

Nerlinger, Eric A.; Berger, Georg

**Working Paper — Digitized Version**

## Technologieorientierte Industrien und Unternehmen: Alternative Definitionen

ZEW Discussion Papers, No. 95-20

**Provided in Cooperation with:**

ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research

*Suggested Citation:* Nerlinger, Eric A.; Berger, Georg (1995) : Technologieorientierte Industrien und Unternehmen: Alternative Definitionen, ZEW Discussion Papers, No. 95-20, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/29410>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

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

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

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

**Terms of use:**

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

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

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

# Discussion Paper

Discussion Paper No. 95-20

## Technologieorientierte Industrien und Unternehmen: Alternative Definitionen

Eric Nerlinger

Georg Berger

# ZEW

Zentrum für Europäische  
Wirtschaftsforschung GmbH

Industrial Economics and  
International Management  
Series

30. NOV. 1995

WIRTSCHAFTS  
FORSCHUNG

W 636 (95-20) m. d. sig. ka

# **Technologieorientierte Industrien und Unternehmen: Alternative Definitionen**

by

Eric Nerlinger

Georg Berger

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)

September 1995

## **Abstract**

During the last years more and more discussions came up about the contribution of technology-oriented and technology-intensive industries for employment and economic development. One reason for some of the contradictory evaluations of technology-intensive industries can be attributed to different conceptual definitions of technology and high-technology. This paper examines various definitions of high-technology, ranging from input factors, output factors, mixed input-output factors, subjective evaluations to definitions, based on employment or turnover growth. After characterizing the advantages and disadvantages of each factor, relevant definitions of high-technology are then discussed in detail. One finding of this overview is, that there's a huge mass of definitions which make more or less sense, depending on the underlying data, definitions and thresholds.

## **Acknowledgements**

Diese Untersuchung wurde im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms „Technologischer Wandel und Regionalentwicklung in Europa“ gefördert.

Für hilfreiche Hinweise und Kommentare möchten wir uns bei Georg Licht bedanken. Alle Unzulänglichkeiten gehen selbstverständlich zu unseren Lasten.

## 1. Einleitung

(Jong, 1987)

*“High technology is a highly fashionable, but at the same time a very fuzzy notion. Nowadays we have high tech architecture, high tech furniture, and certainly high tech industry, all having an image of modernism and progress. Although the image of high technology industry may be clear, the definition certainly not.”*

In der Literatur zu technologieorientierten Unternehmen finden sich im Zusammenhang mit der Abgrenzung von Unternehmen bzw. Industrien die verschiedensten Schlagworte und Ausdrücke, um das Untersuchungsgebiet in seiner speziellen technologischen Ausprägung zu kennzeichnen: High-Tech(nology), Hochtechnologie, technologieorientierte Industrien, Schlüsseltechnologien etc. Für jeden der obigen Ausdrücke kann eine sinnvolle Definition bzw. Erläuterung gegeben werden, deren inhaltliche Ausprägung aber von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise den zugrundeliegenden Daten und/oder dem Untersuchungsziel abhängen kann. Breheny et al. (1988) führen in diesem Zusammenhang an, daß sich Abgrenzungen in Bezug auf Hochtechnologie-Industrien auch zwischen verschiedenen Ländern sowohl in der Intention als auch in der Bedeutung dieser Industrien unterscheiden können: “there is no guarantee that commentators from different countries are talking about the same phenomenon [high technology], or that they all attach the same importance to the issue [high technology]”.

Ziel dieser Untersuchung ist es, zu einem besseren Verständnis dieser Begriffe beizutragen, ohne dabei den Anspruch auf Vollständigkeit der Begriffsabgrenzungen und -definitionen zu erheben. Der Aufbau dieses Literaturüberblicks ist wie folgt: Im zweiten Abschnitt werden die unterschiedlichsten Ausprägungen und Anwendungen der Begriffe „Technologie“ und „Hochtechnologie“ vorgestellt, bevor im dritten Abschnitt auf verschiedene Indikatoren eingegangen wird. Dabei werden diese Indikatoren in input- und ergebnisbezogene Kriterien, die auch als Kombination auftreten können, und sonstige Kriterien wie beispielsweise (subjektive) Expertenurteile eingeteilt. Unbestritten ist hierbei, daß die Eignung technologieorientierter Wirtschaftszweigabgrenzungen in hohem Maße von den spezifischen Eigenschaften der zugrundeliegenden Indikatoren abhängt. Aus diesem Grund wird in einem ersten Schritt auf die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Indikatoren eingegangen, bevor in einem zweiten Schritt die darauf basierenden alternativen Abgrenzungen diskutiert werden. Im Anschluß daran folgt ein kurzes Resümee der verschiedenen Definitionen und Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige. Abgeschlossen wird die Untersuchung mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

## 2. Der Begriff der Hochtechnologie

„Hochtechnologie“<sup>1</sup> scheint auf den ersten Blick ein einfacher, allgemein klarer Begriff zu sein.

*„Hochtechnologie bedeutet eine Charakterisierung bestimmter Güter (Produktzyklus-Güter) bzw. Branchen“ (vgl. Vahlens großes Wirtschaftslexikon, 1993, S. 920).*

*„Hochtechnologie ist ein zusammenfassender Begriff für Wissenschafts- und Technikbereiche, von denen man einen bedeutenden, wenn nicht sogar entscheidenden Beitrag für die Zukunft der Industriegesellschaften erwartet“ (vgl. Brockhaus-Enzyklopädie, 1994, S. 140).*

Bei einer genaueren Analyse der Begriffsvorstellungen wird jedoch klar, daß es sich um eine Bezeichnung für die unterschiedlichsten Sachverhalte handeln kann:<sup>2</sup> Planer lokaler bzw. staatlicher Entwicklungsprogramme assoziieren „Hochtechnologie“ beispielsweise mit entstehenden Wachstumsindustrien, die einen nicht unerheblichen Beitrag zur Bewältigung der Arbeitslosigkeit leisten können.<sup>3</sup> Auf der Unternehmensseite werden mit diesem Schlagwort in erster Linie Produkt- und Prozeßinnovationen verbunden, während die Politik Hochtechnologie in direktem Zusammenhang mit der volkswirtschaftlichen Wettbewerbsposition und langfristigen Wettbewerbsvorteilen sieht (vgl. BMBF, 1993).

An dieser Stelle wird bereits deutlich, daß der Begriff der „Hochtechnologie“ mit den unterschiedlichsten Bezügen und Implikationen verbunden wird.<sup>4</sup> Glasmeier et al. (1983) verweisen in diesem Zusammenhang auf die durch diese Begriffe hervorgerufenen unterschiedlichen Assoziationen, die eventuell zur Durchsetzung grup-

---

<sup>1</sup> Im folgenden werden die Begriffe Hochtechnologie, High-Tech(-nology), technologieorientierte Wirtschaftszweige und technologieintensive Wirtschaftszweige synonym benutzt.

<sup>2</sup> vgl. Markusen et al. (1986), S. 10

<sup>3</sup> In Anbetracht der Beschäftigungseffekte nationaler und internationaler High-Tech-Bereiche kann jedoch keinesfalls auf eine einheitliche positive Wirkung auf die nationale Beschäftigungsentwicklung geschlossen werden (vgl. Decker, 1990, S. 70).

<sup>4</sup> Ein weiterer Begriff, mit dem die Bedeutung einzelner Industrien assoziiert wird, ist die „Schlüsseltechnologie“. Ähnlich wie bei der „Hochtechnologie“ gibt es auch dafür keine einheitliche Definition. Bathelt (1989) ist allerdings der Meinung, daß Hochtechnologie-Industrien nicht mit Schlüsseltechnologien in einen Topf geworfen werden sollten. Bathelt (1989, S. 89 ff.) grenzt Schlüsseltechnologie-Industrien wie folgt ab: „*Schlüsseltechnologie-Industrien sollen auf einem hohen technologischen Niveau stehende Produkte entwickeln und herstellen, durch hohe Beschäftigungszuwächse die Arbeitsmärkte stabilisieren sowie als Impulsgeber wirtschaftliches Wachstum auf bestimmte Segmente der Volkswirtschaft übertragen*“.

penspezifischer Ziele mißbraucht werden. Bathelt (1989) führt weitere wichtige Nachteile bzw. Mißbräuche des Begriffs High-Tech auf. Dieser wird nach seinen Ausführungen u.a. in den Medien nur in eingeschränkter Form verwendet und "beschränkt sich vor allem auf schlagzeilenträchtige Industriebereiche", während Politiker "High-Tech-Industrien als Allheilmittel für eine sichere Zukunft" propagieren. The Institute (1988) führt in diesem Zusammenhang an, daß High-Tech eine Eigenschaft ist, von der jedermann spricht, sich aber niemand die Mühe macht, sie zu definieren. Ein Teil des Problems ist, daß High-Tech zu Imagezwecken mißbraucht wird, statt den tatsächlichen technologischen Stand der Produkte anzugeben.

Aufgrund der Vielfalt der Definitionen bzw. Abgrenzungen und den damit unter Umständen verbundenen Assoziationen ist es kaum überraschend, daß zahlreiche Untersuchungen über den Hochtechnologiebereich zu unterschiedlichen, teilweise sogar konträren Ergebnissen gelangen.<sup>5</sup> Der Grund für diese Problematik ist nach Breheny und McQuaid (1988) darin zu suchen, daß „researchers are trying to compromise between devising a conceptually sound, consistent and exhaustive definition and one which allows measurement and is practicable“.

Neben den verschiedenen gedanklichen Intentionen und Implikationen von High-Tech lassen sich in der Literatur zahlreiche Ansätze zur Messung von Technologie finden. Dieses wird im folgenden anhand der Konzepte von Shams (1986) und Verspagen (1994) skizziert.

Für Shams (1986, S. 20 ff.) kann die Messung der „Technologiestärke“ zwei Perspektiven beinhalten.<sup>6</sup> Die erste Perspektive erfaßt die direkten Anstrengungen einer Industrie hinsichtlich einer Ausweitung des technologischen Wandels („own technology intensity“), während die zweite Perspektive („output content technology intensity“) zusätzlich den passiven Erwerb industriefremder Technologien, beispielsweise durch Zulieferunternehmen, beinhaltet.<sup>7</sup> Im Unterschied dazu unterscheidet Verspagen (1994) zwischen einer „indirekten“ und „direkten“ Art und Weise, Technologie zu messen. Dabei zielt die indirekte Methode auf das Konzept

---

<sup>5</sup> Die Gemeinsamkeit dieser Untersuchungen liegt in den meisten Fällen in der Verbindung des Begriffs Hochtechnologie mit dem Technologie-Grad bestimmter Güter bzw. Wirtschaftszweigen (vgl. hierzu Vahlens großes Wirtschaftslexikon, 1993, S. 920 und OECD, 1993, S. 136).

<sup>6</sup> vgl. hierzu auch Palda (1986)

<sup>7</sup> In einer Untersuchung von Palda (1986, S. 191) zeigt sich beispielsweise für Kanada im Vergleich zu den übrigen OECD-Ländern eine überdurchschnittlich hohe „output content technology intensity“.

der Produktionsfunktion<sup>8</sup> ab, während die zweite Methode „more direct indicators“ wie beispielsweise FuE-Aufwendungen mißt.<sup>9</sup>

Der Übergang von Technologie zur Hochtechnologie ist nach einer erfolgten Definition bzw. Abgrenzung von Technologie nur noch ein kleiner Sprung. Hochtechnologie ist eine spezielle Ausprägung der Technologie, die sich aufgrund einer Höherwertigkeit einer Kombination von Input- und Output-Indikatoren messen läßt.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß mit dem Begriff der Hochtechnologie die unterschiedlichsten Wünsche und Hoffnungen verbunden sind, wobei der Abgrenzung von Wirtschaftszweigen, die mit Hochtechnologie in Verbindung gebracht werden, eine bedeutende Rolle beizumessen ist. Im folgenden Abschnitt werden Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige vorgestellt und diskutiert, die sich durch verschiedene Kriterien wie den Erhebungszeitpunkten, den integrierten Wirtschaftszweigen (Stichwort: Dienstleistungsgewerbe), den Indikatoren für die Technologie und weiteren Faktoren unterscheiden.

### **3. Hochtechnologie-Industrien: Ein Überblick über alternative Definitionen**

Zahlreichen empirischen Untersuchungen über Hochtechnologie-Industrien ist gemein, daß in einem ersten Schritt auf den zugrundegelegten Begriff der Technologie bzw. Hochtechnologie eingegangen wird.<sup>10</sup> Dabei stehen in der Regel industriespezifische Abgrenzungen im Vordergrund. Weitaus weniger häufig werden Abgrenzungen auf der Basis unternehmensspezifischer Eigenschaften vorgenommen, da in den seltensten Fällen entsprechende Individualdaten vorliegen. Der Vorteil industriespezifischer Abgrenzungen liegt in der vergleichsweise guten Verfügbarkeit und Nachvollziehbarkeit relevanter Daten, wobei unter Umständen nationale Unterschiede bei der Erhebung und Aufbereitung beachtet werden müssen. Darüber hinaus bieten industriespezifische Abgrenzungen im Vergleich zu unternehmensspezifischen Abgrenzungen den Vorteil, daß Unternehmen, die sich erst über einen längeren Zeitraum zu Hochtechnologie-Unternehmen entwickeln, schwerpunktmäßig von vornherein richtig erfaßt werden. Dahinter verbirgt sich u.a. die Vorstellung, daß neugegründete Unternehmen in den ersten Jahren beispielsweise Standardprodukte anbieten, um damit Teile ihrer Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen für technologieintensive(re) Produkte zu finanzieren.

---

<sup>8</sup> Die Rate des technologischen Wandels wird dabei als das Residuum des Outputwachstums gemessen, das nicht durch die Wachstumsraten der Inputfaktoren Arbeit, Kapital und Vorleistungen erklärt werden kann. Für eine ausführliche Diskussion, die „Technologiestärke“ von Industrien anhand von Produktionsfunktionen zu messen (vgl. z.B. Morrison, 1992. Flaig und Steiner, 1993, und Erber, 1993).

<sup>9</sup> vgl. ausführlich Verspagen (1994), S. 1 ff.

<sup>10</sup> vgl. Diwan und Chakraborty (1991) und Markusen et al. (1986)

Diese Unternehmen würden in produktspezifischen Abgrenzungen von Hochtechnologie im Gegensatz zu industriebezogenen Definitionen in der Regel als nicht technologieorientiert bezeichnet werden.

Hochtechnologieabgrenzungen auf der Basis industriespezifischer Faktoren bergen jedoch auch eine Vielzahl von Nachteilen. Bathelt (1989) verdeutlicht diese Problematik anhand der Industriegruppe „Office, Computing and Accounting Machines“ (SIC 357), die in vielen industriespezifischen Abgrenzungen als ein Wirtschaftszweig der Hochtechnologie bezeichnet wird.<sup>11</sup> Diesem Industriebereich werden neben Produkten auf hohem (z.B. „Electronic Computing Equipment“ - SIC 3573) auch Produkte auf niedrigem technologischem Niveau (z.B. „Scales/Balances“ - SIC 3576) zugerechnet.<sup>12</sup> Entsprechende Heterogenitäten lassen sich nach Glasmeier et al. (1983) in fast allen drei- und vierstelligen Industriegruppen feststellen. Aufgrund weiterer Nachteile (z.B. Inflexibilität und Zuordnungsprobleme, beschrieben in Walker, 1985), die den meisten Industrieklassifikationen gemein sind, wird der Ruf nach unternehmensspezifischen Analysen immer lauter.<sup>13</sup> Fehlende bzw. ungeeignete Daten führen in der Regel dazu, daß in vielen Fällen auf eine industriespezifische Klassifikation von Hochtechnologie zurückgegriffen werden muß. Um die damit verbundenen Nachteile weitestgehend zu minimieren, sollte ein möglichst niedriges Aggregationsniveau gewählt werden. Damit können etwaige Fehlerquellen, hervorgerufen durch Heterogenitäten innerhalb einzelner Industriesektoren, möglichst gering gehalten werden.

---

<sup>11</sup> vgl. hierzu auch Amendola und Perrucci (1994)

<sup>12</sup> Höppl (1990, S. 11) führt weitere Nachteile von Industrieklassifikationen am Beispiel des SIC-Systems (SIC=„Standard Industrial Classification“, US-amerikanische Klassifikation der Wirtschaftszweige) auf, das eine produktorientierte Einteilung ist, die keine Produktionsprozesse oder Kriterien der Innovativität oder Technologieintensität beachtet. Zudem liegen zwischen den Neuerscheinungen des SIC-Codes große Zeiträume, so daß sich Änderungen von unternehmensspezifischen Produktlinien erst mit einer relativ großen Zeitverzögerung bemerkbar machen. Die erfaßten Betriebe werden auch nur nach ihrem Hauptprodukt einer SIC-Kategorie zugeordnet. Bei Betrieben mit einer ausgeprägten internen Diversifizierung geht dadurch eine Vielzahl von Informationen über technologieintensive bzw. innovative Produktlinien und Forschungsaktivitäten verloren.

<sup>13</sup> Walker (1985) geht noch einen Schritt weiter und kritisiert selbst einen produktbezogenen Zuordnungsansatz.

### 3.1. Alternative Indikatoren und Definitionen von Hochtechnologie-Industrien

Die Einteilung von Wirtschaftszweigen<sup>14</sup> in Hochtechnologie-Industrien kann unter verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen, wobei in der Regel industriespezifische Input- und/oder Ergebnisindikatoren herangezogen werden.<sup>15</sup> Unter Ergebnisindikatoren werden dabei die Komponenten zusammengefaßt, die auf die Effekte und Auswirkungen von Aktivitäten im Zusammenhang mit Technologie abzielen, während Inputindikatoren die Art und Weise des Zustandekommens von Innovationen bzw. neuen Technologien beschreiben.

**Tabelle 1: Aufbau der Untersuchung**

<i>Indikator</i>	<i>Abschnitt</i>
Inputindikatoren:	3.3
FuE-Aufwendungen	3.3.1
FuE-Beschäftigte	3.3.2
FuE-Aufwendungen und FuE-Beschäftigte	3.3.3
Ergebnisindikatoren:	3.4
Patente	3.4.1
Beschäftigten- und Umsatzwachstum	3.4.2
Gemischte Input-Ergebnis-Indikatoren	3.5
Expertenurteile	3.6

Neben den Abgrenzungen von High-Tech-Industrien auf der Basis von Inputindikatoren oder Ergebnisindikatoren gibt es weitere Ansätze, die gemischte Input-Ergebnis-Indikatoren verwenden. Rees (1979) schlägt beispielsweise vor, Schlüsseltechnologie-Industrien anhand der Zahl der Hauptinnovationen gemessen am FuE-Volumen bzw. der Zahl der Hauptinnovationen gemessen am Nettoumsatz zu definieren. Mit Hilfe gemischter Indikatoren wird versucht, die Ursache-Wirkungszusammenhänge zwischen dem Einsatz wissenschaftlich-technischer Inputs und den daraus resultierenden Innovationen besser zu erfassen. Probleme können hier

<sup>14</sup> Dem Majoritätsprinzip folgend wird in den folgenden Ausführungen lediglich dann auf Hochtechnologie im Zusammenhang mit Unternehmen verwiesen, wenn diese explizit Untersuchungsgegenstand sind und entsprechend abgegrenzt werden.

<sup>15</sup> Eine Ausnahme bilden Untersuchungen, die die Abgrenzung der Technologieorientierung auf eher subjektive Expertenurteile aufbauen. Die wohl bekannteste Abgrenzung von High-Tech-Industrien, die nach den Kriterien „State of the art“-Technologie und „perceived degree of technical sophistication of products“ durchgeführt wurde, stammt von der Massachusetts Division of Employment Security (MDES, 1985).

allerdings bei der Operationalisierung entstehen, da diese Indikatoren unter Umständen nicht in ausreichend differenzierter Form vorliegen.<sup>16</sup>

### 3.2. Messprobleme und Abschneidegrenzen

Neben der Wahl des Indikators beeinflusst auch dessen „Messung“ die Abgrenzung von Industrien und Wirtschaftszweigen als technologieorientiert bzw. nicht technologieorientiert. Dieses wird, stellvertretend für alle übrigen Technologieparameter, kurz am Beispiel der FuE-Aufwendungen verdeutlicht, ohne dabei auf die spezifischen Eigenschaften dieses Inputindikators einzugehen.

Der Vergleich der Technologieintensität von Wirtschaftszweigen kann auf der Basis der absoluten FuE-Aufwendungen und der relativen FuE-Aufwendungen durchgeführt werden, wobei die relativen Aufwendungen auch als Intensitäten bezeichnet werden.<sup>17</sup> Unterschieden werden kann dabei zwischen der *mittleren FuE-Intensität der Unternehmen einer Branche* und der im Zusammenhang mit Hochtechnologieabgrenzungen weiter verbreiteten *FuE-Intensität einer Branche*. Bei der Berechnung der *mittleren FuE-Intensität der Unternehmen einer Branche* wird für jedes Unternehmen zuerst die FuE-Intensität und dann der Branchenmittelwert ermittelt. Die *FuE-Intensität einer Branche* kommt zustande, indem die kumulierten FuE-Aufwendungen der Branche durch die kumulierten Umsätze der Branche dividiert werden.<sup>18</sup> Bei der Ermittlung der *durchschnittlichen FuE-Intensität der Unternehmen* erhalten alle individuellen FuE-Intensitäten das Gewicht  $1/n$ , wobei  $n$  die Zahl der erfaßten Unternehmen ist. Bei der *FuE-Intensität der Branche* erhält im Gegensatz dazu jede Intensität einen Gewichtungsfaktor, der dem Umsatzanteil des Unternehmens in der Branche entspricht. Dies impliziert, daß vor allem große Unternehmen mit einem hohen Umsatzanteil einen im Vergleich zu kleinen Unternehmen mit einem vergleichsweise geringen Umsatzanteil großen Einfluß auf die *FuE-Intensität der Branche* haben. Der Einfluß einiger weniger großer forschender Unternehmen kann dabei eine unter Umständen erhebliche Überschätzung der typischen FuE-Intensität der Unternehmen einer Industrie mit sich führen. Bei der Berechnung der *mittleren FuE-Intensität der Unternehmen der Branche* gehen

---

<sup>16</sup> Thompson (1987) definiert Hochtechnologieindustrien, indem er die sogenannten „high technology development programs“ in den USA analysiert. Auf der Basis dieser Programme wird eine Auszählung der in diesen Programmen involvierten Industrien vorgenommen, wobei die Industrien als Hochtechnologie bezeichnet werden, die mindestens fünfmal in bundesstaatsspezifischen Programmen oder mindestens siebenmal in staatlichen Programmen aufgeführt werden (vgl. auch Butchart, 1987).

<sup>17</sup> Intensitäten eliminieren den Einfluß von Größenunterschieden von Unternehmen bzw. Branchen und ermöglichen dadurch die Vergleichbarkeit von Branchen und Unternehmen (vgl. Schwitalla, 1993).

<sup>18</sup> vgl. die ausführliche Beschreibung und das Beispiel in Felder et al. (1994b, S. 45) und Felder et al. (1994a)

große Unternehmen mit dem gleichen Gewicht in die Berechnung ein wie kleine Unternehmen, d.h. das Ausmaß des Forschungsgeschehens wird durch die zahlenmäßig stärker vertretenen kleinen und mittleren Unternehmen geprägt.

Grundlage für die Unterscheidung von Wirtschaftszweigen in technologieorientierte und nicht technologieorientierte Branchen ist in der Regel ein Schwellenwert.<sup>19</sup> Überschreitet ein Wirtschaftszweig diesen Wert, wird er als technologieorientiert bezeichnet. Die Benutzung von Schwellenwerten ist in der empirischen Literatur jedoch nicht unumstritten, da sie unter Umständen zu überraschenden Industrie-einteilungen führen kann (Legler et al., 1992 und Bathelt, 1991). Legler et al. (1992) weisen im Zusammenhang mit einer Abschneideregeln bei der FuE-Intensität darauf hin, daß der Gestaltungsspielraum bei der Abgrenzung FuE-intensiver Warengruppen einen „massiven Einfluß auf die Ergebnisse nimmt“. So besteht nach Legler et al. beispielsweise einen großen Unterschied, ob die Definition technologieintensiver Wirtschaftszweige „aus den USA, aus der EG oder aus der OECD kommt“.

Die Entwicklung in einzelnen Bereichen des Dienstleistungsgewerbes führte dazu, auch diesen Bereich in die Abgrenzung von High-Tech-Industrien zu integrieren. Zahlreiche Untersuchungen (vgl. Riche et al., 1983, Armington, 1986, Hall et al., 1987, Keeble, 1991, Butchart, 1987, Malecki, 1991) beziehen außer den Branchen des Verarbeitenden Gewerbes auch Dienstleistungen in ihre Technologieabgrenzung ein. Als Begründung für dieses Vorgehen wird die Entstehung eines eigenständigen Software-Sektors, der eng mit der Computerindustrie verflochten ist, angeführt. Im Falle einer industriebezogenen Hochtechnologieabgrenzung würden zwar die in vielen großen Computerfirmen bestehenden Softwareabteilungen miteinbezogen, eigenständige Software-Unternehmen aber nicht. Diese Argumentation ist jedoch für Bathelt (1989), der sich auf Schlüsseltechnologie-Industrien bezieht, nicht ausreichend. Seiner Meinung nach können Dienstleistungsbereiche und Industriebereiche aufgrund deren heterogener Produktions- und Marktstrukturen nicht miteinander verglichen werden.<sup>20</sup>

Die Güte industriespezifischer Abgrenzungen steigt und fällt mit den spezifischen Eigenschaften der Indikatoren, die zur Bewertung der Ausprägung von Technologie

---

<sup>19</sup> Im Gegensatz zu den branchenorientierten Ansätzen geht Rügemer (1985) in seiner Klassifikation von High-Tech davon aus, daß sämtliche Unternehmen mit einer FuE-Intensität (FuE-Aufwendungen/Umsatz) von mehr als 10 Prozent zu den High-Tech-Unternehmen zu zählen sind.

<sup>20</sup> Nach Bathelt (1989) sind beispielsweise die Gründungsbedingungen zwischen dem Dienstleistungs- und Industriebereich aufgrund unterschiedlicher Anforderungen an den „Produktionsprozeß“ bzw. an die „Produktionsfläche“ nur schwer vergleichbar. Unternehmen im Produktionsbereich beanspruchen durch die Art des Produktionsprozesses einen bestimmten Flächenbedarf, der in der Regel über dem von Dienstleistungsunternehmen liegt und somit auch zu einem höheren Kapitalbedarf führt.

als Maßstab herangezogen wurden. Es kann nicht erwartet werden, daß ein mit vielen Nachteilen behafteter Indikator die technologische Position von Wirtschaftszweigen genau erfaßt. Um der Bedeutung der gewählten Indikatoren zur Messung der Technologie gerecht zu werden, wird in den nächsten Abschnitten in einem ersten Schritt kurz auf deren Vor- und Nachteile eingegangen, bevor die mit diesen Indikatoren resultierenden Listen bzw. Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige näher betrachtet werden.

### **3.3. Inputindikatoren**

Spätestens in den 80er Jahren hat sich in den meisten Untersuchungen die Verwendung von input-orientierten Indikatoren durchgesetzt, obwohl deren Anwendung auf einem mehr oder weniger zutreffenden Kalkül beruht. Dieses Kalkül besagt, daß ein Industriesektor mit überdurchschnittlichem FuE-Input eine größere Anzahl von Produkten mit einem hohen technologischen Niveau hervorbringt als weniger FuE-intensive Wirtschaftszweige. Aus diesem Grund wird die forschungsintensive Branche eine größere Anzahl ökonomisch verwertbarer Innovationen hervorbringen und somit ein höheres bzw. schnelleres Wachstum erreichen. Dieser Überlegung muß allerdings entgegengehalten werden, daß sie eine Reihe von Unwägbarkeiten wie z.B. Nachfragebedingungen enthält (Oakey, 1991). Trotz dieser Einschränkungen haben sich die Inputindikatoren größtenteils durchgesetzt, was aber nicht unmittelbar auf inhaltliche Gründe, sondern eher auf die Verfügbarkeit geeigneten Datenmaterials zurückzuführen ist.

#### **3.3.1. FuE-Aufwendungen und FuE-Intensität**

##### ***3.3.1.1. FuE als Indikator für Technologie***

Im sogenannten „Frascati-Manual“ der OECD umfaßt FuE „creative work undertaken on a systematic basis in order to increase the stock of knowledge, including knowledge of man, culture and society, and the use of this stock of knowledge to devise new applications“ (OECD, 1993, S. 29). Aufgrund des relativ geringen Erhebungsaufwands und der guten Verfügbarkeit der Daten aus amtlichen bzw. öffentlichen Statistiken ist der Gebrauch von FuE-Aufwendungen als Maß für die Technologieintensität weit verbreitet. Adden und Schmale (1985, S. 10) sehen im Gebrauch von FuE-Aufwendungen zudem den Vorteil, daß dadurch Untersuchungen eher nachvollziehbar sind und internationale Vergleiche vereinfacht werden.

Die Benutzung von FuE-Aufwendungen als Indikator für die Technologiestärke von Wirtschaftszweigen bzw. Unternehmen ist in der Literatur allerdings nicht ganz unumstritten.<sup>21</sup> Auf die Problematik, von FuE-Aufwendungen auf die eigentliche

---

<sup>21</sup> Bei der Bewertung einzelner Industriesektoren anhand von FuE-Aufwendungen oder FuE-Beschäftigten sollte berücksichtigt werden, ob Rüstungsausgaben in Form staatlicher

Innovationstätigkeit von Branchen zu schließen, wird in neueren Untersuchungen hingewiesen (Pavitt, 1984, Kleinknecht, 1993, Acs und Audretsch, 1993 und Felder et al., 1994a).<sup>22</sup> Hauptkritikpunkt ist dabei, daß die FuE-Aufwendungen lediglich die „Spitze des Eisbergs“ der Innovationsaufwendungen bilden, die darüber hinaus weitere Komponenten, wie z.B. die Aufwendungen für den Erwerb von Patenten und Lizenzen oder Aufwendungen für Pilotprojekte etc., umfassen (Harhoff und Licht, 1994).

Ein weiteres Problem der FuE-Aufwendungen stellt Oakey (1985) im Zusammenhang mit „New Technology-Based Firms“ (NTBFs) dar: Für kleine NTBFs lassen sich Zeitpunkte nachweisen, in denen maximale und minimale Aufwendungen für FuE getätigt werden (vgl. BMWi, 1995). Dieser Zyklus wiederholt sich ca. alle 5 Jahre und verlängert sich dann im Laufe der Zeit. In einer Anwendung sollten daher diese sinusförmig vorkommenden Ausgaben nicht punktuell gemessen werden.<sup>23</sup> Desweiteren eröffnen FuE-Ausgaben keine Möglichkeiten, Rückschlüsse auf den Einfluß externer Effekte auf die FuE-Aktivitäten zu ziehen.<sup>24</sup> Zur ökonomischen Umwelt eines Unternehmens zählen die öffentliche Steuer- und Subventionspolitik und direkte staatliche Ausgaben, welche die FuE-Ausgaben in Industrien beeinflussen.<sup>25</sup> Ein zuverlässiges Maß für FuE-Ausgaben muß in seiner Anwendung die Fähigkeit besitzen, Effekte technologischer Leistung einer Industrie, die von anderen ökonomischen Faktoren einer Volkswirtschaft beeinflußt werden, klar zu trennen. Dies gilt im speziellen für dynamisch wachsende Industrien.<sup>26</sup>

---

Forschungsaufträge in den FuE-Aufwendungen enthalten sind oder nicht. Markusen (1986) schätzt, daß rund die Hälfte aller Schlüsseltechnologie-Arbeitsplätze in den USA direkt oder indirekt von Rüstungsaufträgen abhängen. In unmittelbarem Zusammenhang damit verweisen Markusen et al. (1985) auf die im Vergleich zu privatwirtschaftlich orientierten Industriebetrieben oft grundsätzlich unterschiedlichen Wettbewerbs- und Produktionsbedingungen.

<sup>22</sup> Der FuE-Aufwand kann sich beispielsweise durch den Ankauf von Lizenzen erheblich reduzieren, wobei die dabei anfallenden Kosten in der Regel den FuE-Etat nicht belasten, gleichzeitig aber ein hohes Forschungsniveau ermöglichen (Decker, 1990).

<sup>23</sup> Dieser Einwand kann auch für weitere Input- und Outputfaktoren verallgemeinert werden.

<sup>24</sup> Diwan und Chakroborty (1991), S. 28.

<sup>25</sup> FuE-Aktivitäten könne teilweise auch zu „Spillover“ Effekten führen. d.h. Unternehmen oder Industrien können unter Umständen von den Ergebnissen der FuE-Aktivitäten anderer profitieren (vgl. z.B. Harhoff, 1991).

<sup>26</sup> Für Markusen et al. (1986) birgt ein Technologieparameter auf der Basis von FuE-Aufwendungen große Nachteile in Wirtschaftszweigen, die sich auf einer hohen Entwicklungsstufe in einem stabilisierten Zustand befinden. Er begründet dies folgendermaßen: „it [R&D] is conventionally measured by categorical expenditures rather than by actual measured effort“ (Markusen et al., 1986, S. 15). Im Gegensatz zu diesen Wirtschaftszweigen eignen sich FuE-Aufwendungen jedoch als Indikator für die Technologieorientierung in Industrien, die sich in einer frühen Phase der Produktentwicklung befinden.

Zusätzlich zu den FuE-Aufwendungen müssen zur Berechnung der FuE-Intensitäten die entsprechenden Umsätze der Industrie bzw. Unternehmen vorliegen. Probleme können entstehen, wenn in den Unternehmen neuer bzw. junger Wirtschaftszweige keine oder nur geringe Umsätze erzielt werden. Dietz (1989) verwendet aus diesem Grund eine Unterscheidung in zeitliche Phasen des Gründungsprozesses. Bis zum ersten Umsatz stellt er die FuE-Aufwendungen in Relation zu den Gesamtaufwendungen je Periode, danach ersetzt er die Gesamtaufwendungen durch den Umsatz.

### **3.3.1.2. *Technologieorientierte Wirtschaftszweige auf der Basis der FuE-Aufwendungen bzw. FuE-Intensität***

Technologieintensive Produkte werden in der Regel anhand von FuE-Aufwendungen bzw. der FuE-Intensität abgegrenzt. Als Voraussetzung für eine solche Klassifikation muß nach Decker (1990) und Legler (1986) ein positiver Zusammenhang zwischen den in der Vergangenheit getätigten FuE-Aufwendungen und der Technologieintensität eines Produktbereiches im Untersuchungszeitraum bestehen.

Die überwiegend wirtschaftszweigspezifische Gliederung und Erfassung der FuE-Aufwendungen verhindert eine direkte Zuordnung der FuE-Ausgaben zu einzelnen Produkten bzw. Produktgruppen und damit einen Rückschluß auf den entsprechenden Technologiegehalt. Eine Überführung produktspezifischer Abgrenzungen auf Wirtschaftszweige gestaltet sich darüber hinaus als schwierig (vgl. Gehrke und Grupp, 1994).<sup>27</sup>

In einer Untersuchung von Adden und Schmale (1985) werden zahlreiche produkt-spezifische Abgrenzungen verschiedener Organisationen<sup>28</sup> und Untersuchungen<sup>29</sup> vorgestellt und charakterisiert, die allesamt direkt oder indirekt auf die FuE-Aufwendungen zurückgreifen.<sup>30</sup> Dabei überrascht es kaum, daß sich die teilweise sehr umfangreichen Listen technologieintensiver Produkte deutlich voneinander unterscheiden, was zum Teil auf die zugrundeliegenden Schwellenwerte zurückgeführt werden kann. So liegt der Schwellenwert in der Abgrenzung der OECD (1985) bei

---

<sup>27</sup> Die Selektion von Unternehmen aufgrund einer High-Tech-Produkt-Liste kann unter Umständen die Zahl der zu befragenden Unternehmen deutlich erhöhen. Henckel und Hollbach (1991) gehen daher für ihre Abgrenzung von Hochtechnologie von einer weiter gefaßten, der Technologiesituation im Ruhrgebiet angepaßten Definition aus: Sie selektieren aus den „Zukunftstechnologien“ des Technologieprogramms der Landesregierung Nordrhein-Westfalen die Unternehmen, die in den Bereichen Mikroelektronik, Informations- und Kommunikationstechniken, Bio- und Gentechnologie, neue Werkstoffe, Energietechniken und dem gesamten Bereich der Umwelttechnologien in diesem Programm gefördert werden.

<sup>28</sup> z.B. Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1982) und HWWA (1980).

<sup>29</sup> z.B. Schmidt et al. (1983) und Legler (1982).

<sup>30</sup> vgl. hierzu ausführlich die Tabellen A-H im Anhang von Adden und Schmale (1985)

einer FuE-Intensität von 4 Prozent, während für das HWWA (1980) der Durchschnitt aller Industrien zählt. Legler (1982) wiederum spricht dann von Hochtechnologie, wenn die FuE-Intensität eines Wirtschaftszweigs um 10 Prozent über dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes liegt. Nach Kelly (1977) kann eine Produktgruppe als technologieorientiert bezeichnet werden, wenn deren FuE-Intensität im ersten Quartil einer nach den relativen FuE-Aufwendungen sortierten Liste liegt. Diese Liste, die in Tabelle 2 aufgeführt wird, basiert auf Daten der National Science Foundation und des US Department of Commerce.

Die Abgrenzung von Kelly (1977), in der Bereiche des Dienstleistungsgewerbes von vornherein nicht berücksichtigt wurden, kann weitestgehend mit einer Abgrenzung des US Department of Commerce (1983) verglichen werden, in der auch Dienstleistungsbranchen enthalten sind.<sup>31</sup> Im Gegensatz zu Kelly (1977) wird die Technologieintensität hier jedoch subjektiv anhand des „perceived degree of technological sophistication“ der Produkte bewertet.

**Tabelle 2: Abgrenzung technologieintensiver Wirtschaftszweige auf der Basis von Produkttypen durch Kelly (1977)**

<i>SIC 2</i>	<i>Industriesektor</i>	<i>SIC 3</i>	<i>Industriesektor</i>
281	Industrial chemicals	351	Engines and turbines
282	Plastics and synthetics	357	Office computing machines
283	Electrical industrial apparatus, communication equipment and electronic components	361	Electrical transmission equipment
		362	Electrical industrial equipment
287	Agricultural chemicals	365	Radio and television receiving equipment, except communication types
		372	Aircraft and parts
		381	Engineering, laboratory instruments, and scientific instruments
		382	Measuring and controlling instruments

Quelle: Kelly (1977)

Auf der Grundlage von FuE-Aufwendungen bzw. FuE-Intensitäten als Indikator für die Technologieintensität von Branchen ergeben sich trotz des Gebrauchs des gleichen Indikators unterschiedliche Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige. Dieses Phänomen kann teilweise auf internationale Unterschiede, auf Unterschiede zwischen verschiedenen Erhebungsjahren und auf die Höhe des

<sup>31</sup> In der Abgrenzung von Kelly (1977) wird im Gegensatz zu der Untersuchung des US Department of Commerce (1983) beispielsweise der Bereich „Optical instruments“ (SIC 383) nicht berücksichtigt, während „Agricultural chemicals“ (SIC 287) enthalten sind.

Schwellenwertes zurückgeführt werden<sup>32</sup>, ab dem ein Wirtschaftszweig als technologieorientiert bezeichnet wird.

Eine weitere Möglichkeit der Abgrenzung bzw. Festlegung eines Schwellenwertes ist die „Faustregel“, daß alle Branchen, die über dem Durchschnitt der Industrie FuE-Intensität liegen, als technologieorientiert gelten. Diesem Ansatz folgt die Zuordnung, die Technical Marketing Associates (1979) für die USA vornimmt. In Tabelle 3 werden die Wirtschaftszweige aufgeführt, die nach dieser Abgrenzung über dem Industriedurchschnitt der FuE-Intensität von 3 Prozent liegen und somit als Hochtechnologie-Industrien bezeichnet werden.<sup>33</sup>

**Tabelle 3: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Technical Marketing Associates (1979)**

<i>SIC 2</i>	<i>Industriesektor</i>	<i>SIC 3</i>	<i>Industriesektor</i>
28	Chemicals	357	Office computing-machines
283	Drugs	366	Communication equipment
		367	Electronic components and assembly
		372, 376	Aircraft and parts, space vehicles and guided missiles
		381, 382	Scientific and measuring instruments
		383-387	Optical, surgical and photographic instruments

Quelle: Technical Marketing Associates (1979)

Ein Vergleich der einzelnen FuE-Intensitäten der Branchen zeigt, daß der Wirtschaftszweig „Chemicals“ mit einer FuE-Intensität von 3,6 Prozent knapp über dem Durchschnitt liegt und somit gerade noch als technologieorientiert bezeichnet werden kann. Die mit Abstand höchste Intensität von 12,6 Prozent zeigt sich im Wirtschaftszweig „Aircraft and parts, space vehicles and guided missiles“, in dem jedoch ein beachtlicher Teil durch staatliche Forschungsgelder bestritten werden dürfte (vgl. hierzu auch Fußnote 21).

Maidique und Hayes (1984) schließen sich dem Vorgehen an, den Industriedurchschnitt als Schwellenwert für Hochtechnologie zu wählen. Alle Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes mit einer FuE-Intensität von mindestens 3 Prozent werden als High-Tech bezeichnet. Die in Tabelle 4 aufgeführten fünf Wirtschaftszweige erfüllen dieses Kriterium.

<sup>32</sup> Im Gegensatz zu industriespezifischen Abgrenzungen definiert Gerybadze (1991) Unternehmen als technologieorientiert, deren jährlicher FuE-Aufwand mindestens 100 TDM beträgt. Unternehmen mit einem jährlichen FuE-Aufwand von mindestens 250 TDM werden als FuE-intensiv klassifiziert.

<sup>33</sup> vgl. hierzu auch die Diskussion in Markusen et al. (1986)

**Tabelle 4: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Maidique und Hayes (1984)**

<i>SIC 2</i>	<i>Industriesektor</i>	<i>SIC 3</i>	<i>Industriesektor</i>
28	Chemicals and pharmaceuticals	35	Machinery
		36	Electrical equipment and communications
		37	Aircraft and missiles
		38	Professionals and scientific instruments

Quelle: Maidique und Hayes (1984)

Einschränkend muß jedoch angeführt werden, daß eine Abgrenzung technologieintensiver Wirtschaftszweige auf einem derart hohen Aggregationsniveau nur begrenzte Aussagen zuläßt, da in diesen zweistelligen Wirtschaftszweigen auch Bereiche enthalten sind, die a priori nicht sehr viel mit Hochtechnologie gemein haben.<sup>34</sup> Diese Kritik gilt auch für eine von der OECD (1986) vorgenommene Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige. Die OECD verfeinert die Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige allerdings, indem sie eine zweite Kategorie „Medium-Technology“ einführt. Zu dieser zusätzlichen Gruppe gehören die Wirtschaftszweige aus dem Verarbeitenden Gewerbe, für die sich eine FuE-Intensität zwischen einem und drei Prozent ergibt. Zu den High-Tech-Wirtschaftszweigen werden weiterhin die Branchen mit einer FuE-Intensität über 3 Prozent gerechnet. Die so gewonnene Einteilung ist in Tabelle 5 für die Jahre 1970 und 1980 dargestellt, wobei die Wirtschaftszweige nach der Höhe ihrer FuE-Intensität sortiert wurden (OECD, 1986).<sup>35</sup>

Die zweigeteilte Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige der OECD zeigt im Vergleich zur obigen Abgrenzung von Maidique und Hayes (1984), daß sich die in der „High-Technology“ vertretenen Industrien trotz identischer Schwellenwerte (3 Prozent) unterscheiden.<sup>36</sup> Am deutlichsten wird dies am Beispiel der chemischen Industrie, die von Maidique und Hayes (1984) als Hochtechnologie bewertet, in der Abgrenzung der OECD (1986) jedoch lediglich als „Medium-Technology“ geführt werden.

<sup>34</sup> vgl. Abschnitt 3

<sup>35</sup> In die Berechnung der FuE-Intensitäten gingen die gewichteten FuE-Intensitäten von 11 Referenzländern (OECD, 1986, S. 75) ein.

<sup>36</sup> Die beobachtbaren Unterschiede sind zu einem großen Teil auf die zugrundeliegenden Daten und die Erfassung der FuE-Aufwendungen zurückzuführen. Dieses wird durch Legler et al. (1992) bekräftigt, nach Meinung derer es beispielsweise einen großen Unterschied ausmacht, aus welchem Land bzw. von welcher Organisation die Daten stammen.

**Tabelle 5: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach der OECD (1986)**

<i>Industriesektor 1970</i>	<i>Industriesektor 1980</i>
<b>High-Technology</b>	<b>High-Technology</b>
Aerospace	Aerospace
Office machines, computers	Office machines, computers
Electronics & Components	Electronics & Components
Drugs	Drugs
Instruments	Instruments
Electric machinery	Electric machinery
<b>Medium-Technology</b>	<b>Medium-Technology</b>
Chemicals	Automobiles
Automobiles	Chemicals
Other manufacturing industries	Other manufacturing industries
Petroleum Refineries	Non-electrical machinery
Non-electrical machinery	Rubber, Plastics
Rubber, Plastics	Non-ferrous metals

Quelle: OECD (1986)

In Tabelle 5 ist deutlich zu erkennen, daß sich zu den zwei Untersuchungszeitpunkten im Bereich der Hochtechnologie weder die Wirtschaftszweige an sich, noch deren Reihenfolge geändert hat. Leichte Veränderungen gab es lediglich bei der Höhe der einzelnen FuE-Intensitäten, die auf der Basis gewichteter FuE-Intensitäten von 11 Referenzländern berechnet wurden. So sank beispielsweise die FuE-Intensität im Bereich der „Aerospace“ von 25,6 Prozent im Jahr 1970 auf 22,7 Prozent im Jahr 1980, während die Intensität bei den „Office machines, computers“ im gleichen Zeitraum von 13,4 Prozent auf 17,5 Prozent gestiegen ist. Im Bereich der Medium-Technology ergeben sich geringfügige Änderungen in der Reihenfolge der Wirtschaftszweige, die auf gestiegene bzw. gesunkene FuE-Intensitäten zurückzuführen sind. Zudem wechselt der Wirtschaftszweig „Petroleum refineries“ mit einer FuE-Intensität von 0,6 Prozent (1970: 1,2 Prozent) in die Kategorie der Low-Technology.

Die in der Untersuchung der OECD (1986) beobachtbaren stabilen Verläufe der FuE-Intensitäten im High-Tech-Bereich decken sich größtenteils mit Ergebnissen einer Untersuchung von High-Tech-Wirtschaftszweigen in Kanada (Britton, 1987). Im Gegensatz zur OECD (1986) untersucht Britton (1987) auch Wirtschaftszweige des Dienstleistungsbereichs. Hierbei zeigt sich eine deutliche Erhöhung der FuE-Intensitäten im Dienstleistungssektor „Engineering & Scientific Services“, der zwischen 1973 und 1982 die FuE-Intensität mehr als verdoppeln konnte. Bei den restlichen Hochtechnologie-Industrien fiel dieser Anstieg mit Ausnahme des Bereichs „Communications Equipment“ deutlich geringer aus. Diese Entwicklung spiegelt die wachsende Bedeutung der beiden Branchen aus dem Dienstleistungsbereich wider, die in einer Hochtechnologie-Klassifizierung, basierend auf den jeweiligen Branchen-FuE-Intensitäten und der durchschnittlichen FuE-Intensität als

Schwellenwert im Jahr 1973, nicht als technologieorientiert bezeichnet worden wären.

Neben dem Industriedurchschnitt, der nicht technologieorientierte Wirtschaftszweige von technologieorientierten Wirtschaftszweigen trennt, werden in der empirischen Literatur weitere Schwellenwerte für die Abgrenzung von Hochtechnologie-Industrien benutzt.

**Tabelle 6: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Gehrke und Grupp (1994)**

<i>Sypro</i>	<i>Industriesektor</i>	<i>Sypro</i>	<i>Industriesektor</i>
<b>Spitzentechnik</b>			
24	Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen	3760	Herstellung von medizin- und orthopädiemechanischen Erzeugnissen
35	Luft- und Raumfahrzeugbau	4035	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
3660	Herstellung von Zählern, Fernmelde-, Meß- und Regelgeräten usw.	5080	Herstellung von ADV-Geräten und Einrichtungen
3711	Optik (ohne Augenoptik, Foto- und Kinotechnik)		
<b>Höherwertige Technik</b>			
3220	Herstellung von Metallbearbeitungsmaschinen u.ä.	3650	Herstellung von Elektrohaushaltsgeräten
3240	Herstellung von Maschinen für die NuG-Industrie, Chem. Industrie usw.	3670	Herstellung von Rundfunk-, Fernseh- und phonotechnischen GuE
3256	Herstellung von Hütten- und Walzwerkeinrichtungen	3715	Augenoptik
3257	Herstellung von Bau-, Baustoff- u.ä. Maschinen	3721	Herstellung von Foto-, Projektions- und Kinogeräten
3260	Herstellung von Zahnrädern, Getrieben, Lagern u.ä.	3751	Feinmechanik
3270	Herstellung von Maschinen f. weitere bestimmte Wirtschaftszweige	4031	Herstellung von chemischen Grundstoffen
3280	Sonstiger Maschinenbau	4034	Herstellung von chem. Erzeugnissen für Gewerbe, Landwirtschaft
3311	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	4037	Herstellung von fotochemischen Erzeugnissen
3610	Herstellung von Batterien, Akkumulatoren	4090	Herstellung von Chemiefasern
3620	Herstellung von GuE d. Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.	5060	Herstellung von Büromaschinen
3640	Herstellung von elektrischen Leuchten und Lampen		

Anmerkung: NuG = Nahrungs- und Genußmittelindustrie  
GuE = Geräte und Einrichtungen

Quelle: Gehrke und Grupp (1994)

Aufbauend auf einer Zusammenstellung „technologieintensiver“ Güter der OECD (Jung, 1986) wurde in der sog. NIW/ISI-Liste<sup>37</sup> eine Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige vorgenommen (Legler et al., 1992).<sup>38</sup> Aufgrund dieser Aggregation der ursprünglich produkt- bzw. warenbezogenen Aufteilung in Wirtschaftszweige entstehen Unschärfen, da diese teilweise nach dem Schwerpunktprinzip vorgenommen werden mußte.<sup>39</sup> In dieser Liste werden die Branchen mit einer FuE-Intensität über 3,5 Prozent als forschungs- bzw. technologieintensiv bezeichnet. Diese Gruppe wird weiter aufgeteilt in „Spitzentechnik“ mit einer FuE-Intensität von über 8,5 Prozent und in „Höherwertige Technik“ mit FuE-Intensitäten zwischen 3,5 und 8,5 Prozent. In Tabelle 6 werden die Wirtschaftszweige der Spitzentechnologie und der Höherwertigen Technik mit der entsprechenden SYPRO-Klassifikation<sup>40</sup> aufgeführt.

Audretsch und Acs (1991) nehmen eine ähnliche Einteilung der Wirtschaftszweige in Abhängigkeit der FuE-Intensität<sup>41</sup> vor, die sich durch die Wahl der jeweiligen Schwellenwerte unterscheidet. Wirtschaftszweige mit FuE-Intensitäten von über 5 Prozent werden als High-Tech bezeichnet, während Wirtschaftszweige mit einem FuE-Anteil von weniger als einem Prozent am Umsatz zur „Low Technology“ gerechnet werden.<sup>42</sup> In Tabelle 7 sind die Hochtechnologie-Wirtschaftszweige aufgeführt. Im Vergleich zu der Abgrenzung von High-Tech-Wirtschaftszweigen in Tabelle 3 und Tabelle 4 wird dabei der aggregierte Bereich „Chemicals“ (SIC 28) nicht mehr aufgeführt. Dieses ist bei einem Schwellenwert von 5 Prozent insofern nicht überraschend, als die FuE-Intensität in der Abgrenzung von Technical Marketing Associates (1979) mit 3,6 Prozent gerade noch über dem Durchschnitt liegt.<sup>43</sup> Überraschend ist jedoch das Wegfallen der Wirtschaftszweige „Aircraft and parts“ und „space vehicles and guided missiles“ (SIC 372, 376), die in der Unter-

---

<sup>37</sup> Zu einer früheren „NIW-Liste FuE-intensiver Industrien“ siehe Grupp und Legler (1989). Modifikationen dieser Liste finden sich in Fritsch (1989), Fritsch (1990) und Ewers und Wein (1993).

<sup>38</sup> In Untersuchungen von Fritsch (1990), Legler et al. (1992), Legler (1993) und Nerlinger (1995) wird die NIW/ISI-Liste zugrunde gelegt.

<sup>39</sup> Unschärfen können sich in Mehrproduktunternehmen bereits bei der Aggregation von Produkten bzw. Waren ergeben, die unterschiedlichen Technologieklassen zuzurechnen sind.

<sup>40</sup> SYPRO=„Systematik des Produzierenden Gewerbes“.

<sup>41</sup> Die Daten zur Berechnung der FuE-Intensitäten entstammen dabei der National Science Foundation (1986).

<sup>42</sup> Industriesektoren, deren FuE-Intensität zwischen einem und fünf Prozent liegen, werden als „Moderate Technology“-Branchen bezeichnet (Audretsch und Mahmood, 1991b).

<sup>43</sup> Darüber hinaus lassen sich Unterschiede auch durch die jeweiligen Datenbasen erklären.

suchung von Technical Marketing Associates (1979) mit einer FuE-Intensität von über 12 Prozent an der Spitze liegen.<sup>44</sup>

**Tabelle 7: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Audretsch und Acs (1991)**

<i>SIC 2</i>	<i>Industriesektor</i>	<i>SIC 3</i>	<i>Industriesektor</i>
<b>283</b>	Drugs	<b>357</b>	Office computing machines
		<b>366</b>	Communication equipment
		<b>367</b>	Electronic components and assembly
		<b>38</b>	Instruments

Quelle: Audretsch und Acs (1991)

Ein ähnliches Vorgehen, Wirtschaftszweige mit einer FuE-Intensität von über 5 Prozent als High-Tech zu bezeichnen, wählen auch Audretsch und Mahmood (1991a)<sup>45</sup>, Audretsch und Mahmood (1991b) und Mahmood (1991) in ihren Abgrenzungen innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes für die USA. Unterschiede ergeben sich sowohl durch das Untersuchungsjahr<sup>46</sup> als auch durch die Aggregation der Wirtschaftszweige. Die von Mahmood (1991) vorgenommene High-Tech-Definition erfolgt im Gegensatz zu den in Tabelle 7 aufgeführten dreistelligen Wirtschaftszweigen auf der Basis zweistelliger SIC-Codes. Die Aussagekraft der so gewonnenen High-Tech-Klassifikation, die die Wirtschaftszweige „Machinery, except electrical“ (SIC 35), „Electric and electronic equipment“ (SIC 36) und „Instruments“ (SIC 38) enthält, muß allerdings aufgrund der verhältnismäßig hohen Aggregationsstufe eingeschränkt werden.<sup>47</sup>

<sup>44</sup> Audretsch und Acs (1991) gehen jedoch nicht auf die Gründe für die Nichtberücksichtigung dieser Industriesektoren ein.

<sup>45</sup> Audretsch und Mahmood (1991a) klassifizieren Betriebe anhand der FuE-Intensität als High-Tech bzw. Low-Tech.

<sup>46</sup> Die industriespezifischen FuE-Intensitäten in der Untersuchung von Audretsch und Mahmood (1991b) stammen von der National Science Foundation (1987) für das Jahr 1980, während Mahmood (1991) „1977 Federal Trade Commission’s line of business company R&D/Sales ratios“ zugrunde legt.

<sup>47</sup> Auf die Nachteile derart aggregierter Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige wurde bereits an anderer Stelle eingegangen.

### 3.3.2. FuE-Beschäftigte und (hoch-) qualifizierte Beschäftigte

#### 3.3.2.1. *FuE-Beschäftigte und (hoch-) qualifizierte Beschäftigte als Indikator für Technologie*

Neben den FuE-Aufwendungen und den FuE-Intensitäten werden auch die FuE-Beschäftigten als Maß für die Technologieintensität einzelner Wirtschaftszweige bzw. Unternehmen herangezogen. Die OECD schlägt vor, daß „all persons employed directly on R&D [...], as well as those providing direct services such as R&D managers, administrators, and clerical staff“ zu den FuE-Beschäftigten gezählt werden sollten (OECD, 1986, S. 81). Dadurch soll gewährleistet werden, daß die tatsächlich geleistete branchenspezifische FuE in Form von FuE-Beschäftigten gemessen wird. Voraussetzung hierfür ist ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl der FuE-Beschäftigten und der Technologieintensität (Decker, 1990).

Der relativ geringe Erhebungsaufwand und die gute Verfügbarkeit<sup>48</sup> (auch auf internationaler Ebene) wirtschaftszweigspezifischer Angaben über die Anzahl der FuE-Beschäftigten kann nicht darüber hinweg täuschen, daß mit diesem Maß erhebliche Nachteile verbunden sind. In verschiedenen Untersuchungen<sup>49</sup> wird darauf hingewiesen, daß, ähnlich wie bei den FuE-Aufwendungen, die FuE kleiner und mittlerer Unternehmen und Betriebe unterschätzt wird, da diese in der Regel nicht über eine eigene FuE-Abteilung mit FuE-Beschäftigten verfügen.<sup>50</sup> Mit weitergefaßten Abgrenzungen wissenschaftlicher bzw. (hoch-) qualifizierter Beschäftigter konnten diese Nachteile teilweise verringert werden (Lemper et al., 1986, Diwan und Chakraborty, 1991).

Ähnlich wie bei den FuE-Aufwendungen können auch mit den Beschäftigtenzahlen Intensitäten ermittelt werden, indem die FuE-Beschäftigten in Relation zur entsprechenden Gesamtbeschäftigung in den Wirtschaftszweigen berechnet werden (vgl. hierzu auch Fußnote 17). Die so ermittelten Intensitäten werden im folgenden als FuE-Beschäftigten-Intensitäten bezeichnet.

Oakey et al. (1988) führen allerdings an, daß die auf diese Weise gewonnenen Intensitäten im Vergleich zur absoluten Anzahl FuE-Beschäftigter zu Verzerrungen in der Bewertung der Technologieintensität von arbeitsintensiven Branchen führen

---

<sup>48</sup> Markusen et al. (1986) sehen den Vorteil von Technologie-Abgrenzungen auf der Basis von Beschäftigungsprofilen darin, daß diese Kategorien für die meisten Industrien standardisiert und die einzelnen Personengruppen durch ihre Kompetenz ebenfalls wohldefiniert sind.

<sup>49</sup> vgl. Oakey et al. (1988). Felder et al. (1994a, 1994b)

<sup>50</sup> Hinzu kommt, daß in nahezu allen FuE-Erhebungen die FuE-Beschäftigten-Angabe in Vollzeitäquivalenten bzw. Mann-Jahren erfolgen sollte (Decker, 1986. Grenzmann et al., 1994). Dieses Vorgehen birgt speziell für kleine Unternehmen große Probleme, da FuE oft nur beiläufig bzw. „nebenher“ (auch in der Freizeit) betrieben wird.

können. Als Beispiel hierfür wird der Sektor „Aircraft and parts“ genannt, dessen Einstufung in einer auf hochqualifizierten Beschäftigten angelegten Technologieabgrenzung (vgl. z.B. Markusen et al., 1986) hätte höher ausfallen müssen. Ein wesentlicher Grund dafür sind die hohen sonstigen Beschäftigtenzahlen dieses Wirtschaftszweigs zum Untersuchungszeitpunkt. Zudem beeinflusst beispielsweise der Abbau von Beschäftigten in bestimmten Wirtschaftszweigen den relativen Anteil der FuE-Beschäftigten bzw. (hoch-) qualifizierten Beschäftigten an den gesamten Beschäftigten.

### **3.3.2.2. *Technologieorientierte Wirtschaftszweige auf der Basis von FuE-Beschäftigten und FuE-Beschäftigtenanteile***

Im Gegensatz zu den FuE-Aufwendungen bzw. den FuE-Intensitäten können Unterschiede in den Abgrenzungen von Hochtechnologie-Wirtschaftszweigen auf der Basis von FuE-Beschäftigten und/oder (hoch-) qualifizierten Beschäftigten zu einem großen Teil auf die zugrundeliegenden Definitionen der Indikatoren zurückgeführt werden.<sup>51</sup> Darüber hinaus ergeben sich, ähnlich wie im Bereich der FuE-Aufwendungen bzw. FuE-Intensitäten, unterschiedliche Schwellenwerte für die Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige.

Markusen et al. (1986) wählen drei Berufsgruppen, anhand derer sie die Technologieintensität von dreistelligen Wirtschaftszweigen (SIC) des Verarbeitenden Gewerbes definieren.<sup>52</sup> Zu den High-Tech-Industrien werden dabei die Branchen gezählt, in denen das Verhältnis von „engineers, engineering technicians and computer scientists“ den Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes im Jahr 1980 (5,5 Prozent) überschreitet. Erweitert wird diese Untersuchung durch die Berufsgruppen „scientists“ und „mathematicians“, die zu einer geringfügigen Modifikation der Liste der Hochtechnologie-sektoren führen (vgl. Tabelle 8).

Im Vergleich zur ersten Abgrenzung sind einige Wirtschaftszweige („Agricultural chemicals, soap, paints, reclaimed rubber, medical and dental supply“) neu hinzugekommen, während die FuE-Beschäftigten-Intensität der Branchen „fabricated metal products“ und „electrical equipment and supplies“ unter den Industriedurchschnitt von 5,5 Prozent fallen und somit nicht mehr in der Liste enthalten sind.<sup>53</sup>

---

<sup>51</sup> Es ist zweifelsfrei ein Unterschied, ob beispielsweise das formale Ausbildungsniveau (Berufsschule, Fachhochschule, Universität, etc.) oder eine tätigkeitsbezogene Abgrenzung (Produktion, Vertrieb, Management, etc.) als Kriterium für den Grad der Technologieorientierung der Branche herangezogen wird.

<sup>52</sup> Aufgrund fehlender Daten mußte in der Untersuchung von Markusen et al. (1986) auf den Dienstleistungsbereich verzichtet werden.

<sup>53</sup> Markusen et al. (1986) disaggregieren diese 29 Wirtschaftszweige in 100 vierstellige Wirtschaftszweige, deren Aussagekraft aufgrund der vorgenommenen Disaggregationsmethode jedoch begrenzt ist (Höppel, 1990, S. 9).

**Tabelle 8: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Markusen et al. (1986)<sup>54</sup>**

<i>SIC 2</i>	<i>Industriesektor</i>	<i>SIC 3</i>	<i>Industriesektor</i>
281	Industrial inorganic chemicals	303	Reclaimed rubber
282	Plastics and synthetic resins	348	Ordonance
283	Drugs	351	Engines and turbines
284	Soap	353	Construction equipment
285	Paints and varnishes	354	Metal working machinery
286	Industrial organic chemicals	356	General industry machinery
287	Agricultural chemicals	357	Office computing machines
289	Miscellaneous chemicals	361	Electrical transmission equipment
291	Petroleum refining	362	Electrical industrial apparatus
		365	Radio and TV receiving equipment
		366	Communication equipment
		367	Electronic components and assembly
		372	Aircraft and parts
		374	Railroad equipment
		376	Space vehicles and guided missiles
		381	Engineering, laboratory instruments, and scientific instruments
		382	Measuring and controlling instruments
		383	Optical instruments and lenses
		384	Medical and dental supply
		386	Photographic equipment

Quelle: Markusen et al. (1986)

Die von Markusen et al. (1986) vorgenommene Definition ist allerdings insofern problematisch, als daß von einer großen Zahl hochqualifizierter Arbeitskräfte auf einen hohen Technologiegrad geschlossen wird. Die Einbeziehung der Industriegruppen „soap“, „paints“ und „railroads“ läßt jedoch starke Zweifel an der Konsistenz der Einteilung aufkommen.<sup>55</sup> Diwan und Chakraborty (1991, S. 28) führen in diesem Zusammenhang an: „... it is not surprising that this criterion [Berufsgruppenabgrenzung] yields a much larger category of high-tech industries“. Die hohe Anzahl von 29 Wirtschaftszweigen muß also eher als ein Ergebnis der in Markusen et al. (1986) vorgenommenen umfassenden Abgrenzung der Berufsgruppen interpretiert werden, als eine generelle „Höherwertigkeit der Technologie“ in den Wirtschaftszweigen. In der Abgrenzung des Bureau of Labor Statistics werden im Gegensatz zu Markusen et al. (1986) die Wirtschaftszweige als technologieorientiert bezeichnet, deren FuE-Beschäftigten-Intensität 1.5-mal so hoch ist wie

<sup>54</sup> FuE-Beschäftigten-Intensität auf der Basis der Berufsgruppen „engineers, engineering technicians, computer scientists, scientists and mathematicians“.

<sup>55</sup> vgl. Bathelt (1991), S. 30

der Durchschnitt der einbezogenen Wirtschaftszweige. Die dadurch gewonnene Liste technologieorientierter Wirtschaftszweige wird im Abschnitt kombinierter FuE-Aufwendungen und FuE-Beschäftigter dargestellt (vgl. Tabelle 11).<sup>56</sup>

### 3.3.3. FuE-Aufwendungen und FuE-Beschäftigte bzw. (hoch-) qualifizierte Beschäftigte

Neben den Technologieabgrenzungen, die sich entweder auf FuE-Aufwendungen oder auf FuE-Beschäftigte stützen, gibt es auch solche, die beide Indikatoren als Maß für die Technologieintensität von Wirtschaftszweigen nutzen.<sup>57</sup> „High technology industry is a sector of production where the level of technical skill<sup>58</sup> is high as shown by the technologically skilled workforce or the amounts of money spent on R&D“ (Pottier 1988, S. 193).

**Tabelle 9: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach McQuaid und Langridge (1984), Breheny und McQuaid (1988)<sup>59</sup>**

<i>MLH</i>	<i>Industriesektor</i>
272	Pharmaceutical chemicals and preparations
363	Telegraph and telephone apparatus and equipment
364	Radio and electronic components
365	Broadcast receiving and some reproducing equipment
366	Electronic computers
367	Radio, radar and electronic capital goods
383	Aerospace equipment manufacture and repair

Quelle: McQuaid und Langridge (1984). Breheny und McQuaid (1988)

McQuaid und Langridge (1984) bezeichnen Wirtschaftszweige mit sowohl überdurchschnittlicher FuE-Beschäftigten-Intensität<sup>60</sup> als auch überdurchschnittlicher

<sup>56</sup> Neben der Abgrenzung auf der Basis von FuE-Beschäftigten grenzt das Bureau of Labor Statistics alternativ dazu technologieorientierte Wirtschaftszweige auch mit den FuE-Aufwendungen und einer Kombination aus beiden Kriterien ab.

<sup>57</sup> Wirtschaftszweige, für die sich sowohl eine hohe FuE-Intensität als auch eine hohe FuE-Beschäftigten-Intensität ergibt, bezeichnet Freeman (1982) als „research-intensive“. Dazu gehören seiner Meinung nach die Branchen „Military Aircrafts“, „Electronics“, „Instruments“, „Chemicals and Oil Process Plant“, „Plastics“ und „Nuclear“.

<sup>58</sup> Das Ausmaß der „technical skills“ wird dabei durch das Verhältnis qualifizierter Arbeitnehmer (Techniker, Ingenieure. etc.) zur gesamten Belegschaft (exklusive Verwaltung) bestimmt.

<sup>59</sup> Die Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige basiert auf der 1968'er SIC-Liste (MLH-Industries=Minimum List Heading-Industries). da McQuaid und Langridge (1984) für Analysen dieser Wirtschaftszweige auf Zeitreihen zurückgreifen, die auf der „alten“ Klassifizierung basieren.

FuE-Intensität als Hochtechnologie. Aufgrund dieser Abgrenzung ergeben sich für das Jahr 1980 die in Tabelle 9 aufgeführten Hochtechnologie-Wirtschaftszweige.

Die von Boretsky (1975) auf der Basis zweistelliger Wirtschaftszweige durchgeführte Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige berücksichtigt neben überdurchschnittlichen FuE-Aufwendungen relativ zum Umsatz und Anzahl der Wissenschaftler bzw. Ingenieure auch den „relative level of skilled workers“. Das Ergebnis dieser Abgrenzung ist in Tabelle 10 dargestellt. Die von der National Science Foundation (1978) vorgenommene Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige kommt bis auf den Wirtschaftszweig „Transport equipment“ (SIC 37) zu dem identischen Ergebnis wie Boretsky (1975), obwohl die zugrunde gelegten Kriterien Unterschiede aufweisen. Im Gegensatz zu den Kriterien von Boretsky (1975) stützt sich die Abgrenzung der National Science Foundation hinsichtlich der Beschäftigungskomponente auf die Anzahl der Beschäftigten im Bereich der FuE. Vor diesem Hintergrund ist die Nichtberücksichtigung des Wirtschaftszweigs „Transport equipment“ nachvollziehbar.

**Tabelle 10: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Boretsky (1975) und National Science Foundation (1978)**

<i>SIC 2</i>	<i>Industriesektor</i>	<i>SIC 3</i>	<i>Industriesektor</i>
28	Chemicals	35	Non-electrical machinery
		36	Electrical machinery
		37	Transport equipment
		38	Instruments

Anmerkung: In der Abgrenzung der National Science Foundation ist der Wirtschaftszweig „Transport equipment“ (SIC 37) nicht enthalten.

Quelle: Boretsky (1975) und National Science Foundation (1978)

Die Aussagekraft der in Boretsky (1975) und der National Science Foundation (1978) vorgenommenen Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige erscheint aufgrund des hohen Aggregationsniveaus (zweistellige Wirtschaftszweige) jedoch äußerst fragwürdig.

Im Gegensatz dazu erfolgt die Definition von Hochtechnologie von Riche et al. (1983) für das Bureau of Labor Statistics (BLS) auf der Basis drei- und vierstelliger Wirtschaftszweige. Diese Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige beruht auf drei Definitionsalternativen, auf die in verschiedenen Untersuchungen

<sup>60</sup> Zu den FuE-Beschäftigten werden in der Untersuchung von McQuaid und Langridge (1984) „engineers, technologists and scientists“ gezählt.

zurückgegriffen wird.<sup>61</sup> Wirtschaftszweige, die nach der Abgrenzung des BLS der Hochtechnologie zugerechnet werden, gehören einer der folgenden Gruppen an, wobei in die Berechnung der Anteile der technologieorientierten Beschäftigten „engineers, life and physical scientists, mathematical specialists, engineering and science technicians and computer specialists“ (Riche et al., 1983, S. 52 ff) eingehen:

- *Gruppe I* umfaßt die Industrien mit einem Anteil technologieorientierter Beschäftigter, der über dem 1,5-fachen des Durchschnitts der in die Untersuchung einbezogenen Wirtschaftszweige liegt.<sup>62</sup>
- Wirtschaftszweige der *Gruppe II* zeichnen sich durch FuE-Intensitäten aus, die mindestens doppelt so hoch sind wie der Industriedurchschnitt.<sup>63</sup>
- *Gruppe III* kombiniert die Kriterien der ersten beiden Gruppen. Alle Wirtschaftszweige, die sich sowohl durch überdurchschnittliche Anteile technologieorientierter Beschäftigter als auch durch überdurchschnittliche FuE-Intensitäten charakterisieren lassen, werden als Hochtechnologie bezeichnet.<sup>64</sup>

Die Ergebnisse dieser unterschiedlichen Ansätze werden in Tabelle 11 dargestellt.

Auffallend ist in der von Riche et al. (1983) vorgenommenen Abgrenzungsalternative, daß das Kriterium einer 50 Prozent höheren FuE-Beschäftigten-Intensität (Gruppe I) von allen aufgeführten Wirtschaftszweigen erfüllt wird. Daß sich darunter auch Wirtschaftszweige befinden, die a priori nicht als überdurchschnittlich technologieintensiv bezeichnet werden würden, läßt Zweifel an dem zugrundeliegenden Schwellenwert aufkommen. Im Gegensatz dazu ist die wirtschaftszweigspezifische FuE-Intensität (Gruppe II) lediglich bei sechs Wirtschaftszweigen doppelt so hoch wie der Industriedurchschnitt, wobei die „abgeschwächte“ Kombination beider Kriterien (Gruppe III) bei der Mehrheit der aufgeführten Wirtschaftszweige erfüllt ist.<sup>65</sup>

---

<sup>61</sup> vgl. Office of Technology Assessment (1984), Burgan (1985), Riche et al. (1983), Diwan und Chakraborty (1991)

<sup>62</sup> Die Abschneidegrenze wird bei einem Anteil technologieorientierter Beschäftigter von 5,1 Prozent gezogen, nicht berücksichtigt werden dabei allerdings Industrien mit weniger als 25.000 Beschäftigten.

<sup>63</sup> Zu dieser Gruppe werden alle Wirtschaftszweige mit einer FuE-Intensität von mindestens 6,2 Prozent gezählt.

<sup>64</sup> In einer weiteren Abgrenzung wird die Abschneidegrenze des Anteils technologieorientierter Beschäftigter bei einem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes (6,3 Prozent) und einer FuE-Intensität von 3,1 Prozent gezogen (vgl. Riche et al., 1983).

<sup>65</sup> vgl. Burgan (1985)

**Tabelle 11: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Riche et al. (1983),  
Teil 1**

<i>SIC</i>	<i>Industriesektor</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
131	Crude petroleum and natural gas	x		
162	Heavy construction, except highway and street	x		
281	Industrial inorganic chemicals	x		x
282	Plastics Materials and synthetics	x		x
283	Drugs	x	x	x
284	Soaps, Cleaners and Toilet Preparations	x		x
285	Paints and allied products	x		x
286	Industrial organic chemicals	x		x
287	Agricultural chemicals	x		x
289	Miscellaneous chemical products	x		x
291	Petroleum refining	x		x
301	Tires and inner tubes	x		
324	Cement, hydraulics	x		
348	Ordinances and Accessoires	x		x
351	Engines and turbines	x		x
352	Farm and garden machinery	x		
353	Construction, mining and material handling machinery	x		
354	Metal working machinery	x		
355	Special industry machinery, except metalworking	x		x
356	General industry machinery	x		
357	Office, computing and accounting machines	x	x	x
358	Refrigeration and service industry machinery	x		
361	Electrical transmission equipment	x		x
362	Electrical industrial apparatus	x		x
363	Household appliance	x		x
364	Electrical lighting and wiring equipment	x		
365	Radio and television receiving equipment	x		x
366	Communication equipment	x	x	x
367	Electronic components and accessories	x	x	x
369	Miscellaneous electrical machinery	x		x
371	Motor vehicles and equipment	x		
372	Aircraft and parts	x	x	x
376	Guided Missiles and Space Vehicles	x	x	x

Quelle: Riche et al. (1983)

**Tabelle 11: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Riche et al. (1983), Teil 2**

<b>381</b>	Engineering, laboratory instruments, scientific and research instruments	x	x
<b>382</b>	Measuring and controlling instruments	x	x
<b>383</b>	Optical instruments and lenses	x	x
<b>384</b>	Surgical, medical and dental instruments	x	x
<b>386</b>	Photographic equipment and supplies	x	x
<b>483</b>	Radio and TV broadcasting	x	
<b>489</b>	Communication services, not elsewhere classified	x	
<b>491</b>	Electric service	x	
<b>493</b>	Combination electric, gas and other utility services	x	
<b>506</b>	Wholesale trade, electrical goods	x	
<b>508</b>	Wholesale trade, machinery, equipment and supplies	x	
<b>737</b>	Computer and data processing services	x	x
<b>7391</b>	Research and development laboratories	x	x
<b>891</b>	Engineering, architectural and surveying services	x	
<b>892</b>	Noncommercial educational, scientific and research organisations	x	

Quelle: Riche et al. (1983)

Problematisch erscheint an obiger Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige die Bewertung anhand technologieorientierter Beschäftigter, da diese Abgrenzung einen erheblichen Spielraum zuläßt. Deutlich wird dies an Wirtschaftszweigen wie „Tires and inner tubes“ (SIC 301) und „Wholesale trade, machinery, equipment and supplies“ (SIC 508), die sich zwar durch überdurchschnittliche FuE-Beschäftigten-Intensitäten auszeichnen, deren FuE-Intensität jedoch deutlich unter dem Durchschnitt liegt. Ein weiterer Kritikpunkt dieser Abgrenzung liegt in den Angleichungen und Ausbesserungsarbeiten, ohne die dieser Ansatz nicht hätte durchgeführt werden können (vgl. Office of Technology Assessment, 1984, S. 18).

Eine ähnlich umfassende Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige wurde in einer Untersuchung von Armington et al. (1983) erstellt.<sup>66</sup> Diese Abgrenzung führt zu insgesamt 88 vierstelligen Wirtschaftszweigen, die dem Bereich der Hochtechnologie zugerechnet werden, wobei neben dem Verarbeitenden Gewerbe auch Bereiche des Dienstleistungsgewerbes integriert wurden. Die Abgrenzung ist jedoch mit Vorsicht zu genießen, da die Zuordnung einzelner Branchen teilweise willkürlich vorgenommen wurde und aus diesem Grund hier nicht aufgeführt wird.<sup>67</sup>

<sup>66</sup> Die darin zugrundeliegende Definition technologieorientierter Wirtschaftszweige gehen auf die Untersuchungen von Greene et al. (1983) und Davis (1982) zurück. In Greene et al. (1983) wird eine auf dem Prozentsatz an wissenschaftlich-technischem Personal basierende Definition zugrunde gelegt, während die Definition in Davis (1982) auf FuE-Aufwendungen beruht.

<sup>67</sup> Dieser Nachteil wird von Armington et al. (1983) selbst eingeräumt.

### 3.4. Ergebnisindikatoren

Ein grundlegendes Problem bei der Analyse des Innovationsgeschehens und des technischen Wandels in Unternehmen und Wirtschaftszweigen liegt in der Schwierigkeit, neues ökonomisches Wissen und seine ökonomische Bedeutung adäquat zu messen (vgl. Cohen und Levin, 1989). Für Oakey et al. (1988) bilden jedoch Ergebnisindikatoren<sup>68</sup> die direkte Methode, High-Tech-Industrien von anderen Industrien abzugrenzen. Trotz der Tendenz zahlreicher Untersuchungen, Input-Zahlen für die Definition von Hochtechnologie-Industrien zu verwenden, verfügen Output-Zahlen seiner Meinung nach über eine größere Genauigkeit, da sie die unmittelbaren Früchte des Innovationsprozesses darstellen. Somit vermeiden sie etwaige „Fällen“, die sich im Zusammenhang mit den möglichen Auswirkungen von Inputfaktoren auf die Höhe des Outputs ergeben. Torretto (1990) verweist beispielsweise darauf, daß nicht alle Innovationsaktivitäten auch zu einem kommerziell verwertbaren neuen Produkt führen, und Jong (1987) fügt an, daß erfolgreiche Produktinnovationen auch ohne wissenschaftlich-technischen Aufwand entstehen können.

Auf der anderen Seite bergen Ergebnisfaktoren als Maß für die Technologieintensität von Wirtschaftszweigen beträchtliche Nachteile, die mit dazu beitragen, daß sich Abgrenzungen auf der Basis input-orientierter Faktoren in den 80er Jahren weitestgehend durchgesetzt haben.

Zu diesen Nachteilen gehört, daß

- es kein direktes Maß für den Innovations- bzw. FuE-Output in den Zahlen gibt, die die statistischen Bundesämter in den meisten industrialisierten Ländern zur Verfügung stellen,
- sich der technische und ökonomische Wert eines neuen Produktes deutlich unterscheiden können. Ein Produkt kann zweifelsfrei einen technischen Erfolg verkörpern und gleichzeitig ein ökonomischer Flop sein,<sup>69</sup>
- der Output durch nicht industriespezifische Faktoren maßgeblich beeinflusst wird, also nicht aus den eigenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten entstammt, sondern über Patente, Lizenzen, Gebrauchsmuster, spill-overs, etc. erworben wird,<sup>70</sup>

---

<sup>68</sup> Im folgenden werden Ergebnisindikatoren auch als Outputindikatoren bezeichnet.

<sup>69</sup> Oakey (1979) spricht in diesem Zusammenhang vom sog. „Concorde Effect“.

<sup>70</sup> Dieser Effekt kann sich je nach Untersuchungsziel und -gegenstand allerdings auch als Vorteil erweisen.

- der ökonomische Wert eines Innovations- bzw. FuE-Outputs nicht zeitinvariant ist, d.h. es kann durchaus vorkommen, daß die Bedeutung eines Produkts bzw. dessen Wert erst dann richtig erfaßt wird, wenn es vom Markt genommen wird und daß
- sich bei der detaillierten Messung von Ergebnisfaktoren teilweise große Abgrenzungsprobleme ergeben.

Ergebnisorientierte Abgrenzungen von technologieorientierten Wirtschaftszweigen werden in der Regel auf der Basis von Patenten und Beschäftigungs- bzw. Umsatzwachstum vorgenommen. Nach Kleinknecht (1981) und Van Duijn (1981) ist darüber hinaus die Zahl der Innovationen einer Branche ein geeignetes Maß zur Ermittlung von Hochtechnologie-Industrien. Hinter dem Indikator „Innovation“ verbergen sich jedoch große Nachteile, es bestehen z.B. Probleme, ab welchem Grad der Veränderung eines Produkts von einer Innovation gesprochen werden kann. Zudem werden in den wenigsten Statistiken Prozeßinnovationen erfaßt, die jedoch einen (bedeutenden) Beitrag zur technologischen Position eines Wirtschaftszweigs beitragen. Ein weiterer Nachteil ist, daß die Anzahl von Innovationen, ähnlich wie Patente, nichts über den ökonomischen Wert der Innovation aussagen.

### 3.4.1. Patente

#### 3.4.1.1. *Patente als Indikator für Technologie*

Generell werden von Hochtechnologie-Industrien intensivere Innovationsaktivitäten und deshalb eine größere Zahl von Patentmeldungen erwartet als von anderen Industriesektoren.<sup>71</sup> Der Vorteil von Patenten als Indikator für technologieorientierte Wirtschaftszweige liegt darin, daß Patente das Ergebnis eines in der Regel systematischen Erfindungsprozesses darstellen und diese, aufgrund der kostspieligen Anmeldeverfahren, mit einem ökonomischen Nutzen verbunden sein sollten.<sup>72</sup> Darüber hinaus haben Patente den Vorteil, daß eigens dafür ausgerichtete Ämter bzw. Behörden deren Erfassung vornehmen.<sup>73</sup>

---

<sup>71</sup> Acs und Audretsch (1989) weisen in ihrer Untersuchung auf die Bedeutung der Patente als Indikator für die Innovationsaktivitäten von Unternehmen und Industrien hin: „The measure of patented innovations provides a fairly good, although not perfect, representation of innovative activity.“

<sup>72</sup> Dieses bedeutet allerdings nicht, daß jedes Patent zwangsläufig auch zu einem industriellen Wachstum führen muß (vgl. Oakey, 1988).

<sup>73</sup> Auf die Probleme der Aggregation von „firm-level“ Patentdaten auf „industry-level“ Patentstatistiken weist eine Untersuchung von Deviny (1993) hin.

Griliches (1990, S.1661) führt im Zusammenhang mit Patentdaten an:

*„Patent statistics loom up as a mirage of wonderful plentitude and objectivity. They are available; they are by definition related to inventiveness, and they are based on what appears to be an objective and only slowly changing standard.*

Ein weiterer Vorteil von Patenten als Indikator für Technologie sind die in den meisten industrialisierten Ländern verfügbaren Zeitreihen von Patentanmeldungen, die damit auch umfassende historische Informationen über Innovationen zur Verfügung stellen können (Archibugi und Pianta, 1992a, 1992b).<sup>74</sup> Nach Meinung von Oppenländer (1984) können mit Hilfe von Patentdaten Veränderungen der technologischen Wettbewerbsposition frühzeitiger und präziser als durch FuE-Aufwendungen erkannt werden.<sup>75</sup>

Diesen Vorteilen von Patenten stehen jedoch eine Reihe von Nachteilen gegenüber.<sup>76</sup> Oakey et al. (1988) führen an, daß die Anzahl von Patenten einer Industrie nur in begrenztem Umfang als Maß für die technologische Stärke herangezogen werden kann, da dieser Indikator in erheblichem Maße von unternehmens- und wirtschaftszweigspezifischen Besonderheiten abhängt.<sup>77</sup> Hinzu kommt, daß sich die meisten Länder in der institutionellen und rechtlichen Ausgestaltung des Patentwesens beträchtlich unterscheiden (Archibugi, 1992). Diesem Nachteil kann durch verschiedene Restriktionen begegnet werden, beispielsweise durch die Bedingung,

---

<sup>74</sup> Patentdaten eignen sich nach Meinung der OECD (1986) trotz zahlreicher Nachteile dazu, Volkswirtschaften als Produzenten und Verbraucher von Technologie einzuschätzen. Weiter wird angeführt: „The existence of international patent systems (EPC, PCT) and of foreign or external applications within national systems means that series are available which can give some indication of how the various economies fare in international dissemination of technology“ (OECD, 1986, S. 48).

<sup>75</sup> Faust und Schedl (1984) führen darüber hinaus an, daß in der Innovationsforschung sich die auf Patentstatistiken basierenden Daten trotz ihrer erheblichen Schwächen als unverzichtbar erwiesen haben.

<sup>76</sup> vgl. hierzu auch die Ausführungen in Levin et al (1987), Mansfield (1985, 1986), Griliches (1990) und Mansfield und Nelson (1990).

<sup>77</sup> vgl. hierzu auch Scherer (1992), Freeman (1982) und Lerner (1993). Als Beispiel führt Lerner (1993) die Biotechnologie und die Halbleiter-Industrie an. In der Biotechnologie spielen im Gegensatz zur Halbleiterindustrie Patente eine äußerst wichtige Rolle. Lerner (1993) führt dies auf wirtschaftszweigspezifische Strategien der Geheimhaltung zurück. Während in der Biotechnologie versucht wird, mit Patenten neue Entdeckungen geheimzuhalten, vertrauen die Unternehmen in der Halbleiterindustrie auf die Fähigkeit, schnell technologisch verbesserte Produkte zu produzieren und anzubieten (vgl. auch die in Lerner, 1993, angegebene Literatur). Einschränkend muß hinzugefügt werden, daß Unternehmen durch den Verzicht einer Patentanmeldung die technologischen Errungenschaften so lange wie möglich geheimzuhalten versuchen (vgl. Clark et al., 1981).

daß nur die Patente einer Industrie gezählt werden, die in mindestens zwei Ländern als Patent angemeldet wurden.<sup>78</sup> Trajtenberg (1990) wählt eine andere Vorgehensweise: Auf der Basis von „patent citations“ generiert er einen Index, der mehr über die Bedeutung und den Wert der Patentanmeldungen aussagen soll. Seiner Meinung nach werden nur wirklich wichtige Patente als Grundlage weiterer Forschungen und Entwicklungen herangezogen. Allerdings räumt er ein, daß dieser Index wenig Aussagekraft für die ökonomische Verwertung des zitierten Patentbesitzes beinhaltet, sondern hauptsächlich die technische Bedeutung des Patentbesitzes hervorhebt.<sup>79</sup>

Ein deutlicher Nachteil von Patentstatistiken ist zudem, daß nicht alle Innovationen und Erfindungen patentierbar sind oder aus welchen Gründen auch immer patentiert werden (vgl. Griliches, 1984, 1990). Dies gilt im speziellen Falle für Software, die jedoch für den aktuellen technischen Fortschritt eine immer größer werdende Rolle spielt (Archibugi und Pianta, 1992a, 1992b).

### ***3.4.1.2. Technologieorientierte Wirtschaftszweige auf der Basis von Patenten***

Die zahlreichen Nachteile und Einschränkungen, die sich im Zusammenhang mit Patenten als Indikator für die Technologieorientierung von Wirtschaftszweigen ergeben, führten dazu, daß Abgrenzungen auf der Basis von Patentstatistiken eher die Ausnahme blieben.

Zu einer dieser Ausnahmen gehört die Untersuchung von Schwitalla und Grupp (1994), die auf alternative Maße wirtschaftszweigspezifischer Innovationsaktivitäten in den alten Bundesländern eingehen.<sup>80</sup> Neben den FuE-Aufwendungen, FuE-Investitionen und Forschungszuwendungen des Bundesministeriums für Forschung und Technologie werden auch die Patentanmeldungen der untersuchten Unternehmen berücksichtigt. Diese werden in Relation zu den Umsätzen und Beschäftigten gesetzt (vgl. Tabelle 12). Die leicht schraffierten Felder weisen darauf hin, daß die entsprechenden Intensitäten über dem Industriedurchschnitt liegen. In einer High-Tech-Abgrenzung auf der Basis überdurchschnittlicher Patentanmeldungen pro Umsatz bzw. Beschäftigten würden diese als technologieintensive Wirtschaftszweige bezeichnet werden.

Der Vergleich der hervorgehobenen Felder verdeutlicht, daß sich lediglich in drei Wirtschaftszweigen Unterschiede in einer Hochtechnologieabgrenzung ergeben würden. Allerdings zeigt sich bei der Abgrenzung auf der Basis von Patentanmeldungen in Relation zum Umsatz, daß der Wirtschaftszweig „Stone, clay, ceramics

---

<sup>78</sup> Anzufügen ist, daß bereits kleine Änderungen in der Patentgesetzgebung zu erheblichen Veränderungen im Patentanmeldeverhalten von Unternehmen führen können.

<sup>79</sup> Dieser Einwand gilt wie bereits oben beschrieben generell für Patente.

<sup>80</sup> Der Untersuchung von Schwitalla und Grupp (1994) liegen Daten über 270 westdeutsche Unternehmen zugrunde.

and glass“, der in bisher keiner der aufgeführten Abgrenzungen auch nur annähernd als High-Tech-Industrie bezeichnet worden wäre, hier über dem Durchschnitt liegt. Dieses kann allerdings auch auf das der Untersuchung zugrundeliegende Sample zurückgeführt werden.

**Tabelle 12: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Schwitalla und Grupp (1994)**

<i>Industry</i>	<i>Patent applications per sales</i>	<i>Patent applications per employee</i>
Chemical ind., oil processing ind., nuclear material ind.	35,9	11,1
Pharmaceutical ind.	50,4	11,1
Production of synthetic goods	8,9	2,3
Stone, clay, ceramics and glass	31,6	5,6
Metal, steel	12,8	5,8
Tools machinery	11,1	2,0
Machinery for food and chemical ind.	42,1	7,1
Other machinery	34,7	7,0
Motor vehicles	7,7	2,2
Motor vehicle parts	70,7	10,5
Aircraft and space	34,5	5,9
Communications equipment, electronic devices	43,8	7,2
Other electrical and electronic ind.	39,6	7,4
Office machinery, computers	10,2	2,2
Scientific and prof. instruments, optics	38,7	5,6
Paper, wood	18,7	4,0

Anmerkung: Die schraffierten Felder weisen auf überdurchschnittliche Intensitäten hin.

Quelle: Schwitalla und Grupp (1994)

Die eingangs zu diesem Abschnitt beschriebenen Eigenschaften bzw. Einschränkungen von Patenten können teilweise an den in Tabelle 12 aufgeführten Intensitäten verdeutlicht werden. So liegen beispielsweise im Wirtschaftszweig „Office machinery, computers“ beide Patentintensitäten deutlich unter dem Durchschnitt, während die relativen FuE-Aufwendungen<sup>81</sup> im gleichen Sample über dem Durchschnitt liegen. Dieses ist insofern von Bedeutung, als Griliches (1990) in einer Untersuchung in den USA den Sektor „Computers“ zu den Wirtschaftszweigen mit den meisten Patentanmeldungen zählt. Er weist allerdings keine relativen Werte aus, so daß ein direkter Vergleich nicht möglich ist.<sup>82</sup>

<sup>81</sup> FuE-Aufwendungen in Relation zum Umsatz bzw. zu den Beschäftigten.

<sup>82</sup> Etwaige Unterschiede können u.a. auf das zugrundeliegende Datenmaterial und auf ein unterschiedliches Patentieverhalten in den USA und Deutschland zurückgeführt werden.

### 3.4.2. Beschäftigten- und Umsatzwachstum

Wachstumsraten der Beschäftigung und des Umsatzes können nur äußerst eingeschränkt als Indikator für Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige herangezogen werden, da damit eine Reihe von Nachteilen verbunden sind.<sup>83</sup> Diesem Ansatz liegt die Vorstellung zugrunde, daß Hochtechnologie-Industrien eine Vielzahl von (neuen) Arbeitsplätzen schaffen bzw. ihre Umsätze schnell steigern können (Höppl, 1990). Diese Einschätzung wird jedoch von zahlreichen Autoren in Frage gestellt.<sup>84</sup> Hohe Wachstumsraten können auch auf andere, nicht vollständig technologiebedingte Faktoren, wie beispielsweise Preis- und Nachfrageveränderungen zurückgeführt werden (vgl. Glasmeier et al., 1986 und Bathelt, 1991). Kapitalintensive Industrien werden nach Glasmeier et al. (1986) dabei von vornherein ausgeschlossen.

Am Beispiel einer Definition von Hochtechnologie-Industrien der Technical Marketing Associates (1979) auf der Basis von Daten der National Science Foundation wird die Problematik kurz erläutert. Technical Marketing Associates definierte alle Wirtschaftszweige als technologieorientiert, deren Beschäftigungs-Wachstumsraten zwischen 1965 und 1977 über dem Industriedurchschnitt von 10,8 Prozent lagen. Die daraus resultierende Abgrenzung ist in Tabelle 13 dargestellt.

**Tabelle 13: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach Technical Marketing Associates (1979)**

<i>SIC 2</i>	<i>Industriesektor</i>	<i>SIC 3</i>	<i>Industriesektor</i>
25	Furnitures and fixture	30	Rubber and plastic products
27	Printing and publishing	34	Fabricated metals
28	Chemicals	35	Machinery
29	Petroleum refining	36	Electronic equipment
		38	Scientific instruments

Quelle: Technical Marketing Associates (1979)

Auf den ersten Blick fällt auf, daß sich die Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige auffallend von den bisher angeführten unterscheidet. Deutlich wird dies besonders an den Wirtschaftszweigen „Furnitures and fixtures“ (SIC 25) und „Rubber and plastic product“ (SIC 30). Unbestritten ist, daß die Wachstumsraten der Beschäftigung mit 18,4 Prozent (SIC 25) und 43,4 Prozent (SIC 30) deutlich über dem Industriedurchschnitt liegen, allerdings erscheint die Folgerung, diese

<sup>83</sup> Bathelt (1989) bezeichnet Wirtschaftszweige mit einem hohen Beschäftigungswachstum als Schlüsseltechnologisch-Industrien (vgl. Abschnitt 2).

<sup>84</sup> vgl. Markusen et al. (1986) und Nerlinger (1995)

Wirtschaftszweige als technologieorientiert bzw. High-Tech zu bezeichnen, „an den Haaren herbeigezogen“.<sup>85</sup>

### 3.5. Gemischte Input-Ergebnis-Indikatoren

Zu den gemischten Input-Ergebnis-Indikatoren werden die Ansätze gezählt, die die Technologieorientierung von Wirtschaftszweigen anhand von Input- und Ergebnisfaktoren messen. Rees (1979) schlägt beispielsweise vor, Hochtechnologie-Industrien anhand der Zahl der Hauptinnovationen gemessen am FuE-Volumen bzw. der Zahl der Hauptinnovationen gemessen am Nettoumsatz zu definieren.

Arvanitis und Hollenstein (1994) generieren auf der Grundlage von unternehmensspezifischen Innovationsdaten einen globalen Indikator für die Innovationsintensität.<sup>86</sup> Ihrer Meinung nach kann ein „adäquat aufbereitetes“ Indikatorenbündel die Innovationsintensität zuverlässiger messen als ein Einzelindikator. Neben inputbezogenen Maßen (z.B. FuE-Aufwand, Innovationsaufwendungen am Umsatzanteil, Anteil der Beschäftigten im FuE-Bereich, etc.), outputbezogenen Innovationsindikatoren (z.B. Anzahl der Patente in Relation zum Umsatz, Neuheitsgrad der Innovation, etc.) gehen auch marktorientierte Indikatoren (z.B. Umsatzanteil der Produkte in der Einführungsphase des Lebenszyklus, etc.) in den globalen Indikator ein. Auf der Basis dieser Indikatoren werden Faktoranalysen, getrennt für Produkt- und Prozeßinnovationen, durchgeführt. Arvanitis und Hollenstein (1994) kommen in ihrer Analyse zu dem Ergebnis, daß das so berechnete Gesamtmaß „jedem Einzelindikator der Innovationstätigkeit überlegen ist“. Aufgrund einer sehr hohen Aggregationsstufe können an dieser Stelle keine wirtschaftszweigrelevanten Hochtechnologieabgrenzungen vorgenommen werden.

Mit Hilfe gemischter Indikatoren wird versucht, die Ursache-Wirkungszusammenhänge zwischen dem Einsatz wissenschaftlich-technischer Inputs und den daraus resultierenden Innovationen besser zu erfassen. Hierbei können allerdings Probleme bei der Operationalisierung entstehen, da diese Indikatoren in der Regel nicht in ausreichend differenzierter Form vorliegen und somit in der vorliegenden Untersuchung auch nicht weiter ausgeführt werden.

---

<sup>85</sup> Die Nachteile von Hochtechnologieabgrenzungen anhand des Beschäftigtenwachstums können beispielsweise an der aktuellen Entwicklung in den neuen Bundesländern verdeutlicht werden. Eine derartige Abgrenzung würde u.a. den Wirtschaftszweig „Steine und Erden“, der in den neuen Bundesländern seit der Wiedervereinigung als die Wachstumsbranche schlechthin bezeichnet wird, als Hochtechnologie definieren.

<sup>86</sup> vgl. auch Arvanitis et al. (1994), Arvanitis (1993)

### 3.6. Expertenurteile

Neben den Abgrenzungen von High-Tech-Industrien, die sich auf Inputindikatoren und/oder auf Ergebnisindikatoren stützen, gibt es zudem Definitionen technologieorientierter Wirtschaftszweige auf der Basis von sog. Expertenurteilen. Diese beruhen im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Abgrenzungen in der Regel auf subjektiven Zielen und Vorstellungen und unterliegen damit einer gewissen Willkür, d.h. die Bewertung einzelner Wirtschaftszweige kann unter Umständen für Außenstehende nicht unmittelbar nachvollzogen werden. Auf der anderen Seite können Expertenurteile flexibler auf etwaige Entwicklungen und Trends reagieren, da sie nicht an starre Schwellenwerte gebunden sind.

Die Massachusetts Division of Employment Security (MDES) entwickelte anhand subjektiver Expertenurteile eine Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige auf der Basis dreistelliger SIC-Gruppen. Beurteilungskriterien für die Definition waren dabei die „State of the art“-Technologie und der „perceived degree of technical sophistication of products“ (vgl. Tabelle 14).

**Tabelle 14: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach der Massachusetts Division of Employment Security (1985)**

<i>SIC</i>	<i>Industriesektor</i>
281	Industrial inorganic chemicals
282	Plastics and synthetic resins
283	Drugs
351	Engines and turbines
357	Office computing machines
361	Electrical transmission equipment
362	Electrical industrial apparatus
366	Communication equipment
367	Electronic components and assembly
372	Aircraft and parts
376	Space vehicles and guided missiles
381	Engineering, laboratory instruments, and scientific instruments
382	Measuring and controlling instruments
383	Optical instruments and lenses
385	Photographic equipment
737	Computer programming services
7391, 7397	Commercial R&D laboratories
7392	Business management and consulting services
891	Engineering and architectural services
892	Non-profit educational, scientific and research organizations

Quelle: Massachusetts Division of Employment Security (1985)

In einer ersten Beurteilung (MDES, 1979) wurden 20 Industrien aus dem Verarbeitenden Gewerbe als technologieorientiert bezeichnet, in einer aktuelleren Version dieser Liste (MDES, 1985) erfüllen 16 Wirtschaftszweige aus dem Verarbeitenden Gewerbe und 3 Dienstleistungssektoren die Kriterien.<sup>87</sup> In der Einteilung der MDES (1985) wirkt sich der wachsende Einfluß des Dienstleistungsbereichs auf die vorgenommene Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige aus. Deutlich wird dies an den Wirtschaftszweigen „Engineering and architecture services“ (SIC 891) und „Educational, scientific and research operations“ (SIC 892), die in keiner der bisherigen Abgrenzungen berücksichtigt wurden. Dieses hängt teilweise jedoch auch mit den in den anderen Abgrenzungen zugrundeliegenden Daten zusammen, in denen der Dienstleistungssektor erst gar nicht berücksichtigt wird. Zudem liegen die Daten nicht in ausreichend disaggregierter Form vor.

**Tabelle 15: Technologieorientierte Wirtschaftszweige nach der European Commission (1994)**

<i>ISIC</i>	<i>Industriesektor</i>
<b>351/3 ohne 3533</b>	Chemicals
<b>3533</b>	Pharmaceuticals
<b>383 ohne 3832</b>	Electrical equipment
<b>3832</b>	Electronics
<b>3825</b>	Data processing und Office equipment
<b>3843</b>	Motor vehicles and parts and accessories
<b>385</b>	Scientific instruments

Quelle: European Commission (1994)

Technologieintensive Wirtschaftszweige müssen nach den Kriterien der European Commission (1994)

- hohe Wachstumsraten aufweisen,
- einen signifikanten Beitrag zum nationalen Output und zur Beschäftigung leisten und
- hinsichtlich ihrer Wettbewerbsfähigkeit international ausgerichtet sein.<sup>88</sup>

<sup>87</sup> Vinson und Harrington (1979) greifen in ihrer Untersuchung auf die MDES-Liste von 1979 zurück, während Vandyopadhyaya (1987) und das US Department of Commerce (1983) die MDES-Liste zugrunde legen.

<sup>88</sup> Mit der internationalen Wettbewerbsfähigkeit verbindet die European Commission (1994) die Exporttätigkeit der Industrien.

Angesichts der eher national ausgerichteten Wettbewerbsfähigkeit wird der Dienstleistungsbereich nicht in die Abgrenzung der OECD (1994) aufgenommen (vgl. Tabelle 15, ISIC=International Standard Industrial Classification).

#### 4. Vergleich und Bewertung der Kriterien

Die Ausführungen im vorangegangenen Abschnitt machen deutlich, daß es zum einen die unterschiedlichsten Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige gibt und zum anderen deren Anzahl schwer zu überschauen ist. Hierbei spielen neben dem eigentlichen Untersuchungsziel die jeweiligen Technologieindikatoren und die Schwellenwerte, ab denen Wirtschaftszweige als technologieintensiv bezeichnet werden, eine große Rolle.

Wie sind jedoch die einzelnen Abgrenzungen zu beurteilen? Sind Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige auf der Basis von FuE-Aufwendungen geeigneter als Abgrenzungen anhand (hoch-) qualifizierter Beschäftigter? Gibt es eine optimale Definition technologieorientierter Wirtschaftszweige? Wenn ja, warum wird diese Abgrenzung dann nicht allen Untersuchungen zugrunde gelegt?

Diese und ähnliche Fragen stellen sich im Zusammenhang mit Abgrenzungen und Definitionen technologieorientierter Wirtschaftszweige. Die spezifischen Eigenschaften der einzelnen Indikatoren und die teilweise deutlichen Unterschiede zwischen diesen Indikatoren erschweren die Wahl der Abgrenzungsmethode beträchtlich. Dennoch lassen sich aus den Vor- und Nachteilen der beschriebenen Abgrenzungen einige, auf alle Indikatoren anwendbare Empfehlungen ableiten:

- Neben den Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes sollten auch die Bereiche des Dienstleistungssektors bei der Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige berücksichtigt werden. Neuere Untersuchungen zeigen, daß sich Branchen des Dienstleistungsgewerbes durch eine hohe Technologieintensität in Form einer hohen FuE-Intensität bzw. FuE-Beschäftigten-Intensität beschreiben lassen (vgl. Felder et al., 1994a und Riche et al., 1983).
- Industriespezifische Abgrenzungen technologieorientierter Branchen auf der Basis zweistelliger Wirtschaftszweige können lediglich als ein erster Anhaltspunkt dienen, da die Heterogenität in Bezug auf die Technologieintensität innerhalb der definierten Wirtschaftszweige erheblich ist. Je feiner, sprich disaggregierter die Wirtschaftszweige abgegrenzt werden (können), desto genauer können die spezifischen Eigenschaften und Entwicklungen technologieorientierter Wirtschaftszweige herausgearbeitet werden.
- Am Beispiel der Abgrenzung der Technical Marketing Associates (1979) läßt sich zeigen, daß selbst bei drei- bzw. vierstelligen Wirtschaftszweigabgrenzungen noch große Unterschiede in der Technologieintensität zwischen den Branchen

bestehen. Nach der Definition von Technical Marketing Associates (TMA) werden die Branchen als technologieintensiv bezeichnet, deren FuE-Intensität über dem Industriedurchschnitt von 3 Prozent liegt. In der so gewonnenen Abgrenzung variiert die FuE-Intensität zwischen 5,3 Prozent („Scientific and measurement instruments“, SIC 381, 382) und 12,2 Prozent („Aircraft and parts, space vehicles and guided missiles“, SIC 372-376). Aufgrund dieser großen Unterschiede werden in zahlreichen Untersuchungen<sup>89</sup> weitere Abgrenzungen vorgenommen, wobei die Schwellenwerte jedoch nicht einheitlich gewählt sind. Diese feineren Abgrenzungen lassen innerhalb der technologieintensiven Wirtschaftszweige Unterschiede in der Technologieintensität zu, indem die Wirtschaftszweige mit überdurchschnittlichen FuE-Intensitäten bzw. FuE-Beschäftigten-Intensitäten weiter unterteilt werden in Spitzentechnik und Höherwertige Technik (vgl. Gehrke und Grupp, 1994).<sup>90</sup>

- Nach Breheny et al. (1988) müssen bei internationalen Vergleichen länderspezifische Unterschiede der Abgrenzung technologieorientierter Wirtschaftszweige berücksichtigt werden: “There is no guarantee that commentators from different countries are talking about the same phenomenon [high technology], or that they all attach the same importance to the issue [high technology]”. Insbesondere bei internationalen Vergleichen wird deutlich, daß sich die Hochtechnologieabgrenzungen teilweise erheblich voneinander unterscheiden. Dieses wird u.a. von den zugrunde gelegten Schwellenwerten beeinflusst, da beispielsweise Abgrenzungen auf der Basis des Durchschnittsprinzips nationale Besonderheiten berücksichtigen. Im Gegensatz dazu tragen Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige mit „starren“ Schwellenwerten den international unterschiedlichen wirtschaftlichen Gegebenheiten und Entwicklungen nur unzureichend Rechnung.
- Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige hängen entscheidend von den zugrundeliegenden Technologieparametern und deren Zusammensetzung ab. In diesem Zusammenhang kann beispielsweise die (Nicht-) Berücksichtigung von öffentlichen Forschungsaufträgen die Einschätzung maßgeblich beeinflussen und dadurch zu Problemen bei Vergleichen mit anderen Untersuchungen und Abgrenzungen führen. Diese öffentlichen Aufträge bzw. Forschungsgelder spielen beispielsweise in dem Wirtschaftszweig Luft- und Raumfahrttechnik eine nicht zu vernachlässigende Rolle (vgl. Grenzmann et al., 1994 und SV-Wissenschaftsstatistik, 1995).

---

<sup>89</sup> vgl. Audretsch und Acs (1991), Audretsch und Mahmood (1991), Gehrke und Grupp (1994) und OECD (1986)

<sup>90</sup> Nerlinger (1995) untersucht in Anlehnung an die Abgrenzung von Gehrke und Grupp (1994) die Gründungsdynamik in technologieorientierten Wirtschaftszweigen. Deutlich wird, daß sich die Gründungs- und Liquidationsdynamik zwischen den Wirtschaftszweigen der Spitzentechnik und der höherwertigen Technik teilweise deutlich unterscheiden.

- Intensitäten spielen bei den Abgrenzungen technologieintensiver Wirtschaftszweige eine große Rolle, wobei in der Regel die Intensitäten von Branchen berechnet werden. Bei diesen Intensitäten werden die kumulierten Inputfaktoren der Branche durch die kumulierten Umsätze in der Branche dividiert. Dabei werden große Unternehmen ihrem Umsatzanteil entsprechend gewichtet,<sup>91</sup> d.h. einige wenige große Unternehmen können die Intensität einer Branche bestimmen. Neuere Untersuchungen weisen jedoch auf die große Bedeutung gerade kleiner und mittlerer Unternehmen auf das Innovationsgeschehen hin.<sup>92</sup>

Die vorangegangenen Punkte machen deutlich, daß der Spielraum bei Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige erheblich ist. Allerdings können die daraus resultierenden Unterschiede weitestgehend nachvollzogen bzw. interpretiert werden. Dieses gilt jedoch nur in begrenztem Umfang bei Unterschieden, die sich durch die zugrundeliegenden Technologieparameter ergeben. In diesem Zusammenhang spielt die Frage nach dem „besten“ Indikator eine nicht unerhebliche Rolle. Insofern stellt sich für die Abgrenzung technologieintensiver Wirtschaftszweige die Frage, welche Faktoren sich am besten eignen. Auf dieses Bewertungsproblem wird am Beispiel der Abgrenzung von Riche et al. (1983) und Burgan (1985) kurz eingegangen.<sup>93</sup>

In der Abgrenzung von Riche et al. (1983) und Burgan (1985) werden Wirtschaftszweige dann als technologieintensiv bezeichnet, wenn entweder die FuE-Intensität doppelt so hoch ist wie der Durchschnitt, die FuE-Beschäftigten-Intensität anderthalb mal so hoch ist wie der Durchschnitt oder die Kombination aus beiden über dem Durchschnitt liegt. Die Ergebnisse der drei alternativen Abgrenzungsarten, die in Tabelle 11 aufgeführt werden, zeigen, daß das Kriterium anderthalbmal höherer FuE-Beschäftigten-Intensitäten bei zahlreichen Wirtschaftszweigen erfüllt ist, die im allgemeinen Sprachgebrauch nicht als Hochtechnologie bezeichnet werden würden (z.B. „Electric Service“, SIC 491). Dieses kann teilweise auf die zugrundegelegten FuE-Beschäftigtenkategorien zurückgeführt werden. Deutlich wird auch, daß alle Wirtschaftszweige mit einer doppelt so hohen FuE-Intensität wie der Durchschnitt das Kriterium der FuE-Beschäftigten-Intensität erfüllen. Aufgrund der spezifischen Eigenschaften und Nachteile von Beschäftigtenkategorien sollten Abgrenzungen auf der Basis von FuE-Aufwendungen bzw. einer Kombination aus

---

<sup>91</sup> Im Gegensatz zu den Branchenintensitäten erhalten bei der Berechnung der mittleren FuE-Intensität einer Branche alle Unternehmen das Gewicht  $1/n$ . Felder et al. (1994a, 1994b) veranschaulichen die Auswirkungen der unterschiedlichen Berechnungsmethoden. Dabei wird deutlich, daß sich die Intensitäten teilweise stark unterscheiden, was sich auch auf Abgrenzungen technologieorientierter Wirtschaftszweige auswirken würde. Aufgrund fehlender Daten werden in der Regel jedoch die Branchenintensitäten als Berechnungsgrundlage für die Abgrenzung technologieintensiver Wirtschaftszweige herangezogen.

<sup>92</sup> vgl. Acs und Audretsch (1987, 1988, 1990, 1992) und die dort angegebene Literatur

<sup>93</sup> Die Abgrenzung von Riche et al. (1983) und Burgan (1985) wurde in Tabelle 11 vorgestellt.

FuE-Aufwendungen und FuE-Beschäftigten vorgezogen werden. Allerdings sind FuE-Aufwendungen als Indikator für die Technologieintensität bzw. für das Innovationsverhalten von Wirtschaftszweigen in den letzten Jahren auf heftige Kritik gestoßen. Hintergrund dieser Kritik ist, daß die FuE-Aufwendungen lediglich die „Spitze des Eisbergs Innovation“ ausmachen, daß also verschiedene Innovationskomponenten nicht in die FuE eingehen (z.B. Lizenzen, Patente, etc.).<sup>94</sup> Technologieabgrenzungen auf der Basis von Innovationsaufwendungen werden zeigen, inwieweit sich Unterschiede im Vergleich zu traditionellen Abgrenzungen ergeben.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Mit technologieorientierten Unternehmensgründungen werden Hoffnungen hinsichtlich der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung verbunden. Empirische Ergebnisse hängen dabei in hohem Maße von den zugrundeliegenden Daten und der Abgrenzung bzw. Definition von Hochtechnologie ab. Deutlich wird in diesem Literaturüberblick, der nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, daß die unterschiedlichen Abgrenzungen einen relativ großen Spielraum zulassen. Dieser reicht von der Aggregationsstufe der Wirtschaftszweige über die integrierten Wirtschaftszweige bis hin zu den entscheidenden Schwellenwerten, die über die Zugehörigkeit zur Hochtechnologie entscheiden.

In dem vorliegenden Literaturüberblick wird deutlich: Eine optimale Abgrenzung von Hochtechnologie gibt es nicht, da jeder Indikator seine ganz spezifischen Vor- und Nachteile hat. Dieses darf jedoch nicht dahin gehend interpretiert werden, daß jede Abgrenzung vertretbar ist. Beispielsweise können mit Abgrenzungen auf der Basis zweistelliger Wirtschaftszweige u.E. aufgrund ihres hohen Aggregationsniveaus keine sinnvollen Aussagen über die Bedeutung oder die Entwicklung von Hochtechnologie gemacht werden, unabhängig von den zugrundeliegenden Indikatoren und Schwellenwerten.

Deutlich wird auch, daß Hochtechnologie kein klar definierter Begriff ist und auch einen Zeittrend unterliegt: Was heute als High-Tech gilt, wird in einigen Jahren nicht mehr so bezeichnet werden. Diesen Effekt berücksichtigen Durchschnittswerte und Expertenurteile, wobei hier die Frage gestellt werden muß, wer Experte ist und wie die Entscheidung über die Abgrenzung eines Wirtschaftszweigs als Hochtechnologie zustande gekommen ist.

Neuere Entwicklungen in der Innovationsforschung verdeutlichen auch, daß gerade die bisherigen Indikatoren maßgeblich von der Wirtschaftszweigstruktur beeinflusst wurden. So wurden beispielsweise verschiedene Innovationsmaße wie FuE-Aufwendungen, Anzahl der Patente, etc. in der Regel von großen Unternehmen geprägt.

---

<sup>94</sup> vgl. OECD (1992), Kleinknecht (1992), Arvanitis et al. (1994) und Felder et al. (1994a)

während die Innovationsanstrengungen kleiner und mittlerer Unternehmen nicht ausreichend berücksichtigt wurden (vgl. Felder et al., 1994a). Gerade diese neuen Entwicklungen werden einen Einfluß auf zukünftige Abgrenzungen haben, in denen beispielsweise auch das Ausmaß des Technologietransfers berücksichtigt werden kann und wird. Diesem Aspekt soll in einer weiteren Untersuchung mit den Daten des Mannheimer Innovationspanels und den internationalen Daten von Eurostat (CIS) Rechnung getragen werden.

## 6. Literaturverzeichnis

- Acs, Z. J. und D. B. Audretsch (1987), Innovation in large and small firms, *Economics Letters*, 23, S. 109-112.
- Acs, Z. J. und D. B. Audretsch (1988), Innovation in large and small firms, *American Economic Review*, 78, S. 678-690.
- Acs, Z. J. und D. B. Audretsch (1989), Patents as a Measure of Innovative Activity, *KYKLOS*, Vol. 42, Fasc. 2, S. 171-180.
- Acs, Z. J. und D. B. Audretsch (1990), Kleine Unternehmen, Schaffung von Arbeitsplätzen und Technologie in den USA und der Bundesrepublik Deutschland, in: Berger, J., V. Domeyer und M. Funder (eds.): *Kleinbetriebe im wirtschaftlichen Wandel*, Campus Verlag, Frankfurt, S. 35-59.
- Acs, Z. J. und D. B. Audretsch (1992), Innovationen durch kleine Unternehmen, Berlin.
- Acs, Z. J. und D. B. Audretsch (1993), Analysing Innovation Output Indicators: The US Experience, in: Kleinknecht, A. und D. Bain (eds.), *New Concepts in Innovation Output Measurement*, New York, S. 10-41.
- Adden, H. und H. Schmale (1985), Technologische Strukturen von Handelsströmen, Ein Vergleich von Meßverfahren, in: Schmitt-Rink, G. (ed.), *Die Technologieintensität von Handelsströmen*, S. 7-107, Bochum.
- Amendola, G. und A. Perrucci (1994), European Patterns of specialisation in High-technology products: A new approach, in: OECD (ed.), *STI-Review No. 14*, S. 153-178, Paris.
- Archibugi, D. (1992), Patenting as an Indicator of Technological Innovation: A Review, *Science and Public Policy*, Vol. 19, No. 6, S. 357-368.
- Archibugi, D. und M. Pianta (1992a), Specialisation and Size of Technological Activities in Industrial Countries: The Analysis of Patent Data, in: Scherer, M. und M. Perlmann (eds.), *Entrepreneurship, Technological Innovation and Economic Growth*, S. 65-85, University of Michigan.
- Archibugi, D. und M. Pianta (1992b), The technological Specialisation of Advanced Countries, A report to the EEC on International Science and Technology Activities, Publ. No. EUR 13188 EN, Commission of the European Communities, Luxemburg.
- Armington, C. (1986), The changing geography of high-technology business, *Technology, Regions and Policy*, S. 75-93.
- Armington, C., C. Harris und M. Odle (1983), *Formation and Growth in High Technology Business: A regional Assessment*, Washington, D.C.
- Arvanitis S. (1993), The Impact of Firm Size on Innovative Activity: An Empirical Analysis based on Swiss Firm Data, *KOF/ETH*, Zürich, mimeo.
- Arvanitis, S. und H. Hollenstein (1994), Die Messung der Innovationsintensität: Eine empirische Untersuchung anhand schweizerischer Unternehmensdaten, *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, Heft 4, S. 24-38.
- Arvanitis, S., H. Hollenstein und S. Lenz (1994), Die Innovationstätigkeit der Schweizer Industrie 1991-1993 - Eine deskriptive Analyse. *ZEW Wirtschaftsanalysen*, Jg. 2, Nr. 4, S. 345-370, Mannheim.
- Audretsch, D. B. und Z. J. Acs (1991), New-Firm Startups, Technology, and Macroeconomic Fluctuations. Discussion Paper FS IV 91-17, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin.
- Audretsch, D. B. und T. Mahmood (1991a), The rate of Hazard Confronting New Firms and Plants in U.S. Manufacturing. Discussion Paper FS IV 91-7, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin.

- Audretsch, D. B. und T. Mahmood (1991b), The hazard rate of new establishments: A first report, *Economics Letters*, 36, S. 409-412.
- Bathelt, H. (1989), The evolution of key technology centres in North America: A comparative analysis, *Geographische Zeitschrift*, 77, S. 89-107.
- Bathelt, H. (1991), Schlüsseltechnologie-Industrien: Standortverhalten und Einfluß auf den regionalen Strukturwandel in den USA und in Kanada, Berlin.
- Beier, F.-K. (1984), Patentschutz - weltweit Grundlage technischen Fortschritts und industrieller Entwicklung, in: K. H. Oppenländer (ed.), *Patentwesen, technischer Fortschritt und Wettbewerb*, S. 29-46, Berlin.
- BMBF (1993), *Bundesbericht Forschung 1993*, Bonn.
- BMWi (1995), *Kleine und mittlere Unternehmen: Wettbewerbsfähigkeit und Technologie, Dokumentation 3*, Bonn.
- Boretzky, M. (1975), Trends in U.S. Technology: A Political Economist's View, *American Scientists*, 63, S. 70-82.
- Breheny, M. J. und R. McQuaid (1988), Introduction, in: Breheny, M. J. und R. McQuaid (eds.). *The Development of High Technology Industries: An international Survey*, New York, S. 1-9.
- Britton, J. (1987), High Technology Industry in Canada: Locational and Policy Issues of the Technology Gap, in: M. J. Breheny und R. McQuaid (eds.), *The Development of High Technology Industries: An international Survey*, New York. S. 143-191.
- Brockhaus-Enzyklopädie (1994), 19. Auflage, Mannheim.
- Burgan, J. U. (1985), Cyclical Behaviour of High Tech Industries, *Monthly Labor Review*, 108, S. 9-15.
- Butchart, R. L. (1987), A new UK definition of the High technology industries. *Economic Trends*, No. 400, S. 82-88.
- Clark, J. C. Freeman und L. Soete (1981), Long waves, inventions, and innovations. *Futures*, Vol. 13, 4, S. 308-322.
- Cohen, W. und R. Levin (1989), Empirical Studies of Innovation and Market Structure. in: R. Schmalensee und R. D. Willig (eds. ), *Handbook of Industrial Organization*. Vol. II, Chapter 18, S. 1059-1105.
- Davis, L. (1982), New Definition of 'High Tech' reveals that US Competitiveness in this Area has been declining, *Business America*, S. 22-28.
- Decker, C. (1990), High-Tech-Industrie im regionalen Vergleich: Eine Untersuchung der technologieintensiven Elektroindustrie in Niedersachsen, Berlin.
- Devinney, T. M. (1993), How well do patents measure new product activity?, *Economic Letters*, 41, S. 447-450.
- Dietz, J.-W. (1989), Gründung innovativer Unternehmen, *Neue betriebswirtschaftliche Forschung*, Bd. 56, Wiesbaden.
- Diwan, R. und C. C. Chakraborty (1991), *High Technology and International Competitiveness, Prager Studies in American Industry*, New York.
- Erber G. (1993), Catching Up or Falling Behind: Relative Differences in Productivity and Price Competitiveness between U.S. and German Industries, 1960-1985, *Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung*, Berlin.
- Ewers, H.-J. und T. Wein (1993), Der Begründungszusammenhang zur Förderung der jungen Technologieunternehmen, *Diskussionspapier 173*, Technische Universität Berlin.
- Faust, K. und H. Schedl (1984), Internationale Patentdaten: Ihre Nutzung für die Analyse technologischer Entwicklungen, in: K. H. Oppenländer (ed.), *Patentwesen, technischer Fortschritt und Wettbewerb*, München.

- Felder, J., D. Harhoff, G. Licht, E. Nerlinger und H. Stahl (1994a), Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Ergebnisse der Innovationserhebung 1993, ZEW-Dokumentation 94-01, Mannheim.
- Felder, J., D. Harhoff, G. Licht, E. Nerlinger und H. Stahl (1994b), Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Methodenbericht zu den Ergebnissen der Innovationserhebung 1993, ZEW-Dokumentation 94-05, Mannheim.
- Flaig, G. und V. Steiner (1993), Searching for the „Productivity Slowdown“: Some Surprise Findings from West German Manufacturing, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 75, S. 57-65.
- Freeman, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, Second Edition, London.
- Fritsch, M. (1989), Besonderheiten der Beschäftigungsentwicklung von jungen Technologieunternehmen im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland, Gutachten des Instituts für Stadtforschung und Strukturpolitik GmbH an den Bundesminister für Forschung und Technologie, Berlin.
- Fritsch, M. (1990), „Wachstumsmotor“ junge Technologieunternehmen! Zu Besonderheiten der Beschäftigungsentwicklung von jungen Technologieunternehmen im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland, *Internationales Gewerbearchiv, Zeitschrift für Klein- und Mittelunternehmen*, St. Gallen.
- Gehrke, B. und H. Grupp (1994), Innovationspotential und Hochtechnologie, Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb, Schriftenreihe des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Hannover.
- Gerybadze, A. (1991), Erfahrungen aus dem Modellversuch „Förderung technologieorientierter Unternehmensgründungen (TOU)“, in: P. Oberender und M. E. Streit (eds.), *Marktwirtschaft und Innovation*, S. 123-157, Baden-Baden.
- Glasmeier, A. (1986), *The Structure, Location and Role of High Technology Industries in the U.S. Regional Development*, Berkeley, University of California.
- Glasmeier, A., A. Markusen und P. Hall (1983), *Defining high technology industries*, Institute of Urban and Regional Development, Working Paper No. 407, University of California, Berkeley.
- Greene, R., P. Harrington und R. Vinson (1983), *High Technology Industry: Identifying and Tracking Emerging Sources of Employment Strength*, *New England Journal of Employment Training*, Vol. 2, S. 112-118.
- Grenzmann, C., R. Marquardt, C. Revermann und J. Wudtke (1994), *Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1991 - mit ersten Daten bis 1993*, Essen.
- Griliches, Z. (1984), Introduction, in: Griliches, Z. (ed.), *R&D, Patents and Productivity*, University of Chicago Press, Chicago, S. 1-19.
- Griliches, Z. (1990), Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey, *Journal of Economic Literature*, Vol. 28, S. 1661-1707.
- Griliches, Z. (1989), Patents: Recent Trends and Puzzles, *Brookings papers on Economic Activities, Microeconomics*, S. 291-330.
- Grupp, H. und H. Legler (1989), Strukturelle und technologische Position der Bundesrepublik Deutschland im internationalen Wettbewerb, Bericht für das BMFT, Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung und Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Hannover und Karlsruhe.
- Hall, P., M. Breheny, R. McQuaid und D. Hart (1987), *Western sunrise: The genesis and growth of Britain's major high tech corridor*. London.
- Harhoff, D. (1991), R&D Incentives and Spillovers in a Two-Country Model, Discussion-Paper No. 91-06, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.

- Harhoff, D. und G. Licht (1994), FuE und Innovationen: Meßversuche an einem Eisberg, mimeo, Mannheim.
- Henckel, D. und B. Hollbach (1991), Neue Techniken auf alten Flächen: Der Beitrag technikin-  
tensiver Betriebe zur Revitalisierung des Ruhrgebiets, Berlin.
- Höppel, G. (1990), Standortmerkmale US-Amerikanischer High-Technology-Industrien: Eine intra-  
regionale Untersuchung am Fallbeispiel des Colorado Front Range Corridors, Berlin.
- HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung (1980): Analyse der strukturellen Entwicklung der  
deutschen Wirtschaft, Strukturbericht 1980, Materialband 1, Hamburg.
- Institute (1988), Business and Industrial Development Handbook, Washington, D.C., S. 42-46.
- Jung, H.-U. (1986), Branchenstrukturen als Erklärungsfaktoren für regionalwirtschaftliche Ent-  
wicklungsparitäten, Information zur Raumentwicklung, S. 859-871.
- Jong, M. W. de (1987), New economic activities and regional dynamics, Nederlandse Geogra-  
fische Studies 38, Amsterdam.
- Keeble, D. (1991), High-Tech Industry in Großbritannien und das Cambridge-Phänomen, Geogra-  
fische Rundschau, 43, S. 21- 25.
- Kleinknecht, A. (1981), Observations on the Schumpeterian swarming of innovations, Futures,  
Vol. 13, S. 293-307.
- Kleinknecht, A. (1992), A pre-test of innovation survey questions in five countries. Synthesis  
report, Report for the meeting of the EC Task Force 'Innovation' on 12. March 1992 at  
Luxembourg.
- Kleinknecht, A. (1993), Why do we need new Innovation Output Indicators, in: Kleinknecht, A.  
und D. Bain (eds.), New Concepts in Innovation Output Measurement, New York, S.  
1-9.
- Kelly, R. (1976), Alternative Measurement of Technology-Intensive Trade, U.S. Department of  
Commerce.
- Kelly, R. (1977), The Impact of Technological Innovation on International Trade Patterns, U.S.  
Department of Commerce.
- Kelly, R. (1987), The entrepreneurship dilemma, in: Kao, R. W. und R. M. Knight, Entrepre-  
neurship and new venture management, S. 99-101.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1982), Die Wettbewerbsfähigkeit der Industrien  
der Gemeinschaft, Luxemburg.
- Legler, H. (1982), Zur Position der Bundesrepublik Deutschland im internationalen Wettbewerb,  
Forschungsbericht des Niedersächsischen Instituts für Wirtschaftsforschung,  
Hannover.
- Legler, H. (1986), Zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Bundesrepublik Deutschland bei  
technologieintensiven Produkten, NIW-Vortragsreihe, Bd. 2, Hannover.
- Legler, H., H. Grupp, B. Gehrke und U. Schasse (1992), Innovationspotential und Hochtechno-  
logie: Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb, Heidel-  
berg.
- Legler, H. (1993), Regionalverteilung von industrieller Forschung und Entwicklung, Technologie  
und Management, 42. Jg., Heft 2, S. 65-73.
- Lemper, A., A. Sell, R. Shams und K. Wohlmuth (1986), Bremen als Standort für Hochtechnolo-  
gie, Universität Bremen.
- Lerner, J. (1993), Innovation and the Structure of High-Technology Industries, Research on Tech-  
nological Innovation, Management and Policy, Vol. 5, S. 89-107.
- Levin, R., R. Nelson, A. Klevorick und S. Winter (1987), Appropriating the returns from Industrial  
Research and Development, Bookings Papers on Economic Activity, No. 3.

- Mahmood, T. (1991), Does the Hazard Rate for New Plants vary between Low- and High-Tech Industries?, Discussion Paper FS IV 91-28, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin.
- Maidique, M. A. und R. H. Hayes (1984), The art of high-technology management, *Sloan Management Review*, 25(2), S. 17-31.
- Malecki, E. J. (1991), Technology and economic development: The dynamics of local, regional, and national change, New York.
- Mansfield, E. (1985), How rapidly does new industrial technology leak out?, *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 34, 2, S. 217-223.
- Mansfield, E. (1986), Patents and Innovation: an empirical study, *Management Science*, Vol. 32, 2, S. 173-181.
- Mansfield, E. und R. Nelson (1990), On the complex economics of patent scope, *Columbia Law Review*, Vol. 90, 4, S. 839-916.
- Markusen, A. R. (1986), Defense spending and the geography of high-tech industries, in: Rees, J. (ed.), *Technology, regions, and policy*, S. 94-119.
- Markusen, A. R. und R. Bloch (1985), Defense cities: Military spending, high technology, and human settlements, in: Castells, M. (ed.), *High technology, space, and society*, S. 106-120.
- Markusen, A., P. Hall und A. Glasmeier (1986), *High Tech America: The what, how, where and why of the sunrise industries*, London.
- McQuaid, R. W. und R. Langridge (1984), *Defining High Technology Industry*, Paper presented to the annual conference of the British Section of the Regional Science Association, Canterbury.
- MDES (1979), *High technology's impact on the Massachusetts economy since 1971*, Boston.
- MDES (1985), *High technology's impact on the Massachusetts economy since 1976*, Boston.
- Morrison, C. (1992), *A Microeconomic Approach to the Measurement of Economic Performance: Productivity Growth, Capacity Utilization, and related Performance Indicators*, New York.
- National Science Foundation (1978), *Research and Development in Industry, Surveys of Science Resource Series*, Washington D.C.
- National Science Foundation (1986), *Science and Engineering Indicators*, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- National Science Foundation (1987), *Science and Engineering Indicators*, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Nerlinger, E. (1995), *Die Gründungsdynamik in technologieorientierten Wirtschaftszweigen: Eine Analyse der IAB-Beschäftigtenstatistik*, Discussion-Paper No. 95-18, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung Mannheim.
- Oakey, R. P. (1979), *An Analysis of the Spatial Distribution of Significant British Industrial Innovations*, Discussion Paper No. 25, Centre for Urban and Regional Development Studies, University of Newcastle Upon Tyne.
- Oakey, R. P. (1985), Innovation and regional growth in small high technology firms: Evidence from Britain and the USA. in: Storey, D. (ed.), *Small Firms and Regional Development, Britain, Ireland and the United States*, S. 135-165, Cambridge University Press.
- Oakey, R. P. (1991), High Technology industries and the peace dividend: A comment on future national and regional industrial policy, *Regional Studies*, Vol. 25, S. 83-86.
- Oakey, R. P., R. Rothwell und S. Cooper (1988), *Management of Innovation in high technology small firms*, London.
- Office of Technology Assessment, U.S. Congress (1984), *Technology, Innovation, and Regional Economic Development*, Washington D.C.

- OECD (1985), Trade in High Technology Products, An Initial Contribution to the statistical Analysis of Trade Patterns in High Technology Products, DSTU/SPR/84.66, 1st rev., Paris.
- OECD (1986), OECD Science and Technology Indicators, No. 2, R&D, Invention and Competitiveness, Paris.
- OECD (1992), Technology and the Economy - The key relationships, Paris.
- OECD (1993), Frascati Manual, The Measurement of Scientific and Technological Activities, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, Paris.
- Pavitt, K. (1984), Sectoral patterns of technological change: Towards a taxonomy and a theory, *Research Policy*, 13, S. 343-373.
- Palda, K. S. (1986), Technological intensity: Concept and measurement, *Research Policy*, 15, S. 187-198.
- Pottier, C. (1988), The Location of High Technology Industries in France, in: M. J. Breheny und R. McQuaid (eds.), *The Development of High Technology Industries: An international Survey*, New York, S. 192-222.
- Rees, J. (1979), Technological change and regional shifts in American manufacturing, *Professional Geographer*, Vol. 31, S. 45-54.
- Richie, R. W., D. E. Hecker und J. U. Burgan (1983), High-Technology Today and Tomorrow: A Small Slice of the Employment Pie, *Monthly Labor Review*, 106, S. 50-58.
- Rügemer, W. (1985), *Neue Technik - alte Gesellschaft, Silicon Valley: Zentrum der neuen Technologien in den USA*, Köln.
- Scherer, F. (1992), *Research on Patents and the Economy: The State of the Art*, Harvard University, mimeo.
- Scott, A. J. (1986), High Technology Industry and Territorial Development: The Rise of the orange county complex, 1955-1984, *Urban Geography*, Vol. 7, 1, S. 3-45.
- Schwitalla, B. (1993), *Messung und Erklärung industrieller Innovationsaktivitäten*, Heidelberg.
- Schwitalla, B. und H. Grupp (1994), *Measuring and Explaining Industrial Innovation Activities: An empirical Analysis of West German Firms*, Paper presented at the Conference on „Productivity, R&D and Innovation at the Firm Level“, June 22-24, 1994, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung in Mannheim.
- Shams, R. (1986), Hochtechnologieproduktionen: Problematik und Definitionsversuche, in: Lemper, A., R. Shams, A. Sell und K. Wohlmuth (eds.), *Bremen als Standort für Hochtechnologie*, Universität Bremen, S. 12-30.
- SV-Wissenschaftsstatistik (1995), *Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft - Ergebnisse 1991, 1992, 1993, Planung 1994*.
- Technical Marketing Associates (1979), *High technology enterprise in Massachusetts - its role and its concerns*, Cambridge.
- Thompson, C. (1987), Definitions of 'high technology' used by state programs in the USA: a study of variation in industrial policy under a federal system, *Environment and Planning C: Government and Policy*, Vol. 5, S. 417-431.
- Toretto, J. (1990), *High technology industry and material linkages in the Toronto region*, Waterloo (Ontario).
- Trajtenberg, M. (1990), A penny for your quotes: patents citations and the value of innovations, *RAND Journal of Economics*, Vol. 21, No. 1, S. 172-187.
- Vahlens großes Wirtschaftslexikon (1993), 2. Auflage, München.
- Verspagen, B. (1994), *Technology Indicators and Economic Growth in the European Area: Some Empirical Evidence*, Paper prepared for the CEPR project on „Comparative Experience of Economic Growth in Postwar Europe, Netherlands“.

Van Duijn, J. J. (1981), Fluctuations in innovations over time, *Futures*, Vol. 13, S. 264-275.  
Walker, R. A. (1985), Technological determination and determinism: Industrial growth and location, in: Castells, M. (ed.), *High technology, space and society*, S. 226-264.