

Sequentielle Innovation, Patente und Imitation*

von

James Bessen und Eric Maskin

© 1999

Arbeitspapier

11/99

Zusammenfassung: Warum können solche Industriezweige wie die Software-, Halbleiter- und Computerbranche so innovativ sein trotz — historisch gesehen — schwachem Patentschutz? Wir stellen die These auf, dass Wettbewerb zukünftige Unternehmensgewinne steigern und somit kurzfristig entgangene Gewinne ausgleichen kann, wenn Innovationen sowohl sequentiell als auch komplementär sind — was auf oben genannte Industriezweige zutrifft. Anhand eines einfachen Modells läßt sich auch aufzeigen, dass Patentschutz in solch dynamischen Industriezweigen zu einem Rückgang der Gesamtheit der Innovationen und infolgedessen zu einer Verringerung des sozialen Nutzens führen kann. Die Veränderungen, die sich ergaben, als der Patentschutz in den 80er Jahren auf die Softwarebranche ausgeweitet wurde [Anm. des Übersetzers: in den USA], können zur Verifizierung dieses Modells dienen. Die übliche Argumentation läuft darauf hinaus, dass sich der Forschungs- und Entwicklungsaufwand und die Produktivität bei Unternehmen, die Patente anmelden, erhöhen sollte. In Übereinstimmung mit unserem Modell traten diese Steigerungen nicht ein. Darüberhinaus wird unser Modell gestützt durch die Tatsache, dass in diesen Industriezweigen Cross-Licensing auffällig häufig und die Anzahl der Markteintritte proportional zur Anzahl der Innovationen ist.

James Bessen
Research on Innovation
jbessen@researchoninnovation.org

Eric Maskin
Harvard University und Massachusetts Institute of Technology
emaskin@mit.edu

Übersetzung aus dem Englischen: Sabine Scharberth, Jürgen Siepmann

*Diese Untersuchung wurde zum Teil durch einen Zuschuss der National Science Foundation (NSF) und durch Research on Innovation unterstützt.

1. Einleitung

Die übliche ökonomische Begründung für Patente ist der Schutz potentieller Innovatoren vor Imitationen, damit ein Anreiz besteht, Innovationskosten auf sich zu nehmen. Als Allgemeinplatz gilt, dass mögliche Konkurrenten davon abgehalten werden müssen, eine Erfindung zu imitieren, damit der Erfinder genügend Gewinne macht, um seine Innovationskosten abzudecken. Das bedeutet, dass selbst wenn der gesellschaftliche Nutzen einer Erfindung deren Kosten übersteigt, ein potentieller Innovator bei nicht vorhandenem Patentschutz möglicherweise gar nicht erst in F&E (Anm. des Übersetzers: Forschung und Entwicklung) investiert hätte.¹

Interessanterweise zeichnen sich aber gerade einige der heute innovativsten Industriezweige — Software-, Computer- und Halbleiterbranche —, in denen schon immer ein schwacher Patentschutz bestand, seit jeher dadurch aus, dass Produkte sofort imitiert werden.² Die Befürworter des Patentwesens halten dem entgegen, dass ein stärkerer Schutz geistigen Eigentums zu einer noch größeren Dynamik innerhalb dieser Industriezweige führen würde. Aber wir werden zeigen, dass die Wirklichkeit anders aussieht.

Tatsächlich war die Softwarebranche in den USA in den 80er Jahren einer aufschlussreichen Feldstudie unterworfen. Aufgrund einer Reihe von Gerichtsentscheidungen wurde der Patentschutz für Computerprogramme bedeutend gestärkt. Wir werden aufzeigen, dass diese stärkeren Eigentumsrechte gerade nicht eine Welle von Innovationen hervorbrachten, sondern im Gegenteil dazu führten, dass F&E gerade bei solchen Branchen und Unternehmen, die viele Patente anmeldeten, stagnierten, wenn nicht sogar zurückgingen.

Wir sind weiterhin der Auffassung, dass dieses Ergebnis nicht widersprüchlich ist. Es gibt gute Gründe anzunehmen, dass in Industriezweigen wie der Software- und Computerbranche Imitation Innovation fördert und starker Patentschutz (lange Schutzdauer und großer Schutzbereich) Innovation hemmt. Wir wären gut beraten, wenn in solchen Industriezweigen nur

¹ Dies ist nicht die einzige, aber die am häufigsten angeführte Rechtfertigung von Patenten, wie wir in Teil 2 zeigen werden. Auch führen Patente aufgrund ihrer Offenlegungspflicht zu einem Spillover-Nutzen [Anm. d. Übersetzers: gemeint ist, dass die Gesellschaft von der Offenlegung profitiert]. Wir konzentrieren uns hier – wie die bisherige Literatur – auf die Problematik, die Konkurrenz durch Patente von Imitationen abzuhalten.

² Software war bis zu den Gerichtsentscheidungen in den späten 80er Jahren vom Patentschutz ausgenommen. Die Möglichkeiten der rechtlichen Durchsetzung von Halbleiter- und Computerpatenten waren sehr unterschiedlich bis zu der Einrichtung des Federal Circuit Court im Jahre 1982. Beide Bereiche kämpften mit grundlegenden Problemen bezüglich des Stands der Technik [Aharonian, OTA, 1992] und einige Experten behaupten, dass bis zu 90% der Halbleiterpatente nicht wirklich neu und deswegen ungültig waren [Taylor and Silberston, 1973]. Diese Probleme erschweren eine einheitliche rechtliche Durchsetzung.

Umfragen von Managern in der Halbleiter- und Computerbranche ergaben übereinstimmend, dass Patente nur einen schwachen Investitionsschutz und -anreiz bieten. Levin u. a. [1987] fanden heraus, dass Patente als schwacher Investitionsschutz eingestuft wurden, weit hinter dem Vorteil, der durch technologischen Vorsprung und Forschungserfahrung entsteht. Man ging davon aus, dass Patente in der Elektroindustrie Imitationskosten nur um 7% [Levin u. a.] bzw. 7 - 15% [Silberston] erhöhten. Taylor und Silberston fanden heraus, dass nur wenig in F&E investiert wurde, um Vorteile aus Patentrechten zu ziehen.

Wie man erwarten kann, sind Streuung von Wissen und Imitation in diesen Branchen besonders stark verbreitet. Die Unternehmen tauschen — offiziell oder inoffiziell — untereinander Informationen aus, Angestellte wechseln häufig das Unternehmen und Unternehmen, die Nebenprodukte oder Zubehör herstellen, sind in der Branche weit verbreitet. Wichtiger noch, Imitationen folgen in sehr kurzem Abstand. Tilton [1971] schätzte den Zeitraum, der in der japanischen Halbleiterbranche der 60er Jahre zwischen einer Erstentdeckung und der kommerziellen Imitation verging, auf etwas über ein Jahr ein. In der Softwarebranche ist der Zeitraum manchmal kürzer.

begrenzter Schutz geistigen Eigentums bestünde. Darüberhinaus wären Wettbewerb und Imitation durchaus vorteilhaft.³

Das liegt daran, dass in diesen Industriezweigen Innovationen sowohl *sequentiell* als auch *komplementär* sind. Mit “sequentiell” meinen wir, dass jede Erfindung auf einer vorangegangenen aufbaut —so wie Windows auf DOS. Mit “komplementär” meinen wir, dass jeder potentielle Innovator einen etwas anderen Forschungsansatz wählt und dadurch die Gesamtwahrscheinlichkeit erhöht wird, ein bestimmtes Ziel innerhalb einer vorgegebenen Zeit zu erreichen.⁴ Zweifellos haben die vielen unterschiedlichen Ansätze bei der Entwicklung von Spracherkennungssoftware die Plazierung von erschwinglichen Produkten auf dem Markt beschleunigt.

Der sequentielle und komplementäre Charakter von Innovationen wird allgemein anerkannt, besonders in der High-Tech-Industrie. Gort und Klepper [1982] stellten bei 23 bedeutenden Innovationen durchschnittlich 19 sequentielle Verbesserungen (neben vielen anderen) fest. Die Untersuchung vieler Innovationen hat ergeben, dass der größte Zuwachs an Produktivität durch die Verbesserung der ursprünglichen Innovation erreicht wird (siehe z. B. Enos, [1962]). Scotchmer [1996], Green und Scotchmer [1995] und Chang [1995] haben die theoretisch aufgestellten Auswirkungen sequentieller Innovation untersucht. Verschiedene empirische Studien haben den überzeugenden Nachweis des komplementären Charakters von Innovationen erbracht, unter anderem Jaffe [1986] und Henderson und Cockburn [1996] (siehe die Rezension der Literatur bei Griliches, [1992]). Spence [1984] und Levin und Reiss [1998] haben die Wirkung von Spillover-Komplementaritäten in einem nicht sequentiellen Kontext untersucht.

Ein Unternehmen, das sein Produkt in einer Welt sequentieller und komplementärer Innovationen patentiert, kann verhindern, dass seine Konkurrenten dieses Produkt (oder ähnliche Ideen) zur Entwicklung weiterer Innovationen verwenden. Sollten diese Konkurrenten, nicht aber das ursprüngliche Unternehmen über wertvolle Ideen zur Weiterentwicklung dieses Produkts verfügen, könnten weitere Erfindungen durch das Patent gebremst werden.

Die Verfechter des Patentwesens sind rasch mit einem Gegenargument bei zur Hand: Sollte ein eifersüchtig gehütetes Patent Innovationen ernsthaft gefährden, kann der Patentinhaber einfach Lizenzen anbieten (und somit Innovationen ermöglichen). Somit könnte er den Mehrwert einer solchen Innovation mittels einer angemessenen Lizenzgebühr abschöpfen (so oder so ähnlich wird argumentiert). Der Fehler in dieser Argumentation liegt darin, dass Lizenzvergabe Wettbewerb hervorruft und, wie in Teil 3 gezeigt wird, der durch den Wettbewerb erzeugte Einnahmenverlust den durch ein mehr an Innovation geschaffenen Mehrwert bei weitem übersteigt. In diesem Fall würde sich der Patentinhaber gegen eine Lizenzvergabe entscheiden, selbst wenn dies zum Nachteil der Gesellschaft wäre.

Aber unabhängig davon, ob Patentschutz besteht oder nicht, könnte es für ein Unternehmen von Vorteil sein, wenn andere Unternehmen seine Produkte imitieren und mit ihm in Wettbewerb

³ Als IBM 1981 seinen ersten PC ankündigte, reagierte Apple Computer, damals der Marktführer bei PCs, mit ganzseitigen Zeitungsannoncen: “Welcome IBM. Seriously.” Ein Klischee der High-Tech-Industrie lautet, dass Wettbewerb “den Markt erweitert”.

⁴ Ein Beispiel für Komplementarität, das in der Literatur untersucht wird, sind information spillovers [Anm. d. Übersetzers: reger Informationsaustausch], siehe Arrow [1962]. Aber wir beschränken uns nicht auf dieses Beispiel.

treten. Obwohl Imitationen den gegenwärtigen Gewinn des Unternehmens verringern, erhöhen sie die Wahrscheinlichkeit weiterer Innovationen und verbessern somit die Aussicht des Unternehmens auf eine weitere gewinnbringende Entdeckung.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass bei sequentiellen und komplementären Innovationen Standardargumente über Patente und Imitation auf den Kopf gestellt werden können. Imitationen bedeuten einen *Ansporn* für Innovation, wohingegen starke Patente ein *Hindernis* darstellen.

Wir werden wie folgt fortfahren: In Teil 2 werden wir das statische Modell besprechen, das üblicherweise zur Rechtfertigung des Patentwesens herangezogen wird. Wir werden aufzeigen, dass Patente nicht nur dazu dienen, dass innovative Unternehmen ihre Entwicklungskosten hereinholen, sondern darüber hinaus, Unternehmen, die sich unter anderen Umständen eher auf Imitation beschränken würden, zu eigenen innovativen Tätigkeiten zu ermutigen. In Teil 3 wenden wir uns dann einem dynamischen Modell zu, um die Umstände darzustellen, unter denen Patente Innovationen hemmen und sich Unternehmen besser stellen, wenn ihre Produkte imitiert werden. Abschließend in Teil 4 diskutieren wir die Relevanz dieses dynamischen Modells für die High-Tech-Industrie.

2. Das statische Modell

Gehen wir von einer Branche, bestehend aus zwei gleich strukturierten Unternehmen, aus.⁵ Zur Entdeckung und Entwicklung einer Innovation mit dem angenommenen (gesellschaftlichen) Wert v können beide Unternehmen F&E betreiben. c seien die F&E-Kosten. p sei Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Innovation, wenn nur eines der beiden Unternehmen in F&E investiert.⁶

Wir gehen davon aus, dass ein Unternehmen den gesellschaftlichen Wert seiner Innovation dann erzielen kann, wenn diese nicht kopiert wird.⁷ Bei nicht vorhandenem Patentschutz kann das andere Unternehmen eine Imitation entwickeln, ohne dass F&E-Kosten anfallen. In diesem Fall erzielt das innovative Unternehmen nur einen Bruchteil s ($s < \frac{1}{2}$) des Wertes von v (der Einfachheit halber soll das imitierende Unternehmen den selben Bruchteil s erzielen).⁸

Wir gehen davon aus, dass der erwartete gesellschaftliche Nutzen nach Abzug der F&E-Kosten positiv ist:

⁵ Die Beschränkung auf zwei Unternehmen erfolgt der Einfachheit halber. Alle unsere Ergebnisse lassen sich auch auf drei oder mehr Unternehmen anwenden. Wir werden weiter unten sehen, dass unsere Argumente bezüglich der Ineffizienz von Patenten und des Rückgangs von Fusionen zur Behebung dieser Ineffizienz bei mehr als zwei Unternehmen noch stärker zum Tragen kommen.

⁶ Betrachtet man unser statisches Modell als reduzierte Form des dynamischen Modells, dann könnte p auch als Abschwächungsfaktor, der dem Zeitraum zwischen Innovation und Imitation entspricht, interpretiert werden.

⁷ Das ist natürlich eine gewagte Annahme. Aber das Anreizversagen und die Ineffizienz von Monopolen, die entstehen, wenn diese Annahme nicht zutrifft, sind hinreichend bekannt. Unsere Annahme dient der Abstrahierung ohne Berücksichtigung dieser gängigen Verzerrungen.

⁸ Die Annahmen, dass Imitationen keine Kosten verursachen und der Imitator den selben Gewinnanteil erzielt wie der Innovator (d. h. der Innovator hat keinen Vorteil durch seinen Zeitvorsprung) sind natürlich unrealistisch. Diese Annahmen sind günstiger für Patente. Dies stärkt unser Argument in Teil 3, in dem wir die Nachteile des Patentsystems darstellen.

$$(1) \quad p \cdot v - c > 0.$$

Der Nettoerlös aus F&E eines Unternehmens, dessen Produkte imitiert werden, beträgt hingegen nur $s \cdot p \cdot v - c$. Und selbst wenn (1) zutrifft, könnte gelten

$$(2) \quad s \cdot p \cdot v - c < 0.$$

Die Kombination aus (1) und (2) stellt das klassische Anreizversagen dar, welches das Patentwesen aufgreift. Formel (2) enthält die Idee, dass ein Unternehmen bei nicht vorhandenem Patentschutz kein Gewinn aus F&E erzielen kann, wenn seine potentielle Innovation imitiert wird. Ein Patent verbietet Imitation und garantiert einem Innovator somit den vollen Nettoerlös aus seinem F&E-Aufwand ($p \cdot v - c$). Formel (1) besagt, dass ein Innovator so lange von seiner Investition in F&E profitiert, wie diese von gesellschaftlichem Nutzen ist.

Aber selbst wenn (2) *nicht* zutrifft — d. h. F&E also trotz Imitation gewinnbringend sind —, können Patente von Nutzen sein, weil sie mehrere Unternehmen ermutigen können, dieselbe Innovation anzustreben. Typischerweise haben verschiedene Unternehmen unterschiedliche Ansätze bei der Lösung eines bestimmten technologischen Problems. D. h. je mehr Unternehmen sich mit der Lösung eines Problems befassen, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es *einem von ihnen* gelingt. Dies haben wir als “Komplementarität” in der Einleitung bezeichnet.

Wir nehmen die Komplementarität in unser Modell auf und gehen davon aus, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit beider Unternehmen *statistisch unabhängig* ist.⁹ Daraus folgt, dass die Gesamtwahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Innovation bei zwei investierenden Unternehmen

$$1 - (1 - p)^2 = 2p - p^2$$

ist und der gesellschaftliche Nettogewinn dieser Investition

$$(3) \quad (2p - p^2)v - 2c.$$

Formel (3) impliziert, dass der gesellschaftliche Mindestgewinn aus dem F&E-Aufwand des zweiten Unternehmens $(2p - p^2)v - 2c - (pv - c)$ ist. Nehmen wir an, dieser Wert ist positiv, d. h.

$$(4) \quad (p - p^2)v - c > 0.$$

Investieren beide Unternehmen in F&E, ist der zu erwartende Unternehmensgewinn bei fehlendem Patentschutz

$$(5) \quad s(2p - p^2)v - c.$$

⁹ Die technologischen Möglichkeiten, über die die beiden Unternehmen verfügen, können bis zu einem bestimmten Grad korrelieren, wodurch die Aussichten der beiden Unternehmen auf Erfolg ebenfalls miteinander korrelieren. Nur der Einfachheit halber nehmen wir statistische Unabhängigkeit (keine Korrelation) an.

($2p - p^2$ ist die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Innovation, die beiden Unternehmen die Einnahme von sv einbringt.) Aber selbst wenn (5) positiv ist (und (4) zeigt, dass das zutrifft, wenn s nicht viel kleiner als ein $\frac{1}{2}$ ist), bedeutet dies nicht, dass ein Investitionsgleichgewicht zwischen den beiden Unternehmen aufrechterhalten werden kann. Wenn eines der beiden Unternehmen in F&E investiert, besteht für das andere Unternehmen nur dann ein Anreiz, ebenfalls in F&E zu investieren, wenn (5) größer ist als

$$(6) \quad p \cdot s \cdot v,$$

die zu erwartenden Einnahmen der Trittbrettfahrerei. D. h. selbst wenn (5) positiv ist, investiert nur eines der beiden Unternehmen, wenn

$$(7) \quad s(p - p^2)v - c < 0.$$

Im Gegensatz dazu kann ein Unternehmen, das in F&E investiert, bei Aussicht auf Patentschutz folgende Einnahmen erwarten

$$(8) \quad \frac{1}{2}(2p - p^2)v - c,$$

wenn auch das andere Unternehmen investiert (wir gehen davon aus, dass selbst wenn beide Unternehmen die Entdeckung machen, nur eines der beiden das Patent erhält,¹⁰ wobei beide die gleiche Chance haben). Beachte, dass (8) positiv ist, solange (4) zutrifft. Daraus folgt: Patentschutz führt zu Investitionen, wenn diese von gesellschaftlichem Nutzen sind, fehlender Patentschutz hingegen begünstigt Imitationen. Patente, die eigentlich zum Schutz des Innovators vor Imitationen gedacht sind, können also zu unerwünschter Überinvestition führen: (8) kann selbst dann positiv sein, wenn (4) nicht zutrifft.¹¹

Fassen wir unsere Betrachtungen im folgenden Ergebnis zusammen (siehe hierzu auch Abbildung 1):

Behauptung 1: Im oben dargestellten statischen Modell führt Patentschutz zu mindestens so viel Investitionen in F&E¹² (und somit zu Innovation) wie es (a) in einem wirtschaftlichen Szenario ohne Patentschutz oder (b) unter optimalen Bedingungen der Fall wäre.

Beachte, dass die durch Patente herbeigeführte mögliche Überinvestition in F&E prinzipiell verhindert werden könnte, wenn Parallelforschung mehrerer Unternehmen ausgeschlossen würde. Denkbar wäre, einem Unternehmen *vorab* ein Patent auszustellen, welches es beispielsweise zur Entwicklung eines bestimmten Impfstoffes berechtigt.¹³ Solch ein Schutz würde natürlich andere Unternehmen davon abhalten, in ähnlicher Richtung zu forschen. Diese

¹⁰ Hier kommt zum Ausdruck, dass Patente einen *Schutzbereich* haben, wodurch ein Patentinhaber die Markteinführung von Entdeckungen anderer Unternehmen, die ähnlich aber nicht identisch sind, behindern kann.

¹¹ Die Möglichkeit, dass Patente zu exzessiver Überinvestition führen können, ist aus der Patent-Wettlauf-Literatur bestens bekannt; siehe Dasgupta und Stiglitz [1980] und Loury [1979].

¹² Und möglicherweise zu wesentlich mehr.

¹³ Wright [1983] untersucht auf ähnliche Weise Voraberteilung von Patenten und diesbezügliche öffentlich-rechtliche Verträge.

Vorgehensweise wäre aber nur dann effizient, wenn Komplementarität ausgeschlossen werden könnte, d. h. wenn Konkurrenzunternehmen die Wahrscheinlichkeit einer Innovation weder erhöhten noch deren Entwicklung beschleunigten.

Es ist zu beachten, dass dieses statische Modell keinen Raum für Lizenzierung von Patenten läßt. Ein Patentinhaber erhält die Einnahmen v . Vergäbe er eine Lizenz an seinen Konkurrenten, betrüge die Gesamteinnahmen $2sv$, also weniger als v .

Dieses einfache statische Modell erklärt Grundzüge von Patent-Wettlauf-Modellen, wie denen von Loury [1979] und Dasgupta und Stiglitz [1980]. Es erklärt ebenso Aspekte statischer Modelle, welche Spillover-Komplementaritäten miteinbeziehen, wie das von Spence [1984], das die gesellschaftlich überflüssige F&E hervorhebt. Bei einer dynamischen Betrachtungsweise ändern sich diese Ergebnisse dramatisch.

3. Das dynamische Modell

Lassen sie uns nun das Modell um eine Reihe möglicher Innovationen erweitern, von denen jede auf der vorangegangenen aufbaut. Genauer gesagt, gehen wir davon aus, dass ein Unternehmen nur dann eine realistische Chance für die Entwicklung einer Innovation der nächsten Generation hat, wenn es über Markterfahrung mit der gegenwärtigen Generation verfügt. Mit anderen Worten, das Unternehmen muss auf dem Stand der Technik sein. Hinter dieser Annahme steckt, dass jedes neue Produkt oder jedes neue Verfahren sich direkt von denen der gegenwärtigen Generation ableiten lassen und somit weitergegebene Erfahrungen mit dem Vorangegangenen eine Voraussetzung für Innovation sind. Z. B. berichteten die von Levin u. a. [1987] betrachteten Unternehmen (in mehr als hundert verarbeitenden Industrien), dass normalerweise nur wenige andere Unternehmen in der Lage sind, ihre Innovationen zu kopieren und dass Lernkurve, technologischer Vorsprung, Verkaufs- und Serviceaufwand Imitation nachhaltig erschweren.

Betrachten wir eine unendliche Folge möglicher Innovationen, von denen jede die vorangegangene Generation überflüssig macht und der Wertzuwachs gegenüber der vorangegangenen Generation v beträgt. Geht man davon aus, dass die Innovation der Generation t bereits entwickelt wurde, so besteht für ein Unternehmen, das in F&E die Kosten c investiert und am Markt der Generation t beteiligt ist, eine positive Wahrscheinlichkeit die Innovation der Generation $t+1$ zu entdecken. Versucht nur ein Unternehmen, eine Innovation zu entwickeln, sei p die Wahrscheinlichkeit, diese zu entdecken. Wenn dieses Unternehmen in jeder Generation in F&E investiert, beträgt die zu erwartende Anzahl an Innovationen

$$(9) \quad p(1-p) + 2p^2(1-p) + 3p^3(1-p) + \dots = \frac{p}{1-p},$$

wobei der erste Term auf der linken Seite der Gleichung (9) der Erwartung von einer Innovation entspricht, der zweite Term der Erwartung von zwei Innovationen usw. Sollte es in einer beliebigen Generation zu keiner Innovation kommen, sind weitere Innovationen nicht möglich. Die gesamten zu erwartenden Unternehmensgewinne und der gesellschaftliche Nutzen von F&E werden ausgedrückt durch die Formel

$$(10) \quad -c + p(1-p)(v-c) + 2p^2(1-p)(v-c)\dots = -c + \frac{p}{1-p}(v-c) = \frac{p \cdot v - c}{1-p},$$

wobei wir wieder annehmen, dass ein Monopolist den gesamten gesellschaftlichen Mehrwert einnehmen kann.

Wenn aber in jeder Generation nicht nur ein, sondern zwei Unternehmen in F&E investieren und am Markt beteiligt sind, dann beträgt die zu erwartende Anzahl an Innovationen unter der Voraussetzung, dass die gleiche Komplementarität wie im statischen Modell besteht,

$$(2p - p^2)(1-p)^2 + 2(2p - p^2)^2(1-p)^2 + \dots = \frac{2p - p^2}{(1-p)^2}$$

und der gesellschaftliche Mehrwert des zweiten Unternehmens ist

$$(11) \quad \frac{(2p - p^2)v - 2c}{(1-p)^2} - \frac{pv - c}{1-p} = \frac{pv - (1+p)c}{(1-p)^2}.$$

Gehen wir davon aus, dass beide Unternehmen mit dem Anteil s am Gesamtwert beteiligt sind, wenn ein Unternehmen die Innovation des anderen imitiert. Wir untersuchen zunächst, welcher Art das Gleichgewicht bei nicht vorhandenem Patentschutz ist.

Wenn ein Unternehmen in jeder Generation den Versuch unternimmt, eine Innovation zu entwickeln, während das andere lediglich imitiert, ist der zu erwartende Gesamtgewinn des Innovators

$$(12) \quad \frac{psv - c}{1-p}.$$

Das andere Unternehmen wird nur dann imitieren, wenn

$$(13) \quad \frac{s(2p - p^2)v - c}{(1-p)^2} < \frac{psv}{1-p}.$$

Die linke Seite von (13) ist der zu erwartende Gewinn des imitierenden Unternehmens, wenn beide Unternehmen in jeder Generation in F&E investieren. Die rechte Seite ist sein Gewinn, wenn es in jeder Generation imitiert. Formel (13) lässt sich vereinfachen zu

$$(14) \quad p \cdot s \cdot v < c.^{14}$$

Beachte, dass (12) und (14) implizieren, dass *keines* der beiden Unternehmen investiert, wenn (14) gilt, und dass *beide* investieren, wenn (14) nicht gilt.

¹⁴ Wir würden die selbe Formel erhalten, wenn wir die linke Seite von (13) mit dem Gewinn aus einer einmaligen Imitation (gefolgt von F&E-Investitionen in allen nachfolgenden Generationen) verglichen.

Vergleichen wir (14) mit seinem Gegenstück (7) des statischen Modells, stellen wir fest, dass es im dynamischen Modell einen größeren Anreiz für ein zweites Unternehmen gibt zu investieren als im statischen Modell (beachte, dass dies nur für das zweite Unternehmen gilt; der Anreiz für F&E ist für das erste Unternehmen in beiden Modellen identisch). Das liegt daran, dass im dynamischen Modell F&E des zweiten Unternehmens nicht nur die Wahrscheinlichkeit der nächsten Innovation, sondern auch die aller weiteren Innovationen erhöht. Dies ist vorteilhaft für das Unternehmen, auch wenn es zukünftig die Produkte des ersten Unternehmens nur imitiert.

Als nächstes betrachten wir, was unter einem Patentsystem passiert, bei dem jede Folgeinnovation patentierbar ist und — der Einfachheit halber — jedes Patent nur für eine Innovation gilt. Obwohl Folgeinnovationen von einem bereits vorhandenen Patent nicht abgedeckt werden, erlaubt jedes Patent seinem Inhaber, den Eintritt zum Markt der nächsten Generation zu blockieren. Daher müssen Unternehmen am ursprünglichen Markt beteiligt sein, um mit Folgeprodukten Erfolg zu haben. D. h. ein Patent beinhaltet die Möglichkeit, weitere Innovationen aufzuhalten.

Bei Patentschutz ist mindestens eines der beiden Unternehmen bereit zu investieren, vorausgesetzt (10) ist positiv, d. h.

$$(15) \quad \frac{v}{c} > \frac{1}{p}.$$

Ein "Wettrennen" um die erste Innovation gehen die beiden Unternehmen dann ein (wobei der Verlierer unter Umständen vollständig aus dem Wettbewerb ausscheidet), wenn

$$-c + \frac{1}{2}(2p-p^2) \frac{v-c}{1-p} > 0, \text{ d. h.}$$

$$(16) \quad \frac{v}{c} > \frac{2-p^2}{2p-p^2}.$$

Wegen (11) lohnt es sich nicht, für beide Unternehmen in F&E zu investieren, wenn

$$(17) \quad \frac{1+p}{p} > \frac{v}{c}.$$

Und da die linke Seite von (17) größer ist als die rechte Seite von (16), erhalten wir für diese Innovation der ersten Generation das Standardergebnis bei exzessiv betriebener F&E.

Bei den Folgegenerationen liegt dagegen ein völlig anderer Sachverhalt vor. Die beiden Unternehmen werden nach der ersten Generation nur dann weiterhin in F&E investieren, wenn der Patentinhaber bereit ist, eine Lizenz für seine Innovation zu vergeben. Für den Patentinhaber ist Lizenzierung nur dann profitabel, wenn die Summe der Gewinne beider Unternehmen den Unternehmensgewinn des Patentinhabers als Monopolist übersteigt. Aber dies muss nicht sein. Aufgrund der Komplementarität ist der Gesamtwert bei Lizenzierung zwar größer, aber durch den Wettbewerb kann ein Teil des Werts an den Konsumenten verloren werden, was geringere Unternehmensgewinne zur Folge hat.

Lassen sie uns annehmen, dass die Lizenzgebühr ein einmalig zu zahlender Pauschalbetrag ist.¹⁵ In diesem Fall wäre der Wettbewerb durch Patentierung und Lizenzvergabe nicht beeinflusst. Ungeachtet der Lizenzgebühren würden beide Unternehmen sv verdienen, und den Lizenznehmer erwartet ein Gewinn von

$$(18) \quad sv + \frac{s(2p - p^2)v - c}{(1-p)^2},$$

wobei der erste Term von (18) der gegenwärtige Gewinn aus dem Wettbewerb mit dem Patentinhaber ist und der zweite Term der zu erwartende zukünftige Gewinn (vorausgesetzt, dass alle Folgeinnovationen lizenziert werden, so dass *beide* Unternehmen aus ihrer F&E profitieren). Der Gesamtgewinn ist

$$(19) \quad 2sv + \frac{2s(2p - p^2)v - 2c}{(1-p)^2} = \frac{2sv - 2c}{(1-p)^2}$$

und der Patentinhaber kann diesen Betrag erzielen, indem er eine Lizenzgebühr verlangt, die gleich (18) ist.

Deshalb wird der Patentinhaber nur dann eine Lizenz vergeben, wenn

$$(20) \quad \frac{v-c}{1-p} < 2sv + \frac{2s(2p - p^2)v - 2c}{(1-p)^2},$$

wobei die linke Seite von (20) der (Monopol-)Gewinn ohne Lizenzierung ist und die rechte Seite der Duopolgewinn zuzüglich der Lizenzgebühr. Formel (20) kann geschrieben werden als

$$(21) \quad \frac{v}{c} > \frac{1+p}{2s-1+p}.$$

Somit könnte Lizenzierung im dynamischen Modell — anders als im statischen Modell — für den Patentinhaber vorteilhaft sein.

Aber wenn s hinreichend klein ist, haben wir

¹⁵ Diese Annahme ist dann sinnvoll, wenn der Lizenzgeber nicht sofort kontrollieren kann, in welchem Umfang der Lizenznehmer bei der Produktion von der Lizenz Gebrauch gemacht hat. Zum Beispiel kann es unklar sein, wie wichtig eine patentierte Idee für den Sourcecode eines Softwareproduktes ist. Dies stört nachhaltig die Festsetzung von Lizenzgebühren in Abhängigkeit vom Produktionsausstoß. Selbst wenn der Lizenzgeber den Produktionsausstoß des Lizenznehmers kontrollieren *könnte*, wäre er vielleicht dennoch nicht in der Lage, die *Kosten* des Lizenznehmers zu kontrollieren. In diesem Fall würde der Lizenzgeber die Lizenzgebühren optimalerweise so festsetzen, dass diese möglichst höher sind als der Betrag, den der Lizenznehmer akzeptieren würde (???). Für diesen Fall, dass die Kosten nur schwer abschätzbar sind, erhalten wir das gleiche Ergebnis wie unten: zu wenig Lizenzvergabe und deshalb zu wenig Innovation.

$$(22) \quad \frac{1+p}{p} < \frac{1}{sp} < \frac{1+p}{2s-1+p},^{16}$$

wobei $\frac{1+p}{p}$ aus (11) der kleinstmögliche Wert für $\frac{v}{c}$ ist, bei dem es sich für beide

Unternehmen lohnt zu investieren, und $\frac{1}{sp}$ aus (14) der kleinstmögliche Wert, bei dem beide

Unternehmen investieren, wenn kein Patentsystem besteht. Innovationen im Bereich

$\frac{1}{sp} < \frac{v}{c} < \frac{1+p}{2s-1+p}$ würden in einem Markt mit Patenten nicht lizenziert, aber in einem Markt

ohne Patente angestrebt werden. Ungeachtet dessen, ob es Patente gibt oder nicht, würde ein solcher Markt zu wenig F&E hervorbringen. Aber bei ausreichend starkem Wettbewerb (wenn s hinreichend klein ist), impliziert (22), dass ein Markt mit Patenten im allgemeinen weniger effizient ist als einer ohne, weil Patentinhaber nicht ausreichend lizensieren (und somit die Innovationsgeschwindigkeit noch langsamer ist als bei einem Markt ohne Patente).

Wir haben den Fall hervorgehoben, dass (21) nicht gilt und somit Lizenzvergabe nicht ausreicht, um angemessene Innovationstätigkeiten zu garantieren. Aber auch wenn (21) gilt — der Fall, dass Innovationen als ausreichend wichtig betrachtet werden —, besteht immer noch ein wichtiger Unterschied zwischen dem statischen und dem dynamischen Modell. Während im statischen Modell ein Unternehmen Wettbewerb und Imitation eines anderen Unternehmens auf jeden Fall scheuen würde, würde es diese im dynamischen Modell begrüßen. Dies lässt sich anhand des statischen Modells aufzeigen, in dem ein Unternehmen den Gewinn $pv - c$ erwartet ohne Wettbewerb, aber mindestens $\frac{1}{2}(2p - p^2)v - c$ (ohne Patente wäre der Gewinn noch niedriger) bei einem Konkurrenten. Daraus folgt, dass Wettbewerb einem Unternehmen auf jedem Fall schadet. Im dynamischen Modell hingegen gibt (10) den Gewinn eines einzigen Unternehmens an, während — vorausgesetzt (21) gilt — der zu erwartende Gewinn, ungeachtet dessen, ob es Patente gibt oder nicht,

$$\frac{s(2p - p^2)v - c}{(1 - p)^2} \text{ ist,}$$

der größer als (10) ist. Daraus folgt, der Unternehmensgewinn wird in diesem Fall durch Imitation und Wettbewerb vergrößert, aufgrund der daraus resultierenden größeren Innovationsrate. Wir fassen unsere Ergebnisse (siehe auch Abbildung 2) wie folgt zusammen:

Behauptung 2: Patentschutz führt nach einer Innovation der ersten Generation genau dann zu effizienter F&E (und nicht vorhandener Patentschutz zu unzureichender F&E), wenn es volkswirtschaftlich betrachtet optimal ist, wenn nur ein Unternehmen investiert. Sollte es effizienter sein, dass mehr als ein Unternehmen in F&E investiert, sorgt ein Wirtschaftssystem ohne Patente dafür, dass ein gewisses Niveau an F&E erreicht wird (und

¹⁶ Die Ungleichung auf der linken Seite von (22) gilt immer; die Ungleichung auf der rechten Seite gilt, wenn $s < \frac{1}{2+p}$.

somit eine gewisse Innovationsgeschwindigkeit), das (auch wenn immer noch zu niedrig) im allgemeinen höher ist, als das in einem Wirtschaftssystem mit Patentschutz (vorausgesetzt es besteht ausreichend Wettbewerb). Wenn Innovationen hinreichend wichtig sind (v/c groß genug ist), wird darüberhinaus nicht nur der volkswirtschaftliche, sondern auch der unternehmerische Gewinn aus F&E durch Wettbewerb und Imitation erhöht.

Bemerkung: Obwohl es zutrifft, dass Patentschutz dann effizient ist, wenn es volkswirtschaftlich wünschenswert ist, dass nur ein Unternehmen investiert, wird die Ausnahmestellung dieses Falles aufgrund unserer Annahme, es gäbe nur zwei Unternehmen, nicht genügend deutlich. Wären wir stattdessen von einem halben Dutzend Unternehmen ausgegangen, wäre der Fall, in dem sich genau ein Innovation betreibendes Unternehmen als optimal erwiesen hätte, wesentlich seltener aufgetreten. Darüberhinaus ist dieser Sonderfall vor allem für “unbedeutende” Innovationen relevant. Bei “bedeutenden” Innovationen (hohe Gewinne) ist es volkswirtschaftlich wünschenswert, viele Unternehmen ins Rennen zu schicken. Schließlich ist auch unsere Annahme, dass Imitationen keine Kosten verursachen und von Vorteil für den Abwartenden sind (siehe Fußnote 8), eher günstig für Patentbefürworter. Bei realistischerer Betrachtungsweise dagegen bringen Patente selbst dann keinen Vorteil, wenn Investitionen nur eines Unternehmens volkswirtschaftlich effizient sind.

In unserem Modell führt sowohl vorhandener als auch fehlender Patentschutz zu zu wenig Innovation. Man stellt sich daher die Frage, ob es nicht noch ein drittes, den anderen überlegenes Modell gibt. Tatsächlich würde in unserem Modell eine Fusion der beiden konkurrierenden Unternehmen wohl dazu führen, dass die komplementären Ideen beider gedeihen würden und somit die mörderische Rivalität ausgeschlossen würde. Eine Fusion könnte somit das Problem, einen Anreiz für F&E zu geben, theoretisch lösen. Dennoch erscheint dies nicht sehr wahrscheinlich in der Praxis, obwohl die Software- und Computerbranche diesbezüglich schon viele Versuche unternommen hat. Tatsächlich beruht das Ergebnis unseres Modells, nämlich dass eine Fusion die optimale Lösung des Problems darstellt, vor allem auf unserer vereinfachenden (und heroischen) Annahme, dass ein Monopol nicht zu Wettbewerbsverzerrung führt. Auch hier kann unser Zwei-Unternehmen-Modell irreführend sein. In einem realistischeren Modell mit einer größeren Anzahl von Konkurrenten würde eine Fusion aller Unternehmen dementsprechend schwieriger und zu größerer Wettbewerbsverzerrung führen.

4. Empirische Aussagen über dynamische Innovation

Es werden drei Beweise erbracht, aus denen sich ableiten lässt, dass auf innovative Wirtschaftszweige eher das dynamische als das statische Modell zutrifft: 1.) das in High-Tech-Industrien häufig anzutreffende Cross-Licensing, 2.) das positive Verhältnis zwischen Innovations- und Markteintrittsraten und 3.) die Feldstudie, die sich bei der Ausweitung des Patentschutzes für Software in den USA ergab.

Cross-Licensing ganzer Patentportfolios

Es ist schwierig, die in einigen High-Tech-Industrien anzutreffende Art von Patentlizenzierung mit den traditionellen Modellen geistigen Eigentums in Einklang zu bringen. In statischen Innovationsmodellen bieten Unternehmen ihren Konkurrenten Lizenzen nur zu einschränkenden Bedingungen an. Besonders in dem hier vorgestellten statischen Modell würde ein Patentinhaber seinem Konkurrenten niemals eine Lizenz anbieten. Allerdings muss einschränkend hinzugefügt werden, dass dieses Modell von einer “drastischen” Produktinnovation ausgeht. Andere Modelle,

die “nicht drastische” Prozessverbesserungen berücksichtigen, kommen zu dem Ergebnis, dass unter bestimmten Bedingungen am Produktmarkt Konkurrenzunternehmen unbedeutende Innovationen in ausreichender Zahl angeboten werden. Keines dieser Modelle aber berücksichtigt die Situation, in der ein Unternehmen seinen *direkten* Mitbewerbern eine Lizenz für sein *gesamtes* Patentportfolio für einen bestimmten Bereich erteilt.

In den ersten Jahrzehnten der Halbleiter- und Computerbranche war die Vergabe von Cross-Lizenzen für einen gesamten Bereich unter Konkurrenten allerdings gang und gäbe. In der Halbleiterbranche wurden allein 1975 34 Cross-Licensing-Vereinbarungen zwischen rivalisierenden Unternehmen getroffen [Webbink, S. 99]. Diese Lizenzen deckten ganze Patentportfolios ab, die sich eher auf einen ganzen technischen Bereich als auf einzelne Innovationen bezogen. Viele dieser Patentportfolios schlossen neben bereits vorhandenen Patenten auch zukünftige ein.

Diese Cross-Lizenzen waren auch nicht als Einstiegshindernis gedacht, wie es schon in anderen Wirtschaftszweigen zu beobachten war [Scherer, 1980, s. a. Bittlingmayer, 1988]. Eine Umfrage von Unternehmensleitern kam zu dem Schluss, dass “... alle befragten Unternehmensvertreter darin übereinstimmen, dass noch nie ein Unternehmen durch ein Patent daran gehindert worden sei, der Halbleiterbranche beizutreten, oder einem Unternehmen eine Lizenz verweigert worden sei [Webbink, S. 100].”

Tatsächlich ist Cross-Licensing vollständig mit dem dynamischen Modell vereinbar.¹⁷ In erster Linie helfen Cross-Lizenzen konkurrierenden Unternehmen eine Verzögerung ihrer F&E-Tätigkeit durch Patente zu beheben. Das dynamische Modell sieht vor, dass Patente den ursprünglichen Erfinder mit Rechten ausstatten, die nachfolgende Erfindungen der Konkurrenz verzögern können. Umfragen in der Halbleiterbranche [Hall und Ham, 1999] und in allen anderen Wirtschaftszweigen [Cohen u. a., 1998] haben ergeben, dass die Unternehmen diese Verzögerungsrechte als ein Hauptmerkmal von Patenten ansehen. Im statischen Modell könnte ein Patent auch zur Verzögerung anderer Innovationen führen, wenn der Schutzbereich des Patents weit gefasst ist. Obwohl Patente mit allzu weitem Schutzbereich und großer Rechtsunsicherheit bei der Durchsetzung patentrechtlicher Ansprüche das Verzögerungsproblem verschlimmern können, sind sich die am Markt Beteiligten bewusst, dass Innovationen in der Halbleiterbranche typischerweise auf hunderten vorangegangener Entwicklungen aufbauen und dass es v.a. Folgeinnovationen sind, die Möglichkeiten für Verzögerung bieten [Grindley und Teece, 1997, Hall und Ham, 1999].

Aus diesem Grund ist Cross-Licensing in der High-Tech-Branche v.a. Ausdruck eines dynamischen Interesses an möglichen zukünftigen Gewinnen, was im Widerspruch zum statischen Modell steht. D. h. auch wenn das Portfolio eines am Markt etablierten Unternehmens ausreichen könnte, einen Markteintritt zu verhindern, hat die Mehrzahl der etablierten Unternehmen erkannt, dass Markteintritte einen bedeutenden Innovationsschub für die Branche bedeuten können. Laut Webbinks Umfrage unter Halbleiterunternehmen werden neuen

¹⁷ Fershtman und Kamien [1992] entwerfen ein Cross-Licensing-Modell für den Fall, dass zwei komplementäre Technologien für die Herstellung eines Produktes benötigt werden. Dieser Ansatz ähnelt dem in unserem dynamischen Modell insofern, als dass Unternehmen potentielle (aber nicht erfasste und deswegen vertraglich nicht festlegbare) komplementäre Beiträge zu zukünftigen Produkten liefern. Der Unterschied liegt darin, dass Fershtman und Kamien den Austausch *einzelner Patente* beschreiben, wohingegen in der Halbleiterbranche — in Übereinstimmung mit dem dynamischen Modell — Unternehmen *Patentportfolios* für einen ganzen Bereich ausgetauscht haben.

Unternehmen daher bereitwillig Cross-Lizenzen (oft zu niedrigen Lizenzgebühren) angeboten, im Gegensatz zum statischen Modell.

Darüberhinaus schließen Lizenzverträge typischerweise zukünftige Entwicklungen mit ein.¹⁸ Als Robert Noyce in den späten 60ern Intel gründete, erwarb er z. B. Cross-Lizenzen von Texas Instruments, IBM und Fairchild, die diesen Unternehmen bis ins Jahr 1999 den Zugang zu zukünftigen Patenten sicherten. Heutzutage beinhaltet eine typische Cross-Lizenz in der Halbleiterbranche Zugang zu innerhalb von fünf Jahren patentierten Innovationen. In den meisten Fällen sieht eine Lizenz die Nutzung der mit ihr abgedeckten Patente für die gesamte Schutzdauer (20 Jahre) vor [Grindley und Teece, 1997].

Dieses dynamische Interesse an zukünftigen Entwicklungen bestimmte von Anfang an die Einstellung zu Lizenzen in der Halbleiterbranche. Wenn es jemals ein Unternehmen gegeben hat, dass aufgrund seiner Monopolstellung hohe Einnahmen aus seinen Patenten hätte erzielen können, dann war es Bell Laboratories mit dem Patent für seinen grundlegenden Transistor. Statt dessen bot Western Electric (verantwortlich für die Lizenzierung des Patents) ab 1953 die Patente allen Interessenten zu einer Lizenzgebühr von nur 2% an, die ab 1956 ganz entfiel.¹⁹ Der Direktor der Abteilung für die Entwicklung elektronischer Komponenten erklärte diese Vorgehensweise wie folgt:

Uns war klar, wenn dieses Ding (der Transistor) so bedeutend war, wie wir glaubten, dann konnten wir es nicht für uns behalten und wir konnten auch nicht alle technischen Leistungen selber erbringen. Seine Verbreitung war ganz in unserem Interesse. Manchmal wirft man Brotkrumen ins Wasser und bekommt Engelskuchen zurück [Tilton, S. 75f.].

Ein solches Verhalten zeigt ein starkes Interesse an möglichen zukünftigen Gewinnen, das weit über die Erwägungen hinsichtlich Innovationsverzögerungen der statischen Modelle hinausgeht. Wenn verschiedene Unternehmen komplementäre und sequentielle technische Beiträge (dynamisches Modell) leisten, können sich kollaborative Formen der Lizenzierung für die beteiligten Unternehmen als vorteilhaft herausstellen.

In den 80ern wurden die Umgangsformen in der Industrie immer rücksichtsloser, da sich einige der etablierten Unternehmen dazu entschlossen, aus ihren Patentportfolios so viele Lizenzgebühren wie möglich herauszupressen, statt sie zur Weiterentwicklung zu nutzen. Auch einige Änderungen im Rechtssystem erleichterten es den Inhabern von Patenten, erfolgreich zu klagen, allen voran die Organisation des Federal Circuit Court für Patentklagen im Jahre 1983 [Angel, 1994]. Dies führte zu einer Abnahme von Cross-Licensing. Intel z. B. verklagte Sub-Lizenzinhaber auf seine ursprünglichen Cross-Lizenzen. Aber diese Entwicklung schmälert nicht die Bedeutung der Cross-Lizensierung in der Halbleiterbranche als ein Beispiel für Unternehmen, die ein dynamisches Interesse an zukünftigen Gewinnen haben.

¹⁸ Beachte, dass in unserem dynamischen Modell ein Markt mit der Regelung, alle zukünftigen Patente zu lizensieren, gleich einem Markt ohne Patente entspricht.

¹⁹ Nachdem Western Electric 1956 zugestimmt hatte, diese Patente gebührenfrei als Teil eines Anti-Kartell-Abkommens anzubieten. Beobachter der Branche und AT&T-Manager haben dem allerdings entgegengehalten, dass AT&T ohnehin bereit gewesen wäre, dies zu tun.

Innovation und Markteintritt

Das Verhältnis von Innovation und Markteintritt stellt einen weiteren Prüfstein für unsere beiden Modelle dar.

Beim statischen Modell geistigen Eigentums hängt der Innovationsanreiz von der Monopolstellung des Patentinhabers ab, die es ihm erlaubt, hohe Lizenzgebühren zu verlangen. Die Höhe dieser Gebühren hängt von den Bedingungen am Produktmarkt ab. Die Gebühren sind dann am höchsten, wenn der Patentinhaber das Individual-Monopol hat. Können sich auch andere Unternehmen am Produktmarkt beteiligen, auch wenn sie nur minderwertigen Ersatz produzieren, fällt die Gebühr i.d.R. niedriger aus.²⁰ Daher wird eine hohe Rate an Markteintritten häufig *prima facie* als Beweis unzureichender Eignung des statischen Modells betrachtet.

Während der Lebensdauer eines durch Innovation entstandenen Produktes kommt es zu einer Schwankung bei der Anzahl der Markteintritte, die mit dem Patentschutz zusammenhängt. Aus den Studien von Gort und Klepper [1982] wissen wir, dass sich bei bedeutenden Innovationen im Laufe ihres Lebens die Bedingungen für Markteintritte ändern. Anfangs genießt typischerweise ein einzelnes Unternehmen eine Monopolstellung, häufig gestützt durch eine Reihe von Patenten. Wenn die Patente abgelaufen sind (oder aus anderen Gründen Markteintritte möglich werden), können sich andere Unternehmen frei am Markt beteiligen. Im Laufe der Zeit werden zusätzliche Innovationen entwickelt, die das Produkt verbessern. Da sich einige Unternehmen ihre Verbesserungen patentieren lassen und auf diese Weise ein umfangreiches Patentportfolio aufbauen können, wird es allmählich wieder schwieriger für Unternehmen, sich am Markt zu beteiligen. Dies und ein gesteigerter Anspruch bei der Nachfrage führen schließlich dazu, dass sich keine neuen Unternehmen mehr am Markt beteiligen, weniger erfolgreiche Unternehmen aus dem Markt aussteigen und die Branche sich stabilisiert.²¹

Beim statischen Modell gilt, je weniger Unternehmen am Markt beteiligt sind, desto höher die Innovationsrate und umgekehrt. Außerdem sollten Märkte mit großer Unternehmensbeteiligung niedrige Innovationsraten aufweisen. Beim dynamischen Modell gilt, dass die Innovationsrate steigt, wenn viele neue Unternehmen in den Markt oder in die Produktion eines Produktes einsteigen. Einsteiger können über komplementäres Wissen verfügen, das die Aussichten der Branche auf erfolgreiche Innovationen erhöht.

Die Sachlage spricht eindeutig zu Gunsten des dynamischen Modells. Gort und Klepper haben für 23 bedeutende neue Produkte – vom Transistor bis zum Reißverschluss – Informationen über Innovations- und Markteintrittsraten zusammengetragen. Ausgehend von den gewonnenen Daten, teilen Gort und Klepper den Lebenszyklus eines Produktes in fünf Phasen ein. Die Phasen beziehen sich auf das Gesamtbeteiligungsverhalten. Die erste Phase ist die Monopolstellung (oder in einigen Fällen monopolähnliche Stellung), die zweite zeigt einen positiven Gesamteintritt, in der dritten halten sich Eintritte und Ausstiege ungefähr die Waage, die vierte zeigt eine negative Bilanz und die fünfte ist wieder mehr oder weniger stabil. Für jede Phase

²⁰ Nehmen wir z. B. den Fall, dass ein Innovator ein Patent für die Verbesserung eines Basisproduktes hat. Die Gewinne aus der Verbesserung sind dann am größten, wenn das innovierende Unternehmen auch ein Monopol auf das Basisprodukt hat. Im Allgemeinen wird das innovierende Unternehmen nicht die gleichen Gewinne mit einer Verbesserung erzielen, wenn Markteinsteiger ungehindert Imitationen des Basisproduktes als Ersatz anbieten können — Imitationen können zu einem niedrigeren Preis angeboten werden, wodurch ein Teil des Gewinns verloren geht.

²¹ Diese Erklärung unterstreicht die Rolle von Patenten bei der Änderung der Bedingungen für den Markteintritt; Gort und Klepper liefern eine weiterreichende Erklärung.

werden Eintritts- und Innovationsrate angegeben. Bei der Innovationsrate wird zwischen bedeutenden und unbedeutenden Innovationen unterschieden.

Tabelle 1 und Abbildung 3 geben die durchschnittlichen jährlichen Innovationsraten der einzelnen Phasen (gewichtet nach Dauer) an — sowohl für bedeutende Innovationen als auch für die Gesamtheit der Innovationen. Wie man sieht, sind weder die Innovationsrate der ersten Phase, also die der Monopolstellung, noch die der letzten beiden — alles drei Zeiträume, in denen die Markteteiligung Einschränkungen unterliegt — besonders hoch. Tatsächlich treten die höchsten Innovationsraten in der zweiten und dritten Phase auf, also in einem Zeitraum, in dem die Unternehmensbeteiligung am größten ist bzw. direkt im Anschluss daran.

Dieses Ergebnis kann durch Anwendung einer Poisson-Verteilung auf die Innovationsdaten genauer untersucht werden. Für das i -te Produkt in einer Phase mit der Dauer Δt_i sei das Innovationsrisiko λ_i , die Exponentialfunktion der Gesamtunternehmensbeteiligung n_i :

$$\lambda_i = \Delta t_i \cdot e^{\alpha + \beta n_i}.$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Anzahl an Innovationen in diesem Zeitraum y ist, ist

$$P(Y = y) = \frac{e^{-\lambda_i} \cdot \lambda_i^y}{y!}.$$

Änderungen der Innovations- und Unternehmensbeteiligungsrate sind möglicherweise auf exogene Änderungen technologischer Möglichkeiten zurückzuführen. D.h. Unternehmen entschließen sich u. U., sich dann am Markt zu beteiligen, wenn die Innovationsmöglichkeiten größer sind. In diesem Fall korreliert die unabhängige Variable mit dem Fehlerterm. Zur Korrektur führen wir eine instrumentale Variablenbestimmung durch.

Beginnen aber wollen wir mit einer einfachen Maximum-Likelihood-Verteilung für dieses einfache Modell, dargestellt in Spalte 1 der Tabelle 2, und zwar für alle Innovationen (oben) sowie ausschließlich für bedeutende Innovationen (unten). Aus den Ergebnissen lässt sich deutlich ein positives Verhältnis zwischen Eintritt und Innovation erkennen.

Bei der Poisson-Verteilung ist die Varianz von y gleich dem Mittelwert. Dies ist aber nicht der Fall, wenn zusätzlich zum statistischen Fehler der Verteilung noch stochastische Fehler auftreten [s. Hausmann, Hall und Griliches, 1984, Cameron und Trivedi, 1986]. Zur Berücksichtigung möglicher “Über-Dispersion” haben wir auch die bei Cameron und Trivedi beschriebene negative binomische Regression durchgeführt (siehe Spalte 2). Die Koeffizienten sind recht ähnlich, positiv und von großer Bedeutung. Ein Wahrscheinlichkeitstest zeigt, dass “Über-Dispersion” existiert. Aus diesem Grund wird das negative binomiale Modell bevorzugt.

Zum Vergleich führen wir in Spalte 3 auch eine nichtlineare Fehlerbestimmung durch. Diese Methode stimmt zwar mit unserem Modell überein, erweist sich aber als nicht effizient. Aus diesem Grund gehen wir von Standardfehlern aus. Wir verwenden hierfür Whites heteroscedastische Methode [1980]. Dabei kommt man zu ähnlichen Ergebnissen. Bei der Einschätzung bedeutender Innovationen ist der Koeffizient für Eintritte aber nur bei der 5% Marke relevant.

Um eine mögliche Endogenität in der unabhängigen Variablen zu korrigieren, statten wir die Markteintrittsraten der Unternehmen mit zwei Variablen aus. Wünschenswerte Variablen sollten mit der Markteintrittsraten korrelieren, aber nicht mit den Änderungen der technologischen Möglichkeiten. Die erste Variable ist die durchschnittliche Unternehmenszahl in der Branche über die gesamte Lebensdauer eines Produkts.²² Obwohl technologische Möglichkeiten die Gesamteintrittsraten beeinflussen können, ist die Austrittsraten davon unabhängig und ebenso die durchschnittliche Zahl der Unternehmen während aller Phasen, die durch Marktgröße und -struktur beeinflusst wird. Die zweite Variable ist ein einfaches Dummy Flag mit dem Wert 1 während der Monopolphase und dem Wert 0 in allen anderen Phasen. Es wird angenommen, dass die anfängliche Monopolphase, sofern sie existiert, das Ergebnis einer Anzahl starker Patente mit weitem Schutzbereich ist und sollte somit auch unabhängig von technologischen Möglichkeiten sein.²³

Schätzungen, die diese Variablen verwenden, sind in Spalte 4 abgebildet. Die Koeffizienten sind wieder ähnlich und der Koeffizient für Markteintritte ist signifikant positiv.²⁴

Die Randeffekte von Markteintritten sind nicht besonders groß — ca. 30 - 40 Unternehmensintritte korrespondieren mit einer Innovation. Aber dies ändert nichts an der Interpretation. Markteintritte verringern nicht die Innovationsrate, wie es das statische Modell nahelegt; im Gegenteil, sie erhöhen die Innovationsrate.

Das ökonomische Experiment in der realen Softwarebranche

Die Halbleiter-, Computer- und Softwarebranche zeichnen sich seit jeher durch eine hohe Innovationsrate aus, trotz schwachen Patentschutzes. Dies legt die Annahme nahe, dass hier das dynamische Modell zur Anwendung kommt. Aber dieser Schluss ist nicht zwingend. Obwohl diese Branchen ohne starken Patentschutz schon immer besonders innovationsfreudig waren, wären sie bei starkem Patentschutz vielleicht *noch innovativer* gewesen. Vielleicht bieten diese Branchen viele technologische Möglichkeiten, von denen bei schwachem Patentschutz aber nur die profitabelsten realisiert werden.

Glücklicherweise lässt sich überprüfen, welche der beiden Alternativen zutrifft. Die Patentgerichte unterwarfen die Softwarebranche in den 80er Jahren einem natürlichem ökonomischen Experiment.²⁵ Vor diesem Zeitpunkt war der Patentschutz für Innovationen sehr begrenzt. Innovationen waren stattdessen durch Urheberrecht geschützt. Dies bedeutete, dass das

²² Diese zusätzlichen Daten wurden uns freundlicherweise von Steven Klepper zur Verfügung gestellt.

²³ Wenn Patentschutz nicht zu einer anfänglichen Monopolbildung führt, wäre das statische Modell in jedem Fall irrelevant. Beachte weiter, dass sich die Variablen auf die Pseudo-Regressoren des linearisierten Modells und nicht direkt auf die Eintrittsraten beziehen, da wir eine nichtlineare Fehlerquadratminimierung verwenden. Die Variablen wurden mit der Dauer der Phase multipliziert, um mit den Pseudo-Regressoren zu korrespondieren. Ferner wurden Terme eingefügt, indem wir das Quadrat der durchschnittlichen Anzahl der Unternehmen, die Dauer der Phase und eine Konstante verwendeten.

²⁴ Die Nullhypothese, dass eine einfache nichtlineare Fehlerquadratminimierung zutreffend ist, konnte mit einem Hausmann-Test nicht ausgeschlossen werden. Die Variablenbestimmung wurde wiederholt, indem nur die zweite Variable, das Dummy Flag, sowie die Dauer der Phase und eine Konstante verwendet wurden. Die Ergebnisse waren positiv, sogar mit einem größeren Koeffizienten. Grundsätzlich ähnliche, aber manchmal weniger signifikante Ergebnisse wurden erhalten mit industry dummies and performing a fixed effects analysis conditioning on the product sums [Hausman, Hall und Griliches, 1984].

²⁵ Einige andere Feldstudien, die die Ausweitung des Patentschutzes zum Gegenstand haben, sind [Scherer und Weisburst, 1995] und [Challu, 1995].

Kopieren von Softwareprodukten praktisch verboten war, nicht aber das Nachahmen der Ideen und Konzepte. Der Eintritt in einen Markt erforderte daher beachtliche Investitionen in Entwicklung, konnte aber nicht verhindert werden.

Eine Reihe von Gerichtsentscheidungen Anfang der 80er Jahre führten dazu, dass der Patentschutz auf viele Softwareideen ausgeweitet wurde. Die Anzahl der jährlich vergebenen Softwarepatente wuchs exponentiell auf ca. 7000 im Jahr 1995 an (siehe Abbildung 4). Innerhalb der Softwarebranche wurde diese Änderung als "Operation an einem Gesunden" angesehen. Patentbefürworter entgegneten dem — gemäß dem statischen Modell —, dass ein stärkerer Patentschutz die Innovationstätigkeit in der Softwarebranche erhöhen sollte [USPTO, 1994].

Wenn das statische Modell richtig ist, dann hätte die Ausweitung des Patentschutzes zu einem scharfen Anstieg bei den F&E-Investitionen von Unternehmen und Branchen führen müssen, die Patente angemeldet haben. Die Folge hätte ein Wachstum der Produktivität sein müssen. Diese Änderungen sollten auffällig und messbar sein, auch unter Berücksichtigung eventueller Störeffekte.

Nach dem statischen Modell sollte Patentschutz zu einem Anstieg von F&E führen, da Unternehmen auch von solchen F&E-Projekten profitieren, die einen kleineren Gewinn abwerfen, also Projekte mit einem kleineren Wert für v/c . Das kann wie folgt gezeigt werden. Wie Abbildung 1 zeigt, werden Projekte mit einem niedrigen Wert für v/c (sogenannte "unzureichende Innovation" bei nicht vorhandenem Patentschutz) bei Ausweitung des Patentschutzes für eine größere Anzahl von Unternehmen lohnend.

Gehen wir von einer stationären Verteilung der Forschungs- und Entwicklungsmöglichkeiten aus, geordnet nach v/c , wobei $F(v/c)$ die kumulierten F&E-Kosten seien, um in alle Möglichkeiten mit einem Gewinn, der niedriger als v/c ist, zu investieren. Der Einfachheit halber sei F konkav. Für den Fall, dass es keine Patente gibt, soll der Wert für v/c beim Markteintritt für ein Unternehmen T_1^n sein, für zwei Unternehmen T_2^n (für die Werte siehe Abbildung 1).

In diesem Fall werden alle Möglichkeiten mit einem Gewinn zwischen x und $x + dx - T_1^n \leq x < T_2^n$ – insgesamt $dF(x)$ F&E-Kosten verursachen, und einen zu erwartenden Wert von $p \cdot x \cdot dF(x)$ hervorbringen. Wenn $T_2^n \leq x$ ist, dann wird $2dF(x)$ für F&E benötigt (bei zwei investierenden Unternehmen) und einen zu erwartenden Wert von $p(2-p) \cdot x \cdot dF(x)$ hervorbringen. Der durchschnittliche Wert von v/c ist das Verhältnis des Gesamtwertes v zu den gesamten F&E-Investitionen:

$$A_n = \frac{p \cdot \int_{T_1^n}^{T_2^n} x \cdot dF(x) + p(2-p) \cdot \int_{T_2^n}^{\infty} x \cdot dF(x)}{1 \cdot \int_{T_1^n}^{T_2^n} dF(x) + 2 \cdot \int_{T_2^n}^{\infty} dF(x)} = \frac{p \int_{T_1^n}^{\infty} x \cdot dF(x) + p(1-p) \int_{T_2^n}^{\infty} x \cdot dF(x)}{\int_{T_1^n}^{\infty} dF(x) + \int_{T_2^n}^{\infty} dF(x)}.$$

Bei vorhandenem Patentschutz sind die entsprechenden Markteintrittsbarrieren T_1^p und T_2^p und der dazugehörige durchschnittliche Wert von v/c ist A_p . Betrachtet man unter diesen

Voraussetzungen die Tabelle in Abbildung 1, dann ist $T_1^p < T_2^p < T_1^n < T_2^n$. Dann ergibt sich zwangsläufig, dass $A_p < A_n$ ist.

Mit anderen Worten, der *durchschnittliche* Wert von v/c sollte bei der Ausweitung von Patentschutz für die Unternehmen sinken. Dieses Modell lässt sich leicht auf Fälle mit mehr als zwei Unternehmen ausweiten. Wenn beide Unternehmen die gleiche Chance haben, als Erster eine Gelegenheit für F&E zu ergreifen, bedeutet dies, dass der durchschnittliche Wert von v/c für die Unternehmen sinken und demgemäß der durchschnittliche Wert für c/v steigen sollte.

Für die empirische Untersuchung ist es nützlich, auf zwei Aspekte dieser vorhergesagten Änderung hinzuweisen. Erstens, da die Produktivität in diesen Branchen ansteigt (siehe unten), wird der gesellschaftliche Nettonutzen v mindestens genauso schnell wachsen wie die Produktion. Daher impliziert ein Anstieg von c/v einen Anstieg im Verhältnis von F&E-Aufwand zu Produktion. Mit anderen Worten, die Ausweitung des Patentschutzes sollte zu einem Anstieg des *relativen* (zur Produktion) F&E-Aufwands führen. Der relative F&E-Aufwand ist ein geeigneterer Maßstab als der absolute F&E-Aufwand, angesichts der sich ständig ändernden und wachsenden Branchen, da Unternehmen Produktlinien übernehmen, veräußern, beginnen und beenden.

Zweitens, v repräsentiert einen rückläufigen Strom zukünftiger Werte. Typischerweise folgt der mit einer Innovation verbundene Wertanstieg (und der damit verbundene Produktivitätszuwachs) der Intensivierung von F&E erst mit einer gewissen Verzögerung. Aus diesem Grund können wir davon ausgehen, dass das Verhältnis von F&E zur Produktion nach Ausweitung des Patentschutzes relativ schnell ansteigt und sich dann auf einem Niveau einpendelt.

Im Gegensatz dazu können wir im dynamischen Modell davon ausgehen, dass die Einführung von Patenten zu einem Rückgang sowohl von F&E als auch des Produktivitätswachstums führt. Dieser Rückgang rührt daher, dass Patentinhaber exklusive Claims in verschiedenen Forschungsbereichen abstecken und somit komplementäre Innovationen hemmen.

Anders als beim statischen Modell sollten wir allerdings davon ausgehen, dass sich diese Veränderung aus zwei Gründen nur ganz allmählich vollzieht. Erstens, sieht sich jeder Patentinhaber einer großen Anzahl voll etablierter Erfindungen und möglichen konkurrierenden Claims ausgesetzt. In einer solchen Umgebung kann ein Patentportfolio, durch das man sich ein bestimmtes Forschungsgebiet für sich allein sichern will, nur ganz allmählich aufgebaut werden. Tatsächlich hat es bis jetzt relativ wenige Rechtsstreitigkeiten wegen Softwarepatenten gegeben und Unternehmen mit großen Portfolios beginnen gerade erst Softwarepatentclaims abzustecken [Business Week, 1997].²⁶

Zweitens, einige der innovationsfreudigsten Unternehmen könnten sich zurückhaltend beim Abstecken von Patent-Claims verhalten. Wie wir bereits oben gezeigt haben, stellen sich Unternehmen im statischen Modell besser mit Patentschutz, im dynamischen Modell hingegen besser ohne. Demnach könnten die innovationsfreudigsten Unternehmen eher versuchen, das kooperative Verhalten innerhalb der Branche beizubehalten, als alle Patentrechte rücksichtslos

²⁶ Geht man von der Unvollständigkeit von Patentportfolios aus, sind diese Aktivitäten nicht auf die ausschließliche Kontrolle des Marktes, sondern auf die Abschöpfung von Gebühren ausgerichtet. Ausufernde Gebühren können allerdings komplementäre Aktivitäten in Randgebieten begrenzen.

auszunutzen. Dann nämlich würde das kooperative Verhalten allmählich schwinden, woraus sich nach und nach Probleme bei der exklusiven Entwicklung ergeben könnten. Tatsächlich sind viele innovationsfreudige Softwareunternehmen ausgesprochen kooperativ. Führende Angestellte von Unternehmen wie Microsoft, Sun und Oracle haben sich dahingehend geäußert, dass sie nur sehr widerwillig Rechtsstreitigkeiten bei Patenten verfolgen und ihre Patente nur defensiv einsetzen [PC Magazine, 1997, USPTO, 1994].

Alle reinen Softwareunternehmen zusammen genommen haben bis jetzt nur sehr wenige Patente angemeldet. Es wäre naiv zu glauben, dass Softwarepatente vor allem von Unternehmen in der Programmier- und Datenverarbeitungsbranche angemeldet werden (SIC 737). Die Branchen mit den meisten Softwarepatenten sind die Hardware- und Telekommunikationsbranche – Branchen, die Softwareprodukte verkaufen und Software in Hardwareprodukte integrieren. Die 10 US-amerikanischen Unternehmen, die 1995 die meisten Patente angemeldet haben, sind in Tabelle 3 aufgeführt. Microsoft stand 1995 unter den reinen Softwareunternehmen mit 39 Softwarepatenten an erster Stelle, insgesamt auf Platz 24.²⁷

Zusammenfassend lässt sich sagen: Beim statischen Modell steigt der relative F&E-Aufwand stark an, gefolgt von der Produktivität; beim dynamischen Modell steigen weder der relative F&E-Aufwand noch die Produktivität an, sondern gehen leicht zurück.

Wir untersuchen diese Änderungen an drei verschiedenen Kategorien von Unternehmen:

- 1.) Die 10 US-amerikanischen Unternehmen mit den meisten Softwarepatenten im Jahr 1995, die in diesem Jahr 35% aller Softwarepatente erhielten,
- 2.) Computerhardware- und Softwareunternehmen in dem F&E-Bericht des NSF (Unternehmensmittel für F&E für SIC 357 und Teil 737 und 871) [NSF, 1996, 1997] und
- 3.) Computer-, Telekommunikations- und Elektronikzubehörunternehmen (SIC 357, 365-7) in der F&E-Stammdatei von NBER (Anm. des Übersetzers: National Bureau of Economic Research, Inc), eine Liste US-amerikanischer Aktiengesellschaften.²⁸

Bei den Zahlen für F&E und Verkauf handelt es sich bei der ersten und der letzten Kategorie um weltweite Zahlen. Bei der zweiten Kategorie handelt es sich bei F&E nur um nationale Zahlen, der relative F&E-Aufwand wurde mit Hilfe der NSF-Verkaufszahlen für SIC 357 und 737 ermittelt.²⁹

²⁷ Die in dieser Analyse verwendeten Softwarepatent-Daten wurden von Greg Aharonian vom Internet Patent News Service erstellt. Die Kriterien für Softwarepatente beinhalten nicht nur die USTPO-Patent-Klassen, sondern auch eine genaue Untersuchung ihrer Spezifikation, Claims und Zusammenfassungen.

²⁸ Daten für die führenden 10 Unternehmen wurden aus Jahresberichten, 10-Ks und der NBER-Stammdatei entnommen. Die Daten für AT&T setzen sich aus Daten mehrerer Unternehmen zusammen, einschließlich NCR, dem Computerunternehmen, das 1991 von AT&T erworben wurde. Aus diesem Grunde berücksichtigen wir nur die führenden 9 Unternehmen vor 1991, obwohl der Unterschied unbedeutend ist. Sowohl die NSF-Auswahl als auch die NBER F&E Stammdatei basieren auf Unternehmensberichten, in denen F&E und Verkauf eines Unternehmens der SIC Kategorie der Hauptproduktlinie des Unternehmens zugeordnet werden. Aus diesem Grund werden unsere Ergebnisse durch F&E und Produktionsausstoß im Bereich von Nicht- Softwareprodukten verfälscht. Solange Softwareentwicklung einen entscheidenden Anteil der F&E ausmacht, sollten wir allerdings einen bedeutenden Anstieg des relativen F&E-Aufwandes erwarten.

²⁹ Beachte, dass FASB (Anm. des Übersetzers: Financial Accounting Standards Board) seit 1985 verlangt, dass ein Teil der Entwicklungsausgaben für Software kapitalisiert werden muss. Deswegen finden sich in F&E-Berichten sowohl Angaben über direkt

Zunächst untersuchen wir den F&E-Aufwand in Relation zum Verkauf (nicht zur Produktion). Den Trend dieser Messungen zeigt Abbildung 5. In den späten 80er Jahren zeigte sich ein Rückgang und möglicherweise eine Umkehr des Aufwärtstrends im relativen Forschungsaufwand der letzten 10 Jahre. Es gibt noch nicht einmal einen 10%en Anstieg des relativen F&E-Aufwandes unter den Unternehmen und Industriezweigen, die Softwarepatente erhalten.³⁰

Es gibt zwei Änderungen, die dies ausgleichen könnten: 1.) Die technologische Entwicklung könnte gleichzeitig abrupt aufgehalten worden sein und 2.) die Kosten für F&E könnten gleichzeitig stark angestiegen sein. Ein Rückgang der technologischen Entwicklung scheint im Widerspruch zu dem weiterhin raschen Wachstum und der großen Innovationsfreudigkeit dieser Branchen zu stehen. Bronwyn Hall [1993] führt eine ökonometrische Analyse des selben NBER Datensatzes durch und kommt zu dem Schluß, dass F&E in den 80ern nicht gesunken, sondern im Gegenteil angestiegen sind.³¹

Hall erbringt auch den Beweis dafür, dass die Gesamtkosten für F&E nicht stark angestiegen sind. Denn wenn die Gesamtkosten für F&E angestiegen wären und somit einen vorherigen Anstieg der Ausgaben für F&E ausgeglichen hätten, dann hätte der relative Aufwand für F&E in anderen Branchen *zurückgehen* müssen. Abbildung 6 zeigt das Verhältnis des relativen F&E-Aufwandes für die mit der Softwarebranche verflochtenen Wirtschaftszweige zum relativen F&E-Aufwand der gesamten produzierenden Industrie. Wie man sehen kann, ging der relative F&E-Aufwand der mit der Softwarebranche verflochtenen Industriezweige in diesem Zeitraum zurück. D. h. in diesen Industriezweigen gab es nicht nur keinen nennenswerten Anstieg der relativen F&E-Ausgaben, sondern sie hinkten in diesem Zeitraum dem Rest der produzierenden Industrie hinterher.

Es ist möglich, dass das Verhältnis von F&E-Ausgaben zum Verkauf wegen vorhandener Preiseffekte überbewertet wird im Vergleich zum Verhältnis von F&E-Ausgaben zur Produktion. Diese Preiseffekte resultieren daraus, dass Unternehmen aufgrund von Patenten eine Monopolstellung einnehmen, was zu einem Preisanstieg führt und die Verkaufszahlen im Nenner in die Höhe treibt. Diese Möglichkeit ist in Abbildung 7 dargestellt. Abbildung 7 zeigt das Verhältnis von realer F&E-Aktivität zu Produktion, wobei F&E bereinigt wurde durch den NBER-F&E-Faktor und der Verkauf durch den Verkaufsindex aus der NBER-Produktivitätsdatenbank für alle beteiligten Industriezweige. Wie man sieht, ist das Verhältnis von F&E zu Produktion in den späten 80er Jahren stark zurückgegangen. Vielleicht wurden die Preise für die Computerbranche falsch erhoben. Dennoch scheint es höchst unwahrscheinlich, dass ein Erhebungsfehler so groß sein könnte, dass er starke Preisanstiege verdeckte. Aus diesem Grund ist die Sachlage nur schwer mit dem statischen Modell zu vereinbaren.

zuzuordnende Ausgaben als auch Amortisationsausgaben von kapitalisierter Software. Diese Änderung mag zu einer leichten Verzerrung der F&E-Berichte geführt haben, da ein Teil des Aufwandes zurückgestellt werden kann. Das Resultat dieser Änderung war, dass die Auswirkung einer auffälligen Änderung der F&E-Ausgaben über zwei bis drei Jahre verteilt wurde. Diese Auswirkung war zeitlich begrenzt, besonders groß für reine Softwareunternehmen und von relativ kurzer Dauer (Software amortisiert sich typischerweise über drei oder weniger Jahre). Dieser Faktor ist nur von geringer Bedeutung für die 10 größten Patentinhaber, und von daher wohl auch keine wichtiger Faktor für die Industrie.

³⁰ Veränderungen bei der Auswahl der Unternehmen und der Zurechnung der Unternehmen zu bestimmten Branchen führten dazu, dass die NSF-Daten nach 1992 fehlerhaft sind.

³¹ Der Anstieg machte sich vor allem bei kleineren Aktienunternehmen bemerkbar, da große Unternehmen an Produktivität verloren, als sie von Mainframes auf Mikrocomputer umstiegen. Die allgemeinen technologischen Möglichkeiten verschlechterten sich aber nicht.

Bronwyn Hall [1993] hat vermutet, dass der Wettbewerb die großen Mainframe-Hersteller in der Branche besonders hart getroffen haben könnte, als in den frühen 80er Jahren neue Unternehmen in die Computerbranche drängten. Dies könnte bedeuten, dass die Reaktion der großen Unternehmen nicht repräsentativ für die gesamte Branche ist (und deshalb auch nicht für den Durchschnitt aller Industriezweige). Um diese Möglichkeit zu betrachten, untersuchten wir zwei Unterkategorien von mit der Softwarebranche verflochtenen Unternehmen aus der NBER-F&E-Stammdatei: eine ausgewogene Gruppe 49 kleiner Unternehmen und eine unausgewogene Gruppe neuer Aktiengesellschaften.³² Abbildung 8 zeigt die relativen Ausgaben für F&E dieser Gruppen im Vergleich zu den 9 Unternehmen mit den meisten Softwarepatenten. Wie man sieht, weichen die Ausgaben der beiden Gruppen in den frühen 80er Jahren voneinander ab (in Übereinstimmung mit Halls Erklärung), aber in diesen Gruppen erhöhten sich in den späten 80er Jahren auch nicht die relativen Ausgaben für F&E als Reaktion auf die Softwarepatente.

Die Ausweitung des Patentschutzes auf die Softwarebranche führte also nicht zu einem relativen Anstieg der F&E-Ausgaben, wie es das statische Modell vorhergesehen hatte. Stattdessen sind die F&E-Ausgaben in Übereinstimmung mit dem dynamischen Modell mehr oder weniger geblieben oder zurückgegangen. Es ist keine Überraschung, dass es in diesen Industriezweigen aufgrund des Patentrausches zu keinem Wachstum der Produktivität kam (siehe **Abbildung 9**). Obwohl Multi-Factor-Produktivität aufgrund des Übergangs vom Mainframe zum Mikrocomputer zurückgegangen sein könnte, gibt es keinen Beweis für irgend einen, auch nur ansatzweise vorhandenen Anstieg der Produktivität, der mit dem Zuwachs an Patenten korreliert.

Natürlich sind diese Industriezweige innovationsfreudig geblieben und verzeichnen weiterhin einen Produktivitätswachstum. Dies steht aber nicht im Gegensatz zum dynamischen Modell, denn die negativen Auswirkungen der Ausweitung des Patentschutzes machen sich möglicherweise solange nicht bemerkbar, wie die Branche ihre vorherige Form der Zusammenarbeit fortsetzt und Rechtsstreitigkeiten sich weiterhin in Grenzen halten. Die Rechnung für dieses Experiment ist also noch offen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das anfänglich hohe Innovationsniveau in der Softwarebranche, die positive Resonanz von Patenten in der mixed industry (Anm. des Übersetzers: u. a. Bauwesen, Transport, Kommunikation, Versicherungen, Makler, Großhandel) und ein offensichtliches allmähliches Absinken der relativen F&E-Ausgaben alle für die Anwendbarkeit des dynamischen Modells sprechen. Dieser Schluß wird auch unterstützt durch ein ausgeprägtes Cross-Licensing in der Halbleiter- und Computerbranche und einem allgemein positiven Verhältnis von Innovationsrate und Markteintritten. All diese Tatsachen lassen sich nur schwer mit dem traditionellen statischen Modell geistigen Eigentums vereinbaren.

Zusammenfassung

Geistiges Eigentum ist wohl eines der Gebiete, bei denen im Rahmen des statischen Modells sicher scheinende Ergebnisse im dynamischen Modell auf den Kopf gestellt werden. In einer

³² Unter kleinen Unternehmen werden all diejenigen zusammengefasst, die zwischen 1980 und 1990 existierten und die 1980 weniger als 1000 Angestellte hatten. Unter neuen Unternehmen verstehen wir die Unternehmen, die nach 1973 in der NBER-F&E-Stammdatei aufgenommen wurden und in ihrem ersten Jahresbericht weniger als 5000 Angestellte hatten. Gespräche mit Compustat bestätigen, dass diese Vorgehensweise ermöglicht, die meisten Spin-Offs, Reorganisationen und Veränderungen bei der Auswahl und Branchenzuordnung der Unternehmen auszublenken. Neue Unternehmen wurden nach 8 Jahren aus der Untersuchung ausgeschlossen.

statischen Welt hemmt Imitation unweigerlich Innovation; in einer dynamischen Welt können sowohl der ursprüngliche Innovator als auch die Gesellschaft als Ganzes von Imitationen profitieren. In einer statischen Welt stellen Patente einen Innovationsanreiz dar; in einer dynamischen Welt gibt es auch ohne Patente genügend Innovationsanreize — Patente können sogar komplementäre Innovationen behindern.

Geistiges Eigentum sollte mit Vorsicht behandelt werden. Die Einstellung “viel hilft viel” ist falsch. Es kommt vielmehr auf ein ausgeglichenes Konzept an. Eine ideale Patentpolitik erschwert “Abstauer”-Imitationen, erlaubt aber die Entwicklung ähnlicher, aber potentiell wertvoller Komplementärinnovationen. In diesem Sinne ist der Urheberrechtsschutz bei Softwareprogrammen (der über die letzten 10 Jahre seine eigene Entwicklung durchgemacht hat) ausgewogener als der Patentschutz. Die Branche hat sich v.a. darüber beklagt, dass Softwarepatente einen zu weiten Schutzbereich haben, wodurch Folgeinnovationen aufgehalten werden [USTPO]. Patentsysteme - wie das japanische -, die den Schutzbereich von Patenten einschränken, bieten ein besseres Gleichgewicht. Aus diesem Grund liefert unser Modell eine andere Begründung für einen begrenzten Schutzbereich als die neuere Wirtschaftsliteratur zu diesem Thema.

Literaturverzeichnis

- AHARONIAN, G. 1995. *Patent News Service*.
- ANGEL, DAVID P. 1994. *Restructuring for Innovation: the remaking of the US semiconductor industry*, Guilford, NY.
- ARROW, K. 1962. “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions,” *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton Univ.
- BARTELSMAN, E. AND GRAY, W., 1996. “The NBER Manufacturing Productivity Database”, *NBER Technical Working Paper*, no. 205.
- BITTLINGMAYER, G. 1988. “Property rights, progress, and the aircraft patent agreement,” *Journal of Law and Economics*, v. 31, p. 227.
- CAMERON, A. AND TRIVEDI, P. 1986. “Econometric models based on count data: comparisons and applications of some estimators and tests,” *Journal of Applied Econometrics*, v. 1, p. 29.
- CHALLU, P. 1995. “Effects of the monopolistic patenting of medicine in Italy since 1978,” *International Journal of Technology Management*, v. 10, p. 237.
- CHANG, H. 1995. “Patent scope, antitrust policy and cumulative innovation,” *RAND Journal of Economics*, v. 26, no.1, p. 34.
- COHEN, W., GOTO, A., NAGATA, A., NELSON, R., AND WALSH, J. 1998. “R&D Spillovers, Patents and the Incentives to Innovate in Japan and the United States,” unpublished working paper.
- DASGUPTA, P. AND MASKIN, E. 1987. “The simple economics of research portfolios,” *The Economic Journal*, v. 97, p. 581.
- DASGUPTA, P. AND STIGLITZ, J. 1980. “Uncertainty, Industrial Structure, and the Speed of R&D,” *Bell Journal of Economics*, 11, p. 1.
- ENOS, J. 1962. *Petroleum Progress and Profits: a history of process innovation*, MIT Press.
- FERSHTMAN, C. AND KAMIEN, M. 1992. “Cross licensing of complementary technologies,” *International Journal of Industrial Organization*, v. 10, p. 329.
- GREEN, J. AND SCOTCHMER, S. 1995. “On the division of profit in sequential innovation,” *RAND Journal of Economics*, v. 26, no.1, p. 20.
- GORT, M. AND KLEPPER, S. 1982. “Time paths in the diffusion of product innovations,” *The Economic Journal*, v. 92, p. 630.

- GRILICHES, Z. 1992. "The Search for R&D Spillovers," *Scandinavian Journal of Economics*, v. **94**, supplement, p. 29.
- GRINDLEY, P. AND TEECE, D. 1997. "Managing intellectual capital: licensing and cross-licensing in semiconductors and electronics," *California Management Review*, v. **39**, no. **2**, p. 8.
- HALL, B. 1988. "The manufacturing sector master file: 1959-1987," *NBER Working Paper Series*, No. **3366**, p. .
- HALL, B. 1993. "Industrial research during the 1980s: Did the rate of return fall?," *Brookings Papers: Microeconomics* 2, , p. 289.
- HALL, B. AND HAM, R. 1999. "The patent paradox revisited: determinants of patenting in the US semiconductor industry, 1980-94," *NBER Working Paper Series*, no. **7062**.
- HAUSMAN, J., HALL, B., AND GRILICHES, Z. 1984. "Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship," *Econometrica*, v. **52**, no. **4**, p. 909.
- HENDERSON, R. AND COCKBURN, I. 1996. "Scale, scope and spillovers: the determinants of research productivity in drug discovery," *RAND Journal of Economics*, v. **27**, no. **1**, p. 32.
- JAFFE, A. 1986. "Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits and market value," *American Economic Review*, v. **76**, no. **5**, p. 984.
- LEE, T. AND WILDE, L. 1980. "Market Structure and Innovation: A Reformulation," *Quarterly Journal of Economic*, **94**, p. 429.
- LEVIN, R. 1982. "The Semiconductor Industry," *Government and Technical Progress: A cross-industry analysis*, Nelson, R. ed., Pergamon, NY.
- LEVIN, R. AND REISS, P. 1988. "Cost-reducing and demand-creating R&D with Spillovers," *RAND Journal of Economics*, v. **19**, no. **4**, p. 538.
- LEVIN, R., KLEVORICK, A., NELSON, R. AND WINTER, S. 1987. "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development," *Brookings Papers on Economic Activity* [3], , p. 783.
- LOURY, G. 1979. "Market Structure and Innovation," *Quarterly Journal of Economic*, **93**, p. 395.
- MANSFIELD, E., SCHWARTZ, M. AND WAGNER, S. 1981. "Imitation Costs and Patents: An empirical study," *Economic Journal*, v. **91**, p. 907.
- MYHRVOLD, N. 1997. "Interview," *PC Magazine*, Sept. **9**, **97**, p. 30.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. Annual. *Research and Development in Industry*.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. Annual. *Science and Engineering Indicators*.
- NORDHAUS, W. 1969. *Invention, Growth and Welfare: A Theoretical Treatment of Technological Change*, MIT, Cambridge.
- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1992. *Finding a Balance: computer software, intellectual property and the challenge of technological change*, Congress of the US.
- SAGER, I. 1997. "Big Blue is out to collar software scofflaws," *Business Week*, March **17**, **1997**.
- SCHERER, F. 1980. *Industrial market structure and economic performance*, , Rand McNally.
- SCHERER, F. AND WEISBURST, S. 1995. "Economic effects of strengthening pharmaceutical patent protection in Italy," *International Review of Industrial Property and Copyright Law*, p. 1009.
- SCOTCHMER, S. 1996. "Protecting early innovators: should second-generation products be patentable?," *RAND Journal of Economics*, v. **27**, no. **2**, p. 322.
- SPENCE, M. 1984. "Cost reduction, competition, and industry performance," *Econometrica*, v. **52**, no. **1**, p. 101.
- TAYLOR, C. T. AND SILBERSTON, Z. A. 1973. *The economic impact of the patent system: a study of the British experience*, Cambridge Univ. p. 294.
- TILTON, J. 1971. *International Diffusion of Technology: The Case of Semiconductors*, , Brookings Inst.
- USPTO 1994. "Hearings on Software Patent Protection," *United States Patent and Trademark Office*, January-February **1994**.

WEBBINK, D. 1977. "The semiconductor industry : a survey of structure, conduct, and performance : staff report to the Federal Trade Commission," *Federal Trade Commission*.

WHITE, H. 1980. "A heteroscedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroscedasticity," *Econometrica*, v. 48, p. 817.

Tabelle 1 . Gewichtete Mittel der jährlichen Innovationsraten der einzelnen Phasen.

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
Gesamtinnovationsrate	0.39	0.57	0.62	0.36	0.43
Rate bedeutender Innovationen	0.19	0.29	0.22	0.18	0.22
Rate des Nettomarkteintritts	0.22	5.05	-0.07	-4.97	0.16

Quelle: Gort und Klepper, 1982

Tabelle 2. Regression der Anzahl der Innovationen.

Regression	1	2	3	4
Regressionsmethode	Poisson	Negative Binomial- verteilung	Nichtlineare Fehler- quadrat- minimierung	Nichtlineare Fehlerquadrat- minimierung mit speziellen Variablen
Abhängige Variable	Anzahl aller Innovationen			
Koeffizient der Netto- Markteintrittsrates	.046* (.007)	.034* (.003)	.052* (.014)	.062* (.009)
Konstante	-.820* (.052)	-.694* (.105)	-.934* (.366)	-.943* (.120)
θ in NEGBIN II	--	1.373* (.216)	--	--
R^2	.43	.37	.44	.43
Abhängige Variable	Anzahl der bedeutenden Innovationen			
Koeffizient der Netto- Markteintrittsrates	.041* (.011)	.035* (.003)	.045 (.022)	.046* (.015)
Konstante	-1.547* (.074)	-1.444* (.105)	-1.668* (.261)	-1.666* (.132)
θ in NEGBIN II	--	1.560* (.216)	--	--
R^2	.35	.30	.36	.36

*Relevant die der 1%-Marke.

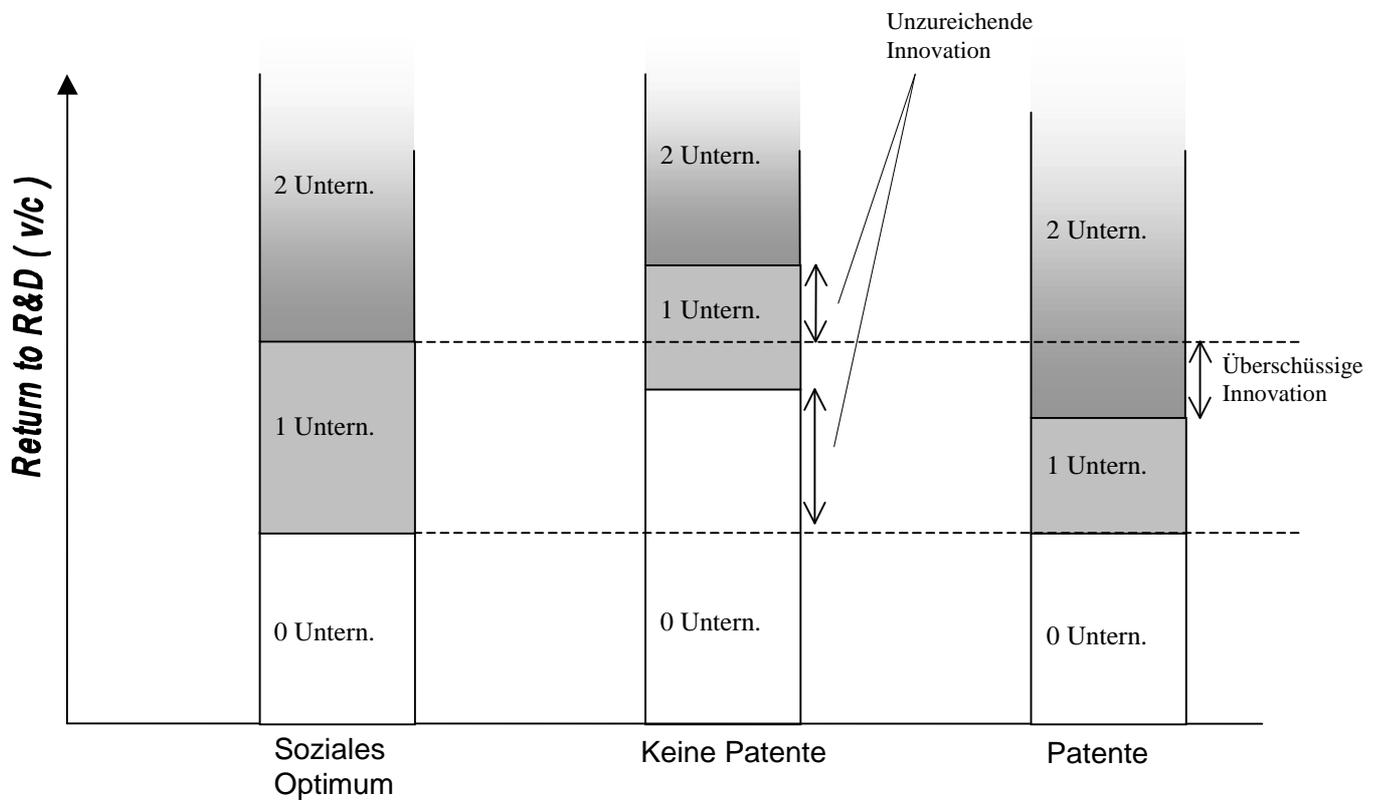
In Klammern sind die asymptotischen Standardabweichungen unter Verwendung von Whites im Literaturverzeichnis angegebener Methode. Die Regressionen umfassen 418 Innovationen, von denen 200 als bedeutende Innovationen eingestuft werden, über 77 Produktphasen und über 887 Produktjahren. Die Daten stammen von Gort und Klepper [1982]. Die Variablen beinhalten ein flag, welches die Monopolphase anzeigt, die durchschnittliche Anzahl der Unternehmen während der gesamten Lebensdauer eines Produktes, das Quadrat der durchschnittlichen Anzahl der Unternehmen, alle multipliziert mit der Dauer der Phase, die Dauer der Phase und eine Konstante. Ein Hausman-Test angewendet auf die dritte und die vierte Spalte konnte die Nullhypothese, dass die dritte Spalte konsistent ist, nicht ausschließen ($P = .346$ für alle Innovationen und $P = .917$ für bedeutende Innovationen). NFQM-IV, bei dem nur ein Monopol-Flag, die Dauer der Phase und eine Konstante verwendet wurden, resultiert in signifikanten und sogar größeren Koeffizienten für die Markteintrittsrates.

Tabelle 3. Führende 10 Software Patentierer im Jahre 1995

Unternehmen	Vergebene Software Patente 1995	Gesamtheit der Patente auf Produkte 1995	F&E-Kosten 1994 (in Millionen)
International Business Machines	503	1383	\$3,382
AT&T	185	638	\$3,110
Motorola	157	1012	\$1,860
Xerox (including Fuji Xerox)	121	551	\$895
Hewlett Packard	89	470	\$2,027
Digital Equipment	80	189	\$1,301
General Electric	59	758	\$1,176
Apple Computer	57	129	\$564
Ford Motor Co.	53	334	\$5,214
Eastman Kodak	49	772	\$859

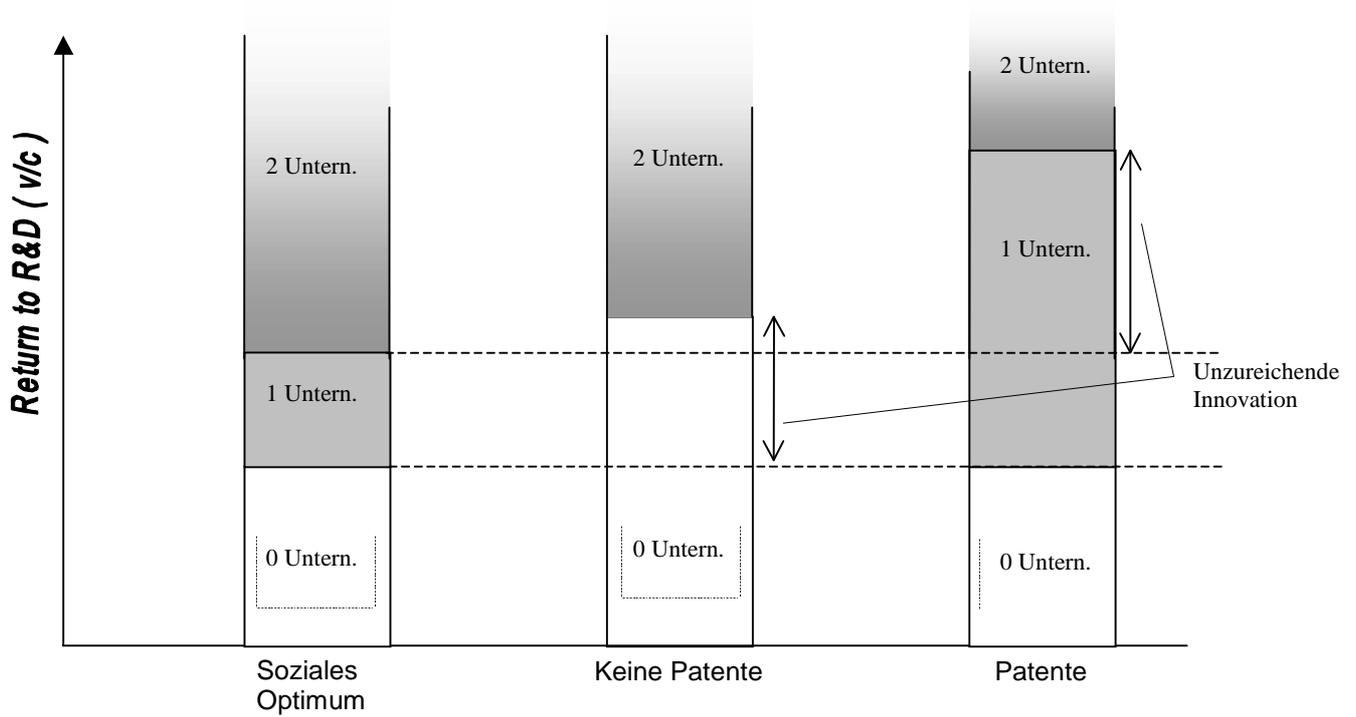
Quellen: PATNEWS, USPTO, Jahresberichte

Abbildung 1. Anzahl der innovierenden Unternehmen im statischen Modell.



Innovierende Unternehmen	Soziales Optimum	Keine Patente	Patente
Ein Unternehmen	$\frac{v}{c} > \frac{1}{p}$	$\frac{v}{c} > \frac{1}{ps}$	$\frac{v}{c} > \frac{1}{p}$
Zwei Unternehmen	$\frac{v}{c} > \frac{1}{p(1-p)}$	$\frac{v}{c} > \frac{1}{ps(1-p)}$	$\frac{v}{c} > \frac{1}{p(1-p/2)}$

Abbildung 2. Anzahl der innovierenden Unternehmen beim dynamischen Modell.



Innovierende Unternehmen	Soziales Optimum	Keine Patente	Patente
Ein Unternehmen	$\frac{v}{c} > \frac{1}{p}$	--	$\frac{v}{c} > \frac{1}{p}$
Zwei Unternehmen	$\frac{v}{c} > \frac{1+p}{p}$	$\frac{v}{c} > \frac{1}{ps}$	$\frac{v}{c} > \frac{1+p}{2s-1+p}$

Abbildung 3. Innovationraten in den einzelnen Lebensphasen eines Produktes

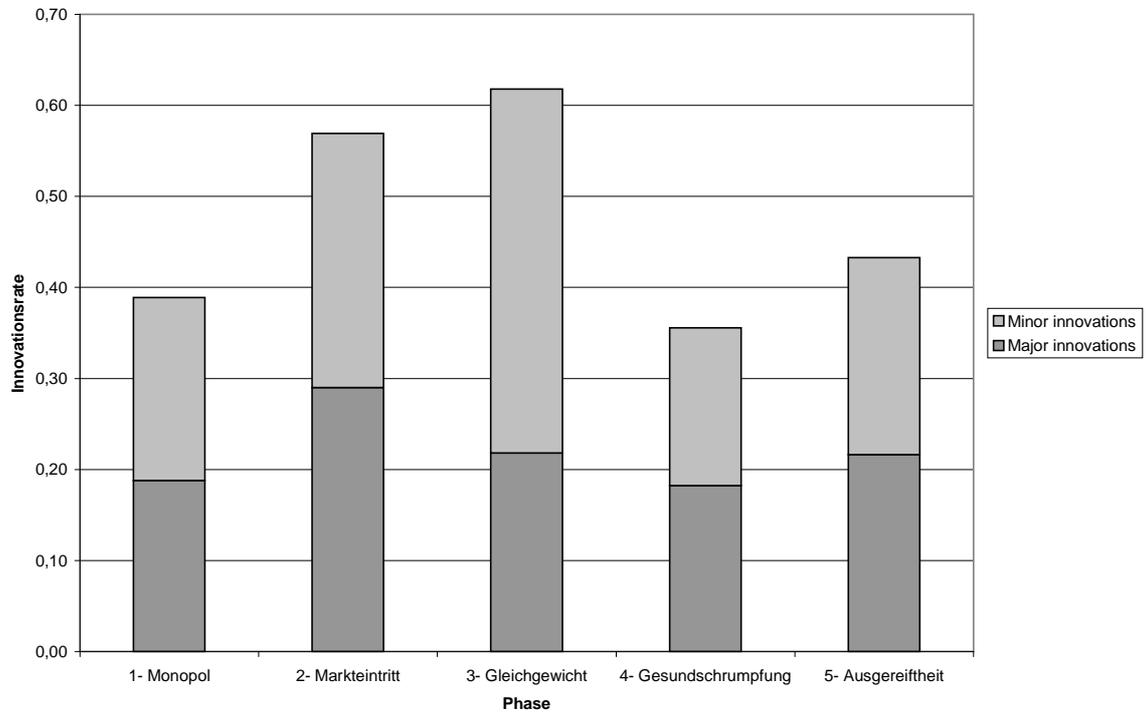
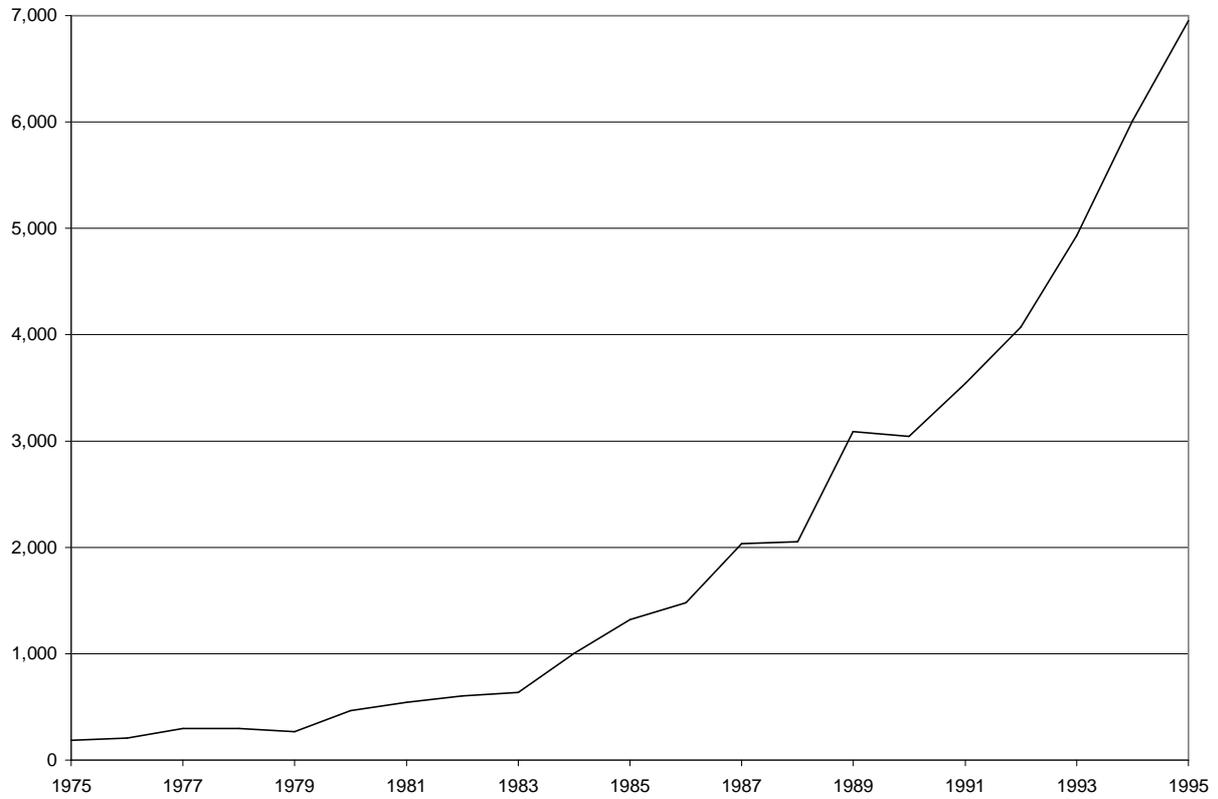
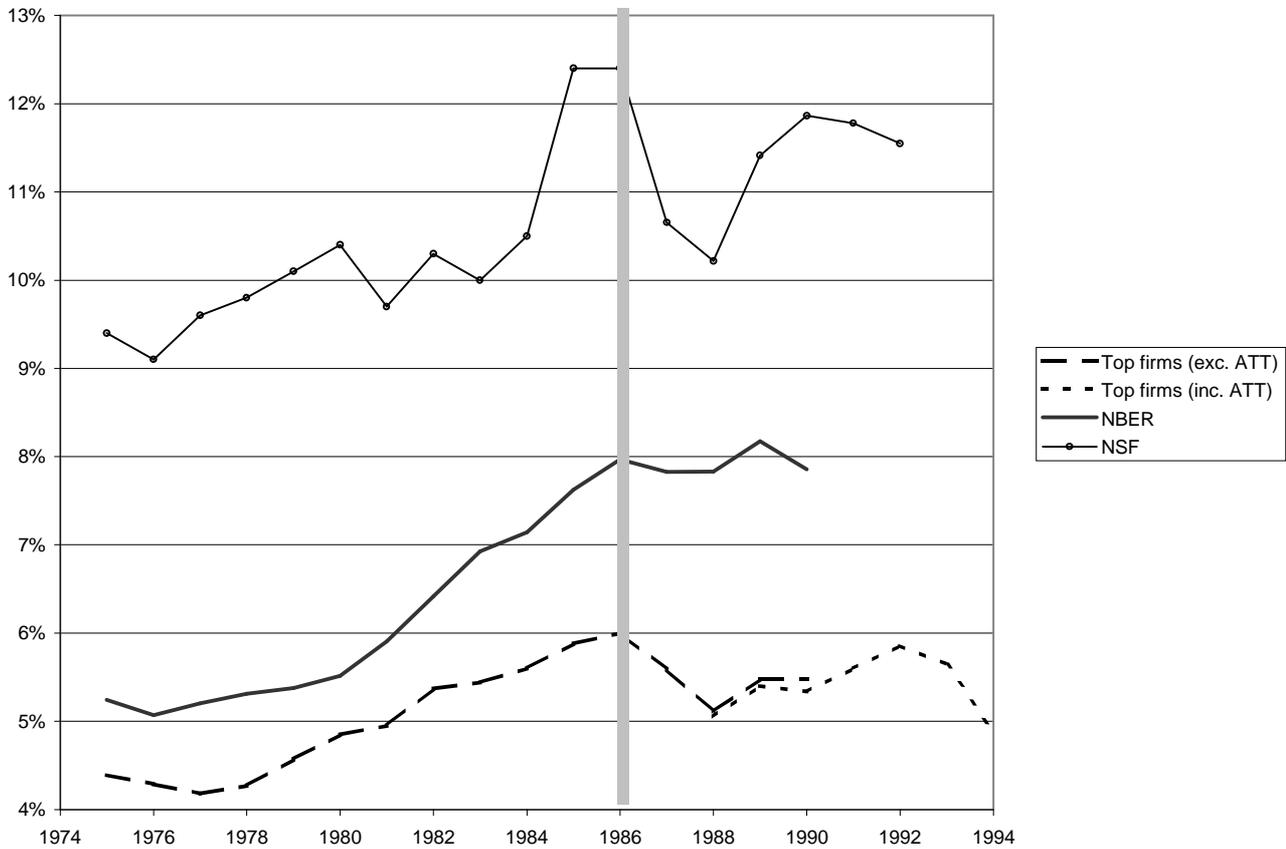


Abbildung 4. In den USA vergebene Software-Patente



Quelle: Internet PATNEWS Service.

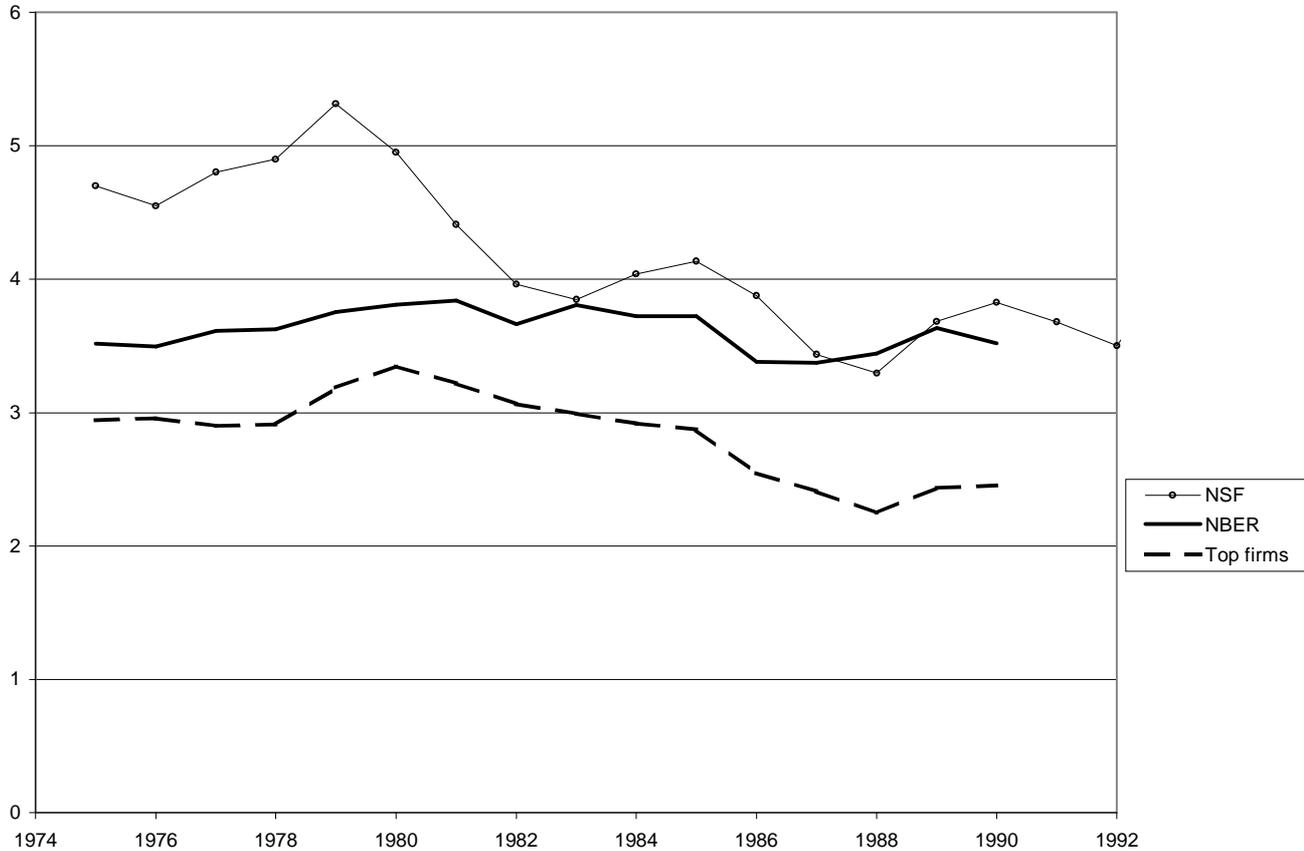
Abbildung 5. Relativer F&E-Aufwand für mit der Softwarebranche verflochtene Industriezweige und Unternehmen



Quellen: NSF *Research and Development in Industry, Science and Engineering Indicators*
 NBER R&D Masterfile, Jahresberichte.

Die NBER-Daten beinhalten SIC 357, 365, 366, 367. Die NSF-Daten beinhalten SIC 357, und nach 1986 Teil 737 und Teil 871. Die NSF-Daten beinhalten Änderungen bei der Auswahl der Daten, weshalb ein direkter Vergleich einzelner Jahre nicht möglich ist. Die führenden Unternehmen stammen von Patent News Service Rankings von 1995 vergebenen Softwarepatenten.

Abbildung 6. Relativer F&E-Aufwand



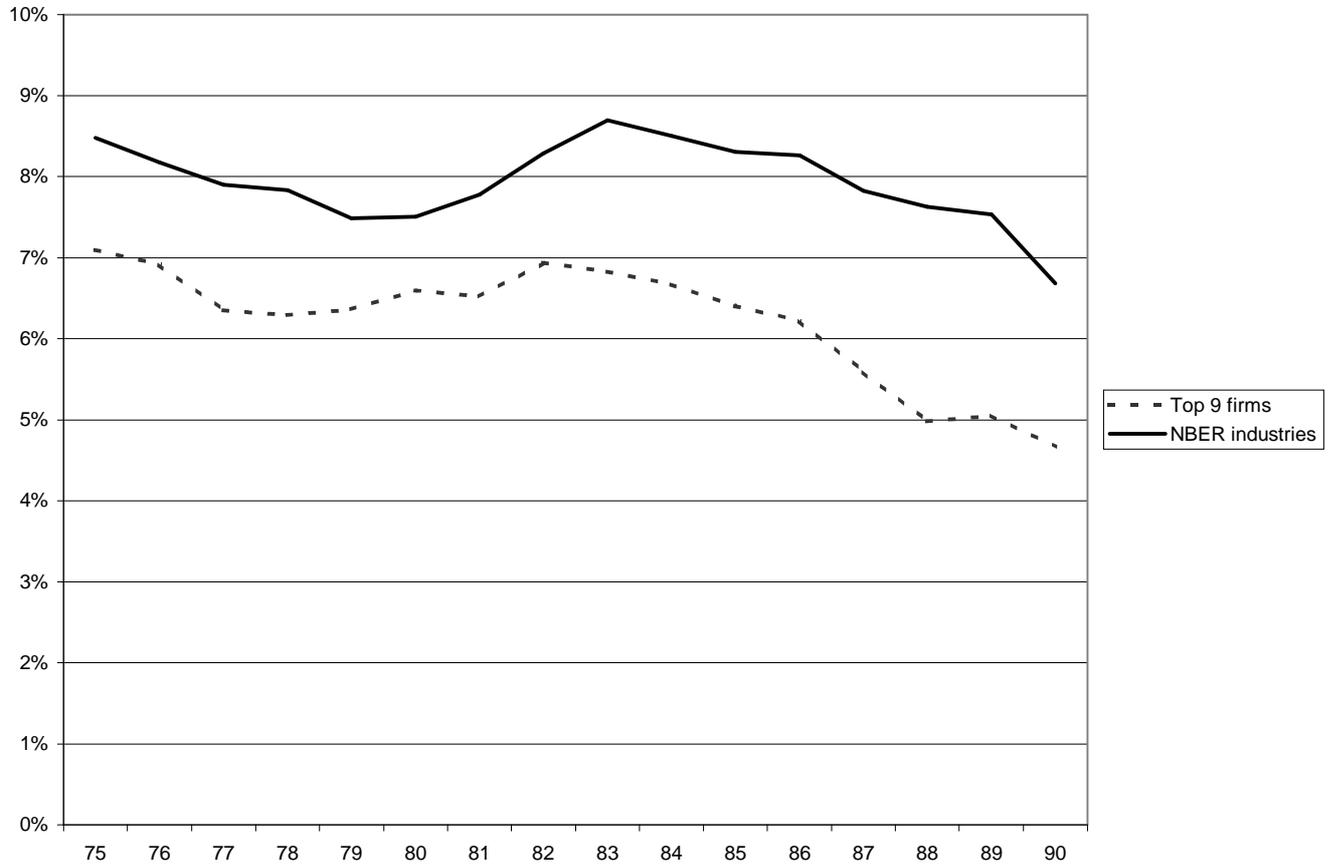
Quellen: NSF *Research and Development in Industry, Science and Engineering Indicators*
 NBER R&D Masterfile, Jahresberichte.

Der relative Aufwand ist der Verhältnis von F&E-Ausgaben zum Produktionsausstoß geteilt durch das Verhältnis von F&E-Ausgaben zum Produktionsausstoß der gesamten verarbeitenden Industrie. Die NBER-Daten beinhalten SIC 357, 365, 366, 367.

Die NSF-Daten beinhalten SIC 357, und nach 1986 Teil 737 und Teil 871.

Die führenden Unternehmen stammen von Patent News Service Rankings von 1995 vergebenen Softwarepatenten im Verhältnis zu den NBER-Daten für die gesamte verarbeitende Industrie.

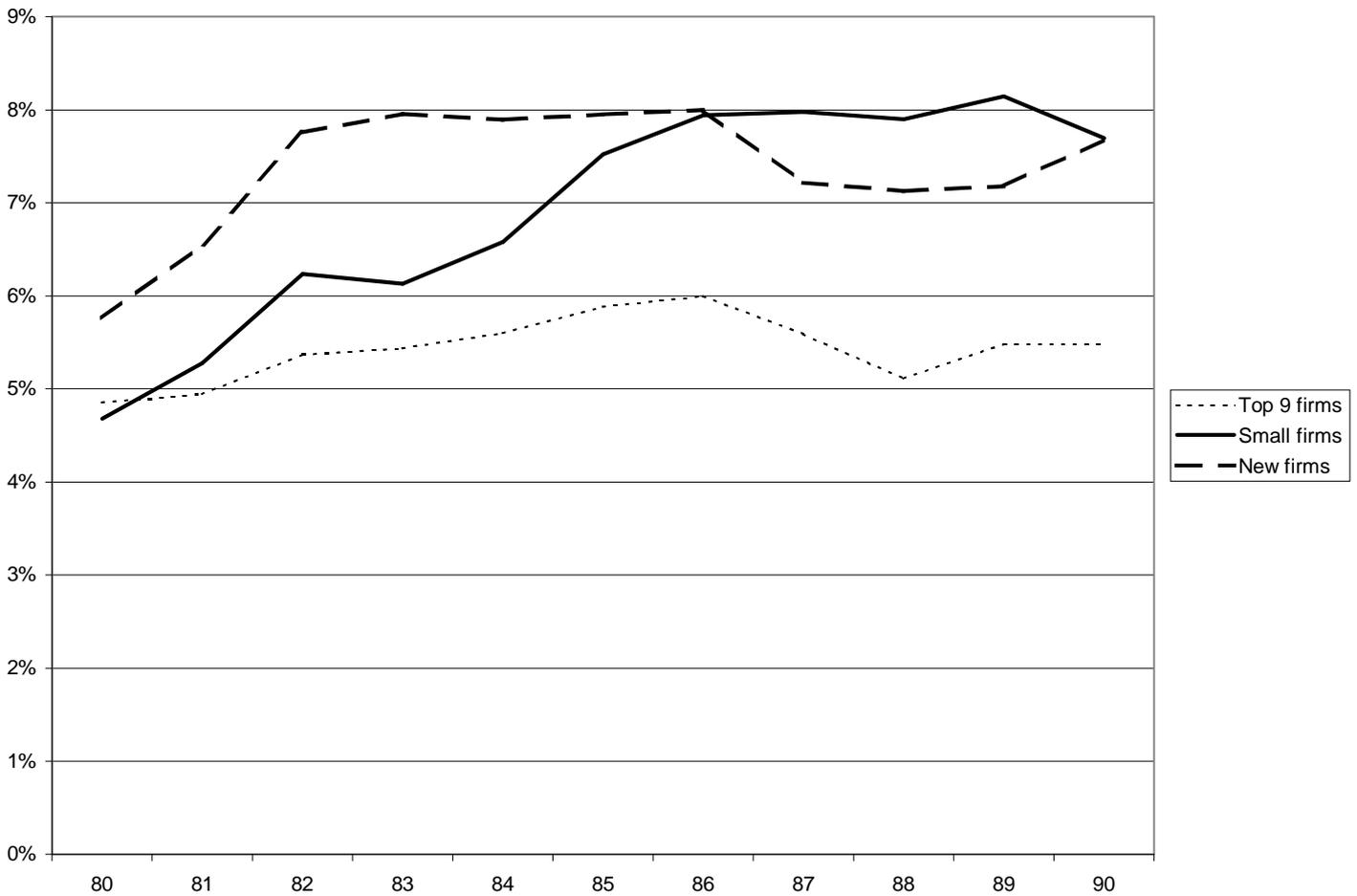
Abbildung 7. Reale F&E / Realer Produktionsausstoß (bereinigter relativer F&E-Aufwand)



Quellen: NBER-F&E-Stammdatei, Jahresberichte.

Die NBER-Daten beinhalten SIC 357, 365, 366, 367. F&E wurde bereinigt durch NBER-F&E-Korrekturfaktor. Die Verkaufszahlen wurden bereinigt durch den Verkaufsindex aus der NBER-Produktivitätsdatenbank für alle beteiligten Industriezweige.

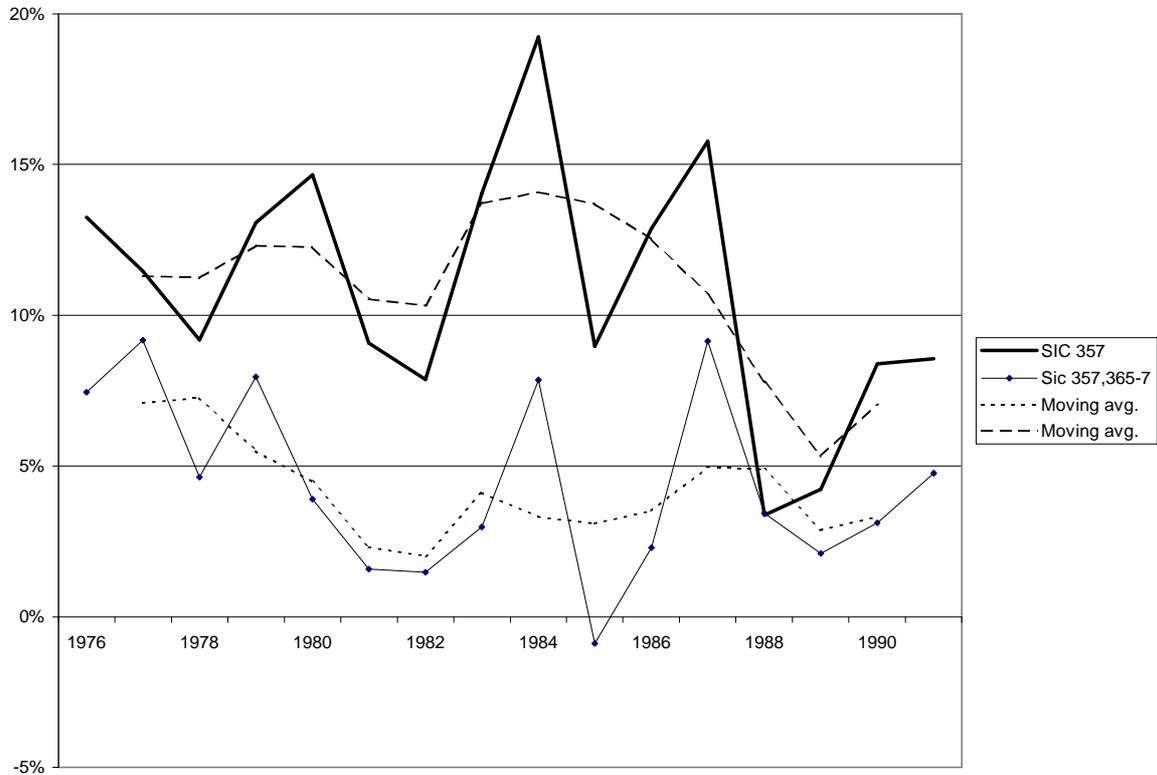
Abbildung 8. Relativer F&E-Aufwand für kleine und neue Unternehmen



Quelle: NBER-F&E-Stammdatei, Jahresberichte

“Kleine Unternehmen ” sind eine ausgewogene Gruppe von 49 mit der Softwarebranche verflochtenen Unternehmen aus der NBER-Stammdatei, die zwischen 1980 und 1990 existierten und 1980 weniger als 1.000 Beschäftigte hatten. “Neue Unternehmen” sind mit der Softwarebranche verflochtene Unternehmen, die erst nach 1973 in der NBER-Stammdatei auftauchen und in ihrem ersten Jahresbericht weniger als 5.000 Beschäftigte hatten und weniger als acht Jahre existierten.

Abbildung 9. Totales Produktivitätswachstum der mit der Softwarebranche verflochtenen verarbeitenden Industrie



Quelle: NBER-Datenbank für die Produktivität der verarbeitenden Industrie, Output-weighted aggregates of Bartelsman & Gray [1996] calculations for 4-digit industries. Die gleitenden Mittelwerte wurden über drei Jahre genommen.