



Fraunhofer Institut
System- und
Innovationsforschung

Patente in Europa und der Triade - Strukturen und deren Veränderung -

Rainer Frietsch

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 9-2007

Fraunhofer Institut für
System- und Innovationsforschung
Breslauer Str.48
76139 Karlsruhe
<http://www.isi.fraunhofer.de>

Stand: März 2007

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) erstellt. Die Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Das BMBF hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss genommen.

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 9-2007

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Hannoversche Str. 28-30, 10115 Berlin,
Tel.: 01888/57-0.

www.technologische-leistungsfahigkeit.de

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des BMBF oder des Instituts reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Kontakt und weitere Informationen:

Rainer Frietsch

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung

Abteilung Technikbewertung und Innovationsstrategien

Breslauer Straße 48

76139 Karlsruhe

Tel: +49-721-6809-197

Fax: +49-721-6809-260

Email: rainer.frietsch@isi.fraunhofer.de

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	METHODISCHE VORBEMERKUNGEN	3
3	ENTWICKLUNG DES INTERNATIONALEN PATENTAUFKOMMENS	8
3.1	GENERELLE UND METHODISCHE VORBEMERKUNGEN	8
3.2	AKTUELLE ENTWICKLUNGEN BEI TRIADE-PATENTEN.....	10
4	STRUKTURELLE ENTWICKLUNG IM FORSCHUNGSINTENSIVEN SEKTOR	15
4.1	SPITZENTECHNOLOGIE UND HOCHWERTIGE TECHNOLOGIE	16
4.2	STRUKTUREN INNERHALB DER HOCHTECHNOLOGIE	20
5	ENTWICKLUNG DER INTERNATIONALEN TECHNOLOGIE-KOOPERATIONEN	27
5.1	KO-PATENTE NACH TECHNOLOGIEBEREICHEN.....	28
6	TECHNOLOGIEZYKLEN AM BEISPIEL AUSGEWÄHLTER UMWELTTECHNOLOGIEN	33
6.1	DER UNTERSUCHUNGSANSATZ	33
6.2	ERGEBNISSE DER EMPIRISCHEN ANALYSEN.....	34
7	ZUSAMMENFASSUNG	42
8	LITERATURVERZEICHNIS	45

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tab. 3-1:	<i>Absolute Zahl der Triade-Patente, Intensitäten und Wachstumsraten für das Jahr 2004</i>	11
Tab. 3-2:	<i>Jährliche Veränderung der Anzahl der Patentanmeldungen in der Triade, 1991-2004</i>	13
Tab. 4-1:	<i>Intensitäten (Patente pro 1 Mio. Erwerbspersonen) ausgewählter Länder im Bereich der Hochtechnologie und der weniger FuE-intensiven Technologien 1991 - 2004</i>	17
Tab. 4-2:	<i>Wachstum der Patentanmeldungen in ausgewählten Ländern 2004 (1997=100)..</i>	18
Tab. 4-3:	<i>Spezialisierung ausgewählter Länder auf Spitzen- und hochwertige Technologie 1991 - 2004</i>	19
Tab 4-4	<i>Absolute Zahl, Spezialisierung und Wachstum der Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt der Prioritätsjahre 2002-2004 vier ausgewählter Länder/Regionen nach Feldern der Hochtechnologie-Liste (sortiert nach Wachstumsraten Deutschlands).....</i>	21
Tab. 5-1:	<i>Anteile ausgewählter Partnerländer an den Ko-Patenten Deutschlands, 1991 und 2004</i>	30
Tab. 5-2:	<i>Kooperationsintensität (Ko-Patente pro 1000 Patente aus Deutschland), 2000-2004</i>	32
Tab. 6-1:	<i>Phasenindikatoren im Bereich Lärmschutz und -messung</i>	36
Tab. 6-2:	<i>Phasenindikatoren im Bereich Windenergie</i>	38
Abb. 4-1:	<i>Spezialisierung Deutschlands in der Hochtechnologie.....</i>	23
Abb. 4-2:	<i>Spezialisierung der USA in der Hochtechnologie.....</i>	24
Abb. 4-3:	<i>Spezialisierung Japans in der Hochtechnologie.....</i>	25
Abb. 4-4:	<i>Spezialisierung der EU-15 in der Hochtechnologie</i>	26
Abb. 5-1:	<i>Internationale Ko-Patente ausgewählter Länder mit OECD-Ländern, 2004.....</i>	29
Abb. 5-2:	<i>Internationale Ko-Patente ausgewählter Länder nach Technologiefeldern, 2004.</i>	30
Abb. 5-3:	<i>Entwicklung der Anteile ausgewählter Partnerländer an deutschen Ko-Patenten, 1991-2004.....</i>	31
Abb. 6-1:	<i>Technologiezyklen-Modell nach Meyer-Krahmer und Dreher.....</i>	33
Abb. 6-2:	<i>Entwicklung der Patente und Publikationen 1974-2004: Lärmschutz und –messung.....</i>	35
Abb. 6-3:	<i>Entwicklung der Patente und Publikationen 1974-2004: Windenergie.....</i>	37
Abb. 6-4:	<i>Entwicklung der Patente und Publikationen 1974-2004: Solarenergie.....</i>	38
Abb. 6-5:	<i>Entwicklung der Patente und Publikationen 1974-2004: Luftreinhaltung und -messung.....</i>	40

1 Einleitung

Die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands verwendet ein breites Set an Innovationsindikatoren zur Beschreibung des deutschen Innovationssystems in zeitlich und international vergleichender Perspektive. Diese reichen von Ressourcenindikatoren wie beispielsweise Ausgaben für Forschung und Entwicklung oder dem Humankapital der Beschäftigten bis hin zu Fortschrittsindikatoren wie beispielsweise Exporte von Hochtechnologie-Gütern oder Gründungen von Unternehmen in Branchen der modernen Technologien und Dienstleistungen. Entsprechend dieser Typologie von Ressourcen-, FuE-Ertrags- und Fortschrittsindikatoren (Grupp 1997) lassen sich Patente als „intermediäres“ Element begreifen. Sie bilden einerseits als FuE-Ertragsindikator den Innovationserfolg ab, denn es kann ein enger Zusammenhang der Investitionen in die Forschung und dem Output in Form von Patenten hergestellt werden. Andererseits bilden die technischen Innovationen, wie sie sich in Patenten niederschlagen, einen Input in den weiteren Prozess der Umsetzung und Verwertung technischer Neuerungen. Denn es ist bei Weitem nicht damit getan, eine Erfindung zu tätigen, sondern zur Innovation gehört gleichzeitig noch die Implementierung und die Durchsetzung am Markt, d.h. die Diffusion der Invention. Aus dieser Perspektive zeigen Patente also das Potenzial der zukünftigen technologischen Leistungsfähigkeit an.

Als Innovationsindikator beziehen sich Patente in erster Linie auf technische Innovationen, während weitere Komponenten und Dimensionen des Innovationsprozesses nicht unmittelbar abgebildet werden können. Patente stellen damit einerseits nur einen Teil des Innovationsoutput dar und umfassen andererseits lediglich einen Teil des kodifizierten Wissens. Bezogen auf die Gesamtheit der formellen Schutzrechtsformen, wie beispielsweise Marken, Geschmacks- und Gebrauchsmuster, oder auch Urheberrechte, nehmen Patente eine herausgehobene Stellung ein, da sie einer Reihe von formellen Anforderungen genügen müssen, die für andere Schutzrechtsformen nicht in gleicher Weise gelten. Hinzu kommt, dass durch Patente den Anmeldern eine Sicherung von Monopolrenten zugestanden wird, mittels derer die Innovatoren ihre Aufwendungen im Forschungs- und Entwicklungsprozess absichern können.

Diese Untersuchung reiht sich in den Indikatoren-Kranz ein, der in verschiedenen Studien dieser Reihe bei der Analyse der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands zum Einsatz kommt. Zwar wird an dieser Stelle explizit der Patentindikator einer näheren Betrachtung unterzogen, die Interpretation der Ergebnisse und vor allem die ganzheitliche Betrachtung des deutschen Innovationssystems in zeitlicher und internationaler Perspektive, muss stets vor dem Hintergrund der Gesamtergebnisse des Berichtssystems gesehen werden. Insofern ist die hier präsentierte Detailanalyse lediglich ein Aspekt der Gesamtanalyse.

Das Berichtssystem zur Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands ist so angelegt, dass neben den zentralen und immer wieder kehrenden Indikatoren stets eine von Berichtsjahr zu Berichtsjahr variierende Schwerpunktsetzung vorgenommen wird. Daher aktualisiert und erweitert diese Studie zum deutschen Innovationssystem in Teilen frühere Untersuchungen dieser Reihe, greift aber nicht alle Aspekte auf, so dass mit einem Blick auch in frühere Berichte ein breiteres Bild erreicht werden kann. Umgekehrt werden einzelne Aspekte tiefer gehend und mit einer anderen Schwerpunktsetzung eingebracht, so dass auch solche Aspekte Einzug finden, die in früheren Studien nicht oder nicht in der gleichen Weise behandelt wurden. Diese Analysen finden sich beispielsweise in Frietsch (2006) oder in Frietsch und Schmoch (2006).

Diese Studie ist wie folgt aufgebaut. Zunächst werden die Methoden und die Vorgehensweise bei der Verwendung des Patentindikators dargestellt. Kapitel 3 beinhaltet die Darstellung der Triade-Patente ausgewählter Volkswirtschaften zwischen 1991 und 2003. Das vierte Kapitel diskutiert die Entwicklung der Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt (EPA) seit Beginn der 1990er Jahre in den drei Bereichen Spitzen-, hochwertige und weniger FuE-intensive Technologien für ein Set von zwölf ausgewählten Ländern. Das fünfte Kapitel stellt schließlich die internationalen Kooperationen zur Technologiegeneese (Ko-Patente) insbesondere aus der bundesdeutschen Perspektive dar, wobei neben der Gesamtentwicklung in dieser Studie ein besonderes Augenmerk auf Patente im Bereich Maschinenbau gelegt wird. Abschließend werden für vier ausgewählte Umwelttechnologien Technologiezyklen dargestellt und diskutierte ehe eine Zusammenfassung den Bericht abschließt.

2 Methodische Vorbemerkungen

Von entscheidender Bedeutung für die Bewertung der Patentdaten ist, welche Anmeldungen an welchem Patentamt den Untersuchungen zu Grunde gelegt werden. Das deutsche Patent- und Markenamt mit Sitz in München gehört sicherlich zu den wichtigsten Patentämtern in Europa. Im Zeichen globaler Märkte und eines internationalen Wettbewerbs sind jedoch für international vergleichende Analysen von Innovationssystemen das US-amerikanische (USPTO), das japanische (JPO) und insbesondere das Europäische Patentamt (EPA) in dem hier interessierenden Zusammenhang von besonderem Interesse. Des Weiteren gibt es seit längerer Zeit die so genannte „Patent Cooperation Treaty“ (PCT), welche es Anmeldern unter einem einheitlichen Verfahren ermöglicht, Patente in verschiedenen (unterzeichnenden) Ländern anzumelden. Zuständig hierfür ist die „World Intellectual Property Organisation“ (WIPO) mit Sitz in Genf. Derzeit sind 183 Länder als Mitglied der WIPO registriert (siehe http://www.wipo.int/directory/en/member_states.jsp), von denen allerdings lediglich 127 zu den Vertragsparteien des PCT-Verfahrens zählen. Im Jahr 1990 waren es noch lediglich 45 Länder gewesen und im Jahr 1999 bereits 104.

Für die im Rahmen dieses Berichtssystems durchgeführten Analysen wurden in erster Linie Anmeldungen am Europäischen Patentamt und Anmeldungen unter dem PCT-Verfahren verwendet. Diese Zahlen wurden neben Gründen der internationalen Vergleichbarkeit und der Aktualität der verfügbaren Daten nicht zuletzt deshalb ausgewählt, weil der europäische Markt bzw. die einzelnen nationalen Märkte in Europa zu den wichtigsten Märkten in der Welt zählen und auch deswegen für deutsche Unternehmen von besonderer Bedeutung sind. Im Folgenden wird zunächst ein kurzer und zusammenfassender Überblick über Patentverfahren im Allgemeinen und über wesentliche Merkmale der jeweiligen Verfahren am EPA bzw. bei der WIPO gegeben. Für einen ausführlicheren Überblick siehe bspw. Grupp, Schmoch 1999; OECD 2004a; Schmoch 1990; Schmoch 1999.

Für die Erteilung von Patenten gibt es im Wesentlichen drei Kriterien (vgl. bspw. Schmoch 1990): Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit. Neuheit bedeutet dabei nicht nur, dass die zur Anmeldung kommende Erfindung für das jeweilige Unternehmen oder an dem jeweiligen Amt neu sein muss, sondern bis zu diesem Zeitpunkt an keinem anderen Patentamt der Welt eine Anmeldung stattgefunden haben darf, die einen entsprechenden Gegenstand hat. Bei der erfinderischen Tätigkeit – häufig auch Erfindungshöhe genannt – handelt es sich um den Anspruch, dass eine über den gegenwärtigen Stand der Technik deutlich hinausgehende Neuerung enthalten sein muss. Das dritte Kriterium der gewerblichen Anwendbarkeit ist im Allgemeinen erfüllt, da eine Patentanmeldung selbst, sowie der vorausgehende Forschungsprozess, mit nicht unerheblichen (monetären) Aufwendungen verbunden ist, die eben gerade mit Hilfe des Patentschutzes mindestens ausgeglichen werden sollen.¹

Das Europäische Patentamt hat seit seiner Eröffnung im Jahre 1978 immer mehr Interesse seitens der Anmelder gewonnen und wurde so zum wichtigsten Patentamt in Europa. Gleichzeitig hat es jedoch die nationalen Ämter nicht obsolet werden lassen, da das Verfahren einer Europäischen Anmeldung

¹ Es gibt aus Sicht der Anmelder natürlich auch andere Gründe, ein Patent anzumelden. So können Patente beispielsweise auch strategisch angemeldet werden, um andere von einer entsprechenden Anmeldung abzuhalten oder um in Lizenzverhandlungen mit Eigentümern anderer Patente ebenfalls etwas in der Hand zu haben, ohne dass man selbst ein direktes Interesse an der Verwertung des Gegenstandes des Patents hat. Es handelt sich dann jedoch um eine indirekte gewerbliche Anwendung.

nach der Prüfungsphase weiterhin in nationale Patente mündet.² Während vor Einführung des Europäischen Amtes die Anmeldung in mehreren europäischen Ländern über die jeweiligen nationalen Ämter geschehen musste, besteht heute die Möglichkeit der Anmeldung am EPA und der Benennung mehrerer Ziel- bzw. Bestimmungsländer.³ Mit der Einführung des EPA ist somit in erster Linie das Verfahren für die Anmeldung vereinfacht und für die Anmelder kostengünstiger geworden, sofern sie mehr als ein Zielland bestimmen.

Am Europäischen Patentamt beträgt der Zeitverzug zwischen Erst-Anmeldung (Priorität) und Veröffentlichung in den Patent-Datenbanken 18 Monate. Somit ist ein Jahrgang im Juli des übernächsten Jahres vollständig enthalten. Dabei handelt es sich jedoch um die Anmeldungen, nicht um erteilte Patente. Bis zur Erteilung eines Patentes können unter Umständen zwischen 2 und 4 Jahre ab Prioritätsdatum vergehen, d. h. nach der Publikation der Anmeldung vergehen nochmals bis zu 30 Monate, ehe ein Patent tatsächlich erteilt wird. In den hier verwendeten Patentstatistiken werden die Anmeldungen mit den jeweiligen Erstanmeldejahren (Prioritäten) verwendet, da einerseits hierdurch eine deutlich höhere Aktualität gewährleistet werden kann und andererseits hinter jeder Anmeldung eine erfinderische Tätigkeit vermutet werden kann. Denn – dies wurde bereits dargestellt – die formellen Anforderungen an Patente wirken hier als ein wichtiger Filter. Bei einer Beschränkung auf die erteilten Patente würden nur solche Erfindungen gezählt, die bereits eine längere Zeit zurückliegen und es würden Innovationen aus verschiedenen Jahrgängen vermischt werden, wodurch ein Zusammenhang mit beispielsweise den Innovationsaufwendungen in bestimmten Jahren nicht mehr hergestellt werden könnte. Insbesondere aber würden lediglich solche Erfindungen berücksichtigt, die bis zur Erteilung aufrechterhalten werden. Es gibt jedoch verschiedene Gründe, weshalb ein Anmeldeprozess nicht bis zur Erteilung weitergeführt wird, die mit der Eigenschaft der Patente als Innovationsindikator nicht unmittelbar zu tun haben, denn die Kriterien der Anmeldungen gelten auch für diese Patente.⁴ Hier ist beispielhaft zu nennen, dass eine unmittelbare Anwendung in einem Produkt vom Anmelder selbst gar nicht angestrebt wird, aber andere von der Anmeldung abgehalten werden sollen, um die eigene Möglichkeit der Anwendung und damit den eigenen technologischen Handlungsraum zu erhalten. Dies ist der so genannte passive Schutz. Patente spielen auch im Marketing vieler Unternehmen oder bei der Mitarbeitermotivation eine wichtige und zunehmende Rolle. Patente nehmen also weitere – strategische – Funktionen ein, die über den eigentlichen aktiven Schutz hinausgehen (Blind et al. 2003; Blind et al. 2006). Dies alles kann jedoch bereits mit einer Anmeldung und der Veröffentlichung dieser Anmeldung erreicht werden, während eine Patenterteilung häufig für die Erfüllung dieser Zwecke gar nicht notwendig ist. Dies zumal der Anmeldeprozess selbst bereits sehr kostenaufwändig ist. Ab der Erteilung eines Patentes fallen jedoch jährliche Gebühren an, die mit jedem zusätzlichen Jahr, in dem das Patent aufrecht erhalten wird,

² Natürlich gibt es weitere Gründe für die weitere Existenz der nationalen Patentämter. Zum Einen ist es nach wie vor möglich rein nationale Patente anzumelden. Des Weiteren ist es bspw. auch möglich, dass eine nationale Anmeldung erst in einem zweiten Schritt zu einer Anmeldung am Europäischen Amt führt. Außerdem sind die nationalen Ämter gleichzeitig auch Prüfungs- und Recherche-Institutionen.

³ Die Ziel- bzw. Bestimmungsländer, die sich durch das Europäische Patentamt repräsentieren lassen, gehen über die Mitglieder der Europäischen Union hinaus. So ist bspw. auch die Schweiz der Europäischen Patentübereinkunft beigetreten, jenem Vertrag, der das Europäische Patentamt erst ermöglicht. Das EPA ist auch rein rechtlich keine Institution der EU.

⁴ Auch in den 18 Monaten zwischen Priorität und Veröffentlichung reduziert sich die Zahl der Anmeldungen deutlich, so dass auch in den hier vorgestellten Analysen nicht alle jemals angemeldeten Patente enthalten sind. Die Hauptgründe für die Reduktion der Anzahl sind die formellen Kriterien, die von einigen Patentanmeldungen eben nicht erfüllt werden sowie eine Rücknahme der Anmeldung durch den Anmelder teilweise auf Grund der Erkenntnis, dass die formellen Kriterien nicht erfüllt werden können. Hier kann beispielsweise der Anmelder im Zeitraum nach der Anmeldung erfahren, dass eine entsprechende Anmeldung bereits vorliegt – und damit das Neuheitskriterium verletzt ist – oder der zu erwartende ökonomische Nutzen der Anmeldung die Kosten nicht rechtfertigt.

ansteigen. Ein Anmelder muss also gute, hauptsächlich ökonomische Gründe haben, welche die Aufrechterhaltung eines erteilten Patents rechtfertigt.

Eine weitere Möglichkeit der internationalen Anmeldung von Patenten kann über das bereits erwähnte PCT-Verfahren (PCT = Patent Cooperation Treaty) erfolgen, wofür die Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO) zuständig ist. Erfinder haben hierbei die Möglichkeit in den unterzeichnenden Ländern des PCT-Vertrages Patente über ein zentrales Verfahren anzumelden, die dann zu einem späteren Zeitpunkt in eine nationale bzw. regionale (z. B. am Europäischen Patentamt) Phase übergehen. Am Ende dieses Verfahrens stehen also ebenfalls nationale Patente. Der wesentliche Vorteil dieses Verfahrens ist es, dass die Anmeldung in der eigenen Sprache und nicht zwangsläufig in der Sprache des jeweiligen Bestimmungslandes abgefasst werden muss. Der zweite große Vorteil für die Anmelder besteht darin, dass es die Möglichkeit einer vorläufigen internationalen Prüfung der Anmeldung gibt, die neben einem unverbindlichen Prüfungsbericht eine zeitliche Verschiebung des Eintritts in die nationale Phase auf 30 Monate nach dem Prioritätsdatum zur Folge hat. Damit entstehen die wesentlichen Kosten 18 Monate später als mit dem herkömmlichen Verfahren, zu einem Zeitpunkt also, zu dem der Anmelder über die Erfolgsaussichten des Patents mehr Erkenntnisse hat und somit leichter über eine Fortführung des Antrages entscheiden kann. Der wesentliche Nachteil für die statistische Analyse von PCT-Anmeldungen besteht darin, dass sich im Zeitverlauf überhöhte Wachstumsraten ergeben. Das PCT-Verfahren wurde zwar bereits im Jahre 1978 eingeführt, wurde aber erst nach einer Vereinfachung des Anmeldeverfahrens Anfang der 90er Jahre in breiterem Maß angenommen (vgl. Schmoch 1999: 122). Die erheblichen Wachstumsraten der PCT-Patente sind daher zu einem großen Teil auf die Umstellung der Anmelder zurückzuführen. Bei EPA-Patenten hat der Umstellungsprozess von nationalen auf europäische Anmeldungen etwa 10 Jahre gedauert. Es ist davon auszugehen, dass die Orientierung auf das PCT-Verfahren in ähnlicher Weise in den nächsten Jahren abgeschlossen sein wird. Bis dahin sind jedoch die Wachstumsraten als überhöht zu betrachten. Für die statistische Analyse der Daten des Europäischen Patentamtes werden in diesem Bericht jedoch die überführten PCT-Anmeldungen – also diejenigen, die in die regionale Phase am Europäischen Amt eingetreten sind – und die direkten Anmeldungen am Europäischen Amt verwendet. Das überhöhte Wachstum der Anmeldungen unter dem PCT-Verfahren geht dabei mit einer Reduktion der direkten Anmeldungen am EPA einher – für das EPA findet also lediglich in Teilen eine Substitution des Anmeldeweges, jedoch nicht der Anmeldungen selbst statt –, so dass die Zahlen dort nach wie vor das tatsächliche Wachstum der technologischen Innovationen widerspiegeln.

Für die Patentstatistik auf Basis der Daten am Europäischen Patentamt bedeutet dies, dass die über das PCT-Verfahren angemeldeten Patente mit einem weiteren Zeitverzug in die Datenbanken aufgenommen werden, so dass für diese Anmeldungen etwa im Januar eines jeweiligen Jahres der Prioritäts-Jahrgang vier Jahre zuvor vollständig enthalten ist.⁵ Zwar werden auch die PCT-Anmeldungen in Datenbanken 18 Monate nach Anmeldung veröffentlicht, da jedoch die Überleitung in die nationale bzw. regionale Phase deutlich später einsetzt und bis dahin der Erfinder seine Anmeldung zurückziehen oder die Bestimmungsländer einschränken kann, können die Überleitungen für die beiden letzten in der Statistik enthaltenen Jahrgänge nur geschätzt werden. Dies ist der Grund, weshalb in den entsprechenden Tabellen zur Patentstatistik – in diesem Bericht die Jahre 2002 und 2003 – lediglich hochgerechnet sind. Dabei setzen sich diese Zahlen zum Einen aus den sicheren

⁵ Beispielsweise ist seit Januar 2006 der zu überführende Teil des PCT-Jahrgang 2002 vollständig in die regionale Phase am Europäischen Patentamt eingetreten und damit auch direkt über Datenbanken des EPA abrufbar.

europäischen Direktanmeldungen und den (geschätzten) übergeleiteten PCT-Anmeldungen zusammen.

Die hier vorgestellten Daten reichen aus den genannten Gründen lediglich bis zum Prioritätsjahr 2004. Zwar werden beispielsweise in den Jahresberichten der Patentämter bereits aktuellere Daten berichtet, diese beziehen sich im Allgemeinen jedoch nicht auf Prioritäts- sondern auf Anmeldejahre. Wie bereits dargestellt, können Erstanmeldungen (Prioritäten) innerhalb eines Jahres (des Prioritätsjahres) auch an anderen Ämtern angemeldet werden, ohne sich selbst auf Grund des Neuheitskriteriums im Weg zu stehen. Wenn nun in den Jahresberichten die Anmeldejahre berichtet werden, dann ist es der Zeitpunkt, an dem die Anmeldung an dem jeweiligen Amt eingereicht wird. Gerade am europäischen Patentamt kommen die Daten mit einer Verzögerung von bis zu einem Jahr an, da es sich häufig um nationale Erstanmeldungen handelt. Das gleiche gilt für das PCT-Verfahren, wodurch auch diese Daten, von dem Zeitverzug auf Grund des besonderen Verfahrens abgesehen, eine Verzögerung aufweisen. Daneben werden die Nationalitäten der Patente im Allgemeinen nach dem Land des Anmelders und nicht des Erfinders definiert. Es wurde ebenfalls dargelegt, dass für Patente als Innovationsindikator das Erfinderland die bessere Wahl darstellt, weil es anzeigt, in welchem Land die Erfindung entstanden ist. Die Besitzverhältnisse sind für die Bewertung der Innovationsaktivitäten einzelner Volkswirtschaften von untergeordneter Bedeutung.

Die Daten am aktuellen Rand müssen also hochgerechnet werden, da die Überleitung von PCT-Patenten in die regionale Phase am Europäischen Patentamt mit einem Zeitverzug gegenüber der Priorität von weiteren ca. 18 Monaten stattfindet, insgesamt also 36 Monate nach Erstanmeldung stattfindet (Frietsch et al. 2005).

Patente sind nicht unmittelbar mit Produkten verbunden, sondern können in erster Linie nach ihren technischen Implikationen unterschieden werden. Um diese systematisch ordnen zu können, wurde eigens eine Klassifikation eingeführt – die International Patent Classification (IPC) – die bisher regelmäßig alle 5 Jahre überarbeitet und neu aufgelegt wurde. Allerdings wurde die überarbeitete Fassung des Jahres 2005 ausgesetzt. Statt dessen wurde eine grundlegende Revision der IPC durchgeführt, weshalb die neue Fassung erst am 1. Januar 2006 in Kraft trat. Die neue Klassifikation wird nun jährlich aktualisiert und in dreijährigem Rhythmus grundlegend überarbeitet, um so den technischen Wandel besser und schneller erfassen zu können. Dabei werden bestehende Daten an die neuen Klassifikationen angepasst, es wird also auch „rückwärts klassifiziert“ (WIPO 2005).

Auf Basis dieser Patentklassifikation wurde sowohl die Unterteilung in sechs Technikfelder als auch die Zuordnung der Erfindungen zu den Bereichen der FuE-intensiven Güter bzw. Branchen (Hochtechnologieliste) durchgeführt. Für die hier vorgestellten Analysen der Patentanmeldungen in Europa hat eine weitere Neuerung der IPC8 allerdings negative Folgen. Es wird nicht länger zwischen Haupt- und Nebenklassen bei der Zuordnung der Klassen durch die Prüfer unterschieden. Es wird nun lediglich innerhalb der Klassifikation zwischen Kern- und erweiterten Klassen unterschieden, was jedoch lediglich die Komplexität der Technologien bzw. den Differenzierungsgrad der Erfassung betrifft. Eine Hierarchie der an ein Patent vergebene Klassen ist nicht vorgesehen. Die Unterscheidung zwischen Kern und Erweiterung soll in erster Linie der besseren Übersichtlichkeit dienen und insbesondere kleinen nationalen Patentämtern die Arbeit erleichtern, indem diese häufig mit der rund 20.000 Symbole umfassenden Kernklassifikation auskommen, während die Erweiterung mittlerweile mehr als 70.000 Symbole unterscheiden kann.

Die Information, ob es sich um die Haupt- oder die Nebenkategorie handelt, war bisher insofern von Bedeutung, als durch die Hauptklasse einerseits eine Priorisierung der verschiedenen Aspekte der Erfindung vorgenommen wurde und diese andererseits für die Abgrenzung der Technologiefelder in

dieser Berichterstattung herangezogen wurde. Da dies mit der neuen Klassifikation nicht mehr der Fall ist, kommt es in zahlreichen Fällen zu Doppelzählungen der Anmeldungen, wenn sie nämlich in unterschiedlichen Klassen eingeordnet werden, die in unterschiedlichen Gruppen unserer Abgrenzung beispielsweise der 35 Technologiefelder der Hochtechnologie zugeordnet werden. Dies betrifft etwa die Hälfte der Anmeldungen des Prioritätsjahres 2004, die nicht mehr nach dem alten System von Haupt- und Nebenklassen klassifiziert werden, denn es wird zwar rückklassifiziert, d.h. die alten Patentdokumente werden auf das neue System umgestellt, die alte Klassifikation wird aber selbstverständlich nicht für die neuen Anmeldungen verwendet. In einigen einschlägigen Patentdatenbanken sind für eine befristete Übergangszeit bei den älteren Dokumenten beide Klassifikationen recherchierbar.

Als Lösung für diese Problematik bietet es sich an, die jeweils erste Klassifikation zu verwenden. Zwar ist nicht sichergestellt, dass die erste verwendete Klassifikation auch die "wichtigste" oder die Hauptklassifikation darstellt. Überprüfungen der Patentdokumente des Prioritätsjahres 2004, die beide Varianten beinhalten, haben jedoch plausible Ergebnisse zu Tage gefördert. Daneben schließen sich die Gesamtergebnisse in den Zeitreihen ebenfalls plausibel und sinnvoll an die Werte aus den früheren Jahren an, so dass dieses Verfahren für die Berechnung der Patentanmeldungen der Prioritätsjahre ab 2004 verwendet werden wird und in diesem Bericht auf eben dieses Prioritätsjahr bereits angewendet wurde. Die früheren Jahre wurden in diesem Bericht noch entsprechend der früheren Unterteilung in Haupt- und Nebenklassen recherchiert.

Für die Analyse sowohl der Triade-Patente wie auch der angemeldeten Patente am Europäischen Amt und der Patente in FuE-intensiven Bereichen werden neben den absoluten bzw. relativen Patentzahlen und den Intensitäten (Patente pro 1 Mio. Erwerbstätige) Spezialisierungen herangezogen, die eine bessere internationale Vergleichbarkeit erlauben. Dazu wird der relative Patentanteil (RPA) berechnet. Er gibt an, auf welchen Gebieten ein Land im Vergleich mit dem Anteil des weltweiten Patentaufkommens in diesem Gebiet stark oder schwach vertreten ist. Der RPA berechnet sich wie folgt:

$$RPA_{kj} = 100 * \tanh \ln [(P_{kj}/\sum_j P_{kj})/(\sum_k P_{kj}/\sum_{kj} P_{kj})]$$

Dabei bezeichnet P_{kj} die Anzahl der Patentanmeldungen eines Landes k im Technikfeld j . Positive Vorzeichen bedeuten, dass ein Technikfeld ein höheres Gewicht innerhalb des jeweiligen Landes hat als es in der Welt einnimmt. Negative Vorzeichen symbolisieren entsprechend eine unterdurchschnittliche Spezialisierung. Dadurch wird es einerseits möglich die relative Stellung von Technikfeldern innerhalb des Technologie-Portfolios eines Landes und andererseits diese Position von Größenunterschieden unabhängig international zu vergleichen.

Bei der Analyse der Patentspezialisierung im FuE-intensiven Bereich werden – wie bereits in früheren Berichten – EPA-Patente verwendet, wobei als FuE-intensiv alle Güter gelten, die einen FuE-Anteil am Umsatz von mehr als 3,5 Prozent haben. Bei der Definition von FuE-intensiver Technik wird eine Liste von 38 Feldern zu Grunde gelegt, die den Bereichen der Spitzentechnik und der hochwertigen Technik zugeordnet sind (vgl. Grupp et al. 2000).

3 Entwicklung des internationalen Patentaufkommens

3.1 Generelle und methodische Vorbemerkungen

Triade-Patente sind Patente, die zusätzlich zum Inland in den jeweiligen beiden Auslandsmärkten der Triaderegionen USA-Europa-Japan angemeldet werden.⁶ Sie repräsentieren in der Regel Erfindungen mit hoher technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Gleichzeitig spiegeln sie die internationale Ausrichtung der anmeldenden Unternehmen wider und gelten als Indiz für Expansionsmöglichkeiten auf innovativen Märkten. Mit der Einbeziehung der Triadekriterien ist also in Rechnung zu stellen, dass damit nicht nur die technologische Leistungsfähigkeit der jeweiligen Unternehmen – bzw. als Aggregat daraus die jeweilige Volkswirtschaft –, sondern gleichzeitig auch ihre Geschäfts- bzw. Exportpolitik und deren Erwartungen an Marktentwicklungen bewertet werden. Das Konzept der Triade-Patente wurde entwickelt, um realistische Ländervergleiche zu ermöglichen. Denn bei Analysen an nationalen oder regionalen Patentämtern ergeben sich Verzerrungen zu Gunsten der jeweiligen Heimatländer (Heimvorteil), die mit Hilfe dieses Ansatzes berücksichtigt bzw. „entschärft“ werden können, indem ein „technologischer Weltmarkt“ als Basis der Berechnungen erzeugt wird.

Zur Bewertung der aus diesen Untersuchungen resultierenden Statistik ist es notwendig, sich die Strukturen internationaler Patentflüsse zu vergegenwärtigen (EPO et al. 2004). Generell gilt für europäische Staaten, dass die überwiegende Mehrheit der Auslandsanmeldungen zunächst am Europäischen Patentamt (EPA) getätigt werden, in zweiter Linie am US-amerikanischen Amt (USPTO) und erst dann am japanischen Amt (JPO), so dass das Niveau der Triade-Patente im Wesentlichen von der Situation am JPO begrenzt wird. Bei amerikanischen Erfindern waren die Auslandsanmeldungen in Europa über einen langen Zeitraum der 90er Jahre etwas höher als in Japan. Dies hat sich – nicht zuletzt im Fahrwasser der Asien-Krise – zum Ausgang der 90er Jahre geändert, so dass nunmehr die Anmeldezahlen am EPA maßgeblich für die Bestimmung der Triade-Patente sind. Erfindungen japanischer Herkunft werden vornehmlich in den USA angemeldet; gerade ein Drittel davon wird zusätzlich auch in Europa registriert, womit in diesem Fall die EPA-Anmeldungen das Triade-Niveau festlegen. In keinem Fall ergibt sich eine Begrenzung aus der Zahl der Anmeldungen am USPTO.⁷

Aus technischen Gründen musste das ursprüngliche Konzept der Berechnung der Triade-Patente, das vom Fraunhofer ISI bereits im Jahr 1988 vorgestellt wurde (Schmoch et al. 1988: 54 ff.), im Jahr 2001 geändert werden. Dieses geänderte Verfahren wurde in der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit des Jahres 2002 (BMBF 2002) zum ersten Mal angewendet. Die wesentlichen Faktoren dieses neuen Konzeptes berücksichtigen dabei die nationalen Eigenheiten bei der Orientierung auf unterschiedliche Wege und Verfahren der internationalen Anmeldung, d. h. es werden die oben dargestellten internationalen Patentströme auch weiterhin zu Grunde gelegt. Anstelle der Anmeldungen am japanischen Amt werden bei der revidierten Berechnungsweise die Anmeldungen über das PCT-Verfahren mit Bestimmungsland Japan verwendet. Umfassende Analysen

⁶ Die hier verwendete Definition der Triade-Patente bezieht sich dabei auf Anmeldungen an den drei genannten Patentämtern (EPA, JPO und USPTO). Diese Definition wird auch von der OECD für deren Analysen verwendet (OECD 2004a; OECD 2004b). Eine etwas andere Definition wie sie beispielsweise vom EPA eingesetzt wird bezieht sich auf Patente, die gleichzeitig am JPO, USPTO und einem (nationalen) Patentamt in Europa (oder dem EPA) angemeldet werden.

⁷ Selbstverständlich gibt es Unternehmen, die eine stärkere Orientierung auf den asiatischen als bspw. auf den US-amerikanischen Markt haben und entsprechend mehr Patente am japanischen Amt anmelden als am USPTO. Da es in diesem Bericht jedoch um die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands und nicht um die technologische Leistungsfähigkeit einzelner Unternehmen geht, werden unter Verwendung dieses Berechnungsverfahrens die relevanten Strukturen zur Untersuchung dieser Fragestellung abgebildet.

haben ergeben, dass sich mit Hilfe dieser Art der Erfassung ähnliche Länder-Relationen hinsichtlich der Triade-Patente ergeben, wie dies bei dem ursprünglichen Verfahren der Fall war. Als Problem stellen sich jedoch die überhöhten Wachstumsraten der Anmeldungen unter dem PCT-Verfahren dar, die dadurch zustande kommen, dass eine verstärkte Orientierung hin zu diesem Verfahren in den letzten Jahren zu beobachten war. Aktuelle Untersuchungen der Anmeldungen belegen jedoch, dass die Wachstumsraten am EPA und bei der WIPO nun auf einem ähnlichen Niveau liegen, was ein Ende des Überganges auf und eine Etablierung des PCT-Verfahrens bedeuten könnte. Die Nachhaltigkeit dieses Ergebnisse bleibt abzuwarten. Die Wachstumsraten der 1990er Jahre spiegeln damit nicht nur ein Wachstum in der „Technologie-Produktion“ oder der Patentierungs-Häufigkeit der Unternehmen wider, sondern beinhalten gleichzeitig eine veränderte Ausrichtung der Anmelder auf das PCT-Verfahren. Insbesondere bei Vergleichen über die Zeit kommt es dadurch teilweise zu deutlichen Verzerrungen. So haben bspw. die französischen Unternehmen das PCT-Verfahren erst recht spät für sich entdeckt, während die US-amerikanischen Anmelder diesen Weg bereits seit längerer Zeit intensiv nutzen. Auch die Japaner haben über einen langen Zeitraum der 90er Jahre eine europäische Direktanmeldung einer PCT-Anmeldung mit einer anschließenden Überleitung ans Europäische Patentamt vorgezogen. Weitere Analysen haben ergeben, dass hinsichtlich der Wachstumsraten eine größere Nähe zwischen Triade- und EPA-Patenten als zwischen Triade- und PCT-Patenten besteht.⁸

Aus diesen Gründen erscheint es nicht sinnvoll die PCT-Anmeldungen mit Bestimmungsland Japan für die Berechnung der Triade-Patente über den gesamten Beobachtungszeitraum zu verwenden. Stattdessen legen die Daten der WIPO mit Richtung Japan das Niveau der Triade-Anmeldungen fest, indem die Zahlen zum Stichtjahr 1998 verwendet werden und an diese Zahlen jeweils die Veränderungs- bzw. Wachstumsraten der Anmeldungen durch Erfinder des jeweiligen Landes am Europäischen Patentamt angelegt werden. Damit sind Vergleiche über die Zeit möglich, welche von der veränderten Ausrichtung auf das PCT-Verfahren unabhängig sind.

Dieses Berechnungsverfahren ist lediglich für Anmelder sinnvoll einsetzbar, welche aus Ländern kommen, die erst an dritter Stelle unter den drei relevanten Patentämtern am japanischen Amt ihre Anmeldungen tätigen. Für solche Länder, für die eine Anmeldung am Europäischen Patentamt erst an dritter Stelle steht werden nach wie vor die Anmeldungen am EPA als Triade-Patente gezählt. Betroffen hiervon sind in erster Linie Anmelder aus dem asiatischen Raum, allen voran die Japaner. Eine Sonderstellung nehmen hier die US-amerikanischen Anmelder ein, die zum Ende der 90er Jahre ihre Anmeldungen mit Bestimmungsland Japan deutlich erhöht haben und nun dort etwas mehr Patente anmelden als in Europa. Somit sind auch für die USA die Zahlen am Europäischen Patentamt für die Berechnung der Triade-Patente die entscheidenden Größen.

Vergleiche mit den Ergebnissen der Triade-Berechnung auf Basis von Patentfamilien, wie sie beispielsweise die OECD durchführt haben gezeigt, dass die Ergebnisse der beiden Zählweisen sowohl bei den Strukturen als auch den Entwicklungen ein ähnliches Bild ergeben. Lediglich das Niveau, d. h. die absolute Zahl der Anmeldungen, ist unter der Verwendung der Patentfamilien niedriger als bei dem hier verwendeten Berechnungsverfahren. Allerdings gibt es gute Gründe dafür,

⁸ Die Entwicklungen am EPA und nach dem PCT-Verfahren haben sich in der jüngeren Vergangenheit offensichtlich angeglichen und verlaufen jetzt nahezu parallel. Allerdings kann dies zunächst erst für die Prioritätsjahre 2002 bis 2004 festgestellt werden. Da drei Zahlen noch keinen sicheren Rückschluss auf einen Trend zulassen, ist es noch zu früh, dies abschließend zu beurteilen. Es wird sich erst in den nächsten Jahren zeigen, ob der Übergang auf das PCT-Verfahren abgeschlossen ist und die Entwicklung dem Trend der technologischen Entwicklung entspricht. Bezogen auf die Berechnung der Triade-Patente wird dies aus unserer Sicht jedoch weniger von Bedeutung sein, da Umstellungen der Veröffentlichungspraxis am USPTO und die Bereitstellung einer neuen Datenbank eine Berechnung nach der engeren Definition von Triade-Patenten in den nächsten Jahren erlauben werden.

die Zählung von Patentfamilien durch die OECD anzuzweifeln, da bezogen auf die Anmeldungen am US-amerikanischen Patent- und Markenamt lediglich die erteilten Patente für eine Zählung zur Verfügung stehen. Anders als beispielsweise das Europäische oder Japanische Patentamt veröffentlicht das amerikanische Amt nicht die Anmeldungen sondern lediglich die Erteilungen.⁹ Dies bedeutet, dass all jene Anmeldungen, die aus den verschiedensten Gründen nicht veröffentlicht werden, auch in der Triade-Statistik der OECD nicht erscheinen können. Hinzu kommt auch hier, dass die ausländischen Anmelder am amerikanischen Amt zum überwiegenden Teil das PCT-Verfahren nutzen, weshalb auch auf diese Weise ein weiterer Zeitverzug bei der Datenverfügbarkeit zu berücksichtigen ist (Schmoch, Hinze 2004), weshalb der Berichtszeitraum nach diesem Verfahren jeweils 5-6 Jahre vor dem Berichtszeitpunkt liegt. Im Jahr 2004 berichtete die OECD Daten bis zum Jahr 2000 (OECD 2004a; OECD 2004b), wobei das letzte Berichtsjahr hochgerechnet bzw. geschätzt wurde. Halbwegs gesicherte Zahlen liegen jeweils lediglich bis zu den Jahren 1999 bzw. 1998 vor.

3.2 Aktuelle Entwicklungen bei Triade-Patenten

Triade-Patente wurden für ein Set von 12 Ländern¹⁰ sowie die 15 Mitgliedsstaaten der EU vor 2004 und der OECD insgesamt ermittelt. Da die Mitgliedsstaaten der OECD nach wie vor für über 95 Prozent der Patentanmeldungen an den großen internationalen Ämtern bzw. unter Verwendungen des PCT-Verfahrens verantwortlich sind, entsprechen die Zahlen dieser Ländergruppe nahezu den Zahlen in der gesamten Welt. Zwar haben andere Länder, wie bspw. China oder Indien in der jüngeren Vergangenheit die Anzahl der international relevanten Patente steigern können, aber die absoluten Zahlen fallen im internationalen Vergleich (noch) nicht sonderlich ins Gewicht. Entsprechend wird auf eine Darstellung der verschiedenen Indikatoren – insbesondere der Intensitäten und Spezialisierungen – für die OECD als Ganzes verzichtet und es werden in einzelnen Fällen lediglich die Gesamtzahlen berichtet.

Tab. 3-1 beinhaltet für das Prioritätsjahr 2004 die absolute Zahl, die Anzahl der Patentanmeldungen pro 1 Mio. Erwerbspersonen (Intensitäten) sowie das Wachstum der Anmeldungen gegenüber 1996. Es zeigt sich zunächst, dass die 30 Mitgliedsstaaten der OECD für knapp 93 Prozent aller Triade-Patente verantwortlich sind. Ein Anteil, der in den vergangenen Jahren stetig gesunken ist. Die Nicht-Mitglieder der OECD haben allerdings nach wie vor eine deutlich geringere Ausrichtung auf den Weltmarkt bzw. auf den Triade-Markt in den USA, Japan und Europa als die OECD-Länder, wenngleich mit steigender Tendenz.

In absoluten Werten bleiben die EU-15 nur noch wenig hinter den USA zurück, welche die größte Zahl an Triade-Anmeldungen verzeichnen kann. Deutschland nimmt in der absoluten Zahl der Anmeldungen hinter den USA und Japan den dritten Platz der Einzelstaaten ein und liegt damit innerhalb Europas klar vor den übrigen Nationen wie beispielsweise Frankreich oder Großbritannien.

⁹ Seit wenigen Jahren ist es den Anmeldern am US-amerikanischen Amt freigestellt, eine Veröffentlichung nach 18 Monaten ab Priorität zu wählen bzw. es muss lediglich bei einer nachfolgenden Anmeldung im Ausland eine Veröffentlichung der Anmeldung erfolgen. Erste Analysen haben ergeben, dass dies in erster Linie ausländische Anmelder wahrnehmen, die von „außen“ in das amerikanische System eintreten und für die in ihren jeweiligen Heimatämtern bzw. über das PCT-Verfahren sowieso eine Veröffentlichung nach 18 Monaten gilt. Für alle US-amerikanischen Anmelder, die eine Auslandsanmeldung beabsichtigen, ist die Veröffentlichung nach 18 Monaten mittlerweile zwingend vorgeschrieben. Allerdings gibt es so genannte U-Boot-Patente, bei dem die Anmelder mit verschiedenen Kniffen vermeiden können, dass das Patent in die Prüfungsphase und damit in die (potenzielle) Veröffentlichungsphase kommt. Solange keine andere Anmeldung im internationalen Raum dem U-Boot in die Quere kommt, werden die Anmelder auch weiterhin eine Veröffentlichung vermeiden. Falls doch eine internationale Anmeldung getätigt wird, dann kann das U-Boot immer noch „auftauchen“ und so das internationale Patent zerstören.

¹⁰ Deutschland, USA, Japan, Großbritannien, Frankreich, Schweiz, Kanada, Schweden, Italien, Niederlande, Finnland und Korea.

Betrachtet man die Relationen der absoluten Werte bei den Triade-Patenten und vergleicht die deutsche Position mit der Position der USA und Japans, dann lässt sich erkennen, dass die Japaner etwa doppelt so viele weltmarktrelevante Patente anmelden wie die deutschen Unternehmen und die US-Amerikaner nochmals etwa 50 Prozent mehr Triade-Patente vorweisen können. Neben einem Größeneffekt spiegelt sich hierin auch die Selektivität der deutschen Unternehmen bei der Orientierung auf ausländische Märkte wider. Während die Zahlen am US-amerikanischen Amt für Deutschland deutlich höher ausfallen, treten die deutschen Unternehmen nur mit einem Teil dieser Technologien bzw. Produkte auch auf dem japanischen Markt auf. Sicherlich muss bei diesem Vergleich der Patentzahlen auch die unterschiedliche Attraktivität der jeweiligen Märkte mit berücksichtigt werden. Der europäische Markt bietet dabei ein wesentlich wichtigeres Betätigungsfeld für die japanischen Unternehmen, als der japanische Markt für deutsche Unternehmen bieten kann. Dabei spielt auch eine Rolle, dass die Japaner auf dem eigenen Markt nicht nur politische und kulturelle „Eintrittsbarrieren“ errichtet haben, sondern auch auf dem heimischen Markt mit solchen Technologien bzw. bei solchen Produkten überdurchschnittlich stark auftreten, in denen traditionell die deutschen Stärken liegen.

Tab. 3-1: Absolute Zahl der Triade-Patente, Intensitäten und Wachstumsraten für das Jahr 2004

	Absolut	Intensität (Pat. pro 1Mio. Erwerbst.) *	Wachstum in Prozent (1995=100)
Ges	97863		186
OECD	90779	173	179
EU-15	31871	183	176
FI	1420	600	196
SE	2235	518	140
NL	3210	394	210
CH	1638	392	184
JP	22322	342	182
DE	11188	288	182
US	34678	245	160
FR	4355	175	166
KR	3829	170	803
GB	4895	160	144
CA	2205	136	241
IT	1815	75	186

Quelle: EPAPAT, WOPATENT, OECD - Main Science and Technology Indicators; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Intensitäten, d.h. die Patente pro 1 Mio. Erwerbstätige, unterscheiden sich in den 15 EU-Ländern deutlich von den USA, die hier die Nase vorn haben. Bezogen auf die Größe der EU würde man also im Vergleich zur USA ein größeres Maß an Aktivität in der Triade erwarten. Den EU-Schnitt senken hier in erster Linie die weniger technologieorientierten Länder wie bspw. Spanien, Portugal oder Griechenland, aber auch die weniger auf die Triade ausgerichteten Länder wie bspw. Frankreich oder Großbritannien senken hier die Quote.

Hinsichtlich der Intensitäten haben die kleineren Länder einen deutlichen Vorteil, wobei hier die skandinavischen Nationen Finnland und Schweden noch vor den Niederlanden und auch der Schweiz liegen. Die Schweizer hatten über einen sehr langen Zeitraum in den 80er und 90er Jahren die Spitzenposition unter Verwendung dieser Maßzahl inne, wurden aber von den Skandinaviern mittlerweile überholt, die ein enormes Wachstum – insbesondere begründet durch die enorme Entwicklung im Bereich Telekommunikation (siehe auch Abschnitt 4.3) – speziell in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre verzeichnen konnten. Deutschlands Aktivitäten führen bezüglich dieses

Indikators zu einem mittleren Platz hinter Japan aber vor den USA. Bezogen auf die großen Industrieländer nimmt Deutschland damit also den zweiten Platz ein. Allerdings sind die Strukturen ein wenig unterschiedlich. Während in Deutschland der weitaus größte Teil der Anmeldungen auf hochwertigen Technologien beruhen (Maschinen- und Fahrzeugbau sowie Elektrotechnik), melden die USA weitaus größere Anteile ihrer Patentanmeldungen im Bereich der Spitzentechnologien an. Bei Kanada liegt die Patentintensität nach dem Triadekonzept niedrig, weil nach wie vor eine Primärorientierung auf Nordamerika besteht. Für Schweden ist dagegen die Patentintensität sehr hoch und in den letzten Jahren weiter gestiegen, was die ausgeprägte Außenorientierung dokumentiert. Italien ist nicht nur unter Verwendung dieser Maßzahl am unteren Ende der Skala zu finden.

Seit Mitte der 90er Jahre ist die Zahl der Triade-Patente in Relation zu den Erwerbspersonen kontinuierlich angestiegen. Als wesentliche Gründe für die allgemeine Erhöhung der Patentintensitäten sind eine erhöhte Umsetzungseffizienz von FuE, ein erhöhter Patentierungsdruck auf Grund des verschärften internationalen Technologiewettbewerbs, eine verbesserte internationale Durchsetzbarkeit von Eigentumsrechten, eine erhöhte Bedeutung von Patenten bei Lizenztausch und Firmenübernahmen sowie Gebührensenkungen bei Patentanmeldungen anzunehmen (Blind et al. 2003; Blind et al. 2006; Janz et al. 2001; Kortum, Lerner 1999). Die Dynamik der Patentanmeldungen hängt somit neben den FuE-Aktivitäten von einer Reihe von anderen Faktoren ab. Andererseits erweist sich auch das Innovationssystem als deutlich abhängig von der Konjunktur und von Wachstumserwartungen von Unternehmen. Die Krise in der IuK-Branche hat beispielsweise bei zahlreichen Ländern tiefe Schürfwunden bei den Patentanmeldungen hinterlassen. Dies insbesondere bei solchen Ländern, deren Wirtschaft als zentrale Säule diese Branche hat, wie zum Beispiel Schweden oder Finnland, wo die Anmeldezahlen im Jahr 2003 gegenüber dem Höchststand im Jahr 2000 um rund 14 bzw. 12 Prozent niedriger ausgefallen waren. Im Jahr 2004 ist man nahezu zum Niveau des Jahres 2000 zurückgekehrt, wenngleich in Schweden noch eine größere Lücke klafft als in Finnland. Noch schwerer hat es die Briten getroffen, die weiterhin bei 90% der Anmeldungen des Jahres 2000 verharren. Hier ist der Effekt sowohl auf die Elektronik-Branche wie auch auf die Chemie bzw. Pharmazie zurückzuführen. Letzteres liegt immerhin bei nur 84 Prozent des Ausgangswertes.

Ab etwa Mitte der 1990er Jahre hat ein allgemeiner und breiter Aufschwung der Anmeldungen stattgefunden, was in erster Linie auf die Ausweitung der Anmeldungen in Europa zurückzuführen ist, während ein allgemeiner Aufschwung in den beiden übrigen Triade-Regionen bereits früher stattgefunden hatte (Blind et al. 2003; Cohen et al. 2000; Jaffe 2000; Kortum, Lerner 1999). In den Jahren 1999 und 2000 hatte diese Welle ihren Höhepunkt erreicht und in einigen Ländern gingen die Aktivitäten dann auch auf Grund des Zusammenbruchs der „New Economy“ und der schleppenden allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung zurück. Insbesondere in den Jahren 2001 und 2002 kam es in einer Vielzahl von Volkswirtschaften sogar zu einem Rückgang der Anmeldezahlen, weshalb das Gesamtwachstum im Vergleich der beiden Zeitpunkte 1996 und 2004 an einigen Stellen sehr gedämpft ausfällt.

Das deutlichste Wachstum der weltweit relevanten Patentanmeldungen seit 1996 konnte Südkorea verzeichnen, das jedoch von einem niedrigen Niveau gestartet war und auch bezüglich der Intensitäten noch den viertletzten Platz unter den hier betrachteten Nationen erreicht, allerdings mit deutlich steigender Tendenz. Zwischen 1996 und 2004 hatten die Koreaner als einzige Volkswirtschaft ein stetiges Wachstum ihrer Triade-Patente erreicht und die Anzahl der Anmeldungen auf das 8fache steigern können. Hierin spiegelt sich nicht ausschließlich eine deutliche Steigerung ihrer technologischen Kompetenzen wider sondern gleichzeitig einer Erweiterung ihrer Aktivitäten insbesondere auf den Europäischen Markt, während sie in den beiden anderen Märkten der Triade

bereits seit längerem stärkeres Engagement gezeigt hatten. Die Koreaner werden also mit ihren Produkten deutlich internationaler und sind nun nicht mehr nur Konkurrent auf ausländischen Märkten sondern drängen verstärkt auch nach Europa und Deutschland, wo zwar deutsche Unternehmen nach wie vor einen Heimvorteil haben, zusehends aber auch aus Korea unter Druck geraten. Dies gilt neben der Elektronik und der Telekommunikation gerade auch für den Automobilssektor.

Tab. 3-2: Jährliche Veränderung der Anzahl der Patentanmeldungen in der Triade, 1991- 2004

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ges	-2,0	-0,2	2,5	3,9	7,8	11,6	11,3	12,6	9,7	6,3	-2,3	1,7	4,6	9,7
US	0,1	2,1	2,3	5,6	10,2	6,0	11,0	13,6	7,1	2,4	-2,4	3,7	2,9	4,7
JP	-9,2	-7,5	1,6	-2,9	12,7	11,1	5,7	11,5	15,2	15,1	-8,8	1,6	3,0	9,7
DE	-0,9	1,9	1,8	7,1	4,2	19,4	11,8	13,9	6,9	5,5	-1,8	-0,9	3,9	4,9
GB	-1,8	0,2	1,3	4,9	5,1	9,7	8,1	16,2	10,7	4,6	-6,2	-2,3	-1,7	0,6
FR	1,2	-5,5	3,2	3,8	3,3	10,3	11,6	9,2	7,0	2,0	-0,3	1,4	6,3	5,5
CH	-4,3	8,6	-2,8	3,3	0,1	12,0	11,8	12,7	6,8	8,1	2,9	-4,1	3,5	10,5
CA	4,4	7,8	6,0	8,7	14,2	11,1	32,4	19,9	14,5	2,0	2,8	2,4	1,1	9,9
SE	-1,5	15,8	5,0	19,6	12,9	19,1	13,6	2,9	6,1	3,9	-7,1	-6,2	-0,8	5,5
IT	2,9	-5,6	4,1	3,8	6,2	16,2	9,2	6,8	10,9	8,3	-1,1	5,4	4,6	4,9
NL	-4,4	1,4	1,4	4,8	15,2	18,8	11,9	11,3	12,7	16,4	12,3	-8,8	0,8	4,8
FI	-4,0	28,4	11,1	15,5	3,7	19,6	19,6	15,6	20,1	1,0	-0,9	-9,1	-2,0	10,7
KR	41,9	17,0	46,1	25,2	26,5	-1,0	32,6	50,5	14,1	18,6	23,7	43,2	33,0	27,4
EU	-0,2	0,6	3,1	6,1	4,8	15,7	12,3	11,4	8,9	5,1	-1,1	-1,1	3,0	5,5
OECD	-2,1	-0,4	2,5	3,9	7,9	11,5	11,0	12,2	9,7	6,1	-2,6	1,5	3,3	8,2

Quelle: EPAPAT, WOPATENT, OECD - Main Science and Technology Indicators; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Nimmt man das Wachstum aller OECD-Länder insgesamt als Maßstab für die Bewertung der einzelnen Länder, dann kann festgehalten werden, dass die großen Industrienationen unterdurchschnittlich abschneiden und die kleineren europäischen Länder etwas über dem Durchschnitt liegen. Besonders Wachstumsstark waren aber die Koreaner und auch die Kanadier, beide getrieben durch eine stärkere Internationalisierung ihrer Wirtschaft und eine Ausweitung auf die Triade-Regionen. Man wird sehen, wie lange dieser Trend noch anhält. Zumindest für Korea lässt sich sagen, dass bezogen auf die Größe des Landes ein weiteres Wachstum der Anmeldungen zu befürchten ist. Demgegenüber bleiben andere Länder im Übergang zu Technologienationen, wie beispielsweise China oder Indien, die beide schon auf Grund der Größe einiges erwarten lassen, nach wie vor deutlich hinter dem internationalen Niveau zurück – sowohl absolut wie auch relativ (siehe die Studie zu den Aufholländern in der diesjährigen Berichtsreihe).

Das Gesamtwachstum der Beobachtungsperiode verschleiert die Entwicklungen in einzelnen Jahren. Tab. 3-2 bildet daher die jährliche Entwicklung der Triade-Anmeldungen ab 1991 ab. In den frühen 1990er Jahren erkennt man die Take-Off-Phase der Schweden und etwas später auch der Finnen. Südkorea konnte nahezu in allen Jahren ein zweistelliges Wachstum realisieren, wenngleich von einem niedrigen Niveau startend. Es zeigt sich aber darin nicht nur eine lang gezogene Take-Off-Phase, sondern ein direkter Übergang in eine Weltmarktorientierung dieser jungen Technologienation, die noch bis in die erste Hälfte der 1990er Jahre als Aufholland gegolten hatte, das sich mehr durch Imitation als Innovation auszeichnete. Mittlerweile ist dieses Attribut nicht mehr angebracht. Deutschland, ähnlich wie die USA und Frankreich konnten seit dem Jahr 2000 das Niveau im Wesentlichen immerhin halten, während beispielsweise Schweden, Finnland und die Niederlande

deutliche negative Entwicklungen erfahren haben.¹¹ Bei den Briten, so zeigt sich nun an dieser Tabelle, hat die Krise der New Economy den nachhaltigsten Eindruck hinterlassen und erst in 2004 ist immerhin kein Minuszeichen vor der Wachstumsrate. Für Deutschland lässt sich festhalten, dass man relativ glimpflich davon gekommen war, am aktuellen Rand das Wachstum aber hinter der Entwicklung der meisten anderen Volkswirtschaften zurück bleibt. Man wird sehen, ob es sich nur um eine verzögerte Neuorientierung handelt oder das Wachstum auch in zukünftigen Prioritätsjahren unter dem Durchschnitt bleibt und Deutschland.

¹¹ Die Entwicklungen unterscheiden sich teilweise nicht oder kaum von der Gesamtentwicklung am Europäischen Patentamt, was natürlich damit zusammenhängt, dass das EPA ein bedeutender Teil der Triade-Region abbildet und die weltweite Entwicklung damit durch die Veränderungen in Europa beeinflusst werden.

4 Strukturelle Entwicklung im forschungsintensiven Sektor

Zur Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands ist es von besonderem Interesse, die Strukturen der Technologieentwicklung insgesamt sowie deren Veränderung über die Zeit zu untersuchen. Dabei kommt dem forschungsintensiven Sektor eine besondere Bedeutung zu, da er einerseits solche Güter bereitstellt, die von anderen Ländern, deren Wohlstandsniveau und Lohnstruktur unterhalb des deutschen Niveaus liegen, trotz niedrigerer Lohnkosten nicht angeboten werden können, da ihnen nicht eine entsprechende Menge an Human- und auch Forschungskapital vorliegt, was Deutschland umgekehrt wiederum in die Waagschale werfen kann. Andererseits sind dies die Güter, mit denen Deutschland in erster Linie auf den internationalen Märkten auftritt und somit einer unmittelbaren Konkurrenz mit anderen technologieorientierten Nationen ausgesetzt ist.

Für die Patentanalyse wurde eine der Hochtechnologieliste (Grupp et al. 2000) entsprechende Liste verwendet, die nach einer Überarbeitung in diesem Jahr nun 35 Technologiefelder unterscheidet. Zum Bereich der Hochtechnologie zählen dabei Produkte bzw. Branchen, wo mehr als 3 Prozent des Umsatzes für Forschung und Entwicklung aufgewendet werden. Dabei entsprechen 11 dieser 35 Felder der so genannten Spitzentechnologie (FuE-Anteil am Umsatz >8,5 Prozent) und die übrigen 24 Felder der hochwertigen Technologie (FuE-Anteil am Umsatz zwischen 3 und 8,5 Prozent). Es gilt dabei anzumerken, dass mit dieser Unterscheidung keinerlei Wertung verbunden ist, sondern dass lediglich eine differenzierte Betrachtung der Hochtechnologie ermöglicht werden soll, wobei beiden Teilbereichen (Spitzentechnologie und hochwertiger Technologie) jeweils eine wichtige Rolle zukommt.

Allerdings muss dabei einschränkend erwähnt werden, dass hier ein sektoraler (FuE) auf einen technologischen (Patente) Ansatz trifft. Es lässt sich beispielsweise errechnen, dass ca. 90 Prozent der weltweiten Ausgaben für Forschung und Entwicklung auf die Wirtschaftszweige der Hochtechnologie entfallen, aber nur etwa $\frac{2}{3}$ aller Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt der Hochtechnologie zugerechnet werden können. Hierfür kommen verschiedene Begründungen in Betracht: 1) Die FuE Ausgaben des Hochtechnologie-Sektors können – sozusagen als „Nebeneffekt“ – auch in weniger FuE-intensive Technologien münden; 2) Nicht alles was erforscht wird ist patentierbar bzw. wird patentiert; 3) Es gibt weitere Schutzmechanismen zur Absicherung der FuE-Investition. Patente haben nicht in allen Wirtschaftszweigen und Sektoren die gleiche Bedeutung; 4) Die Relation von FuE und Patenten ist nicht in allen Sektoren bzw. Technologien identisch und kann teilweise auch zwischen Unternehmen der gleichen Branche variieren (Gründe sind bspw. unterschiedliche FuE-Effizienz, unterschiedliche strategische Orientierung, Skalenerträge etc.).

Bei der Diskussion von FuE-Ausgaben und Patenten darf jedoch nicht vergessen werden, dass ein eindeutiger und linearer Zusammenhang in der Realität nicht besteht. Das lineare Modell mit den aufeinander folgenden Innovationsphasen Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung wurde bereits in den 1980er Jahren durch prozessorientierte Modelle abgelöst (Kline 1985; Schmoch et al. 2000), wenngleich aus analytischen Gründen und wegen des einfacheren Zuganges das lineare Modell nach wie vor – zumindest implizit – häufig verwendet wird. Mit den prozessorientierten Ansätzen des Innovationsgeschehens lassen sich die realen Vorgänge besser beschreiben. Insbesondere wird dadurch betont, dass Forschungs- und Entwicklungsprozesse mit deutlichen Unsicherheiten und Unwägbarkeiten behaftet sind. Dies bedeutet beispielsweise, dass Innovationsprozesse erfolglos abgebrochen, angestrebte Ergebnisse verfehlt werden können oder der ursprünglich geplante Weg nicht Ziel führend ist. So kann beispielsweise in der Entwicklungsphase ein neues Problem auftreten, das zu einer erneuten Phase der Grundlagenforschung führt. In Teilen

kann der Entwicklungsprozess aber dennoch weiter gehen. Dies bedeutet dann bezogen auf Outputmaße wie etwa Produktion, Beschäftigung oder Außenhandel, dass auch hier kein allgemeingültiger Zusammenhang mit Patentanmeldungen unterstellt werden kann. Auch hier gilt es zu bedenken: 1) Nicht alle Patente haben den selben „Wert“; 2) Nur etwa $\frac{1}{3}$ aller Patente wird „tatsächlich“ in einem Produkt eingesetzt; 3) Die Sektorunterschiede (und damit die Unterschiede der Patentintensitäten) zwischen den Ländern kann einiges aufklären. So ist bspw. die Patentintensität im Automobilssektor sehr niedrig, durch die hohe Bedeutung dieses Sektors für die deutsche Wirtschaft ist der absolute Output an Patenten aus diesem Sektor jedoch sehr hoch. Für Deutschland mag daneben auch eine Rolle spielen, dass die regionale Nähe zum EPA („Heimvorteil“) zu einem Patentportfolio führt, das auch eine ganze Reihe von wenig FuE-intensiven Branchen mit vielen Erfindungen und guten Exportaussichten in der Nachbarschaft beinhaltet. All diese Dinge müssen bei der Analyse und der Interpretation der Patentdaten berücksichtigt werden.

4.1 Spitzentechnologie und Hochwertige Technologie

Die Entwicklung der Intensitäten (Patente pro 1 Mio. Erwerbstätige) belegt die kontinuierliche Steigerung der Technologieproduktion in Deutschland (Tab. 4-1). Die Hochtechnologie-Patente (Spitzentechnologie und hochwertige Technologie) Deutschlands weisen einen stetigen Aufwärtstrend auf, der nur noch von den Schweizer Erfindern übertroffen wird. Am aktuellen Rand führt dies dazu, dass Deutschland unter den 12 hier betrachteten Ländern bei den Intensitäten Rang 3 einnimmt und bezogen auf die großen Industrienationen sogar Rang 1. Die Schweiz erreicht über den gesamten Beobachtungszeitraum die höchsten Intensitäten bei Technologien aus dem Bereich der Hochtechnologie, gefolgt von den jungen und modernen Technologienationen Finnland und Schweden. Am aktuellen Rand seit etwa dem Jahr 2000 bzw. 2001 hatten gerade die beiden letztgenannten jedoch deutliche Schwierigkeiten und erst im Jahr 2004 scheinen sie wieder aufzuholen bzw. schneller zu wachsen. Zumindest die Finnen haben das Niveau vor der Krise wieder erreicht. Ebenfalls Rückgänge in den Patentintensitäten nach dem Jahr 2000 sind für die Briten und die Niederländer feststellbar. Die meisten übrigen Länder zeigen stagnierende Werte, während die bereits genannten Länder Schweiz, Deutschland und auch Frankreich – nach einem retardierenden Moment in 2001 und 2002 – positive Entwicklungen vermelden können. Im Jahr 2004 können auch die Japaner wieder etwas an Boden gut machen.

Begründen lässt sich dieser Gesamttrend einerseits mit den Entwicklungen in der Spitzentechnologie, wo die drei letztgenannten Länder recht kontinuierlich ihre Intensitäten steigern konnten, während die übrigen Länder deutlich ausgeprägter auf die weltweite konjunkturelle Entwicklung reagieren mussten. Andererseits zeigen die Ergebnisse im Bereich der Hochtechnologie noch deutlicher in diese Richtung. Hier können die Schweiz und auch Deutschland sich absetzen. Einem entsprechenden Trend folgen auch die Japaner und ein Stück weit die Koreaner, die jedoch nicht nur von einer technologischen Stärke sondern auch von einer Entdeckung des europäischen Marktes angetrieben werden. Die übrigen hier betrachteten Länder stagnieren oder müssen sogar Einbußen hinnehmen.

Tab. 4-1: Intensitäten (Patente pro 1 Mio. Erwerbspersonen) ausgewählter Länder im Bereich der Hochtechnologie und der weniger FuE-intensiven Technologien 1991 - 2004¹²

<i>Hochtechnologie</i>													
	US	JP	DE	GB	FR	CH	CA	SE	IT	NL	FI	KR	EU-15
1991	101	128	163	80	123	242	33	116	57	133	104	7	101
1992	102	117	167	84	117	250	35	138	55	134	152	9	102
1993	105	115	171	86	122	261	35	157	53	131	171	11	105
1994	109	113	186	91	130	253	40	200	57	136	223	13	109
1995	120	126	202	96	130	251	48	222	62	163	233	17	120
1996	128	141	241	105	145	284	52	281	70	188	299	17	128
1997	139	151	268	111	164	320	70	334	73	206	351	24	139
1998	154	155	310	132	175	352	81	343	76	232	386	36	154
1999	166	184	335	145	192	385	95	362	81	249	471	39	166
2000	167	214	358	151	196	441	92	368	91	296	456	44	167
2001	163	199	350	140	194	439	96	345	86	331	464	51	163
2002	165	207	356	136	199	435	96	314	90	295	403	75	165
2003	169	212	374	131	217	467	97	313	98	280	406	105	169
2004	160	244	391	122	237	509	110	327	105	274	466	139	160

<i>weniger FuE-intensive Technologien</i>													
	US	JP	DE	GB	FR	CH	CA	SE	IT	NL	FI	KR	EU-15
1991	48	55	138	52	102	193	17	101	47	92	79	2	77
1992	50	51	146	51	97	231	18	124	43	92	102	2	78
1993	49	55	151	52	102	213	21	135	52	98	130	5	84
1994	51	54	160	53	103	239	20	153	54	103	128	6	87
1995	56	64	158	55	109	242	22	173	56	108	134	7	88
1996	56	73	191	61	118	271	24	194	67	124	137	7	102
1997	63	75	218	67	130	307	30	214	76	138	146	8	114
1998	62	84	231	66	136	328	31	203	80	132	167	11	118
1999	63	93	235	71	134	336	30	206	90	151	176	14	123
2000	61	106	232	72	129	330	32	207	92	159	184	17	122
2001	60	94	228	67	124	342	30	179	90	171	161	22	118
2002	67	95	220	66	122	310	30	177	93	160	159	26	115
2003	67	100	229	64	124	306	29	175	91	181	145	31	117
2004	85	99	240	72	123	342	26	191	92	216	143	31	125

Quelle: EPAPAT, WOPATENT; OECD – Main Science and Technology Indicators; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

¹² Die Differenzen der Intensitäten im Vergleich zum Bericht des vergangenen Jahres kommen auf Grund unterschiedlicher Berechnungsweisen zustande. Während im vergangenen Jahr die gesamten Spitzentechnologien sowie die gesamten hochwertigen Technologien recherchiert wurden, ist die Basis in diesem Jahr die ausführliche Erhebung nach der Liste der 35 Technologiefelder. Hierbei kann es aus verschiedenen Gründen zu einigen wenigen Doppelzählungen kommen, die bei der anderen Erhebungsweise nicht vorkommen. Entsprechend sind die Intensitäten höher. Da die Gesamtzahl der weniger FuE-intensiven Patentanmeldungen als Differenz zwischen den Gesamtanmeldungen und den Anmeldungen im Bereich der Hochtechnologie errechnet werden, sind die Werte für die weniger forschungsintensiven Technologien etwas niedriger.

Tab. 4-2: Wachstum der Patentanmeldungen in ausgewählten Ländern 2004 (1997=100)

	Spitzen- technologien	hochwertige Technologien	weniger FuE-int. Technologien	Gesamt
Gesamt	162	147	130	144
USA	132	116	143	130
JPN	155	156	127	146
GER	158	149	114	135
GBR	127	112	116	118
FRA	163	153	103	134
SUI	233	139	118	143
CAN	212	149	100	157
SWE	101	110	96	102
ITA	179	148	134	145
NED	163	127	170	154
FIN	166	107	107	134
KOR	639	607	414	571
EU-15	152	139	120	133
OECD	152	139	129	139

Quelle: EPAPAT, WOPATENT; OECD – Main Science and Technology Indicators; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Insgesamt sind die jährlichen Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt zwischen 1997 und 2004 auf das 1,44fache angewachsen (Tab. 4-2). Überdurchschnittlich haben sich in diesem Zeitraum ausschließlich Kanada, Japan und insbesondere Südkorea entwickelt, sowie die Niederlande als einziges Europäisches Land. Besonders schlecht schneiden bei diesem Zeitvergleich die Schweden und die Briten ab. Die Gründe hierfür wurden bereits oben erörtert. Deutschland bleibt mit 135% leicht unter dem Gesamtwachstum, was in erster Linie an einer unterdurchschnittlichen Performanz am aktuellen Rand liegt, denn im Zug der New Economy Krise konnte Deutschland hier gegenüber den meisten anderen Volkswirtschaften relativ an Boden gut machen, das gestiegene Wachstum in 2004 jedoch nicht erreichen konnte. Betrachtet man die Verteilung des Wachstums auf die drei Teilbereiche der Spitzen-, der hochwertigen und der weniger forschungsintensiven Technologien, dann lässt sich für Deutschland festhalten, dass das Wachstum in den Spitzentechnologien leicht unter- und in den hochwertigen Technologien leicht überdurchschnittlich ist, während Deutschland den Trend bei weniger forschungsintensiven Technologien offensichtlich nicht mitgeht. Insgesamt kann festgestellt werden, dass das Wachstum in den Spitzentechnologien stets oberhalb des Wachstums bei den hochwertigen Technologien liegt und dieses – mit Ausnahme der USA und Großbritannien – höher liegt als bei weniger FuE-intensiven Bereichen. Gerade die Länder, die überdurchschnittlich wachsen, tun dies mit Hilfe einer besonderen Ausweitung ihrer Aktivitäten in den Spitzentechnologien.

Die Veränderung der Verteilung innerhalb eines Landes bildet nur eine Dimension der technologischen Leistungsfähigkeit ab. Für die Gesamtbeurteilung ist es wichtig, die einzelnen Entwicklungen im Kontext der weltweiten Entwicklung bzw. im Vergleich zu anderen Ländern zu sehen. Dies vermag der RPA (Revealed Patent Advantage) besser zu leisten als andere Indices, indem er die Anteile eines Technologiebereichs in einem Land in Relation zu den Anteilen dieser Technologie weltweit setzt.

Positive Spezialisierungen bezüglich der Spitzentechnologien – also eine überdurchschnittliche Ausrichtung auf diesen Bereich im Vergleich zum Weltmaßstab – zeigen die USA, Großbritannien, Kanada und Finnland (Tab 4-3). Japan ist seit dem Ende der 1990er nur noch Durchschnittlich aktiv in der Spitzentechnologie ähnlich wie Schweden am aktuellen Rand. Deutschland hat zwar – ähnlich wie die Schweiz – hier ein negatives Profil, das sich im Verlauf der Beobachtungsperiode jedoch deutlich

verbessert. Demgegenüber bleiben über den gesamten Beobachtungszeitraum Frankreich leicht und Italien deutlich unterdurchschnittlich aktiv.

Tab. 4-3: *Spezialisierung ausgewählter Länder auf Spitzen- und hochwertige Technologie 1991 - 2004*

<i>Spitzentechnologien</i>													
	USA	JPN	GER	GBR	FRA	SUI	CAN	SWE	ITA	NED	FIN	KOR	EU15
1991	26	23	-50	-5	-10	-44	2	-15	-52	-1	-9	10	-31
1992	25	18	-47	5	-9	-42	7	-11	-48	-1	15	41	-27
1993	29	17	-50	3	-9	-44	7	-20	-50	2	19	-15	-29
1994	28	11	-51	8	-7	-44	22	4	-44	-6	30	-22	-26
1995	27	7	-47	4	-15	-43	29	3	-47	4	36	1	-25
1996	27	5	-41	11	-18	-45	30	14	-48	3	43	7	-22
1997	26	7	-40	8	-14	-50	26	12	-56	6	49	31	-21
1998	27	1	-39	11	-16	-43	29	16	-60	11	43	37	-21
1999	26	-3	-38	14	-11	-39	33	16	-63	1	50	27	-19
2000	26	-1	-34	12	-12	-29	26	17	-58	5	42	24	-18
2001	24	-3	-32	12	-9	-27	32	11	-59	16	47	19	-15
2002	21	-1	-32	9	-6	-28	33	2	-56	7	47	26	-17
2003	22	-4	-32	6	-6	-23	31	1	-53	3	48	31	-18
2004	16	1	-36	3	-6	-18	42	-1	-50	0	56	31	-20

<i>hochwertige Technologien</i>													
	USA	JPN	GER	GBR	FRA	SUI	CAN	SWE	ITA	NED	FIN	KOR	EU15
1991	-4	5	7	-1	-13	8	10	-14	10	-6	-8	25	0
1992	-4	10	5	-2	-13	-1	6	-18	12	-5	-16	21	0
1993	-3	6	7	2	-11	10	0	-7	0	-12	-28	31	0
1994	-4	9	9	1	-11	-1	-3	-16	-1	-7	-19	27	0
1995	-4	7	12	1	-11	-4	-6	-20	3	-8	-31	23	2
1996	-3	7	9	-4	-7	-2	-9	-20	1	-7	-28	19	1
1997	-4	9	8	-4	-7	3	0	-13	1	-10	-35	8	0
1998	-2	5	12	2	-7	-1	-3	-17	1	-8	-33	2	2
1999	-3	9	13	-5	-7	-1	-2	-19	-2	-7	-48	-2	1
2000	-4	6	14	-4	-3	1	-1	-22	0	-4	-40	-5	3
2001	-3	10	12	-5	-5	-4	-6	-9	-3	-16	-42	-6	0
2002	-6	10	15	-3	-5	2	-7	-7	-4	-8	-52	-3	2
2003	-7	9	14	-2	-1	3	-3	-7	0	-20	-50	-3	3
2004	-17	14	16	-11	5	-2	-6	-6	2	-31	-54	13	3

Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Relative Vorteile im Bereich der hochwertigen Technologie genießen Japan, Deutschland und – um den Durchschnitt schwankend – auch die Schweiz¹³, während Italien sowie die EU-15 hier immerhin durchschnittliche Werte erreichen und die USA in den letzten 2-3 Beobachtungsjahren deutlicher vom Durchschnitt weg in den Negativbereich abrutscht. Es zeigt sich mit diesen Ergebnissen, dass eine gute Position im Bereich der Spitzentechnologie nicht unbedingt mit einer unterdurchschnittlichen

¹³ Im Vorjahresbericht konnten an dieser Stelle für die Schweiz noch leicht positive Spezialisierungen über den Beobachtungszeitraum berichtet werden. Dass dies nun nicht mehr der Fall ist liegt in erster Linie an der Neudefinition der Hochtechnologie. Offensichtlich sind hier einige Technologiebereiche, in denen die Schweiz eine positive Ausrichtung hatte, in die Gruppe der weniger forschungsintensiven Technologien übergegangen. Dies betrifft beispielsweise einige Bereiche der Fördertechnik. Insgesamt ist der Vergleich mit den Vorjahresergebnissen somit nur eingeschränkt möglich. Dies ist u.a. der Grund, weshalb in diesem Bericht die gesamten Zeitreihen ab 1991 dargestellt werden.

Ausrichtung im Bereich der hochwertigen Technologie einhergehen muss. Allerdings gilt beispielsweise für Schweden, die Niederlande, die USA und insbesondere Finnland, dass die positive Ausrichtung auf die Spitzentechnologie mit einer negativen Ausrichtung auf die hochwertigen Technologien zusammentrifft. Da der RPA die Anteile der Technologiebereiche verwendet, die sich stets zu 100 Prozent addieren, bildet die Gruppe der weniger FuE-intensiven Technologien die Restkategorie, welche von den Aktivitäten in den beiden anderen Gruppen abhängt. Es ist unmittelbar einsichtig, dass ein Land nicht in allen Bereichen überdurchschnittliche Aktivitäten haben kann. Allerdings zeigt sich bei der expliziten Analyse ein interessantes Muster. Mit Ausnahme von Finnland und – außer in 2004 – Großbritannien haben alle europäischen Länder eine positive Spezialisierung, während die nicht-europäischen Länder eine deutlich negativen Spezialisierung auf die weniger FuE-intensiven Technologien zeigen. Die 15 Länder der EU vor 2004 verbessern sich im Zeitablauf ein wenig, bleiben aber negativ spezialisiert, nicht zuletzt bestimmt durch die großen Länder Deutschland, Frankreich und Italien, was durch die starke positive Ausrichtung insbesondere der skandinavischen Länder und Großbritannien nicht aufgewogen werden kann.

4.2 Strukturen innerhalb der Hochtechnologie

Am deutlichsten seit der zweiten Hälfte der 1990er Jahre ist das Feld Luft- und Raumfahrttechnik in Deutschland gewachsen, ein Feld, dem auch jüngst in der High-Tech-Strategie der Bundesregierung eine hohe Priorität eingeräumt wurde und dessen Forschungsaufwendungen zu rund 50% aus öffentlichen Mitteln finanziert werden. Hier erreicht Deutschland zwar mit knapp 400 Patenten in 3 Jahren nur etwa 57% der Anmeldungen der USA. In der EU-15 jedoch, wo Deutschland und Frankreich für rund $\frac{3}{4}$ der Anmeldungen verantwortlich sind, sind die Werte um ca. 40% höher als die der USA und es liegt auch hier das Wachstum oberhalb der Entwicklung in den Vereinigten Staaten. Hierin spiegelt sich im Wesentlichen der Konkurrenzkampf von Boeing (USA) und EADS (Europa) und der jeweiligen Partnerfirmen wider. Zumindest was die Patentanmeldungen in Europa betrifft – und der Luftfahrtmarkt ist sehr stark internationalisiert, weshalb ähnliches auch für die USA gelten dürfte – haben die Europäer die Nase vorn. Man muss abwarten, wie die verschiedenen Umorganisationen und die Probleme bei der Auslieferung des A380 auf die technologische Entwicklung der europäischen Luftfahrt auswirkt. Dass es Auswirkungen haben wird, davon ist sicher auszugehen.

Es ist interessant festzustellen, dass das bezüglich des Wachstums auf Platz zwei in Deutschland rangierende Technologiefeld den Titel "Datenverarbeitungsgeräte und –einrichtungen" trägt. Wie im folgenden Abschnitt noch näher zu beleuchten sein wird, ist die positive Entwicklung dieses ansonsten in Deutschland deutlich unterspezialisierten Feldes nur logisch und konsequent. Dabei darf man nicht vergessen, dass wir an dieser Stelle den Forschungs- und Entwicklungsoutput analysieren und nicht etwa die Beschäftigung in der Hardware-Industrie, die eben nicht und immer weniger in Deutschland ansässig ist. In diesen Zahlen spiegelt sich die Forschungskompetenz deutscher und insbesondere ostdeutscher Labore der Computerindustrie wider. Andererseits, dies sollte an dieser Stelle nicht unterschätzt werden, kommen diese Inventionen und Innovationen – zusehends mehr – aus den Kernbranchen der deutschen Wirtschaft. Die verstärkte Integration von Computertechnik und elektronischen Steuerungen beispielsweise im Maschinen- oder Fahrzeugbau hat bereits seit längerem dafür gesorgt, dass die hier ansässigen Unternehmen dieser Branche ihre Kompetenzen auch in diese Richtung erweitert haben. Gleichzeitig, dies zeigt sich im weiteren Verlauf der Liste in Tabelle 4-4, wächst auch der Forschungsoutput der Kernfelder dieser Wirtschaftszweige nach wie vor in hohem Maße. Dass das deutliche Wachstum bei IuK-Technologien noch nicht zu einer deutlichen

Verbesserung der deutschen Spezialisierung bei diesen Technologien geführt hat, dies liegt in erster Linie daran, dass andere – hier nicht aufgelistete – Länder wie beispielsweise Südkorea, Kanada oder Schweden in ihren jeweiligen Nischen noch deutlicher gewachsen sind.

Ohne nun die Liste im Detail diskutieren zu können sei auf einige interessant Ergebnisse kursorisch hingewiesen. In der Medizintechnik – einem gemeinhin als sehr zukunftssträftig bewertetes Feld – haben die USA seit längerem eine sehr starke Position. Dies gilt sowohl für die elektronische wie die "mechanische" Medizintechnik. Allerdings zeigen die Japaner gerade in diesem Feld verstärkte Aktivitäten und werden so zum direkten Konkurrenten der Amerikaner. Zumindest in der Elektromedizintechnik – also insbesondere bei Diagnosegeräten – zeigt auch Deutschland seit der zweiten Hälfte der 1990er Jahre ein stärkeres Wachstum als die USA.

Tab 4-4 Absolute Zahl, Spezialisierung und Wachstum der Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt der Prioritätsjahre 2002-2004 vier ausgewählter Länder/Regionen nach Feldern der Hochtechnologie-Liste (sortiert nach Wachstumsraten Deutschlands)

	DE			US			JP			EU		
	Abs.	RPA	Wachs.	Abs.	RPA	Wachs.	Abs.	RPA	Wachs.	Abs.	RPA	Wachs.
Luft- und Raumfahrzeuge	392	8	201.1	684	28	159.5	102	-82	108.5	947	15	170.9
DV-Geräte, -Einrichtungen	2718	-51	175.0	9035	27	139.0	4573	7	133.7	7899	-31	164.1
Elektromedizintechnik	614	-41	165.5	1934	35	147.0	761	-10	318.3	1594	-29	162.6
anorganische Grundstoffe	427	9	162.3	476	-15	118.5	463	29	157.4	845	-4	154.8
Biotech, Pharma, Arznei	3493	-31	153.5	9872	35	101.3	3010	-34	145.4	9410	-15	126.2
Motoren, Kraftmasch.	2826	41	150.8	1572	-46	123.3	2159	28	142.5	4816	15	153.0
übrige Spezialchemie	1056	15	145.7	1424	10	105.5	785	-3	134.7	2131	3	121.4
Arzneimittel	1721	-38	139.8	5341	36	114.1	1414	-45	130.3	5044	-15	128.1
Kraftw., -motoren und -teile	6117	63	134.2	1728	-71	102.9	3195	20	187.3	9648	36	135.7
Pflanzenschutz, Saatzucht	475	-4	132.4	935	28	112.3	263	-47	136.8	1018	-9	126.0
Spitzeninstrumente	2083	-1	129.3	3107	4	105.9	2148	14	127.0	4451	-6	123.5
Kriegsschiffe, Waffen etc.	233	47	128.7	136	-36	133.6	30	-89	250.0	465	36	131.5
Leuchten, Batterien usw.	1616	12	128.1	1361	-38	122.5	2300	54	132.7	2825	-13	131.7
Rundfunk-, Fernsehtechnik	808	-81	122.9	2540	-32	105.5	3753	48	110.8	3266	-50	131.9
Medizintechnik	1225	-45	116.8	4802	48	155.5	928	-57	250.2	3509	-25	126.9
Maschinen a.n.g.	2968	43	115.1	1544	-49	84.2	1213	-30	113.5	5637	28	105.6
hochwertige Instrumente	920	34	115.0	725	-23	107.9	451	-23	160.0	1778	20	115.4
Werkzeugmaschinen	1914	45	114.7	1087	-41	116.9	990	-5	110.9	3448	25	113.0
Nachrichtentechnik	4095	-39	112.7	9209	5	120.6	4892	-11	120.8	12178	-13	114.2
Büromaschinen	146	-48	112.2	301	-14	69.0	573	75	123.2	277	-60	84.1
Stromerz. und -verteilung	911	26	110.7	540	-54	115.2	938	40	154.2	1616	3	101.5
Klima-, Filter-, Lufttechnik	848	15	106.2	1115	7	100.0	415	-42	103.7	1857	12	105.2
Farbstoffe, Pigmente	583	24	106.1	550	-16	97.5	620	40	134.2	999	-3	103.5
landw. Masch., Zugmasch.	424	52	106.0	210	-44	104.9	64	-83	125.1	865	44	105.5
Polymere	1564	12	104.1	1993	1	88.0	1804	37	122.4	3011	-4	106.3
Optik	442	-50	102.2	1101	1	91.4	1221	53	151.3	1215	-34	115.4
Elektronik	980	-38	102.1	2226	7	109.3	2319	52	115.4	2170	-40	106.6
Opt. und fotogr. Geräte	75	-56	102.0	165	-20	67.2	288	68	120.0	178	-53	99.4
Gummiwaren	128	-36	101.5	197	-28	109.6	322	58	106.1	320	-27	73.4
organische Grundstoffe	1332	-9	99.4	2713	26	97.4	937	-32	89.0	3171	-5	106.8
Schienenfahrzeuge	182	68	82.9	20	-94	38.1	35	-60	250.0	307	49	81.3
Pyrotechnik	23	31	75.8	23	-3	50.8	6	-71	33.3	48	23	82.3
Fotochemikalien	21	-88	73.4	208	52	52.6	123	48	67.2	74	-73	37.0
Radioakt. Stoffe, Kernreakt.	52	12	71.6	80	21	107.0	20	-60	59.3	120	15	72.8
Äth. Öle, grenzfl.akt. Stoffe	207	6	68.0	333	19	64.5	138	-22	136.9	533	19	61.3

Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

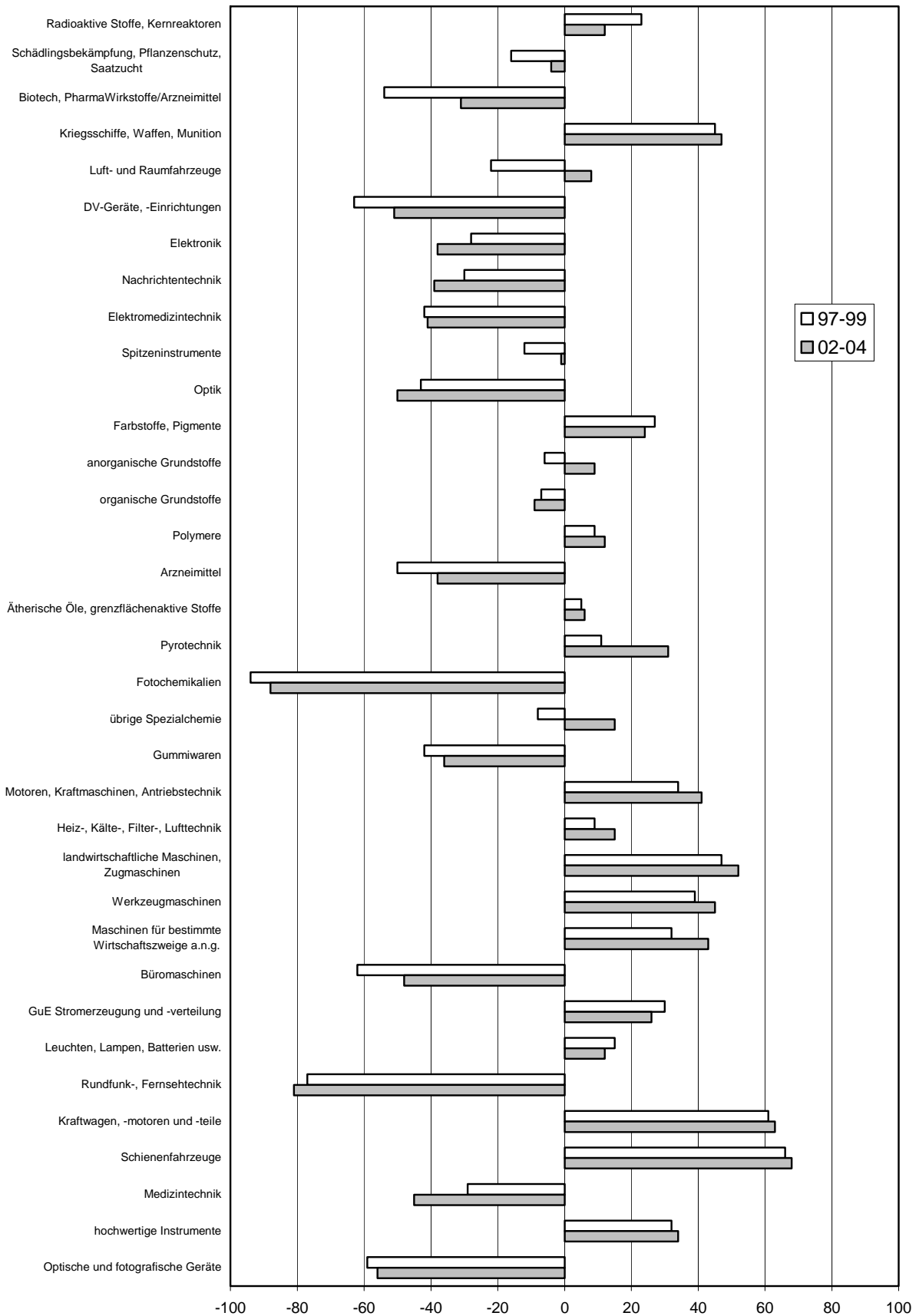
Insgesamt zeigen sich sowohl traditionelle Stärken Deutschlands als auch weniger starke Technologiefelder unter den stark wachsenden Bereichen, was man zumindest für den forschenden Teil der deutschen Wirtschaft im Aggregat zusammenfassend festhalten kann: Man kann das eine tun ohne das andere zu lassen, oder – um es mit mehr forschungspolitischen Vokabeln zu umschreiben: Stärken stärken und Schwächen stärken gehen hier Hand in Hand. Betrachtet man sich auf der anderen Seite die Technologiefelder der Hochtechnologie, welche am unteren Ende der Liste rangieren und dann sogar einen schrumpfenden Technologieoutput zu vermelden haben, dann findet sich dort – wenig überraschend vor dem Hintergrund der politischen Entscheidungen der vergangener und gegenwärtiger Regierungen – die Kernforschung.

Zusammengefasst und grafisch aufbereitet finden sich die Ergebnisse in den Spezialisierungsprofilen der vier Länder bzw. Regionen in den Abbildungen 4-1 bis 4-4, wo eine Gegenüberstellung der beiden Zeiträume 1997-1999 und 2002-2004 abgetragen ist, also der Situation vor und nach dem Platzen der New Economy Blase bzw. vor und nach der weltweiten Rezession insgesamt. Dabei – dies sollte eine weitere Erkenntnis aus der Diskussion der obigen Tabelle 4-4 sein, kann sich die relative Position eines Landes auch dann verbessern, wenn sich das Feld innerhalb des Landes verschlechtert, wie sich am Beispiel der Pyrotechnik oder der Kernforschung zeigen lässt. Hier zeigt sich Deutschland nicht sonderlich dynamisch. Andere Länder haben aber offensichtlich ihre Aktivitäten noch deutlicher zurückgenommen, so dass Deutschland im Zeitverlauf relativ besser dasteht.

Das deutsche Profil ist geprägt durch den Fahrzeug- und den Maschinenbau sowie in einigen Bereichen von der Chemie und der (Starkstrom)Elektrotechnik, während die Schwächen ebenfalls traditionell in der Mikroelektronik und bei Arzneimitteln liegen. Im hier analysierten Zeitverlauf hat sich das Profil dabei wenig zugespitzt. Lediglich bei den in Deutschland zu den wachstumsstarken zählenden Feldern Biotechnologie, Luft- und Raumfahrzeugbau und bei DV-Geräten und – einrichtungen sind positive Veränderungen zu bemerken. Daneben können an dieser Stelle die anorganische und die Spezialchemie erwähnt werden. Der Maschinen- und Fahrzeugbau konnte an Bedeutung für das deutsche Profil ebenfalls noch etwas weiter zulegen.

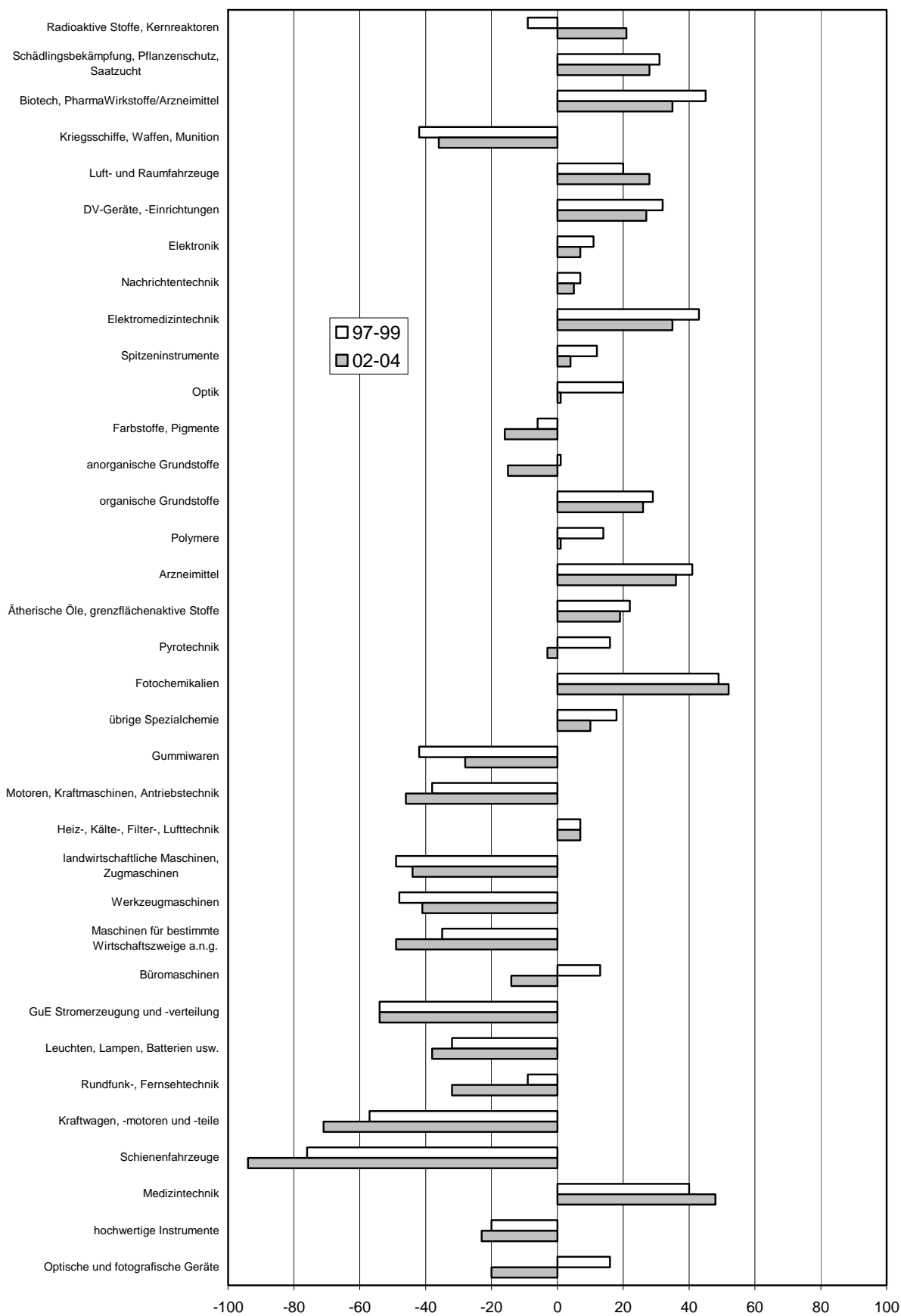
Vergleicht man nun das deutsche Profil mit den Aktivitäten der US-Amerikaner und Japaner in Europa, dann zeigt sich folgendes. Mit den Patentanmeldungen der USA lässt sich ein eher komplementäres Bild feststellen, während es mit Japan eher kompetitiv ist, d.h. die US-Amerikaner sind in Felder überdurchschnittlich aktiv, wo Deutschland eher zurückhaltend ist und umgekehrt. Die Japaner wiederum sind in ähnlichen Technologiebereichen stark wie die deutschen forschenden Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Dies lässt sich relativ gut an der Unterscheidung zwischen Spitzen- und hochwertigen Technologien beschreiben. Die USA sind auf Spitzentechnologien fokussiert und haben Schwächen in den hochwertigen Technologien. Für Deutschland gilt genau das Umgekehrte. Mit Japan gibt es geringfügige Überschneidungen im Bereich der Spitzentechnologien, wobei sich dies in erster Linie darauf beschränkt, was in beiden Ländern keine große Rolle spielt. Im Bereich der hochwertigen Technologien finden sich jedoch einige gemeinsame Schwerpunktsetzungen wie beispielsweise der Fahrzeugbau, Stromerzeugung und – verteilung oder Lampen und Batterien. Bei Werkzeugmaschinen erreichen die Japaner immerhin eine durchschnittliche Spezialisierung.

Abb. 4-1: Spezialisierung Deutschlands in der Hochtechnologie



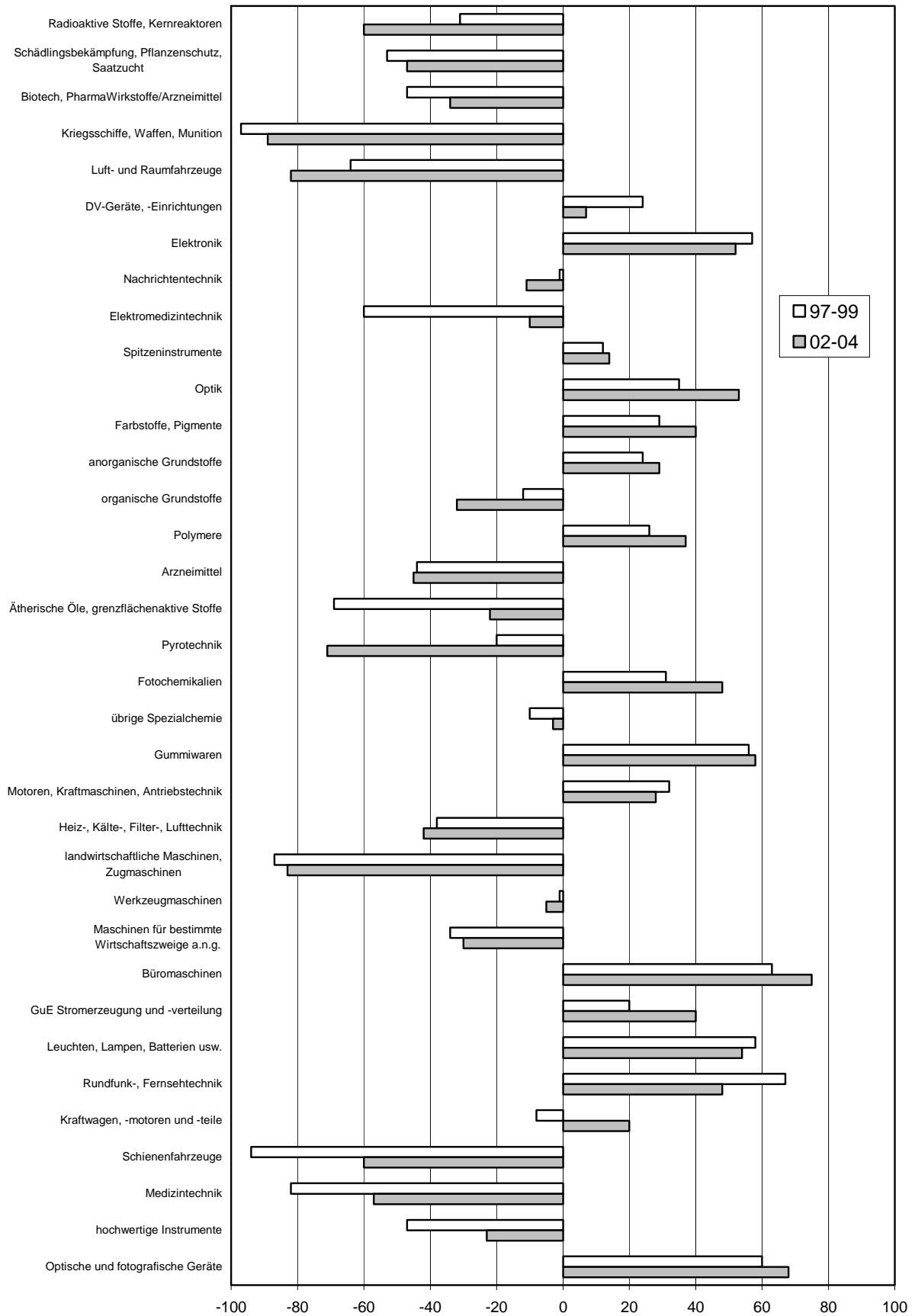
Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abb. 4-2: Spezialisierung der USA in der Hochtechnologie



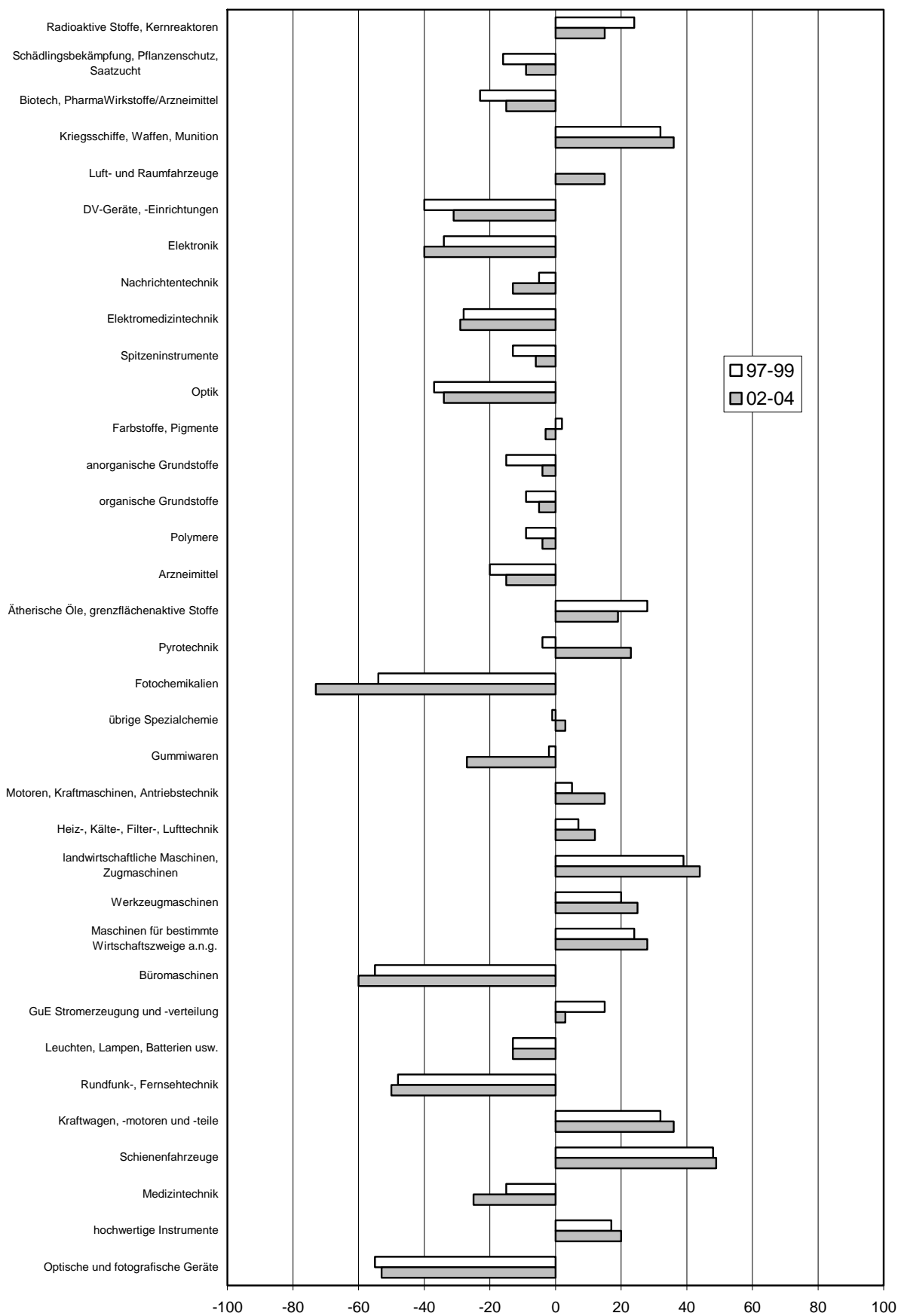
Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abb. 4-3: Spezialisierung Japans in der Hochtechnologie



Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abb. 4-4: Spezialisierung der EU-15 in der Hochtechnologie



Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

5 Entwicklung der internationalen Technologie-Kooperationen

Auf der Grundlage internationaler Technologie-Kooperationen – oder, anders formuliert, der internationalen Ko-Patente am Europäischen Patentamt oder nach dem PCT-Verfahren – werden die Muster der Kooperationen deutscher Erfinder mit ausländischen Kollegen untersucht und deren Veränderung seit Beginn der 1990er Jahre abgebildet. Ko-Patente sind solche Patente, bei denen mindestens ein deutscher Erfinder und gleichzeitig mindestens ein Erfinder aus einem anderen Land beteiligt sind. Dabei stehen nicht nur Kooperationen von deutschen und ausländischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Vordergrund, sondern es werden auch solche technologische Neuerungen berücksichtigt, die innerhalb von global agierenden Unternehmen entstehen. Wenn also beispielsweise in einem Unternehmen Forscher, die an verschiedenen internationalen Standorten beschäftigt sind zu Projektteams zusammengeführt werden, dann stehen diese ebenso im Fokus dieser Analyse, wie beispielsweise die Zusammenarbeit zweier Forschungseinrichtungen aus unterschiedlichen Ländern, die zu einer Patentanmeldung am Europäischen Patentamt führt. Es wurde für die Untersuchung der Weg über die Erfinder gewählt, weil bei internationalen Kooperationen verschiedener Unternehmen oder auch zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen nicht immer alle Beteiligten als Anmelder erscheinen und damit die Analyse unvollständig wäre. Außerdem würden internationale Kooperationen innerhalb von global agierenden Unternehmen nicht berücksichtigt. Diese ist aber ein wesentlicher und interessanter Bestandteil bei der Frage nach internationalen Wissensflüssen und Wissensschwerpunkten. Schließlich forschen Unternehmen dort, wo adäquates Humankapital und entsprechend spezialisiertes Wissen zur Verfügung steht. Nicht einbezogen in diese Untersuchungen werden Kooperationen innerhalb Deutschlands bzw. ausschließlich deutscher Erfinder. Die hier dargestellten Daten und Kennziffern decken daher nur einen Teil der gesamten Kooperationen in der Technologiegese in Deutschland ab. Ein Ziel dieser Untersuchung ist es, internationale „Wissensflüsse“ zu identifizieren und herauszuarbeiten, um so einschätzen zu können, inwieweit die unmittelbar anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung „globalisiert“ ist. Es ist dabei an dieser Stelle allerdings nicht möglich, die Gründe für diese Kooperationen bzw. diese Wissensflüsse zu identifizieren. So kann sowohl komplementäres als auch konkurrierendes bzw. kompetitives Wissen den Ausschlag für die Kooperation gegeben haben, insbesondere zwischen zwei verschiedenen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen. Ebenso muss ungeklärt bleiben, wer die Zusammenarbeit initiiert hat.

Die Grundannahme, die diese Untersuchung motiviert ist jedoch, dass nicht nur die Forschung deutscher Unternehmen im Ausland oder ausländischer Unternehmen in Deutschland zu neuen technologischen Impulsen für die deutsche Wirtschaft führt. Auch Kooperationen mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen über Ländergrenzen hinweg sind ein wichtiges Instrument, um problemorientiert Forschung und Entwicklung zu betreiben (Belitz 2004a; Belitz 2004b; Belitz et al. 2006; Döhrn, Edler 2002; Edler et al. 2003; Legler et al. 2003; Legler, Grenzmann 2004; OECD 2004a; OECD 2004b). Komparative Vorteile bzw. spezielles Wissen und spezielle Kompetenzen werden genutzt, um die jeweiligen Forschungs- und Entwicklungsfragen zu bearbeiten. Damit zeigt sich aber gleichzeitig, dass eine Verlagerung der Forschung und der Produktion nicht unbedingt zu einem „brain-drain“ oder „knowledge-drain“ führen muss, sondern dass diese Strategie aus volkswirtschaftlicher Sicht durchaus mit „brain-“ und „knowledge-gain“ einhergehen kann, wenn nämlich so Wissen und Kompetenzen vertieft, erweitert und schließlich spezialisiert werden kann.

Als Begründung für den deutlichen Anstieg bei der Bedeutung der internationalen Technologie-Kooperationen lassen sich einige Punkte anführen. Einerseits kann davon ausgegangen werden, dass

die Grenzen zwischen einzelnen Technologien – insbesondere einzelnen technischen Lösungen und Anwendungen – fließender werden. Gerade Querschnittstechnologien wie beispielsweise Informations- und Kommunikations- (Häring et al. 2007), aber auch Bio-, Nano- oder Optische Technologien lassen sich in zahlreichen Kontexten einsetzen und anwenden und verbinden sich mit weiteren Technologielinien wie beispielsweise der Medizintechnik, dem Maschinenbau und der Fertigungstechnik, dem Fahrzeugbau oder auch der Chemie- und Pharmaindustrie. Dabei ist unmittelbar einsichtig, dass einzelne Unternehmen nicht in allen Bereichen das notwendige Wissen selbst vorhalten können. Vielmehr ergibt sich die Notwendigkeit der Kooperation aus diesem Zusammenwachsen einzelner Technologien. Gleichzeitig erfordert eine gesteigerte Komplexität von Technologien und Produkten eine Spezialisierung der Unternehmen auf ihre hauptsächlichen Aktivitätsfelder bzw. auf ihre Kernkompetenzen. Zusätzlich notwendiges Wissen wird dann "zugekauft" – wobei hier kaum nationale oder kulturelle Grenzen im Wege stehen sondern im Zeichen des "globalen Dorfes" die geeigneten Partner weltweit gesucht werden.

Andererseits führt die technologische Spezialisierung und die Fokussierung auf die Kernkompetenzen auch dazu, dass Forschungskapazitäten – Labore und Forschungspersonal – nicht selbst vorgehalten werden müssen sondern nach Bedarf – im Sinne externe FuE – zielgerichtet "zugekauft" werden können. Dies erhöht einerseits die Planungssicherheit des FuE-Prozesses und andererseits externalisiert es die Risiken und Probleme, die mit jedem Forschungsprozess einher gehen. Aus dieser Perspektive gibt es also zahlreiche Gründe für die Unternehmen und Forschungseinrichtungen national, aber auch international zu kooperieren. Ein Teil – nämlich die internationalen Technologie-Kooperationen, die zu einer Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt oder bei der WIPO führen – wird in diesem Abschnitt näher beleuchtet.

Es werden an dieser Stelle die internationalen Patentanmeldungen herangezogen, da diese im allgemeinen von höherem technologischen und häufig auch ökonomischem Wert sind und sich auf breitere Märkte und Anwendungen beziehen als ausschließlich nationale Anmeldungen. Daneben sind es gerade diese Technologien, die im internationalen Wettbewerb bestehen und mit denen sich die Unternehmen gegenüber ihren Konkurrenten profilieren müssen. Die Direktanmeldungen am Europäischen Patentamt – inklusive überführter nationaler Erstanmeldungen – werden hier mit allen Anmeldungen nach dem PCT-Verfahren bei der WIPO zusammen geführt. Mit diesem Verfahren können gut $\frac{3}{4}$ aller internationalen Anmeldungen erfasst werden (Patel, Frietsch 2007), so dass eine breite und solide Datenbasis zur Verfügung steht. Gleichzeitig sind Doppelzählungen von Patentanmeldungen – bspw. von an regionale oder nationale Ämter überführte PCT-Anmeldungen – ausgeschlossen.

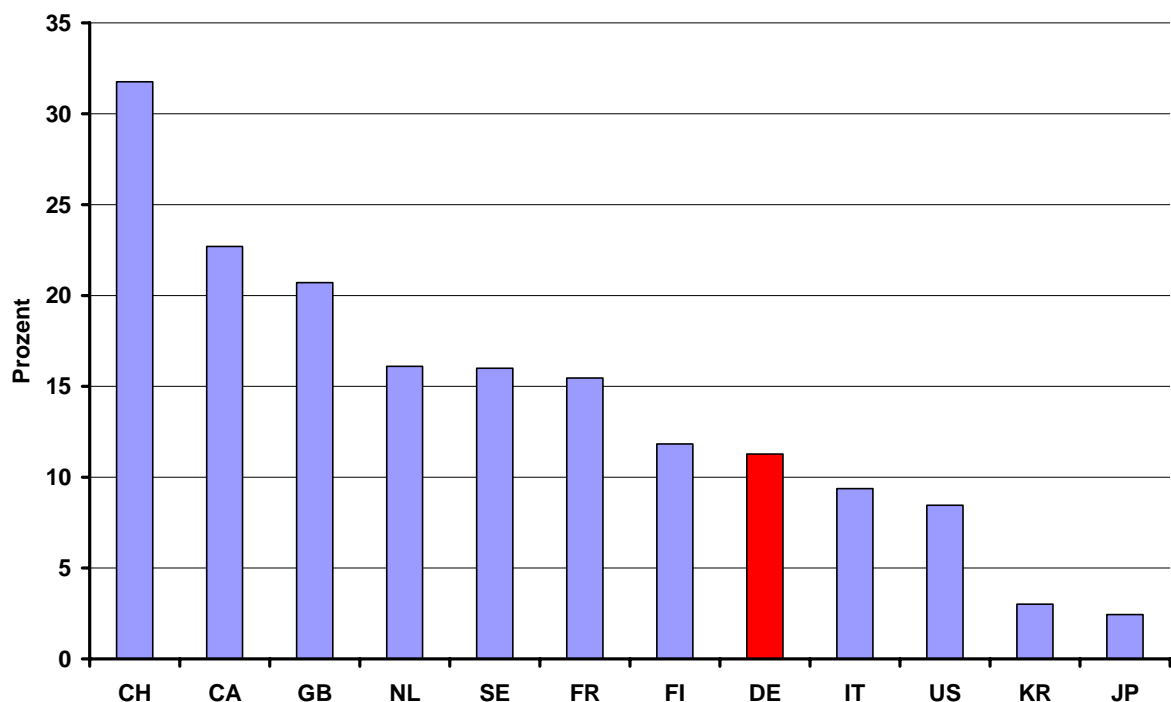
5.1 Ko-Patente nach Technologiebereichen

Die Anzahl der international angemeldeten Ko-Patente mit deutscher Beteiligung lag im Jahr 2004 bei 3.250 Anmeldungen. Dies entspricht einem Anteil an allen internationalen Anmeldungen deutscher Erfinder von etwa 11,3 Prozent. Dieser Wert hat sich seit 1991, wo er bei etwa 6,3 Prozent lag, nahezu verdoppelt. Die Bedeutung von internationalen Kooperationen bei der Technologiegenese hat also sowohl relativ als auch absolut deutlich an Gewicht gewonnen.

Abb. 5-1 stellt zunächst die Anteile der internationalen Technologiekooperationen an allen internationalen Anmeldungen ausgewählter Länder dar. Demnach liegen die Schweiz, Kanada und Großbritannien an der Spitze der international kooperierenden Volkswirtschaften, gefolgt von den Niederlanden und Schweden. Deutschland liegt im Mittelfeld der hier abgetragenen Ländern und Japan und Korea bilden die Schlusslichter. Ganz allgemein und vereinfachend lässt sich sagen, dass

mit steigender Größe der Länder die Kooperationsintensität sinkt, was darauf zurückzuführen ist, dass in größeren Ländern die Wahrscheinlichkeit auch national einen geeigneten Partner zu finden, höher ist als in kleineren Ländern. Andererseits kann die Größe alleine als Erklärung für die Anteile der Ko-Patente nicht ausreichen. Vielmehr wird dieses Ergebnis überlagert von dem Trend einer niedrigen Intensität asiatischer Länder sowie hoher Intensitäten englischsprachiger Nationen – Großbritannien und Kanada arbeiten häufig mit den USA zusammen. Nicht so richtig in dieses Bild passen die Schweiz und Finnland. Die Finnen hatten zu Beginn des neuen Jahrtausends bereits etwas höhere Anteile aufzuweisen und lagen damit näher an den ähnlich großen Ländern Schweden und den Niederlanden. Die Finnen sind allgemein sehr IuK-lastig und wurden durch die IuK-Krise (siehe oben) ganz besonders gebeutelt, was sich offensichtlich auch in den Kooperationsstrukturen niederschlug. Bei der Schweiz ist eine sehr hohe Affinität zur internationalen Zusammenarbeit festzustellen und zwar auf breiter Front und nicht etwa ausschließlich beim CERN, das hier nur einen geringen Effekt auf die Gesamtzahlen hat. Dieses Ergebnis der hohen Internationalisierung von Forschung und Wissenschaft lässt sich in ähnlich ausgeprägter Form auch bei wissenschaftlichen Publikationen feststellen (Schmoch 2007; Schmoch, Gauch 2004). Die Exzellenz der Schweizer Autoren und Erfinder ist darin ebenso begründet, wie die ausgeprägte Außenorientierung der Schweizer Wirtschaft hierin widerspiegelt wird. Es wird beispielsweise nicht einmal jede 10te Anmeldung, die von Schweizer Erfindern am Europäischen Patentamt oder nach dem PCT-Verfahren angemeldet wird gleichzeitig auch am Eidgenössischen Patentamt hinterlegt.

Abb. 5-1: Internationale Ko-Patente ausgewählter Länder mit OECD-Ländern, 2004

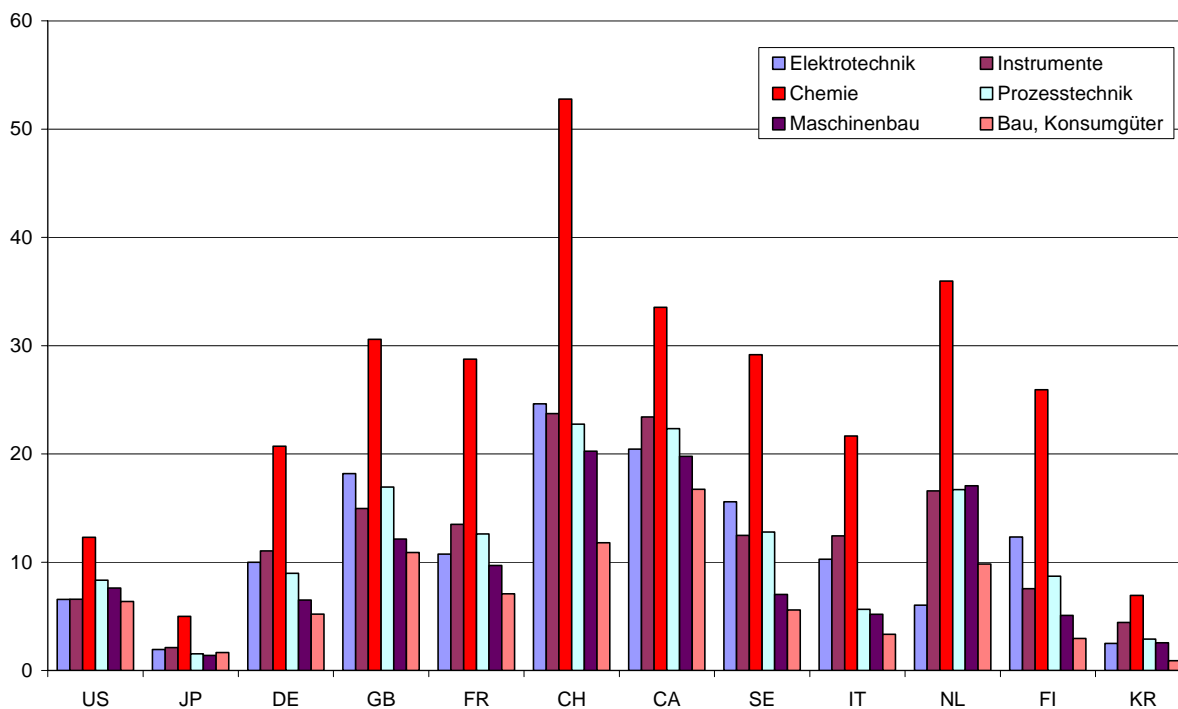


Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Für eine abschließende Beurteilung reichen die hier verfügbaren Daten sicher nicht aus, es zeigt sich jedoch neben Größeneffekten und Besonderheiten der asiatischen Länder auch ein Einfluss der technologischen Spezialisierung der Volkswirtschaften. Insbesondere in weniger forschungsintensiven Technologiefeldern wird deutlich weniger international kooperiert als in der Hochtechnologie insgesamt (Frietsch 2006). Es hat den Anschein als würden die Länder in denjenigen

Technologiebereichen relativ häufiger kooperieren, in denen sie weniger stark spezialisiert sind. Ein Vergleich der relativen Kooperationshäufigkeiten dieser Volkswirtschaften nach Technologiefeldern ist in Abbildung 5-2 dargestellt. Die Chemie erweist sich dabei über alle Länder hinweg als der Bereich mit der höchsten Ko-Patent-Neigung. Bauwesen und Konsumtechnologien liegen nach dieser Abgrenzung im Allgemeinen am unteren Ende der internationalen Kooperationsneigung, ähnlich wie auch der Maschinenbau.

Abb. 5-2: Internationale Ko-Patente ausgewählter Länder nach Technologiefeldern, 2004



Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tab. 5-1: Anteile ausgewählter Partnerländer an den Ko-Patenten Deutschlands, 1991 und 2004

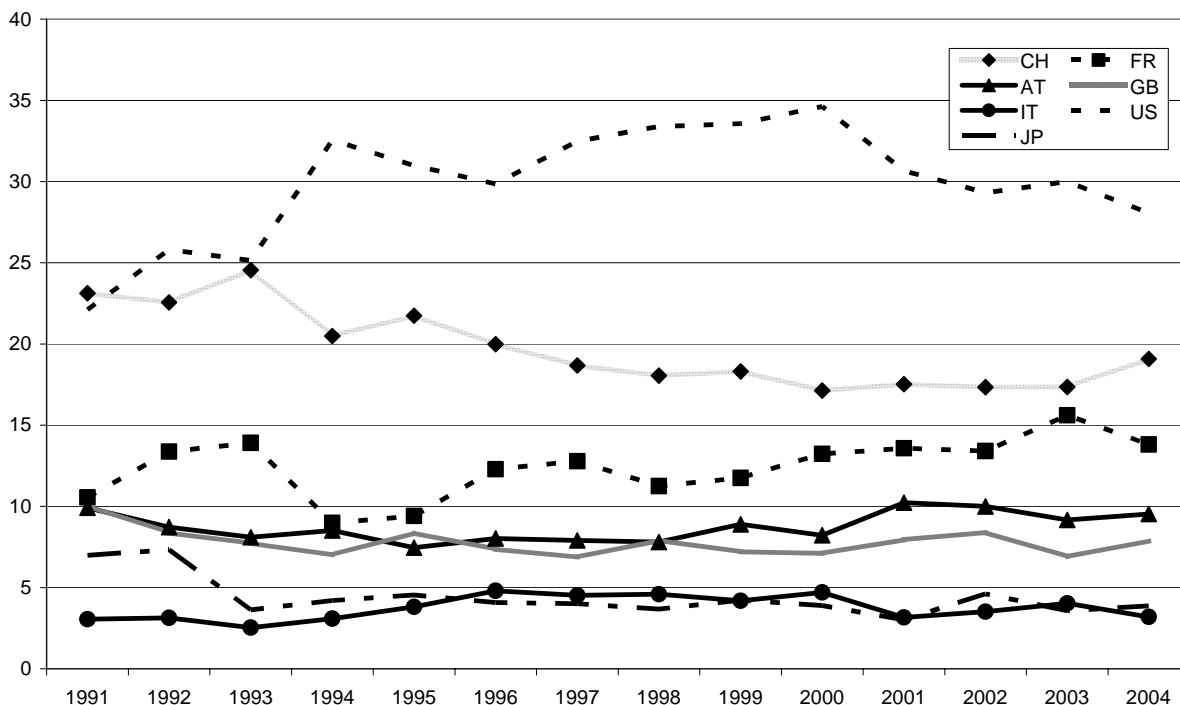
	1991	2004
US	22,1	28,1
CH	23,1	19,1
FR	10,5	13,8
AT	9,9	9,5
GB	10,0	7,9
NL	6,2	6,7
BE	6,2	5,0
JP	7,0	3,9
IT	3,0	3,2
Rest-EU	6,1	8,8
Rest-OECD	2,8	6,2

Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 5-1 beinhaltet die Anteile ausgewählter Länder an den internationalen Ko-Patenten Deutschlands. Es wird damit also eine Antwort auf die Frage gesucht, welches die wichtigsten internationalen Kooperationspartner aus deutscher Sicht sind. Hier ragen die Schweiz und die USA hervor, wobei gerade die US-amerikanischen Partner gegenüber den Schweizern seit 1991 deutlich an Bedeutung zugelegt haben. Frankreich und Großbritannien nehmen – nicht zuletzt auf Grund ihrer Größe – eine mittlere Position ein, wo auch Österreich, das sich für Deutschland auch und gerade auf

Grund des gemeinsamen Sprachraumes als Partnerland anbietet, zu finden ist. Japan und auch Italien sind dagegen in der Breite von untergeordneter Bedeutung.

Abb. 5-3: Entwicklung der Anteile ausgewählter Partnerländer an deutschen Ko-Patenten, 1991-2004



Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abb. 5-3 ist die Entwicklung für einige der Kooperationspartner Deutschlands grafisch aufbereitet. Die Bedeutung der USA liegt seit Beginn der 1990er Jahre deutlich vor den meisten anderen Ländern und hatte bis zum Jahr 2000 in weiten Phasen noch hinzugewonnen. Seit 2001 allerdings ist die Bedeutung der USA zurückgegangen, was sicherlich auch zu einem großen Teil an der starken Ausrichtung auf IuK-Technologien sowie einem leichten Rückzug auf den Heimatmarkt in dieser Phase zurückzuführen ist. Ein sinkender Trend lässt sich für die Schweiz festhalten, während die übrigen Länder – von einigen Auf- und Abs mal abgesehen – die Bedeutung für die Kooperationen Deutschlands behalten haben. Dabei gilt es allerdings zweierlei zu bedenken. Erstens sind die absoluten Zahlen der Patentanmeldungen etwa zwischen 1995 und dem Jahr 2000 deutlich angestiegen, so dass auch die absolute Zahl der Technologiekooperationen deutlich angestiegen ist. Zweitens sind Ko-Patente in diesem Zeitraum auch relativ deutlich wichtiger geworden, so dass sich die hinter den Entwicklungen stehenden absoluten Werte stark verändert haben. Betrachtet man daher nur die Entwicklungen ab ca. der Mitte der 1990er Jahre, dann lässt sich für die Schweiz ein nahezu stabiler und für Frankreich und Österreich ein leicht steigender Trend erkennen.

Eine etwas erweiterte Betrachtung dieser Fragestellung erlaubt Tab. 5-, wo die Anteile der Kooperationen mit den einzelnen Ländern nicht ausschließlich auf die Ko-Patente sondern auf alle Patentanmeldungen deutscher Erfinder bezogen wurden. Hier ist dargestellt, wie viele Patente (in Promille) insgesamt in Kooperation mit den jeweiligen Ländern entstehen.

Man erkennt die enorme Bedeutung der USA in allen hier betrachteten Technologiefeldern. In der Chemie werden nahezu 16% aller international angemeldeten Patente Deutschlands von deutschen und amerikanischen Forschern gemeinsam erfunden. Mit der Schweiz und Frankreich immerhin 8,6% bzw.

8,4%. Österreich tut sich beispielsweise in der Elektrotechnik hervor, Frankreich zusätzlich auch im Maschinenbau.

Tab. 5-2: *Kooperationsintensität (Ko-Patente pro 1000 Patente aus Deutschland), 2000-2004*

	CH	FR	AT	GB	NL	BE	IT	US	JP	Rest- EU	Rest- OECD
Elektrotechnik	18	29	31	21	13	10	9	83	14	28	17
Instrumente	45	26	22	19	16	9	13	100	7	19	16
Chemie	86	84	33	40	43	32	16	159	24	45	32
Prozesstechnik	34	24	25	16	16	14	8	59	4	20	13
Maschinenbau	18	28	18	12	11	6	7	39	4	12	14
Bau/Konsum	14	18	22	10	4	4	6	27	1	12	9

Lesehilfe: Hiermit wird die Frage beantwortet, welche Länder für Deutschland attraktiv sind. Beispiel: Im Feld Elektrotechnik wurden 18 von 1000 Patente Deutschlands in Kooperation mit Schweizer Erfindern angemeldet.

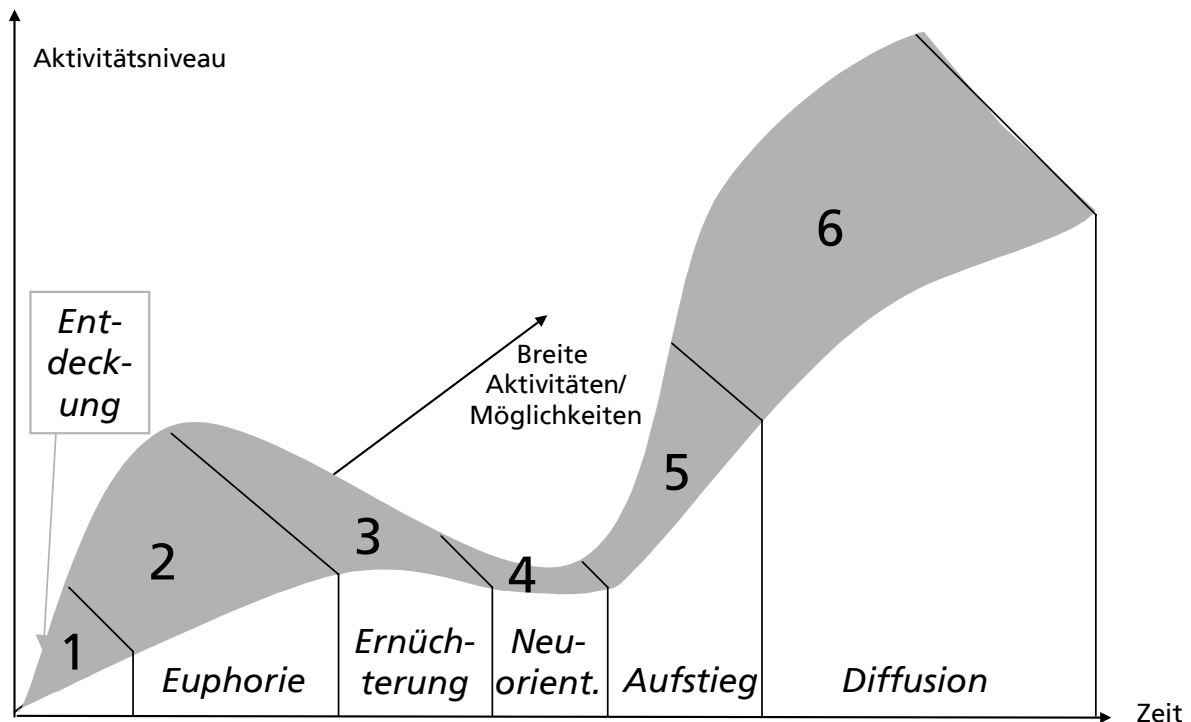
Quelle: EPAPAT, WOPATENT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

6 Technologiezyklen am Beispiel ausgewählter Umwelttechnologien

6.1 Der Untersuchungsansatz

Die Diffusion von Technologien und Innovationen ist ein seit langem untersuchter Gegenstand der Innovationsforschung, der in zahlreichen "Klassikern" behandelt wird (Nahajan, Peterson 1985; Rogers 1995; Utterback 1994), sowie in einigen jüngere Untersuchungen und Diskussionen dieser Fragestellung, dann häufig bezogen auf bestimmte Technologiefelder oder Branchen (Beise 2001; Hullmann 2001; Hwang 2001; Ilonen et al. 2006). Im allgemeinen beziehen diese Arbeiten einen Standpunkt, bei dem die Technologien – mehr oder weniger – exogen gegeben sind und im Wesentlichen die Diffusion von der Nachfrage auf den jeweiligen Märkten her betrachtet wird, wobei häufig zwischen "push"- und "pull"-Faktoren unterschieden wird, d.h. angebots- und nachfrageseitige Einflussfaktoren der Diffusion. In diesen Analysen werden jedoch häufig nicht die Zyklen der technologischen Entwicklung selbst detailliert untersucht. Eine etwas andere Herangehensweise mit dem Ziel einer allgemeinen Beschreibung und Klassifizierung von Technologiezyklen und ihrer Stadien haben beispielsweise Meyer-Krahmer und Dreher (Meyer-Krahmer, Dreher 2004) vorgeschlagen. Nach diesen empirisch gestützten, aber überwiegend theoriegeleiteten Überlegungen lassen sich sechs Phasen bei der Entwicklung von Technologiezyklen identifizieren.

Abb. 6-1: Technologiezyklen-Modell nach Meyer-Krahmer und Dreher



Quelle: Meyer-Krahmer, Dreher (2004); Dreher et al. (2006).

Der idealtypische Verlauf ist in Abbildung 6-1 dargestellt. Danach kommt es nach der Entdeckung und einer ersten Euphorie zunächst zu einem Abschwung bzw. zu einer Verlangsamung der Entwicklung. Diese Phase wird hier "Ernüchterung" genannt und ist im Wesentlichen durch einen technischen Übergang zur "nächsten Generation" oder maßgebliche Weiterentwicklung gekennzeichnet. Auf der Marktseite ist hier von zurückhaltender Umstellung breiter Abnehmer auf die neue Technologie in erster Linie auf Grund von hohen Investitionskosten bzw. Unsicherheiten bezüglich der künftigen Entwicklungen auszugehen. Die Kosten der Ablösung alter Technologien

durch die neue technologische Lösung wird vielfach noch gescheut. Daraufhin kommt es zu einer technologischen Neuorientierung, wo insbesondere die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung eine zentrale Rolle spielt. Es bieten immer mehr Unternehmen Lösung auf Basis oder im Umfeld dieser Technologie an. Danach findet ein erneuter "Aufstieg" und eine anschließende breite Diffusion der Technologie statt. Zusammenfassend lässt sich diese Entwicklung auch als "Doppel-Hype-Kurve" bezeichnen (Linden, Fenn 2002), denn nach einer ersten Hochphase kommt es zu einem deutlichen Rückgang des Wachstums bis hin zu einer negativen Entwicklung (Neuorientierung). Daran schließt sich eine erneute Wachstumsphase an, was zu einer deutlichen Ausweitung der Aktivitäten und zu einem erneuten „Hype“ führt.

In einer empirischen Umsetzung dieser Überlegungen wurde untersucht, inwiefern sich Patent- und Publikationsindikatoren zur Bewertung und Beurteilung der „Entwicklungsstadien“ von Technologien eignen (Dreher et al. 2006). Tatsächlich konnte für ausgewählte Technologien diese „Doppel-Hype-Kurve“ identifiziert werden, die sich sowohl bei Patentanmeldungen als auch bei wissenschaftlichen Publikationen nachweisen ließ, wenngleich die Zyklen dieser Entwicklung je nach Technologie unterschiedlich lang ausfallen. Jede der sechs Phasen zeichnet sich durch spezifische Eigenschaften und Konstellationen von Indikatoren aus. So sind die Aktivitäten in den frühen Phasen auf wenige Akteure beschränkt, während sich die Basis in späteren Phasen deutlich erweitert. Die sich anfänglich vergrößernde Anwendungsbreite der Technologien verringert sich in der Phase der Neuorientierung um sich dann in der zweiten Wachstumsphase erneut zu verbreitern. Als eines der wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung hat sich gezeigt, dass die Entwicklung der Publikationen der Entwicklung der Patentanmeldungen jeweils 3-5 Jahre vorausgeht, so dass unter Kenntnis der Entwicklung der wissenschaftlichen Publikationen eine Einschätzung über die zukünftige Entwicklung der Patente möglich scheint.

Grundvoraussetzung für entsprechende Analysen sind eng definierte und scharf abgegrenzte Technologien, was an dieser Stelle für einige ausgewählte Teilbereiche der Umwelttechnik aufgegriffen und umgesetzt wird. Es werden dabei zunächst die Entwicklungen von Patentanmeldungen und wissenschaftlichen Publikationen zusammengetragen und in einem Diagramm dargestellt. Anschließend werden die verschiedenen Phasen der Entwicklung identifiziert und es werden jeweils weitere charakteristische Indikatoren für diese Phasen erhoben. So werden beispielsweise auf der Grundlage von Listen der Patentanmelder untersucht wie sich die Zusammensetzung und die Konzentration der Akteure im Zeitverlauf ändert. Patent- und Publikationszitate geben Aufschluss über das durchschnittliche Alter der zitierten Dokumente, wodurch eine Einschätzung der Bedeutung von bestehendem technischem Wissen auf die jeweils aktuelle technologische Entwicklung möglich wird.

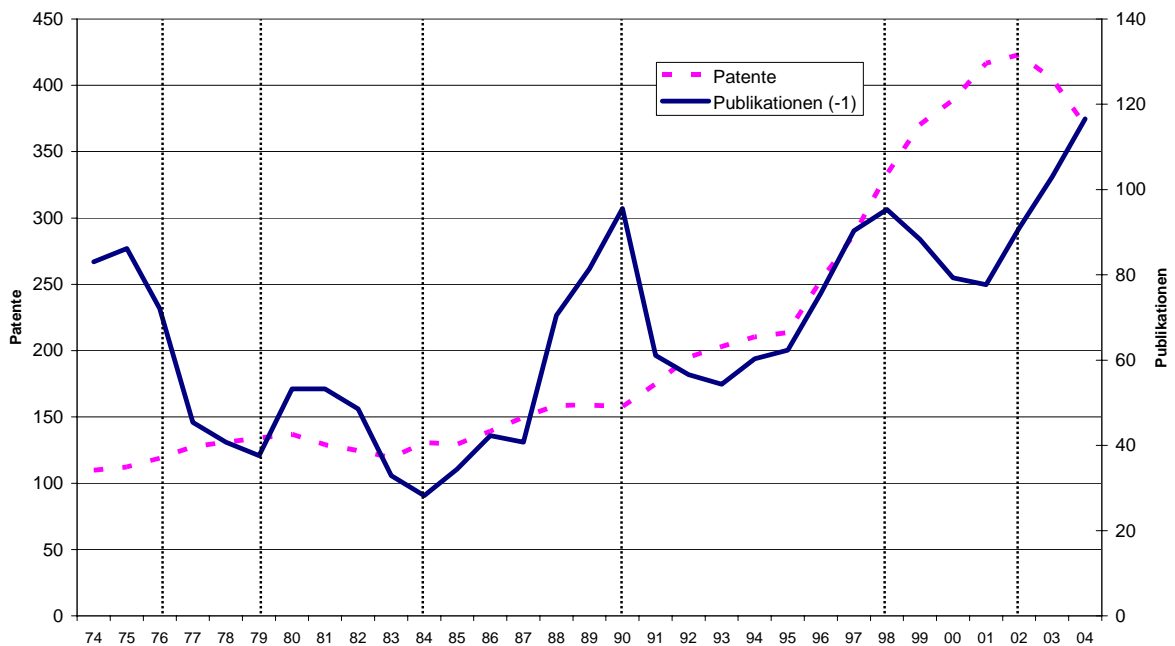
6.2 Ergebnisse der empirischen Analysen

Es werden hier exemplarisch vier Technologiefelder aus dem Bereich der Umwelttechnologien vorgestellt: Wind-, Solarenergie sowie Luftreinhaltung, Lärmschutz und -messung. Weitere ähnlich gelagerte Untersuchungen finden sich in Bradke et al (2007) für die Brennstoffzelle, Industrieöfen, Technologien für das Passivhaus und CO₂-Abscheidung und -Lagerung. Schmoch (forthcoming) sowie Dreher et al (2006) befassen sich mit Produktionsrobotern, Lasern für die Produktion, elektrisch leitenden Polymere sowie immobilisierten Enzymen.

Lärmschutz und -messung

Abbildung 6-2 stellt zunächst die Entwicklung der Patente und Publikationen im Bereich von Lärmschutz und Lärmmessung zwischen 1974 und 2004 dar. Dabei werden einerseits die im SCI registrierten Publikationen sowie die am Europäischen Patentamt direkt und alle über das PCT-Verfahren angemeldeten Patente herangezogen. Die Publikationen werden nach dem Publikationsjahr erfasst, jedoch um ein Jahr versetzt dargestellt, da es im Allgemeinen eine Zeit dauert, bis die Artikel veröffentlicht werden. Demgegenüber werden die Patente mit dem jeweiligen Prioritätsjahr erfasst, was dem Zeitpunkt der Erfindung am nächsten kommt, so dass ein Zeitverzug nicht einkalkuliert werden muss, wenngleich Forschung und Entwicklung ein Prozess und kein singuläres Ereignis ist. Die im Vergleich zu den Patenten relativ niedrige Anzahl der Publikationen in den hier dargestellten Bereichen kommt durch eine Unterrepräsentation einzelner Bereiche der Ingenieurwissenschaften allgemein (Schmoch 2005) sowie speziell von Umwelttechnologien (Legler et al. 2007) im SCI zustande. Die Trends der Entwicklungen sollten jedoch auch mit dieser Datenbank erfasst werden können, so dass einer Verwendung in dieser Untersuchung keine gravierenden methodischen Bedenken im Weg stehen.

Abb. 6-2: Entwicklung der Patente und Publikationen 1974-2004: Lärmschutz und -messung



Quelle: EPAPAT, WOPATENT, SCISEARCH; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Obwohl mit 31 Beobachtungsjahren ein sehr langer Analysezeitraum zur Verfügung steht, ist eine eindeutige Identifikation einer "Doppel-Hype-Kurve" nur schwer möglich. Die Publikationen hatten in der ersten Hälfte der 1970er Jahre einen Höhepunkt, der erst wieder im Jahr 1990 erreicht wurde und nach einem anschließenden Rückgang seit etwa Mitte der 1990er Jahre überwiegend anzusteigen. Die Patente zeigen demgegenüber eine etwas verhaltenere Entwicklung mit einem ersten leichten Höhepunkt zum Ausgang der 1970er Jahre und einem stetigen Aufwärtstrend seit 1990, der sich ab ca. 1996 noch verstärkt hat, jedoch aktuell ein wenig eingebrochen ist. Geht man davon aus, dass beide Zyklen dennoch in diesen Kurven abgebildet werden können, dann lassen sich die sechs Phasen nach Meyer-Krahmer und Dreher (2004) entsprechend durch die sechs senkrechten Linien verorten, wobei diese Linien jeweils etwa die Mitte der jeweiligen Phase repräsentieren. Die Erste Höhepunkt ist

demnach Ende 1970er Jahre und die Phase der "Ernüchterung" etwa Mitte der 1980er Jahre. Anschließend kommt die "Neuorientierung" und der Aufstieg, die sich deutlich länger hinziehen und schließlich der erneute Höhepunkt mit der "Diffusion" zu Beginn des neuen Jahrtausends. Der Abschwung der Patente nach 2002 bzw. der Publikationen nach 1998 lässt sich mit diesem Modell nur schwer erklären. Es könnte sich einerseits um eine weitere Phase der "Neuorientierung" durch die Einführung eines neuen technologischen Paradigmas handeln. Ebenso könnte es aber ein konjunktureller Effekt bzw. ein Effekt der reduzierten öffentlichen Forschungsausgaben im Bereich der Umwelttechnologien (Legler et al. 2007) zur Ursache haben. Insgesamt lässt sich jedoch auch hier der bereits in früheren Studien hervorgetretene Zeitabstand zwischen den Wendepunkten der Entwicklungen von Publikationen und Patenten von ca. 3-5 Jahren bestätigen. Trifft dies auch weiterhin zu, dann kann für die Prioritätsjahre 2005 und insbesondere 2006 folgende ein erneuter Anstieg der Patentanmeldungen in diesem Technologiefeld erwartet werden.

Tab. 6-1: Phasenindikatoren im Bereich Lärmschutz und -messung

Jahr	1984	1986	1988	1990	1998	2002
Phase	1	2	3	4	5	6
Bezeichnung	Entdeckung	Euphorie	Ernüchter.	Neuorient.	Aufstieg	Diffusion
Zahl der Publikationen (Einreichungsjahr)	33	34	41	81	90	78
Zahl der Patente	131	139	159	158	333	423
Mittlere Zahl der Zitate auf Patente (5-Jahres-Fenster)	0,3	0,6	0,5	0,9	0,7	---
Mittlere Zahl der Zitate in Patenten (5 Jahre)	1,9	1,8	1,8	2,0	2,4	2,5
Zahl der Anmelder	55	83	120	122	215	284
Durchschnittliche Zahl der Patente pro Anmelder	1,1	1,2	1,3	1,2	1,5	1,5
Gini-Index der Anmelder (0= keine Konzentration)	0,09	0,14	0,18	0,16	0,31	0,31

Quelle: EPAPAT, WOPATENT, SCISEARCH; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

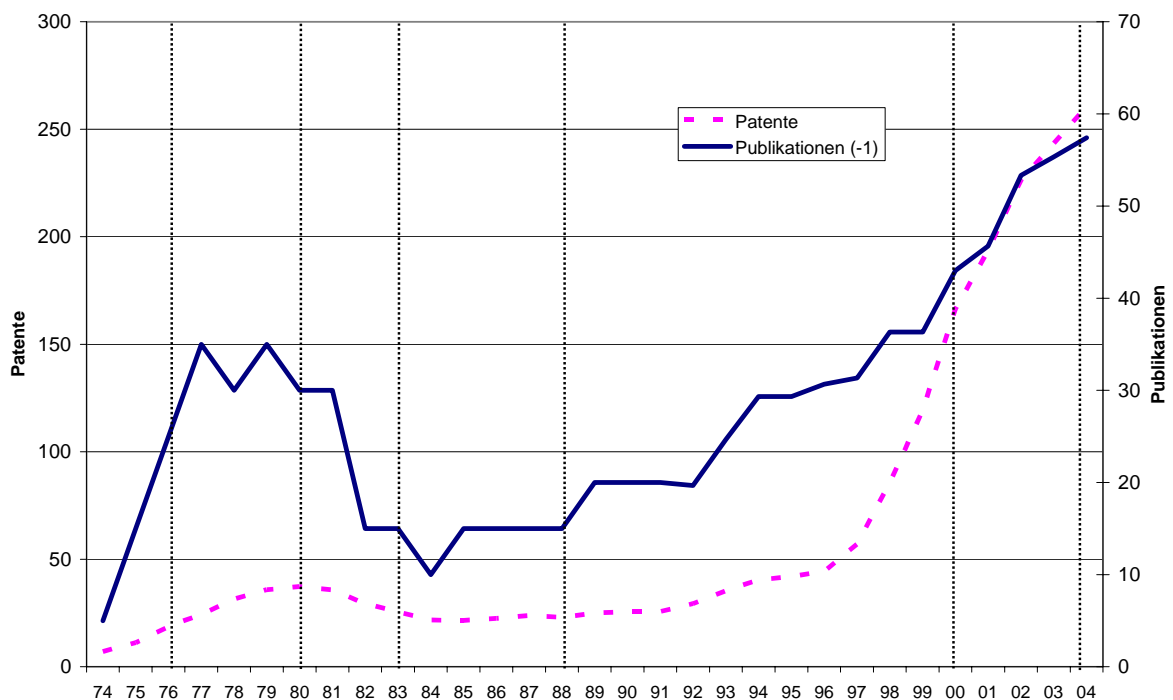
Die Einteilung der Phasen lässt sich auch mit den Indikatoren für die einzelnen Zeitpunkte belegen, wie sie in Tabelle 6-1 abgetragen sind. Die mittlere Zahl der Zitate sowohl auf Publikationen wie auch auf Patente geht in der Phase der Ernüchterung nach unten, um danach erneut anzusteigen. Zum Verständnis dieses Ergebnisses ist dabei zu sagen, dass Publikationen (und auch Patente) in späteren Jahren von anderen Autoren bzw. von anderen Patenten zitiert werden. Dabei gibt die Zahl der Zitate in dem hier interessierenden Zusammenhang die Qualität und Relevanz der jeweiligen Publikationen wieder. Allerdings werden zur Berechnung der hier verwendeten Indikatoren nicht alle Zitate berücksichtigt, da jüngere Publikationen und Patente dadurch einen Nachteil hätten. Sie konnten noch gar nicht so häufig zitiert werden wie ältere Veröffentlichungen. Man bedient sich daher eines Zeitfensters, in dem die Zitate stattfinden dürfen, das hier mit 5 Jahren festgelegt wurde. Da die Häufigkeit der Zitate jedoch nicht unabhängig von der Anzahl der zuvor veröffentlichten Publikationen bzw. Patente ist, wird ein Indikator "Mittlere Zahl der Zitate" berechnet. Dieser Indikator gibt damit wieder, wie breit die Relevanz und die Anerkennung der jeweiligen Publikationen (innerhalb von 5 Jahren) ist. Ein Rückgang der Zittrate deutet damit einen Rückgang der Bedeutung der jeweiligen technologischen und wissenschaftlichen Erkenntnisse für die nachfolgende Forschung und Entwicklung an. Dies ist ein Charakteristikum der Neuorientierung und eines Paradigmenwechsels. Die Zahl der Patentanmelder geht ebenfalls nach oben, so dass die Verbreitung dieser Technologien auf breitere Füße gestellt wird. Dabei geht die durchschnittliche Anzahl der

Patente nach oben bzw. die Konzentration der Patentanmelder reduziert sich im Zeitverlauf. Interessant ist dabei an dieser Stelle, dass in der vierten Phase der Neuorientierung die Zahl zunächst nach unten geht, um anschließend wieder zu steigen. Die Zusammensetzung der der Anmelder ändert sich in dieser Phase ebenfalls und die Zahl der Patente von Unternehmen nimmt zu, während die Anteile der öffentlichen Forschung abnimmt. Die Technologie wird "reifer" und anwendungsnäher, so dass Unternehmen sowohl ein stärkeres Interesse an der jeweiligen Forschung und Entwicklung zeigen als auch die Märkte für die Technologien bedienen und weiterentwickeln. Letzteres ist eine wichtige Voraussetzung für den Aufstiegsphase und die breite Diffusion.

Windenergie

Die Windenergie-Technologien stellen sich deutlich schwieriger bei der Interpretation der Zyklen dar. Die Publikationen in diesem Bereich sind im SCI nur sehr spärlich vertreten, so dass deren Entwicklung hier nur sehr "zackig" nachgezeichnet werden kann. Die Patente zeigen demgegenüber sehr weiche und eindeutige Konturen. Ein erster Höhepunkt der Windenergie findet sich in der zweiten Hälfte der 1970er Jahre bzw. im Jahr 1980 (Abbildung 6-3). Daran schließt sich eine sehr lange "Durststrecke" an, die erst ab etwa den frühen 1990er Jahren zu Ende ist. Ein steile Entwicklung sowohl der Publikationen ab dem Jahr 1993 und der Patente ab etwa 1997 scheint erst am aktuellen Rand ein wenig nachzulassen.

Abb. 6-3: Entwicklung der Patente und Publikationen 1974-2004: Windenergie



Quelle: EPAPAT, WOPATENT, SCISEARCH; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Phasen der Entwicklung werden auch in dieser Grafik mit den senkrechten Linien angedeutet. Der Nachweis der entsprechenden Indikatoren für das Jahr 1976 ist an dieser Stelle auf Grund der niedrigen Fallzahlen sowie des frühen Zeitpunktes aus technischen Gründen leider nicht möglich. Tabelle 6-2 belegt jedoch auch hier die Veränderungen der Strukturen der Zitate und der Anmelder. Allerdings zeigt sich der Rückgang hier erst in der Phase der Neuorientierung im Vergleich zwischen

den beiden Jahren 1983 und 1988. In diesem Zeitraum weisen sowohl die durchschnittlichen Zitate auf Patent und Publikationen nach unten sowie die durchschnittliche Zahl der Patente pro Anmelder. Allein der Gini-Index passt hier nicht ganz ins Bild, denn der sinkende Wert deutet auf eine gesunkene Konzentration hin. Die hohen Werte dieses Indikators in den letzten beiden Phasen entspricht hingegen wieder den Erwartungen, denn – gerade forschungsintensive – Technologien in einem marktreifen Stadium werden vielfach von Großunternehmen angemeldet bzw. die Entwicklung wird von ihnen maßgeblich beeinflusst (Blind et al. 2003).

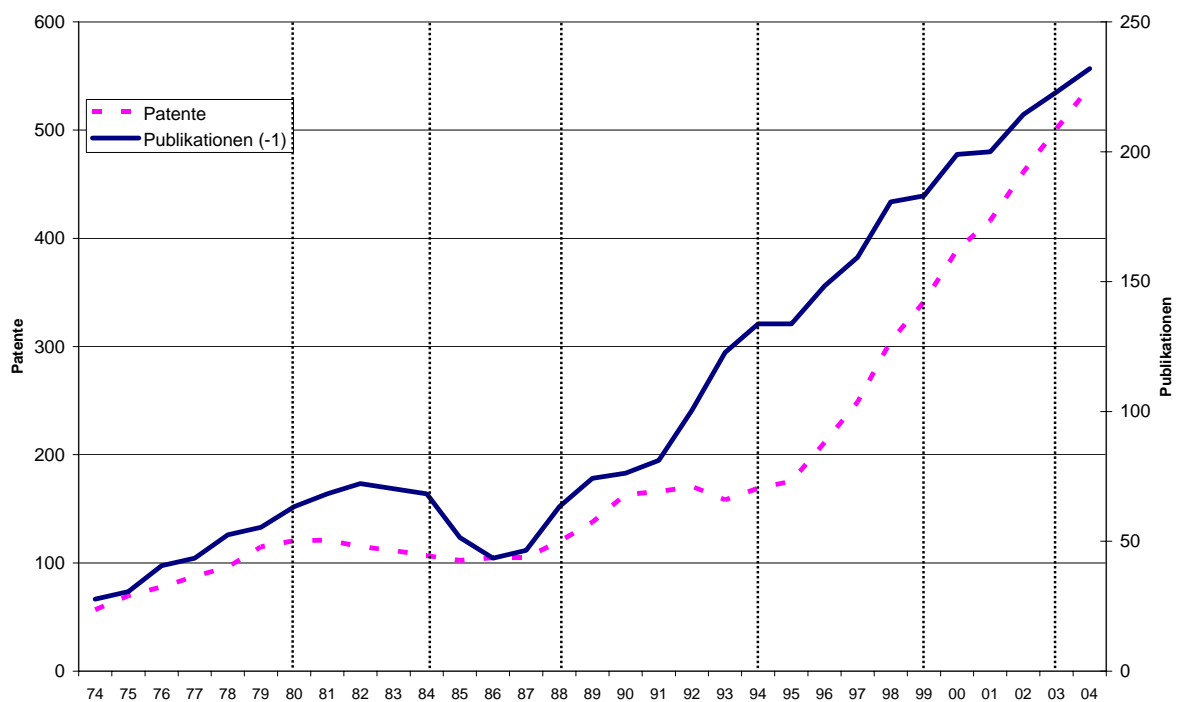
Tab. 6-2: Phasenindikatoren im Bereich Windenergie

Jahr	1976	1980	1983	1988	2000	2004
Phase	1	2	3	4	5	6
Bezeichnung	Entdeckung	Euphorie	Ernüchter.	Neuorient.	Aufstieg	Diffusion
Zahl der Publikationen (Einreichungsjahr)	---	35	15	15	36	55
Zahl der Patente	---	37	25	23	166	261
Mittlere Zahl der Zitate auf Patente (5-Jahres-Fenster)	---	0,1	0,1	0,0	0,7	---
Mittlere Zahl der Zitate in Patenten (5 Jahre)	---	1,5	1,9	1,3	2,1	2,3
Zahl der Anmelder	---	32	19	27	100	174
Durchschnittliche Zahl der Patente pro Anmelder	---	1,2	1,8	1,4	1,5	1,5
Gini-Index der Anmelder (0= keine Konzentration)	---	0,13	0,29	0,22	0,31	0,32

Quelle: EPAPAT, WOPATENT, SCISEARCH; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Solarenergie

Abb. 6-4: Entwicklung der Patente und Publikationen 1974-2004: Solarenergie



Quelle: EPAPAT, WOPATENT, SCISEARCH; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Entwicklung der Patentanmeldungen und der Publikationen im Bereich Solarenergie sind in Abbildung 6-4 dargestellt. Nach einem ersten Höhepunkt in den frühen 1980er Jahren hatte sich die Entwicklung ein wenig abgeschwächt und hat dann erst wieder in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre Fahrt aufgenommen – dann aber umso vehementer. Ein Abbrechen dieses positiven Trends ist derzeit nicht in Sicht – weder bei Patenten noch bei Publikationen. In keinem anderen der hier dargestellten Technologiefeldern ist die Verbesserung und insbesondere die Effizienzsteigerung von ähnlich großer Bedeutung wie bei Solarzellen. In dieser Hinsicht hat der technologische Fortschritt der letzten Jahre bzw. des letzten Jahrzehnts auch derart Neuerungen erbracht, dass man zwischen den beiden Zeiträumen der 1980er und der 1990er Jahre bzw. dem neuen Jahrtausend von einem Paradigmenwechsel in technologischer Perspektive sprechen. Mit Hilfe von Tabelle 6-3 soll überprüft werden, inwiefern sich diese technologische Entwicklung auch in den Indikatoren zeigt.

Es findet sich auch hier eine deutliche Reduktion der durchschnittlichen Zitate auf Patente und Publikationen in der dritten Phase (Ernüchterung). Anschließend steigen die Werte an. Es zeigt sich auch ein deutlicher Anstieg der Patentanmelder insbesondere seit der zweiten Hälfte der 1990er Jahre, die sich zwar nicht in einer Veränderung der durchschnittlichen Patentanzahl pro Anmelder niederschlägt, die jedoch nach einem leichten Absinken der Konzentration zwischen 1988 und 1994 dazu führt, dass der Gini-Index leicht nach oben weist, d.h. die Anteile von größeren Patentanmeldern nehmen in diesen Phasen zu.

Tab. 6-3: Phasenindikatoren im Bereich Solarenergie

Jahr	1980	1984	1988	1994	1999	2003
Phase	1	2	3	4	5	6
Bezeichnung	Entdeckung	Euphorie	Ernüchter.	Neuorient.	Aufstieg	Diffusion
Zahl der Publikationen (Einreichungsjahr)	55	70	47	123	181	214
Zahl der Patente	121	107	120	169	341	501
Mittlere Zahl der Zitate auf Patente (5-Jahres-Fenster)	0,8	0,9	0,7	0,5	0,7	---
Mittlere Zahl der Zitate in Patenten (5 Jahre)	2,0	2,8	2,5	2,7	2,4	2,8
Zahl der Anmelder	41	44	51	96	236	330
Durchschnittliche Zahl der Patente pro Anmelder	1,9	2,0	1,7	1,5	1,5	1,5
Gini-Index der Anmelder (0= keine Konzentration)	0,35	0,37	0,33	0,27	0,32	0,29

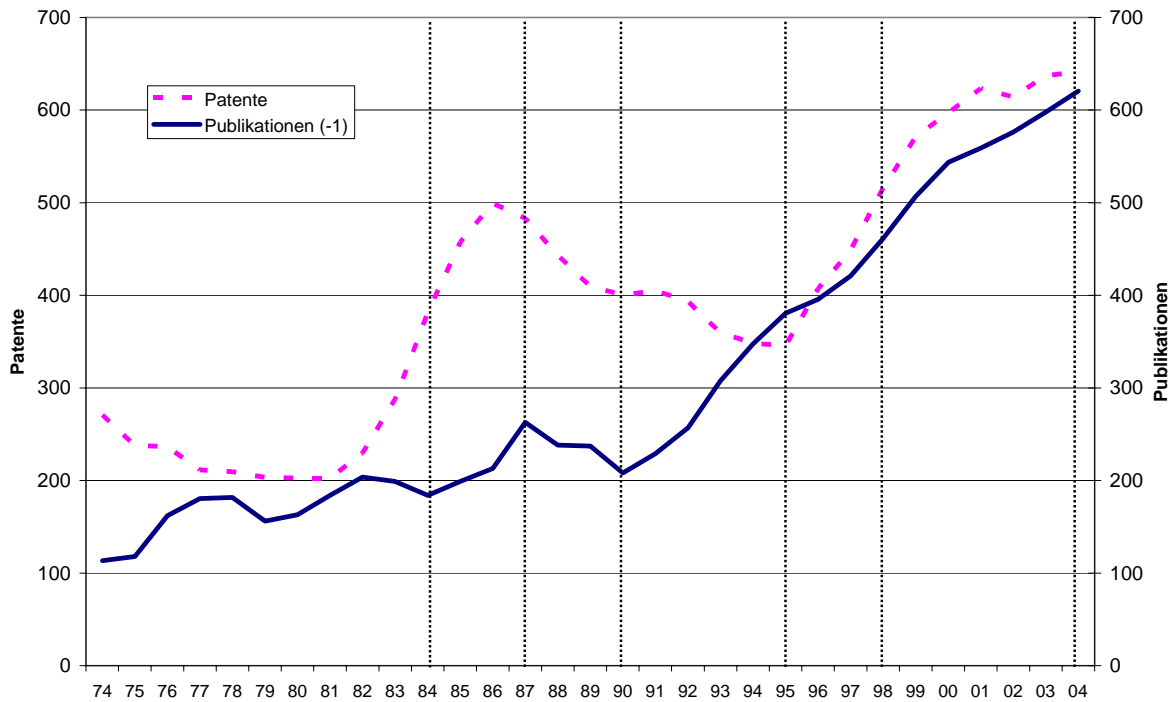
Quelle: EPAPAT, WOPATENT, SCISEARCH; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Luftreinhaltung und -messung

Luftreinhaltung und insbesondere die Messung der Belastungen in der Luft sind nicht erst seit der Diskussion um Katalysatoren und Feinstaub von Interesse. Wie Abbildung 6-5 belegt ist die Zahl der Patente wie auch der Publikationen bereits seit Beginn des Beobachtungszeitraumes sehr hoch. Bei den Patenten lässt sich dabei sehr leicht die "Doppel-Hype-Kurve" identifizieren, was bei den Publikationen deutlich schwerer fällt. Entsprechend richtet sich die Einteilung der sechs Phasen in erster Linie nach der Dynamik der Patente. Es zeigt sich ein erster Höhepunkt – nach einem sehr steilen Anstieg – im Jahr 1986, dem dann ein etwas weniger steiler Abstieg bis zum Tiefpunkt im Jahr 1995 folgt. Der erneute Anstieg nach diesem Zeitpunkt hat bis dato noch keinen Abbruch genommen. Für die Publikationen lässt sich zumindest für den zweiten Teil der Gesamtentwicklung festhalten,

dass der Anstieg der Publikationen mit einem Zeitverzug von etwa 5 Jahren dem deutlichen Anstieg der Patente voraus geht und dann ähnlich steil nach oben weist.

Abb. 6-5: Entwicklung der Patente und Publikationen 1974-2004: Luftreinhaltung und -messung



Quelle: EPAPAT, WOPATENT, SCISEARCH; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Indikatoren der einzelnen Phasen sind in Tabelle 6-4 abgetragen. Es zeigt sich dabei zunächst nicht das erwartete und von den übrigen Technologien mehr oder minder bekannte Bild eines Absinkens der Zitatraten in der Phase der Ernüchterung bzw. der Neuorientierung. Ebenso wenig zeigt sich eine Veränderung der Strukturen. Die Anzahl der Anmelder geht stetig nach oben, mit einer leichten Veränderung im Jahr 1995 wo etwas mehr Anmelder für etwas weniger Patente als in der Vorperiode verantwortlich zeichnen. Entsprechend geht die durchschnittliche Anzahl der Patente pro Anmelder leicht nach unten, während der Gini-Index zur Bestimmung der Konzentration der Patente auf die Anmelder ungebremst nach oben zeigt. Hierin ist denn auch ein weiterer interessanter und bedeutender Unterschied zu den vorher dargestellten Technologien zu sehen. Sowohl die durchschnittlich Anzahl der Patent pro Anmelder als auch der Gini-Index weisen auf eine deutlich höhere Konzentration der Aktivitäten in diesem Technologiefeld hin. Offensichtlich

Die Luftreinhaltung und Luftmessung ist dabei ein Technologiebereich, der bereits vor der Beobachtungsperiode einige Phasen durchlaufen hat, die hier gar nicht abgebildet werden können. Es lässt sich auf dieser Annahme aufbauend schlussfolgern, dass die Phasen wesentlich länger sind als in den übrigen Technologiefeldern und dass die Entwicklungen und Veränderungen sich entsprechend weniger pointiert darstellen. Eventuell wäre es auch angebracht innerhalb dieses Technologiefeldes weitere Unterscheidungen vorzunehmen um so sich eventuell überlagernde Entwicklungen herausarbeiten zu können. So könnte sich beispielsweise eine Differenzierung von Industrieabgasen und Fahrzeugabgasen als hilfreich erweisen. Allerdings ist dies lediglich mit den Patentdaten relativ leicht umzusetzen. Die wissenschaftlichen Publikationen lassen sich nur schwer einem dieser Bereich zu ordnen, da es sich einerseits häufig um die Behandlung grundlegender Fragestellungen handelt und

andererseits eine derartig scharfe Trennung der Anwendung der Forschungsergebnisse auch von den Forschern selbst gar nicht ins Auge gefasst wird.

Tab. 6-4: Phasenindikatoren im Bereich Luftreinhaltung und -messung

Jahr	1984	1987	1990	1995	1998	2004
Phase	1	2	3	4	5	6
Bezeichnung	Entdeckung	Euphorie	Ernüchter.	Neuorient.	Aufstieg	Diffusion
Zahl der Publikationen (Einreichungsjahr)	199	213	237	347	421	598
Zahl der Patente	381	483	400	346	516	641
Mittlere Zahl der Zitate auf Patente (5-Jahres-Fenster)	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	---
Mittlere Zahl der Zitate in Patenten (5 Jahre)	2,1	2,4	2,3	2,9	2,5	2,6
Zahl der Anmelder	121	188	205	206	245	254
Durchschnittliche Zahl der Patente pro Anmelder	1,6	1,6	1,9	1,8	2,0	2,5
Gini-Index der Anmelder (0= keine Konzentration)	0,26	0,30	0,37	0,41	0,46	0,54

Quelle: EPAPAT, WOPATENT, SCISEARCH; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Zusammenfassung

Die idealtypische Entwicklung, wie sie in dem Modell von Meyer-Krahmer und Dreher (2004) vorgestellt wurde, lässt sich in der empirischen Realität mit Hilfe von Patente und Publikationen für zahlreiche Technologien nachweisen. Nachdem Dreher et al (2006) dies für einige Produktionstechnologien untersucht hatten und Bradke et al. (2007) im Bereich der Energieeffizienz und der Brennstoffzelle, wurden in dieser Untersuchung die Entwicklungen verschiedener Umwelttechnologien präsentiert.

Dabei konnte die theoretisch erwartete Entwicklung für drei der vier Technologien nachgezeichnet werden. Die entsprechenden Indikatoren zur Beschreibung der Strukturen und deren Veränderungen haben die Ergebnisse untermauert. Danach befinden sich alle vier Technologien im Stadium der Diffusion, wobei mit Ausnahme von Lärmschutz und Lärmmessung ein Abbruch der Wachstumspfade noch nicht erreicht ist. Es hat sich bei allen Technologien ein zeitlicher Vorlauf von 3-5 Jahren der wissenschaftlichen Publikationen vor den Patentanmeldungen gezeigt. Ein Ergebnis, das die Befunde früherer Untersuchungen stützt. Auf Basis dieser Erkenntnisse lässt sich für alle drei genannten Technologien ein weiteres Wachstum prognostizieren. Für den Bereich Lärmschutz und Lärmmessung lässt sich erwarten, dass der kürzliche leichte Einbruch bei Patentanmeldungen in den nächsten Jahren beendet sein wird und auch hier die breite Diffusion dieser Technologien weiter gehen wird.

7 Zusammenfassung

Triade-Patente sind Patente, die zusätzlich zum Inland in den jeweiligen beiden Auslandsmärkten der Triaderegionen USA-Europa-Japan angemeldet werden und von denen erwartet wird, dass sie einen besonders hohen technologischen Wert widerspiegeln. Deutschland rangiert hinter den USA und Japan an dritter Stelle bei der absoluten Zahl der Patentanmeldungen und an zweiter Stelle unter den großen Industrieländern hinsichtlich der Patentintensität (Patente pro 1. Mio Erwerbstätige) noch vor den USA. Die EU-15 schneidet im Vergleich zu den USA bei dieser Maßzahl schlecht ab. Grund sind einerseits die weniger technologieorientierten Länder (bspw. Spanien, Portugal oder Griechenland) und andererseits weniger auf die Triade ausgerichteten Länder (bspw. Frankreich oder Großbritannien). Seit 1996 konnte Korea als einzige Volkswirtschaft ein stetiges Wachstum der Triade-Patente erreichen.

Als wesentliche Gründe für die allgemeine Erhöhung der Patentintensitäten sind eine erhöhte Umsetzungseffizienz von FuE, ein erhöhter Patentierungsdruck auf Grund des verschärften internationalen Technologiewettbewerbs, eine verbesserte internationale Durchsetzbarkeit von Eigentumsrechten, eine erhöhte Bedeutung von Patenten bei Lizenztausch und Firmenübernahmen sowie Gebührensenkungen bei Patentanmeldungen anzunehmen. Die Dynamik der Patentanmeldungen hängt somit neben den FuE-Aktivitäten von einer Reihe von anderen Faktoren ab. Andererseits erweist sich auch das Innovationssystem als deutlich abhängig von der Konjunktur und von Wachstumserwartungen von Unternehmen. Die Krise in der IuK-Branche hat beispielsweise bei zahlreichen Ländern tiefe Schürfwunden bei den Patentanmeldungen hinterlassen. Für Deutschland lässt sich festhalten, dass man relativ glimpflich davon gekommen war, am aktuellen Rand das Wachstum aber hinter der Entwicklung der meisten anderen Volkswirtschaften zurück bleibt.

Eine differenzierte Betrachtung der Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt nach Technologiebereichen (Spitzen-, hochwertige und weniger FuE-intensive Technologien) belegt die kontinuierliche Steigerung der Technologieproduktion in Deutschland. Die Hochtechnologie-Patente (Spitzentechnologie und hochwertige Technologie) Deutschlands weisen einen stetigen Aufwärtstrend auf, der nur noch von den Schweizer Erfindern übertroffen wird. Am aktuellen Rand führt dies dazu, dass Deutschland unter den 12 hier betrachteten Ländern bei den Intensitäten Rang 3 einnimmt und bezogen auf die großen Industrienationen sogar Rang 1. Allerdings ist das deutsche Profil – trotz deutlicher Steigerungen innerhalb der letzten gut 10 Jahre – weiterhin von unterdurchschnittlichen Aktivitäten im Bereich der Spitzentechnologien und einer besonderen Ausrichtung auf hochwertige Technologien geprägt wie kaum ein anderes Land. Dies birgt einerseits Risiken, indem wichtige technologische Entwicklungen in einigen Schlüsseltechnologien bzw. in Zukunftsmärkten nicht in Deutschland gemacht werden und dadurch eventuell der Anschluss an die Weltspitze verpasst wird. Andererseits ermöglicht eine klare Ausrichtung auf ausgewählte Bereiche der hochwertigen Technologien Spezialisierungsvorteile, kann zu Skalenerträgen führen und insbesondere eine Technologieführerschaft beinhalten, die wiederum in Marktvorteilen münden können. Schwerpunkte im Bereich der hochwertigen Technologie zweigen Japan und Deutschland, während Italien sowie die EU-15 insgesamt immerhin durchschnittliche Werte erreichen. Die USA verlieren in den letzten 2-3 Beobachtungsjahren bei hochwertigen Technologien an Boden.

Es wurde Deutschland häufig eine "Einbeinigkeit" der Industriestruktur mit dem Verweis auf das starke Gewicht des Automobilbaus bescheinigt, wodurch das Wohl und Wehe der deutschen Volkswirtschaft mit dem Schicksal dieser Branche steht oder fällt. Auch aus Sicht der technologischen Neuerungen ist der Einfluss des Automobilbaus unübersehbar. Kaum eine Branche ist so innovativ

wie der Automobilbau – sowohl in den Kernfeldern wie im weiteren Umfeld – und stimuliert dabei auch Innovationen in angrenzenden Technologiefeldern. Die (leichte) Verbesserung der deutschen Position in den Spitzentechnologien im Allgemeinen sowie der IuK-Technologien im Speziellen ist einerseits auf eine deutliche Ausweitung der Kompetenzen in deutschen Forschungslabors zurückzuführen und andererseits auf einen verstärkten Einsatz dieser Technologien in den Kernbereichen der deutschen Industrie wie beispielsweise dem Maschinen- oder Fahrzeugbau.

Mit Hilfe von Ko-Patenten wurden die internationalen Kooperationen bei der Technologiegenese untersucht. Dabei zeigt sich, dass die Bedeutung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit – sowohl absolut als auch in Relation zu allen Anmeldungen – im Zeitverlauf deutlich an Gewicht gewonnen hat. Die Kooperationsintensität Deutschlands erweist sich dabei als durchschnittlich. Besonders kleinere Länder kooperieren häufiger international. Die Chemie erweist sich dabei über alle Länder hinweg als der Bereich mit der höchsten Ko-Patent-Neigung. Bauwesen und Konsumtechnologien liegen nach dieser Abgrenzung im Allgemeinen am unteren Ende der internationalen Kooperationsneigung, ähnlich wie auch der Maschinenbau. Die wichtigsten internationalen Kooperationspartner aus deutscher Sicht sind die Schweiz und die USA. Frankreich und Großbritannien sowie auch das – bezogen auf die Bevölkerung – deutlich kleinere Österreich erreichen aus deutscher Sicht eine mittlere absolute Bedeutung. Japan und auch Italien sind dagegen in der Breite von untergeordneter Bedeutung.

8 Literaturverzeichnis

- Beise, M. (2001): Lead Markets. Country-Specific Success Factors of the Global Diffusion of Innovations, ZEW Economic Studies 14, Heidelberg: Physica.
- Belitz, H. (2004a): Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen, Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2004, Berlin.
- Belitz, H. (2004b): Forschung und Entwicklung multinationaler Unternehmen im internationalen Vergleich In: Legler, H.; Grenzmann, C. (Hrsg.): Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Essen: Wissenschaftsstatistik gGmbH, S. 79-88.
- Belitz, H.; Edler, J.; Grenzmann, C. (2006): Internationalisation of Industrial R&D In: Schmoch, U.; Rammer, C.; Legler, H. (Hrsg.): National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies. Dordrecht: Springer.
- Blind, K.; Edler, J.; Frietsch, R.; Schmoch, U. (2003): Erfindungen kontra Patente. Schwerpunktstudie "Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands", Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Blind, K.; Edler, J.; Frietsch, R.; Schmoch, U. (2006): Motives to Patent: Evidence from Germany. In: Research Policy, 35 (5), S. 655-672.
- Bradke, H.; Cremer, C.; Dreher, C.; Ebersberger, B.; Edler, J.; Jochem, E.; Krebs, A.; Marscheider-Weidemann, F.; von Oertzen, J.; Radgen, P.; Ruhland, S.; Som, O. (2007): Developing an assessment framework for improving the efficiency of R&D and market diffusion of energy technologies, Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.) (2002): Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2000/2001: Hauptbericht. Hannover, Berlin, Karlsruhe, Essen, Mannheim.
- Cohen, W.M.; Nelson, R.R.; Walsh, J.P. (2000): Appropriability Conditions and Why Firms Patent and Why They Do Not, Working Paper 7552: National Bureau of Economic Research.
- Döhrn, R.; Edler, J. (2002): Internationales Wissensmanagement multinationaler Unternehmen, RWI; Fraunhofer-ISI (Hrsg.), Essen/Karlsruhe.
- Dreher, C.; Frietsch, R.; Hemer, J.; Schmoch, U. (2006): Die Beschleunigung von Innovationszyklen und die Rolle der Fraunhofer-Gesellschaft In: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Fokus Innovation. München: Hanser, S. 275-306.
- Edler, J.; Döhrn, R.; Rothgang, M. (2003): Internationalisierung industrieller Forschung und grenzüberschreitendes Wissensmanagement - Eine empirische Analyse aus der Perspektive des Standortes Deutschland, Technik, Wirtschaft und Politik, Fraunhofer ISI, Heidelberg: Physica-Verlag.
- EPO; JPO; USPTO (2004): Trilateral Statistical Report - Edition 2003, Munich; Tokyo; Alexandria, VA: EPO; JPO; USPTO.
- Frietsch, R. (2006): Patente in Europa und der Triade - Strukturen und deren Veränderung, Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 12-2006, Berlin.
- Frietsch, R.; Gauch, S.; Breitschopf, B. (2005): Patente in Europa und der Triade - Strukturen und deren Veränderung, Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 9-2005, Berlin.
- Frietsch, R.; Schmoch, U. (2006): Technological Structures and Performance Reflected by Patent Indicators In: Schmoch, U.; Rammer, C.; Legler, H. (Hrsg.): National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies. Dordrecht: Springer.

- Grupp, H. (1997): Messung und Erklärung des technischen Wandels: Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag GmbH.
- Grupp, H.; Legler, H.; Jungmittag, A.; Schmoch, U. (2000): Hochtechnologie 2000. Neudefinition der Hochtechnologie für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Karlsruhe/Hannover: Fraunhofer ISI.
- Grupp, H.; Schmoch, U. (1999): Patent statistics in the age of globalisation: new legal procedures, new analytical methods, new economic interpretation. In: *Research Policy*, 28 (4), S. 377-396.
- Häring, J.; Legler, H.; Heine, C.; Schumacher, D.; Uhly, A.; Rammer, C.; Frietsch, R.; Gauch, S. (2007): Informations- und Kommunikationstechnologien in Deutschland: Innovationsindikatoren zur IuK-Wirtschaft und Einsatz von IuK als Querschnittstechnologie, Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 19-2007, Berlin.
- Hullmann, A. (2001): Internationaler Wissenstransfer und technischer Wandel, Heidelberg.
- Hwang, G. (2001): Diffusion of Information and Communication Technologies and Changes in Skills. In: *SPRU Electronic Working Paper Series*, 48.
- Ilonen, J.; Kamarainen, J.-K.; Puumalainen, K.; Sundqvist, S.; Kälviäinen, H. (2006): Toward automatic forecasts for diffusion of innovations. In: *Technological Forecasting & Social Change*, 73, S. 182-198.
- Jaffe, A.B. (2000): The U.S. patent system in transition: policy innovation and the innovation process. In: *Research Policy*, 29, S. 531-557.
- Janz, N.; Licht, G.; Doherr, T. (2001): Innovation Activities and European Patenting of German Firms: A Panel Data Analysis, Paper presented at the Annual Conference of the European Association of Research in Industrial Economics.
- Kline, S.J. (1985): Innovation is not a Linear Process. In: *Research Management*, 28, S. 36-45.
- Kortum, S.; Lerner, J. (1999): What is behind the recent surge in patenting? In: *Research Policy*, 28, S. 1-22.
- Legler, H.; Grenzmann, C. (Hrsg.) (2004): Forschung und Entwicklung in der Deutschen Wirtschaft - Statistik und Analysen. Essen: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft.
- Legler, H.; Krawczyk, O.; Rammer, C.; Frietsch, R. (2007): Zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im internationalen Vergleich, Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 20-2007, Berlin.
- Legler, H.; Leidmann, M.; Grenzmann, C.; Marquardt, R. (2003): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft, Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 10-2004, Berlin.
- Linden, A.; Fenn, J. (2002): Emerging Technologies Hype Cycle: Trigger to Peak, Stamford: Gartner Group.
- Meyer-Krahmer, F.; Dreher, C. (2004): Neuere Betrachtungen zur Technikzyklen und Implikationen für die Fraunhofer-Gesellschaft In: Spath, D. (Hrsg.): Forschungs- und Technologiemanagement. Potenziale nutzen - Zukunft gestalten. München: Hanser.
- Nahajan, V.; Peterson, R.A. (1985): Models for Innovation Diffusion, Newbury Park, London, New Delphi.
- OECD (Hrsg.) (2004a): Compendium of Patent Statistics 2004. Paris: OECD.
- OECD (Hrsg.) (2004b): Patents and Innovation: Trends and Policy Challenges. Paris: OECD.
- Patel, P.; Frietsch, R. (2007): Exploratory study to test the feasibility of using Patent data for monitoring the Globalization of R&D, Report to IPTS by the ERAWATCH Networks ASBL

- within the Framework Service Contract Nr -150176-2005-F1SC-BE, Brighton/Karlsruhe: SPRU/Fraunhofer ISI.
- Rogers, E.M. (1995): Diffusion of Innovation, 2. Ausgabe, New York: Free Press.
- Schmoch, U. (1990): Wettbewerbsvorsprung durch Patentinformation: Handbuch für die Recherchenpraxis, Köln.
- Schmoch, U. (1999): Impact of International Patent Applications on Patent Indicators. In: Research Evaluation, 8 (2), S. 119-131.
- Schmoch, U. (2005): Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich, Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2005, Berlin.
- Schmoch, U. (2007): Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich, Bundesministerium fuer Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 11-2007, Berlin.
- Schmoch, U. (forthcoming): Double-boom cycles and the Comeback of Science-push and Market-pull. In: Research Policy.
- Schmoch, U.; Gauch, S. (2004): Innovationsstandort Schweiz, Studie für das Bundesamt für Berufsbildung und Technologie, Karlsruhe: Fraunhofer-ISI.
- Schmoch, U.; Grupp, H.; Mannsbart, W.; Schwitalla, B. (1988): Technikprognosen mit Patentindikatoren, Köln.
- Schmoch, U.; Hinze, S. (2004): Opening the Black Box In: Moed, H.F.; Glänzel, W.; Schmoch, U. (Hrsg.): Handbook of Qualitative Science and Technology Research. The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, S. 215-235.
- Schmoch, U.; Licht, G.; Reinhard, M. (Hrsg.) (2000): Wissens- und Technologietransfer in Deutschland. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Utterback, J.M. (1994): Mastering the dynamics of innovation. How companies can seize opportunities in the face of technological change, Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- WIPO (2005): International Patent Classification, Eighth Edition (2006), Volume 5, Guide to the IPC, Geneva: WIPO Publications.