er Jahren und in der Zeit des Zweiten Weltkriegs), und die niedrigeren Werte bei etwa 3% (in den 1990er Jahren). Dies darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Zahl der Studierenden der Elektrotechnik und der Chemie bis etwa 1990

enorm gestiegen ist. Die Aussage bedeutet vielmehr, dass andere Fächer noch mehr zulegen konnten oder überhaupt erst entstanden sind.

Ohne in eine erschöpfende Diskussion der Verläufe eintreten zu können, soll festgehalten werden, dass an der Fridericiana, einer typischen technischen Hochschule, die Fächer Elektrotechnik und Chemie nach dem Ersten Weltkrieg fest verankert waren. Die beiden bedeutendsten „verwissenschaftlichten“ Fächer der letzten Jahrhundertwende haben seitdem unter allen akademischen Fächern an Bedeutung eingebüßt, vor allem seit der Bildungsexpansion der Regierung Brandt. Anders ausgedrückt: Andere Fächer sind relativ stärker nachgefragt worden als die beiden betrachteten. Mikrobeobachtungen, wie z. B. die gegenläufigen Tendenzen nach 1967, bleiben zurzeit ungeklärt. Es ist auch fraglich, ob solche Phänomene auf die nationale Betrachtungsebene durchschlagen würden, oder besonderen Verhältnissen an unserer Universität anzurechnen sind.

Patente als Innovationsindikator

Ein weiterer häufig verwendeter statistischer Zugang zum historischen

Innovationsgeschehen kann mit Hilfe der Patente erfolgen. Patente stehen für Erfindungen, und Erfindungen sind allemal innovationsrelevant, was nicht bedeutet, dass jedes einzelne Patentedokument auch in die gewerbliche Nutzung überführt wird. Solange sich die Nutzungsquote über lange Zeiträume nicht sehr drastisch ändert, hat man sogar einen fast idealen Innovationsindikator gefunden.

Im Mittelalter wurden offen verwendete Briefe mit Innensiegel „litterae patentes“ genannt. Sie gestatteten dem Inhaber, anders als versiegelte Briefe, auf gewisse Rechte, Privilegien, Titel oder Amtsfunktionen öffentlich hinzuweisen. Daraus entstand unser heutiges Wort „Patent“ [7]. Bereits hieraus wird deutlich, dass das Patent insofern ein „Schutzrecht“ ist, als es einen „amtlich besiegelten“ Anspruch begründet. Die Anerkennung des Anspruches durch andere, etwa konkurrierende Unternehmen, erzwingt die Offenlegung aller beanspruchten Schutzrechtsdetails. Die ursprünglich mit dem Siegel des Königs versehenen Ansprüche waren nichttechnischer Art (heute noch: das Kapitänspatent). In Europa wurden ab dem 15. Jahrhun-

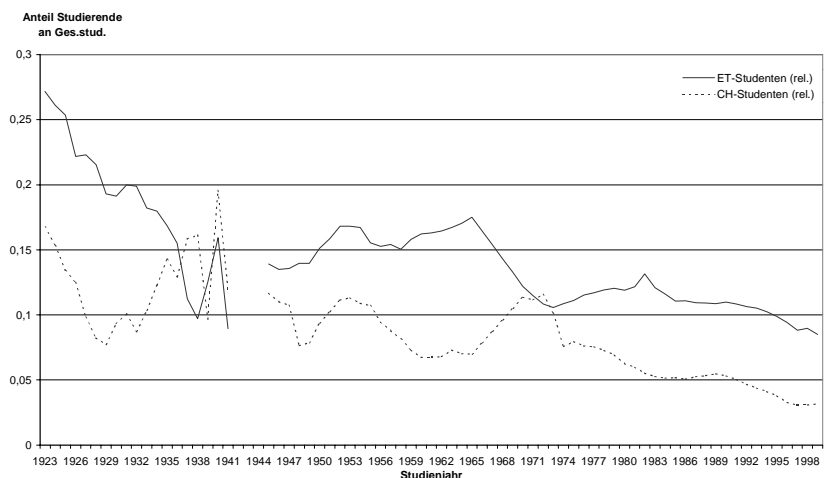


Abbildung 4: Entwicklung des relativen Anteils der Studierenden in den Fächern Elektrotechnik bzw. Chemie an der Gesamtstudierendenzahl der Universität Karlsruhe (TH) seit 1923.

dert einige derartige Ermächtigungen auch auf technische oder für die Produktion relevante Gegenstände gerichtet, z. B. auf die Ausbeutung von Erzküpfen. Das erste formale Patentrecht wurde 1474 in Venedig niedergelegt und bezog sich auf „Menschen von großem Genius, die fähig sind, geistreiche Geräte zu entdecken und zu erfinden.“ [8]

In der Folge entstanden in anderen Ländern ähnliche Regelungen, z. B. in England 1623, in Frankreich im 16. Jahrhundert, in den USA zunächst in Massachusetts 1641 und mit Erstreckung für die gesamten Vereinigten Staaten 1790. Im deutschsprachigen Raum wurden Patentrechte von den damals Mächtigen als „höchst schädlich“ angesehen, sodass formalisierte Patentrechte über die von Napoleon Bonaparte vermittelte neue europäische Ordnung zuerst in der antipreußischen Koalition, also in Bayern (1812), in Baden (1819) und in Württemberg (1820) entstanden. Erst im Gefolge der rasanten Industrialisierung und der damaligen Vereinigung Deutschlands wurde vom Deutschen Reich ein allgemeines Patentgesetz erlassen, das, angetrieben von der Südschiene, erst am 1. Juli 1877 in Kraft trat (Naumann 1999). Zu diesem Zeitpunkt hatte Baden bereits 1586 Patente erteilt (Federico, 1964, S. 101).

Grund für das späte Entstehen dieses Gesetzes ist der dem Patent innewohnende Monopolgedanke, der nicht in die liberale Wirtschaftspolitik vor der Reichsgründung passte (Naumann, 1999, S. 1). Die Verabschiedung eines Patentgesetzes durch das kaiserliche Deutschland ist daher auch in Zusammenhang mit einem fundamentalen Umschwung in der Wirtschaftspolitik zu sehen, die bis dahin vom festen Glauben an Handels- und Gewerbefreiheit geprägt war (Gispert, 1999, S. 7).

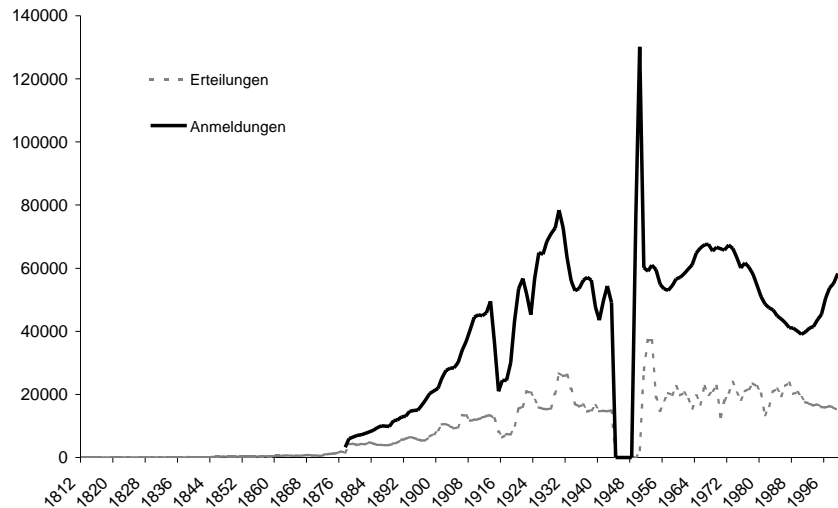


Abbildung 5: Patententwicklung in Deutschland seit 1812

Deutsches Patentrecht im internationalen Vergleich

Im internationalen Vergleich muss das ursprüngliche deutsche Patentrecht als erfinderunfreundlich eingestuft werden, weil es auf dem Anmelderprinzip, nicht auf dem Erfinderprinzip, beruhte, was vor allem die Großindustrie in eine günstige Position brachte. Entsprechend verhalf es der deutschen Industrie zum Aufschwung in Chemie, Elektrotechnik und Maschinenbau (a. a. O., S. 9). Wegen dieser engen Verkopplung der Erfindungstätigkeit mit der Innovationsfähigkeit der Wirtschaft gilt die Erfindungsstatistik als eine tragende Säule der historischen Empirik (Schmookler, 1966). Allerdings hat sich der Charakter des Patents im Laufe der Zeit verändert: Das unternehmerfreundliche Anmelderprinzip wurde im Dritten Reich über die Proteste der Industrie hinweg per Kriegsverordnung erfinderfreundlicher novelliert (z. B. durch die Arbeitnehmererfindervergütung; nähere Einzelheiten siehe bei Gispert, 1999). Die Wertschätzung einflussreicher Nachkriegspolitik, wie etwa Ludwig Erhards, der die Erfinderverordnung auch im Frieden für nützlich

hielt, führte zum heute gültigen Arbeitnehmererfindergesetz (von 1957).

In Abbildung 5 ist zu erkennen, dass zur Gründungszeit der Universität Karlsruhe die Erfindungstätigkeit (mit gewerblicher Nutzungsabsicht) gemessen an heutigen Maßstäben verschwindend niedrig war. Es gab damals in Baden Patentschutz, jedoch sind die jährlichen Erteilungszahlen einstellig. Erst mit der Verabschiedung einer reichsweiten gesetzlichen Lösung wächst die Patenttätigkeit stark an. Vor dem Jahr 1877 hatten nicht alle deutschen Staaten ein eigenes Patentgesetz. Insofern müssten die Zahlen vor 1877 auf das Reichsgebiet hochgerechnet werden. Allerdings würde auch eine solche Hochrechnung, die man an Hand der Bevölkerung im Prinzip vornehmen könnte, nichts daran ändern, dass eine merkliche Erfindungstätigkeit erst mit dem vierten Quartal des 19. Jahrhunderts einsetzt. Dies passt gut zu der oben geschilderten Charakterisierung von Elektrotechnik und Chemie, zweier Handwerke“, die um diese Zeit der systematischen wissenschaftlichen Forschung und Lehre zugänglich gemacht wurden und entsprechend gewerblich nutzbare Lösungen abwarfen.

Man kann eine solche Kurve lange studieren und in ihre Bestandteile zerlegen. Im Rahmen dieses kleinen Beitrags sei lediglich darauf hingewiesen, dass der Erste Weltkrieg anders als der Zweite die technologische Dynamik in Deutschland weniger beeinflusst hat und auch nicht zu einem Ausfall der Dokumentation der Patentschriften geführt hat. Ferner deutet sich an, dass sowohl in der Weimarer Republik als auch im Dritten Reich der Erfindungoutput prozyklisch verläuft. D. h., in wirtschaftlichen Krisenzeiten leidet die Erfindungstätigkeit, in Prosperitätszeiten steigt sie. Dies genauer zu untersuchen, ist deshalb interessant, weil oft die Vermutung geäußert wird, gerade in der wirtschaftlichen Krise kommt es zu vielen Durchbrüchen, die eine weitere wirtschaftliche Dynamik auslöst (so genannte Kondratieff-Zyklen und ihre Interpretation). Dagegen spricht auch nicht das Auslaufen der Erfindungstätigkeit in den 1930er Jahren. Von Braun (1994, S. 58 f.) spekuliert, dass dieser Verfall der Patentanmeldungen auf die allmählich anlaufende Ausrichtung der Industrie auf die Produktion kriegswirtschaftlich wichtiger Güter zurückzuführen sei, die Geheimhaltung erzwang, und also keine konjunkturellen Gründe hätte.

Patentstau in den 50er Jahren

Weil zum Ende des Zweiten Weltkriegs hin das Patentamt nicht mehr arbeitsfähig war und nach der alliierten Besetzung zunächst seine Tätigkeit nicht wieder aufnahm, kommt es zu einem Stau von Erfindungen, der mit einer Nachholwelle Anfang der 1950er Jahre abgearbeitet wurde. Man sieht an diesem Beispiel, dass nicht einmal in allergrößten Notzeiten geistiges Eigentum „verdirbt“.

Ein Wort zur heutigen Situation. Aus Abbildung 5 erkennt man, dass die Innovations- und Erfindungstätig-

keit vor der ersten Ölpreiskrise 1971, also in der sogenannten Wachstumsphase nach dem Zweiten Weltkrieg, auch nur ein Niveau erreichte, das vor dem Zweiten Weltkrieg bereits erarbeitet worden war. Allerdings „fehlen“ die Länder der ehemaligen DDR in der Patentstatistik. Mit dem Auslaufen des Nachkriegswachstums tritt wiederum prozyklisch eine schwere Krise in der Erfindungstätigkeit ein. Weniger Erfindungen werden angemeldet, diese allerdings sind offenbar sorgfältiger ausgewählt oder vorrecherchiert, da die Erteilungszahl - von Schwankungen abgesehen - nicht dauerhaft zurückgeht.

Diese Krise wird durch die Problematik der neuen Vereinigung 1990 noch verschärft. Seit 1992 geht es jedoch kontinuierlich und mit großen Zuwachsraten voran. Deutschland ist zur Jahrtausendwende 2000/2001 auf dem besten Wege, die schon zwei Mal im abgelaufenen Jahrhundert erreichte Innovationshöhe zu meistern. Insofern sind die eingangs erwähnten Hoffnungen auf einen Wirtschafts- und Technologiestandort mit Zukunft nicht unberechtigt.

Selbst eine akademische Stätte, wie die Universität Karlsruhe, ist inzwischen in nicht geringem Umfang an der Erfindungstätigkeit Deutschlands beteiligt. Die technische Umsetzung findet nicht mehr allein in externen Forschungseinrichtungen statt, sondern zum Teil bereits in der Universität. Die deutschen Hochschulen zusammen melden derzeit pro Jahr 1.500 Patente an, das sind mehr denn je.

In der Politik, in den Medien und in der breiten Öffentlichkeit ist die zentrale Bedeutung der Innovation erkannt worden. Auch viele Denkschulen der Wirtschaftswissenschaften haben sich inzwischen der Aufgabe angenommen, dem Innovationsthema nicht nur Randplätze zuzuweisen, sondern es etwas mehr in das Zentrum

von Theorie, Empirie und Lehre zu rücken. Obwohl die empirische Innovationsforschung auf dem besten Wege ist, ihren Rückstand durch Beiträge zur weiteren Erforschung des Gebiets abzutragen, sind Untersuchungen zur Messung des technisch-wissenschaftlichen Wandels vor allem in Deutschland immer noch nicht zahlreich vertreten, und dies, obwohl das Gebiet in den 1980er und beginnenden 1990er Jahren weltweit stark angewachsen ist.

Es wäre zu hoffen, dass sich dieses interessante Gebiet auch an der Universität Karlsruhe im Hinblick auf ihren 200. Geburtstag schnell und positiv entwickelt, vor allem auch in der Lehre. (cb)

Anmerkungen:

[1] Unter Mitarbeit von Iciar Dominguez Lacasa und Monika Friedrich-Nishio. Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die finanzielle Unterstützung des Verbunds „Historische Innovationsforschung“. Die in diesem Beitrag verwendeten Daten entstanden im Rahmen der geförderten Forschungsarbeiten, die noch nicht abgeschlossen sind.

[2] Der „Roscher“ steht wegen seines antiquarischen Werts im Tresor der Fakultätsbibliothek der Karlsruher Wirtschaftswissenschaften. Wilhelm Georg Friedrich Roscher (1817-1894) ist wenig älter als die Universität Karlsruhe, die am 7. Oktober 1825 gegründet wurde.

[3] Unbelegte Literaturstellen. Es gibt noch andere Übersetzungsprobleme. So wurde z.B. „evolutionary process“ im Deutschen zu „Entwicklungsprozess“.

[4] Siehe König (1995), S. 11.

[5] Die Frage des Promotionsrechts beherrschte zur Jahrhundertwende die aktuelle Hochschuldiskussion und nahm auf beiden Seiten (Uni-

versitäten versus Technische Hochschulen) agitatorische Züge an (s. z. B. Manegold, 1969: „Es geht letztlich um die Vollwertigkeit unserer wissenschaftlichen Arbeiten mit dem Maßstab der überlieferten gelehrten Studien gemessen“).

[6] Aus verschiedenen Gründen ist die Zahl der Studierenden im Wintersemester höher als im Sommersemester. Das rührt daher, dass in den meisten Fächern der Studienbeginn im Wintersemester ist. Hinzu sind in vielen naturwissenschaftlichen Fächern wie auch im Fach Chemie viele Studenten im Sommersemester wegen eines für die Diplomabschlussprüfung notwendigen Praktikums nicht immatrikuliert und somit auch nicht in der Statistik erfasst. Dennoch sind diese Studenten für unsere Statistiken relevant, sodass zur Vereinheitlichung des Bildes nur die Wintersemesterzahlen genommen wurden. Die folgenden Zahlen beziehen sich auf den Statistikstichtag des jeweiligen Wintersemesters.

[7] Machlup (1964) zitiert nach Kaufer (1989, S. 1).

[8] Ebenfalls zitiert nach Kaufer (a. a. O., S. 5); der ursprüngliche Text ist in mittelalterlichem Latein abgefasst. Siehe auch Grupp (1997, S. 158 f.).

Literatur:

Bernal, J.D., *The social Function of Science*, London, George Routledge & Sons, 1939.

Boch, R. (Hrsg.), *Patentschutz und Innovation in Geschichte und Gegenwart*, Frankfurt a. M., Peter Lang, 1999.

Braun, C. F. von, *Der Innovationskrieg*, München, Hansen, 1994.

Bücher der Technik, *Die deutschen Technischen Hochschulen: ihre Gründung und geschichtliche Entwicklung*. München, Verlag der Deutschen Technik, 1941.

Dohrn-van Rossum, G., *Erfinder und Erfinderschutz im Spätmittelalter*

und in der Frühen Neuzeit

, in Boch (1999), S. 39-50.

Federico, P.J., *Historical Patent Statistics 1791-1961*, Journal of the Patent Office Society XLVI (2), S. 89-171, 1964.

Freeman, C., *The Economics of Hope*, London, Pinter Publishers, 1992.

Gispert, K., *Hintergrund, Bedeutung und Entwicklung der Patentgesetzgebung in Deutschland 1877 bis heute*, in Boch (1999), S. 7 - 13.

Grupp, H., *Messung und Erklärung des Technischen Wandels - Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*, Berlin, Springer, 1997.

Grupp H. und Schmoch, U., *Wissenschaftsbindung der Technik*, Heidelberg, Physica-Verlag, 1992.

Hetmeier, H.-W., *Öffentliche Ausgaben für Forschung und experimentelle Entwicklung 1987*, *Wirtschaft und Statistik* 2/1990, S. 123 - 129, 1990.

Hoffmann, W. G., *Das Wachstum der Deutschen Wirtschaft seit der Mitte des 19. Jahrhunderts*, Berlin, Springer, 1965.

Kaufer, E., *The Economics of the Patent System*, Chur, Harwood Academic Publishers, 1989.

König, W., *Die technische und wirtschaftliche Stellung der deutschen und britischen Elektroindustrie zwischen 1880 und 1900*, *Technikgeschichte*, 53, (3), S. 221-229, 1987.

König, W., *Technikwissenschaften - Die Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaft zwischen 1880 und 1914*, Chur, G+B Verlag Fakultas, 1995.

Manegold, K.-H., *Technische Forschung und Promotionsrecht*, *Technikgeschichte*, 36(4), S. 291-300, 1969.

Manegold, K.-H., *Universität, Technische Hochschule und Industrie. Schriften zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte*, Band 16, Berlin, Duncker & Humboldt, 1970.

Merton, R. K., *Fluctuations in the rate of industrial innovation*, *The Quarterly Journal of Economics* 49, S. 454-470, 1935.

Naumann, F., *Oberbürgermeister André, Werner von Siemens: Das Patentgesetz und die Stadt Chemnitz*, in Boch (1999), S. 1 - 6.

OECD (Hrsg.), *OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data (Oslo Manual)*, Paris, 1992.

OECD (Hrsg.), *Frascati Manual 1992, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development*, 5. Revision, Paris, 1993.

Pfetsch, F. R., *Datenhandbuch zur Wissenschaftsentwicklung*, Köln, Zentrum für historische Sozialforschung, 1982.

Richter, S., *Wirtschaft und Forschung. Ein historischer Überblick über die Förderung der Forschung und die Wirtschaft in Deutschland*, *Technikgeschichte* 46(1), S. 20-44, 1979.

Roscher, W., *Grundlagen der Nationalökonomie*, Stuttgart, J. G. Cotta'sche Buchhandlung, 18. Auflage, 1886.

Schmookler, J., *Invention and Economic Growth*, Cambridge, MA, 1966.

Schumpeter, J. A., *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, München und Leipzig; zitiert nach der 6. Auflage, Berlin, 1964.

Schumpeter, J. A., *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York, 1942, zitiert nach der deutschen Übersetzung, 4. Auflage, München, 1975.

Strube, W.: *Der historische Weg der Chemie. Von der Urzeit bis zur wissenschaftlich-technischen Revolution*, Köln, 1989.

Ziegler, D., *Das Zeitalter der Industrialisierung*, in: North, M. (Hrsg.), *Deutsche Wirtschaftsgeschichte*, München, C. H. Beck, 2000, S. 192-281.